

Tentamen i
ETI 146 Elektronik för E2
den 2 juni 2017 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 senaste hemsidor enligt ovan.

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.

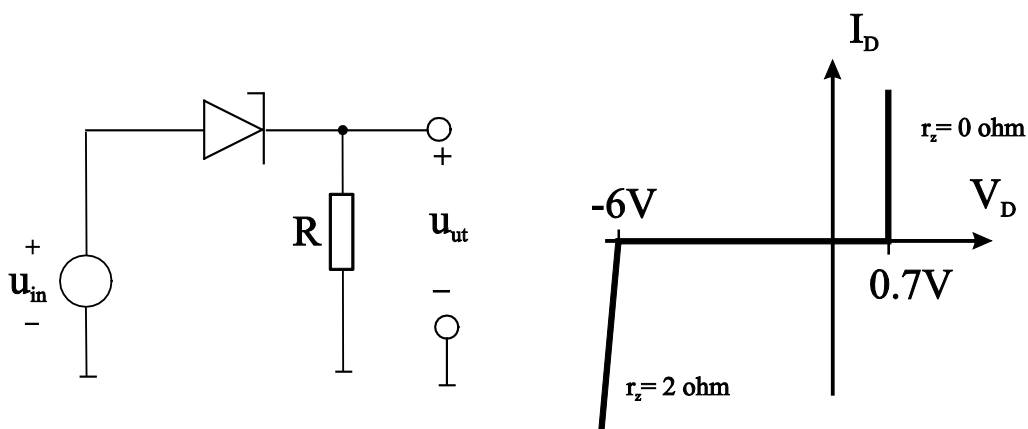
Tillåtna hjälpmedel: Tabellverken Beta β och CRC Standard Mathematical Tables samt bifogad formelsamling. Godkänd räknare dvs CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

Lycka till!

Lycka till och ha en trevlig sommar!

1.

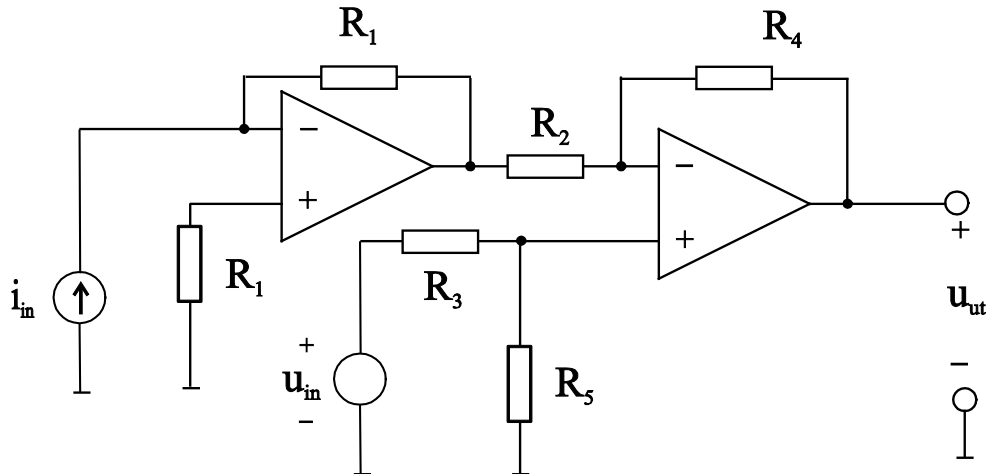
- (a) Vad är det för skillnad på primär och sekundärbatterier samt ge **ett** exempel på en typ ifrån varje grupp? 0.5p
- (b) I avkopplingsammanhang kan man ibland se flera parallellkopplade kondensatorer t.ex 1n F (keramisk) och 1 μ F (tantal). Varför gör man så? 0.5p
- (c) Ange tre typer av variabla motstånd. 0.5p
- (d) Visa i ett diagram över ingångskaraktistiken (v_{BE-ic}) vilken arbetspunkt sluttransistorn i ett Klass A respektive ett Klass B slutsteg har. 0.5p
- (e) Vad blir stigtid och pulsfall för en förstärkare som har: två poler $s_1 = -250$ rad/sek respektive $s_2 = -100k$ rad/sek samt ett nollställe i origo, då testpulsens har en varaktighet på 1 msek. 1 p
- (f) I nedanstående figur har av misstag en zenerdiod inkopplats i en enkel likriktarkrets. Zenerdiodens karakteristik framgår av figur. Rita upp u_{ut} som funktion av tiden då $u_{in} = 12\sin(2\pi \cdot 50 \cdot t)$. Enbart kurvform och max/min amplitudnivåer krävs. $R = 20 \Omega$.



1p

2.

Beräkna u_{ut} som funktion av i_{in} och u_{in} . Antag ideala operationsförstärkare.

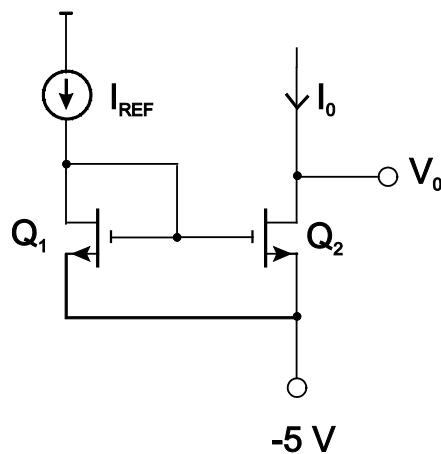


4p

3.

Beräkna för MOS transistoren Q2: a) V_{GS} ; b) den småsignalmassiga utresistansen R_{ut} ; samt c) den lägsta tillåtna utspänningen V_0 på utgången av kretsen enligt figur nedan och under förutsättning att MOS transistoren skall befinna sig i strömmättnadsområdet.

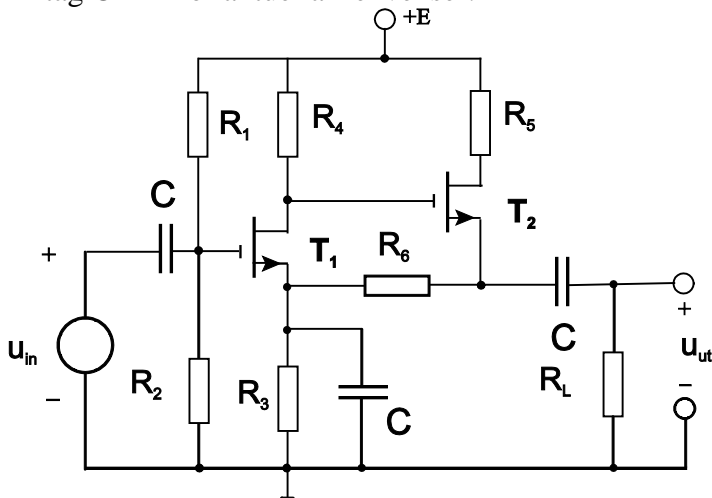
För transistorerna som är lika gäller: $V_t = 1 \text{ V}$, $k = 0.08 \text{ mA/V}^2$, $V_A = 20 \text{ V}$. $I_{REF} = 10 \mu\text{A}$.



3p

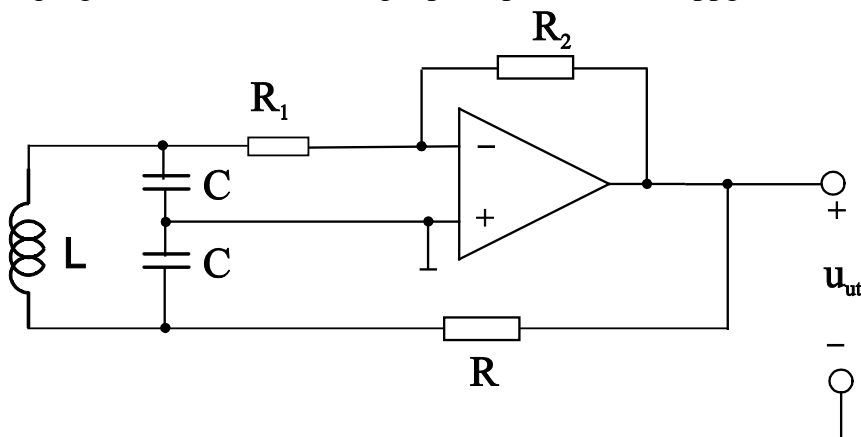
4.

Beräkna förstärkarens förstärkning u_{ut}/u_{in} . För transistorerna antas transkonduktansen vara g_{m1} respektive g_{m2} för T_1 respektive T_2 . Inverkan av övriga transistorparametrar försummas. Antag $C = \infty$ för aktuella frekvenser.



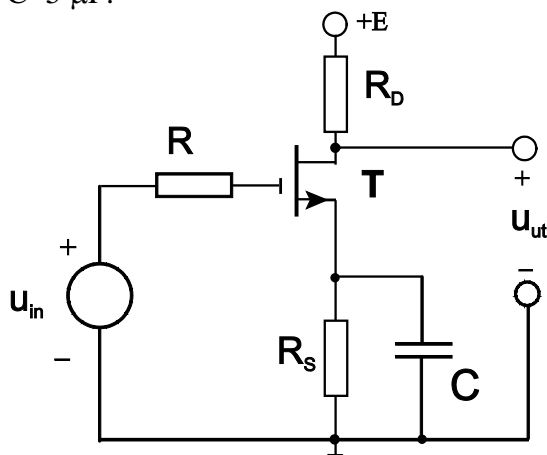
3p

5. Beräkna värdet på induktansen L och resistansen R_2 om oscillatoren skall svänga sinusformigt med frekvensen 500 Hz. Antag ideal operationsförstärkare.
OBS: Eftersom räkningarna blir rätt bökiga räcker det med att ni ställer upp utgångsekvationerna samt anger principerna för hur uppgiften skall lösas.



3p

6. Beräkna överföringsfunktionen och rita Bodediagrammet för beloppet av u_{ut}/u_{in} för nedanstående förstärkarsteg. För transistoren gäller: $g_m = 16 \text{ mA/V}$, $C_{gs} = 150 \text{ pF}$, $C_{gd} = 3 \text{ pF}$. Inverkan från övriga transistorparametrar försummas. $R = 100 \text{ } \Omega$, $R_S = 500 \text{ } \Omega$, $R_D = 5 \text{ k}\Omega$, $C = 5 \text{ } \mu\text{F}$.



4p

Formelsamling

Elektronik för E2**2017****Frekvens och tidsegenskaper**

- **Gränshfrekvens "3 dB frekvens"** $= \frac{H_{\max}}{\sqrt{2}}$
Övre gränshfrekvens: $\omega_{\text{ö}}$ eller $f_{\text{ö}}$
 - n st lika poler $f_{\text{ö}_{\text{tot}}} = f_1 \cdot \sqrt{2^{1/n} - 1}$
 - n st olika poler $\frac{1}{f_{\text{ö}_{\text{tot}}}} \approx 1.1 \cdot \sqrt{\frac{1}{f_1^2} + \dots + \frac{1}{f_n^2}}$
- **Tidsegenskaper**
Undre gränshfrekvens: ω_{u} eller f_{u}
 - n st lika poler $f_{\text{u}_{\text{tot}}} = f_1 / \sqrt{2^{1/n} - 1}$
- **Stigtid:** Bestäms av övre gränshfrekvensen $t_r \cdot f_{\text{ö}} \approx 0.35$
- **Pulsfall:** Bestäms av undre gränshfrekvensen $P_{\text{rel}} = \frac{\Delta t}{\tau_{\text{tot}}} \cdot 100\%$
 $\frac{1}{\tau_{\text{tot}}} = \omega_1 + \dots + \omega_n$

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 $V_T = kT/q \approx 25$ mV vid rumstemp.
- Temperaturberoende $I_{S2} = I_{S1} \cdot 2^{(T_2 - T_1)/10}$ och $\Delta v_D / \Delta T = -2$ mV/°C

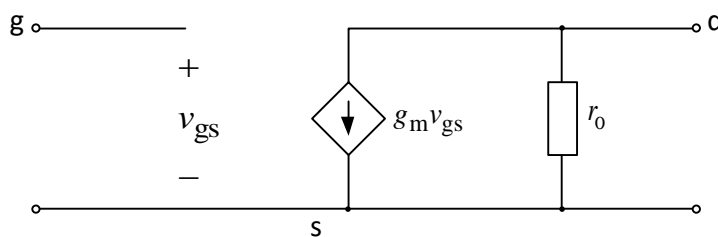
MOS transistor

- Storsignalmodell, $i_G=0$

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

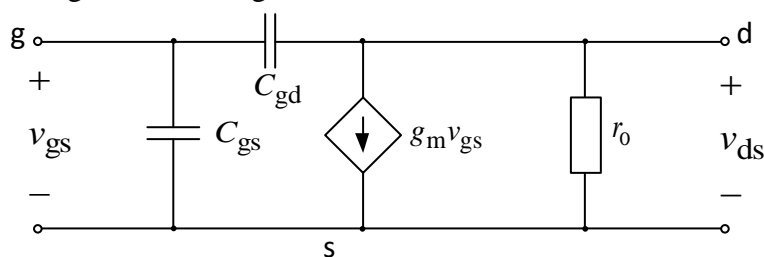
Triodområdet $i_D = k \left[(v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right] \quad \text{då} \quad v_{DS} < v_{GS} - V_t$

- Småsignalmodell låga frekvenser



$$g_m = \sqrt{2k|I_D|}, \quad r_o = V_A/I_D$$

- 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)
- 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

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

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

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