

**Tentamen i**  
**ETI 146 Elektronik för E2**  
**den 25 maj 2012 kl 8.30-12.30**

Lärare: Bill Karlström ankn 5749 mob 0706244488.  
Karl-Johan Fredén-Jansson ankn 1783.

**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 kursens hemsida.

Resultat med kod och tid för granskning anslås på kursens hemsida senast  
måndagen den 11 juni kl 15 på kursens hemsida.

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.

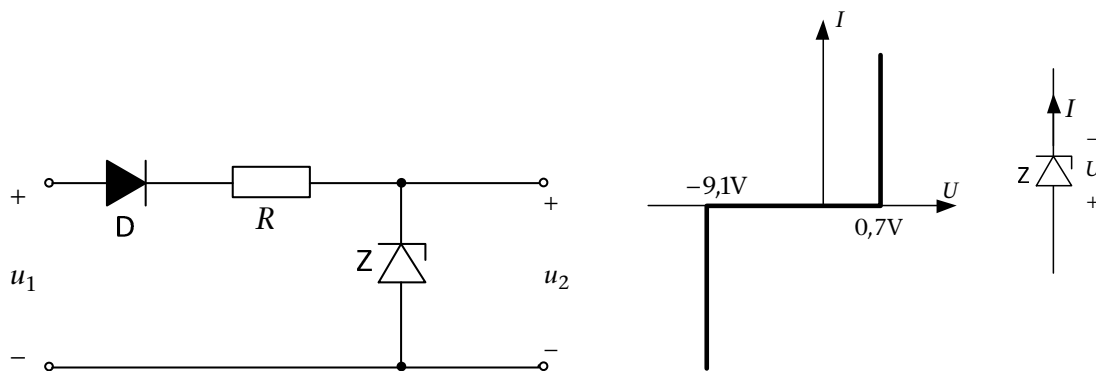
**Tillåtna hjälpmedel:** Tabellverken Beta  $\beta$  och CRC Standard Mathematical Tables samt bifogad formelsamling. Godkänd räknare<sup>1)</sup>. Dessa är: CASIO FX 82, TEXAS TI30, SHARP EL531.

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

**Lycka till!**

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 med termiska resistansen  $R_{Thsa}$  till omgivningen. Transistorn kommer att sitta i en krets där omgivningstemperaturen är maximalt  $40^\circ C$ . Bestäm  $R_{Thsa}$  så att transistorn tål förlusteffekten 16W.  
Kylaren har god termisk kontakt med kapseln så att  $R_{Thcs} = 0^\circ C/W$ . 0.5 p
- b. Vad är skälet för att spänningen över en resistor i en spänningsdelare sjunker när frekvensen ökar? Förklara med utgångspunkt från resistorns ekvivalenta schema. 0.5 p
- c. För spänningen  $u_1$  i schemat nedan gäller  $12V \leq u_1 \leq 20V$ . Zenerdioden tål maximalt 4W.  
Bestäm minsta tillåtna värde på  $R$ .  
För zenerdioden gäller diagrammen nedan. 1 p

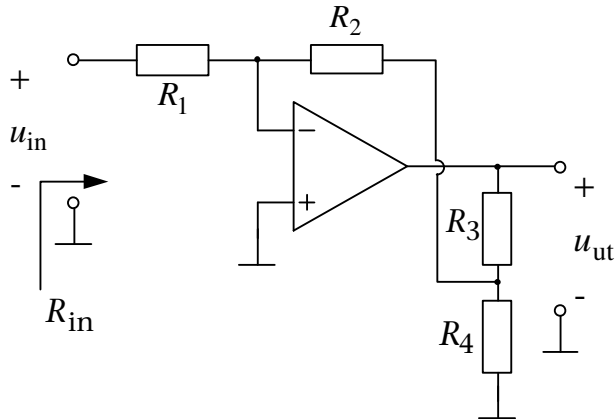


- d. Nämn en fördel med ett klassAB-steg jämfört med ett klass A-steg 0,5 p
- e. Vad menas med Slew Rate hos en operationsförstärkare? 0,5 p
- f. För en sinusoscillator om svänger med frekvensen 100Hz gäller att slingförstärkningen är  $T(s) = \frac{a \cdot s}{(s + 100)(s + b)}$ . Bestäm  $a$  och  $b$ . 1 p

2. Bestäm uttryck för  $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$  och  $R_{in}$  för kretsen nedan.

3p

OP:n får betraktas som ideal.



3. Beräkna CMRR för differentialsförstärkaren I schemat t.h.

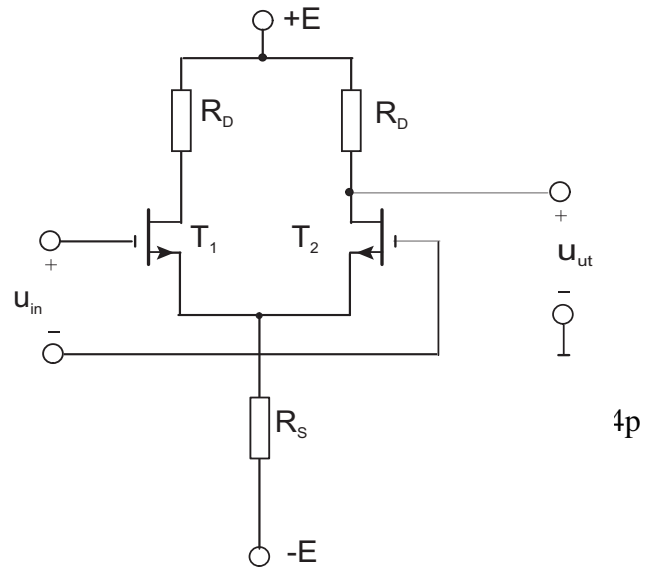
I schemat t.h.

För transistorerna antas gälla:

$T_1, T_2: g_m = 8 \text{ mA/V}$

Inverkan av övriga parametrar försummas.

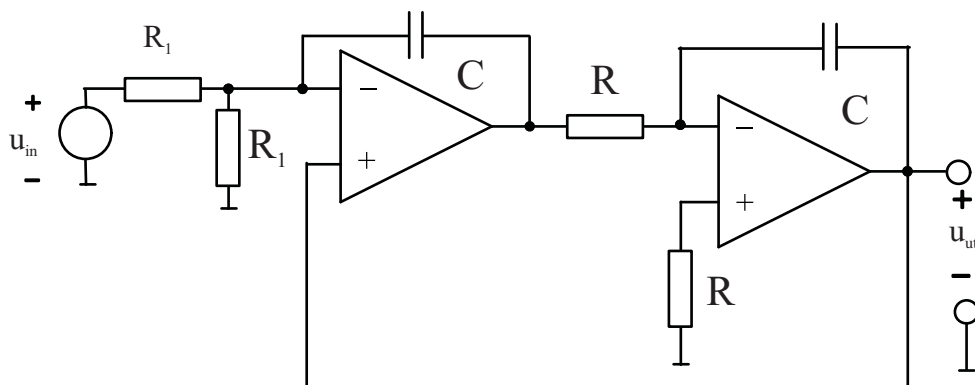
$E = 15 \text{ V}, R_D = 10 \text{ k}\Omega, R_S = 6,8 \text{ k}\Omega$ .



4p

4. 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.

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



3 p

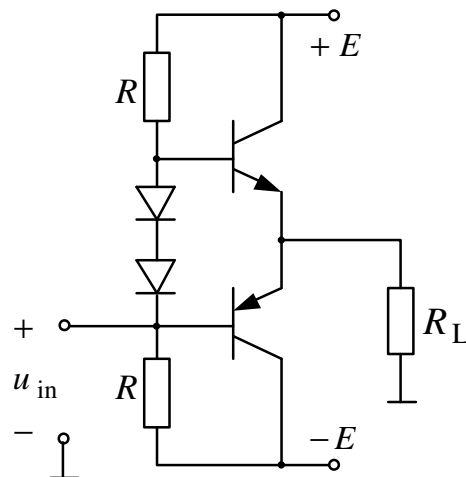
5. Bestäm verkningsgraden och transistorförlusterna för effektsteget då 10W utvecklas i  $R_L$ .  
Insignalen är sinusformad. Bestäm även maximalt möjlig effekt i  $R_L$ .

$$E = 12\text{V} \quad R_L = 4\Omega$$

Effektutvecklingen i  $R$  och dioderna får försummas.

3 p

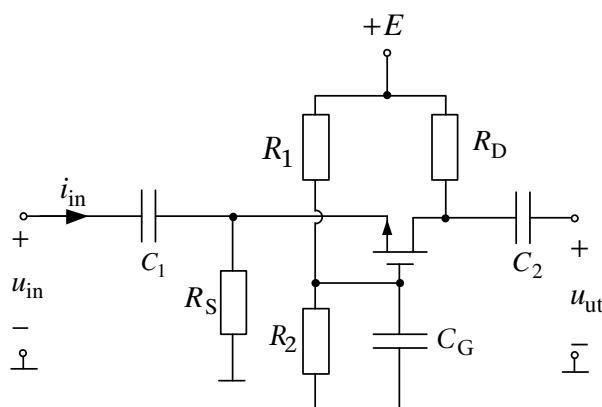
För transistorerna gäller att  $U_{CE\min} = 0\text{V}$ .



6. Schemat visar en s.k. strömföljare (Common Gate).

$C_1, C_2$  och  $C_G$  får betraktas som kortslutningar vid aktuella frekvenser.

- a. Bestäm  $R_{in}$  samt  $\frac{u_{ut}}{u_{in}}$  då  $g_m = 10\text{mA/V}$   $R_S = 3,3\text{k}\Omega$   $R_D = 4,7\text{k}\Omega$ .
- b. Låt nu även  $C_{gs} = 50\text{pF}$  och  $C_{gd} = 4\text{pF}$ .  
Bestäm förstärkarens övre gränshfrekvens.



4 p

## Formelsamling

**Elektronik för E2 2012****Frekvens och tidsegenskaper**

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

Övre gränshfrekvens:  $\omega_ö$  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 gränshfrekvens:  $\omega_u$  eller  $f_u$

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

- Tidsegenskaper

Stigtid: Bestäms av övre gränshfrekvensen  $t_r \cdot f_ö \approx 0.35$

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

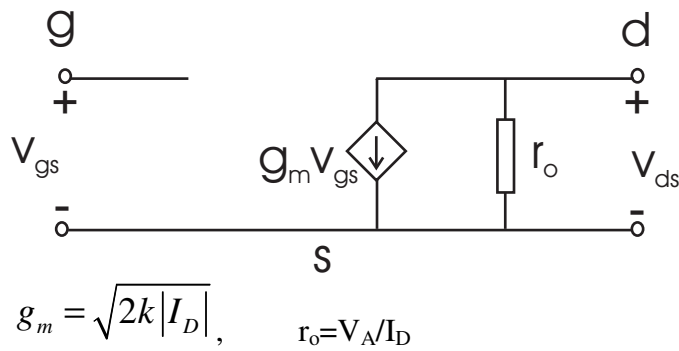
**MOS transistor**

- Storsignalmodell,  $i_G=0$

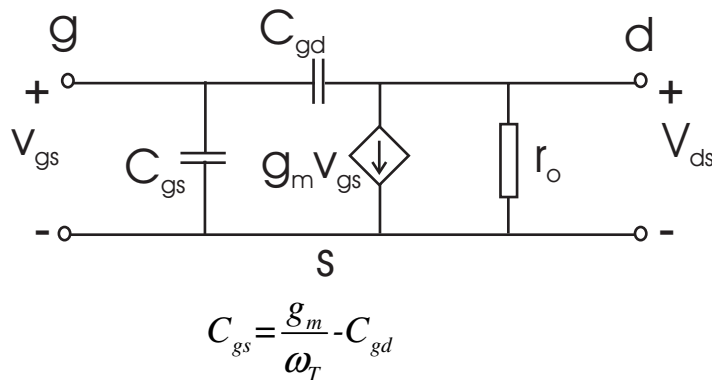
Strömmättnadsområdet  $i_D = \frac{k}{2}(v_{GS} - V_t)^2 \quad \text{då} \quad v_{DS} \geq v_{GS} - V_t$

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)
- $\pi$ -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**

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

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

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