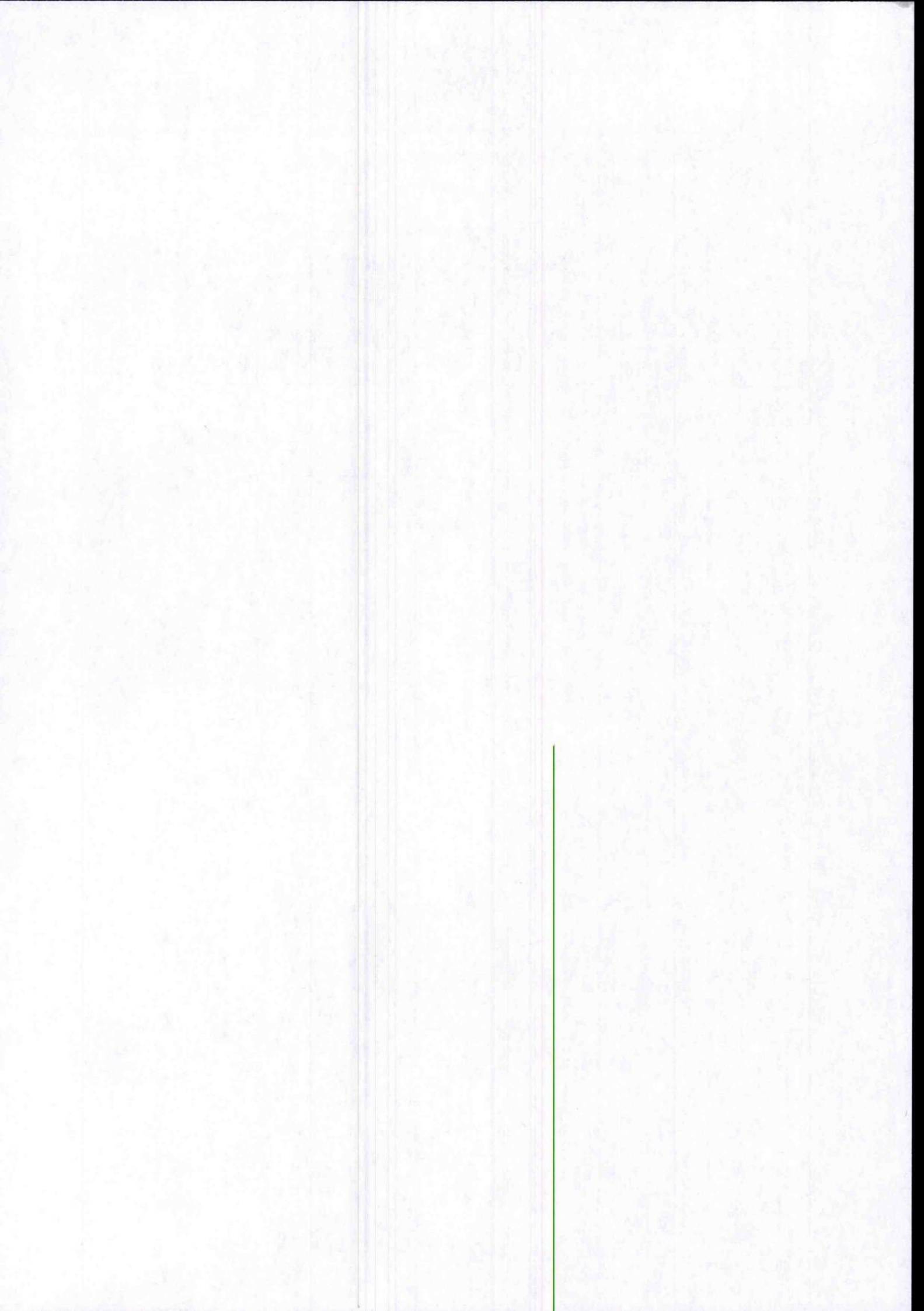




Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
E T 0 6 5 G	T 1 0 1	2 0 1 9 - 0 1 - 0 7
Kursnamn	Elektroteknik GR (B), Analog elektronik	
Provnamn	Tentamen	
Ort	Sundsvall	
Termin		
Ämne		



Tentamen i Analog elektronik ET064G/ET065G Mittuniversitetet, 2019-01-07

Hjälpmedel: - Miniräknare, linjal

Utdrag från "key formulas" i kursboken "Electronic Devices" av Floyd är bilaga i tentamen.

Lösningarna ska vara tydliga och lätta att följa. Alla antaganden ska specificeras och alla val av komponentvärden ska motiveras. Asymptotiska Bode-diagram ska ritas noggrant med en minsta storlek av 5x10 cm på rutat papper.

Preliminära betygsgränser: Max 30, A 27, B 24, C 21, D 18, E 15, Fx 14, F <14

Om någon tentafråga av misstag skulle sakna nödvändig information så att den inte är lösbar, gör då ett rimligt antagande kring det som saknas och motivera detta i ditt svar. Ett svar med ett rimligt motiverat antagande kan ändå ge full poäng.

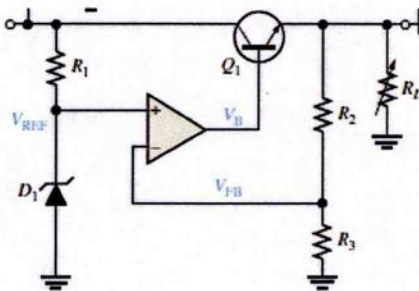
Lycka till! /Börje

1. Allmänna frågor

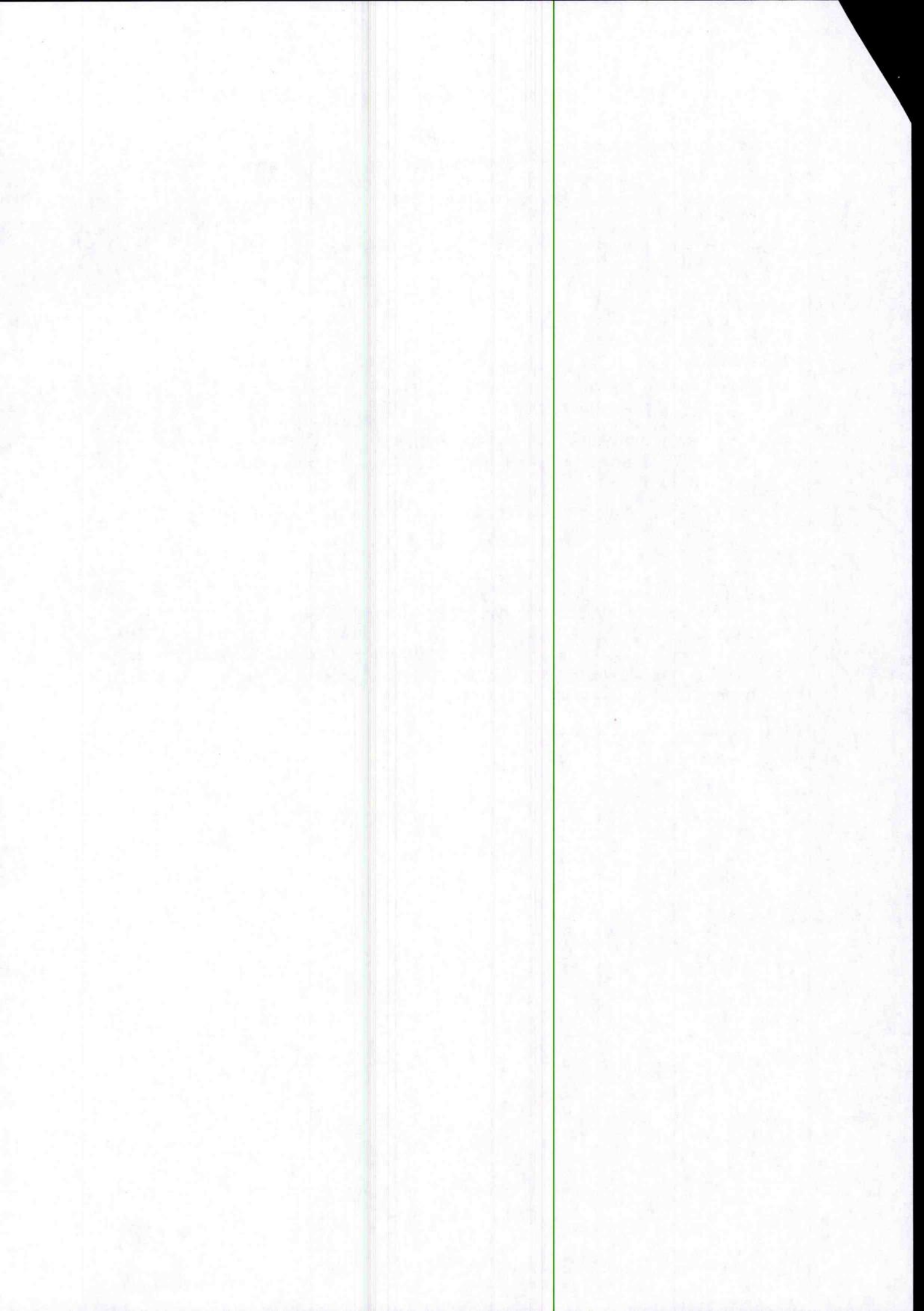
- Diskutera och beskriv skillnaden mellan två dioder, som är tillverkade i kisel respektive germanium. (2 p)
 - Beskriv översiktligt funktionaliteten för en transistor och förklarar skillnaden mellan en bipolar transistor (NPN, PNP) och en fälteffekttransistor (JFET, MOSFET). (3 p)
 - Diskutera skillnaden mellan en halvågslirikriktare och en halvågslirikriktare. Rita vågformerna (2 p)
- (tot 7 p)

2. Spänningsregulator

Figuren visar en "basic series regulator" från kurslitteraturen. Komponentvärdena är $R_1 = 15 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 5.6 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 2.2 \text{ k}\Omega$ och $V_Z = 3.0 \text{ V}$. Diskutera hur kretsen fungerar. Beräkna utspänningen. Om utspänningen ska ändras till 9.0 V, föreslå två olika metoder att ersätta olika slags komponenter för att erhålla ändrad utspänning. Beräkna värdet på ersättningskomponenterna för de olika metoderna. .

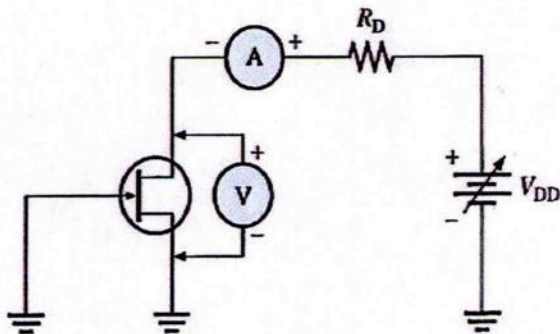


(5 p)



4. JFET karaktäristik

För transistorn (JFET) i figuren gäller $V_{GS(off)} = -4.0$ V. Resistorvärdet är $R_D = 4.7$ k Ω . Om spänningsaggregatets spänning ökas gradvis från noll volt tills strömmätaren blir mättad och inte längre ökar. Vad är då värdet på spänning och ström i denna punkt?



(3 p)

5. OP-förstärkarfilter

“Open-loop”-förstärkningen för en förstärkare karakteriseras av följande asymptotiska amplitudfunktion:

$$A_{v0} = 1 \cdot 10^5 \frac{1}{\left(1 + j \frac{f}{10 \text{ kHz}}\right)} \frac{1}{\left(1 + j \frac{f}{300 \text{ kHz}}\right)} \frac{1}{\left(1 + j \frac{f}{3 \text{ MHz}}\right)}$$

- Rita ett detaljerat asymptotiskt bode-diagram för “open-loop”-förstärkningen, innefattande både amplitud- och faskarakteristik. (3 p)
- Bestäm “gain-bandwidth” produkten för the förstärkaren? (Det motsvarar “unity gain bandwidth” f_T) (2 p)
- Tillämpa kompensering av förstärkningen med återkoppling (gain compensation), vad är den minsta återkopplade (closed loop) förstärkningen (A_{Vmin}) som kan användas utan annan stabilisering. Antag 45° fas-marginal (Φ_M). (2 p)
- Beräkna B-faktorn och plotta Bode-diagram för den återkopplade (closed loop) förstärkningen. (2 p)

(tot 9 p)

6. Brusberäkning för OP-förstärkare

En OP-förstärkare som skall användas i en koppling har enligt databladet en ingångsbrusspanning som är $8 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$. Frekvensområdet för tillämpningen är 500 Hz till 10 MHz. Beräkna signal till brus förhållandet för förstärkaren. Förstärkaren är kopplad som inverterande krets med komponentvärdena $R_f = 220 \text{ k}\Omega$ och $R_i = 47 \text{ k}\Omega$. Utsignalen från förstärkaren har effektivvärdet 1,2 V. Jämför storleksordningen på bruset från OP'n med storleksordningen på det termiska bruset från resistorerna.

(6 p)

Några ekvationer och definitioner från kurslitteraturen:

Signal to Noise ratio:
$$SNR = 10 \log \left(\frac{P_{signal}}{P_{noise}} \right) = 20 \log \left(\frac{U_{signal}}{U_{noise}} \right)$$

Thermal noise:

$$E_n = \sqrt{4kTRB}$$

Where:

- k = Boltzmann's constant (1.38×10^{-23})
- T = Absolute temperature (Kelvin)
- R = Resistance in ohms
- B = Noise bandwidth in Hertz ($f_{max} - f_{min}$)

Multipel noise sources:

$$E_{Totalrms} = \sqrt{e_{1rms}^2 + e_{2rms}^2 + \dots e_{nrms}^2}$$

From OP-amps for everyone:

Noise is normally specified as a spectral density in rms volts or amps per root Hertz, $V/\sqrt{\text{Hz}}$ or $A/\sqrt{\text{Hz}}$. These are not very "user-friendly" units. A frequency range is needed to relate these units to actual noise levels that will be observed.

Chapter 2 – Diodes and application

2-1	$I_F = \frac{V_{BIAS}}{R_{LIMIT}}$	Forward current, ideal diode model
2-2	$I_F = \frac{V_{BIAS} - V_F}{R_{LIMIT}}$	Forward current, practical diode model
2-3	$V_{AVG} = \frac{V_p}{\pi}$	Half-wave average value
2-4	$V_{p(out)} = V_{p(in)} - 0.7 \text{ V}$	Peak half-wave rectifier output (silicon)
2-5	$PIV = V_{p(in)}$	Peak inverse voltage, half-wave rectifier
2-6	$V_{AVG} = \frac{2V_p}{\pi}$	Full-wave average value
2-7	$V_{out} = \frac{V_{sec}}{2} - 0.7 \text{ V}$	Center-tapped full-wave output
2-8	$PIV = 2V_{p(out)} + 0.7 \text{ V}$	Peak inverse voltage, center-tapped rectifier
2-9	$V_{p(out)} = V_{p(sec)} - 1.4 \text{ V}$	Bridge full-wave output
2-10	$PIV = V_{p(out)} + 0.7 \text{ V}$	Peak inverse voltage, bridge rectifier
2-11	$r = \frac{V_{r(pp)}}{V_{DC}}$	Ripple factor
2-12	$V_{r(pp)} \cong \left(\frac{1}{fR_L C} \right) V_{p(rect)}$	Peak-to-peak ripple voltage, capacitor-input filter
2-13	$V_{DC} = \left(1 - \frac{1}{2fR_L C} \right) V_{p(rect)}$	DC output voltage, capacitor-input filter
2-14	Line regulation = $\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} \right) 100\%$	
2-15	Load regulation = $\left(\frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \right) 100\%$	

Chapter 3 – Special-purpose diodes

3-1	$Z_Z = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z}$	Zener impedance
3-2	$\Delta V_Z = V_Z \times TC \times \Delta T$	V_Z temperature change when TC is $\%/^{\circ}\text{C}$
3-3	$\Delta V_Z = TC \times \Delta T$	V_Z temperature change when TC is $\text{mV}/^{\circ}\text{C}$

Chapter 4 – bipolar junction transistors

4-1	$I_E = I_C + I_B$	Transistor currents
4-2	$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B}$	DC current gain
4-3	$V_{BE} \cong 0.7 \text{ V}$	Base-to-emitter voltage (silicon)
4-4	$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$	Base current
4-5	$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$	Collector-to-emitter voltage (common-emitter)
4-6	$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE}$	Collector-to-base voltage
4-7	$A_v \cong \frac{R_C}{r_e}$	Approximate ac voltage gain
4-8	$V_{CE(cutoff)} = V_{CC}$	Cutoff condition
4-9	$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_C}$	Collector saturation current
4-10	$I_{B(min)} = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{DC}}$	Minimum base current for saturation
4-11	$I_C = \beta_{DC} I_A$	Phototransistor collector current

