

Folytatások, piszkozatok:

Megoldás

## Elektronika 2.

1NZH – A csoport

2013. október 8.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

---	1.	2.	3.	4.	5.	$\Sigma$	éremjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	24	---
Elért pont							
Javító						---	---

A feladatok megoldásához papír, írószer, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő ponthatárok szerint történik:

0-9 pont	elégtelen (1)
10-12 pont	elégséges (2)
13-15 pont	közepes (3)
16-19 pont	jó (4)
20-24 pont	jeles (5)

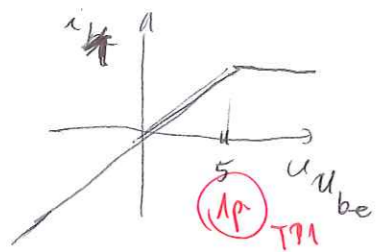
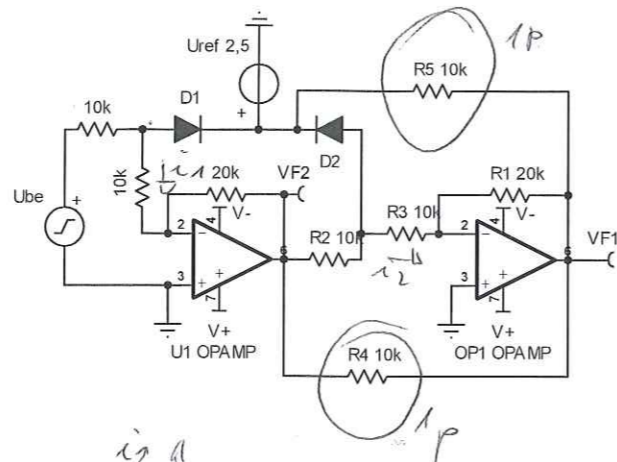
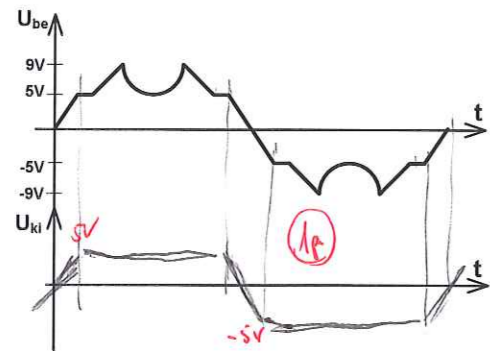
Kérjük, hogy a megoldást arra a lapra írja, amelyen maga a feladat is szerepel. Ha a megoldásra szánt hely nem elegendő, akkor az adott lap másik oldala is használható, de ebben az esetben kérjük, hogy a feladat megoldásánál jelezze, hogy a másik oldalon is van feladat.

1. Sorolja fel az ismert belső zaj típusokat! Melyik zaj(ok) esetén is milyen arányban (hány dB-lel) javítható a jel/zaj viszony a munkaponti és a jel-áram 4-szeresre növelésével?

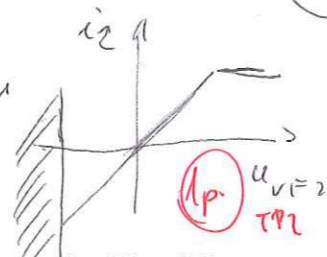
Zaj típus	$\Delta SNR [dB]$
termikus	12
sörét	6
áramelorelás	6
laminá	4
millódra	4

2p { } 2p

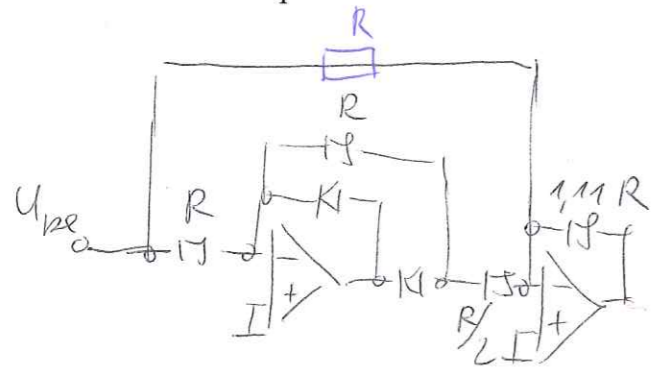
2. Az  $U_{be}(t)$  feszültséget az alábbi nemlineáris áramkör bemenetére kötjük. Jelölje bekarikázással a kimeneti feszültséget közvetlenül nem befolyásoló alkatrész(eke)t! Rajzolja fel a kimeneti feszültség időfüggvényét számszerűen is helyesen! A diódák vezetőirányú feszültsége elhanyagolható.



$U_{VF2} = -20k \cdot i_1$



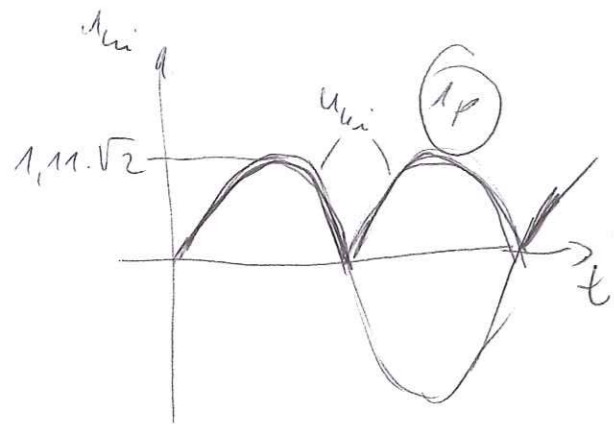
3. Tervezzen olyan nemlineáris áramkört, amely  $U_{be} < 0V$  esetén  $U_{ki} = -1,11U_{be}$ ,  $U_{be} > 0V$  esetén  $U_{ki} = 1,11U_{be}$  feszültséget ad ki. Az áramkör bemenetére nulla középtékű, 1V effektív értékű szinuszelet kötünk. Rajzolja fel a kimeneti feszültség időfüggvényét és határozza meg annak effektív értékét és középtékét!



Legyen  $R = 10k\Omega$

Kapas: (1p)

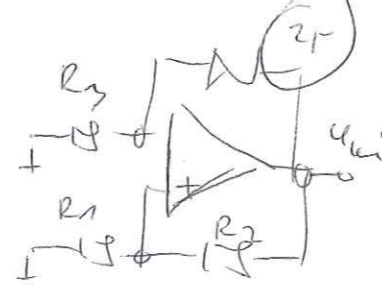
Ellenállás értéke: (1p)



$U_{ki RMS} = 1,11 \cdot U_{be RMS} = 1,11 \cdot 1V = 1,11V$  (1p)

$U_{ki AV} = 1,11 \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} \cdot U_{be RMS} = 1V$  (1p)

4. Tervezzen 10V-os feszültségreferenciát zener dióda felhasználásával! A rendelkezésre álló zener dióda 5,6V-os, a stabilizáláshoz szükséges minimális záróirányú árama 1mA, megengedett teljesítménye 200mW, a tápfeszültség  $15V \pm 10\%$ , a terhelő áram maximális értéke 5mA, a rendelkezésre álló műveleti erősítő maximális kimeneti árama 10mA.



$U_{ki} - U_{z} = U_{ki} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

$\frac{U_{ki} \cdot R_1}{U_{ki} - U_z} - R_1 = R_2$

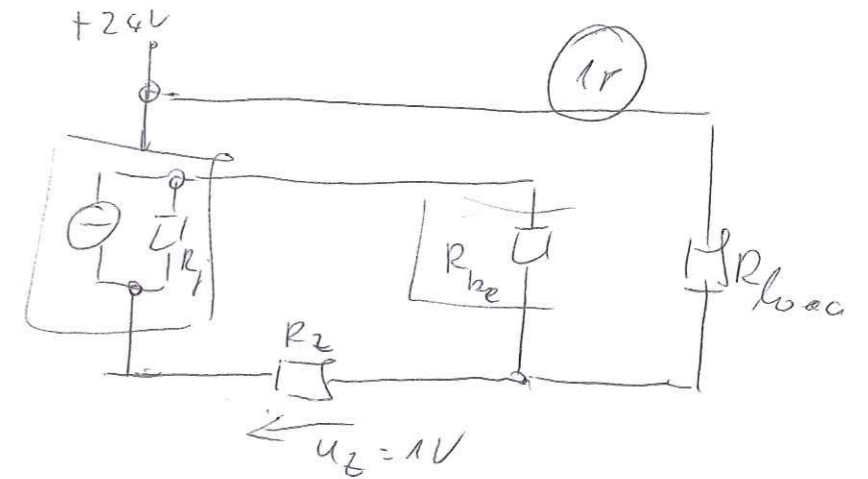
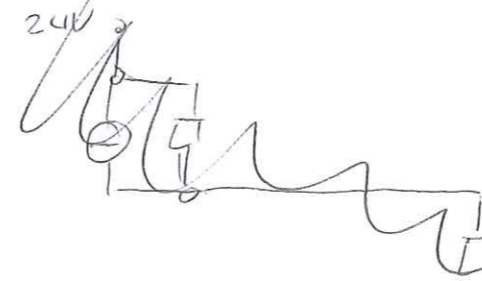
Legyen  $R_1 = 10k\Omega$ ,  $R_2 = \left(\frac{10}{10 - 5,6} - 1\right) \cdot 10k = 12,7k\Omega$  (1p)

Legyen  $I_z = 2mA$ ,  $R_3 = \frac{U_{ki} - U_z}{I_z} = \frac{10 - 5,6}{2mA} = 2,2k\Omega$  (1p)

$I_{ki max} = I_{ki max} - I_z - \frac{U_{ki}}{R_1 + R_2} = 10mA - 2mA - \frac{10}{10k + 12,7k} = 7,1mA$ , tehát megfelel

$P_{DZ} = I_z \cdot U_z = 2mA \cdot 5,6 = 11,2mW < P_{DZ max} = 200mW$

5. Egy hőmérséklet-távodó jeltartománya 0-20mA, kimeneti ellenállása 1MΩ. A jelfeldolgozó elektronika bemeneti ellenállásával a fenti áramtartományt 0-1V-os feszültségjellé alakítjuk. A rendelkezésre álló tápfeszültség 24Vdc. Ismertesse a kapcsolást! Mekkora jel-zaj viszony várható a jelfeldolgozó elektronika bemeneténél, ha a közös jel és tápvezetéken eső feszültség a 1V-ot is elérheti? Milyen jellegű külső zaj ellen nem véd a kapcsolat? Milyen kiegészítéssel védene az ellen is?



$R_{be} = \frac{1V}{20\mu A} = 50\Omega$  (1p)

$U_{bej} = 1V$

$U_{beZ} = U_z \cdot \frac{R_{be}}{R_j + R_{be}} = 1 \cdot \frac{50}{1M + 50} \approx 50\mu V$  (1p)

$SNR = 20 \cdot \log_{10} \frac{1}{50\mu V} = 86dB$

Nem véd a kapacitív zajot ellen. (1p)

Kapacitív zaj ellen villamos árnyékolással v. geometriai árnyékolással védekezhetünk de nem az esetben. (1p)

Folytatások, piszkozatok:

Megoldás

## Elektronika 2.

1NZH – B csoport

2013. október 8.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

---	1.	2.	3.	4.	5.	$\Sigma$	éremjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	24	---
Elért pont							
Javító						---	---

A feladatok megoldásához papír, írószer, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő ponthatárok szerint történik:

0-9 pont	elégtelen (1)
10-12 pont	elégséges (2)
13-15 pont	közepes (3)
16-19 pont	jó (4)
20-24 pont	jeles (5)

Kérjük, hogy a megoldást arra a lapra írja, amelyen maga a feladat is szerepel. Ha a megoldásra szánt hely nem elegendő, akkor az adott lap másik oldala is használható, de ebben az esetben kérjük, hogy a feladat megoldásánál jelezze, hogy a másik oldalon is van feladat.

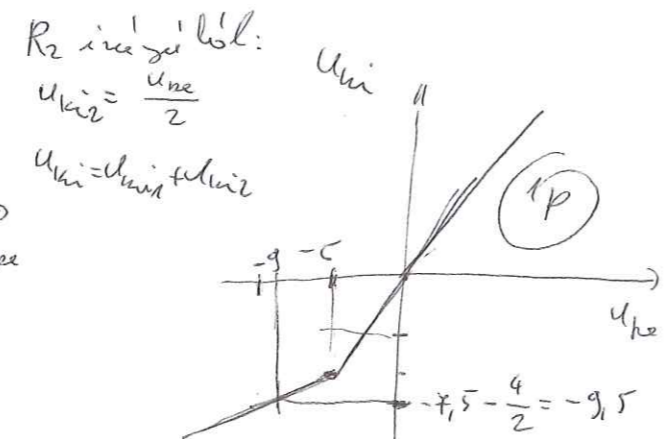
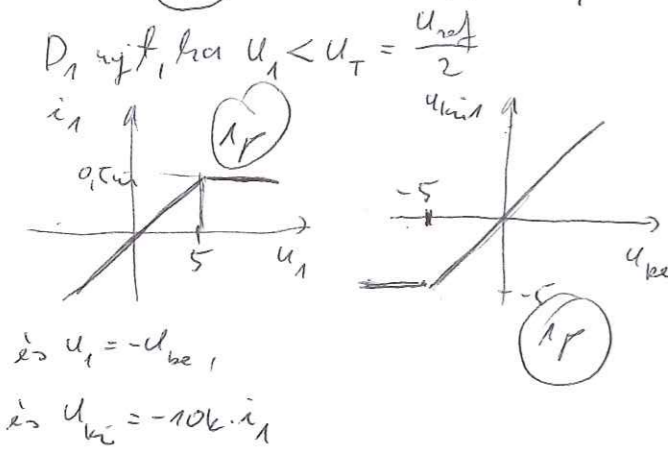
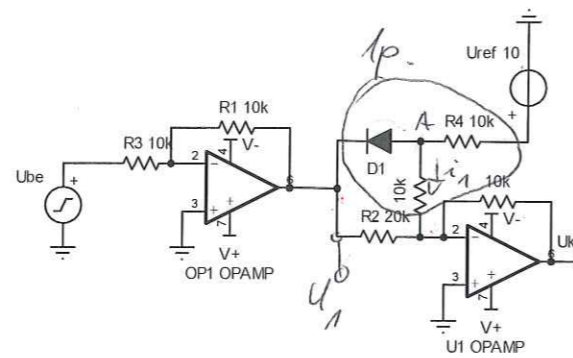
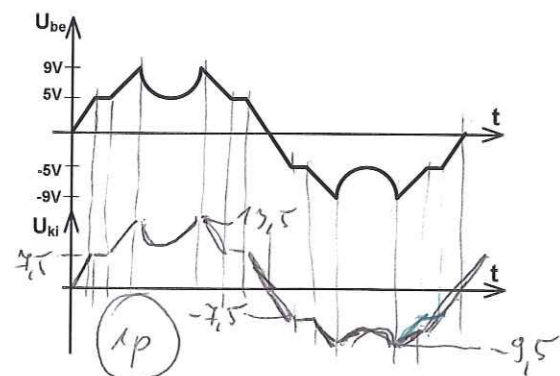
1. Sorolja fel a tanult külső zajokat a csatolás módjának megfelelően. Melyik esetben segít a sodrott érpár, a differenciális jelátvitel vagy az áramgenerátoros jelforrás?

Zaj. tip	Sodrott érpár	diff. átvitel	áramgen.
gabar. csatl.	-	+	+
ind.	+	-	+
hőpac.	-	-	-

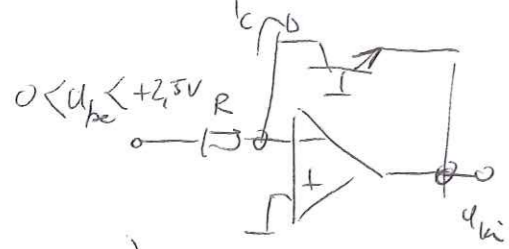
felismerés: 2p

+ -et jó helyen: 2p

2. Az  $U_{be}(t)$  feszültséget az alábbi nemlineáris áramkör bemenetére kötjük. Jelölje be a töréspontot meghatározó hárompólust! Rajzolja fel a kimeneti feszültség időfüggvényét számszerűen is helyesen! A dióda vezetőirányú feszültségesése elhanyagolható.



3. Egy analóg áramkörben logaritmikus függvénykapcsolatot szeretnénk megvalósítani.
- Rajzolja fel a kapcsolási rajzot!
  - Milyen tartományban változhat a kimenő feszültség, ha a felhasznált NPN tranzisztor kollektor árama a  $10\mu\text{A}$ - $1\text{mA}$  tartományban arányos  $U_{BE}/U_T$  exponensével? ( $I_{S0}=15 \cdot 10^{-14}\text{A}$  és  $U_T=26\text{mV}$ )
  - Méretezze a kapcsolást a maximális bemenő feszültség (+2,5V) figyelembevételével!



$$I_c \approx I_{S0} \cdot e^{\frac{U_{BE}}{U_T}} = I_{S0} \cdot e^{-\frac{U_{ki}}{U_T}}$$

$$U_{ki} = -U_T \cdot \ln \frac{I_c}{I_{S0}}$$

$$U_{ki1} = -26\text{mV} \cdot \ln \frac{10\mu\text{A}}{15 \cdot 10^{-14}\text{A}} = -46\text{mV}$$

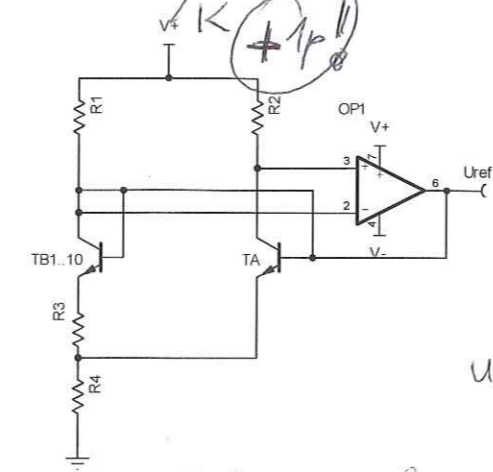
$$U_{ki2} = -26\text{mV} \cdot \ln \frac{1\text{mA}}{15 \cdot 10^{-14}\text{A}} = -588\text{mV}$$

$$U_{ki2} \leq U_{ki} \leq U_{ki1}$$

a)  $0 < U_{be} < +2,5\text{V}$

c)  $\frac{U_{ki\text{max}}}{R} = I_{c\text{max}} \Rightarrow R = \frac{U_{ki\text{max}}}{I_{c\text{max}}} = \frac{2,5\text{V}}{1\mu\text{A}} = 2,5\text{k}\Omega$

4. Helyes méretezést feltételezve mekkora érték körül várható szobahőmérsékleten az alábbi kapcsolásban R3 feszültsége, ill. a kimeneti feszültség? ( $k=1,38\text{e-}23\text{J/K}$ ,  $q=1,6\text{e-}19\text{As}$ ,  $T=300\text{K}$ ,  $dU_{EB}/dT=-2\text{mV}$ ,  $U_{EB0}=0,65\text{V}$ ).



$$10 = \frac{i_{cA}}{i_{cB}} = \frac{I_{S0} \cdot e^{U_{BEA}/U_T}}{I_{S0} \cdot e^{U_{BEB}/U_T}} = e^{\frac{U_{BEA} - U_{BEB}}{U_T}}$$

$$U_{R3} = U_{BEA} - U_{BEB} = U_T \cdot \ln 10 = \frac{k \cdot T}{q} \cdot \ln 10 = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot \ln 10 = 59,6\text{mV}$$

$$U_{R4} = U_{R3} \cdot 2 \cdot \frac{R_4}{R_3} = 1\text{V}$$

Helyes méretezéssel  $\frac{dU_{R4}}{dT} = -\frac{dU_{EB}}{dT} = 2\text{mV/K}$

$$\frac{dU_{R4}}{dT} = 2 \cdot \frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{dU_{R3}}{dT} = 2 \cdot \frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{k}{q} \cdot \ln 10 = 2\text{mV/K}$$

$$U_{ref} = U_{EB0} + U_{R4} = U_{EB0} + U_{R3} = 0,65\text{V} + 0,0596\text{V} = 0,7096\text{V}$$

5. Egy  $1\text{mVrms}$  effektív értékű audio jelforrásból származó jelet szeretnénk  $100\text{mVrms}$  jelszintre erősíteni. Legfeljebb mekkora jel/zaj viszony érhető el az  $1\text{kHz}$ -en  $50\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  keskenysávú zajfeszültségű erősítő alkalmazásával, ha a hasznos frekvenciatartomány  $40\text{Hz}$ - $10\text{kHz}$ , az erősítő zajfeszültségének keresztkezési frekvenciája  $f_{ku}=30\text{Hz}$  és a bemenetre redukált zajára elhanyagolható?

Mivel  $f_{ku} < f_a = 40\text{Hz}$ , elég a jelforrást nézni

Az erősítő kimenetén a vonatkoztatott zajának effektív értéke

$$U_{z\text{inRMS}} = U_{z\text{in}} \cdot \sqrt{f_f - f_a} = 50 \cdot 10^{-9} \cdot \sqrt{10000 - 40} = 5\mu\text{V}$$

Az erősítő egyformán erősíti a jelet és a zajt:

$$\text{SNR} = 20 \cdot \log \frac{\text{jel}}{\text{zaj}} = 20 \cdot \log \frac{1\text{mV}}{5\mu\text{V}} = 46\text{dB}$$