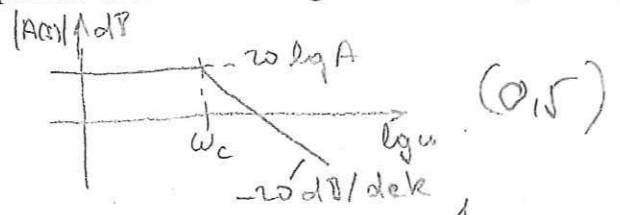
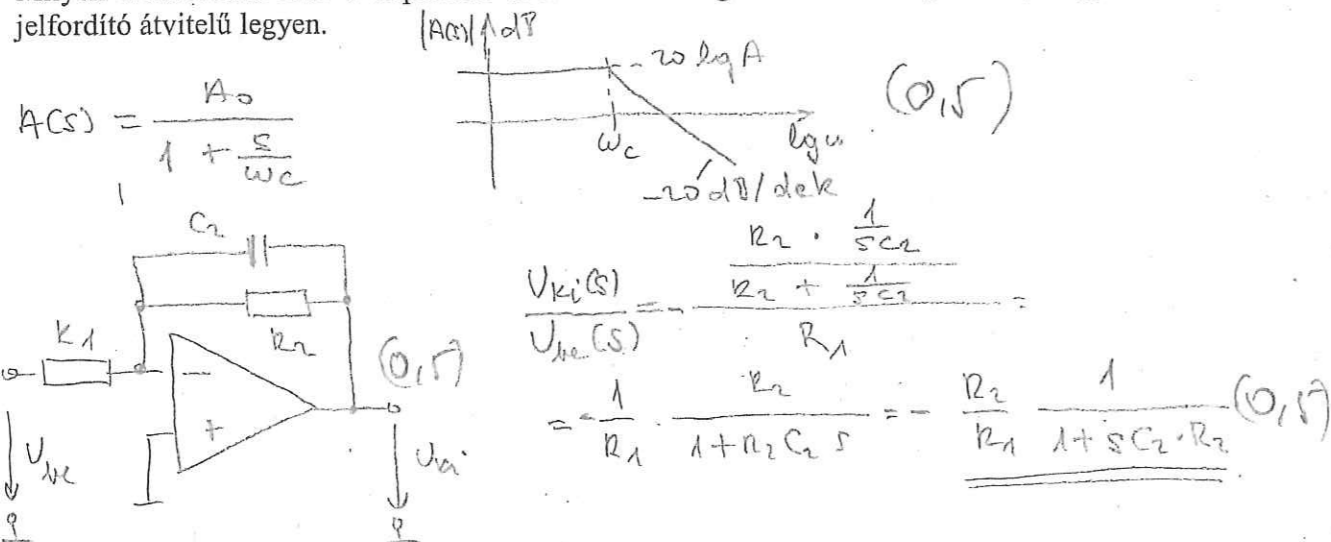


4.

Írja fel az elsőfokú alul áteresztő szűrő alaptag átviteli függvényét és rajzolja fel a közelítő amplitúdó Boode diagramját. Rajzolja fel az elsőfokú alul áteresztő szűrőt megvalósító műveleti erősítős kapcsolást. Határozza meg a kapcsolás átviteli függvényét. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy a **pontos erősítés** a törésponti frekvencián 8,48, a törésponti frekvencia pedig $f_c = 500$ Hz legyen.. A kapcsolás bemenő jele a 0...+1V tartományban változik, a jelforrás terhelhetősége max. 0.1mA. Mennyi a kapcsolás bemenő ellenállása? Milyen frekvencián lesz a kapcsolás átvitele 0dB? Egészítse ki a kapcsolást, hogy nem jelfordító átvitelű legyen.



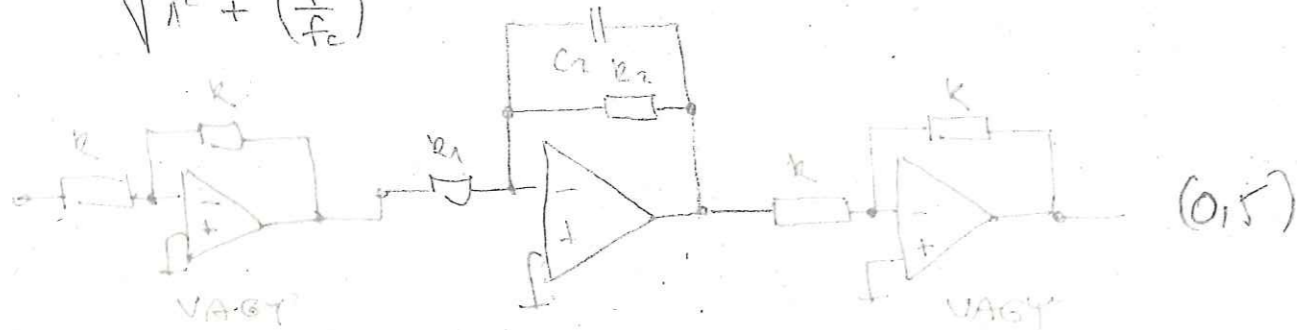
$$R_1 = \frac{1V}{0.1 \cdot 10^{-3} A} = 10k \text{ (0,5)} \quad |A|_{\omega_c} = 8,48 \rightarrow A_0 = \sqrt{2} \cdot 8,48 = 12$$

$$12 = \frac{R_2}{R_1} \rightarrow R_2 = 120k \text{ (0,5)}$$

$$\frac{1}{C_2 \cdot R_2} = \omega_c \rightarrow C_2 = \frac{1}{\omega_c \cdot R_2} = \frac{1}{2\pi \cdot 500 \cdot 12 \cdot 10^4} = 2,65 \mu F \text{ (0,5)}$$

$$R_{be} = R_1 = 10k \text{ (0,5)}$$

$$\frac{12}{\sqrt{1^2 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}} = 1 \rightarrow 12^2 = 1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2 \rightarrow f = 5979 \text{ Hz (1)}$$



Megoldás

Elektronika 2.

1. NZH, A csoport

2016. október 18.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

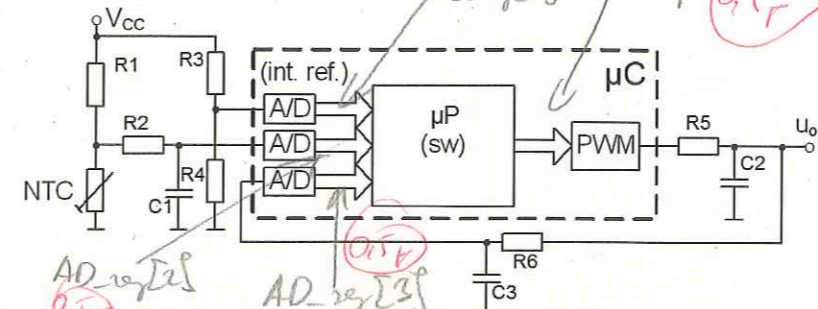
---	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	érdemjegy
Max. pont	4	5(7)	5	5	5	24	---
Elért pont							
Javító						---	---

A feladatok megoldásához papír, írószér, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő ponttáblák 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. Hőmérséklet-mérés NTC-vel



A mikrokontrolleren futó algoritmus:

`CMP += I*(inv_nem_lin_tab[(int)((float)AD_reg[2]/AD_reg[1]*1000.0)]-AD_reg[3]).`

A mintavételi frekvencia $f_s=1$ kHz, az impulzusszélesség-modulátor frekvenciája $f_{PWM}=10$ kHz.

Hogyan választja meg az R2-C1, ill. az R5-C2 időállandót?

Jelölje be az ábrába az AD_reg[1-3] és a CMP jeleket!

$R_2 C_1 \gg \frac{1}{f_s}$ (a bemeneti jel sávszélességét korlátozásra a mintavételi frekvencia alá)

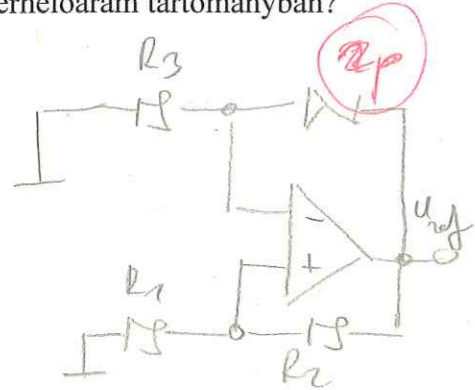
$R_5 C_2 \gg \frac{1}{f_{PWM}}$ (az impulzusszélesség-modulátor minőségi jellemzőinek ellenőrzése)

2. Egy 10V-os referencia feszültség létrehozására rendelkezésre állnak a következő alkatrészek:

5,6V-os Zener dióda, amelyre $P_{dMax}=0,2W$, $r_z=50\Omega$, $I_{zmin}=0,1mA$, műveleti erősítő, amelyre $I_{kiMax}=20mA$, $R_{ki}=100\Omega$, $A_{ud}=100V/mV$, $k_{SVR}=86dB$, tetszőleges értékű és terhelhetőségű ellenállások.

Tervezze meg és méretezze a kapcsolást az alábbiak figyelembevételével: az adott tápfeszültség tartomány (14-18V) mellett a műveleti erősítő által kiadható feszültség maximuma legalább 12V, a terhelő áram $I_{kiMin}=1mA$ és $I_{kiMax}=10mA$ között változhat!

+ 2 pontért: Milyen mértékben változhat a létrehozott referencia feszültség a teljes tápfeszültség, ill. terhelőáram tartományban?



$$U_{ref} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_z \Rightarrow \frac{R_1 + R_2}{R_2} = \frac{U_{ref}}{U_z} = \frac{10}{5,6}$$

$$\text{Legyen } R_2 = 10k\Omega \rightarrow R_1 = \left(\frac{10}{5,6} - 1\right) \cdot R_2 = 7,85k\Omega$$

$$I_{zmax} = \frac{P_{dMax}}{U_z} = \frac{0,2}{5,6} = 35,7\mu A \quad \text{Legyen } I_z = 1mA$$

$$I_{zmin} = 0,1mA$$

$$R_3 = \frac{U_{ref} - U_z}{I_z} = \frac{10 - 5,6}{1mA} = 4,4k\Omega$$

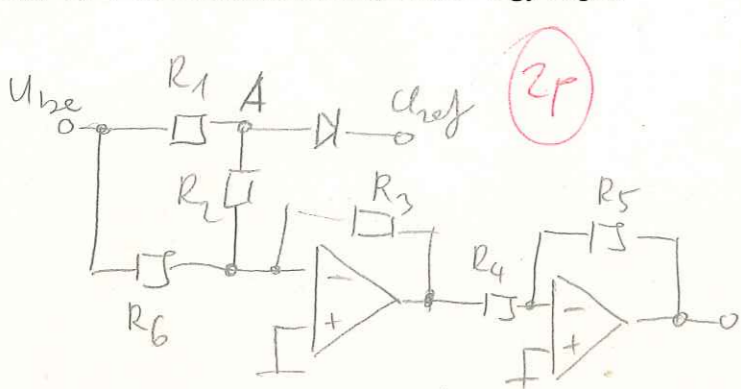
$$\text{Terhelőáram ellenőrzése: } I_{ki(amp)} = \frac{U_{ref}}{R_1 + R_2} + I_z + I_{kiMax(terhelés)} = \frac{10}{17k\Omega} + 1mA + 0mA = 11,56mA < 20mA$$

3. Valósítsa meg a következő 1 töréspontos karakterisztikát:

$$U_{ki} = U_{be}, \text{ ha } U_{be} < 5V,$$

$$U_{ki} = 5V + 0,1 \cdot (U_{be} - 5V), \text{ ha } U_{be} \geq 5V!$$

A kapcsolás bemeneti árama a 0/10V bemeneti jeltartományban ne haladja meg az 1mA-t, kimeneti ellenállása $< 1\Omega$ legyen! Felhasználható elemek (nem kell mindegyiket felhasználni, de egy típusból többet is lehet): ellenállás, dióda ($U_{D0}=0,6V$, $r_D=10\Omega$), műveleti erősítő (ideálisnak tekinthető), $U_{ref}=1,9V$ -os referenciaforrás, kizáró vagy kapu.



$$U_T \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = U_{ref} + U_{D0}$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U_{ref} + U_{D0}}{U_T} = \frac{1,9 + 0,6}{5} = \frac{2,5}{5} \Rightarrow$$

$$R_1 = R_2 > \frac{U_{beMax} - U_{D0} - U_{ref}}{1mA} = 7,5k\Omega$$

$$\text{Legyen } R_1 = R_2 = 10k\Omega!$$

r_D elhanyagolható, mivel $R_1 \gg r_D$.

A töréspontnál 0,9-alanálisan az erősítés, tehát

$$\frac{R_3}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_5}{R_4} = 0,9. \text{ Legyen } R_5 = R_4 = 10k\Omega, R_3 = 0,9 \cdot (R_1 + R_2) = 18k\Omega$$

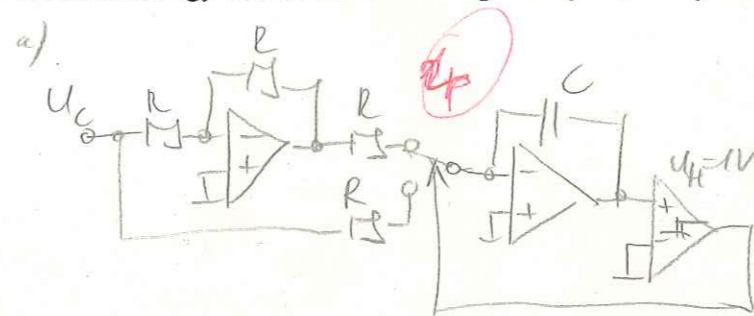
A töréspont felett az erősítés:

$$\frac{R_3}{R_6} \cdot \frac{R_5}{R_4} = 0,1 \Rightarrow R_6 = \frac{R_3}{0,1} = 180k\Omega$$

4. Írja fel az elsőfokú alul átérésztő szűrő alaptag átviteli függvényét és rajzolja fel a közelítő amplitúdó Boode diagramját. Rajzolja fel az elsőfokú alul átérésztő szűrőt megvalósító műveleti erősítés kapcsolást. Határozza meg a kapcsolás átviteli függvényét. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy a pontos erősítés a törésponti frekvencián 8,48, a törésponti frekvencia pedig $f_c = 500$ Hz legyen.. A kapcsolás bemenő jele a 0...+1V tartományban változik, a jelforrás terhelhetősége max. 0,1mA. Mennyi a kapcsolás bemenő ellenállása? Milyen frekvencián lesz a kapcsolás átvitele 0dB? Egészítse ki a kapcsolást, hogy nem jelfordító átvitelű legyen.

Külön lapon

5. Rajzolja fel a szimmetrikusan integráló VFC kapcsolási rajzát! Méretezze úgy a kapcsolást, hogy a maximum 10V-os vezérlő feszültség hatására a kimeneti frekvencia 10kHz legyen! A komparátor U_H hiszterézise 1V, a megengedhető bemeneti áram 1mA. Mekkora lesz a kimeneti frekvencia, ha a bemeneti feszültség 1V? Hogyan változik meg a kimeneti frekvencia, ha a hiszterézises komparátor bemenetére egy 1MHz-es 10mV amplitúdójú zavaró jel szuperponálódik?



$$\frac{U_H}{T/2} = \frac{U_c}{R \cdot C}$$

$$I_{be} = 2 \cdot \frac{U_c}{R} \Rightarrow R \geq \frac{2 \cdot U_{cmax}}{I_{be,max}} = \frac{2 \cdot 10}{1mA} = 20k\Omega$$

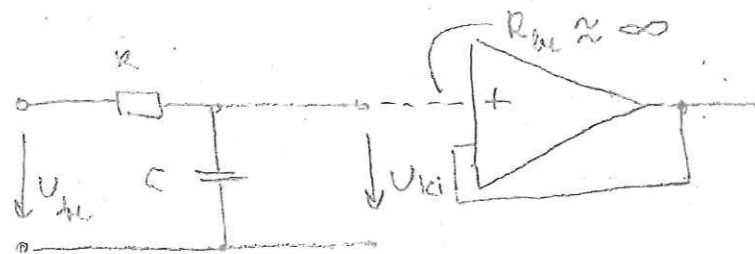
$$C = \frac{U_c \cdot T/2}{U_H \cdot R} = \frac{10 \cdot 30\mu}{1 \cdot 20k} = 25\mu F$$

$$b) f_2(U_c = 1V) = \frac{f_{max}}{U_{cmax}} \cdot 1V = \frac{10k}{10V} \cdot 1V = 1kHz$$

$$c) f_2(U_c = 1V, \hat{u}_z = 10mV) = 1kHz \cdot \frac{U_H}{U_H - U_z} = 1k \cdot \frac{1}{1 - 0,01} = 1,01kHz$$

4.

Határozza meg az egytárolós R-C szűrő átviteli függvényét, aminek a kimenete egy jelkövető erősítő bemenetére csatlakozik. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy a törésponti frekvencia 2KHz legyen. A szűrő a max. 5V-os, **széles frekvencia tartományban** változó bemenő jelet legfeljebb 1mA-el terhelheti. Egészítse ki a kapcsolást további egy elemmel, úgy hogy a szűrőnek legyen egy zérus helye a 10kHz-es frekvencián. Milyen típusú szűrőt kapunk az új elem beiktatása után?

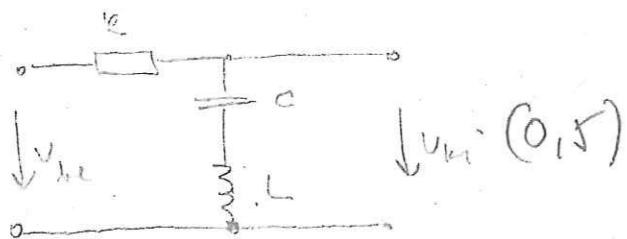


$$\frac{U_{ki}(s)}{U_{ko}(s)} = \frac{1}{k + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{1 + RC \cdot s} \quad (0,5)$$

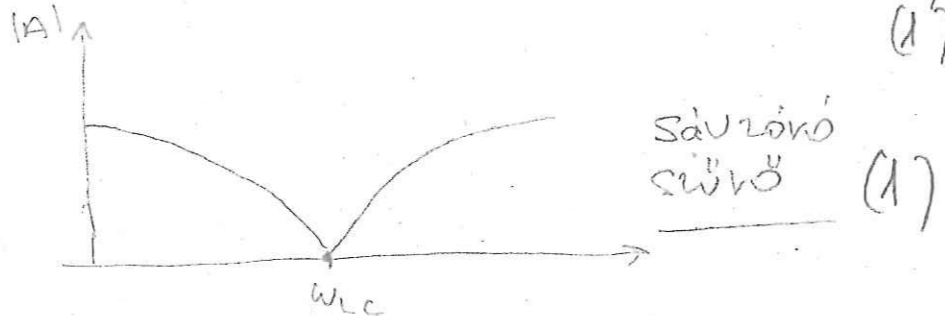
nagy ω frekvencián $\frac{1}{sC} \rightarrow 0$

$$\frac{U_{kiH}}{R} = 1mA \rightarrow R = \frac{U_{kiHmax}}{1mA} = \underline{5k} \quad (1)$$

$$\frac{1}{RC} = \omega_c \rightarrow C = \frac{1}{R \cdot \omega_c} = \frac{1}{5 \cdot 10^3 \cdot 2\pi \cdot 2 \cdot 10^3} = \underline{15,9 \mu F} \quad (1)$$



$$\omega_c = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \rightarrow L = \frac{1}{(\omega_c)^2 \cdot C} = \frac{1}{(2\pi)^2 \cdot 10^3 \cdot 15,9 \cdot 10^{-6}} = 0,00157 \cdot 10^{-1} = 0,0157H = \underline{15,7 \mu H} \quad (1)$$



Pontozás

Elektronika 2.

1. NZH, B csoport
2016. október 18.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

---	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	éredmény
Max. pont	4	5	5	5	5	24	---
Elért pont							
Javító						---	---

A feladatok megoldásához papír, írószerszám, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő pontszámok 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. Válasszon egy-egy oszcillátort (4 eltérő típus), ha a fázis detektor XOR kapu, élvezérelt kétirányú számláló, analóg szorzó, Park vektoros!

1x helyes válasz

kétirányú integráló VFC
integráló tip. VFC
LC oszcillátor
szorzó

2. Szinuszos jel effektív értékével megegyező középértékű egyenfeszültséget állítunk elő. Ismertesse a kapcsolást! Felhasználható elemek (nem kell mindegyiket felhasználni, de egy típusból többet is lehet): műveleti erősítő, 10kΩ, 5,6kΩ, 11,1kΩ, 4,7kΩ-os ellenállás, dióda (U_{D0}=0,6V, r_D=10Ω). Mekkora lesz a kimeneti feszültség középértéke 1V effektív értékű szimmetrikus négyszög, ill. háromszög alakú bemeneti feszültség ráadásakor?



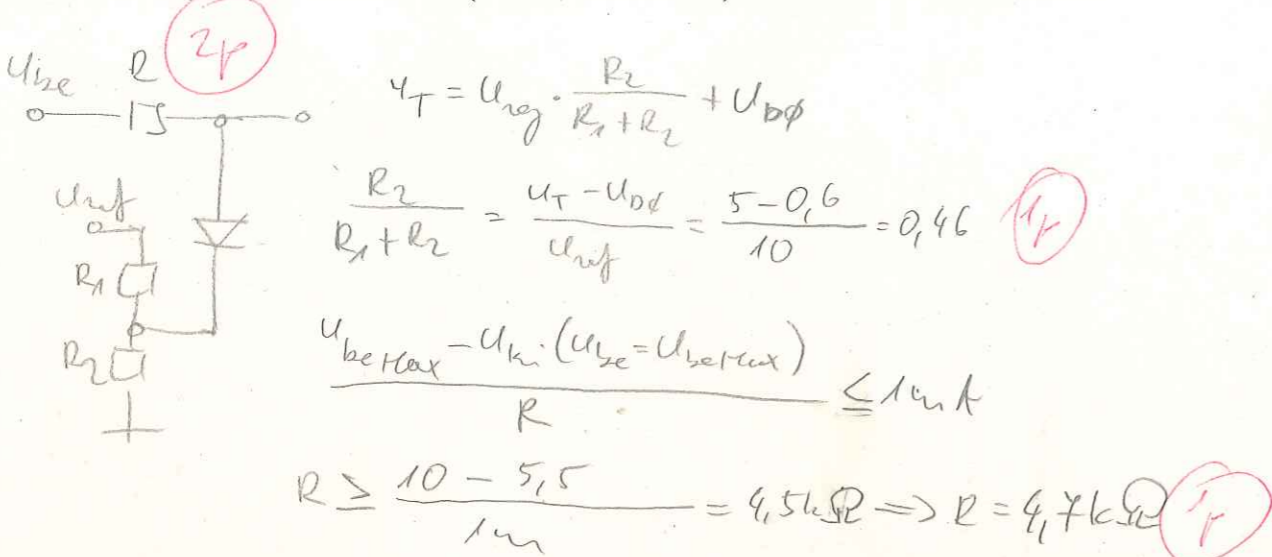
b) Négyszög jel: $\hat{u} = U_{RMS}$, $|U|_{AV} = \hat{u} \Rightarrow U_{ki} = 1,11 |U|_{AV} = 1,11V$ (1p)

c) Háromszög jel: $U_{RMS} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}}$, $|U|_{AV} = \frac{\hat{u}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot U_{RMS}$, $U_{ki} = 1,11 |U|_{AV} = 1,11 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,956V$ (1p)

3. Valósítsa meg a következő 1 töréspontos karakterisztikát:

$U_{ki} = U_{be}$, ha $U_{be} < 5V$,
 $U_{ki} = 5V + 0,1 \cdot (U_{be} - 5V)$, ha $U_{be} \geq 5V$!

A kapcsolat bemeneti árama a 0/10V bemeneti jeltartományban ne haladja meg az 1mA-t, a kimenetét terhelő áram elhanyagolható. Felhasználható elemek (nem kell mindegyiket felhasználni, de egy típusból többet is lehet): ellenállások, dióda (U_{D0}=0,6V, r_D=10Ω), U_{ref}=10V-os referenciaforrás.



$\frac{R_1 \times R_2 + r_D}{R_1 \times R_2 + r_D + R} = 0,1 \Rightarrow 0,9 \cdot R_1 \times R_2 + 0,9 \cdot r_D = 0,1 \cdot R$

$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R}{9} - r_D = R_1 \cdot 0,46 \Rightarrow R_1 = \frac{4/9 - r_D}{0,46} = 1114\Omega$, $R_2 = \frac{0,46}{1 - 0,46} R_1 = 999\Omega$

4. Határozza meg az egytárolós R-C alul-áteresztő szűrő átviteli függvényét, aminek a kimenete egy jelkövető erősítő bemenetére csatlakozik. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy a törésponti frekvencia 2KHz legyen. A szűrő a max. 5V-os, széles frekvencia tartományban változó bemenő jelet legfeljebb 1mA-el terhelheti. Egészítse ki a kapcsolást további egy elemmel, úgy hogy a szűrőnek legyen egy zérus helye a 10kHz-es frekvencián. Milyen típusú szűrőt kapunk az új elem beiktatása után?

Külön lapon

5. Az ábrán látható PLL kapcsolatban karikázzal jelölje be a VFC-t! Határozza meg mekkora lesz a szöghiba megváltozása 1Hz bemeneti frekvenciaváltozás hatására!

Adatok: XOR: U_{OH}=5V és U_{OL}=0V, R₁=10kΩ, R₂=1kΩ, C₁=20nF, R₃=R₄=R₅=R₆=10kΩ, C₂=2nF, a hiszterézises komparátor hiszterézis sávja U_H=1V, U₁ jel kitöltési tényezője 50%. Alakítsa át a kapcsolást úgy, hogy egyszeresen integráló VFC-t tartalmazzon, de a kapcsolat szabályozástechnikai helyettesítése azonos maradjon! Az átalakításhoz felhasználható elemek: analóg kapcsoló, ellenállás, kondenzátor, műveleti erősítő, komparátor, monostabil multivibrátor, kizáró vagy kapu, invertáló kapu, D tároló, referencia feszültség.

