

**iMSC kérdések az egyes feladatokhoz kapcsolódóan:**

2. feladat: Mekkora lesz a differenciális bemeneti ellenállás az egyes bemeneti feszültség tartományokban? (1p)

3. feladat: Hogyan függ a kimenet feszültsége a bemeneti feszültségtől és a terhelő áramtól, ha a Zener dióda  $1\Omega$  értékű dinamikus ellenállását is figyelembe vesszük? (1p)

4. feladat: A szalagkábelben az áramméréshez használt ér melletti éren egy 0 és 3,3V között változó, 1ns alatt felfutó digitális órajelet is elvezetnek. Százalékosan mekkora hibát okoz az emiatt becsatolt zaj, ha az erek közötti hosszegységre eső kapacitás 10pF méterenként? (1p)

5. feladat: Számítsa ki a szabályozási kör vágási körfrekvenciáját és fázistartalékát! (2p)

**Folytatások, pizkozatok:**

**Elektronika 2.**

**1. NZH**

**B csoport**

**2023. október 17.**

Név, Neptun-kód	Terem	Felügyelő aláírása
KULCS		

---	1.	2.	3.	4.	5.	$\Sigma$	iMSC	éremjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	24	5	---
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)

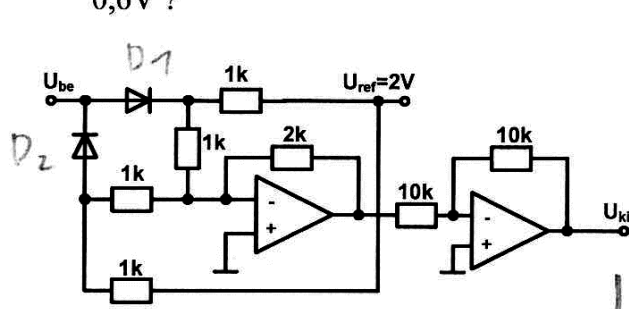
Kérjük, hogy a megoldást arra a lapra írja, amelyen maga a feladat is szerepel. Ha a megoldásra szánt hely nem elegendő, akkor az adott lap másik oldala is használható, de ebben az esetben kérjük, hogy a feladat megoldásánál jelezze, hogy a másik oldalon is van feladat.

1.) Jelölje be, hogy a fényképeken milyen fajtájú kábel látható, illetve hogy az adott típus milyen zavarok ellen hatásos! Az utolsó kérdésre több jó válasz is lehetséges!

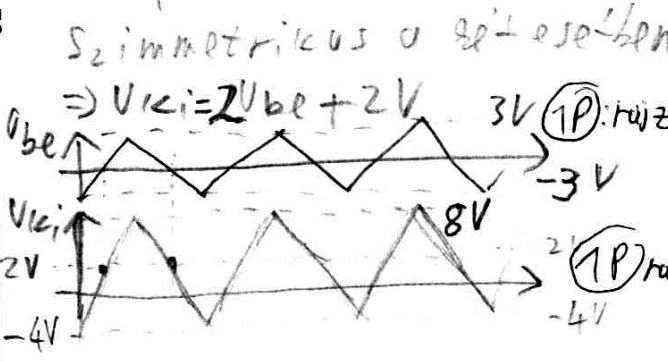
Fénykép	Kábel fajtája	Milyen típusú zavarok ellen hatásos?
	STP (1p)	induktív és kapacitív csatolt (1p)
	Árnyéktal (1p)	Kapacitív csatolt (1p)

2.) Az alábbi ábrán látható nemlineáris áramkör bemenetére  $\sqrt{3}$  V effektív értékű szimmetrikus háromszög feszültséget kapcsolunk.

- Rajzolja fel számszerűen is helyesen a bemeneti ( $U_{be}$ ) és a kimeneti feszültség ( $U_{ki}$ ) jelalakját! A diódák nyitóirányú feszültségesése és dinamikus ellenállása elhanyagolható.
- Hogyan változik az áramkör karakterisztikája, ha a diódák nyitóirányú feszültségesése 0,6V?

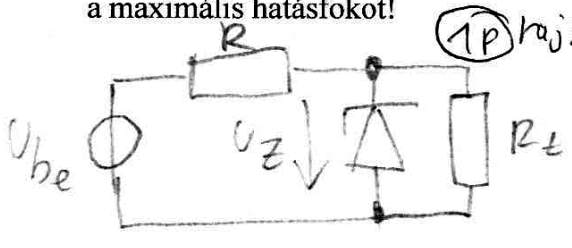


9.)  $U_{be} > 1V$   $D_1$  nyit,  $D_2$  zár } (1P)  
 $U_{be} < 1V$   $D_1$  zár,  $D_2$  nyit. } (1P)  
 Szimmetrikus a jelalakban.  
 $\Rightarrow U_{ki} = 2U_{be} + 2V$  (1P) rajzra



b) Ha:  
 $U_{be} > 1,6V$ :  $D_1$  nyit,  $D_2$  zár,  $U_{ki} = 2(U_{be} - 0,6V) + 2V$   
 $0,4V < U_{be} < 1,6V$ :  $D_1$  zár,  $D_2$  zár,  $U_{ki} = 4V$   
 $U_{be} < 0,4V$ :  $D_1$  zár,  $D_2$  nyit,  $U_{ki} = 2(U_{be} + 0,6V) + 2V$   
 ZP + 1 MSC ha az egész b) kérdés jó!

3.) Tervezzon egyszerű 5V-os kimenetű stabilizátort a következő feltételekhez:  $U_{beMin} = 11V$ ,  $U_{beMax} = 16V$ ,  $I_{kiMin} = 10mA$ ,  $I_{kiMax} = 60mA$ ! Az alkalmazandó Zener dióda paraméterei:  $U_z = 5V$ ,  $r_d \approx 0$ , ha  $I_z > I_{zMin} = 10mA$ ,  $P_{zMax} = 1W$ . Felhasználható elemek: fenti dióda, 47 $\Omega$ , 68 $\Omega$ , 100 $\Omega$ , 120 $\Omega$  ellenállások. Legalább mekkora teljesítményű ellenállás szükséges? Milyen bemenő feszültség és terhelő áram értékek esetén lesz a stabilizátor hatásfoka maximális? Határozza meg a maximális hatásfokot!



(1P) rajz  $P_{zMax} = 1W \Rightarrow I_{zMax} = \frac{1W}{5V} = 250mA$

$$I_{zMax} > \frac{U_{beMax} - U_z}{R} - I_{kiMin} > I_z > \frac{U_{beMin} - U_z}{R} - I_{kiMax} > I_{zMin}$$

$$R > \frac{U_{beMax} - U_z}{I_{zMax} + I_{kiMin}} \quad \text{és} \quad \frac{U_{beMin} - U_z}{I_{zMin} + I_{kiMax}} > R$$

$$52,4\Omega = \frac{16V - 5V}{200mA + 10mA} < R < \frac{11V - 5V}{10mA + 60mA} = 85,7\Omega$$

(1P)  $\Rightarrow R = 68\Omega$ ,  $P_{RMax} = \frac{(U_{beMax} - 5V)^2}{68\Omega}$

$\eta_{Max}$  ha:  $U_{be} = U_{beMin}$  és  $I_{ki} = I_{kiMax}$  (1P)

$$\eta = \frac{U_z \cdot I_{kiMax}}{U_{beMin} \cdot \frac{U_{beMin} - U_z}{R}} = \frac{5V \cdot 60mA}{11V \cdot \left(\frac{11V - 5V}{68\Omega}\right)} = 0,31 \quad P_{RMax} = 1,78W \quad (1P)$$

4. Egy elektronikai berendezés központi moduljához egy alegységet 0,08mm<sup>2</sup> keresztmetszetű, 1m hosszú 10 eres réz szalagkábelrel csatlakoztatunk. A szalagkábel három párhuzamosan közötti erét használjuk földvezetéknek. Az alegység tápárama 0A és 1A között változó 10kHz frekvenciájú négyyszögjel. Az alegységen található analóg áramérzékelő közös földpontenciálhoz képest értelmezett 0 és 100mV között változó kimeneti jelét is ezen szalagkábel egyik erén továbbítjuk. Az áramérzékelő kimeneti ellenállása 10m $\Omega$ , a fogadó áramkör bemeneti ellenállása 100k $\Omega$ .

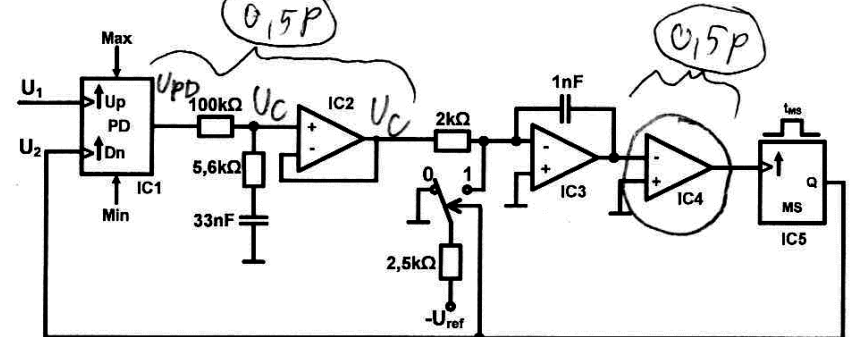
- Határozza meg a földvezeték ellenállását! (a réz fajlagos ellenállása  $1,72 \cdot 10^{-8} \Omega m$ )
- Százalékosan mekkora hibát okozhat az árammérésben a földvezetéken folyó tápáram okozta galvanikusan csatolt zaj?
- Milyen módszerekkel csökkenthető a központi modul kapcsain megjelenő zavarfeszültség? Legalább kettőt soroljon fel!

a)  $R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{1,72 \cdot 10^{-8} \Omega m \cdot 1m}{3 \cdot 0,08 \cdot (10^{-3} m)^2} = 71,6 m\Omega \quad (1P)$

b)  $U_z = R \cdot I_{zMax} = 71,6 m\Omega \cdot 1A = 71,6 mV$ ;  $\frac{U_z}{U_{jel}} = \frac{71,6}{100} = 71,6\% \quad (1P)$

c.) Differenciális vagy árammérő áramérzékelő jelátvitel, csillagpontos földelés, szűrés (2P)

5. Az alábbi kapcsolási rajzon látható PLL áramkörben jelölje be a fázisdetektor kimeneti feszültségét ( $U_{PD}$ ) és a szabályozó kimeneti feszültségét ( $U_C$ )! Karikázzon be minden olyan alkatrészt, ami lehet komparátor!  $K_O$  és  $K_{PD}$  számítását követően határozza meg számszerűen a felnyitott hurok átviteli függvényét! Határozza meg a követési tartomány felső határát! ADATOK: IC1 -1 és +1 közé korlátozott felfutó élvezérelt számlálós fázisdetektor,  $U_{LSB} = 3,14V$ . IC5 felfutó él vezérelt monostabil flipflop ( $t_{ms} = 5\mu s$ ),  $U_{ref} = 2,5V$  referencia feszültség.



$\frac{U_C}{z_k \Omega} = \frac{U_{ref}}{z_1 \Omega} \cdot t_{ms} \cdot f$

$\frac{f}{U_C} = K_O = \frac{z_1 \Omega}{z_k \Omega \cdot 2,5V \cdot 5\mu s}$

$K_O = 100 \frac{Hz}{V} \quad (0,5P)$

$K_{PD} = \frac{U_{LSB}}{2\pi} = 0,15 \frac{V}{rad} \quad (0,5P)$

$W_C(s) = \frac{0,6 \Omega}{100 \Omega} \cdot \left(1 + \frac{1}{s \cdot 5,6 \Omega \cdot 33nF}\right) \cdot \frac{5 \cdot 33nF \cdot 105,6 \Omega}{1 + s \cdot 33nF \cdot 105,6 \Omega}$

$A_p = 0,056$        $T_i = 185\mu s$        $\tau = 3,48ms$

$W_O(s) = K_{PD} \cdot A_p \cdot \left(1 + \frac{1}{sT_i}\right) \cdot \frac{s\tau}{1+s\tau} \cdot K_O \cdot e^{-sT} \cdot \frac{2\pi}{s}$

$U_{PDMax} \cdot K_O = 1 \cdot U_{LSB} \cdot K_O = 314 Hz > \frac{1}{t_{ms}}$

$\Rightarrow f_{max} = \frac{1}{t_{ms}} = 200 Hz \quad (1P)$

**iMSC feladat:**

2. feladat: Hogyan változik az áramkör karakterisztikája, ha a diódák nyitóirányú feszültségesése 0,6V?  
(1p)

3. feladat: Hogyan változik a kimeneti feszültség, ha a műveleti erősítőnek  $I_b = 1\mu A$  bias árama van?  
(1p)

4. Az R sín feszültsége az ábrán jelölt földpotenciálhoz képest 600Vpp 50kHz frekvenciájú, 50% kitöltési tényezőjű négyszög feszültség, a négyszög fel- és lefutási ideje egyaránt 100ns. A jelvezeték és a sín közötti kapacitás 10pF. Mekkora hibát okoz ez a kapacitív zaj a kimenet feszültségében? Rajzolja fel az Uki feszültség jelalakját, ha az induktív és a fent leírt kapacitív zavarás egyidőben van jelen! (1p)

5. feladat: Számítsa ki a szabályozási kör vágási körfrekvenciáját és fázistartalékát! (2p)

**Folytatások, piszkozatok:**

**Elektronika 2.**

**1. NZH**

**A csoport**

**2023. október 17.**

Név, Neptun-kód	Terem	Felügyelő aláírása
KULCS		

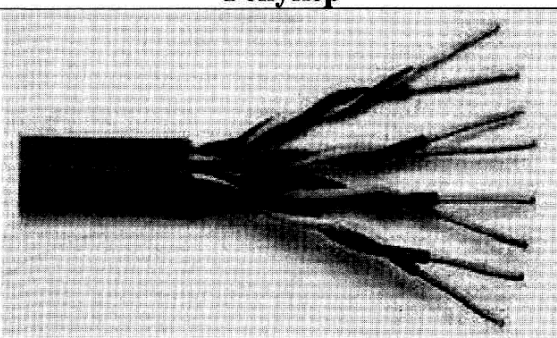
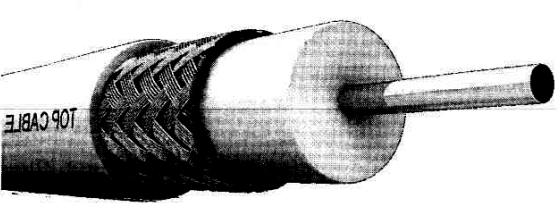
---	1.	2.	3.	4.	5.	$\Sigma$	iMSC	éremjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	24	5	---
Elért pont								
Javító						---		---

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

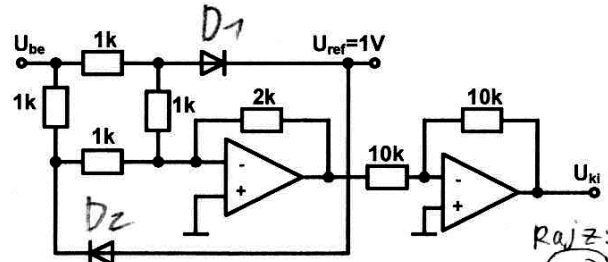
1.) Jelölje be, hogy a fényképeken milyen fajtájú kábel látható, illetve hogy az adott típus milyen zavarok ellen határos! Az utolsó kérdésre több jó válasz is lehetséges!

Fénykép	Kábel fajtája	Milyen típusú zavarok ellen határos?
	UTP (1p)	Induktíván csatolt (1p)
	Koaxiális (1p)	Induktíván csatolt, és kisebb mértékben a kapacitív van csatolt ellen is határos (1p)



2.) Az alábbi ábrán látható nemlineáris áramkör bemenetére  $\sqrt{3}$  V effektív értékű szimmetrikus háromszög feszültséget kapcsolunk.

- Rajzolja fel számszerűen is helyesen a bemeneti ( $U_{be}$ ) és a kimeneti feszültség ( $U_{ki}$ ) jelalakját! A diódák nyitóirányú feszültségesése és dinamikus ellenállása elhanyagolható.
- Mekkora lesz a differenciális bemeneti ellenállás az egyes bemeneti feszültség tartományokban?

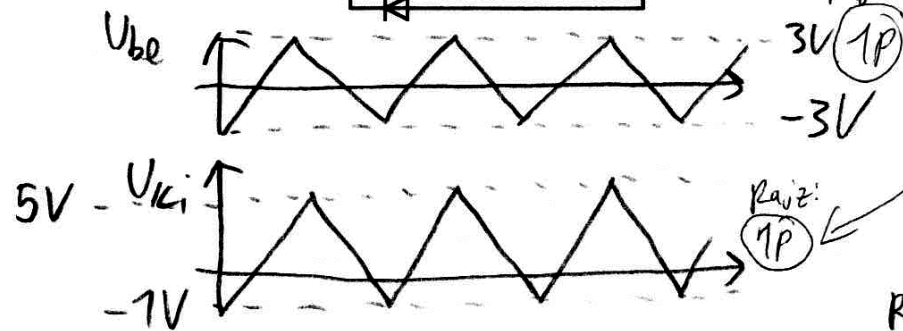


a.)  $U_{be} > 2V$  D1 nyit, D2 zár  
 $U_{be} < 2V$  D1 zár, D2 nyit

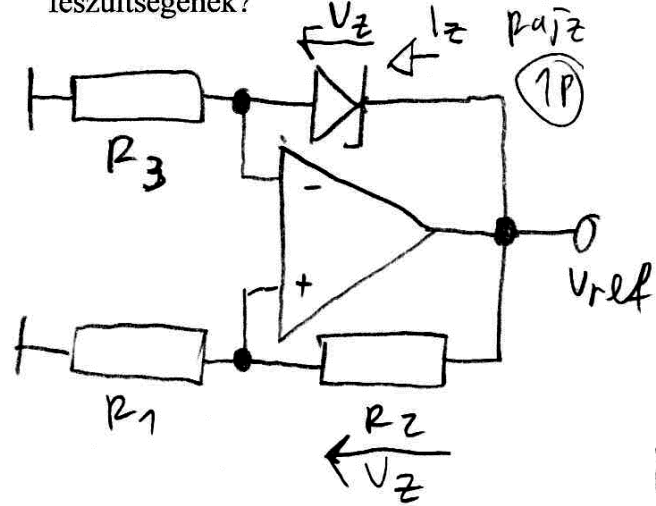
Szimmetrikus a két esetben

b.)  $U_{ki} = U_{be} + 2V$   
 Ha a két dióát megvan:  $m \approx 0,5P$

$$R_{be} = 2k \times 1k = \frac{2 \cdot 1}{2+1} k\Omega = 0,66 k\Omega$$



3. Rajzolja fel a műveleti erősítés Zener-diódás referenciaforrás kapcsolási rajzát! A felhasznált Zener-dióda névleges feszültsége  $U_z = 2mA$  áramerősség mellett  $U_z = 5.6V$ , a műveleti erősítő ideálisnak tekinthető. A szükséges referencia feszültség értéke  $U_{ref} = 10V$ . Méretezze a kapcsolást úgy, hogy terheletlen referencia kimenet esetén a műveleti erősítő kimenetének terhelő árama 3mA legyen! Mekkora hatása van a kimenő feszültségre a műveleti erősítő  $U_{ioffs} = 5mV$  értékű bemeneti offset feszültségének?



$$\frac{U_{ref}}{R_1 + R_2} = 3mA - 2mA = \frac{10V}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow R_1 + R_2 = 10 k\Omega$$

$$\frac{U_z}{R_2} \cdot (R_1 + R_2) = U_{ref}$$

$$R_2 = \frac{U_z}{U_{ref}} \cdot (R_1 + R_2) = \frac{5.6V}{10V} \cdot 10 k\Omega = 5.6 k\Omega$$

$$R_1 = 4.4 k\Omega$$

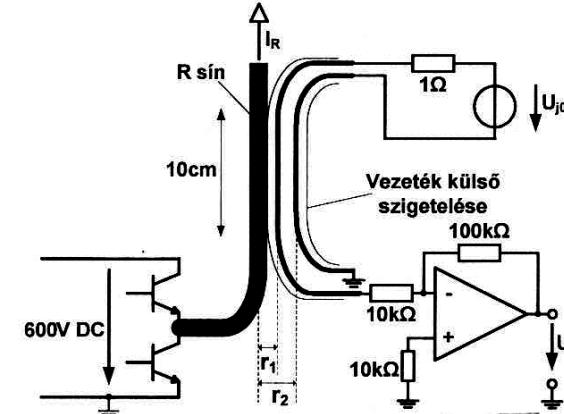
$$R_3 = \frac{U_{ref} - U_z}{I_z} = \frac{10V - 5.6V}{2mA} = 2.2 k\Omega$$

$\Delta U_z = \Delta U_{ioffs}$ : a Zener feszültség változásával azonos a hatás

$$\Delta U_{ref} = \Delta U_{ioffs} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 5mV \cdot \frac{10k}{5.6k} \approx 8.93mV$$

4. Egy teljesítményelektronikai berendezés belsejében az alábbi ábrán látható elrendezésben egy érzékelő  $U_{j0} = -100mV$  kimenő feszültségét műveleti erősítés fokozat fogadja. Az „R” jelű sínen folyó  $I_R$  áram jelalakja 50 kHz frekvenciájú, 17,32A effektív értékű szimmetrikus háromszög jel. Az érzékelő két vezeték tartalmazó kábele 10cm hosszon az „R” sín mellett fut, ezen belül a jelvezeték a síntől 1mm távolságban, az érzékelőhöz haladó földvezeték pedig 2mm távolságban halad.

- Határozza meg az „R” sín és a kábel között kialakuló kölcsönös induktivitás értékét!
- Százalékosan mekkora hibát okozhat az induktívan csatolt zaj az  $U_{ki}$  feszültségben?
- Milyen módszerekkel csökkenthető az  $U_{ki}$ -n megjelenő zavarfeszültség? Legalább kettőt soroljon fel!



$$M_{ix} = \frac{\phi(l)}{i} = \frac{1}{i} \int_0^l e^{-\frac{r_2}{r_1} \frac{r}{r_1}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot i}{2r\pi} dr =$$

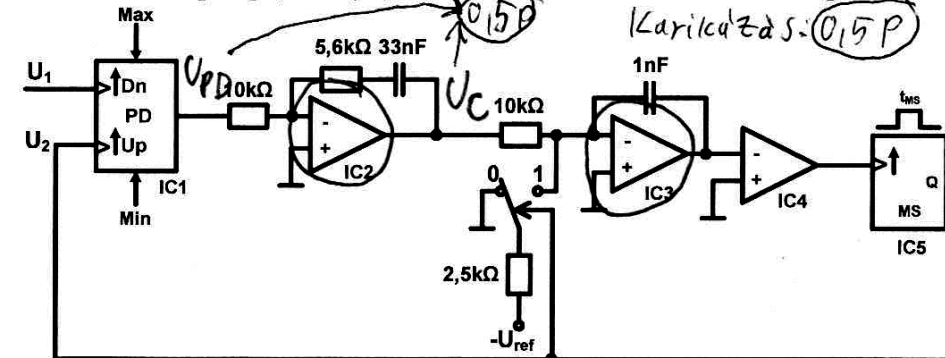
$$M_{ix} = \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) \cdot e^{-\frac{r_2}{r_1}} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-7}}{2\pi} = \ln(2) \cdot 2 \cdot 10^{-7}$$

$$M_{ix} = 138 nH$$

$$U_z = M_{ix} \cdot \frac{dI}{dt} = 138 nH \cdot \frac{17,32 A \cdot \sqrt{3}}{T/4} = 0,183 V$$

c.) Áramgenerátoros jelvezetés, differenciális jelátvitel, távolság növelése, csavart árpár, coaxiális kábel, szűrés, ...

5. Az alábbi kapcsolási rajzon látható PLL áramkörben jelölje be a fázisdetektor kimeneti feszültségét ( $U_{PD}$ ) és a szabályozó kimeneti feszültségét ( $U_c$ )! Karikázza be minden olyan alkatrészt, ami csak műveleti erősítő lehet!  $K_O$  és  $K_{PD}$  számítását követően határozza meg számszerűen a felnyitott hurok átviteli függvényét! Határozza meg a követési tartomány felső határát! ADATOK: IC1 -1 és +1 közé korlátozott felfutó élvezérelt számlálós fázisdetektor,  $U_{LSB} = 3,14V$ . IC5 felfutó él vezérelt monostabil flipflop ( $t_{ms} = 5\mu s$ ),  $U_{ref} = 2,5V$  referencia feszültség.



$$\frac{U_c}{10k\Omega} = \frac{U_{ref}}{2,5k\Omega} \cdot t_{ms} \cdot f$$

$$\frac{f}{U_c} = K_O = \frac{2,5k\Omega}{10k\Omega \cdot 2,5V \cdot 5\mu s}$$

$$K_O = 20 \frac{Hz}{V}$$

$$K_{PD} = \frac{U_{LSB}}{2\pi} = \frac{3,14}{2\pi} = 0,15 \frac{V}{rad}$$

$$W_c(s) = \frac{5,6k}{70k} \cdot \left(1 + \frac{1}{s \cdot 5,6k \cdot 33nF}\right)$$

$$W_o(s) = K_{PD} \cdot A_P \cdot \left(1 + \frac{1}{sT_i}\right) \cdot K_O \cdot e^{-sT} \cdot \frac{2\pi}{s}$$

$$f_{max} = \frac{1}{t_{ms}} = 200 kHz$$