

MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR
ELEKTROTECHNIKAI- ELEKTRONIKAI INTÉZET

Tantárgyi dosszié

Tárgy: ELEKTRONIKUS MÉRÉSEK
Tárgyjegyző: Szabó Norbert mérnökstanár
Szak: Villamosmérnöki BSc Alapszak

Tárgykód: GEVEE510B
félév: 5. (ősz)
Szak: (BSc)
Szakirány: közös tárgy
előadás, gyakorlat: 0+2g
Kredit: 2 kredit
ETF: GEVEE508B és GEVEE509B

a) Tantárgyprogram

Gyakorlatok ütemterve

Hét	1. csoport	2. csoport
1 (37)	Laboratóriumi rend és balesetvédelmi oktatás, csoportbeosztás, követelmények ismertetése	
2 (38)	Elektronikai alapmérések: Tranzisztoros kapcsolások I.	Analóg bemenet alkalmazása I.
3 (39)	Elektronikai alapmérések: Tranzisztoros kapcsolások II.	Analóg bemenet alkalmazása II.
4 (40)	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások I.	Analóg kimenet alkalmazása I.
5 (41)	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások I.	Analóg kimenet alkalmazása II.
6 (42)	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások II.	Mérések érzékelőkkel I.
7 (43)	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások II.	Mérések érzékelőkkel II.
8.(44)	Analóg bemenet alkalmazása I.	Elektronikai alapmérések: Tranzisztoros kapcsolások I.
9. (45)	Analóg bemenet alkalmazása II.	Elektronikai alapmérések: Tranzisztoros kapcsolások II.
10. (46)	Analóg kimenet alkalmazása I.	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások I.
11. (47)	Analóg kimenet alkalmazása II.	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások I.
12. (48)	Mérések érzékelőkkel I.	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások II.
13. (49)	Mérések érzékelőkkel II.	Elektronikai alapmérések: Műveleti erősítős kapcsolások II.
14. (50)	Pótmérés	Pótmérés

b) Ajánlott irodalom:

- 1, Zoltán István: Méréstechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997.
- 2, Horváth Elek: Méréstechnika, KKM-F-1161. 1997.
- 3, Uray V. – dr. Szabó Sz.: Elektrotechnika, Tankönyvkiadó Bp. 1981.

c) Félévi követelmények:

A tantárgy lezárásának módja:

aláírás, gyakorlati jegy

Félév elismerésének módja:

Az aláírás megszerzésének feltétele: A félév során mind a műszeres mérések, mind a számítógépes mérések részről elégséges szint elérése, illetve a balesetvédelmi oktatáson való részvétel. **A gyakorlatok látogatása kötelező.**

Végleges aláírás megtagadása:

Aki kettőnél több feladatot nem ad be vagy 30%-nál többet hiányzik a gyakorlatokról félév során, az végleges aláírás megtagadásban részesül, ami nem pótolható.

A félévi tevékenység értékelése

A) Műszeres mérések:

A mérési sorozat végén egy-egy jegyzőkönyvet kell készíteni, amelyet a mérések befejezését követő 1 héten belül kell benyújtani értékelésre az oktatónak. A jegyzőkönyvekre összesen 40 pont kapható. Megfelelő a mérés, ha feladatonként legalább eléri a 50%-ot, tehát összességében eléri a min. 20 pontot a hallgató. A jegyzőkönyv beadása esetén minden megkezdett hét késés 5 pont levonást eredményez.

B) Számítógéppel támogatott mérések:

Három különböző, számítógéppel támogatott mérési feladatot kell megoldani Labview környezetben. Hallgatótól elvárt a kiadott anyag alapján az órára való felkészülés. A kiadott feladatok megoldását és az órai munkát a félév során az oktató 0-40 pontos skálán értékeli. Megfelelő a mérés, ha feladatonként legalább eléri a 50%-ot, tehát összességében eléri a min. 20 pontot a hallgató. Hiányzás 0 pontnak felel meg.

A gyakorlati jegy meghatározása

Az elérhető maximális pontszám $40+40=80$ pont

Elégtelen a műszeres mérés, ha a jegyzőkönyv nem megfelelő.

Elégtelen a számítógépes mérés, ha valamelyik feladat nem megfelelő minősítésű.

A gyakorlati jegy csak akkor nem elégtelen, ha mindkét részből elérte az elégséges szintet.

<i>Elégséges</i>	40 - 49 pont
<i>Közepes</i>	50 - 59 pont
<i>Jó</i>	60 - 69 pont
<i>Jeles</i>	70 - 80 pont

Pótlások

Pótolni csak a nem megfelelőre minősített feladatot vagy mérést lehet. A félév során –az utolsó oktatási héten- egy alkalommal van lehetőség pótlásra. **Pótolni vagy egy műszeres mérést vagy egy számítógépes mérést lehet.** A nem megfelelő jegyzőkönyv a hibák kijavításával a szorgalmi időszak végéig pótolható.

Aláírás és gyakorlati jegy pótlása

Pótolni csak a nem megfelelőre minősített számítógépes feladatot vagy műszeres mérést lehet. Ha a jegyzőkönyv volt nem megfelelő minősítésű, akkor azt a vizsgaidőszak első hetében pótolni lehet. A vizsgaidőszakban **nincs lehetőség mérési gyakorlat pótlására!**

d) Mérési feladatkiírások:

LabVIEW feladat (minta)

Készítsen olyan programot, amely képes lemérni és megjeleníteni nyolc különböző analóg csatorna bemenő jelét. Amelyeket Amp-Idő függvényben a mérés után ábrázol is. Lehesse az egyes jeleket kiválasztani és külön grafikonon csak a felhasználó által kiválasztott jeleket megjeleníteni.

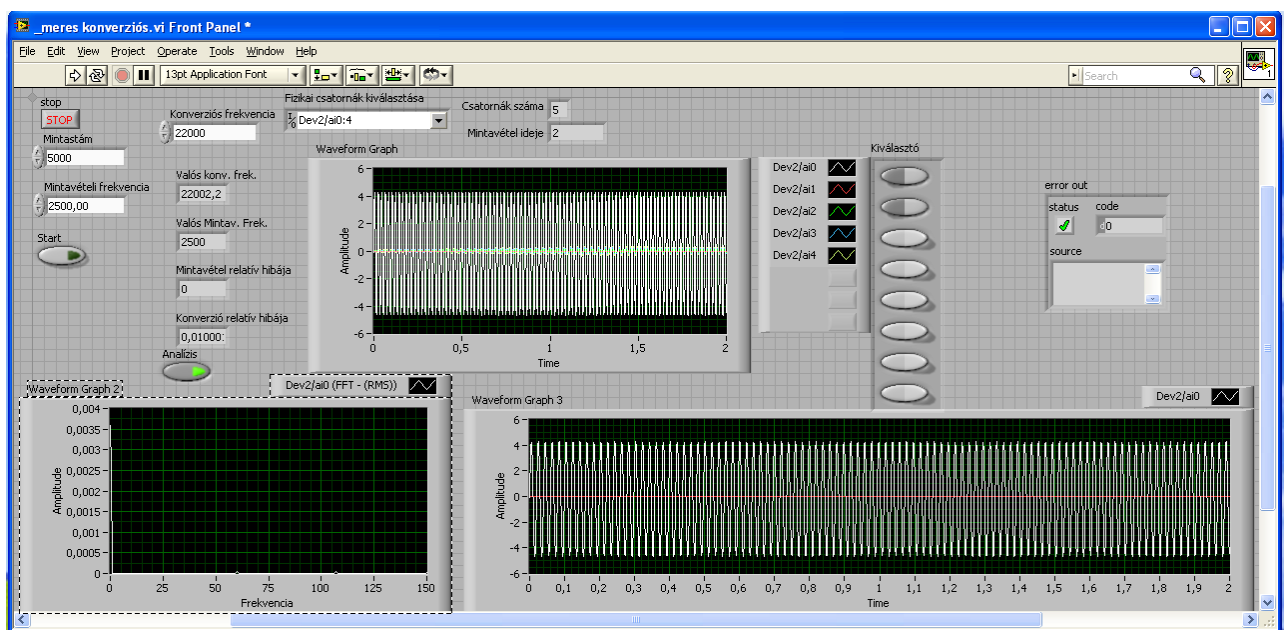
Lehesse állítani a mintavételi frekvenciát és a mintaszámot. Kezelje az esetleges felmerülő hibákat!

A bemenő adatokat limitálja a mérőkártya lehetőségeinek megfelelően. A mintaszám értékét 3-100000 között lehessen változtani. Legyen lehetőség, bármilyen számérték megadására ezen határok között.

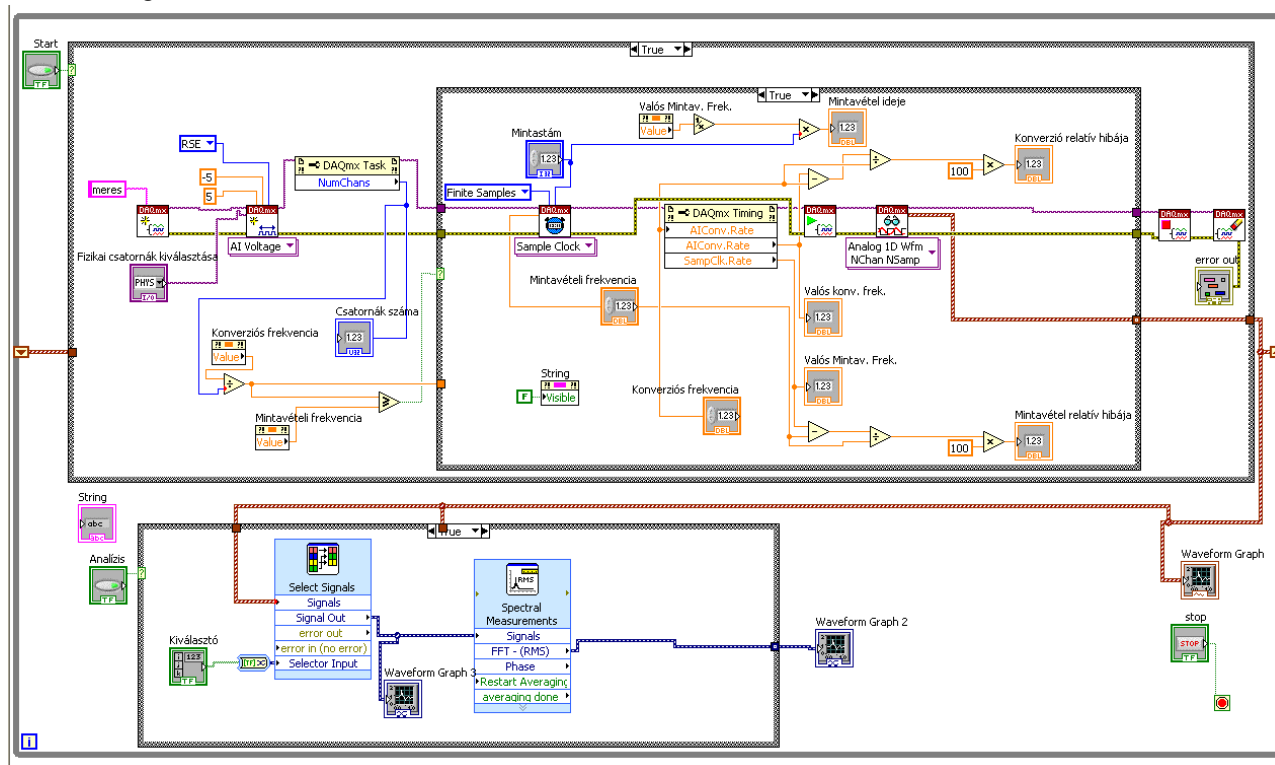
Csak a kiválasztott jelekre végezze el a program az FFT analízist (Amp-frekvencia függvényében).

Ki lehessen kapcsolni az FFT analízist illetve az egyes csatornákat.

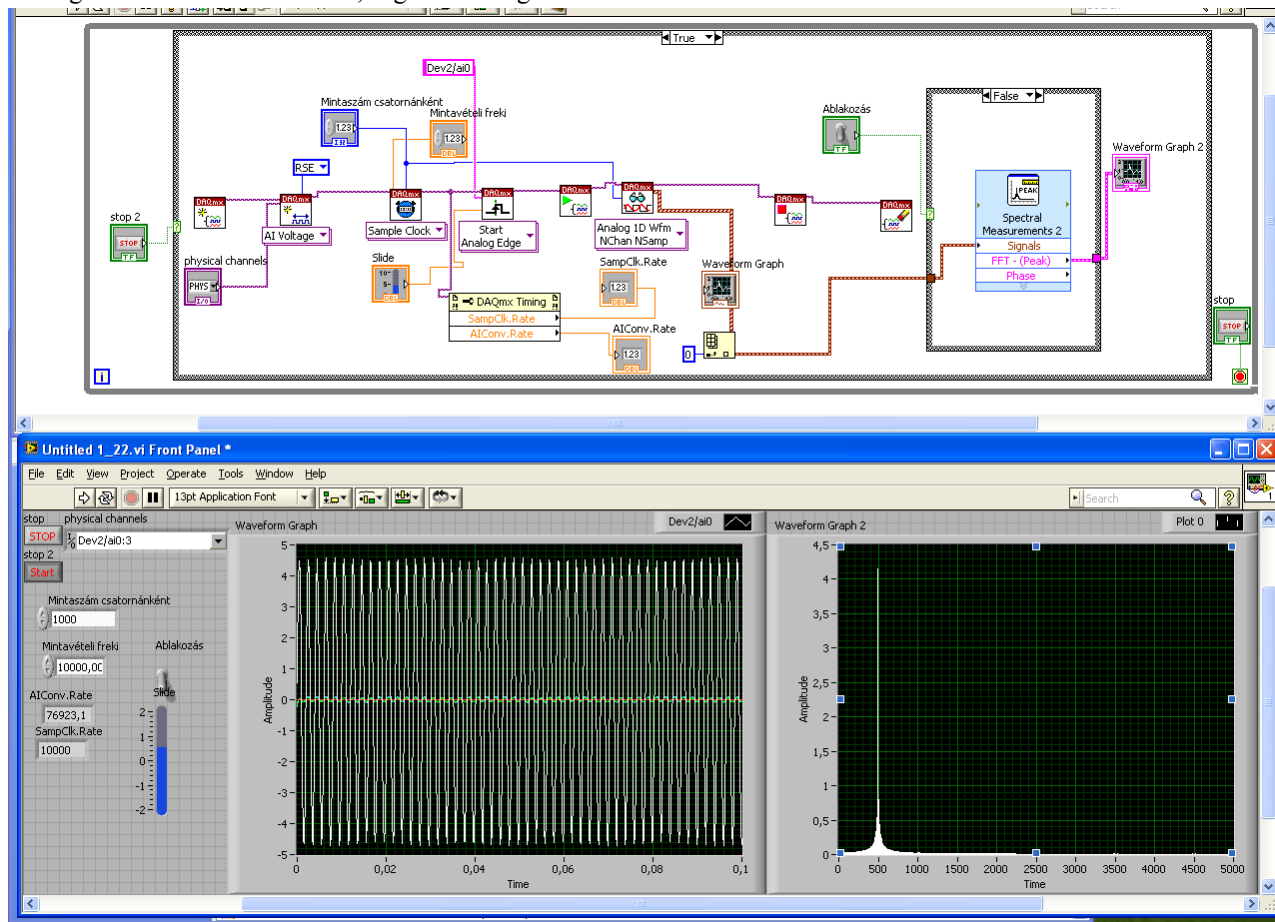
Legyen a programból kilépési lehetőség (STOP gomb).



A feladat megoldása:



Analóg bemenet mintavételezése, trigerszint megadásával:



Lineáris elmozdulás érzékelő

(5 pont)

A méréshez szükséges eszközök:

LT100M-Q21-LIOX3-H1141 lineáris pozíció érzékelő

Próbapanel

Mérőellenállás (a mérést végző személy méretezi)

Digitális multiméter

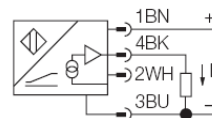
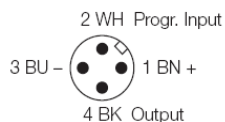
Számítógépes mérőrendszer (PC, mérésadatgyűjtő kártya, LabView)

Az érzékelő adatai:

Tápfeszültség értéke: 10...30V DC

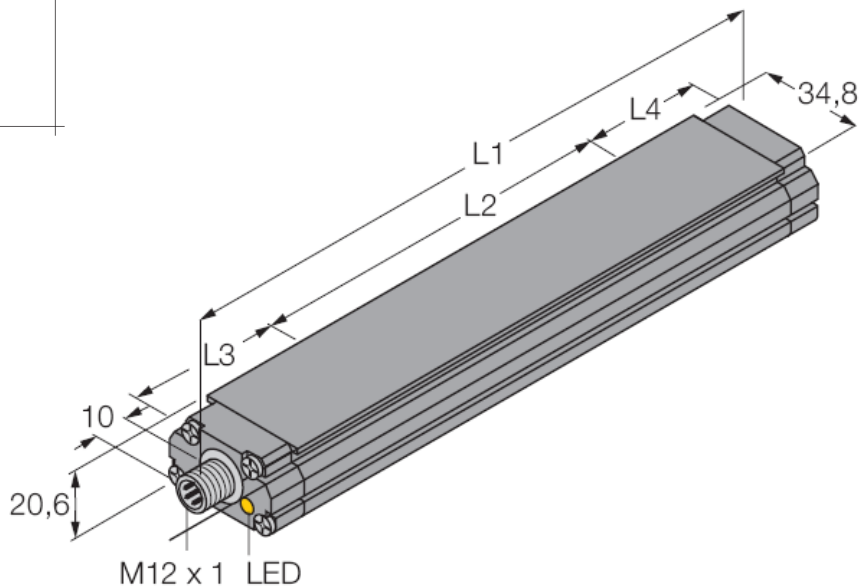
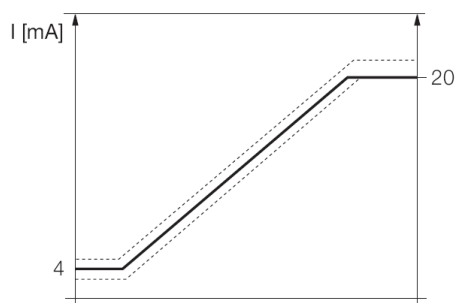
Mérési tartomány (L2): 100 mm

Kimeneti jel (fekete): 4-20 mA



Feladat:

1. Számolja ki a kimeneti mérőellenállás értékét, és ezzel állítsa össze a kapcsolást.
A mérést a mérésvezetővel ellenőriztesse le. Figyelem, **csak az oktató kapcsolhatja be** a mérést!!!
A kimeneti feszültséget digitális multiméterrel ellenőrizze.
2. Kapcsolja a mérendő mennyiséget az adatgyűjtő kártya 0. csatornájára.
3. Készítsen olyan mérőprogramot, amellyel a távolságot digitális formában on-line ki lehet jeleztetni. (Az alábbi diagram mutatja az L2-vel jelölt szakasz mentén a kimeneten áram értékeit.)



Lézeres távolságmérés

(5 pont)

A méréshez szükséges eszközök:

LG10 típusú lézeres távolságmérő
Próbapanel
Mérőellenállás (a mérést végző személy méretezi)
Egyenfeszültségű tápegység
Digitális multiméter
Számítógépes mérőrendszer (PC, mérésadatgyűjtő kártya, LabView, labwindows/CVI)

A lézeres érzékelő adatlapja, kapcsolása az érzékelő oldalán található.

Az érzékelő jelenlegi beállítása:

Mérési tartomány: 0 – 50 mm
Kimeneti jel: 4-20 mA
Sebesség: közepes

Feladat:

1. Számolja ki a kimeneti mérőellenállás értékét, és ezzel állítsa össze a kapcsolást.
A mérést a mérésvezetővel ellenőriztesse le. Figyelem, **csak az oktató kapcsolhatja be** a mérést!!!
A kimeneti feszültséget digitális multiméterrel ellenőrizze.
2. Kapcsolja a mérendő mennyiséget az adatgyűjtő kártya 0. csatornájára.
3. Készítsen olyan mérőprogramot, amellyel a mérendő tárgy távolságát az érzékelőtől digitális formában on-line ki lehet jeleztetni.
4. Jelezze a program egy LED felgyulladásával, ha az érzékelő az érzékelési tartományon kívül van.
5. Plussz feladat: Készítsen a rendelkezésre álló modell felhasználásával egy ütésmérésre alkalmas rendszert.

Hőmérsékletmérés

(pont)

A méréshez szükséges eszközök:

Pt100 típusú hőmérsékletérzékelő
TMM45 típusú átalakító
Próbapanel
Mérőellenállás (a mérést végző személy méretezi)
Digitális multiméter
Számítógépes mérőrendszer (PC, mérésadatgyűjtő kártya, LabView)

A mérőátalakító jelenlegi beállítása:

Mérési tartomány: 0 – 50 °C
Kimeneti jel: 0-20 mA

Feladat:

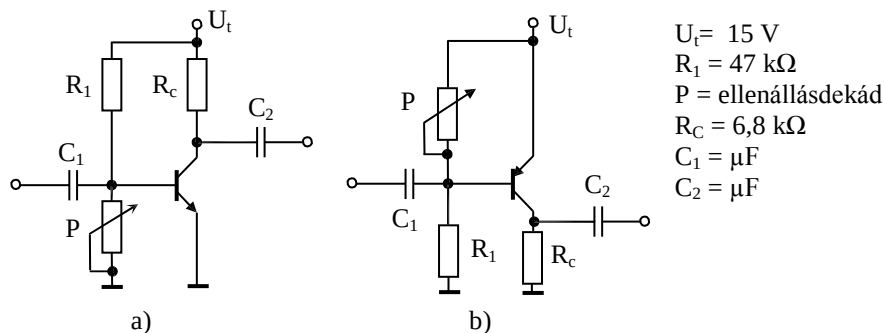
1. Számolja ki a kimeneti mérőellenállás értékét, és ezzel állítsa össze a kapcsolást.
A mérést a mérésvezetővel ellenőriztesse le. Figyelem, **csak az oktató kapcsolhatja be** a mérést!!!
A kimeneti feszültséget digitális multiméterrel ellenőrizze.
2. Kapcsolja a mérendő mennyiséget az adatgyűjtő kártya 0. csatornájára.
3. Készítsen olyan mérőprogramot, amellyel a hőmérsékletet digitális formában on-line ki lehet jeleztetni.
4. Jelezze a program egy LED felgyulladásával, ha az érzékelő az érzékelési tartományon kívül van.

A mérőátalakító kapcsolása:

L1 (L+) - N (L-) kapcsolókra a 230 V tápfeszültséget kötjük.
13 – 14 kapcsolókra az érzékelőt kötjük.
31 – 32 kimeneti áramjel
12 – 13 kapcsolokat rövidre zárjuk.

1.3. Mérési feladatok

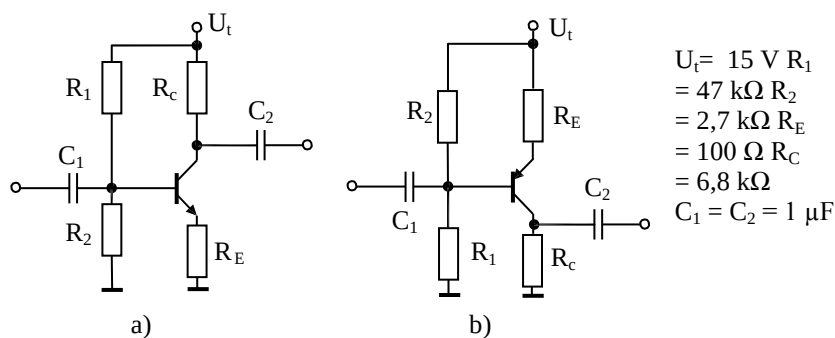
1.3.1. FE kapcsolás bázisosztós munkapont-beállítással



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Állítson P ellenállásdekáddal $U_C \approx 5,0$ V kollektor feszültséget!
3. Mérje meg a munkaponti feszültségeket!
4. Mérje meg a kapcsolás kivezérelhetőségét 1 kHz-en!
5. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!

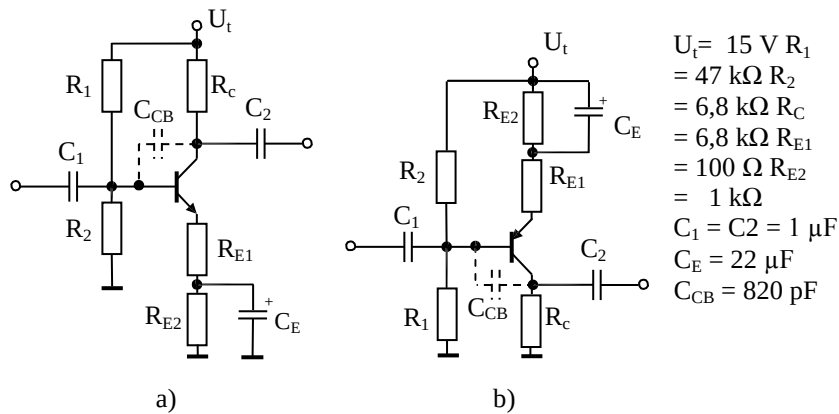
1.3.2. FE kapcsolás negatív visszacsatolással az emitteren



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti feszültség értékeket!
3. Mérje meg a maximális kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást. ($R_m = 2,7$ kΩ)!
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást. ($R_t = 6,8$ kΩ)!

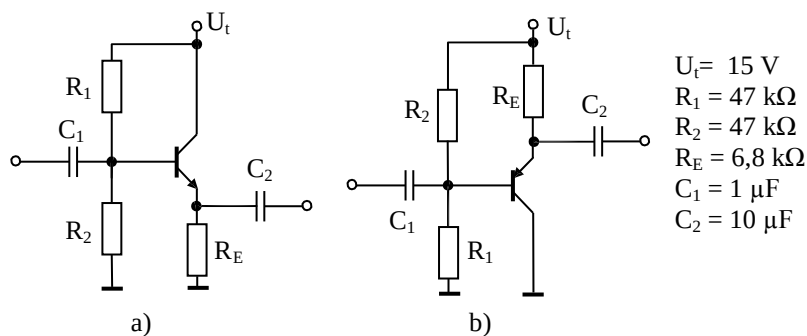
1.3.3. FE kapcsolás negatív visszacsatolással, osztott emitter-ellenállással



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti feszültség értékeket!
3. Mérje meg a maximális kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8\text{ k}\Omega$)
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 6,8\text{ k}\Omega$)
7. Mérje meg és ábrázolja az amplitúdó átviteli karakterisztikát!
8. Vegye le a C_E kondenzátort az R_{E2} ellenállásról! Végezze el az 2.-7. pontok szerinti méréseket! Vizsgálja meg, hogy mi változott és értelmezze a változásokat!
9. Helyezze vissza a C_E kondenzátort és iktasson be a tranzisztor bázis-kollektora közé egy C_{CB} kondenzátort. Végezze el a 7. pont szerinti mérést! Mi változott és miért?

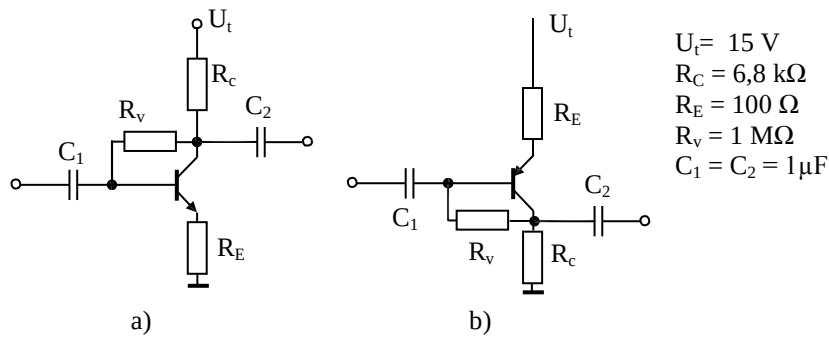
1.3.4. FC kapcsolás



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti feszültség értékeket!
3. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
4. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8\text{ k}\Omega$)
5. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 1\text{ k}\Omega$)

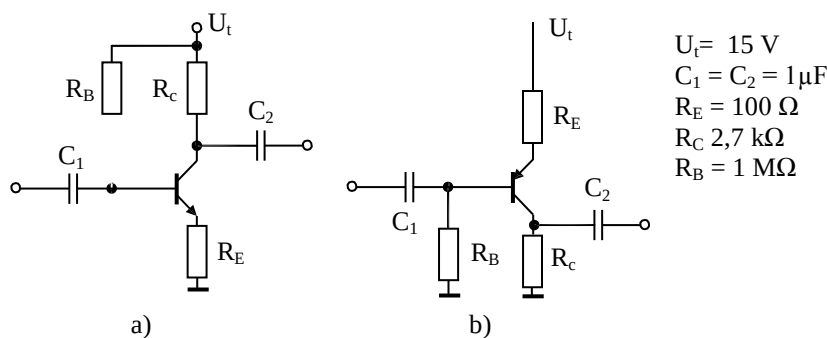
1.3.5. Munkapont-beállítás kollektorról-egyenáramú visszacsatolással



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti adatokat!
3. Mérje meg az kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8\text{ k}\Omega$)
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 6,8\text{ k}\Omega$)

1.3.6. Munkapont-beállítás bázisárammal



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti adatokat!
3. Mérje meg az kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8\text{ k}\Omega$)
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 2,7\text{ k}\Omega$)

1.4. Irodalomjegyzék

Kötelező irodalom:

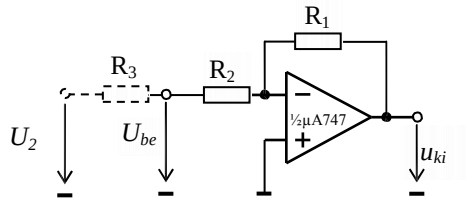
Dr. Kovács Ernő Elektronika I. <http://nw.elektro.uni-miskolc.hu/~kovacs/oktatas.html>

Ajánlott irodalom:

- [1] Schnell: Jelek és rendszerek mérés technikája, Műszaki Könyvkiadó, 1985.
- [2] U.Tietze-Ch.Schenk: Analóg és digitális áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, 1991.
- [3] Millman,J-Grabel,A: Microelectronics, McGraw-Hill Int. Publ., 1987.
- [4] Seymour,J: Electronic devices and components, Pitman Publ., 1981.
- [5] Savant-Roden-Carpenter: Electronic Design, The Benjamin-Cummings Publ. 1991.
- [6] Hainzmann-Varga-Zoltai: Elektronikus áramkörök, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2000.

3. MÉRÉSI FELADATOK

3.1 Invertáló erősítő kapcsolás



Mérési feladatok:

- A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel (R_3 ellenállást a mérés jelenlegi szakaszában nem kell beiktatni)!

$$R_1 = 270 \text{ k}\Omega, R_2 = 27 \text{ k}\Omega$$

- A/2. Végezze el az offset-kiegyenlítést!

- A/3. Mérje meg a kivezérelhetőség mértékét!

Csatlakoztassa a $\pm 5 \text{ V}$ tartományban változtatható egyenfeszültség-forrást (szerviz panelen) az erősítő bemenetére! Addig változtassa a bemeneti feszültséget, amíg a kimenet már nem követi lineárisan a bemenet változását! Végezze el a mérést ellenkező polaritású bemeneti feszültség esetén is!

- A/4. Mérje meg az erősítő erősítését!

Adjon kb. 1 V egyenfeszültséget a bemenetre és mérje meg a kimeneti feszültséget! A mért adatok alapján számolással határozza meg az erősítést.

- A/5. Határozza meg a fáziskülönbség mértékét!

Adjon a funkciógenerátorból az erősítő bemenetére kb. $0.5 \text{ V}_{\text{eff}}$ értékű 1 kHz frekvenciájú szinuszos jelet! Egyidejűleg mérje a ki- és a bemeneti jelet oszcilloszkóp segítségével! Határozza meg a fáziskülönbség mértékét a két jel fáziseltérése alapján!

- A/6. Mérje meg az erősítő kapcsolás bemeneti ellenállását!

Csatlakoztasson a bemenet és az egyenfeszültségű jelforrás közé egy $27 \text{ k}\Omega$ -os (R_3) ellenállást. Adjon az U_2 bemenetre kb. 2 V egyenfeszültséget és egyidejűleg mérje az U_{be} feszültséget is.

$$R_{be} = \frac{U_{be}}{U_2} R_3$$

- B/1. Tervezzon egy invertáló erősítőt a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával, az alábbi feltételekkel:

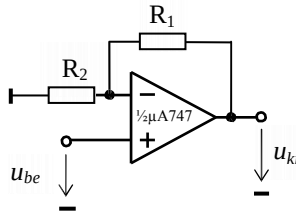
$$R_{be} \in 10 \text{ k}\Omega \text{ és } A_u \approx 2.25$$

- B/2. Állítsa össze a kapcsolást és az A/2-A/6 pontok szerint mérje meg a paramétereket!

B/3. *Jellemezze az erősítő tranziens-átvitelét!*

Adjon az erősítő bemenetére négyszög-alakú, ± 0.4 V amplitúdójú, 20 kHz frekvenciájú jelet! Vizsgálja meg oszcilloszkóppal a kimeneti jel alakját!

3.2 Neminvertáló erősítő kapcsolás



Mérési feladatok:

A/1. *Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékkel!*

$$R_1 = 270 \text{ k}\Omega, R_2 = 27 \text{ k}\Omega$$

A/2. *Végezze el az offset-kiegyenlítést!*

A/3. *Mérje meg a kivezérelhetőség mértékét!*

Csatlakoztassa a ± 5 V tartományban változtatható egyenfeszültség-forrást (szerviz panelen) az erősítő bemenetére! Addig változtassa a bemeneti feszültséget, amíg a kimenet már nem követi lineárisan a bemenet változását! Végezze el a mérést ellenkező polaritású bemeneti feszültség esetén is!

A/4. *Mérje meg az erősítő erősítését!*

Adjon kb. 0.5 V egyenfeszültséget a bemenetre és mérje meg a kimeneti feszültséget! A mért adatok alapján számolással határozza meg az erősítést.

A/5. *Határozza meg a fáziskülönbség mértékét!*

Adjon a funkciógenerátorból az erősítő bemenetére kb. $0.5 V_{\text{eff}}$ értékű 1 kHz frekvenciájú szinuszos jelet! Egyidejűleg mérje a ki- és a bemeneti jelet oszcilloszkóp segítségével! Határozza meg a fáziskülönbség mértékét a két jel fáziseltérése alapján!

B/1. *Tervezzen egy neminvertáló erősítőt a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával, az alábbi feltételekkel:*

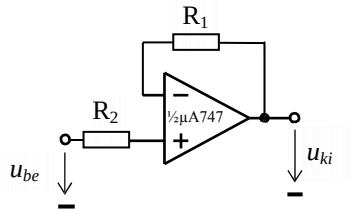
$$R_{be} \leq 1 \text{ M}\Omega, A_u \geq 9 \text{ legyen!}$$

B/2. *Állítsa össze a kapcsolást és az A/2-A/5 pontok szerint mérje meg a paramétereket!*

B/3. *Jellemezze az erősítő tranziens-átvitelét!*

Adjon az erősítő bemenetére ± 0.3 V amplitúdójú, 100 Hz frekvenciájú, négyszög alakú jelet! Vizsgálja meg az oszcilloszkóppal a kimeneti jel alakját. Értelmezze a kapott jelalakokat!

3.3 Egységnyi erősítésű erősítő (feszültségkövető) kapcsolás



Mérési feladatok

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékkel:

$$R_1 = R_2 = 12 \text{ k}\Omega$$

A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Mérje meg az erősítő erősítését!

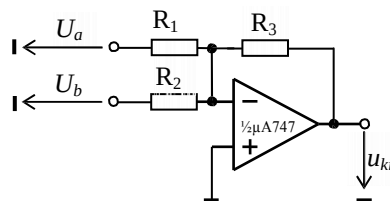
Adjon a +5 V..-5 V tartományban egyenfeszültséget a bemenetre 1V-os lépésekben és mérje meg a kimeneti feszültséget! Ábrázolja a transzfer karakterisztikát!

B/1. Végezze el az A/1-A/3 pont szerint a méréseket!

B/2. Jellemezze a kapcsolás tranziens átvitelét!

Adjon a bemenetre $\pm 2\text{V}$ amplitúdójú, 1 kHz majd 10 kHz frekvenciájú, négyszög alakú jelet és a mérések alapján jellemezze a kapcsolás tranziens átvitelét!

3.4 Invertáló bemenet felől vezérelt összegző erősítő



Mérési feladatok

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékkel:

$$R_1 = R_3 = 27 \text{ k}\Omega, R_2 = 12 \text{ k}\Omega$$

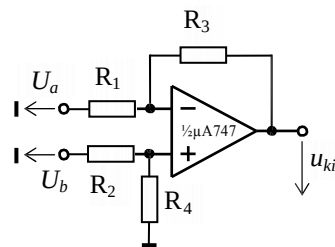
A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Határozza meg, hogy a kimeneti jelben az "a" ill. a "b" bemenet jele mekkora "súlyal" részesedik!

- ☐ Adjon az "a" bemenetre kb. 3V egyenfeszültséget. A "b" bemenetet kösse földre! A kimeneti feszültség méréssel határozza meg az "a" bemenet súlyát!

- f Adjón a "b" bemenetre kb. 3V egyenfeszültséget. Az "a" bemenetet kösse földre! A kimeneti feszültség mérésével határozza meg a "b" bemenet súlyát!
- f Adjón az "a" bemenetre kb. 3V, a "b" bemenetre kb. -4V egyenfeszültséget. Mérje meg a kimeneti feszültségeket! Mérje meg és értelmezze a kapott kimeneti feszültséget, figyelembe véve az előzőleg meghatározott súlyokat!
- A/4. Adjón a "b" bemenetre kb. 1 V_{eff}, 1 kHz-s szinusz alakú jelet, az "a" bemenetre pedig akkora egyenfeszültséget, hogy a kimenet *lűktető egyenfeszültség* legyen (a kimeneti feszültség szinuszosan változik, de nem vált polaritást)! Mérje meg, hogy mekkora egyenfeszültséget kellett az "a" bemenetre adnia ennek az állapotnak az eléréséhez! *Indokolja meg a kapott eredményt!* Figyelje meg, hogy hogyan változik a kimeneti jel alakja, ha a bemeneti feszültséget az "a" ponton -5V...+5V tartományban változtatja! Amennyiben a kimeneti jel alakjában változást tapasztal, azt indokolja meg!
- B/1. Tervezzon egy *neminvertáló összegző erősítőt* a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával, az alábbi feltételekkel:
- $$R_{bea} \varepsilon 10 \text{ k}\Omega, R_{beb} \varepsilon 10 \text{ k}\Omega,$$
- a kimeneti jelben az "a" bemenet 3.7-szer nagyobb súllyal szerepeljen, mint a "b" bemenet. Az "a" bemenet felől nézve az erősítés -10 legyen!
- B/2. Állítsa össze a kapcsolást és *végezze el a méréseket az A/2 és A/4 pontok szerint*. A bemeneti feszültségek $U_a=2 \text{ V}$, $U_b=-3 \text{ V}$ legyenek az A/3 mérés elvégzése során.

3.5 Kivonó erősítő



Mérési feladatok:

- A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:
 $R_1=R_2=12 \text{ k}\Omega, R_3=R_4=27 \text{ k}\Omega$
- A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!
- A/3. Határozza meg a kapcsolás erősítését!
- Adjón az "a" bemenetre +2 V-ot, a "b" bemenetre +3 V-ot. Mérje meg a kimeneti feszültséget és számítsa ki az erősítést!

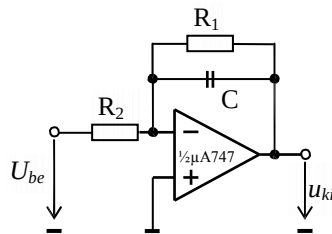
A/4. *Határozza meg a kapcsolás közösmódusú elnyomási tényezőjét!*

Kösse össze a két bemenetet és adjon a közös bemenetre a +5 ... -5 V tartományban egyenfeszültséget 1 V-os lépésenként! *Mérje meg a kimeneti feszültséget és számítással határozza meg a CMRR (KME) értékét!*

B/1. Végezze el a A/1-A/4. feladatokat!

B/2 Iktasson be az R_2 ellenállással sorba egy $R_5 = 1\text{ k}\Omega$ - os ellenállást. *Végezze el az A/4. pont szerinti feladatot!* Milyen változást tapasztal a közösmódusú erősítésnél (a CMRR-nél)?

3.6 Integrátor



Mérési feladatok:

A/1. *Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:*

$$R_1 = 100\text{ k}\Omega, R_2 = 12\text{ k}\Omega, C = 10\text{ nF!}$$

A/2. *Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!*

A/3. *Mérje meg és ábrázolja az amplitúdó-karakterisztikát!*

Adjon az integrátor bemenetére 1 V_{eff} értékű szinuszosan változó jelet a 20Hz...10kHz tartományban (célszerűen először a 20, 50, 100, 200, 500 Hz, 1, 2, 5, 10 kHz frekvenciákon végezze el a mérést, majd ahol eltérést tapasztal az ideális integrátor karakterisztikájától, ott sűrítse a mérési pontokat)! Ábrázolja az amplitúdó-karakterisztikát! Jelölje be azt a tartományt, amelyben a kapcsolás integrátorként használható! A karakterisztika alapján határozza meg az *integrálási időállandót!* A kapcsolási rajz alapján számítással *ellenőrizze a kapott érték helyességét!*

A/4. *Határozza meg a kapcsolás tranziens átvitelét!*

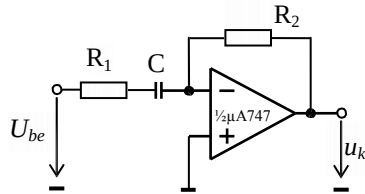
Adjon az integrátor bemenetére $\pm 1\text{ V}$ amplitúdójú négyszögjelet (ügyeljünk rá, hogy a lineáris középpérték kb. 0V legyen), amelynek frekvenciája 130 Hz; 1.3 kHz; 5 kHz legyen! Rajzolja le és *értelmezze a kimeneti jelalakokat!*

A/5. *Határozza meg a fáziseltérés mértékét!*

Adjon az integrátor bemenetére az integrálási időállandónak megfelelő frekvenciájú szinuszosan változó 1 V_{eff} értékű jelet! *Mérje meg oszcilloszkóppal a ki- és bemeneti jel közötti fáziseltérést!*

- B/1. Tervezzen az adott elemkészlet felhasználásával
 $\tau = 40,5 \text{ } \mu\text{s}$ időállandójú, $A_u(\text{DC}) = -10$ erősítésű *integrátort*!
- B/2. Végezze el a mérést az A/2-A/5. pontok szerint!

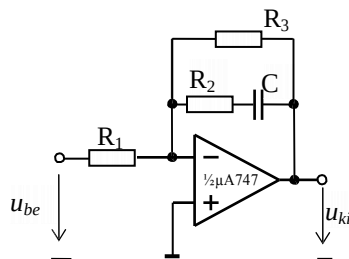
3.7 Differenciátor



Mérési feladatok:

- A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:
 $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$, $C = 1.5 \text{ nF}$!
- A/2. Határozza meg az amplitúdó-karakteristikát és a differenciálás időállandóját!
 Adjon a bemenetre 10 Hz...20 kHz frekvencia-tartományban (10, 20, 50, 100, 200, 500 Hz, 1, 2, 5, 10, 20 kHz) 1 V_{eff} értékű szinuszosan változó jelet! Mérje meg kimeneti jeleket! Ábrázolja az amplitúdó-karakteristikát! A karakterisztika alapján *határozza meg a differenciálás időállandóját*! Ellenőrizze a mért érték helyességét számolással!
- A/3. Határozza meg a kapcsolat tranziens átvitelét!
 Adjon a kapcsolat bemenetére $\pm 1\text{V}$ amplitúdójú 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz frekvenciájú négyszög alakú jelet! Rajzolja le és értelmezze a kimeneti jelalakokat!
- B/1. Tervezzen differenciátort a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával az alábbi paraméterekre:
 $\tau_D = 0,27 \text{ ms}$, erősítés $= -10$ (az $f > 10 \cdot f_D$ frekvenciákon). B/2. Állítsa össze a kapcsolást és végezze el az A/2-A/3 feladatokat!
- B/3 Számítsa ki és mérje meg a bemeneti impedanciát 1 kHz frekvencián ($R_m = 100 \text{ k}\Omega$)!

3.8 PI-alaptag



Megjegyzés: Az R_3 ellenállás nem része a PI-kapcsolásoknak, kizárólag mérés technikai célból került beiktatásra.

Mérési feladatok:

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:

$$R_1=8,2 \text{ k}\Omega, R_2=12 \text{ k}\Omega, C=10 \text{ nF}, R_3=270 \text{ k}\Omega$$

A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Határozza meg az amplitúdó-karakterisztikát!

Adjon a bemenetre a 100Hz...20kHz tartományban $0,5 V_{\text{eff}}$ értékű szinuszosan változó jelet! Mérje meg a kimeneti jeleket! Ábrázolja az amplitúdó-karakterisztikát! A karakterisztika alapján határozza meg az arányos- és az integráló tartományt.

A/4. Határozza meg a tranziens átvitelt!

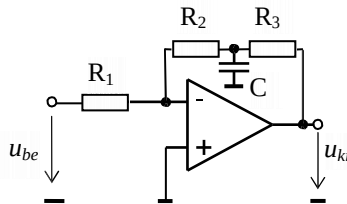
Adjon a bemenetre 100 Hz, 1 és 10 kHz frekvenciájú, $\pm 0,5 \text{ V}$ amplitúdójú négyszög alakú jelet, amelynek egyen-komponense 0 V! Ábrázolja a jelalakokat és értelmezze azokat!

B/1. Tervezen egy PI-alaptagot az alábbi feltételekkel:

az arányossági tényező (P) = 20 dB, a P- és az I tartomány határa kb. 2.8 kHz.

B/2. Végezze el az A/2-A/4. pontok szerinti feladatokat!

3.9 PD-alaptag



Mérési feladatok:

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:

$$R_1 = 12 \text{ k}\Omega, R_2=R_3=27 \text{ k}\Omega, R_4 = 12 \text{ k}\Omega, C = 10 \text{ nF}$$

A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Határozza meg az átviteli karakterisztikát!

Adjon a bemenetre az 50Hz..5 kHz frekvencia tartományban $0,2 V_{\text{eff}}$ értékű, szinuszosan változó jelet! Mérje meg a kimeneti feszültséget és ábrázolja az átviteli karakterisztikát! A karakterisztika alapján határozza meg a P és a D tartomány határát!

A/4. Határozza meg a tranziens átvitelt!

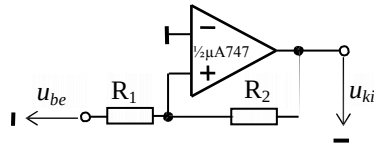
Adjon a bemenetre kb. $\pm 0,5 \text{ V}$ amplitúdójú 100 Hz és 1 kHz frekvenciájú négyszögjelet! Rajzolja le a kimeneti jelalakokat és magyarázza meg a jelalakok eltérésének okait!

B/1. Tervezen PD alaptagot a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával:

$$t_D = 0,13 \text{ ms}, \text{ az arányos rész erősítése: } 13 \text{ dB.}$$

B/2. Állítsa össze a kapcsolást és végezze el az A/2-A/4. pontok szerinti feladatokat!

3.10 Neminvertáló bemenetről vezérelt komparátor



Mérési feladatok:

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:

$$R_1 = 12 \text{ k}\Omega, R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

A/2. Határozza meg a komparátor transzfer karakterisztikáját!

Adjon a komparátor bemenetére a +5 ... -5 V tartományban egyenfeszültséget 0,5 V-os lépésközzel! (A billenési pontok környékén növelje a mérési pontok számát!) Mérje a kimeneti feszültséget! Ábrázolja a komparátor transzfer karakterisztikáját és határozza meg a hiszterézis tartomány nagyságát!

B/1. Végezze el az A/1-A/2 pontok szerinti feladatokat!

B/2. Határozza meg a transzfer karakterisztikát oszcilloszkóppal!

Iktasson be egy 10kΩ-os potenciométert (a szervizpanelen található) az R_1 és R_2 ellenállások közé! Az invertáló bemenetet kösse a $\pm 5\text{V}$ feszültségű tápegység kimenetére (a szervizpanelen található)! Adjon a kapcsolás bemenetére $\pm 4\text{ V}$ amplitúdójú, kb. 500 Hz-es háromszög-alakú jelet. Csatlakoztassa a kimeneti jelet az oszcilloszkóp A bemenetére, a bemeneti jelet a B bemenetre!

- Az oszcilloszkóp X-Y üzemmódjában rajzoltassa ki a transzfer karakterisztikát!
- Határozza meg a billenési pontokat és a hiszterézis tartomány nagyságát az oszcilloszkóp segítségével!
- Mérje meg, hogy a 10kΩ-os potenciométer állításával a hiszterézis tartomány hogyan változik!
- Mérje meg, hogy a $\pm 5\text{V}$ -os tartományban állítva a feszültséget a referencia pont hogyan változik!

4. A FELKÉSZÜLÉSHEZ AJÁNLOTT IRODALOM

Magyar nyelven:

- [1] Dr. Kovács Ernő: Elektronika előadás jegyzetek (Elektronika III.) 2003.
- [2] Tietze-Schenk: Analóg és digitális áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, 1990.
- [3] Herpy: Analóg integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, 1973
- [4] Sheperd: Műveleti erősítők, Műszaki Könyvkiadó, 1985
- [5] Herpy-Barka: Aktív RC szűrők, Akadémiai Kiadó, 1985

Idegen nyelven

- [6] Millmann: Microelectronics, McGraw-Hill, 1992
 - [7] Winzer: Linear Integrated Circuits, Saunders College Publishing, 1992
 - [8] Savant-Roden-Carpenter: Electronic Design, Benjamin/Cummings Publishing, 1991.
-

MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR
ELEKTROTECHNIKAI- ELEKTRONIKAI INTÉZET

Tantárgyi dosszié

Tárgy: ELEKTRONIKUS MÉRÉSEK
Tárgyjegyző: Szabó Norbert mesteroktató
Szak: Villamosmérnöki BSc Alapszak

Tárgykód: GEVEE510BL
félév: 5.
Szak: (BSc)
Szakirány: közös tárgy
előadás, gyakorlat: 0+8g
Kredit: 2 kredit
ETF: GEVEE508BL és GEVEE509BL

a) Tantárgyprogram

Gyakorlatok ütemterve

Hét	1. csoport	2. csoport
	Laboratóriumi rend és balesetvédelmi oktatás, csoportbeosztás, követelmények ismertetése	
4 (40)	Elektronikai alpmérések: Tranzisztoros kapcsolások	Számítógépes adatgyűjtő kártya analóg kimenetének használata, mérések érzékelőkkel
9 (45)	Számítógépes adatgyűjtő kártya analóg kimenetének használata, mérések érzékelőkkel	Elektronikai alpmérések: Műveleti erősítő kapcsolások
14. (50)	Pótmérés	Pótmérés

b) Ajánlott irodalom:

- 1, Zoltán István: Méréstechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997.
- 2, Horváth Elek: Méréstechnika, KKMf-1161. 1997.
- 3, Uray V. – dr. Szabó Sz.: Elektrotechnika, Tankönyvkiadó Bp. 1981.

c) Félévi követelmények:

A tantárgy lezárásának módja:

aláírás, gyakorlati jegy

Félév elismerésének módja:

Az aláírás megszerzésének feltétele: A félév során mind a műszeres mérések, mind a számítógépes mérések részről elégséges szint (20-20 pont) elérése, illetve a balesetvédelmi oktatáson való részvétel.
A gyakorlatok látogatása kötelező.

Végleges aláírás megtagadás:

Aki kettőnél több feladatot nem ad be vagy 30%-nál többet hiányzik a gyakorlatokról félév során, az végleges aláírás megtagadásban részesül, ami nem pótolható.

A félévi tevékenység értékelése

A) Műszeres mérések:

A mérési sorozat végén egy-egy jegyzőkönyvet kell készíteni, amelyet a mérések befejezését követő 1 héten belül kell benyújtani értékelésre az oktatónak. A jegyzőkönyvekre összesen 40 pont kapható. Megfelelő a mérés, ha feladatonként legalább eléri a 50%-ot, tehát összességében eléri a min. 20 pontot a hallgató. A jegyzőkönyv beadása esetén minden megkezdett hét késés 5 pont levonást eredményez.

B) Számítógéppel támogatott mérések:

Három különböző, számítógéppel támogatott mérési feladatot kell megoldani Labview környezetben. Hallgatótól elvárt a kiadott anyag alapján az órára való felkészülés. A kiadott feladatok megoldását és

az órai munkát a félév során az oktató 0-40 pontos skálán értékeli. Megfelelő a mérés, ha feladatonként legalább eléri a 50%-ot, tehát összességében eléri a min. 20 pontot a hallgató. Hiányzás 0 pontnak felel meg.

A gyakorlati jegy meghatározása

Az elérhető maximális pontszám $40+40=80$ pont

Elégtelen a műszeres mérés, ha a jegyzőkönyv nem megfelelő.

Elégtelen a számítógépes mérés, ha valamelyik feladat nem megfelelő minősítésű.

A gyakorlati jegy csak akkor nem elégtelen, ha mindkét részből elérte az elégséges szintet.

Elégséges 40 - 49 pont

Közepes 50 - 59 pont

Jó 60 - 69 pont

Jeles 70 - 80 pont

Pótlások

*Pótolni csak a nem megfelelőre minősített feladatot vagy mérést lehet. A félév során –az utolsó oktatási héten- egy alkalommal van lehetőség pótlásra. **Pótolni vagy egy műszeres mérést vagy egy számítógépes mérést lehet.** A nem megfelelő jegyzőkönyv a hibák kijavításával a szorgalmi időszak végéig pótolható.*

Aláírás és gyakorlati jegy pótlása

*Pótolni csak a nem megfelelőre minősített számítógépes feladatot vagy műszeres mérést lehet. Ha a jegyzőkönyv volt nem megfelelő minősítésű, akkor azt a vizsgaidőszak első hetében pótolni lehet. A vizsgaidőszakban **nincs lehetőség mérési gyakorlat pótlására!***

d) Mérési feladatkiírások:

LabVIEW feladat (minta)

Készítsen olyan programot, amely képes lemérni és megjeleníteni nyolc különböző analóg csatorna bemenő jelét. Amelyeket Amp-Idő függvényben a mérés után ábrázol is. Lehesse az egyes jeleket kiválasztani és külön grafikonon csak a felhasználó által kiválasztott jeleket megjeleníteni.

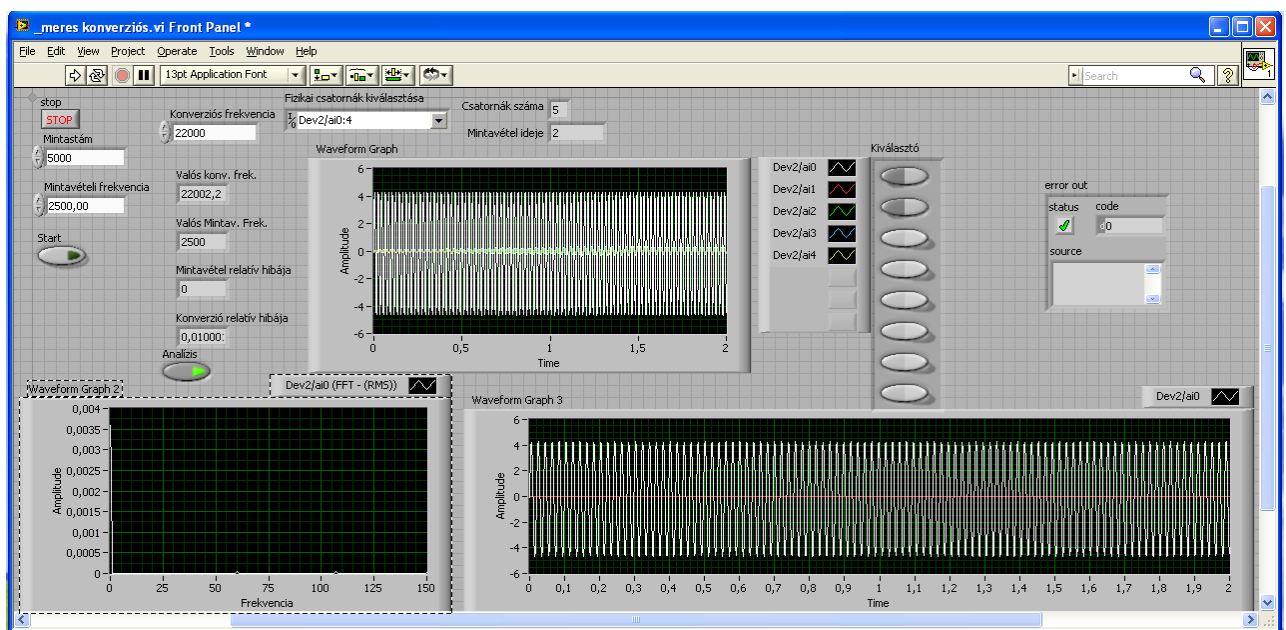
Lehesse állítani a mintavételi frekvenciát és a mintaszámot. Kezelje az esetleges felmerülő hibákat!

A bemenő adatokat limitálja a mérőkártya lehetőségeinek megfelelően. A mintaszám értékét 3-100000 között lehessen változtani. Legyen lehetőség, bármilyen számérték megadására ezen határok között.

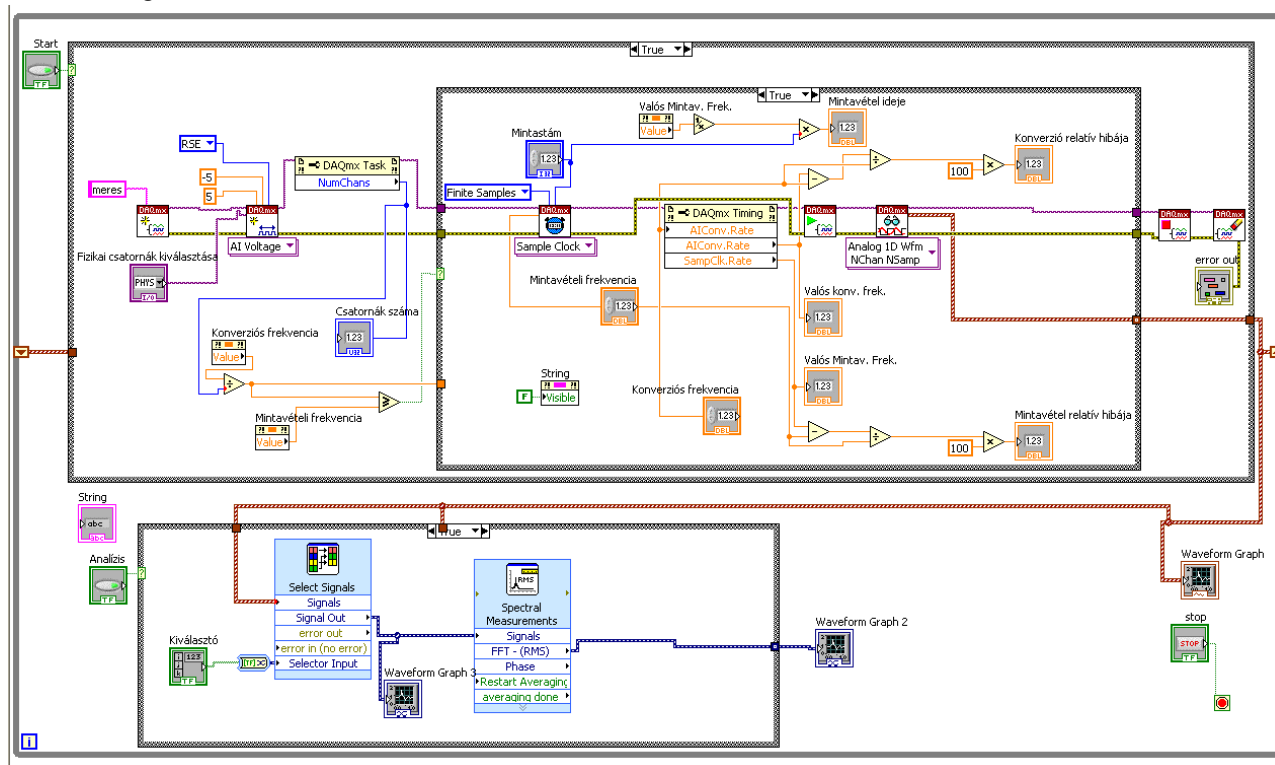
Csak a kiválasztott jelekre végezze el a program az FFT analízist (Amp-frekvencia függvényében).

Ki lehessen kapcsolni az FFT analízist illetve az egyes csatornákat.

Legyen a programból kilépési lehetőség (STOP gomb).



A feladat megoldása:



Lineáris elmozdulás érzékelő

(5 pont)

A méréshez szükséges eszközök:

LT100M-Q21-LIOX3-H1141 lineáris pozíció érzékelő

Próbapanel

Mérőellenállás (a mérést végző személy méretezi)

Digitális multiméter

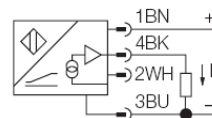
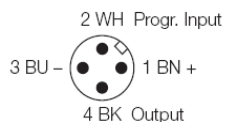
Számítógépes mérőrendszer (PC, mérésadatgyűjtő kártya, LabView)

Az érzékelő adatai:

Tápfeszültség értéke: 10...30V DC

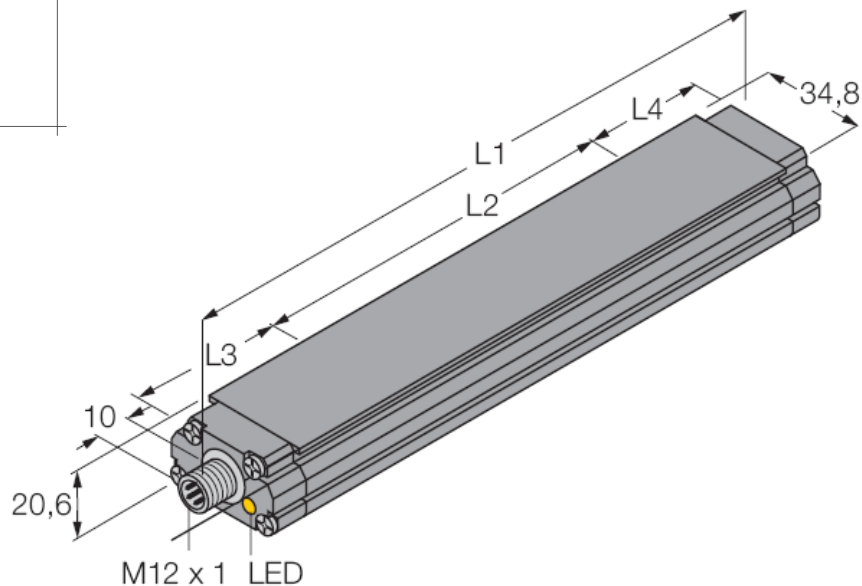
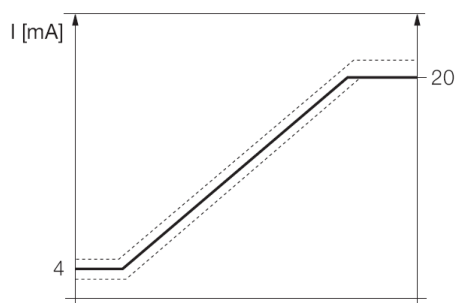
Mérési tartomány (L2): 100 mm

Kimeneti jel (fekete): 4-20 mA



Feladat:

1. Számolja ki a kimeneti mérőellenállás értékét, és ezzel állítsa össze a kapcsolást.
A mérést a mérésvezetővel ellenőriztesse le. Figyelem, **csak az oktató kapcsolhatja be** a mérést!!!
A kimeneti feszültséget digitális multiméterrel ellenőrizze.
2. Kapcsolja a mérendő mennyiséget az adatgyűjtő kártya 0. csatornájára.
3. Készítsen olyan mérőprogramot, amellyel a távolságot digitális formában on-line ki lehet jeleztetni. (Az alábbi diagram mutatja az L2-vel jelölt szakasz mentén a kimeneten áram értékeit.)



Lézeres távolságmérés

(5 pont)

A méréshez szükséges eszközök:

LG10 típusú lézeres távolságmérő
Próbapanel
Mérőellenállás (a mérést végző személy méretezi)
Egyenfeszültségű tápegység
Digitális multiméter
Számítógépes mérőrendszer (PC, mérésadatgyűjtő kártya, LabView, labwindows/CVI)

A lézeres érzékelő adatlapja, kapcsolása az érzékelő oldalán található.

Az érzékelő jelenlegi beállítása:

Mérési tartomány: 0 – 50 mm
Kimeneti jel: 4-20 mA
Sebesség: közepes

Feladat:

1. Számolja ki a kimeneti mérőellenállás értékét, és ezzel állítsa össze a kapcsolást.
A mérést a mérésvezetővel ellenőriztesse le. Figyelem, **csak az oktató kapcsolhatja be** a mérést!!!
A kimeneti feszültséget digitális multiméterrel ellenőrizze.
2. Kapcsolja a mérendő mennyiséget az adatgyűjtő kártya 0. csatornájára.
3. Készítsen olyan mérőprogramot, amellyel a mérendő tárgy távolságát az érzékelőtől digitális formában on-line ki lehet jeleztetni.
4. Jelezze a program egy LED felgyulladásával, ha az érzékelő az érzékelési tartományon kívül van.
5. Plussz feladat: Készítsen a rendelkezésre álló modell felhasználásával egy ütésmérésre alkalmas rendszert.

Hőmérsékletmérés

(pont)

A méréshez szükséges eszközök:

Pt100 típusú hőmérsékletérzékelő
TMM45 típusú átalakító
Próbapanel
Mérőellenállás (a mérést végző személy méretezi)
Digitális multiméter
Számítógépes mérőrendszer (PC, mérésadatgyűjtő kártya, LabView)

A mérőátalakító jelenlegi beállítása:

Mérési tartomány: 0 – 50 °C
Kimeneti jel: 0-20 mA

Feladat:

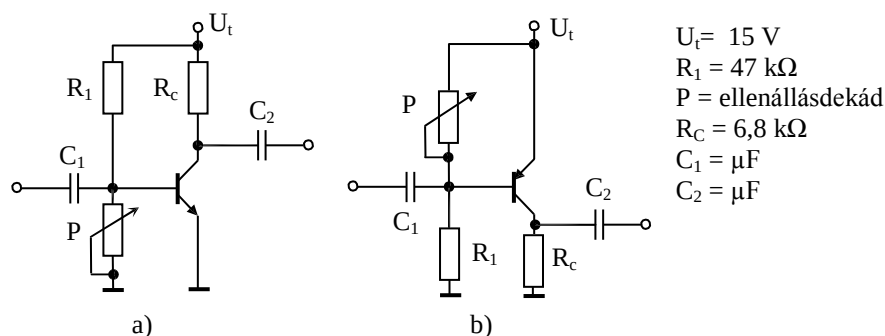
1. Számolja ki a kimeneti mérőellenállás értékét, és ezzel állítsa össze a kapcsolást.
A mérést a mérésvezetővel ellenőriztesse le. Figyelem, **csak az oktató kapcsolhatja be** a mérést!!!
A kimeneti feszültséget digitális multiméterrel ellenőrizze.
2. Kapcsolja a mérendő mennyiséget az adatgyűjtő kártya 0. csatornájára.
3. Készítsen olyan mérőprogramot, amellyel a hőmérsékletet digitális formában on-line ki lehet jeleztetni.
4. Jelezzze a program egy LED felgyulladásával, ha az érzékelő az érzékelési tartományon kívül van.

A mérőátalakító kapcsolása:

L1 (L+) - N (L-) kapcsolókra a 230 V tápfeszültséget kötjük.
13 – 14 kapcsolókra az érzékelőt kötjük.
31 – 32 kimeneti áramjel
12 – 13 kapcsolokat rövidre zárjuk.

1.3. Mérés feladatok

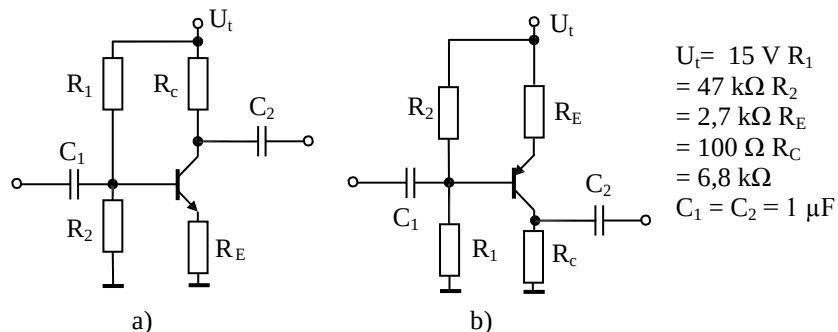
1.3.1. FE kapcsolás bázisosztós munkapont-beállítással



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Állítson P ellenállásdekáddal $U_C \approx 5,0\text{ V}$ kollektor feszültséget!
3. Mérje meg a munkaponti feszültségeket!
4. Mérje meg a kapcsolás kivezérelhetőségét 1 kHz -en!
5. Mérje meg az erősítést 1 kHz -en!

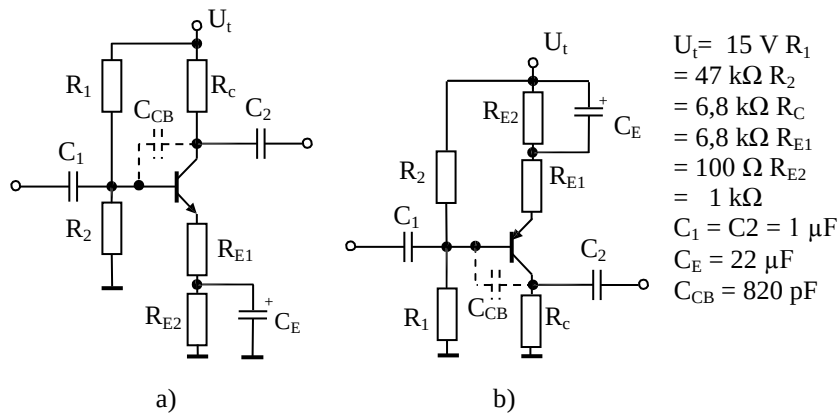
1.3.2. FE kapcsolás negatív visszacsatolással az emitteren



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti feszültség értékeket!
3. Mérje meg a maximális kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz -en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást. ($R_m = 2,7\text{ k}\Omega$)!
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást. ($R_t = 6,8\text{ k}\Omega$)!

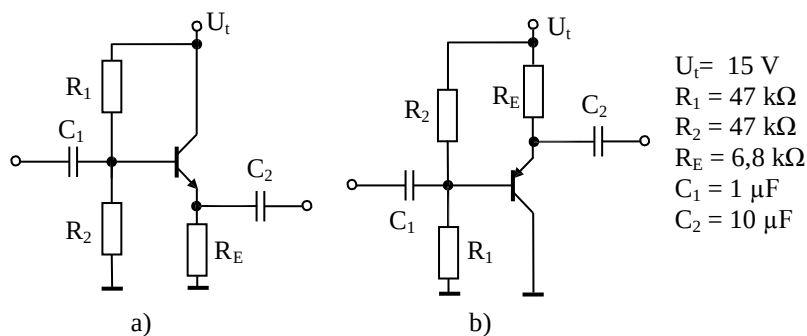
1.3.3. FE kapcsolás negatív visszacsatolással, osztott emitter-ellenállással



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti feszültség értékeit!
3. Mérje meg a maximális kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8\text{ k}\Omega$)
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 6,8\text{ k}\Omega$)
7. Mérje meg és ábrázolja az amplitúdó átviteli karakterisztikát!
8. Vegye le a C_E kondenzátort az R_{E2} ellenállásról! Végezze el az 2.-7. pontok szerinti méréseket! Vizsgálja meg, hogy mi változott és értelmezze a változásokat!
9. Helyezze vissza a C_E kondenzátort és iktasson be a tranzisztor bázis-kollektora közé egy C_{CB} kondenzátort. Végezze el a 7. pont szerinti mérést! Mi változott és miért?

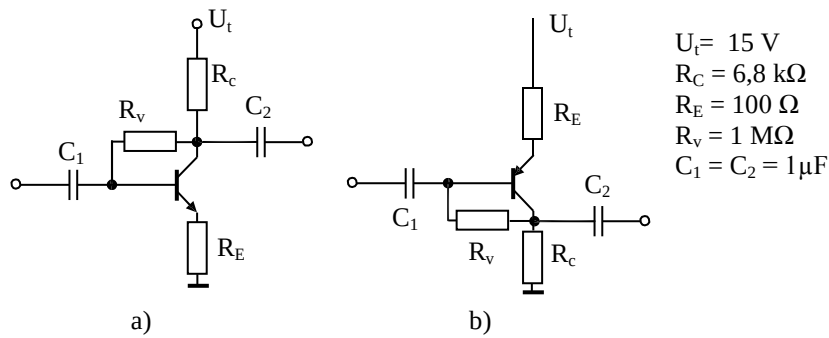
1.3.4. FC kapcsolás



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti feszültség értékeit!
3. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
4. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8\text{ k}\Omega$)
5. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 1\text{ k}\Omega$)

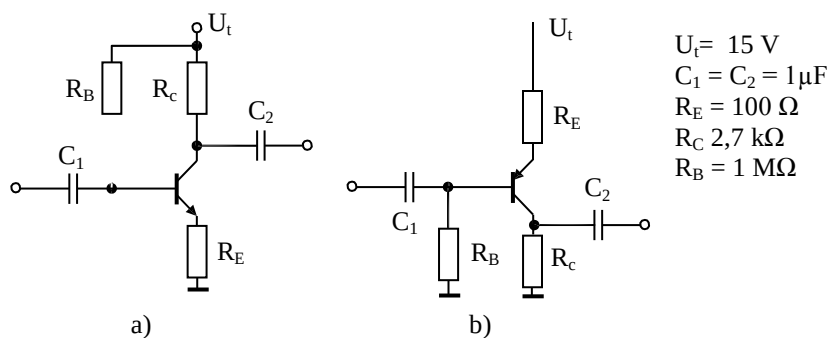
1.3.5. Munkapont-beállítás kollektorról-egyenáramú visszacsatolással



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti adatokat!
3. Mérje meg az kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8 \text{ k}\Omega$)
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 6,8 \text{ k}\Omega$)

1.3.6. Munkapont-beállítás bázisárammal



Mérési feladatok:

1. Állítsa össze az a) vagy a b) ábra szerinti kapcsolást (a mérésvezető utasítása alapján)!
2. Mérje meg a munkaponti adatokat!
3. Mérje meg az kivezérelhetőséget!
4. Mérje meg az erősítést 1 kHz-en!
5. Mérje meg a bemeneti ellenállást! ($R_m = 6,8 \text{ k}\Omega$)
6. Mérje meg a kimeneti ellenállást! ($R_t = 2,7 \text{ k}\Omega$)

1.4. Irodalomjegyzék

Kötelező irodalom:

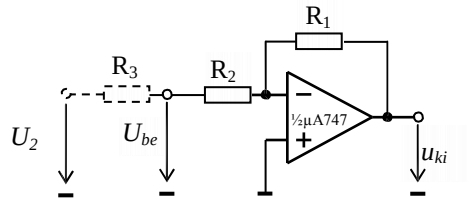
Dr. Kovács Ernő Elektronika I. <http://nw.elektro.uni-miskolc.hu/~kovacs/oktatas.html>

Ajánlott irodalom:

- [1] Schnell: Jelek és rendszerek mérés technikája, Műszaki Könyvkiadó, 1985.
- [2] U.Tietze-Ch.Schenk: Analóg és digitális áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, 1991.
- [3] Millman,J-Grabel,A: Microelectronics, McGraw-Hill Int. Publ., 1987.
- [4] Seymour,J: Electronic devices and components, Pitman Publ., 1981.
- [5] Savant-Roden-Carpenter: Electronic Design, The Benjamin-Cummings Publ. 1991.
- [6] Hainzmann-Varga-Zoltai: Elektronikus áramkörök, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2000.

3. MÉRÉSI FELADATOK

3.1 Invertáló erősítő kapcsolás



Mérési feladatok:

- A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel (R_3 ellenállást a mérés jelenlegi szakaszában nem kell beiktatni)!

$$R_1 = 270 \text{ k}\Omega, R_2 = 27 \text{ k}\Omega$$

- A/2. Végezze el az offset-kiegyenlítést!

- A/3. Mérje meg a kivezérelhetőség mértékét!

Csatlakoztassa a $\pm 5 \text{ V}$ tartományban változtatható egyenfeszültség-forrást (szerviz panelen) az erősítő bemenetére! Addig változtassa a bemeneti feszültséget, amíg a kimenet már nem követi lineárisan a bemenet változását! Végezze el a mérést ellenkező polaritású bemeneti feszültség esetén is!

- A/4. Mérje meg az erősítő erősítését!

Adjon kb. 1 V egyenfeszültséget a bemenetre és mérje meg a kimeneti feszültséget! A mért adatok alapján számolással határozza meg az erősítést.

- A/5. Határozza meg a fáziskülönbség mértékét!

Adjon a funkciógenerátorból az erősítő bemenetére kb. $0.5 \text{ V}_{\text{eff}}$ értékű 1 kHz frekvenciájú szinuszos jelet! Egyidejűleg mérje a ki- és a bemeneti jelet oszcilloszkóp segítségével! Határozza meg a fáziskülönbség mértékét a két jel fáziseltérése alapján!

- A/6. Mérje meg az erősítő kapcsolás bemeneti ellenállását!

Csatlakoztasson a bemenet és az egyenfeszültségű jelforrás közé egy $27 \text{ k}\Omega$ -os (R_3) ellenállást. Adjon az U_2 bemenetre kb. 2 V egyenfeszültséget és egyidejűleg mérje az U_{be} feszültséget is.

$$R_{be} = \frac{U_{be}}{U_2} R_3$$

- B/1. Tervezzon egy invertáló erősítőt a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával, az alábbi feltételekkel:

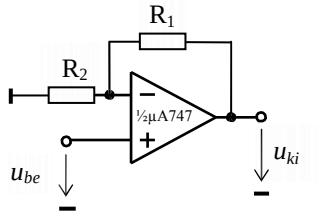
$$R_{be} \in 10 \text{ k}\Omega \text{ és } A_u \approx 2.25$$

- B/2. Állítsa össze a kapcsolást és az A/2-A/6 pontok szerint mérje meg a paramétereket!

B/3. *Jellemezze az erősítő tranziens-átvitelét!*

Adjon az erősítő bemenetére négyszög-alakú, ± 0.4 V amplitúdójú, 20 kHz frekvenciájú jelet! Vizsgálja meg oszcilloszkóppal a kimeneti jel alakját!

3.2 Neminvertáló erősítő kapcsolás



Mérési feladatok:

A/1. *Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékkel!*

$$R_1 = 270 \text{ k}\Omega, R_2 = 27 \text{ k}\Omega$$

A/2. *Végezze el az offset-kiegyenlítést!*

A/3. *Mérje meg a kivezérelhetőség mértékét!*

Csatlakoztassa a ± 5 V tartományban változtatható egyenfeszültség-forrást (szerviz panelen) az erősítő bemenetére! Addig változtassa a bemeneti feszültséget, amíg a kimenet már nem követi lineárisan a bemenet változását! Végezze el a mérést ellenkező polaritású bemeneti feszültség esetén is!

A/4. *Mérje meg az erősítő erősítését!*

Adjon kb. 0.5 V egyenfeszültséget a bemenetre és mérje meg a kimeneti feszültséget! A mért adatok alapján számolással határozza meg az erősítést.

A/5. *Határozza meg a fáziskülönbség mértékét!*

Adjon a funkciógenerátorból az erősítő bemenetére kb. $0.5 V_{\text{eff}}$ értékű 1 kHz frekvenciájú szinuszos jelet! Egyidejűleg mérje a ki- és a bemeneti jelet oszcilloszkóp segítségével! Határozza meg a fáziskülönbség mértékét a két jel fáziseltérése alapján!

B/1. *Tervezzen egy neminvertáló erősítőt a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával, az alábbi feltételekkel:*

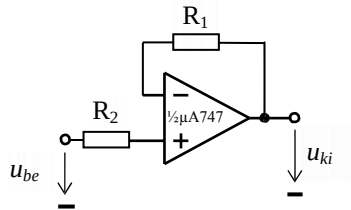
$$R_{be} \leq 1 \text{ M}\Omega, A_u \geq 9 \text{ legyen!}$$

B/2. *Állítsa össze a kapcsolást és az A/2-A/5 pontok szerint mérje meg a paramétereket!*

B/3. *Jellemezze az erősítő tranziens-átvitelét!*

Adjon az erősítő bemenetére ± 0.3 V amplitúdójú, 100 Hz frekvenciájú, négyszög alakú jelet! Vizsgálja meg az oszcilloszkóppal a kimeneti jel alakját. Értelmezze a kapott jelalakokat!

3.3 Egységnyi erősítésű erősítő (feszültségkövető) kapcsolás



Mérési feladatok

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékkel:

$$R_1 = R_2 = 12 \text{ k}\Omega$$

A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Mérje meg az erősítő erősítését!

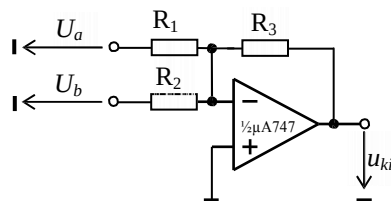
Adjon a +5 V..-5 V tartományban egyenfeszültséget a bemenetre 1V-os lépésekben és mérje meg a kimeneti feszültséget! Ábrázolja a transzfer karakterisztikát!

B/1. Végezze el az A/1-A/3 pont szerint a méréseket!

B/2. Jellemezze a kapcsolás tranziens átvitelét!

Adjon a bemenetre $\pm 2\text{V}$ amplitúdójú, 1 kHz majd 10 kHz frekvenciájú, négyszög alakú jelet és a mérések alapján jellemezze a kapcsolás tranziens átvitelét!

3.4 Invertáló bemenet felől vezérelt összegző erősítő



Mérési feladatok

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékkel:

$$R_1 = R_3 = 27 \text{ k}\Omega, R_2 = 12 \text{ k}\Omega$$

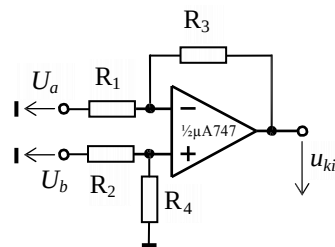
A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Határozza meg, hogy a kimeneti jelben az "a" ill. a "b" bemenet jele mekkora "súlyal" részesedik!

- ☐ Adjon az "a" bemenetre kb. 3V egyenfeszültséget. A "b" bemenetet kösse földre! A kimeneti feszültség mérésevel határozza meg az "a" bemenet súlyát!

- f Adjón a "b" bemenetre kb. 3V egyenfeszültséget. Az "a" bemenetet kösse földre! A kimeneti feszültség mérésével határozza meg a "b" bemenet súlyát!
- f Adjón az "a" bemenetre kb. 3V, a "b" bemenetre kb. -4V egyenfeszültséget. Mérje meg a kimeneti feszültségeket! Mérje meg és értelmezze a kapott kimeneti feszültséget, figyelembe véve az előzőleg meghatározott súlyokat!
- A/4. Adjón a "b" bemenetre kb. 1 V_{eff}, 1 kHz-s szinusz alakú jelet, az "a" bemenetre pedig akkora egyenfeszültséget, hogy a kimenet *lűktető egyenfeszültség* legyen (a kimeneti feszültség szinuszosan változik, de nem vált polaritást)! Mérje meg, hogy mekkora egyenfeszültséget kellett az "a" bemenetre adnia ennek az állapotnak az eléréséhez! *Indokolja meg a kapott eredményt!* Figyelje meg, hogy hogyan változik a kimeneti jel alakja, ha a bemeneti feszültséget az "a" ponton -5V...+5V tartományban változtatja! Amennyiben a kimeneti jel alakjában változást tapasztal, azt indokolja meg!
- B/1. Tervezzon egy *neminvertáló összegző erősítőt* a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával, az alábbi feltételekkel:
- $$R_{bea} \varepsilon 10 \text{ k}\Omega, R_{beb} \varepsilon 10 \text{ k}\Omega,$$
- a kimeneti jelben az "a" bemenet 3.7-szer nagyobb súllyal szerepeljen, mint a "b" bemenet. Az "a" bemenet felől nézve az erősítés -10 legyen!
- B/2. Állítsa össze a kapcsolást és *végezze el a méréseket az A/2 és A/4 pontok szerint*. A bemeneti feszültségek $U_a=2 \text{ V}$, $U_b=-3 \text{ V}$ legyenek az A/3 mérés elvégzése során.

3.5 Kivonó erősítő



Mérési feladatok:

- A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:
 $R_1=R_2=12 \text{ k}\Omega, R_3=R_4=27 \text{ k}\Omega$!
- A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!
- A/3. Határozza meg a kapcsolás erősítését!
- Adjón az "a" bemenetre +2 V-ot, a "b" bemenetre +3 V-ot. Mérje meg a kimeneti feszültséget és számítsa ki az erősítést!

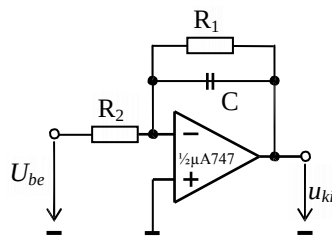
A/4. *Határozza meg a kapcsolás közösmódusú elnyomási tényezőjét!*

Kösse össze a két bemenetet és adjon a közös bemenetre a +5 ... -5 V tartományban egyenfeszültséget 1 V-os lépésenként! *Mérje meg a kimeneti feszültséget és számítással határozza meg a CMRR (KME) értékét!*

B/1. Végezze el a A/1-A/4. feladatokat!

B/2 Iktasson be az R_2 ellenállással sorba egy $R_5 = 1\text{ k}\Omega$ - os ellenállást. *Végezze el az A/4. pont szerinti feladatot!* Milyen változást tapasztal a közösmódusú erősítésnél (a CMRR-nél)?

3.6 Integrátor



Mérési feladatok:

A/1. *Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:*

$$R_1 = 100\text{ k}\Omega, R_2 = 12\text{ k}\Omega, C = 10\text{ nF!}$$

A/2. *Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!*

A/3. *Mérje meg és ábrázolja az amplitúdó-karakterisztikát!*

Adjon az integrátor bemenetére 1 V_{eff} értékű szinuszosan változó jelet a 20Hz...10kHz tartományban (célszerűen először a 20, 50, 100, 200, 500 Hz, 1, 2, 5, 10 kHz frekvenciákon végezze el a mérést, majd ahol eltérést tapasztal az ideális integrátor karakterisztikájától, ott sűrítse a mérési pontokat)! Ábrázolja az amplitúdó-karakterisztikát! Jelölje be azt a tartományt, amelyben a kapcsolás integrátorként használható! A karakterisztika alapján határozza meg az *integrálási időállandót!* A kapcsolási rajz alapján számítással *ellenőrizze a kapott érték helyességét!*

A/4. *Határozza meg a kapcsolás tranziens átvitelét!*

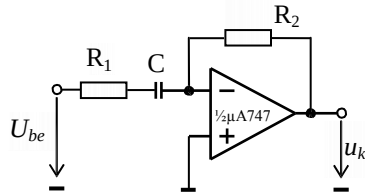
Adjon az integrátor bemenetére $\pm 1\text{ V}$ amplitúdójú négyszögjelet (ügyeljünk rá, hogy a lineáris középpérték kb. 0V legyen), amelynek frekvenciája 130 Hz; 1.3 kHz; 5 kHz legyen! Rajzolja le és *értelmezze a kimeneti jelalakokat!*

A/5. *Határozza meg a fáziseltérés mértékét!*

Adjon az integrátor bemenetére az integrálási időállandónak megfelelő frekvenciájú szinuszosan változó 1 V_{eff} értékű jelet! *Mérje meg oszcilloszkóppal a ki- és bemeneti jel közötti fáziseltérést!*

- B/1. Tervezzen az adott elemkészlet felhasználásával
 $|T| = 40,5 \text{ s}$ időállandójú, $A_u(\text{DC}) = -10$ erősítésű *integrátort*!
- B/2. Végezze el a mérést az A/2-A/5. pontok szerint!

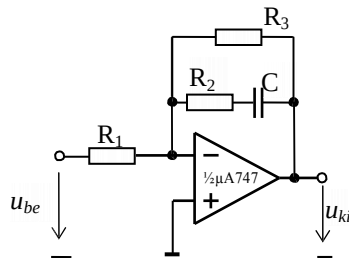
3.7 Differenciátor



Mérési feladatok:

- A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:
 $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$, $C = 1.5 \text{ nF}$!
- A/2. Határozza meg az amplitúdó-karakterisztikát és a differenciálás időállandóját!
 Adjon a bemenetre 10 Hz...20 kHz frekvencia-tartományban (10, 20, 50, 100, 200, 500 Hz, 1, 2, 5, 10, 20 kHz) 1 V_{eff} értékű szinuszosan változó jelet! Mérje meg kimeneti jeleket! Ábrázolja az amplitúdó-karakterisztikát! A karakterisztika alapján *határozza meg a differenciálás időállandóját*! Ellenőrizze a mért érték helyességét számolással!
- A/3. Határozza meg a kapcsolás tranziens átvitelét!
 Adjon a kapcsolás bemenetére $\pm 1\text{V}$ amplitúdójú 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz frekvenciájú négyszög alakú jelet! Rajzolja le és értelmezze a kimeneti jelalakokat!
- B/1. Tervezzen differenciátort a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával az alábbi paraméterekre:
 $T_D = 0,27 \text{ ms}$, erősítés $= -10$ (az $f > 10 \cdot f_D$ frekvenciákon). B/2. Állítsa össze a kapcsolást és *végezze el az A/2-A/3 feladatokat*!
- B/3 Számítsa ki és mérje meg a bemeneti impedanciát 1 kHz frekvencián ($R_m = 100 \text{ k}\Omega$)!

3.8 PI-alaptag



Megjegyzés: Az R_3 ellenállás nem része a PI-kapcsolásoknak, kizárólag mérés technikai célból került beiktatásra.

Mérési feladatok:

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:

$$R_1=8,2 \text{ k}\Omega, R_2=12 \text{ k}\Omega, C=10 \text{ nF}, R_3=270 \text{ k}\Omega$$

A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Határozza meg az amplitúdó-karakterisztikát!

Adjon a bemenetre a 100Hz...20kHz tartományban 0.5 V_{eff} értékű szinuszosan változó jelet! Mérje meg a kimeneti jeleket! Ábrázolja az amplitúdó-karakterisztikát! A karakterisztika alapján határozza meg az arányos- és az integráló tartományt.

A/4. Határozza meg a tranziens átvitelt!

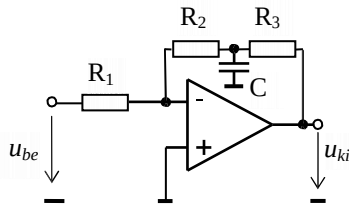
Adjon a bemenetre 100 Hz, 1 és 10 kHz frekvenciájú, ± 0.5 V amplitúdójú négyszög alakú jelet, amelynek egyen-komponense 0 V! Ábrázolja a jelalakokat és értelmezze azokat!

B/1. Tervezzen egy PI-alaptagot az alábbi feltételekkel:

az arányossági tényező (P) = 20 dB, a P- és az I tartomány határa kb. 2.8 kHz.

B/2. Végezze el az A/2-A/4. pontok szerinti feladatokat!

3.9 PD-alaptag



Mérési feladatok:

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:

$$R_1 = 12 \text{ k}\Omega, R_2=R_3=27 \text{ k}\Omega, R_4 = 12 \text{ k}\Omega, C = 10 \text{ nF}$$

A/2. Végezze el az ofszet-kiegyenlítést!

A/3. Határozza meg az átviteli karakterisztikát!

Adjon a bemenetre az 50Hz..5 kHz frekvencia tartományban 0,2 V_{eff} értékű, szinuszosan változó jelet! Mérje meg a kimeneti feszültséget és ábrázolja az átviteli karakterisztikát! A karakterisztika alapján határozza meg a P és a D tartomány határát!

A/4. Határozza meg a tranziens átvitelt!

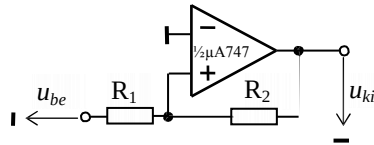
Adjon a bemenetre kb. $\pm 0,5$ V amplitúdójú 100 Hz és 1 kHz frekvenciájú négyszögjelet! Rajzolja le a kimeneti jelalakokat és magyarázza meg a jelalakok eltérésének okait!

B/1. Tervezzen PD alaptagot a rendelkezésre álló elemkészlet felhasználásával:

$$t_D = 0,13 \text{ ms}, \text{ az arányos rész erősítése: } 13 \text{ dB.}$$

B/2. Állítsa össze a kapcsolást és végezze el az A/2-A/4. pontok szerinti feladatokat!

3.10 Neminvertáló bemenetről vezérelt komparátor



Mérési feladatok:

A/1. Állítsa össze a kapcsolást az alábbi elemértékekkel:

$$R_1 = 12 \text{ k}\Omega, R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

A/2. Határozza meg a komparátor transzfer karakterisztikáját!

Adjon a komparátor bemenetére a +5 ... -5 V tartományban egyenfeszültséget 0,5 V-os lépésközönként! (A billenési pontok környékén növelje a mérési pontok számát!) Mérje a kimeneti feszültséget! Ábrázolja a komparátor transzfer karakterisztikáját és határozza meg a hiszterézis tartomány nagyságát!

B/1. Végezze el az A/1-A/2 pontok szerinti feladatokat!

B/2. Határozza meg a transzfer karakterisztikát oszcilloszkóppal!

Iktasson be egy 10k Ω -os potenciométert (a szervizpanelen található) az R_1 és R_2 ellenállások közé! Az invertáló bemenetet kösse a $\pm 5\text{V}$ feszültségű tápegység kimenetére (a szervizpanelen található)! Adjon a kapcsolás bemenetére $\pm 4\text{ V}$ amplitúdójú, kb. 500 Hz-es háromszög-alakú jelet. Csatlakoztassa a kimeneti jelet az oszcilloszkóp A bemenetére, a bemeneti jelet a B bemenetre!

- Az oszcilloszkóp X-Y üzemmódjában rajzoltassa ki a transzfer karakterisztikát!
- Határozza meg a billenési pontokat és a hiszterézis tartomány nagyságát az oszcilloszkóp segítségével!
- Mérje meg, hogy a 10k Ω -os potenciométer állításával a hiszterézis tartomány hogyan változik!
- Mérje meg, hogy a $\pm 5\text{V}$ -os tartományban állítva a feszültséget a referencia pont hogyan változik!

4. A FELKÉSZÜLÉSHEZ AJÁNLOTT IRODALOM

Magyar nyelven:

- [1] Dr. Kovács Ernő: Elektronika előadás jegyzetek (Elektronika III.) 2003.
- [2] Tietze-Schenk: Analóg és digitális áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, 1990.
- [3] Herpy: Analóg integrált áramkörök, Műszaki Könyvkiadó, 1973
- [4] Sheperd: Műveleti erősítők, Műszaki Könyvkiadó, 1985
- [5] Herpy-Barka: Aktív RC szűrők, Akadémiai Kiadó, 1985

Idegen nyelven

- [6] Millmann: Microelectronics, McGraw-Hill, 1992
 - [7] Winzer: Linear Integrated Circuits, Saunders College Publishing, 1992
 - [8] Savant-Roden-Carpenter: Electronic Design, Benjamin/Cummings Publishing, 1991.
-