

Analóg elektronika - laboratóriumi gyakorlatok

5. Különleges analóg kapcsolások

5.1 Elmélet

Közönséges és precíz egyenirányítók-, műszer-erősítők-, audio erősítők, analóg szorzók-, modulátorok és demodulátorok-, analóg komparátorok leírása a 2.4 prezentációban látható. Számítási feladatokkal a táblagyakorlatokon találkoztak a hallgatók.

5.2 Leírás

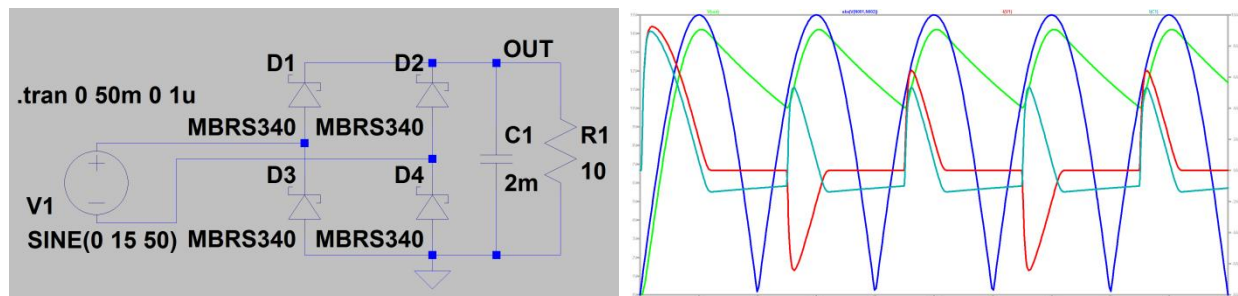
Ez a laboratóriumi gyakorlat során a hallgatók különleges analóg áramkörök viselkedésével ismerkednek meg.

5.3 Szimuláció

A mérések előtt számítógépes szimulációval vizsgáljuk meg az áramkörök viselkedését.

5.3.1 Közönséges egyenirányító

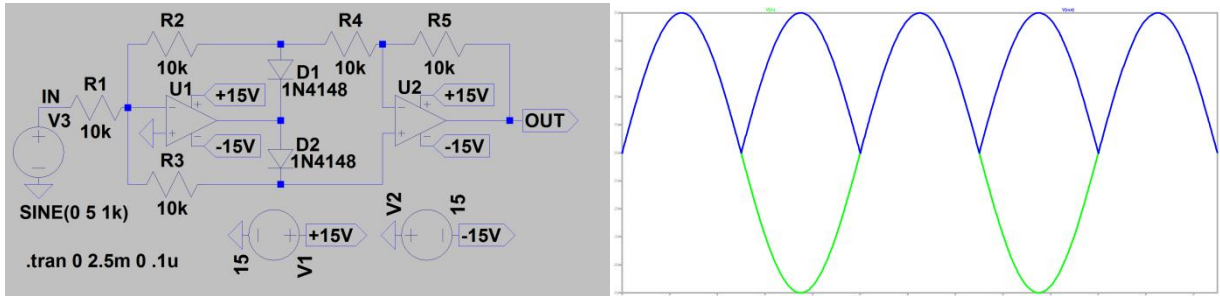
Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (közönséges egyenirányító)! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a bemenő feszültség abszolút értékét és a kimenő feszültséget valamint a forrás és a kondenzátor áramát! Határozza meg a kimenő feszültség hullámosságát csúcstól-csúcsig mérve! Határozza meg a kimenő feszültség középértékét és effektív értékét a Ctrl+Left Click billentyűkombinációt használva! Határozza meg a bemenő áram és a kondenzátor-áram középértékét és effektív értékét a Ctrl+Left Click billentyűkombinációt használva!



Módosítsa a bemenő jelet úgy, hogy a szimuláció kezdetén a bemenő szinusz-jel ne nulla-átmenettel induljon, hanem csúcserővel! Végeztesse el újra a szimulációt! Hogyan módosul a bemenő áram és a kondenzátor-áram?

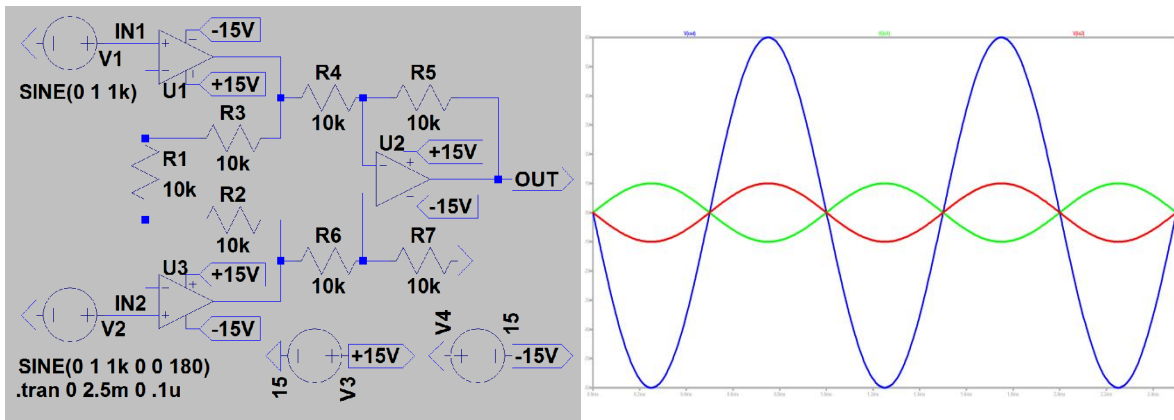
5.3.2 Precíz egyenirányító

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (precíz egyenirányító)! A műveleti erősítőkre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a bemenő feszültséget és a kimenő feszültséget! Vizsgálja meg a jeleket az áramkör más pontjaiban is! Lát-e torzulást a kimenő diagram egyes szakaszain? Nagyítással ellenőrizze a kérdéses részeket!



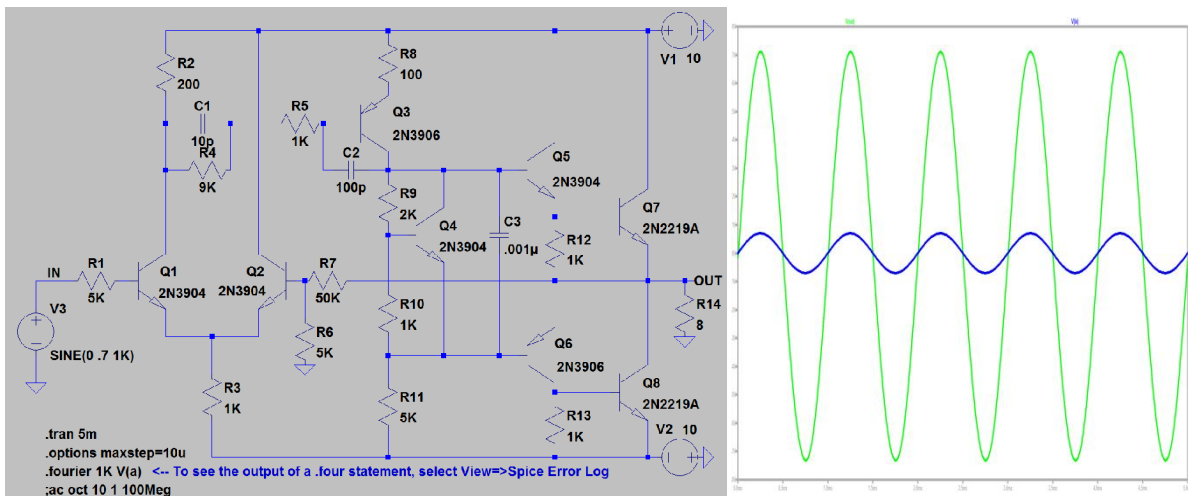
5.3.3 Műszer-erősítő

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (műszer-erősítő)! A műveleti erősítőkre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a két bemenő feszültséget és a kimenő feszültséget! Vizsgálja meg a jeleket az áramkör más pontjaiban is! Vezesse le az erősítés képletét ($A=V_o/(V_{i1}-V_{i2})$) ideális műveleti erősítőket feltételezve! Mennyire egyezik a kimenő jel amplitúdója az ideális műveleti erősítőkre számított értékkel? Fordítsa meg a V2 generátor polaritását és végezze el újra a szimulációt! Mekkora a kimenő jel amplitúdója ez esetben? Mekkora lesz a kimenő jel amplitúdója, ha az R5 ellenállás ellenállásértékét 1%-kal megnöveljük?



5.3.4 Audio teljesítmény-erősítő

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! Végezze el a tranziens analízist, rajzoltassa ki a bemenő és a kimenő feszültséget! Vizsgálja meg a jeleket az áramkör más pontjaiban is! Mekkora az erősítés értéke a visszacsatoló elemekből (R6, R7) számítva? Mennyire egyezik a kimenő jel amplitúdója a számított erősítés-értékkel?

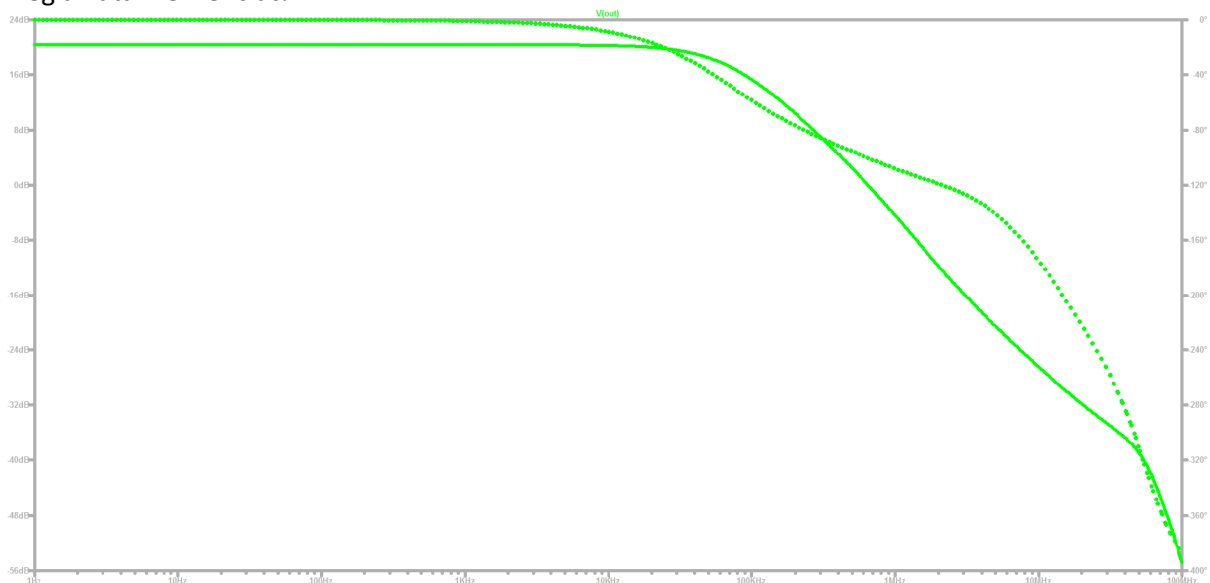


Jelenítse meg a Fourier sorra vonatkozó táblázatot (View=>Spice Error Log)! Melyik felharmonikus amplitúdója a legnagyobb?

Harmonic Number	Frequency [Hz]	Fourier Component	Normalized Component	Phase [degree]	Normalized Phase [deg]
1	1.000e+03	7.224e+00	1.000e+00	-0.91°	0.00°
2	2.000e+03	1.353e-02	1.873e-03	-67.16°	-66.25°
3	3.000e+03	1.181e-02	1.635e-03	31.26°	32.16°
4	4.000e+03	7.132e-03	9.872e-04	141.80°	142.70°
5	5.000e+03	5.094e-03	7.051e-04	-124.88°	-123.97°
6	6.000e+03	1.570e-03	2.173e-04	-37.05°	-36.15°
7	7.000e+03	4.586e-04	6.348e-05	-68.33°	-67.42°
8	8.000e+03	6.783e-04	9.388e-05	22.49°	23.39°
9	9.000e+03	9.597e-04	1.328e-04	74.92°	75.83°

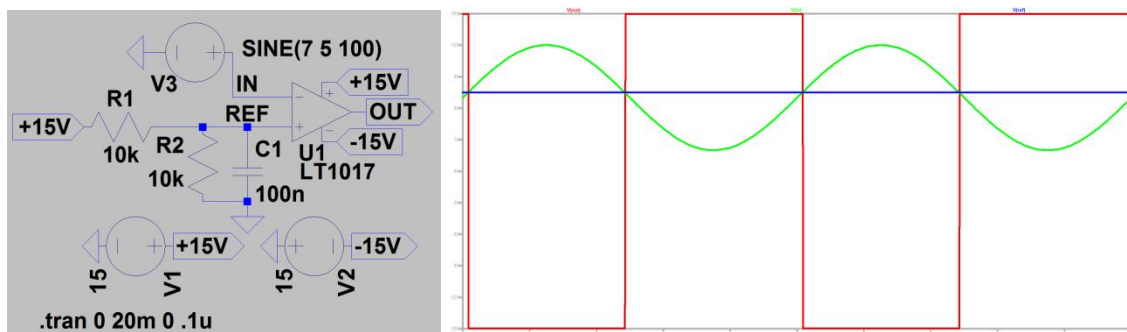
Total Harmonic Distortion: 0.278052%

Végezze el az erősítő AC analízisét! Rajzoltassa ki az amplitúdó- és fázisdiagramot! Határozza meg a határfrekvenciát!

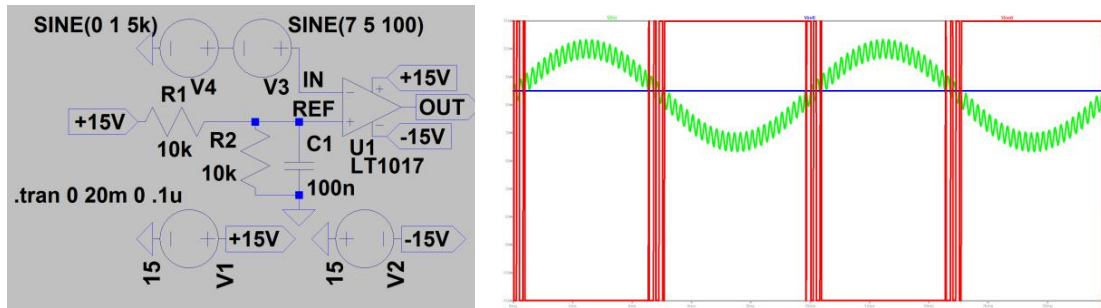


5.3.5 Analóg komparátor

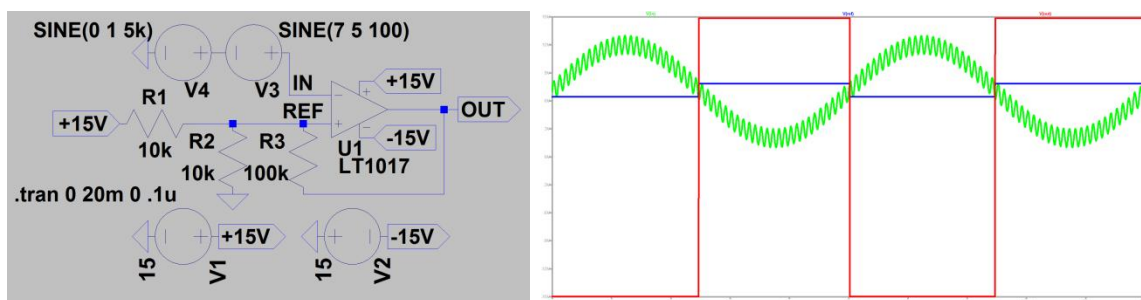
Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a bemenő feszültségeket (V_{IN} , V_{REF}) és a kimenő feszültséget! Vizsgálja meg a jeleket az áramkör más pontjaiban is!



Adjon a meglévő bemeneti jelhez egy magasabb frekvenciájú jelet (zavar) az alábbi szimulációs áramkör szerint! Mi történik a kimeneten?

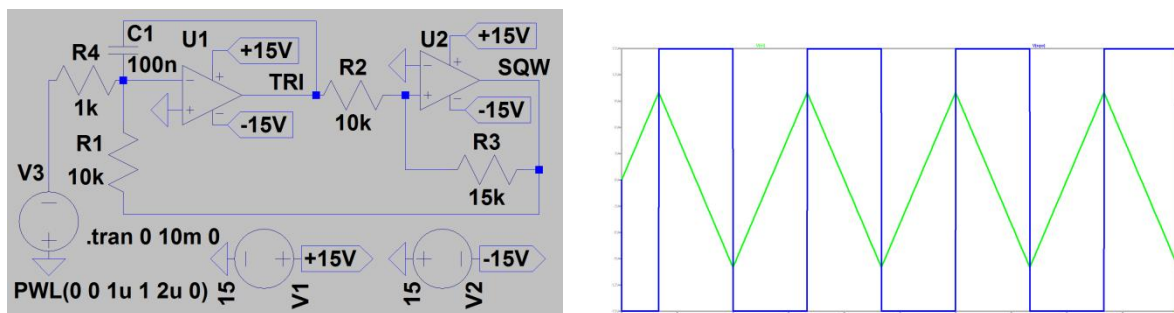


Hiszterézis (pozitív visszacsatolás) bevezetésével akadályozza meg a kimenő jel többszöri ugrását!



5.3.6 Négyszögjel és háromszögjel generátor

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a műveleti erősítők kimenő jeleit (V_{TRI} , V_{SQW})! Határozza meg a jelek amplitúdóját és frekvenciáját! Mi a szerepe a V3 forrásnak? Mi történik, ha kihagyjuk ezt a forrást? Szükséges-e ez a forrás a valós áramkörben?

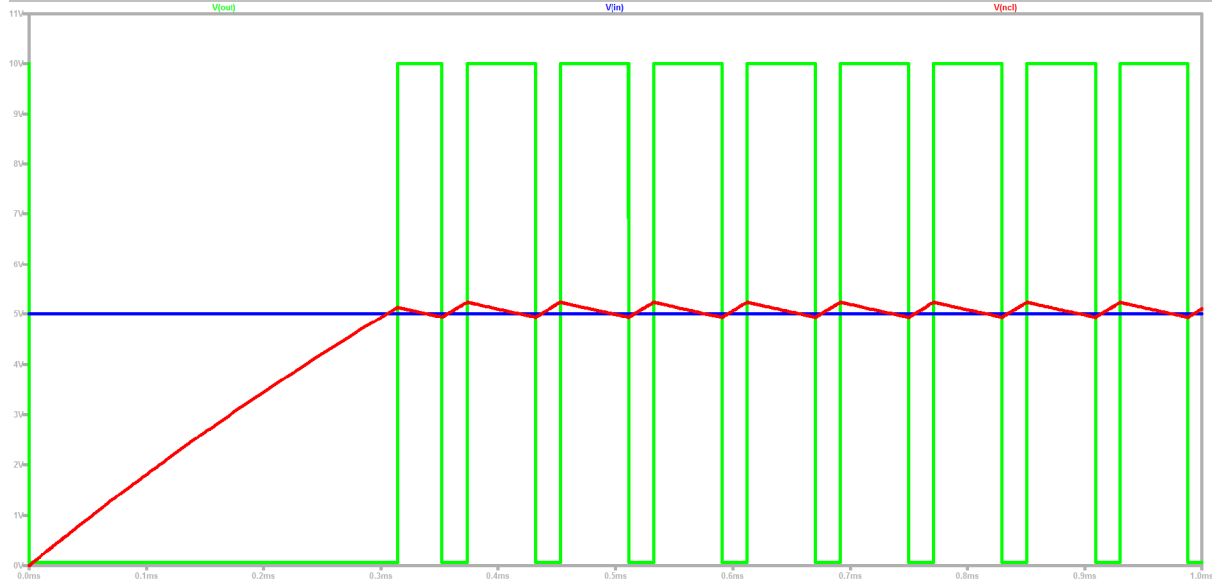
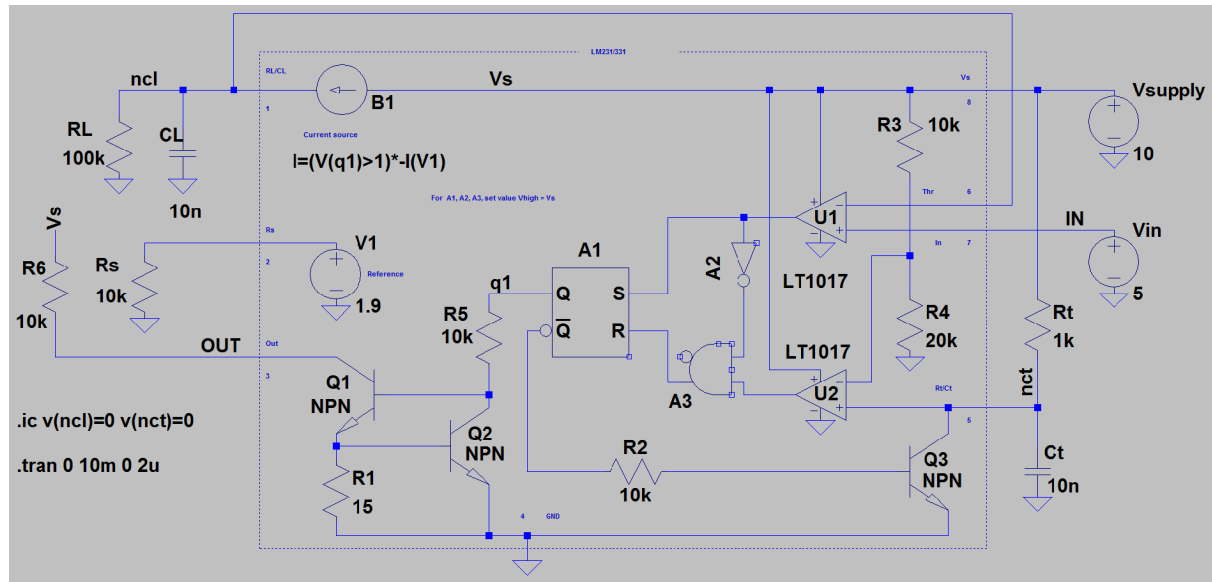


Hogyan lehet módosítani a háromszögjel amplitúdóját? Változtassa meg a megfelelő alkatrészt és végezze el újra a szimulációt!

Hogyan lehet módosítani a frekvenciát? Változtassa meg a megfelelő alkatrészt és végezze el újra a szimulációt!

5.3.7 Feszültségvezérelt oszcillátor (VCO)

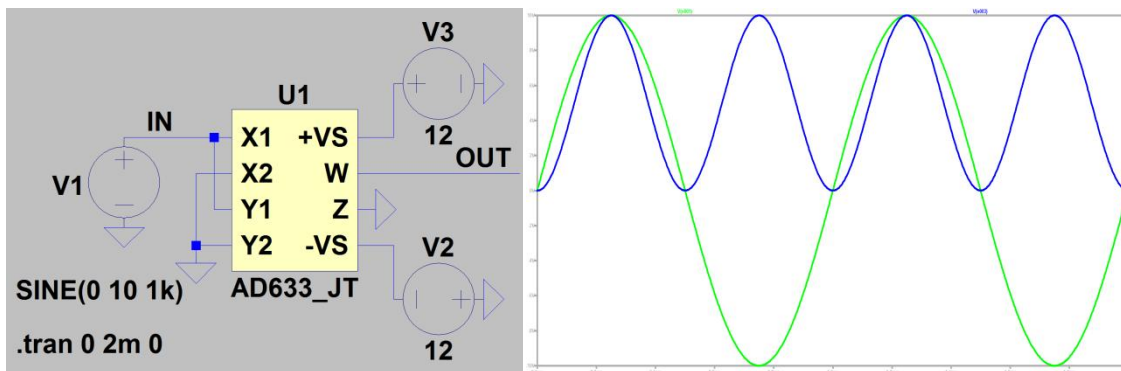
Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (a szaggatott vonallal körülhatárolt rész az LM331-es integrált VCO szimulációs modellje)! Végeztesse el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jelet (V_{OUT})! Határozza meg a kimenő jel amplitúdóját és frekvenciáját!



Csökkentse a bemenő feszültséget (V_{IN}) 1V-ra! Újra végeztesse el a szimulációt és határozza meg a frekvenciát! Mennyire változott meg a frekvencia/feszültség arány az előző esethez képest?

5.3.8 Analóg szorzó

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! Végeztesse el a szimulációt, rajzoltassa ki az integrált analóg szorzó bemenő és kimenő jelét (V_{IN} , V_{OUT})! Határozza meg a jelek amplitúdóját és frekvenciáját! Milyen függvénnyel írható le a kimenő jel? Csökkentse-növelje a bemenő jel amplitúdóját a 0-tól 10V-ig terjedő tartományban! Állapítsa meg, hogy a kimenő jel amplitúdója mennyire egyezik a számított értékkel (alkalmazza az AD633-as típusú IC adatlapját)! Vezessen a bementre 10V amplitúdójú háromszög jelet! Milyen függvénnyel írható le a kimenő jel ez esetben?



5.4 Felszerelés a mérésekhez

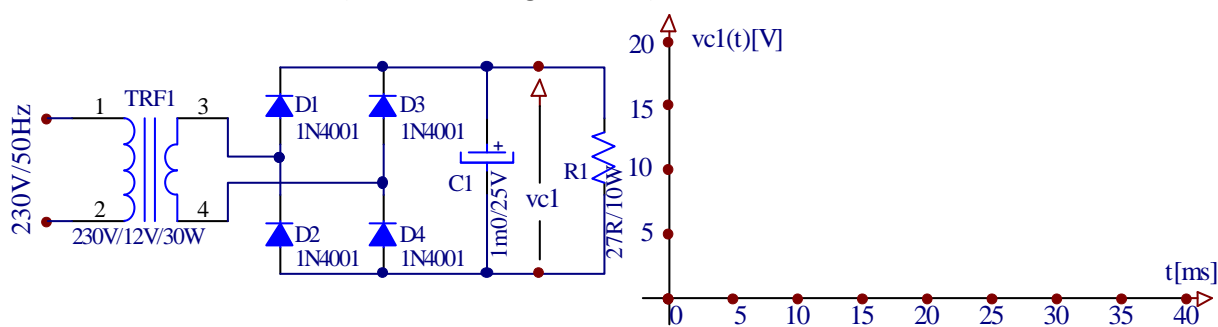
1. Próbapanel
2. Kétcsatornás digitális oszcilloszkóp
3. Jelgenerátor
4. Tápegység
5. Diódák, műveleti erősítők, integrált műszer-erősítők, integrált feszültség-vezérelt oszcillátorok, integrált analóg szorzók, integrált analóg komparátorok, különböző ellenállások és kondenzátorok.

5.5 Mérések

Ebben a lépésben a hallgatók mérésekkel ellenőrzik az elméleti órákon hallottakat és a szimulációval kapott eredményeket.

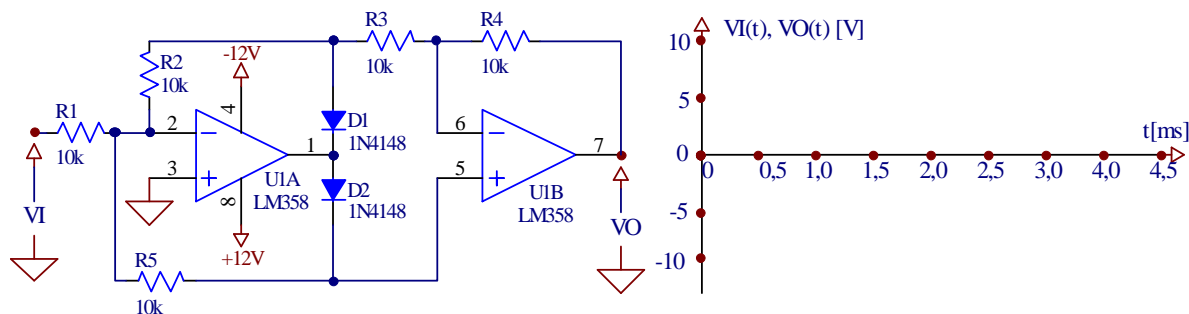
5.5.1 Közönséges egyenirányító

Állítsa össze az ábrán megadott áramkört! Kapcsolja a transzformátor primerjét a 230V/50Hz-es hálózatra! Figyelje meg oszcilloszkóppal a kondenzátor feszültségét! Rajzolja át a kondenzátor feszültségének idődiagramját! Határozza meg a kondenzátor feszültségének középértékét, csúcserőértékét és a hullámzást (csúcstól-csúcsig számítva)!



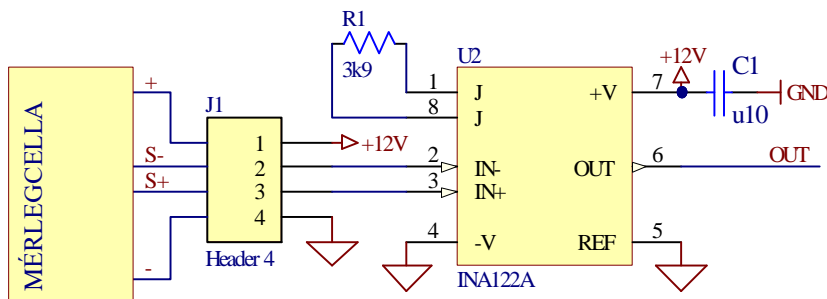
5.5.2 Precíz egyenirányító

Állítsa össze az ábrán megadott áramkört! Vezessen a bemenetre 5V amplitúdójú, 1kHz frekvenciájú szinuszfeszültséget! Figyelje meg oszcilloszkóppal a bemenő és a kimenő jelet! Rajzolja át a jeleket a mellékelt koordináta rendszerbe! Figyelje meg a feszültség-jelet az első műveleti erősítő kimenetén! Mi történik, ha a bemenő jel amplitúdóját 10V fölé emeli? Mekkora maximális frekvenciáig tekinthető a kapcsolás viselkedése elfogadhatónak?



5.5.3 Műszer-erősítő

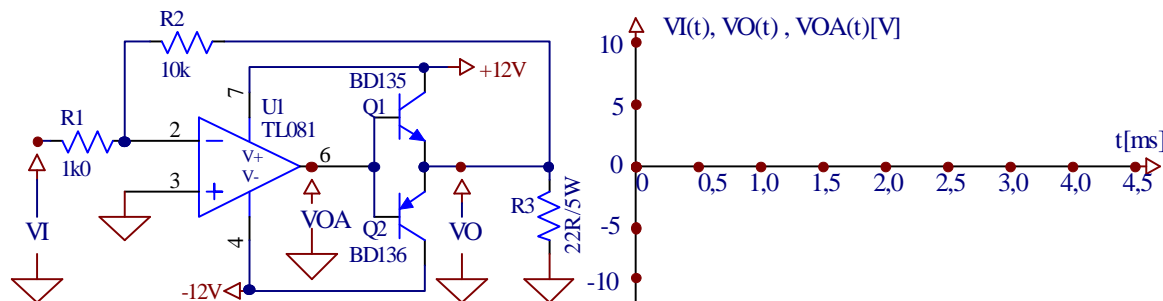
Az INA122A típusú integrált műszer-erősítővel állítsa össze a megadott kapcsolást! Kösse rá az erősítőre a mérő híd vezetékkeit! Adott terheket akasztva a mérlegcellára állítson elő különböző bemenő és kimenő feszültség-értékeket! Mérje meg ezeket az értékeket multiméterrel és írja be a táblázatba! Számítsa ki az erősítést minden egyes pontban! Mekkora erősítés várható az adatlap alapján? Mekkora maximális eltérést tapasztal az egyes erősítés-értékek között?



m [g]	100	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
VS [mV]										
VOUT [mV]										
A										

5.5.4 Audio teljesítmény-erősítő

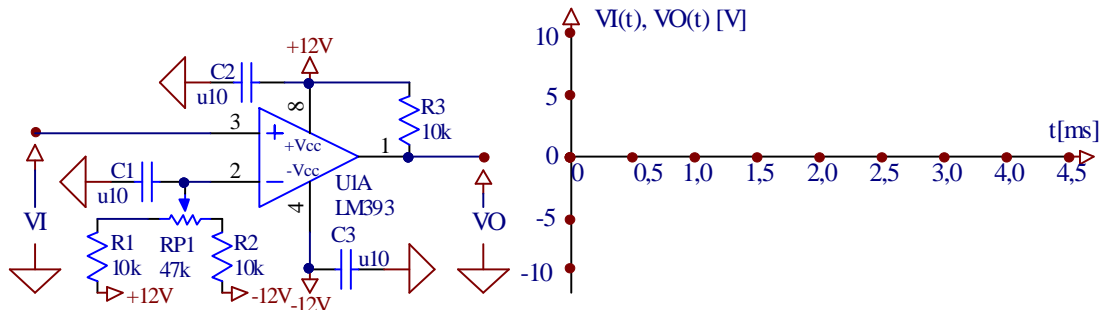
Állítsa össze az ábrán megadott teljesítmény-erősítőt! Kössön a bemenetre 0,5V amplitúdójú, 1kHz frekvenciájú szinusz-jelet! Figyelje meg oscilloszkóppal a bemenő és a kimenő jelet! Figyelje meg a jelet a műveleti erősítő kimenetén! Rajzolja át a jeleket a mellékelt koordináta rendszerbe! Mely elemek határozzák meg a feszültség-erősítést? Mely bemenő amplitúdó mellett jön telítésbe az erősítő? Mekkora az erősítő felső határfrekvenciája?



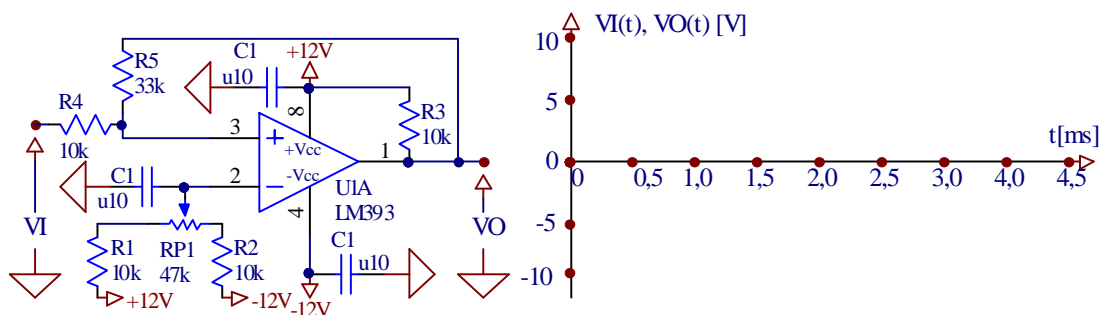
5.5.5 Analóg komparátor

Állítsa össze az ábrán látható (egyszerű) komparátor kapcsolást! Vezessen a bemenetre 5V amplitúdójú, 1kHz frekvenciájú szinusz jelet! Figyelje meg a bemenő és a kimenő jelet

oszilloszkóppal! Forgassa el az RP1 potenciometert úgy, hogy a kimeneti jel kitöltési tényezője kb. 50% legyen! Rajzolja át a bemenő és a kimenő jelet a mellékelt koordináta rendszerbe! Mi történik, ha a bemenő jel amplitúdóját a korábbi érték töredékére csökkenti? Mi történik, ha a bemenő jel frekvenciáját a korábbi érték sokszorosára emeli?

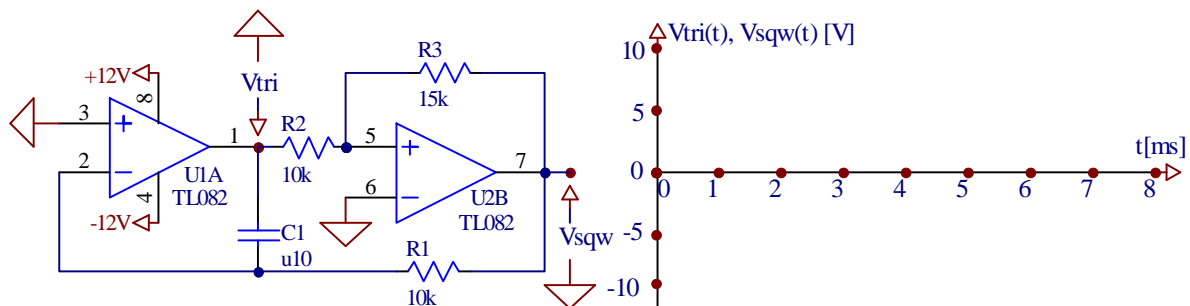


Állítsa össze a lenti ábrán látható hiszterézises komparátor kapcsolást! Vezessen a bemenetre 5V amplitúdójú, 1kHz frekvenciájú szinusz jelet! Figyelje meg a bemenő és a kimenő jelet oszilloszkóppal! Forgassa el az RP1 potenciometert úgy, hogy a kimeneti jel kitöltési tényezője kb. 50% legyen! Állapítsa meg, hogy mely küszöbértékeknél vált a komparátor kimenete! Rajzolja át a bemenő és a kimenő jelet a mellékelt koordináta rendszerbe? Figyelje meg a feszültség-jelet az integrált komparátor nem-invertáló bemenetén! Ezt is rajzolja át!



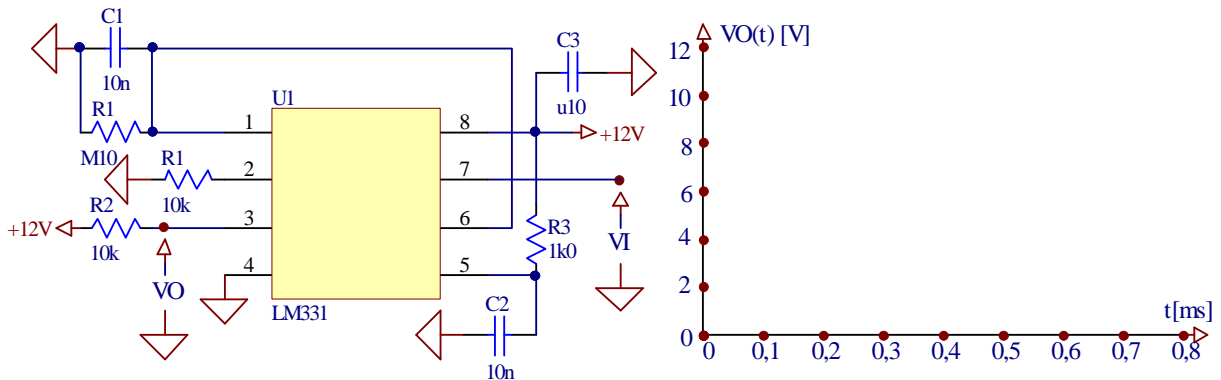
5.5.6 Négyzögjel és háromszögjel generátor

Állítsa össze az ábra szerinti négyzögjel/háromszögjel generátort! Figyelje meg oszilloszkóppal a V_{tri} és a V_{sqw} feszültség-jeleket! Rajzolja át ezeket a jelek idődiagramját a mellékelt koordináta rendszerbe! Határozza meg a jelek amplitúdóját és frekvenciáját! Milyen módosítással tudja a frekvenciát megfelelni, ill. megkétszerezni? Miért nem szükséges indító feszültség-impulzus ebben az áramkörben (a szimulációnál nem indult be az oszcilláció az nélkül)?



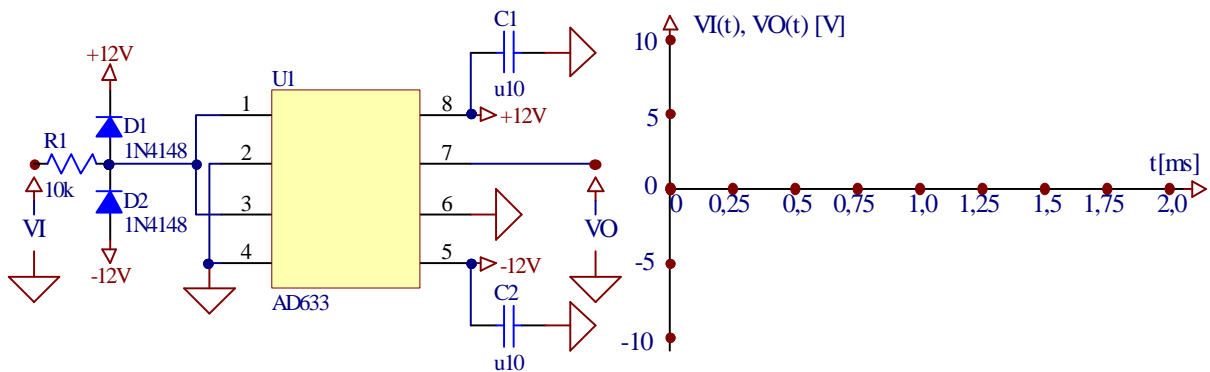
5.5.7 Feszültségvezérelt oszcillátor (VCO)

Állítsa össze próbapanelen az ábra szerinti feszültségvezérelt oszcillátort az LM331-es típusú integrált feszültségvezérelt oszcillátorral! Vezessen a bemenetre $V_I=5V$ egyenfeszültséget! Figyelje meg oszcilloszkóppal a V_O feszültség-jelet! Rajzolja át a jel idődiagramját a mellékelt koordináta rendszerbe! Variálja a bemenő jelet 0 és 5V között! Mit tapasztal a kimeneten?



5.5.8 Analóg szorzó

Állítsa össze az ábra szerinti analóg négyzetre emelő áramkört az AD633-as típusú integrált analóg szorzó áramkörrel! Kössön a bemenetre 10V amplitúdójú, 1kHz frekvenciájú szinusz jelet! Figyelje meg oszcilloszkóppal a bemenő és a kimenő jelet (V_I és V_O)! Rajzolja át ezeket a jeleket a mellékelt koordináta rendszerbe! Variálja a bemenő jel amplitúdóját 0 és 10V között! Mit tapasztal a kimeneten? Vezessen a bemenetre szinusz jel helyett háromszög jelet! Milyen matematikai függvény szerint változik ekkor a kimenő jel?



Hallgató(k):

Név:

Index szám:

Aláírás:

