

Analóg elektronika - laboratóriumi gyakorlatok

4. Műveleti erősítők váltakozó-áramú alkalmazásai

4.1 Elmélet

Az integrált műveleti erősítők váltakozó áramú viselkedését a 2.3 fejezetben (jegyzet és prezentáció) valamint a 2.5 fejezetben (prezentáció) tárgyaltuk. Számítási feladatokkal a táblagyakorlatokon találkoztak a hallgatók

4.2 Leírás

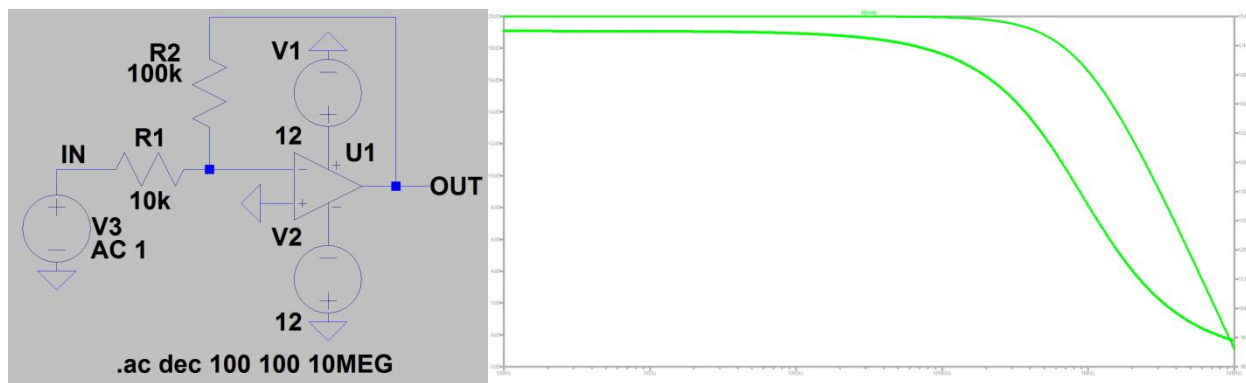
Ezen a gyakorlaton olyan alkalmazásokat vizsgálunk, amelyekben kifejezésre jut a műveleti erősítők sebességkorlátozása (felső határfrekvencia és *slew rate*). Itt vizsgáljuk az aktív szűrőket és az oszcillátorokat is, amelyeknél a műveleti erősítő ideálisnak tekinthető, de a visszacsatoló áramkör frekvenciafüggő. A vizsgáldást időtartományban és frekvenciatartományban végezzük.

4.3 Szimuláció

A mérések előtt számítógépes szimulációval vizsgáljuk meg az áramkörök viselkedését.

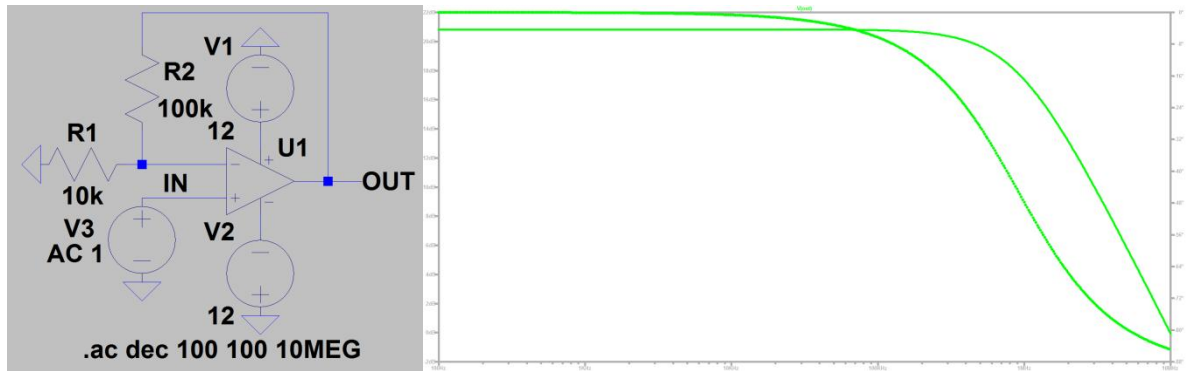
4.3.1 Invertáló erősítő frekvenciamenete

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jel amplitúdó- és fázisdiagramját a frekvencia függvényében! Tapasztalható-e jelentősebb eltérés alacsony frekvencián az ideális erősítőre számított erősítés (amplitúdó és fázis) értékétől? Olvassa le az amplitúdó diagramról a felső határfrekvencia értékét!



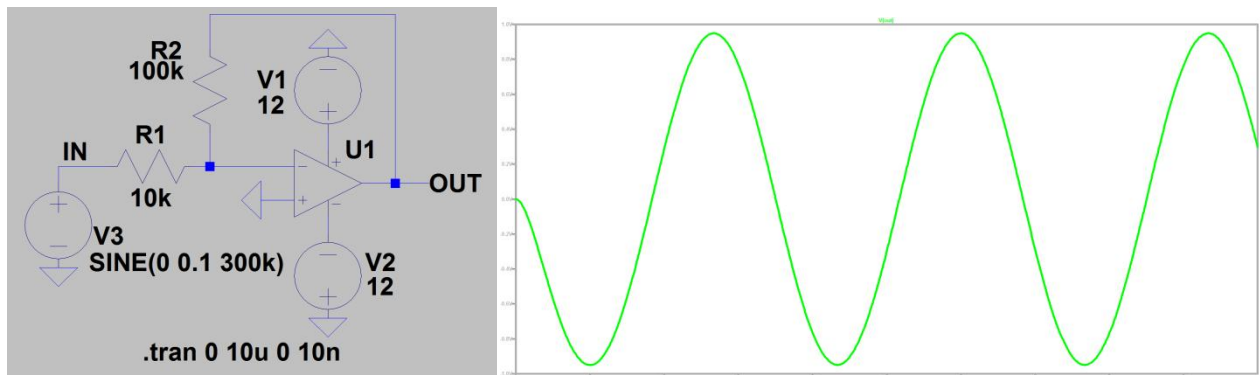
4.3.2 Nem-invertáló erősítő frekvenciamenete

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jel amplitúdó- és fázisdiagramját a frekvencia függvényében! Tapasztalható-e jelentősebb eltérés alacsony frekvencián az ideális erősítőre számított erősítés (amplitúdó és fázis) értékétől? Olvassa le az amplitúdó diagramról a felső határfrekvencia értékét!

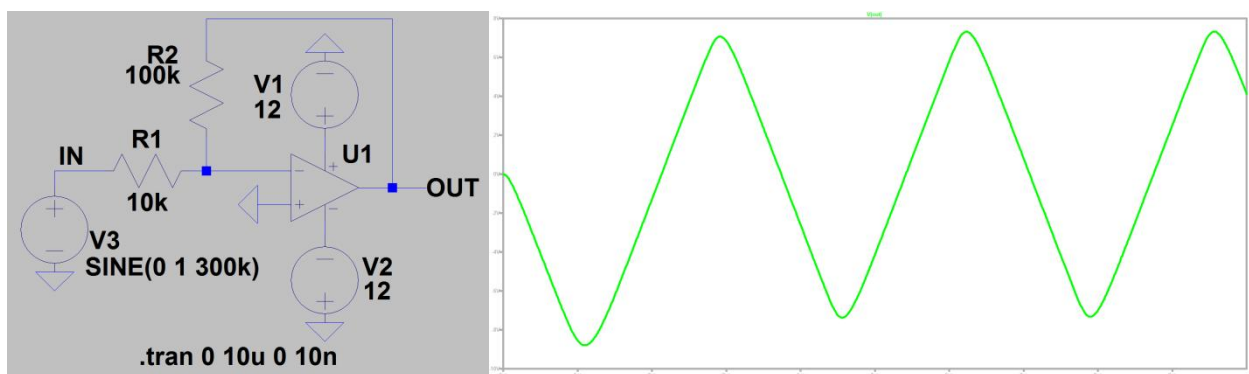


4.3.3 Slew rate vizsgálata szinuszos gerjesztésnél

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Vezessen a bemenetre 0,1V amplitúdójú, 300kHz frekvenciájú szinusz-feszültséget! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jel idődiagramját! Tapasztalható-e jelentősebb eltérés a kimenő jel alakjában és amplitúdójában ahhoz képest, ami ideális műveleti erősítőnél, ill. alacsony frekvencián várható?

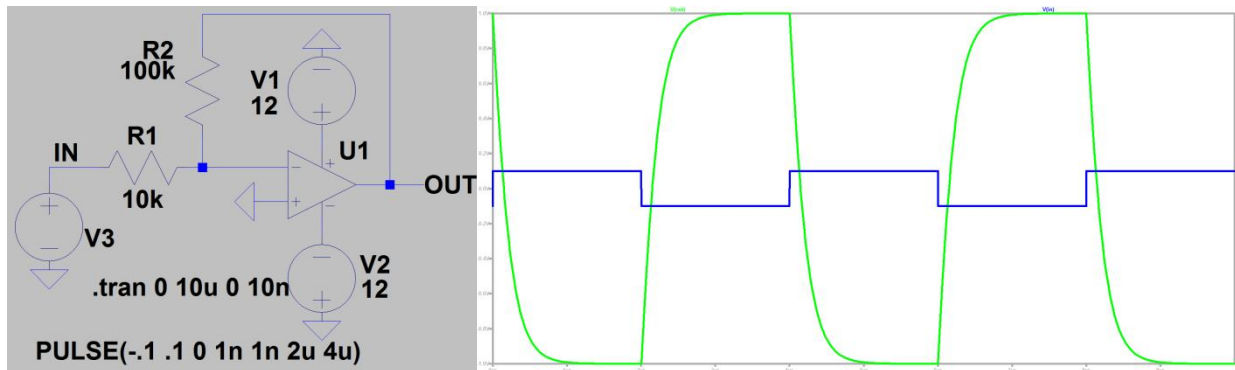


Növelje meg a bemenő jel amplitúdóját 0,1V-ról 1V-ra és rajzoltassa ki a kimenő jelet újra! Miben nyilvánul meg a *slew rate* jelenség?

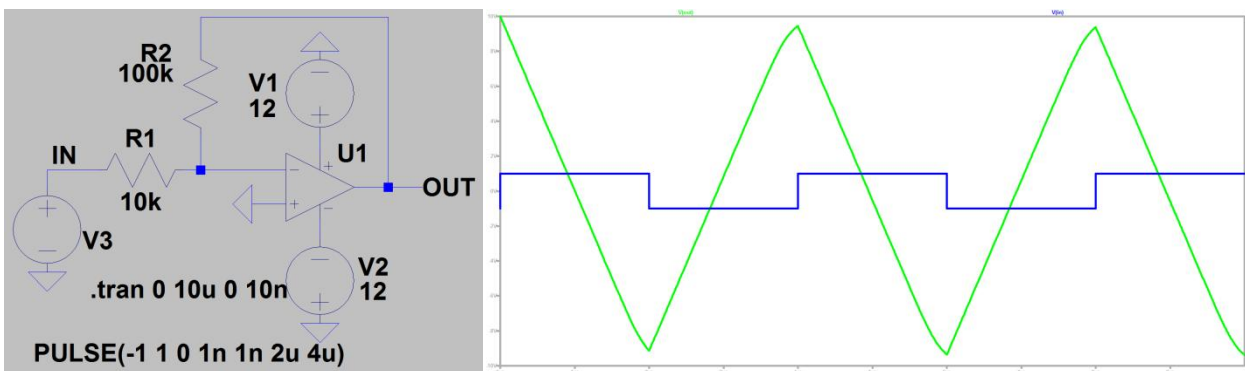


4.3.4 Slew rate vizsgálata impulzus jellegű gerjesztésnél

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a bemenő és a kimenő jel idődiagramját! Tapasztalható-e jelentősebb eltérés a kimenő jel alakjában és amplitúdójában ahhoz képest, ami ideális műveleti erősítőnél, ill. alacsony frekvencián várható?

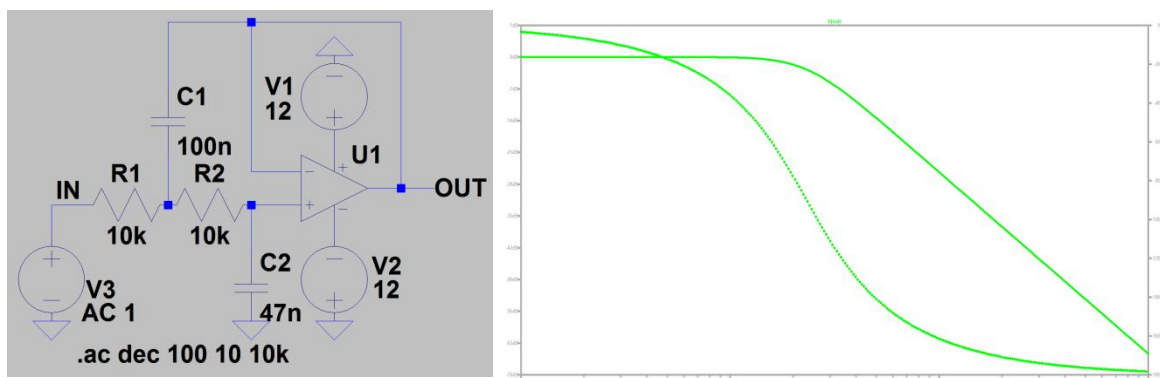


Növelje meg a bemenő jel amplitúdóját 0,1V-ról 1V-ra és rajzoltassa ki a bemenő és a kimenő jelet újra! Miben nyilvánul meg a *slew rate* jelenség?



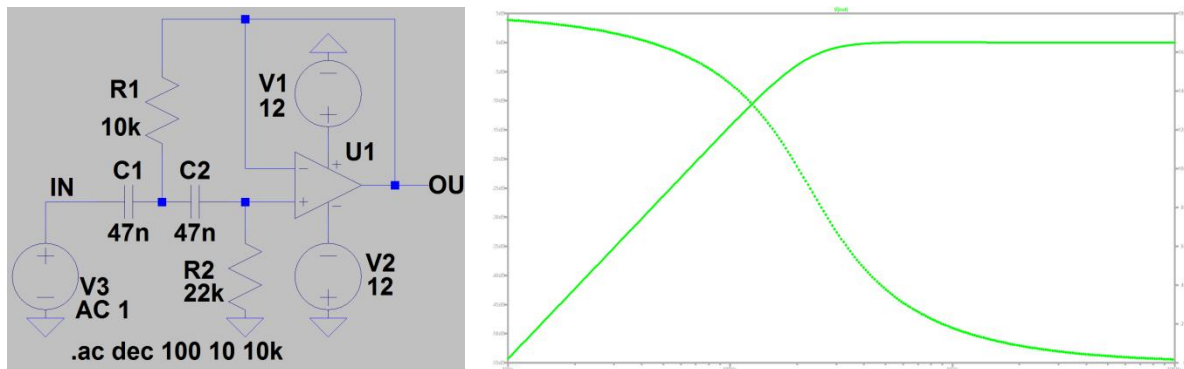
4.3.5 Aktív szűrők

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (másodfokú aluláteresztő aktív szűrő)! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jel amplitúdó- és fázisdiagramját a frekvencia függvényében! Milyen jellegű az átviteli karakterisztika?



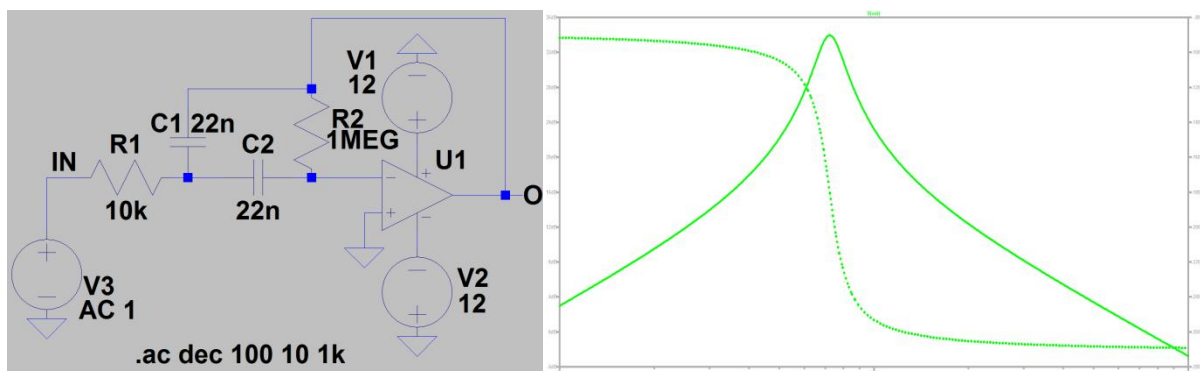
Az amplitúdó diagramról olvassa le a felső határfrekvencia értékét! Határozza meg az amplitúdó diagram meredekségét (dB/dec) a záró tartományban! Vizsgálja meg, mi történik, ha csökkentjük a C2 kondenzátor kapacitását!

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (másodfokú felüláteresztő szűrő)! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jel amplitúdó- és fázisdiagramját a frekvencia függvényében! Milyen jellegű az átviteli karakterisztika?



Az amplitúdó diagramról olvassa le a határfrekvencia értékét! Határozza meg az amplitúdó diagram meredekségét (dB/dec) a záró tartományban! Vizsgálja meg, mi történik, ha növeljük az R2 ellenállás ellenállásértékét!

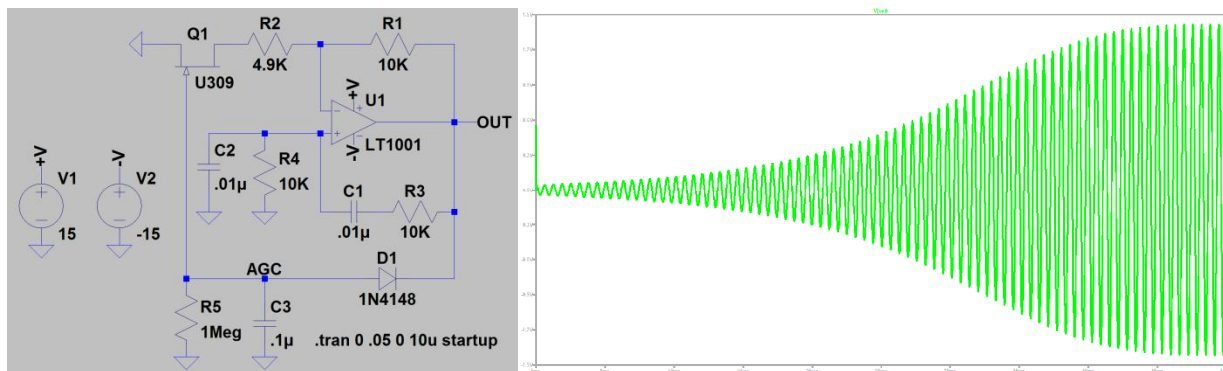
Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (másodfokú sávszűrő)! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jel amplitúdó- és fázisdiagramját a frekvencia függvényében! Milyen jellegű az átviteli karakterisztika?



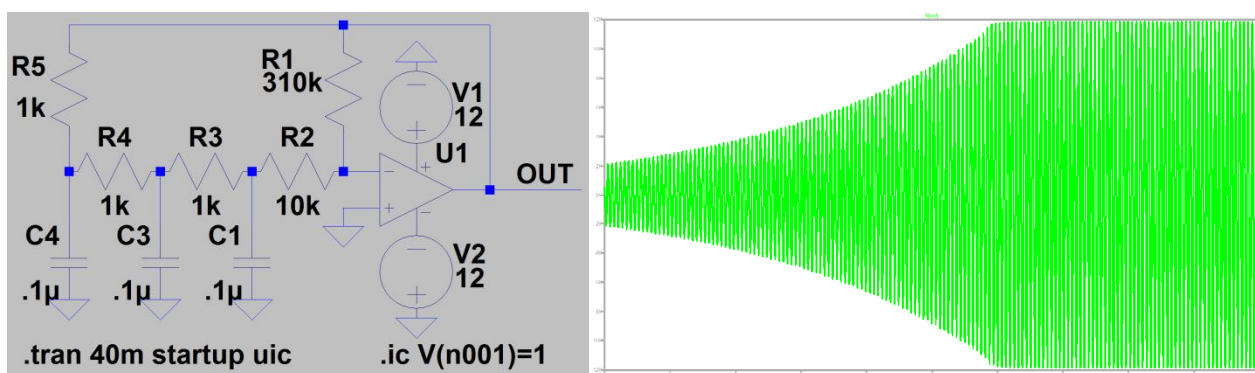
Az amplitúdó diagramról olvassa le a sávközépi frekvenciát valamint az alsó és a felső határfrekvencia értékét! Számítsa ki az áteresztő tartomány szélességét és a szűrő jósági tényezőjét! Határozza meg az amplitúdó diagram meredekségét (dB/dec) a záró tartományban!

4.3.6 Oszcillátorok

Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (Wien-hidas oszcillátor)! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jelet az időtartományban! Határozza meg a generált jel frekvenciáját! Milyen módosítással tudja a kimenő jel frekvenciáját csökkenteni / növelni?



Állítsa össze az LTspice szoftverben az alábbi szimulációs áramkört (fázistolós oszcillátor)! A műveleti erősítőre alkalmazza az UniversalOpamp2 modellt! Végezze el a szimulációt, rajzoltassa ki a kimenő jelet! Határozza meg a jel frekvenciáját! Milyen módosítással tudja a kimenő jel frekvenciáját csökkenteni / növelni?



4.4 Felszerelés a mérésekhez

1. Próbapanel
2. Kétsatornás digitális oszcilloszkóp
3. Tápegység
4. Jelgenerátor
5. Különböző műveleti erősítők és RC alkatrészek

4.5 Mérések

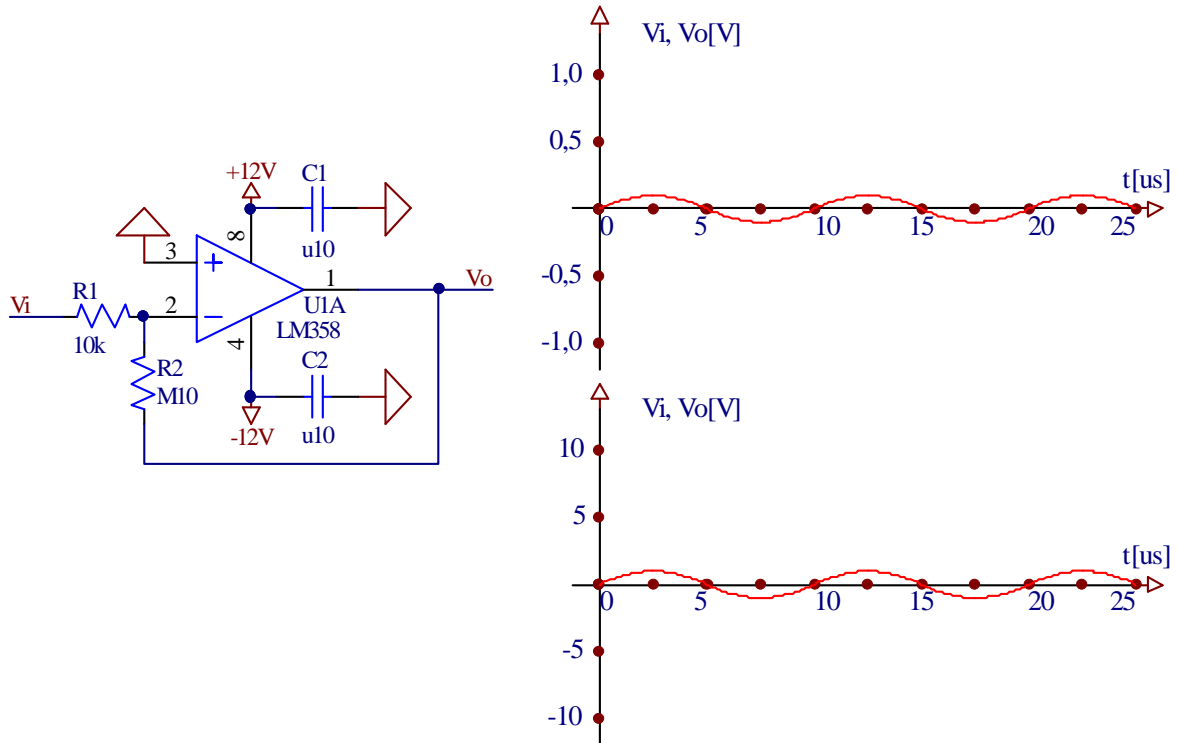
Ebben a lépésben a hallgatók mérésekkel ellenőrzik az elméleti órákon hallottakat és a szimulációval kapott eredményeket.

4.5.1 Invertáló erősítő frekvenciamenete

Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört! Írja fel a $V_o=f(V_i)$ képletet ideális műveleti erősítő esetére! A jelgenerátort állítsa 0,1V amplitúdójú szinusz jelre! Vegyen fel tíz pontot (a határokkal együtt tizenegy pont) a 10Hz - 1MHz tartományban mértani sorozat szerint, írja be ezeket az értékeket a táblázatba! Kétsatornás oszcilloszkóp segítségével figyelje meg a kimenő jel amplitúdóját és fázisát a bemenő jelhez képest az egyes frekvenciákon! Írja be ezeket az értékeket is a táblázatba! A táblázat alapján rajzolja meg az erősítés amplitúdó- és fázisdiagramját! A diagramról olvassa le a határfrekvenciát! Ellenőrizze a kapott értéket, a jelgenerátort erre a frekvenciára állítva!

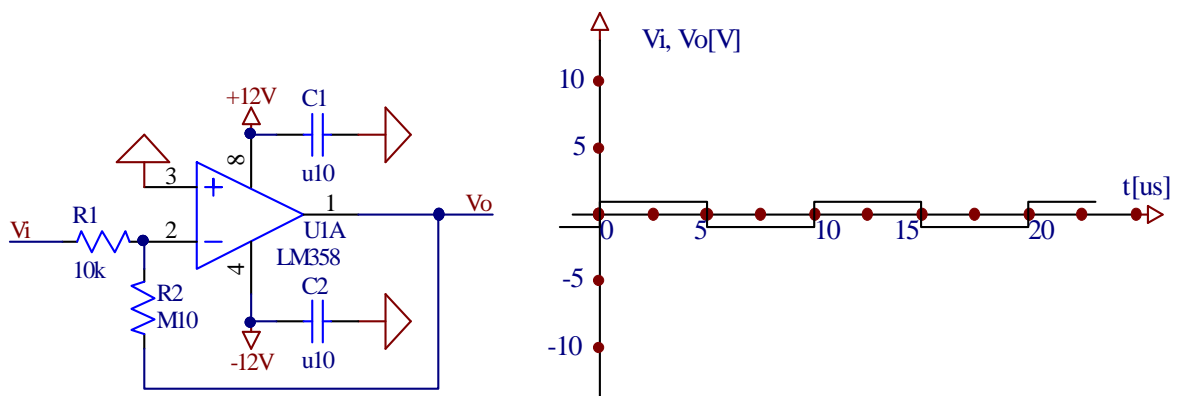
4.5.3 Slew rate vizsgálata szinuszos gerjesztésnél

Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört! Írja fel a $V_o=f(V_i)$ képletet ideális műveleti erősítő esetére! A jelgenerátoron állítson be 0,1V amplitúdójú és 100kHz frekvenciájú szinusz jelet! Kétcsatornás oszcilloszkóp segítségével figyelje meg a bemenő és a kimenő jelet! Rajzolja át a kimenő jelet a felső diagramra! Növelje meg a bemenő jel amplitúdóját 1V-ra! Rajzolja át a kimenő jelet az alsó diagramra! Olvassa le a *slew rate* értékét a diagramról!

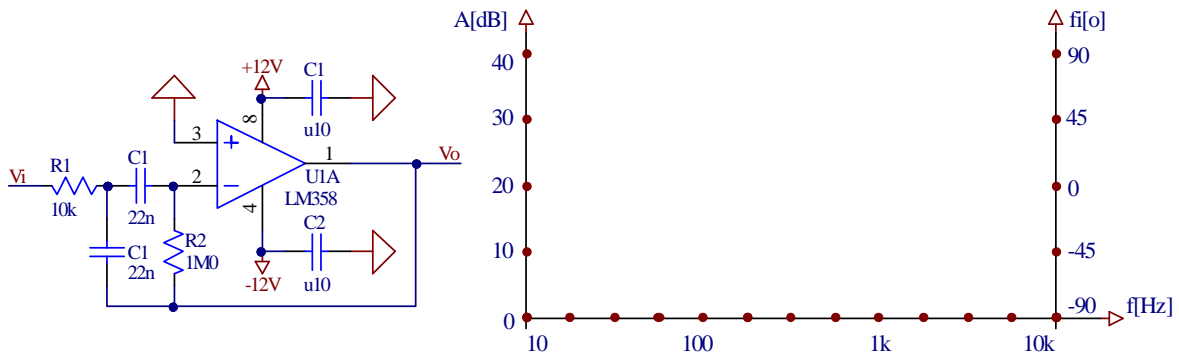


4.5.4 Slew rate vizsgálata impulzus jellegű gerjesztésnél

Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört! A jelgenerátoron állítson be 1V amplitúdójú és 100 kHz frekvenciájú váltakozó négyzög jelet! Kétcsatornás oszcilloszkóp segítségével figyelje meg a bemenő és a kimenő jelet! Rajzolja át a kimenő jelet a mellékelt diagramra! Olvassa le a *slew rate* értékét a diagramról!



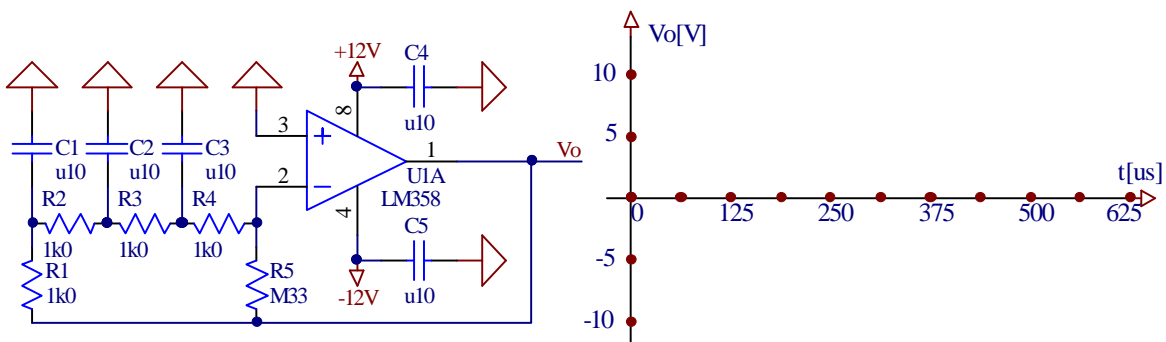
Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört (másodfokú sávszűrő)! A jelgenerátort állítsa 0,1V amplitúdójú szinusz jelre! Vegyen fel tizenkét pontot a frekvencia tengelyen (a határokkal együtt tizenhárom pont) a 10Hz - 10kHz tartományban mértani sorozat szerint, írja be ezeket az értékeket a táblázatba! Kösse a jelgenerátort a bemenetre és kétcsatornás oszcilloszkóp segítségével figyelje meg a kimenő jel amplitúdóját és fázisát a bemenő jelhez képest a táblázatban szereplő minden frekvencián! Írja be a kapott amplitúdó-, fázis- és erősítés értékeket a táblázatba! A táblázat alapján rajzolja meg a szűrő amplitúdó- és fázisdiagramját! A diagramról olvassa le az alsó és a felső határfrekvenciát és a sávközépi frekvenciát! Ellenőrizze, illetve pontosítsa a kapott értékeket, a jelgenerátort ezekre a frekvenciákra igazítva!



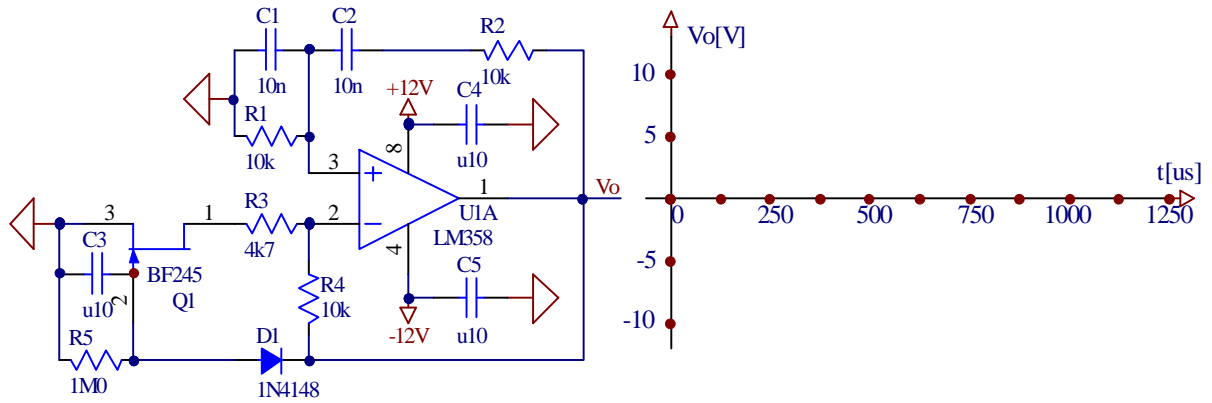
f [Hz]	10				100					1k					10k
Vom[V]															
A [dB]															
fi [o]															

4.5.6 Oszcillátorok

Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört (fázistolós oszcillátor)! Kapcsolja rá a tápegységet és az oszcilloszkóp egy csatornáját! Figyelje meg a kimenő jelet és rajzolja át a megadott koordináta rendszerbe! A másik csatornát kapcsolja egymás után az egyes kondenzátorokra, ezeket a jeleket is figyelje meg és hasonlítsa össze a kimenő jellel! Megfigyelhető-e a valóságban a szimulációnál tapasztalt beoszcillálási folyamat?



Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört (Wien-hidas oszcillátor)! Kapcsolja rá a tápegységet a megfelelő pontokra és az oszcilloszkóp egy csatornáját a kimenetre! Figyelje meg a kimenő jelet és rajzolja át az ábrára! A másik csatornával figyelje meg a műveleti erősítő két bemenetén a feszültséget, hasonlítsa össze ezeket a jeleket a kimenő jellel! Megfigyelhető-e a valóságban a szimulációnál tapasztalt beoszcillálási folyamat?



Hallgató(k):

Név:

Index szám:

Aláírás:

