

SEM Erősítő tanfolyam 3. rész:

Hangszínszabályzók, szűrők

Előadja: Both Tamás



Hangszínszabályzás: Mi is az?

- Hangszínszabályzással a jel (zene) frekvenciataralmát változtatjuk
- Egyes frekvenciákat feljebb erősítünk, másokat vágunk
- EVTSZ - konform módon fogalmazva:

A hangszínszabályzó egy kétkapu, aminek átvitele frekvenciafüggő, és az átviteli függvényét potméterekkel állíthatjuk.

Hangszínszabályzás: Miért is?

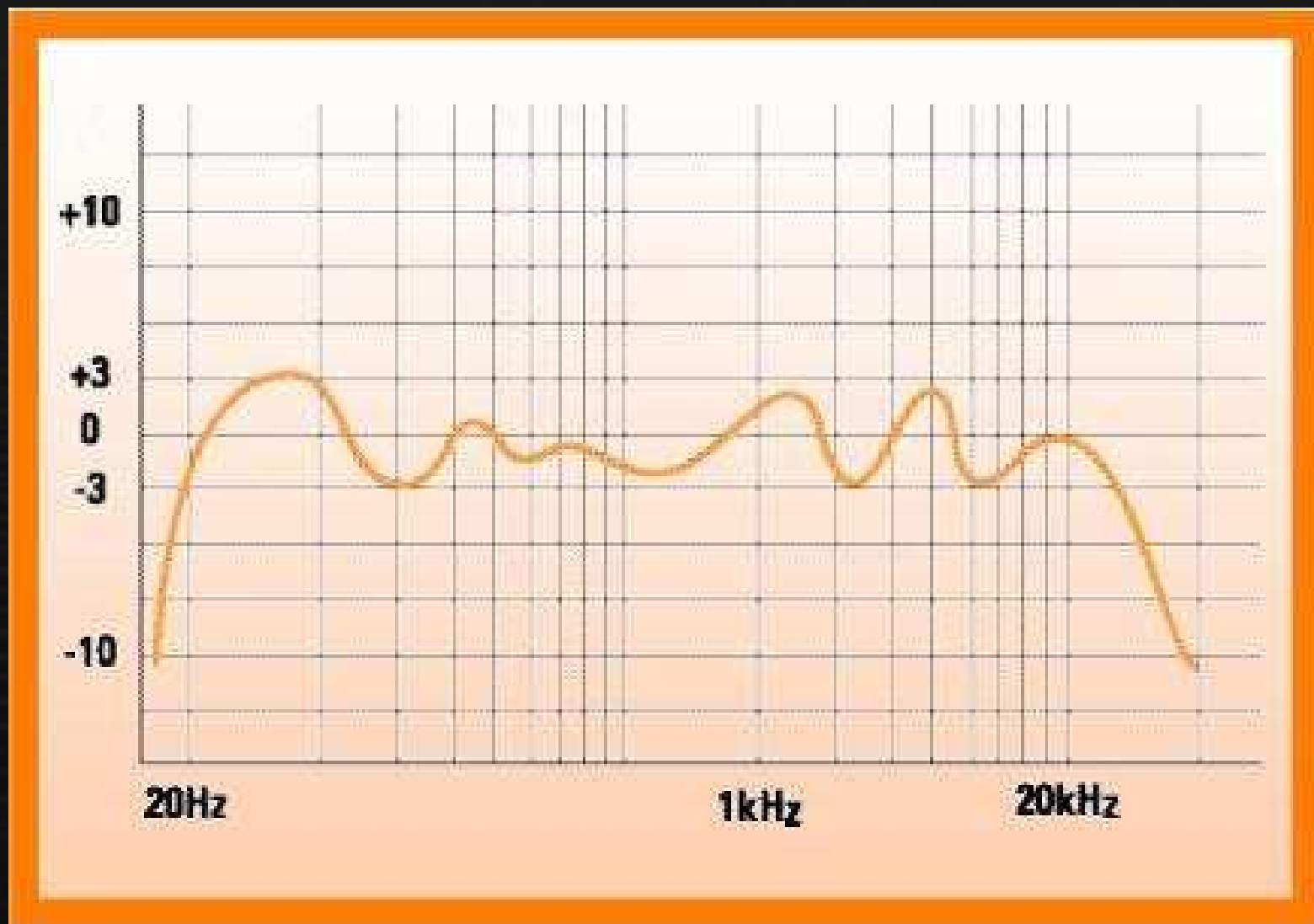
- Két dolog érhető el hangszínszabályzással:
 - A hangrendszer frekvenciaátviteli „hibáinak” kompenzálása
 - A zene „torzítása” annak érdekében, hogy kellemesebb legyen (Pl. mélykiemelés)
 - Egy 3 sávós hangszínszabályzó azt jelenti, hogy 3 potmétered van (mélyet / magasat / közepet állítani), egy 5 sávósnál 5 db

Gyakran találkozni az *equalizer* megnevezéssel is.

1) Frekvenciaátvitel javítása

- Minden erősítőnek, hangfalnak van egy diagramja, ami megmutatja a frekvenciaátvitelét
- Ezt általában csak a felsőbb kategóriás eszközöknél hozzák nyilvánosságra (akinek kevésbé jó, nem dicsekszik ezzel), de stúdió körülmények között mérhető is
- Akkor jó egy eszköz, minél egyenesebb a frekvenciaátvitele, ekkor adja vissza élethűen a hangot
- Általában a hangfalak nemlinearitása a legnagyobb a rendszerben, az erősítő fokozatoké kisebb

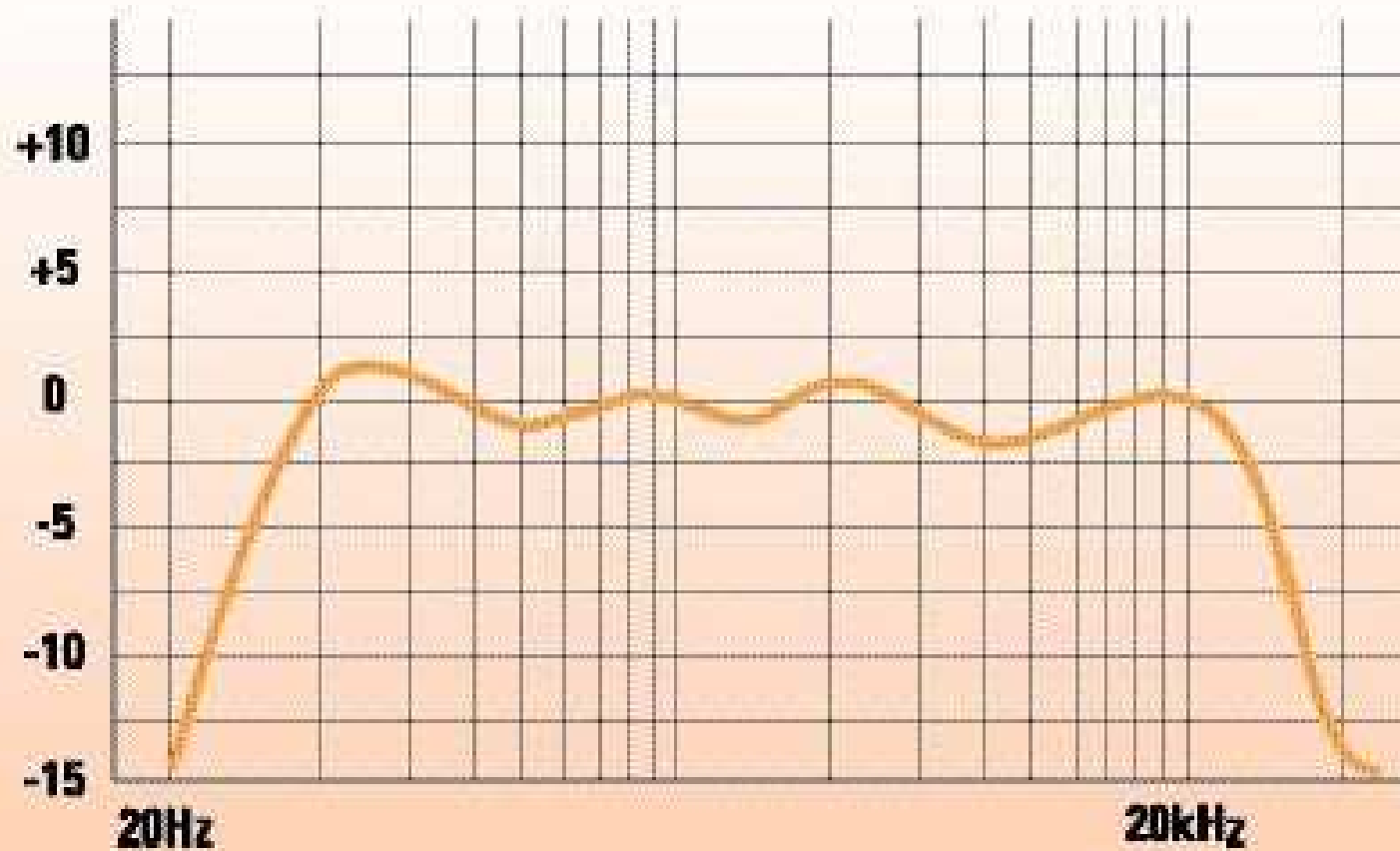
Hangfal átviteli diagramja



Hangfal átviteli diagramja

- Ez jó csúnya, van mit egyenesíteni rajta
- Azért ilyen, mert a többutas hangfalakban ahol az egyik hangszóró átvitele végződik, a következőé nem biztos, hogy ott kezdődik, ezért az „illesztéseknél” vagy domb (ha mindkettő szól), vagy völgy keletkezik (ha egyik sem szól)
- Gagyibb hangszóróknak maguknak sem lineáris az átvitelük

Erősítő átviteli diagramja



Erősítő átviteli diagramja

- Ez általában jobban közelíti az egyenest, az erősítő félvezetők karakterisztikája közel lineáris (bipoláris tranzisztorok eseték exponenciális, FETek esetén négyzetes, az erősítő IC-kbe is ezek közül az egyik van integrálva)
- Ha mégis lennének benne hullámok, az erősítőn belül elektronikai trükkökkel ezek korrigálhatók

Frekvenciaátvitel javítása

- A hullámos görbét annál pontosabban tudjuk hangszínszabályzóval kihúzni egyenesre, minél több sávós a hangszínszabályzónk. Ez a felhasználás leginkább stúdiókra, koncertekre jellemző.
- Két, háromsávós szabályzókkal ez a feladat kevésbé megvalósítható, inkább a másik felhasználási területre alkalmasak ezek az eszközök

2) A hang kellemesebbé tétele

- Általában:
 - Mélykiemelés
 - Magaskiemelés / vágás
 - Középfrekvenciák vágása
 - Ezek tetszés szerinti kombinációja
 - Más zenei stílusokhoz más beállítást szokás általában használni (winamp)

Hangszínszabályzás alapja

- A hang útjába kondenzátort, vagy tekercset helyezve az nem a teljes hangot engedi át
- Soros kondenzátor: Mély vágása
- Soros tekercs: Magas vágása
- Párhuzamos kondenzátor: Magas vágása
- Párhuzamos tekercs: Mély vágása
- Aktív elem nélkül csak vágni lehet a jelből, kiemelés csak műveleti erősítő használatával lehetséges

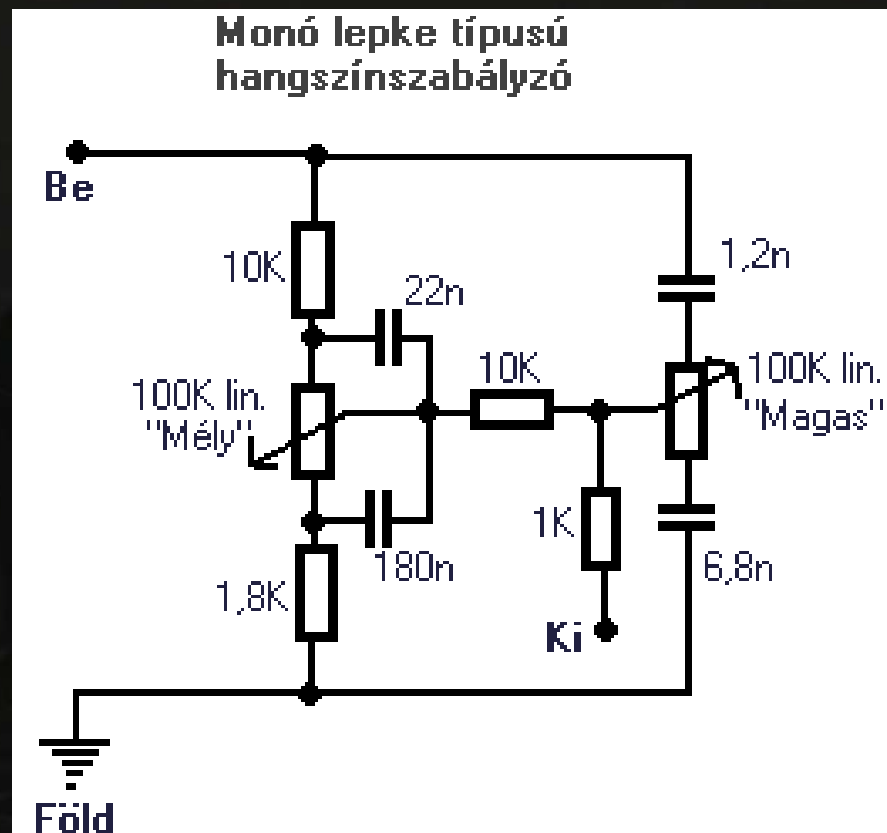
Hangszínszabályzás alapja

- A felhasznált elemek (kondenzátor, tekercs) értéke határozza meg a vágás törésponti frekvenciáját, illetve csak egyetlen elemet helyezve a hang útjába, ezt a vágás „erősségének” érezzük
- Pl: kis értékű soros kondenzátor – alacsony törésponti frekvencia feletti vágás, nagy kondenzátor – magas törésponti freki (ez akár kitolódhat a hangfrekvenciás sávból)
- Ekkor DC szűrésére használható a

Hangszínszabályzás alapja

- Tekercset mérete, nehézkessége miatt nagyon ritkán használunk erre a célra
- Kondenzátorok és ellenállások kombinációjával előállíthatók olyan szűrők, amik nem egy bizonyos frekvencia alatt vagy felett vágnak, hanem mindkét oldalon, és ebből gyárthatunk több darabot, eltérő frekvenciákra
- Ezek egyidejű használata esetén létre is hoztuk a több sávós hangszínszabályzót

A legegyszerűbb kapcsolás



Ez nem használ aktív elemet, ezért a jel erősségét csökkenti.
Két utas, az előzőek szerint a magas csatornában soros kondik,
a mély csatornában párhuzamos kondik végzik a vágást

A működés alapja

- A hangszínszabályzó a bejövő hangot szűrők segítségével részekre bontja frekvencia szerint, majd eltérő mértékű mértékben erősíti az egyes csatornákat
- Megvalósítása szerint lehet műveleti erősítő , vagy tranzisztoros
- A sávok száma jellemzően 2, 3, 5, 10, vagy több, de tetszőleges számú csatornás eszközt is készíthetünk

A működés alapja

- A hang felbontása sávokra nem diszkrét, hanem a sáv középfrekvenciáját állítjuk be, és e körül meghatározott meredekséggel vág a szabályzó
- Egyszerűbben megfogalmazva, a környező frekvenciákat is erősíti / vágja az egy bizonyos frekvenciára beállított sáv, csak kevésbé
- Tehát egy 3 sávós hangszínszabályzó egy-egy sávjának szélessége jóval nagyobb, mint egy 5 sávosé

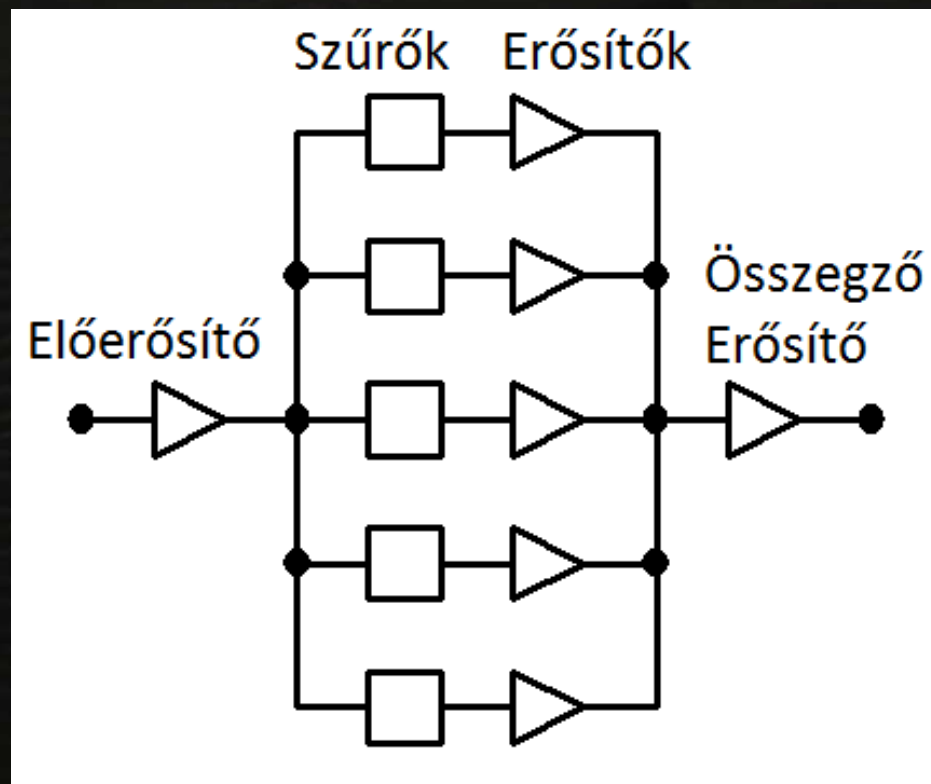
A működés alapja

- Ezt legegyszerűbben ez magyarázza:



Blokkvázlat

- Az elméletet továbbgondolva ez a blokkvázlat adódik:



Erősítők a blokkvázlatban

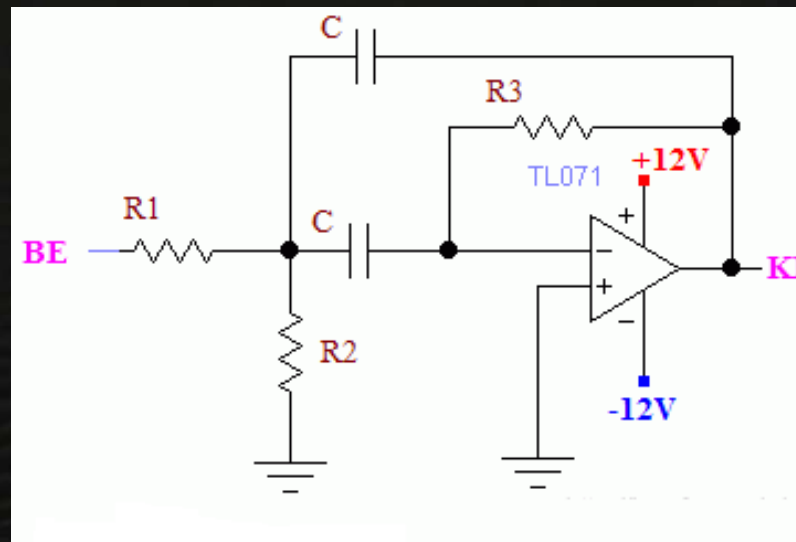
- Az előerősítő és az összegző erősítő jellemzően „1” erősítésűek, tehát a hangerőn nem változtatnak, csak impedanciaillesztést szolgálnak.
- A szűrők utáni erősítők erősítését változtatjuk a potméterekkel, amik a hangszínszabályzók kezelőszervei.
- Az összegző erősítő megfeleltethető annak, amit a múltkori alkalommal építettünk

Szűrők

- A szűrők feladata egyszerű: A diszkrét RC elemekkel beállított frekvencia körül megadott meredekséggel (pl. 6 vagy 12 dB/oktáv) vágnak
- Ha már egyszer szűrőket építünk, másra is felhasználhatjuk őket: Milyen menő lehet például a hangszínszabályzókkal egyszerre egy spektrum analizátort, vagy egy mélyláda kimenettel is rendelkező erősítőt építeni?

Szűrő áramkör

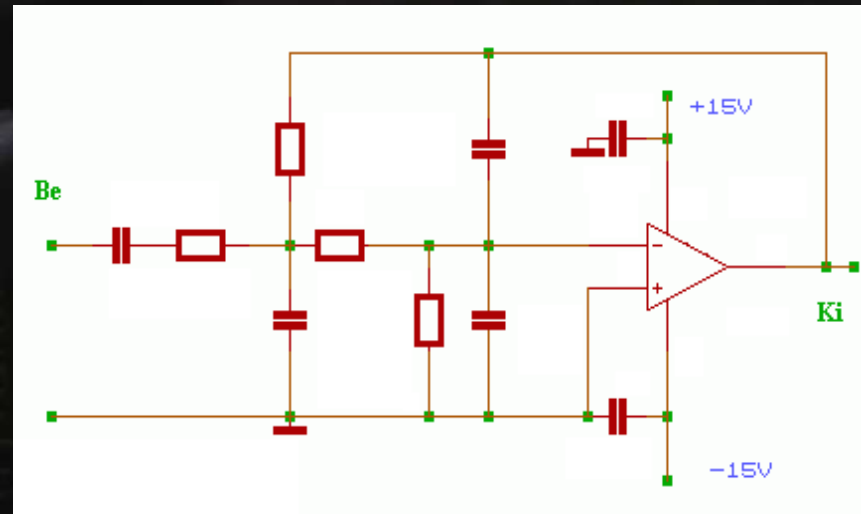
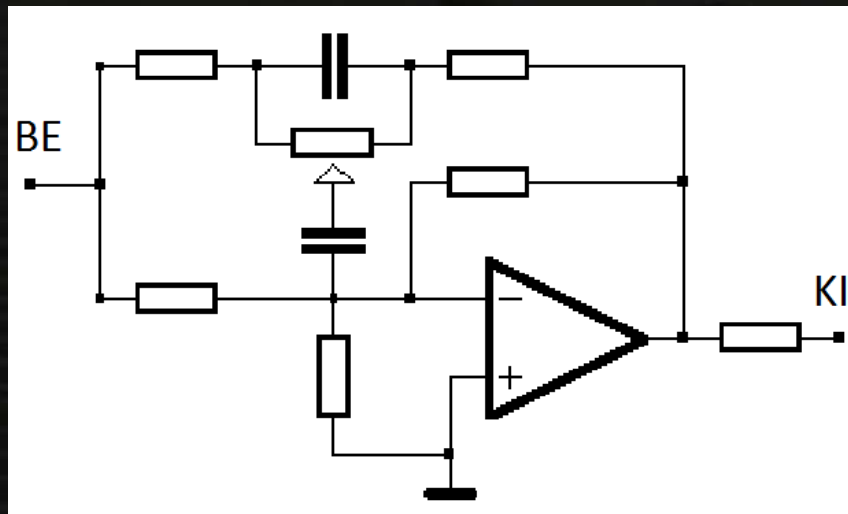
- A szűrő kapcsolás például ilyen lehet:



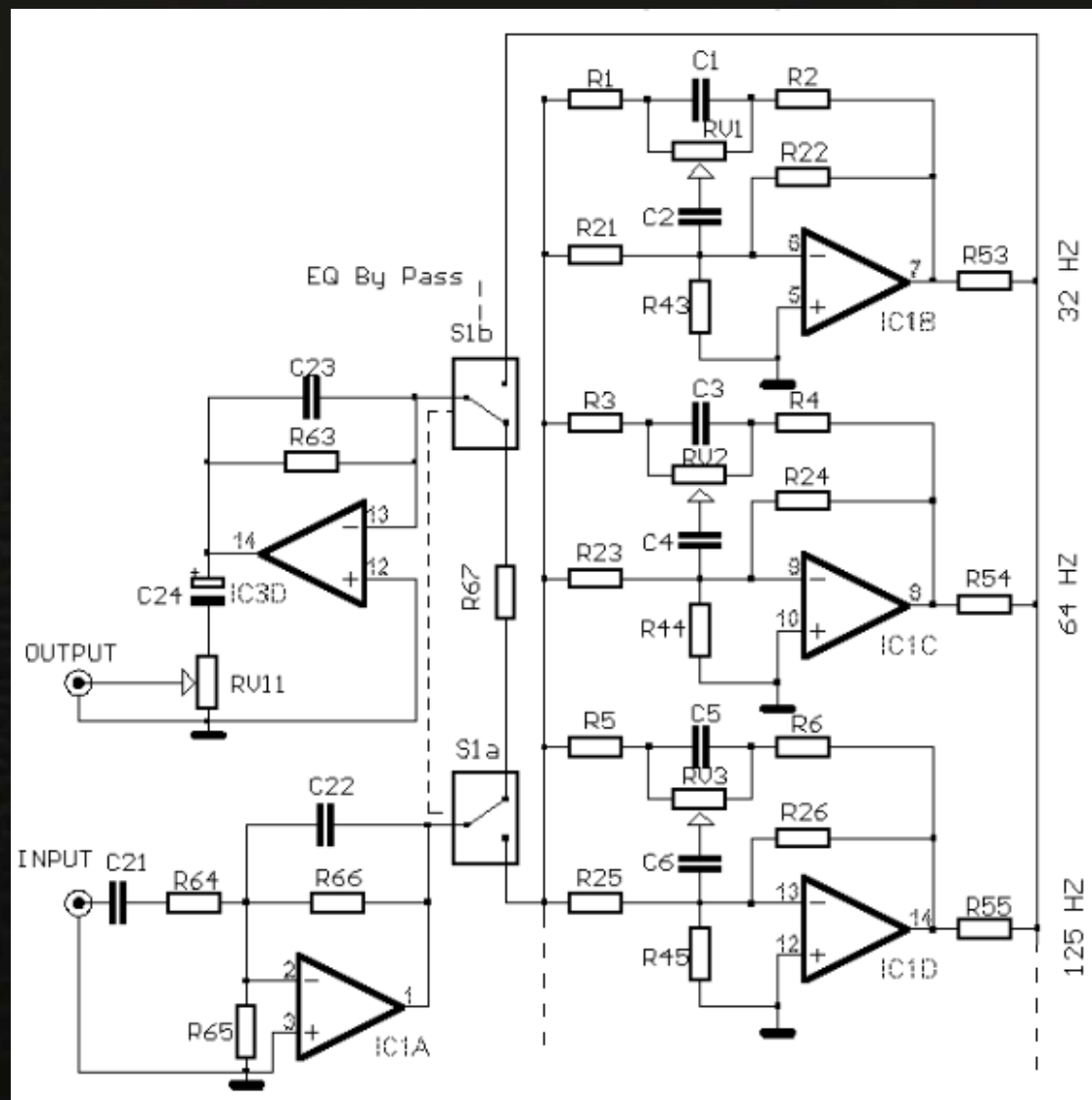
- Az alkatrészek értékének számítására nem térek ki részletesebben, a számítógép elvégzi helyettünk.
- Ehhez egy programocska letölthető a honlapomról: <http://bth-amps.uw.hu/savszuro.zip>

Sávszűrő építésére nincs kizárólagos kapcsolási topológia

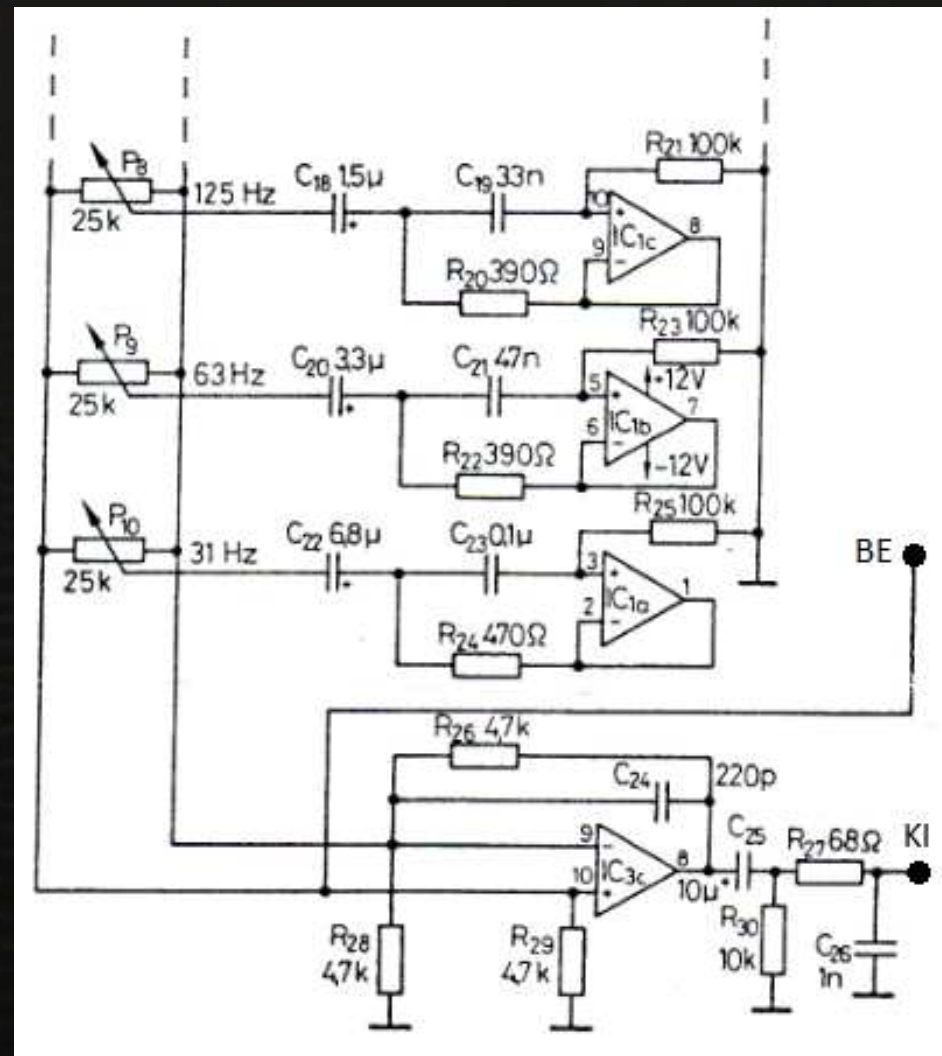
- Lehet mondjuk ilyen:
- Vagy pl. ilyen:



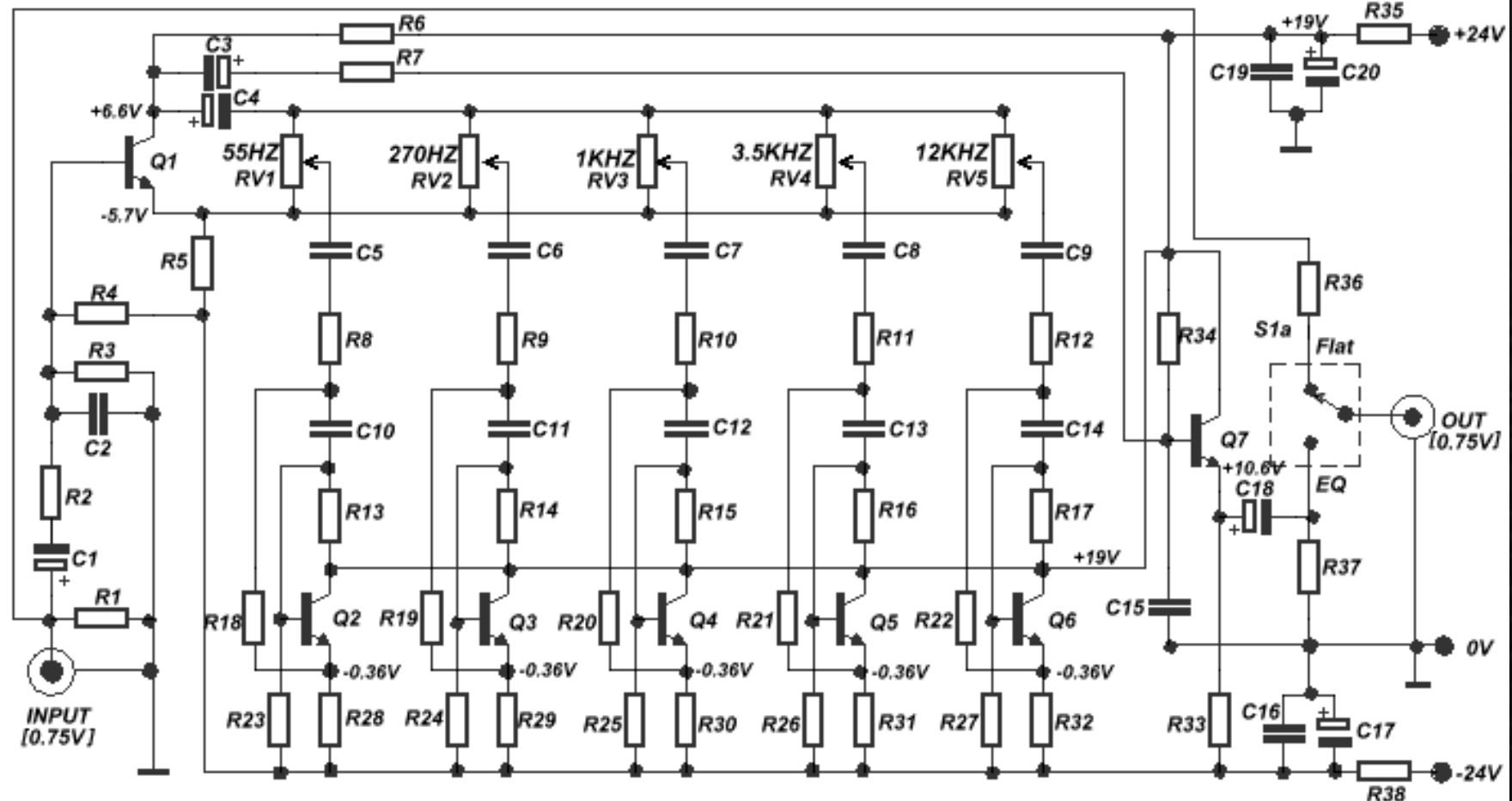
Egy példa kapcsolási részlet:



Nemcsak a szűrő, az egész hangszínszabályzó lehet teljesen más felépítésű, pl. ilyen:



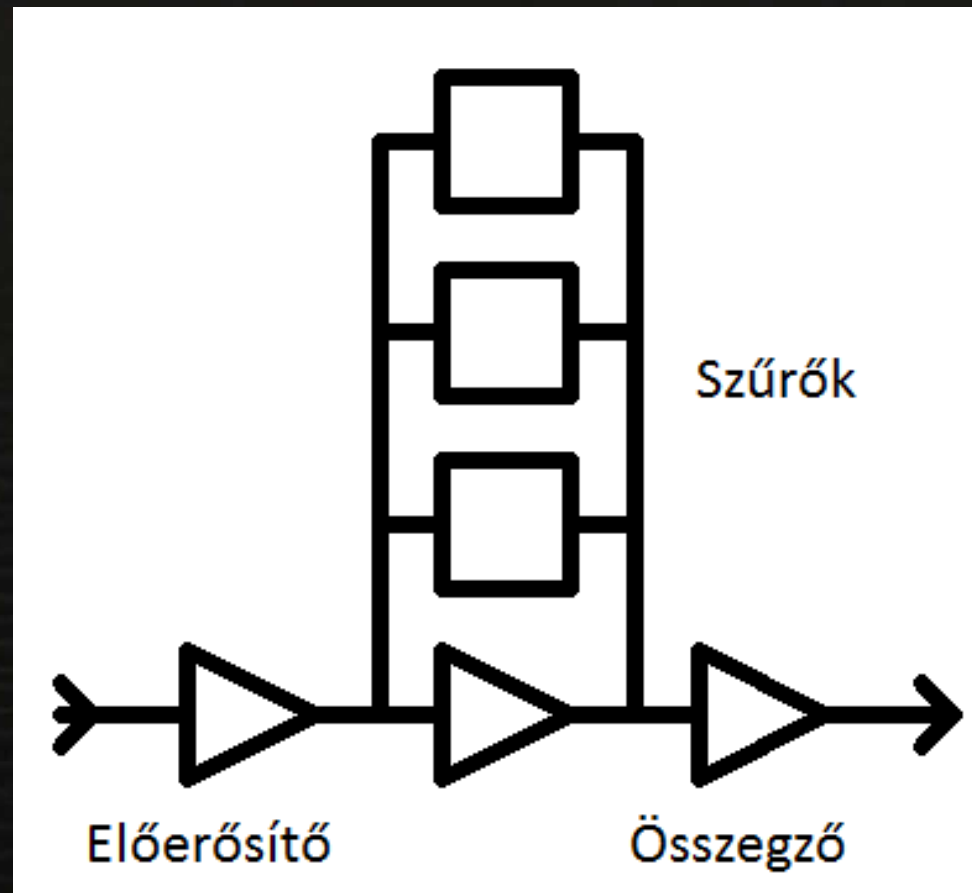
Illetve lehet például csak
tranzisztorokból is építkezni:



Másik megoldás

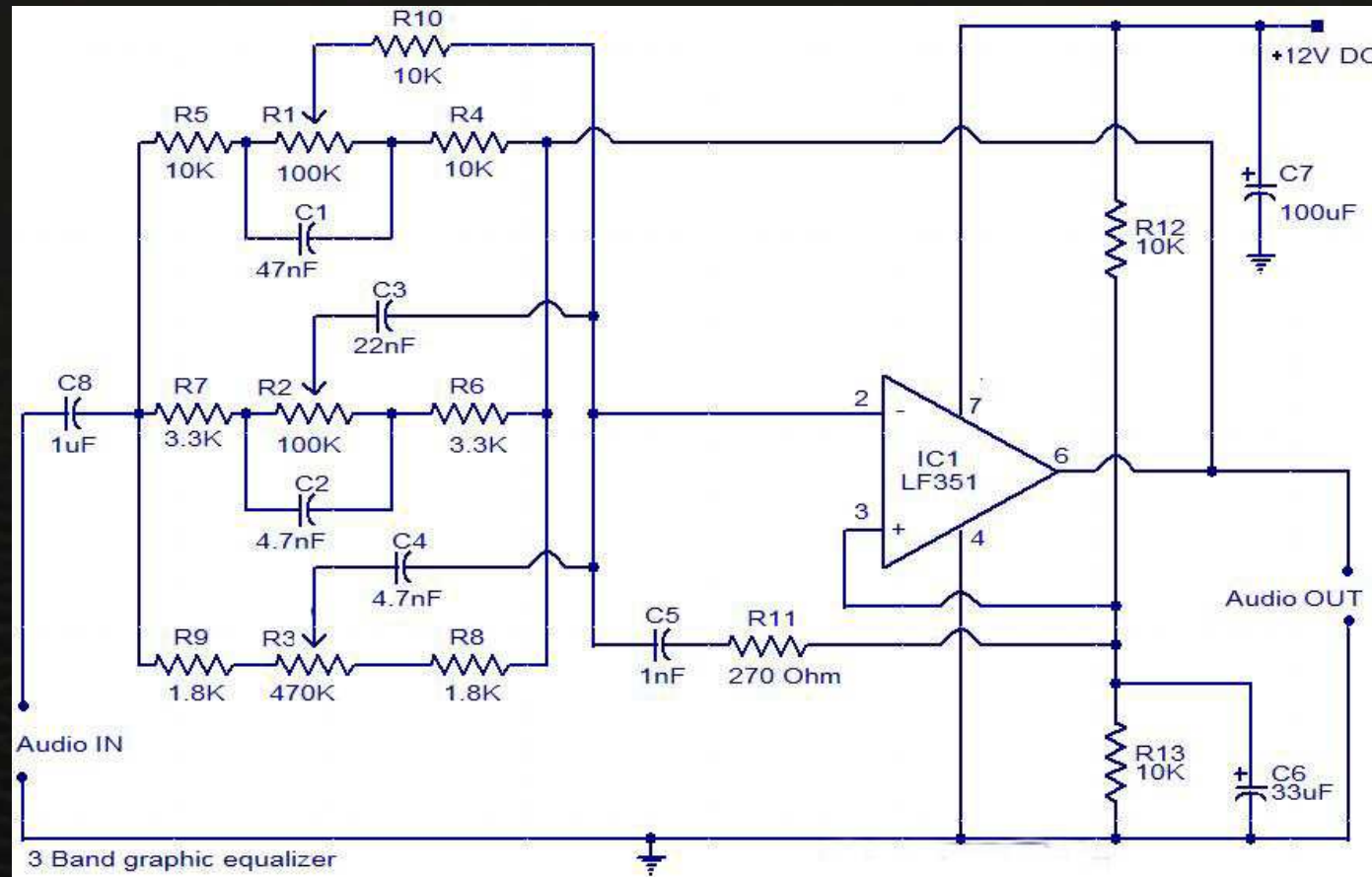
- Az előbbieken bemutatott kapcsolások az elméletből egyenesen következő megoldást használták, ami működőképes, de más módon lehet sokkal egyszerűbb hangszínszabályzó áramkört készíteni.
- A több külön erősítőfokozat helyett elég egy, és a bonyolult szűrők is egyszerűsödnek, ha a hangszínszabályzást áthelyezzük egy erősítő visszacsatolásába, és nem vele sorosan tesszük.

Ennek blokkvázlata



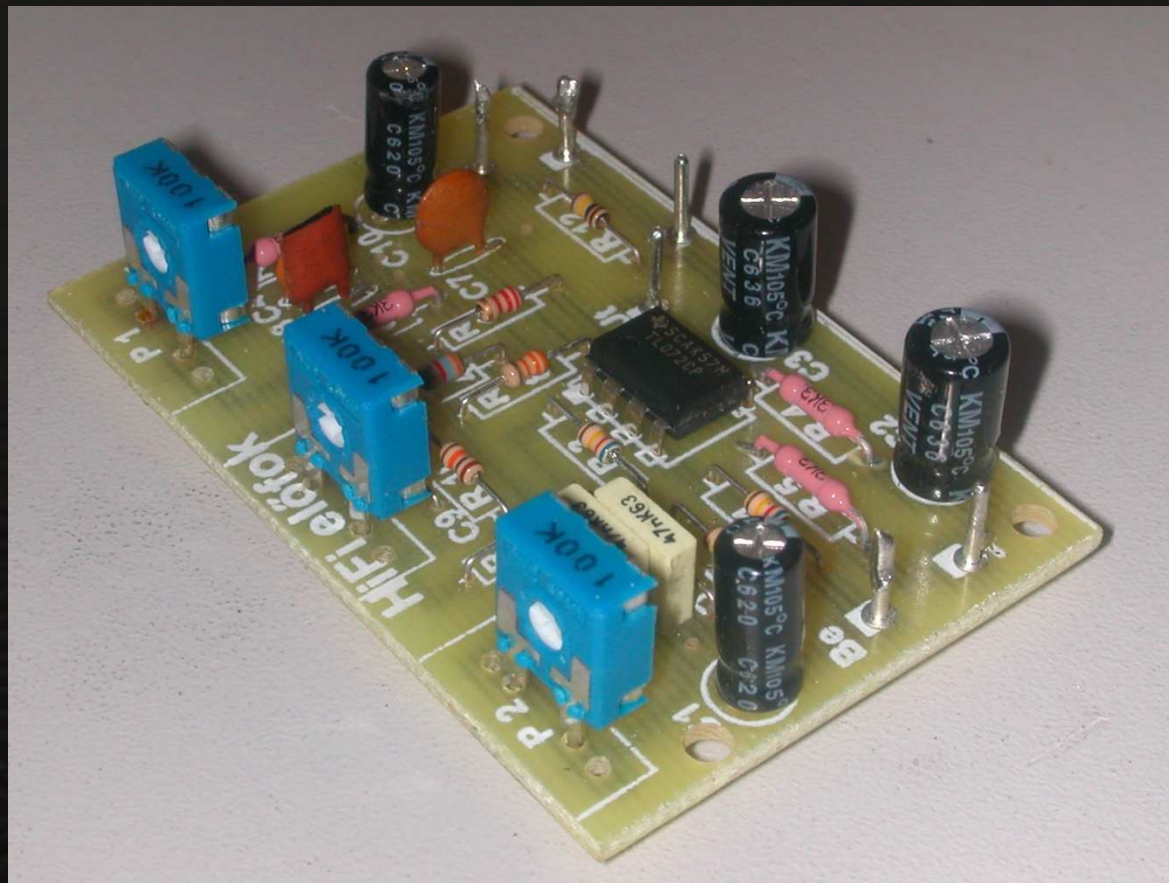
- Itt a sáv hangerejét szabályozó potméterek a szűrők részei lesznek

Egy példakapcsolás



- Jól megfigyelhetők újra a soros / párhuzamos kapacitások
- Az erősítő invertáló, így meredekebb vágás érhető el <kép>

Amit ma építünk



- Az előbbiekben bemutatott topológia szerint működik
- Mivel egy ilyen egység csak monó, kettőt készítünk belőle!

Gitárnál zavaró lehet a túl széles frekvencia-átvitel. Ajánlott módosítás: $C1=33\text{nF}$ és $R3$ -mal párhuzamosan 100pF .

Az egységek összekötése

- A megépített 3 modulunknak az egymás utáni sorrendje nem triviális
- A végfok kerül mindenképpen a legvégére, a hangszóró elé, de ez elé kerülhet a múltkori összegző, és a mostani hangzínszabályzó is (felcserélhető a sorrendjük)
- Profi keverőpultokban van hangzínszabályzás a külön csatornáknak is, és a közös részben is
- Mi a végfok elé fogjuk helyezni, így minden bemenő csatornát érint a hangzínszabályzás

Kitekintés a továbbiakra

- A tanfolyam során megépített eszközök akár képezhetik egy komplett erősítő elektronikáját, de akár kiegészíthető további egységekkel is
- Az interneten megtalálható mindenféle kiegészítő kapcsolás rajza
- Ilyen lehet például: kivezérlésmérő (spektrum analízátor), bemenetválasztó, hangfalvédelem, hűtésvezérlő, stb...

Kitekintés a továbbiakra

- Érdemes lesz az erősítőt dobozolni is
- Ez legyen rendszerezett, átlátható
- A tápegység kerüljön minél távolabb a fokozatoktól (főleg a kisjelűektől: összegző, hangszínszabályzó)
- Jelen esetben megoldható az is, hogy a tápegység dobozon kívülre kerüljön, adapter formájában, mert minden egység 12V-ról működik. Legyen elég terhelhető!

Kitekintés a továbbiakra

- A tápegységgel nem foglalkoztunk a tanfolyam során, pedig fontos része egy erősítőnek
- Legyen elég erős, nagyon sok torzítás a túl kis teljesítményű tápegységből adódik. Tudjon legalább 50W-ot (2x15W kimenő + ráhagyás), a végfok hatásfoka 70-80% között van
- Ha alaphangja van az erősítőnek a tápra kötve, 50Hz-es zúgás, „brumm”, akkor a tápfeszültséggel párhuzamosan kell kötni egy nagy kondenzátort (min. 4700uF)