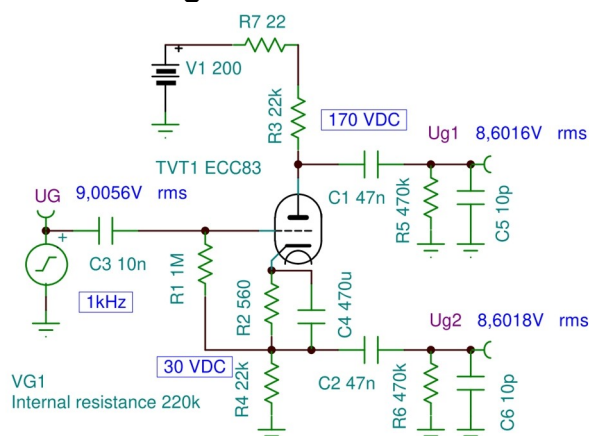


A fázisfordító (Phase Splitters)

Az ellenütemű csöves végerősítők meghajtásához fázisfordító kapcsolás szükséges. Ezek fő verziói évtizedek óta ismertek. Van egy apró kivétel, a telepese csövek területe, ahol a katód fizikailag azonos a fűtőszállal, tehát nem használhatók a megszokott csöves kapcsolások, mert katódelLENÁLLásokat tartalmaznak. Telepes csöveknél erre nincs lehetőség. Egyetlen megoldás a transzformátor volt, használták is gyári készülékekben pl. a DLL101-es csövekhez, viszont a nagy impedanciás transzformátor (ami ide kellene) majdnem technikai lehetetlenség. Tehát ezen transzformátorok minősége messze elmaradt a kívánatostól és csak jobb megoldás híján kerültek a telepese rádiókba. Amióta a telepese csövek (is) kimentek a divatból, azóta nem igazán probléma hozzájuk fázisfordítót építeni. :) A legegyszerűbb elektroncsöves fázisfordítót próbáljuk meg félvezetőkkel utánozni. A cél tehát egy osztott terhelésű (katodin) triódás fázisfordító helyettesítése.

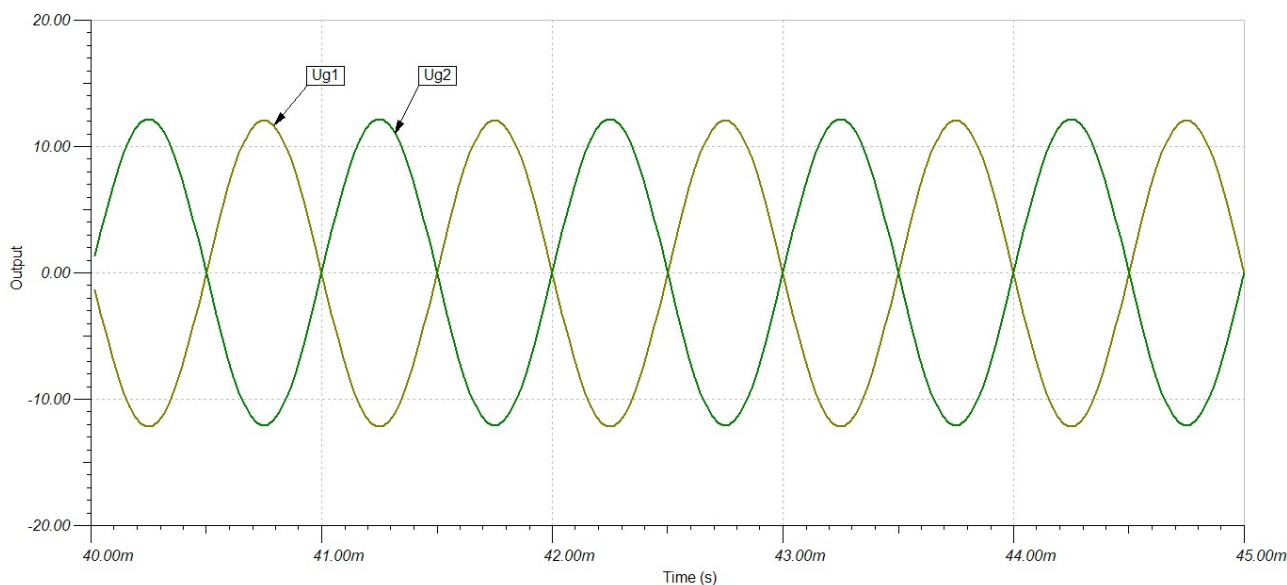
Az eredeti megoldás:



A 470k/10pF a végcső rácsterhelését modellezi. Az anód és katód kimeneti ellenállásai jelentősen különböznenek, ennek ellensúlyozására a megszokottól jóval kisebb értékű ellenállásokat használunk. Így döntően ezek határozzák meg az impedanciákat, ettől függetlenül szükség lesz egy kiegyenlítő kis ellenállásra az anódkörben (R7). Az R7 állításával elérhetjük, hogy a két kimenőjel teljesen azonos feszültségű, de ellentétes fázisú legyen. Nemcsak a modellben, de a valóságban is. A föld helyett a katódkörbe

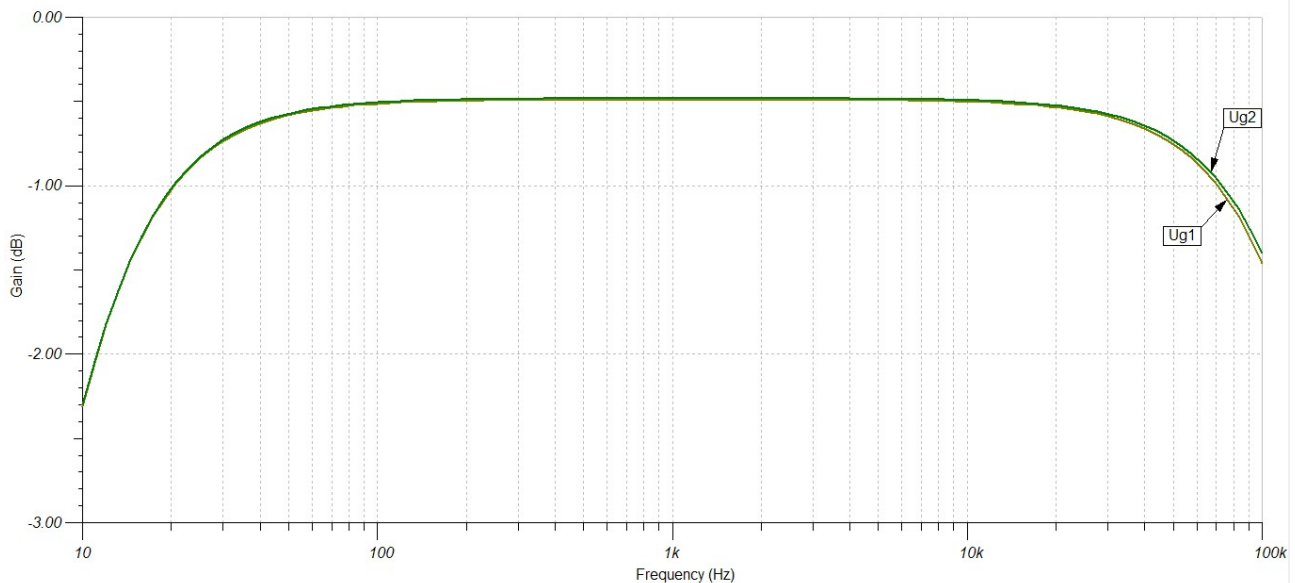
kötött rácscellenállás (R1) a munkapont beállításán kívül pozitív visszacsatolást hoz létre a bemeneten, így jelentősen megnöveli a fokozat bemeneti ellenállását. A triódás fázisfordító fontosabb jellemzői következnek. A 9V (eff.) nagyjából minden telepese csőhöz elég lesz.

A két kimenőjel:



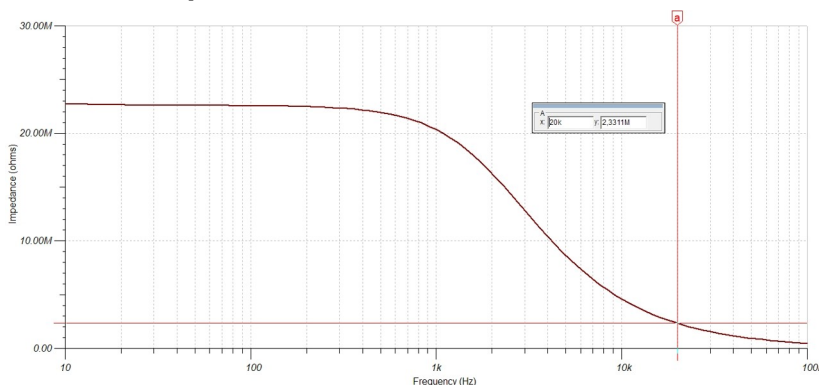
Ezek már a kiegyenlített jelek. Szándékosan használunk a modellben nagy belső ellenállású generátort, mert a csöves erősítőben az előző fokozat egy pentóda lesz, nagy kimeneti impedanciával. Tehát a jellemzőket tekintve így figyelembe vesszük a fázisfordítót meghajtó áramkör tulajdonságait.

Amplitúdókarakterisztika:



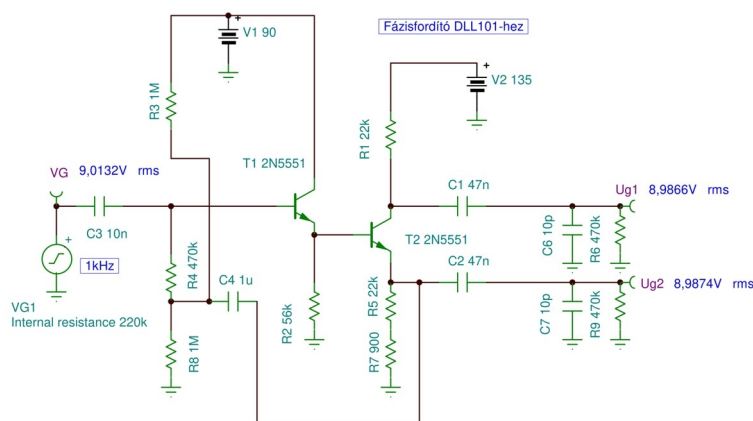
Az alsó határfrekvenciát egyértelműen a C1 és C2 (47nF) kondenzátorok határozzák meg. A nagy bemeneti impedancia miatt a C3 kondenzátor értéke nem kritikus. A felső határfrekvenciát a csőkapacitások és a végpentódák terhelő kapacitásai befolyásolják. A kiegyenlítés az átviteli sáv tetején kezd romlani az eltérő anód és katód kimeneti impedancia és a kapacitív terhelés következtében. A romlás bőven a hangfrekvenciás sáv fölött van.

Bemeneti impedancia:



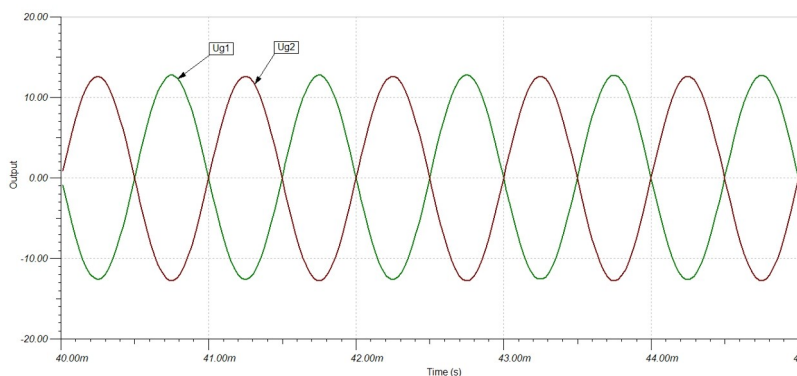
Az impedancia mindenképp frekvenciafüggő lenne, csak éppen 1MΩ lenne a legnagyobb értéke visszacsatolás nélkül. A pozitív visszacsatolással még 20kHz-en is nagyobb, mint 2MΩ. Ez azért lényeges, hogy a lehető legkisebb mértékben terheljük az előerősítő pentóda kimenetét (nagyobb erősítés).

A cél tehát adott, készítsünk hasonlót, vagy jobbat. :) Elsőre talán próbáljuk utánózni nagyfeszültségű tranzisztorokkal:



Hamarosan látjuk, hogy az utánzat egészen jól sikerült, csak kicsit bonyolult. A kimenőjeleket itt is hangolni kell, hogy pontosak legyenek (R7). A hangolás itt bonyolultabb lesz, mert mindkét jelet változtatja az emitter ellenállás értékének változása. Azért sikerülni fog. :) A kellően nagy bemeneti impedanciához itt kellett egy plusz tranzisztor és ugyanúgy pozitív visszacsatolás az első bemenetére.

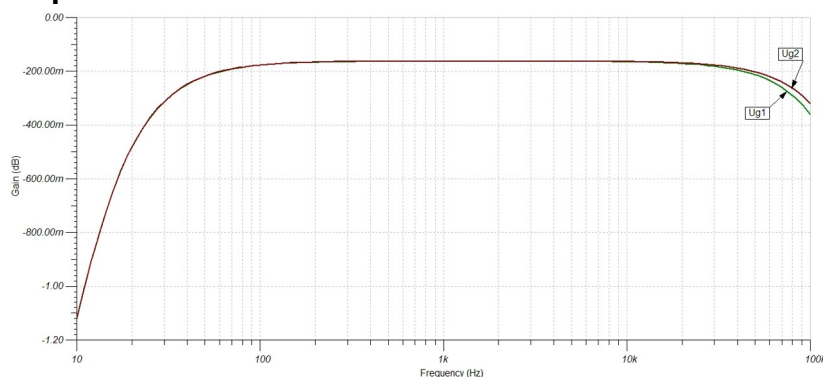
A kapcsolás speciálisan egy DLL101-es ellenütemű végfokozat meghajtásához készült.



Eddig semmi gond, a jelek szépen kiegyenlíthetőek. A második fokozat a DLL101-es anódfeszültségéről működik, nagyobb feszültség > nagyobb linearitás. Az első fokozat viszont egy stabilizált 90V-ról, hogy ne legyen gond a hálózati zavarokkal. Az első tranzisztor munkapontja a 90V felére lett beállítva az R3 és R8

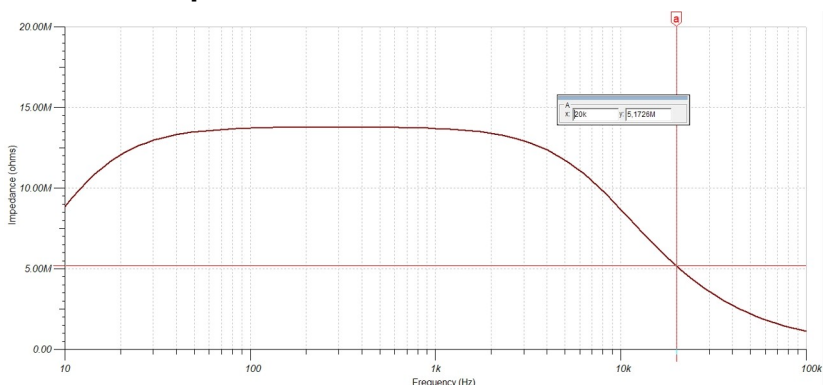
ellenállásokkal és az osztó közepére jön a pozitív visszacsatolás is (C4).

Amplitúdókarakterisztika:



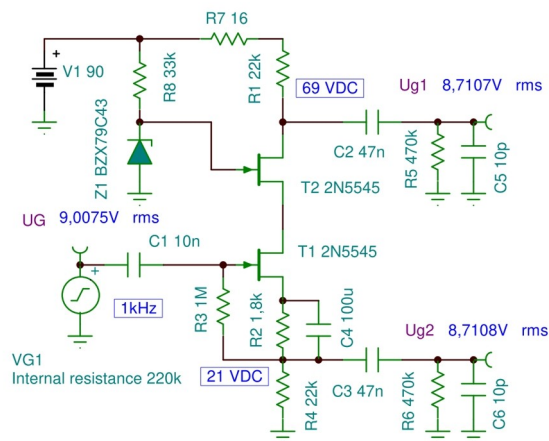
A karakterisztika mindkét végén jobb, mint az ECC83-as volt, csak érzékenyebb skálán nézzük. Amúgy a jellege hasonló. Az alsó határfrekvenciát itt is a C1 és C2 állítja be. A felső határfrekvencia magasabb, a végén az eltérés hasonló és ugyanúgy az impedanciák eltéréséből következik.

Bemeneti impedancia:



A bemeneti impedancia nagyobb tartományban magasabb, mint az ECC83-nál volt és még 20kHz-en is 5MΩ. Egyelőre nyert ügyünk van, a tranzisztoros fázisfordító jobb lett, mint a triódás volt, csak kicsit bonyolultabb. Utoljára nézzük, hogy mire mennénk az elektroncsövekre jobban hasonlító félvezetővel.

JFET fázisfordító:

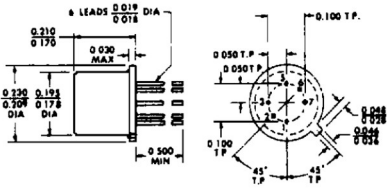


Ez hasonlít legjobban az elektroncsöves verzióra, csak mivel nagyfeszültségű JFET nincs, ezért egy viszonylag nagyfeszültségű (50V) meg kellett duplázunk. Ami egyébként nem probléma, mert úgyis duál FET-ekről van szó, tehát eleve kettő van egy tokban. :)

További bonyodalom, hogy ugyanazon a néven többen gyártották és gyártják jelenleg is. Még a paraméterek is azonosak, csak van egy apró (azaz nagy) gond. A régi gyártmányok (pl. Texas) jók ebbe a kapcsolásba, az újak nem! Tehát, ha lapul a fiók mélyén régi duál FET,

akkor használhatjuk, ha újat kellene beszerezni, akkor felejtjük el...

Nézzük egy régi dokumentációját:



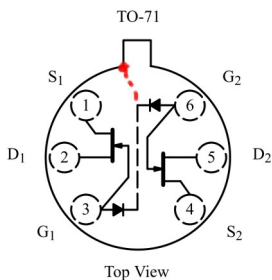
1. SOURCE 1
2. DRAIN 1
3. GATE 1
5. SOURCE 2
6. DRAIN 2
7. GATE 2

THE ACTIVE ELEMENTS ARE
ELECTRICALLY INSULATED FROM
THE CASE

ALL JEDEC TO-71 DIMENSIONS
AND NOTES ARE APPLICABLE

A lényegét bejelöltem. A régiéknél a két JFET szigetelt a fémháztól és egyúttal egymástól is. Ilyeneket nyugodtan használhatunk.

Nézzünk egy újat:

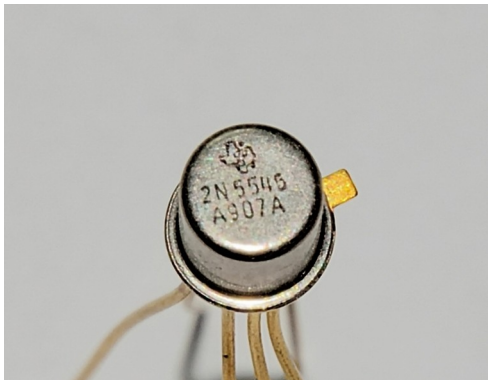


Na, ezt felejsük el! Kaptunk pluszban két diódát, ami nekünk most nagyon nem hiányzott. A régi szép időkben válogatott diszkrét FET-ek kerültek egy tokba, az új viszont olcsó monolitikus technológia, bár az árán nem látszik az olcsóság, ha venni szeretnénk... Szóval a technológia adott nekünk nagyon rossz helyre két diódát. Ráadásul huncut módon hallgat a doku arról, hogy a két dióda katódja a fémházra is van kötve.

Általában ez a két dióda nem lenne gond, hiszen normál esetben a JFET Gate elektródája a legnegatívabb a rendszerben, azaz a

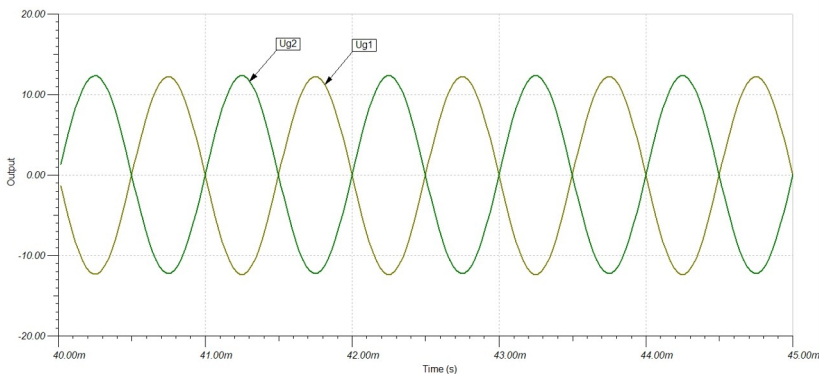
diódák záróirányban vannak. De nem nálunk! :) Itt az egyik Gate a tápfeszültség felére van kötve (+45V), az első meglepetés akkor ér bennünket, amikor felfedezzük a fél tápfeszültséget a fémházon. Először csak ezt vesszük észre és csodálkozunk, aztán elkezdjük növelni a hangerőt és még jobban csodálkozunk... :) Ugyanis a nyitott szubsztrát diódánk élesítette a monolitikus „alvó” tirisztort. A másik Gate vezérlése be is kapcsolja nekünk a tirisztor struktúrát és csak azért marad egyben az eszköz, mert mindenfelé ellenállások vannak. Bennünket pedig az örületbe kerget az az eszméletlen torzítás, ami ebből következik. Tehát keressünk a fiók mélyén régebbit, vagy ezt a megoldást felejtjük el... (Amúgy a bekötésük és a típusuk azonos.)

Ha találunk egy ilyen, szép hosszú lábakkal, akkor lehet folytatni:



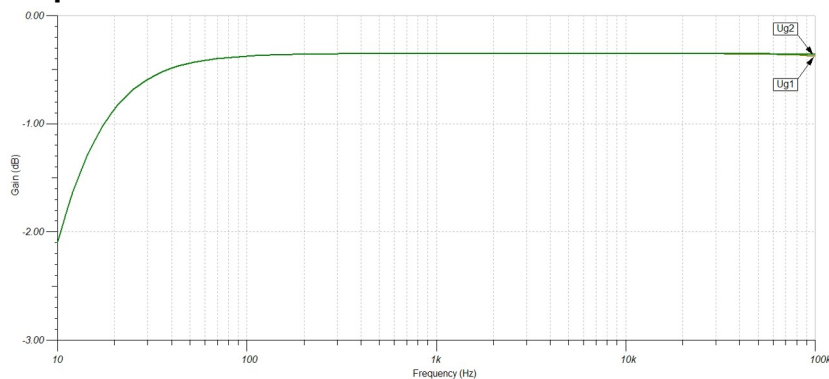
Tényleg, az újaknál az arannyal is spóroltak, mert rövid lábai vannak és a másik ismertetőjele, hogy a tok tetején nincs semmi jelzés, csak az oldalán. Ahogy néztem, a Texas már nem gyárt ilyeneket, tehát nagy valószínűséggel minden Texas gyártmány elég régi ahhoz, hogy nekünk jó legyen. :)

Nézzük a két kimenőjelet, ha találtunk ilyen régiséget:



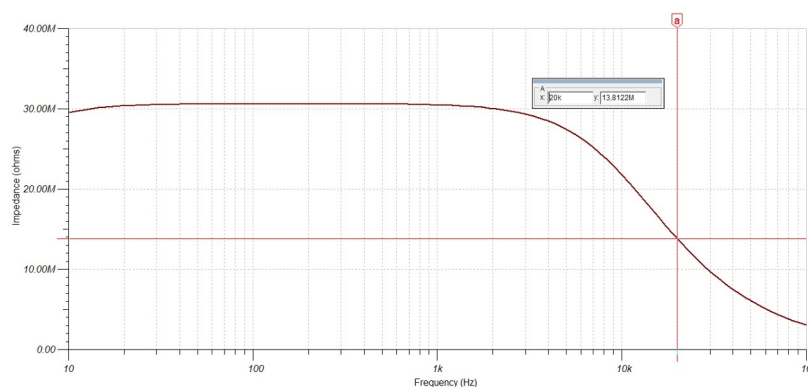
Ezzel természetesen semmi gond. A kiegyenlítés itt is ugyanúgy működik, mint a triódánál (R7).

Amplitúdókarakterisztika:



Eddig messze ez a legjobb. Az alsó határfrekvencia csak a C2 és C3 függvénye, a felső pedig 100kHz fölött van. Ezen nem fog múlni semmi, még a négyszöget is szépen átviszi.

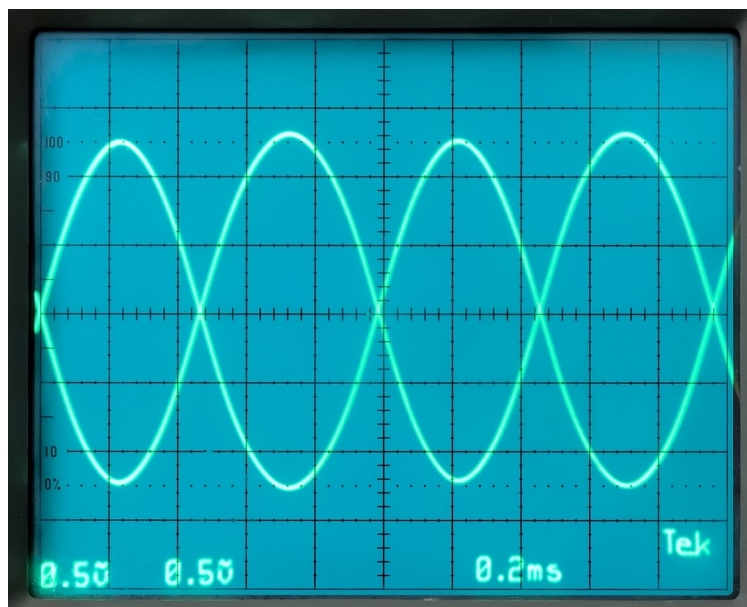
Bemeneti impedancia:



Érdeemes lesz keresgélni a régi fiók mélyén, mert úgy látszik, hogy minden szempontból a legjobb választás a duál JFET. Persze modern diódák nélkül. :)

20kHz-nél is 13MΩ fölött van a bemeneti impedancia. Ez tényleg nem fogja terhelni az előerősítő pentóda kimenetét.

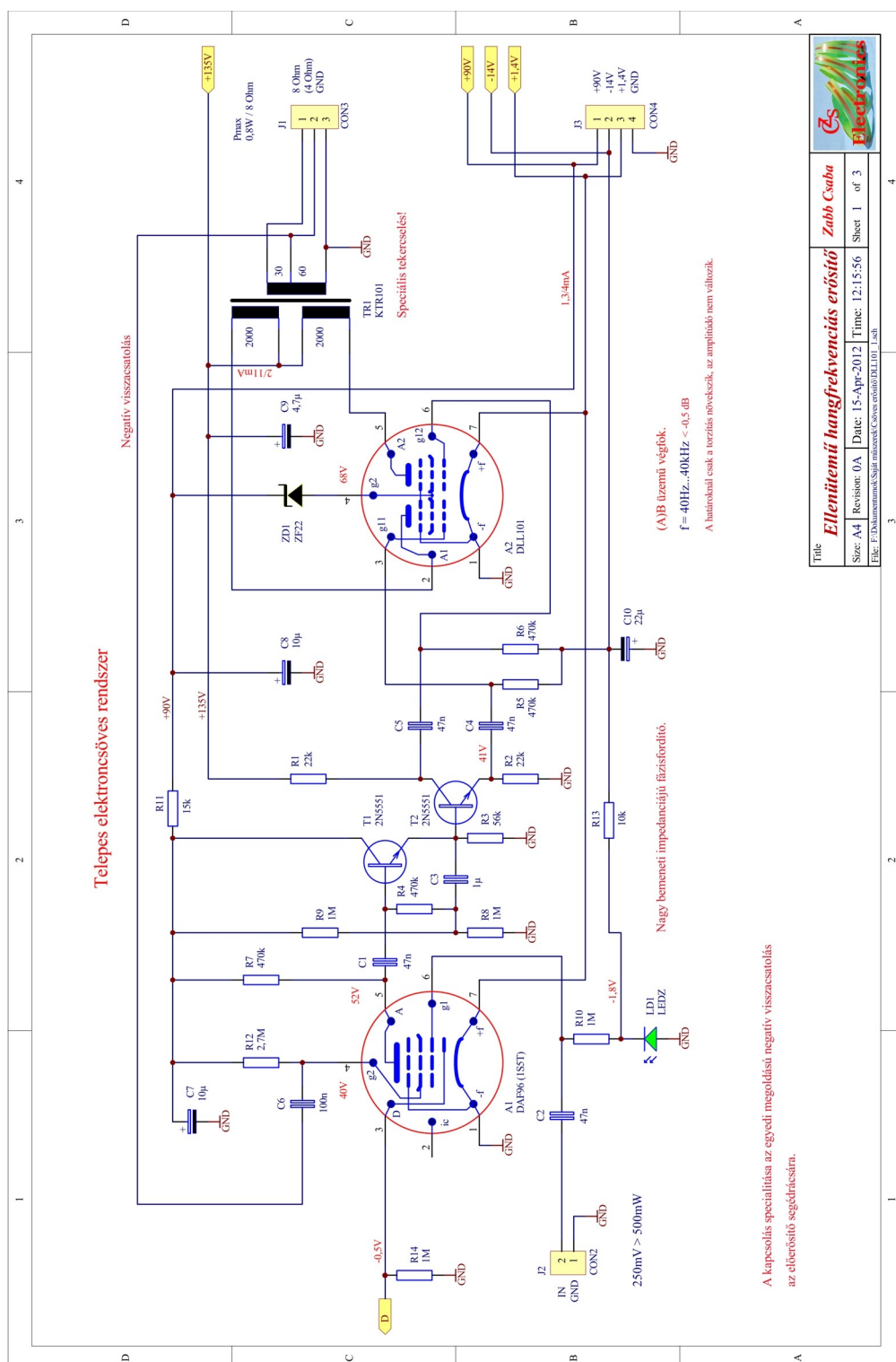
Még a kiegyenlítés előtti állapot látszik az oszcilloszkópon, azonos R1 és R4 ellenállásokkal:



A látható jel kb. 9V (effektív), éppen elég egy DLL101-es ellenütemű végfok teljes kivezérléséhez (25Vpp).

Az ismertetések sorrendje pontosan megfelel egy minőségi sorrendnek is. Az első két verzió előnye, hogy nagyobb tápfeszültségről nagyobb kimenőjelet is képesek produkálni kis torzitással. JFET-ből aligha találunk 50V fölötti típust, így pedig be kell érünk 9V körüli maximális jellel, ami viszont elég lesz a végfokok jó részéhez.

Végül egy megépített régebbi erősítő a tranzisztoros fázisfordító egy korábbi variációjával. A kapcsolás egyetlen különlegessége a „Zabb-féle” negatív visszacsatolás a kimenő transzformátorról az előerősítő pentóda segédrácsára. :) Soha, sehol nem láttam, mindig a katódkörbe szeretnek visszacsatolni, de itt a telepes csöveknel az nem működik. (A negatív visszacsatolás következtében a fázisfordító kiegyenlítése is fölösleges volt.)



Title		Ellenőrzött hangfrekvenciás erősítő Zabb Csaba	
Size: A4	Revision: 0A	Date: 15-Apr-2012	Time: 12:15:56
File: F:\dokumentumok\Zabb Csaba\erősítő\DLL101_1.sch		Sheet 1	of 3

Azóta már ide is a JFET fázisfordító került a tranzisztoros helyére. Nagyobb kimenőteljesítmény érdekében a végerősítő cső is változott, két darab 3V4-esre. Csak a speciális negatív visszacsatolás örök... :)