

Gyári kapcsolási rajz egy Western Electric 7A fa burkolatán nagy távolságú átjátszó erősítő (a képet Kevin Carter készítette).

### Western Electric – A triódák Rosetta köve

Néhány évvel ezelőtt vettem egy kis könyvet, az "Audel's Radioman's Guide" címűt, írta Edwin P. Anderson, szerzői jog: 1939. Az antik technológia mellett - mint például egy repülőgép irányítótorny, amely a teljesen új "Aircraft Radio" technológiával rendelkezik, de nincs radar vagy légkondicionáló - vannak érdekes áramkörök. A könyv legérdekesebb áramköre a 426. és 427. oldalon található Western Electric 92A erősítő. A könyv kompakt, nem több, mint 4 3/4" hüvelyk x 6 1/2", így nagyjára van szükség a kapcsolási rajz részletes vizsgálatához. Közelebbről szemügyre véve a meghajtó és a kimeneti fokozatot nagyon érdekes áramköre akadunk..

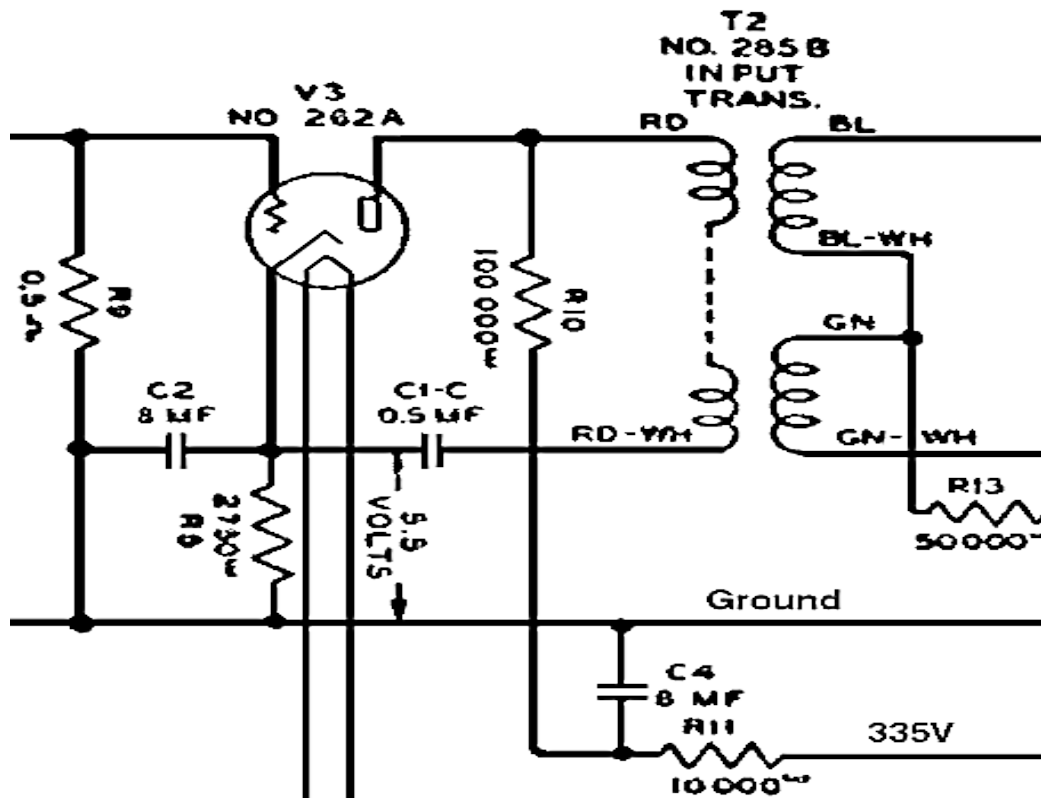
Ez a fénykép a WE 92A-t 1935-re datálja, az alvázon jól látható 300A és 274A típus jelölésekkel. A 300A csak két évig volt gyártásban, és 1936-ban az elektromosan azonos 300B váltotta fel.



Western Electric 92A hangosító erősítő

A WE 92A SE 262A meghajtója parafeed rendszerű transzformátoros csatolást használ a 300A push-pull kimeneti fokozathoz. A 262A anódjának egyenáramúlag R10-ről, egy 100K anód ellenállással történik, amely egy 10K/8uF RC-szűrőhöz és egy 355V-os szekunder B+ tápegységhez csatlakozik.

A váltakozó áramú jel útja a 285B csatoló transzformátor primerén és C1-C-n, egy 0,5uF-os kondenzátoron keresztül vezet, és nem a földre tér vissza, ahogyan az várható lenne, hanem a 262A cső katódjára. A katódot 2750 ohm ellenállással előfeszítik, amit a C2, - egy 8uF-os olajkondenzátor - átblokkol. A WE 92A meghajtó parafeed elrendezést és a cső katódjához visszavezető kondenzátor is használ. Azt figyelembe kell venni, hogy a katód további átblokkolással is rendelkezik. A C1-C és a C2 közötti arányt úgy választották meg, hogy minimalizálják a tápellátás zaját.



Western Electric 92A parafeed tápellátású meghajtó

Hasonló parafeed áramkör található a Western Electric 32A-ban, amely legalább egy évtizeddel a WE 92A előtt készült. A 205D, egy közvetlen fűtésű trióda, amelyet a húszas évek elején vezettek be, a 113-A -t retard tekercs, más néven anód fojtó terheli. A kimeneti transzformátor primerét egy 2 $\mu$ F-os kondenzátoron keresztül a 205D virtuális katódjára (az izzószál- közép leágazására ) vezetik vissza. Bár nem nyilvánvaló azonnal, a 205D egy 1K ohmos ellenálláson keresztül van előfeszítve, amely a 303-A árammérő tesztcsatlakozóján keresztül kapcsolódik a földre (normál esetben zárt).

Nincs katód átblokkoló kondenzátor. Helyette a rác s egy 0,5 $\mu$ F kondenzátoron keresztül van a földre kötve. Ez csak bemeneti transzformátorral lehetséges, mivel a teljes szekunder "lebeg", és nem kell a földre csatlakoznia. A lebegő szekunder differenciális meghajtást biztosít a 205D rác s/virtuális katód bemeneti pontjainak. A katód AC-földelésének szokásos RC-csatolása elfedi azt a tényt, hogy a csövek a katód és a rác s közötti meghajtó feszültségre reagálnak. Ez az áramkör kihasználja a magasabb impedanciájú rác skört, hogy csökkentse a tipikus katód átblokkoló kondenzátor méretét. (Az átblokkoló kondenzátorokat méretezni kell az átblokkolandó áramkör impedanciájához.. A katódköri impedanciák a az elektroncsövek legalacsonyabb impedanciájú pontjai, ezért a katódköri átblokkoló kondenzátoroknak kell a legnagyobbaknak lennie).



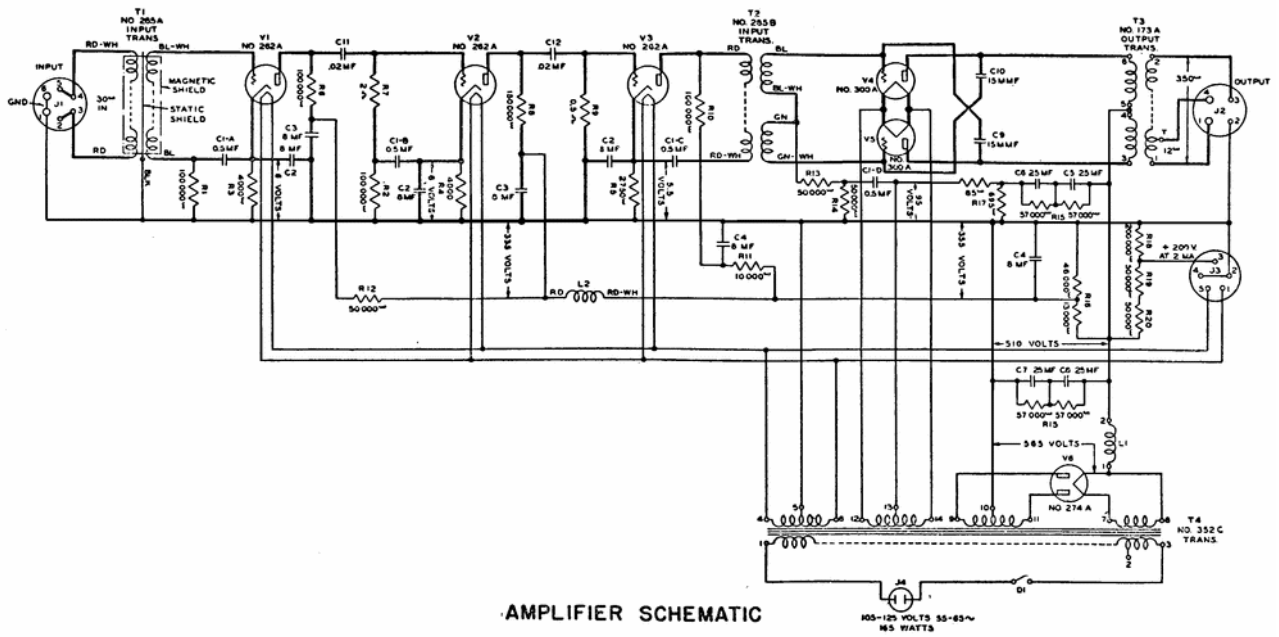
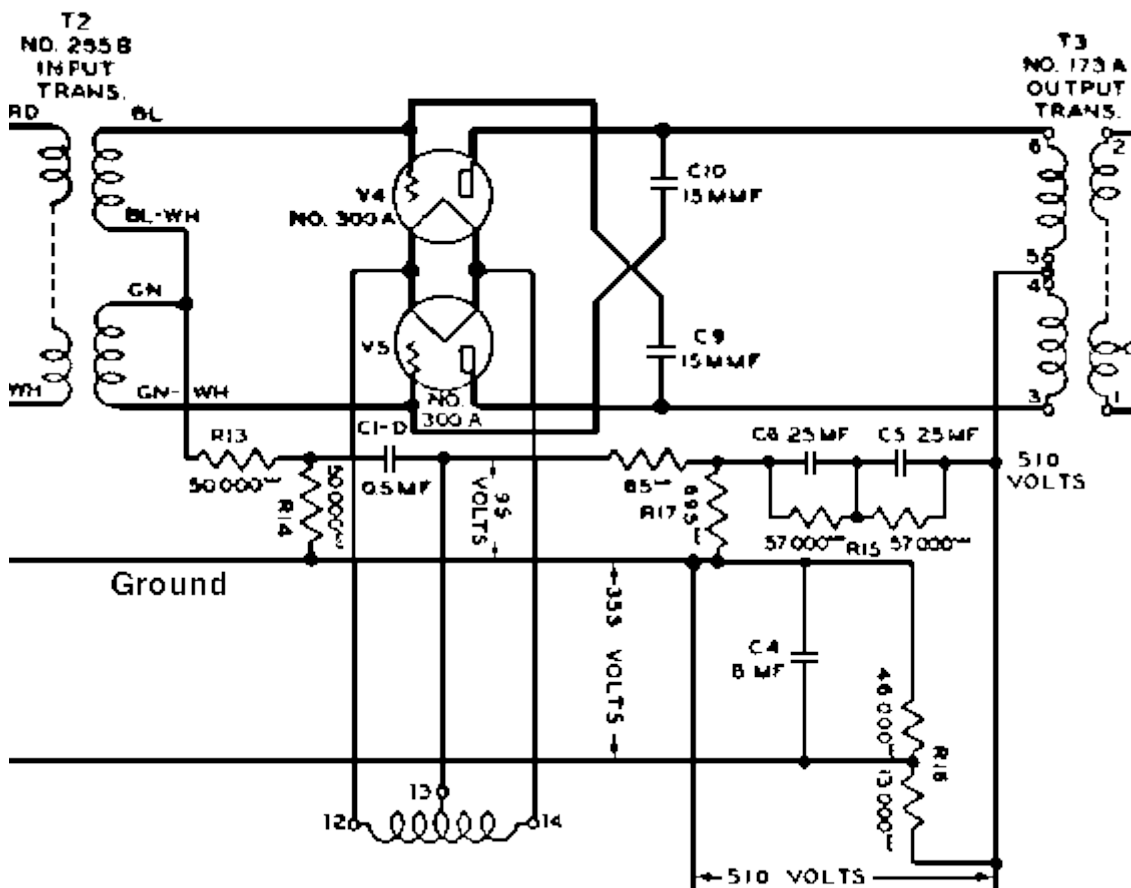


FIG. 12—Schematic wiring diagram of amplifier unit shown in fig. 11. (Courtesy Western Electric Co.)



Western Electric 92A kimeneti fokozat

A harmincas évek közepére, a Western Electric 92A push-pull kimeneti szekciójában érdekes dolgok történnek. Először is, a 300A teljesítménytriódákat egy pár 15pF (uuF a régi időkben) RF kondenzátorral keresztbe csatolják. Elvileg ezek a kondenzátorok kioltják (kompenzálják) a 300A-k Miller-kapacitását, növelve a PP-triódapár sávszélességét és jelváltozási sebességét.

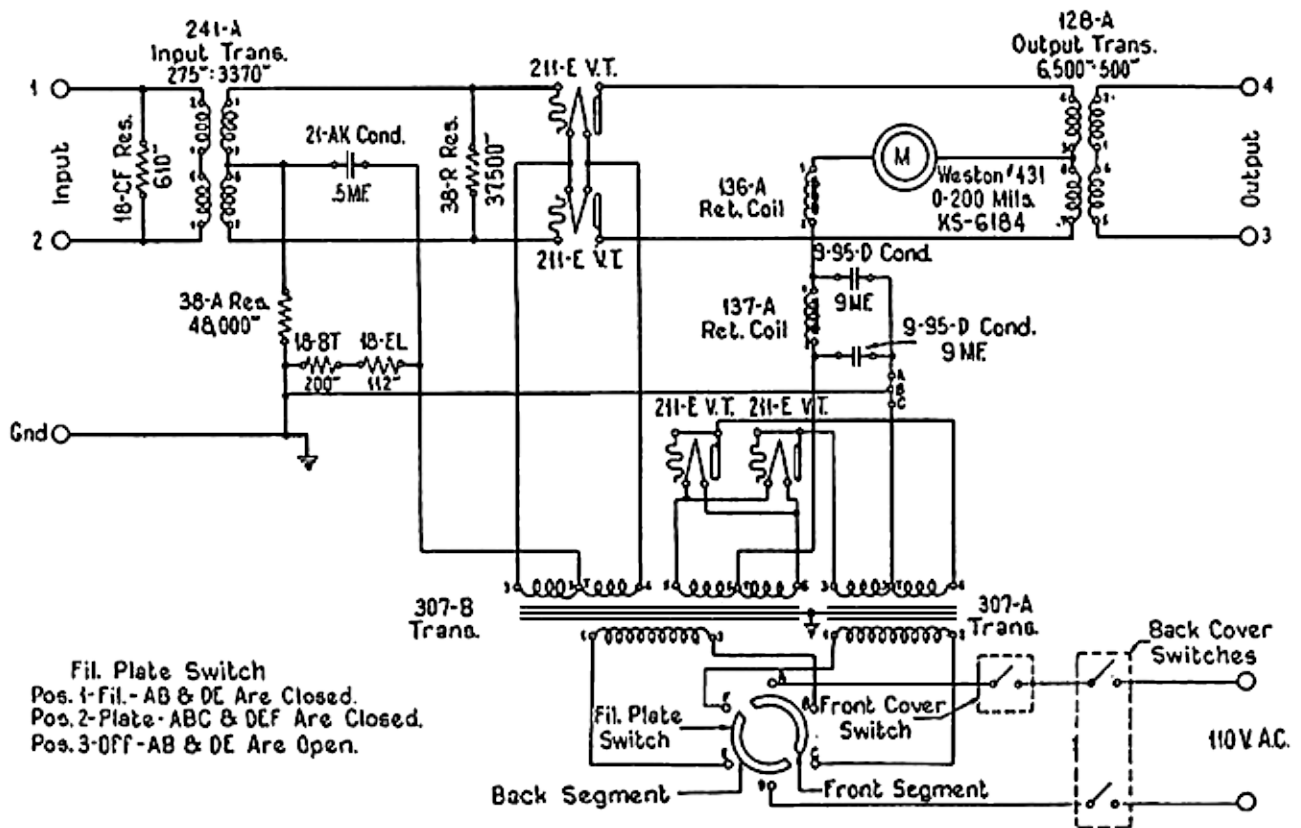
Mivel a 92A kimeneti fokozata volt az Amity projektet inspirálta, sok különböző értékű kompenzáló



kondenzátort kipróbáltam. Sajnos a kimeneti négyoszójjal minden egyes kondenzátor esetében, függetlenül attól, hogy milyen értékű volt, több túllövést és berezgést mutatott, nem pedig kevesebbet. Úgy tűnik, hogy a semlegesítés nem egy minden esetben jó megoldás. Az is lehetséges, hogy az Amityben használt modern, széles sávú transzformátorok nem profitálnak a kompenzálásból.

A WE 92A kimeneti szakaszának legérdekesebb jellemzője a kimeneti transzformátor közép kivezetése és a 300A-k virtuális katódja között újra megjelenő csatoló kondenzátor (C5+C6, R17 feszültségosztó), és ami még érdekesebb, egy kondenzátorral csatolt (C1-D) feszültségosztó (R13, R14) a köztes transzformátor közép kivezetése és a virtuális katódok között.

Ez az áramkör lehet a Western Electric által régóta keresett "Harmonic Balancer". Bár első pillantásra úgy néz ki, mint a visszacsatolás, egészen másképp működik, mint a szokásos általános visszacsatoló hurok. Először is, egyáltalán nem csinál semmit, ha az áramkör tökéletesen szimmetrikus ... a két transzformátor közép kivezetése között a váltakozó áram nulla lesz. Csak a PP fokozaton átfolyó aszimmetrikus áramokra hat. Más szóval, a visszacsatolás teljes mértékben hatékony, ha az egyik csövet kihúzzuk az áramkörből, és a gyakorlatban dinamikus körülmények között segít a PP csőpár kiegyensúlyozásában. A fent leírt kompenzációs technikához hasonlóan gondos méréseket kell végezni különböző meghajtási szintek mellett, beleértve a mély vágást is, a kondenzátorok és a feszültségosztó megfelelő arányainak meghatározásához.



Western Electric 43A Movie-Sound erősítő

A 92A közvetlen elődje a 43A volt, az első hangosfilmekhez használt színházi erősítő. Az első "hangosfilmek" mechanikusan szinkronizált hanglemezes rendszert alkalmaztak a későbbi film hangos rendszer helyett. Csak elképzelni lehet, milyen következményekkel járhatott, ha a vetítő rossz 78 fordulat/perces lemezt játszott le a rossz filmtekerccsel. Az ilyen jellegű keveredések, valamint az elkerülhetetlenül elejtett lemezek óriási nyomást gyakorolhattak az RCA-ra és a Western Electricre, hogy tökéletesítsék a harmincas évek elejének filmjeinek hangrendszerét.

A 300A/B teljesítménytrióda, a 274A/B egyenirányító, a WE 86B és a WE 92A erősítők létrehozásának okai egyértelműek, ha megnézzük a WE 43A-t. Nem voltak speciális célú egyenirányító csövek, ezért

egy második pár 211E-t teljes hullámú egyenirányítóként állítottak szolgálatba. A 211E-k sokkal magasabb B+ feszültséget igényeltek, mint az őket helyettesítő 300A/B-k, valamint egy különálló közepes teljesítményű erősítőt, mint dedikált meghajtófokozatot. A háromállású OFF/Fil/Fil+Plate tápkapcsoló lehetőséget ad a vetítőnek arra, hogy a 211E izzószálakat finoman előmelegítse, mielőtt teljes B+ feszültséget adna az anódokra (hasonlóan a rádióadók gyakorlatához).

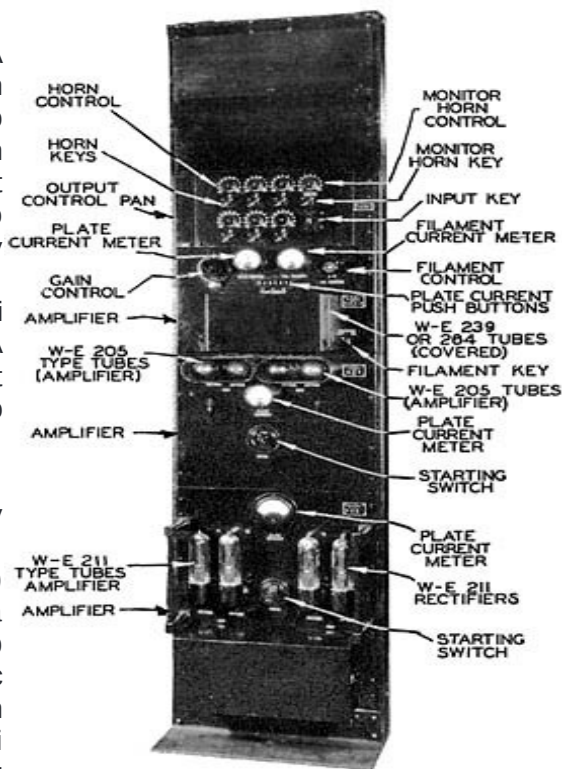
Érdekes a 136-A retard tekerecs a kimeneti transzformátor középső kivezetésén. Ez állandó áramforrásként működik a hangfrekvenciás sávban, egyensúlyba kényszerítve a 211E párt, és megakadályozva az AB vagy B osztályú működést. A 43A is ugyanazt a rács megkerülő kondenzátort használja, amelyet a többi Western Electric erősítőnél is láthattunk.

Bár a WE 42A kapcsolása feltűnően hasonlóknak tűnik, a 42A egy szépség (szerény B+ feszültségek és édes hangú "teniszlabdás" 205D-k), míg a 43A egy szörnyeteg (több mint 1KV B+, nagy vasak mindenütt és négy nagy nagy adócső).

Akiknek alacsony hatásfokú hangszórójuk van (88dB vagy annál rosszabbak), azok próbáljanak meg ellenállni a 211 szirénhangjának. A jó hangzás, a nagy induktivitású kimeneti transzformátorok és az RF-adó nagyfeszültségű alkatrészeinek és építési technikájának kombinálása nem egyszerű hétfégi projekt, még a Western Electric tapasztalt mérnökei számára sem. A fényesen világító csövek szexinek tűnnek, úgy világítják be a szobát, ahogy az kell, de jó, megbízható és jól használható áramkörben működésre bírni azokat nem könnyű.

A 300A/B közepes teljesítményű triódát, a 274A egyenirányítót és a 86A/92A erősítőcsaládot kifejezetten arra tervezték, hogy kiváltsák az oldal jobb oldalán látható hatalmas 42A/43A készülékállványt. Így van, egyetlen Western Electric erősítő váltotta fel ezt az egész racket (ami nem jelentett többet, mint egy 20 wattos mono erősítőt). A gyakorlatban az állvány megmaradt, és egy pár 86B, 91A vagy 92A erősítőt építettek bele. Természetesen nem a sztereóhoz, hanem az azonnali átálláshoz, ha az egyik erősítő meghibásodott volna. A harmincas évek közepére a filmhang már nem volt újdonság, és elvárták a megbízhatóságot és a jó hanghűséget.

Mielőtt a Western Electricről beszélnénk, ne feledje, hogy az eredeti WE erősítőket egy olyan korszakban tervezték, amikor minden zenei forrás (filmek, lemezek és AM rádió) sávszélessége legfeljebb 40 Hz és 12 kHz közötti volt, a 100 Hz és 5 kHz közötti sávszélesség sokkal gyakoribb volt. Tehát ne várjon egy eredeti Western Electric transzformátoros készletől ... vagy a modern utánépítésüktől ... 20 Hz és 20 kHz közötti sávszélességet. Ez nem fog megenni. Azt se várd el az eredeti WE erősítőktől, hogy megfeleljenek a modern elvárásoknak a bűgás és a zaj tekintetében ... az akkori hangszórók szinte soha nem mentek le 60 Hz-ig, és a "High Fidelity" szó még új fogalom volt. Nem annyira a WE gyűjtemények lenyűgözőek, hanem a kiválóan megtervezett áramkörök. Néhány lenyűgöző ötlet található a Western Electric aprónak tűnő aspektusaiba, olyan dolgokba, amelyeket a modern high-end tervezők elfelejtettek.



Hetven évvel később a parafeed elrendezés melletti technikai érvek ugyanolyan meggyőzőek, mint korábban voltak. A parafeed felépítés lehetővé teszi az SE-transzformátor magméretének jelentős csökkentését, ami csökkenti a szórt kapacitást, és akár egy vagy két oktávval is növeli sávszélességét. A torzítás is csökken, mivel a magot többé nem előmágnesezi nagy egyenáram, ami a mag "permeabilitási tartományának" nagy részét elhasználja. Mivel a primerben nem folyik egyenáram, a transzformátor tervezője olyan alacsony torzítású magokat használhat fel, amelyek a hagyományos SE

vagy akár PP alkalmazásokhoz használhatatlanok lennének, mint például a magas nikkel, mu-fém, amorf vagy még egzotikusabb anyagok.

A primer tekercsnek a meghajtócső katódjához történő csatlakoztatása további javulást eredményez azáltal, hogy lerövidíti a kimenő kör AC-hurkát; ezen kívül a katód átblokkoló és a transzformátor csatoló kondenzátorának gondos arányosítása lényegében kiiktathatja a legtöbb tápellátási zajt. (Egy vákuumcső a katódja és a rácsa közötti különbséget erősíti; ha az anódon megjelenő zaj megfelelő arányban csökkenthető a katódon, akkor az anódon megjelenő tápegység zajok kioltódnak.)

A Western Electric katód csatolású parafeed áramköre már régóta létezik. Megelőzte az indirekt fűtésű triódák, a teljesítmény egyenirányítók, a pentódák és a negatív visszacsatolás feltalálását. Ott van a WE 11A-ban, egy erősítőben a rádiózás hajnaláról, a húszas évek elejéről. Ahelyett, hogy okos "audiofil" nevetek találják ki, a Western Electric kapcsolásként nevezném az áramkört. Ők csinálták először, meg is érdemlik elismerést.

További Western Electric áramkörökért keresse meg a Loop Distortion előadást, amelyet 2003. június 1-jén tartottam a Bay Area Tube Enthusiasts-nak. A különféle szokatlan topológiák mellett, amelyeket az 1930-as évek óta nem láttunk a kereskedelmi audioiparban, a működő áramkörökben az audioáramok útjainak elemzése is szerepel - többről van szó, mint a szokásos "jelútról", amelyre az audiofilek gondolnak. Nem meglepő, hogy a telefonszolgálat, a nagy távolságú jelátvitellel, a transzformátorcsatlakozással és a távolsági jelátvitellel kapcsolatos hosszú tapasztalataikkal előbb értek oda.

Az oldal tetején lévő képen egy WE 7A látható 1922-ből, az elektronikus erősítés hajnaláról. Amikor felvetted a telefont, és a központtól kérted, hogy "Távolsági hívás", ez az áramkör erősítette fel a hangodat, és küldte el a következő városba, több mérföldnyi sodrott vezetéken keresztül. Vajon honnan származik a "vonali fokozat" kifejezés? A valaha készült egyik elsőt látod - a "vonali" a telefonvezetésekre utal, nem pedig egy két méterrel arrébb ülő alkatrésze. A telefonos gyakorlat átvándorolt a stúdiókba és a rádióállomásokra, amelyek az AT&T Long Lines szolgáltatásait vették igénybe az első rádióhálózatok kiépítéséhez.

A közvetlenül fűtött triódák, a transzformátorok és a visszacsatolás nélküli áramkörök feledésbe merültek, amikor a Williamson 1948 és 1956 között minden más erősítő topológiát kiirtott. Igaz, hogy néha látni egy-egy Quad II-t vagy McIntosh-t, de szinte minden más erősítő, mind a kereskedelmi, mind a hobbi erősítők, nagyon közel maradt a Williamsonhoz. Az újítások összessége az olcsóbb alkatrészek - 12AU7-esek 6SN7-esek helyett, a Partridge-től eltérő transzformátorok, és az eredetileg triódákkal épült GEC csöveinek KT66-osokra cseréje volt.

Az 1955-58 utáni években lassan újra beindult az innováció - a Dynaco egyszerűsítése (a meghajtófokozat elhagyása és EL34-ek használata), a teljesen differenciális Acrosound (az oszcilloszkópos technológiából kölcsönzött), és az áramkörök szélesebb választéka a hatvanas évek elején. Aztán jöttek a tranzistorok, és néhány évvel később az amerikai szórakoztatóelektronikai ipar tönkretétele. Sok évvel később, a csúcskategóriás hangtechnika hullámvölgyei, a nyolcvanas évek butik évei és a kilencvenes évek vákuumcsöves reneszánsza után már hosszabb távlatból tekinthetünk vissza a hangtechnika időszakára.

A Western Electric rég elfeledett ötletei és koncepciói végre napvilágra kerülnek a K&K Audio Forum tagjai és a Bay Area rajongói által. Vajon másképp hangzanak? Próbálja ki Ön is! Szeretnék egy nagy köszönetet mondani a hongkongi YS Audio-nak a Western Electric és más klasszikus áramkörök online könyvtáráért (aktív Java-val, kattintson a World Circuits-ra a könyvtár megtekintéséhez).