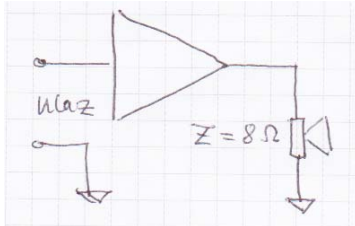


Povezivanje zvučnika i pojačavača snage

Povezivanje pojačavača snage sa zvučnicima obavlja se na dva različita načina. Prvi način je kada izlaz pojačavača snage povežemo direktno na zvučnik ili zvučnički sistem, a drugi kada zvučnike povežemo preko transformatora impedanse. Provodna veza između pojačavača snage i zvučnika naziva se zvučnička linija. U prvom slučaju kažemo da imamo vezu pojačavača snage sa zvučnikom niske impedanse (takvu vezu nazivamo niskoopedansni razvod) a u drugom vezu pojačavača snage sa zvučnikom visoke impedanse (viskoopedansni, viskoopedanski ili viskoopedanski razvod).

Razvod niske impedanse, slika 1, podrazumeva da je pojačavač snage direktno povezan sa zvučnikom odgovarajuće impedanse ($2\ \Omega$ do $16\ \Omega$, najčešće $4\ \Omega$ ili $8\ \Omega$). Ovo je najoptimalniji način da se velika snaga, uz mala izobličenja, dovede do jednog ili najviše nekoliko zvučnika koji su na kratkim rastojanjima od pojačavača snage. Ova veza se skoro po pravilu koristi kada su u pitanju kućni hi-fi audio sistemi, kada se radi o audio sistemima u režijama i studijima, o audio sistemima za monitoring izvođača na sceni i td. To je takođe najprostiji i najdirektniji način povezivanja pojačavača snage i zvučnika u sistemima za pojačanje živog zvuka gde spadaju oni najprostiji sa jednim pojačavačem snage i jednim ili dva zvučnika do onih vrlo složenih gde ukupna snaga pojačavača može biti nekoliko desetina kW pa i više.

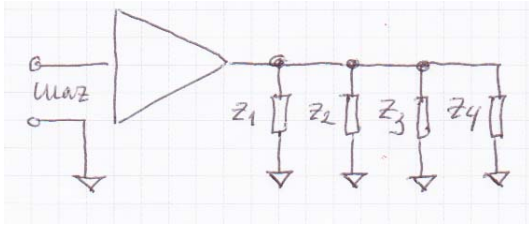


Slika 1. Razvod niske impedanse

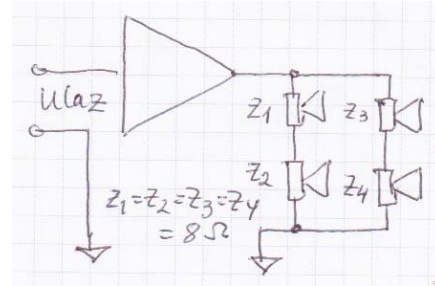
Kada se radi o audio sistemima za kritično slušanje ovakav način povezivanja pojačavača snage i zvučnika se apriori podrazumeva.

U slučajevima razvoda niske impedanse mora se posebno voditi računa o električnim parametrima kablova kao što su: otpornost, induktivnost, kapacitet, promena otpornosti usled skin efekta i td.. Relativna važnost svakog od ovih parametara je predmet velikog broja rasprava i spekulacija između proizvođača i korisnika zvučničkih kablova a naročito među "audiofilima". Jedno je svakako sigurno, da zbog male ukupne impedanse u ovakvom kolu, mora otpornost kablova za vezu pojačavača i zvučnika biti mala da njen uticaj ne bi prevazišao prihvatljivu granicu. To dalje znači da, kada se radi o iole većim rastojanjima, presek provodnika u kablju mora biti veliki, odnosno kablovi moraju biti relativno skupi.

Međutim, česti su slučajevi kada je potrebno više zvučnika povezati na jedan pojačavač snage i/ili kada zvučnici mogu biti na velikim rastojanjima od pojačavača snage. To su, pre svega, audio sistemi kod kojih se koristi gusta mreža zvučnika u plafonu koje srećemo u kancelarijama, restoranima, tržnim centrima, školama i td. U ovu grupu takođe spadaju i audio sistemi koji imaju duge zvučničke linije, kao što je to slučaj na stadionima, u fabrikama, u sportskim i izložbenim centrima i td. U svim ovim slučajevima niskoopedanski razvod nije adekvatno rešenje iz više razloga.



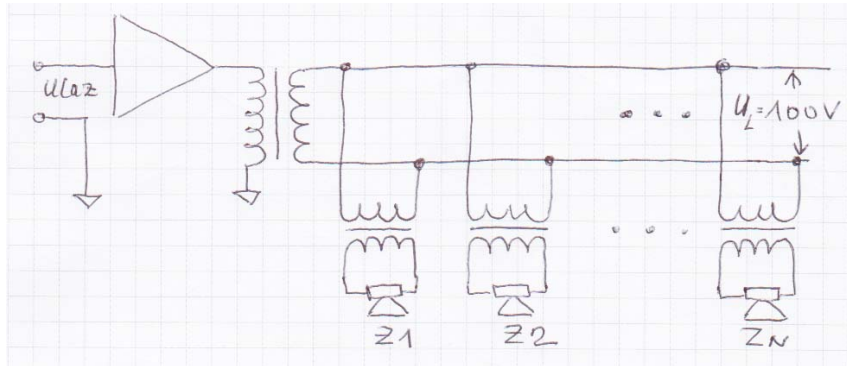
a)



b)

Slika 2. Paralelno a) i redno-paralelno b) povezivanje zvučnika na jedan pojačavač snage

Prvo, ako zvučnike vežemo paralelno, slika 2a, ukupna impedansa opterećenja može biti tako mala da pojačavač snage neće moći ispravno da radi. Pri tako maloj impedansi opterećenja uticaj otpornosti kablova postaje još izraženiji. Redno-paralelna veza zvučnika, slika 2b, čime bi se ukupna impedansa opterećenja mogla dovesti u prihvatljive granice nije dovoljno pouzdano rešenje, jer usled kvara biko kojeg zvučnika dolazi do ispada cele redne grane. Takođe, u slučajevima kada je pojedine zvučnike potrebno napajati različitom snagom ni jedno od prethodna dva rešenja nije moguće primeniti. I na kraju, na dugim linijama koje u velikim objektima obrazuju celu mrežu, sličnu razvodnoj mreži za osvetljenje, gubici u provodnicima bi „progutali“ najveći deo korisne energije.

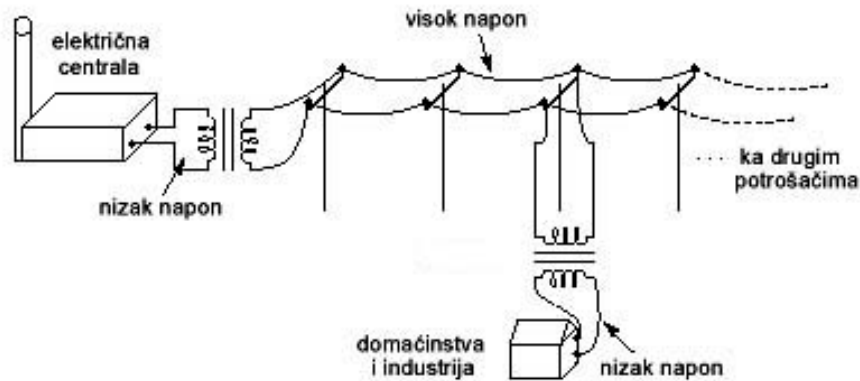


Slika 3. Princip razvoda visoke impedanse - izlazni transformator obezbeđuje visoki napon linije

U svim prethodnim situacijama prihvatljivo rešenje je visokoomski razvod gde se veliki broj zvučnika visoke impedanse može povezati paralelno na zvučnicu liniju, slika 3. Pod zvučnicima visoke impedanse ovde podrazumevamo zvučnike sa pripadajućim prilagodnim transformatorima koji nisku impedansu zvučnika (najčešće 4 Ω ili 8 Ω) transformišu u visoku impedansu opterećenja linije (obično 2 k Ω do 10 k Ω). Pojačavač snage, pri nazivnoj snazi i sinusnom signalu, napaja zvučnicu liniju tačno definisanim nazivnim naponom čije su standardizovane vrednosti: 25 V, 70,7 V, 100 V, 140 V i 200V.

U Americi se najčešće koristi napon od 70,7 V (u praksi je to 70 V) a u Evropi i Aziji napon od 100 V. U određenim slučajevima, kada su u pitanju bezbednosni razlozi (neki audio sistemi u školama na primer) napon linije je 25 V. Naponi od 140 V i 200 V koriste se u slučajevima kada se radi o sistemima veoma velike snage ili sistemima sa veoma dugačkim instalacionim linijama.

Koncept ovakvog razvoda je sličan onom koji se primenjuje u distribuciji električne energije od generatora do potrošača. Na izlazu generatora se postavlja visokonaponski transformator i energija se dalje prenosi pri visokoj vrednosti napona i niskoj vrednosti struje. Zbog značajno smanjene snage gubitaka (proporcionalna je kvadratu struje)



Slika 4.. Princip prenosa električne energije

moguće je koristiti provodnike manjeg preseka što kao rezultat ima ekonomičniji prenos. Kod potrošača se ponovo koriste transformatori koji sada visoki napon snižavaju na vrednost pogodnu za korišćenje. Svi potrošači se na prenosnu liniju vezuju paralelno, pri čemu se vodi računa da ukupna snaga potrošnje ne prevaziđe snagu generatora.

Kod visokoomskog razvoda u audiotehnici takođe, treba prvo obezbediti izvor konstantnog i visokog napona zvučnice linije. Ovaj napon na mestu potrošača (ovde su to zvučnici) treba ponovo, pomoću zvučnih transformatora, spustiti na vrednost primerenu tipu i karakteristikama zvučnika. I ovde se veliki broj zvučnika sa pripadajućim transformatorima može vezivati paralelno na liniju, što znatno uprošćava izvođenje instalacija.

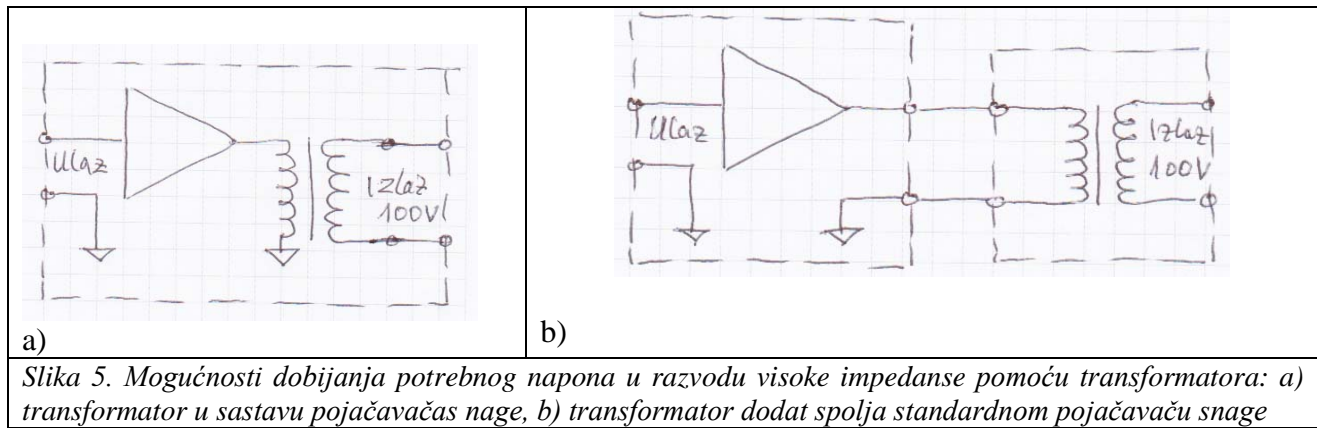
Visoki napon zvučnice linije kod visokoomskog razvoda je moguće obezbediti na dva načina. Najčešći način je pomoću transformatora (obično se naziva izlazni, distribucionni ili linijski transformator) postavljenog između izlaza pojačavača snage i zvučnice linije, slika 3. Drugi način je da se ovaj napon dobije direktno na izlazu pojačavača snage pri čemu tada pojačavač mora da ima dovoljno veliku snagu ili specifično rešeno napajanje, o čemu će kasnije biti više govora. U oba slučaja napon zvučnice linije mora da bude konstantan u funkciji opterećenja, odnosno ne sme da se menja sa promenom opterećenja sve dok je ono veće od određene minimalne vrednosti, koju pojačavač snage može da podnese.

Iz ovog razloga visokoomski razvod se često naziva i „razvod konstantnog napona“. Ovde se podrazumeva da se radi o prenosu konstantnog napona bez obzira na vrednost impedanse opterećenja, kako je već rečeno, a ne da je napon na zvučnicjoj liniji uvek, recimo, 70 V ili 100 V. On postiže ovu vrednost samo kada se radi o sinusnom signalu i kada pojačavač snage daje na izlazu nazivnu, odnosno maksimalnu snagu. U svim drugim slučajevima on je različit od ove vrednosti i menja se kako se menja i audio signal na izlazu pojačavača snage.

Iz prethodnog je jasno da naziv „razvod konstantnog napona“ ne odražava suštinu rada ovakvog sistema ali se ipak prilično odomaćio i još uvek se često koristi. U novije vreme visokoomski razvod se sve češće naziva „razvod visokog napona“ koji, čini se, unosi manje zabune nego klasični naziv „razvod konstantnog napona“.

Pojačavači snage za razvod visoke impedanse

Ako se visoki napon linije obezbeđuje pomoću transformatora, transformator može biti u istom kućištu sa pojačavačem snage, slika 5a, kada zajedno predstavljaju jednu celinu, i takav pojačavač snage se naziva: *linijski, 100 V-ni, visokoomski, visokonaponski* i sl. Međutim, transformator se može dodati i spolja na standardni pojačavač snage predviđen za niskoomski razvod, slika 5b.



Pojačavači snage sa izlazom visokog napona preko ugrađenog transformatora imaju i izlaz niske impedanse na koji se može priključiti zvučnik direktno, kada je to u okviru datog audio sistema potrebno.

Treba napomenuti da se visoki linijski naponi mogu dobiti direktno na izlazu pojačavača snage, bez upotrebe izlaznog transformatora. Takav slučaj imamo kod standardnih pojačavača velikih snaga, kako je prikazano u tabeli 1. Kao što se vidi da bi izlazni napon bio 100 V pojačavača mora da ima snagu od 1250 W na opterećenju od 8 Ω .

Visoki napon kod razvoda visoke impedanse se može dobiti i tako što se dva kanala stereo pojačavača (ili dva posebna pojačavača) povežu u most. Pri ovome se dobija duplo veća snaga na dvostruko većoj impedansi zvučnika.

Međutim, treba imati u vidu da najčešće u praksi nisu potrebni pojačavači ovako velike snage, pa se principi dobijanja visokog napona opisani u prethodna dva slučaja, ne mogu uvek primeniti, tako da nam opet ostaje rešenje sa izlaznim transformatorom.

Tabela 1. Potrebna snaga na izlazu pojačavača da bi se dobio odgovarajući standardizovani napon u razvodu visoke impedanse bez upotrebe transformatora

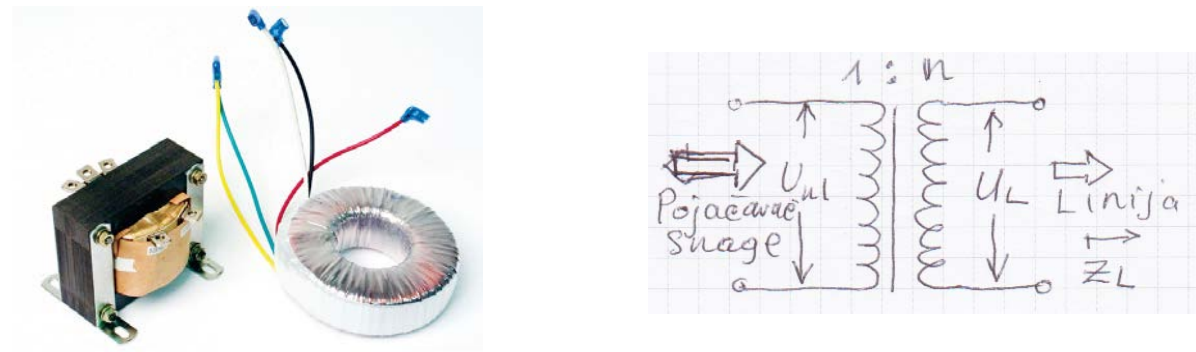
Standardizovani napon visokoomskog razvoda (V)	Potrebna snaga pojačavača snage (W/8 Ω)
25	78
50	312
70.7	625
100	1250
140	2450

Najnovije verzije pojačavača snage u klasi D [Labgruppen], koje imaju promenljiv napon napajanja proporcionalan vrednosti ulaznog audio signala, poseduju mogućnost generisanja velikog izlaznog napona i male struje i pri manjim snagama, i koriste se u razvodu visoke impedanse bez izlaznog transformatora.

Pojačavači snage koji direktno na svom izlazu daju potreban standardizovani visoki napon, jeftiniji su i manje težine i gabarita od onih koji koriste transformator. Na ovakav način se postiže i bolji kvalitet pojačanog signala (manja izobličenja i širi frekvencijski opseg). Nedostatak ovog postupka realizacije visokog napona je izostanak galvanske izolacije između pojačavača snage i zvučničke linije. Ona postoji kada se koristi izlazni transformator, i u nekim sistemima, i u određenim slučajevima, je neophodna, prevashodno iz bezbednosnih razloga.

Izlazni transformatori

Izlazni, distribicioni ili linijski transformator, kako se sve naziva u literaturi, može da bude integralni deo pojačavača snage namenjenog visokoomskom razvodu, ili se može naći kao posebna jedinica, slika 6, na tržištu audio opreme.



a) b)
Slika 6. Izlazni transformator: a) fizički izgled sa EI i torusnim jezgrom, b) električna šema

Prenosni odnos transformatora se bira tako da pri sinusnom signalu i nazivnoj snazi na izlazu pojačavača, linijski napon na sekundaru transformatora bude jednak nekoj od prethodno pomenutih standardnih vrednosti. U tabeli 2 su date vrednosti prenosnog odnosa transformatora i impedanse opterećenja linije, za pojačavač snage 100 W/8 Ω , dok su na slici 7 prikazane vrednosti impedanse linije za različite vrednosti snage pojačavača i standardizovane vrednosti napona linije od 25 V do 100 V.

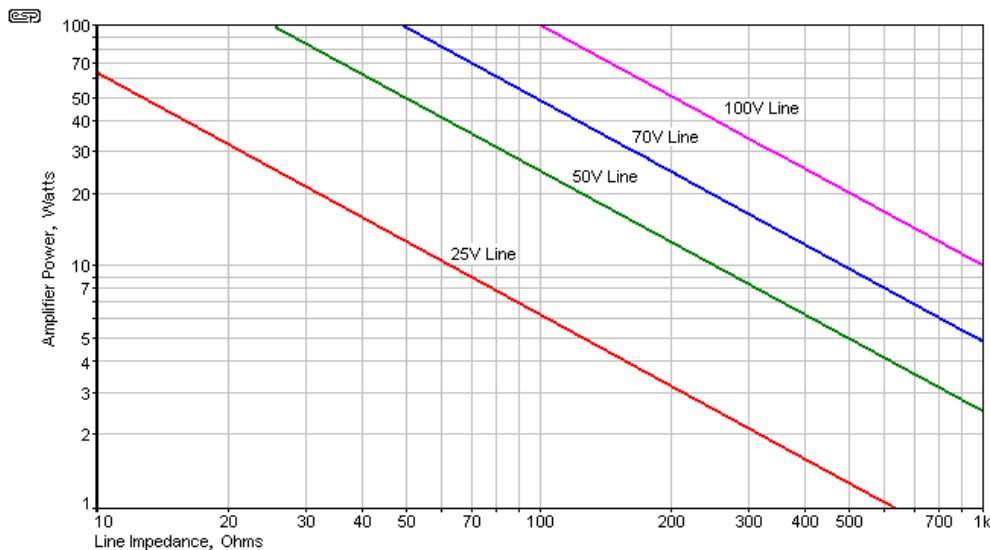
Ukupna impedansa priključenih zvučnika ne sme da bude manja od ovih vrednosti, jer bi tada preslikana impedansa u primarnom kolu transformatora bila manja od nazivnog opterećenja pojačavača. U tom slučaju pojačavač može dospeti u stanje pregrevanja, u stanje nestabilnosti rada ili usled dejstva zaštite može doći do nestanka signala na njegovom izlazu.

Tabela 2. Prenosni odnos n i impedansa opterećenja linije Z_L transformatora na izlazu pojačavača snage 100 W/8 Ω .

Napon zvučničke linije, U_L (V)	Prenosni donos transformatora, n	Impedansa opterećenja linije Z_L (Ω)
100	3,55	100
70	2,48	49
50	1,77	25

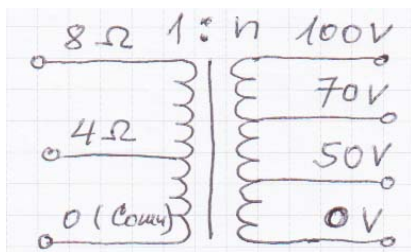
Većina izlaznih transformatora ima više izvoda na sekundaru sa različitim linijskim naponima na njima (50 V, 70 V, 100 V), a primar ovih transformatora ima izode prilagođene različitim vrednostima impedanse opterećenja pojačavača snage (najčešće 4 Ω i 8 Ω), slika 8a.

U određenim slučajevima umesto izlaznih transformatora koriste se autotransformatori, slika 8b. Oni imaju samo jedan namotaj sa izvodima za pojačavač snage (4 Ω , 8 Ω) i za liniju (50 V, 70 V, 100 V), pa ih je lakše napraviti i jeftiniji su od odgovarajućih transformatora. Međutim, autotransformatori ne

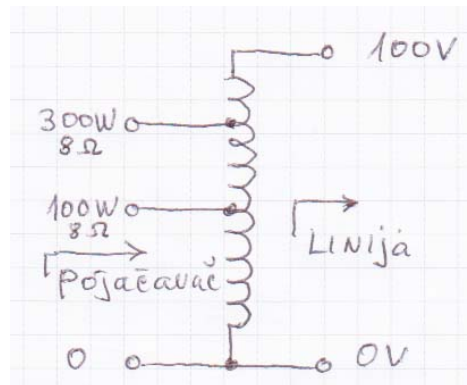


Slika 7. Impedansa opterećenja linije u funkciji snage pojačavača i vrednosti linijskog napona

obezbeđuju galvansku izolaciju između pojačavača snage i zvučničke linije, što može u određenim slučajevima da bude važno mada se obično ne zahteva. Pored toga, transformatori doprinose da se eliminišu petlje uzemljenja u audio sistemu iako kod savremenih uređaja to nije toliki problem kao što je bio ranije.



a)



b)

Slika 8. Izlazni transformator a) i autotransformator b) sa izvodima na strani pojačavača snage i zvučničke linije

Zasićenje transformatora i reprodukcija niskih frekvencija

Iz iskustva je poznato da većina izlaznih transformatora nije u stanju da na niskim frekvencijama, ni približno, prenese nazivnu snagu. Glavni razlog ove pojave je zasićenje jezgra koje izaziva ozbiljne probleme kod pojačavača snage i dovodi do izobličenja signala. Zasićenje jezgra transformatora nastaje kada gustina magnetnog fluksa u njemu postane previše velika. To se dešava pri velikim vrednostima napona na primaru transformatora na niskim frekvencijama. Kada dodje do zasićenja jezgra transformatora čuje se izobličen signal ili pak dolazi do potpunog ili povremenog nestanka

signala zavisno od toga kakve su karakteristike pojačavača snage, koje zaštite ima, kako mu je dimenzionisano napajanje i td.

Napon pri kojem dolazi do zasićenja jezgra se povećava linearno sa frekvencijom. To znači da snaga koju transformator može da prenese opada obrnuto proporcionalno kvadratu frekvencije.

Zasićenje jezgra je skoro identično kao da jezgro ne postoji, pa je sprega između primara i sekundara slaba a ukupna impedansa na primaru približno jednaka otpornosti primarnog namotaja za jednosmernu struju. Zato pojačavač snage u trenucima zasićenja jezgra, da bi održao konstantan napon na primaru, mora da da jako veliku struju. To neki pojačavači prosto, ne mogu da podnesu, pa se često kaže da je zasićenje jezgra „ubica pojačavača snage“.

Povećanje broja navojaka je često najbolji način da se poboljšaju karakteristike transformatora na niskim frekvencijama, naravno, vodeći računa da ova promena ne utiče značajno na pogoršanje karakteristika na visokim frekvencijama i povećanje veličine i cene transformatora.

U slučajevima kada nije nužno da se prenese spektar niskih frekvencija, kada se recimo radi o prenosu govornog signala, dovoljno je oštrim filtrom (bar četvrtog reda) propusnikom visokih frekvencija odseći donji deo opsega. Da bi se sprečili problemi vezani za ovu pojavu, granična frekvencija filtra treba da odgovara frekvencije na kojoj nastaje zasićenje jezgra. Ako se granična frekvencija filtra postavi na oko 80 Hz to će biti sasvim zadovoljavajuće za većinu primena gde je u pitanju i prenos muzičkog signala.

Zaštita pojačavača se može dodatno poboljšati ako se transformator napaja preko otpornika ili osigurača. Jako niske frekvencije koje mogu nastati prilikom uključenja uređaja, pada mikrofona i slično, mogu se eliminisati postavljanjem na izlazu pojačavača snage relea sa vremenskom zadržkom, tako da se transformator uključi u kolo tek kad pojačavač dođe u stabilan režim rada.

Ograničenje snage transformatora na visokim frekvencijama

Rasipni fluks i gubici u jezgru su uzročnici pada izlaznog napona transformatora na visokim frekvencijama. Transformatori sa torusnim jezgrom imaju manji rasipni fluks i nešto bolje karakteristike na visokim frekvencijama nego transformatori sa E jezgrom. Međutim to nije presudno, jer iskustvo iz prakse pokazuje da su mnogo važniji detalji izrade transformatora nego oblik jezgra.

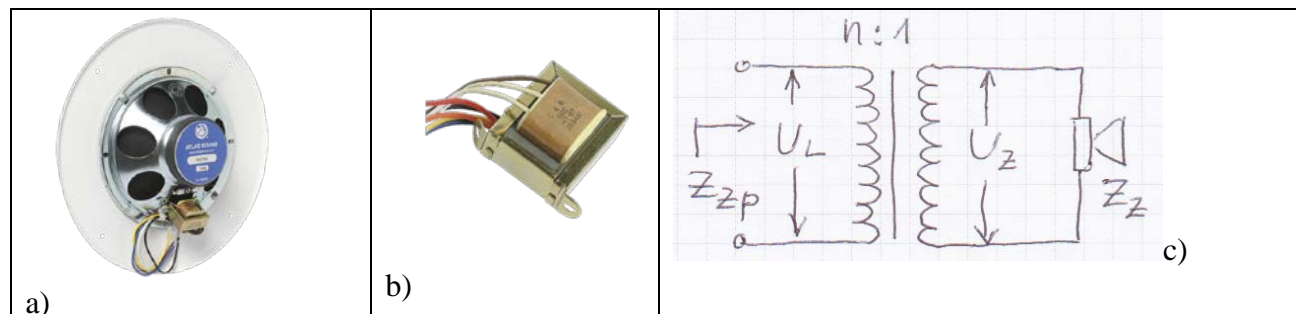
Pored toga, popravku ukupne prenosne karakteristike kompleta pojačavač snage – transformator moguće je postići određenim izdizanjem visokih frekvencija na ulazu pojačavača snage. Iznos ovog izdizanja ne treba da bude suviše veliki jer većina zvučnika koji se koriste u ovakvim sistemima nemaju mogućnost reprodukcije najviših audio frekvencija.

Zvučnički transformatori

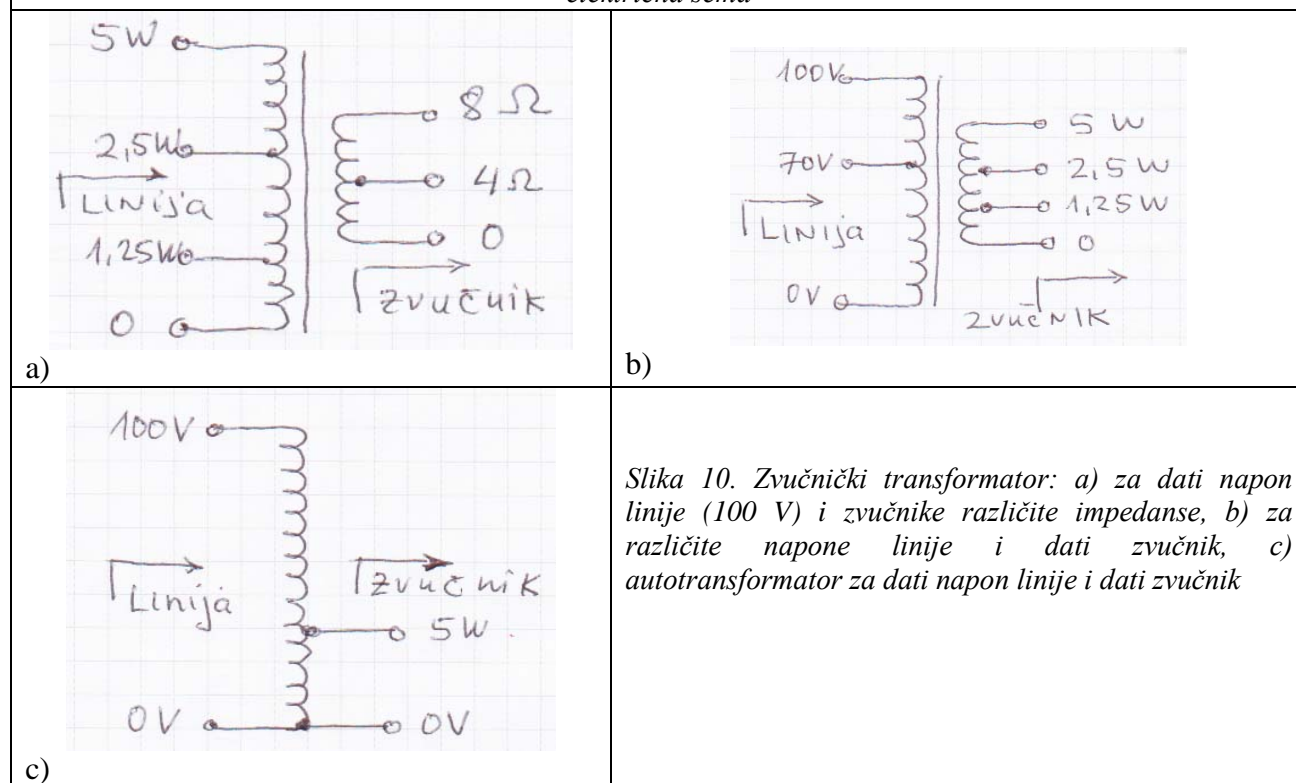
Zvučnički ili prilagodni transformator služi da transformiše malu impedansu zvučnika Z_z , priključenog na njegov sekundar, slika 9, u veliku impedansu na primaru Z_{zp} , kako bi zvučnik mogli priključiti na napon zvučničke linije U_L . Prenosni odnos transformatora $n = U_L/U_z$ (U_z je napon na zvučniku) se bira tako da zvučnik sa linije dobije snagu P koja je obično jednaka njegovoj nazivnoj snazi P_z .

Ako zvučnik preko ovog transformatora koji je bio predviđen za liniju od 100 V priključimo na zvučničke linije sa manjim nazivnim naponima, (70 V ili 50 V) prenešena snaga će biti manja nego u prethodnom slučaju. Tako će u slučaju linije čiji je napon 70 V zvučnik dobijati polovinu snage

$((70V)^2/(100V)^2 \approx 0,5)$ a u slučaju linije čiji je napon 50 V samo četvrtinu snage $(50V)^2/(100V)^2 = 0,25$ u odnosu na slučaj kada je napon linije 100 V.



Slika 9. Zvučnički transformator za zvučnik date impedanse: a) na zvučniku, b) detaljan izgled, c) električna šema



Slika 10. Zvučnički transformator: a) za dati napon linije (100 V) i zvučnike različite impedanse, b) za različite napone linije i dati zvučnik, c) autotransformator za dati napon linije i dati zvučnik

Zvučnički transformatori retko kada imaju samo jedan izvod na primaru. Najčešće na primaru postoji više izvoda, od kojih je svaki prilagođen za različitu snagu, slika 10a. Transformatori sa više izvoda dozvoljavaju korisniku da, birajući snagu napajanja, prilagodi nivo zvučnog pritiska za svaki zvučnik pojedinačno. Uobičajeno je, radi univerzalnosti, da i sekundar ovakvih transformatora ima više izvoda od kojih je svaki namenjen za priključenje zvučnika odgovarajuće impedanse. Izvodi na primaru su označeni u vatima (W) a izvodi na sekundaru u omima (Ω). Time je jako olakšan posao instalateru koji na sekundaru priključuje zvučnik na odgovarajuće izводе definisane njegovom impedansom a na primaru bira snagu kojom će zvučnik biti napajan sa linije.

Ako je transformator već ugrađen na zvučnik onda mu je konfiguracija obično kao na slici 10b. U ovom slučaju nema potrebe da postoje izvodi za različite impedanse zvučnika, pa je na primaru ostavljena mogućnost priključenja različitih linijskih napona a na sekundaru mogućnost izbora snage kojom se napaja zvučnik, slika 10b.

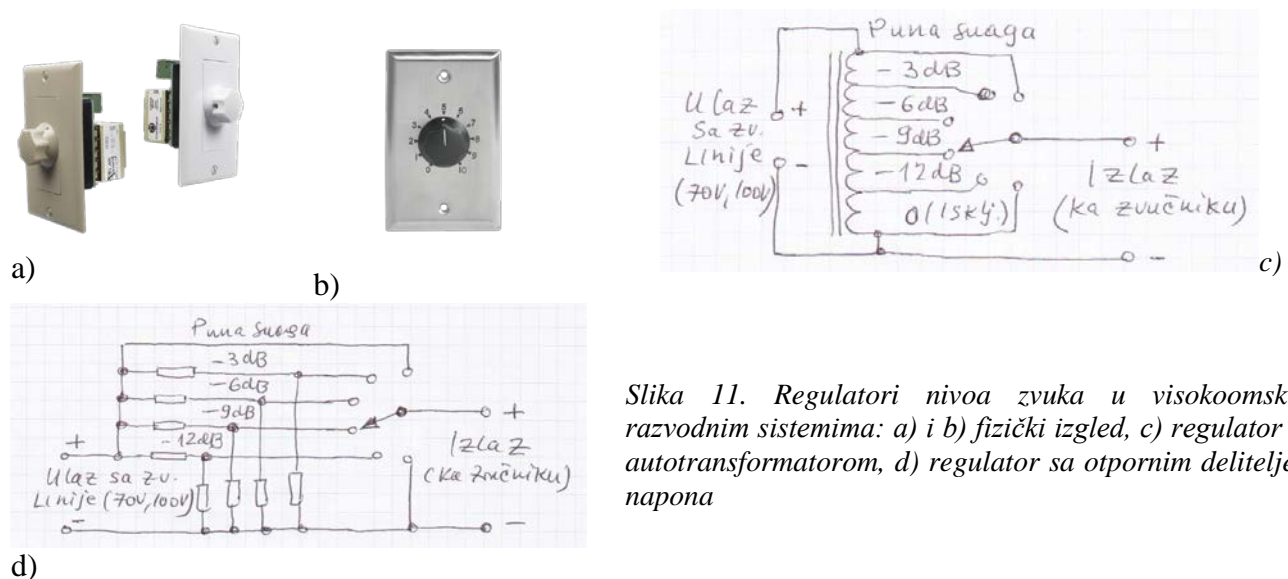
Zvučnički transformatori imaju iste probleme kao i izlazni transformatori, što se tiče ograničenja karakteritika na niskim i visokim frekvencijama. Međutim, kod tipičnih zvučničkih transformatora često je od širine radnog opsega na niskim frekvencijama važnija njihova cena.

Umesto transformatora za prilagođenje impedanse zvučnika na napojnu liniju koriste se i autotransformatori, slika 10c. Njihve prednosti su što imaju manja izobličenja i manje gubitke nego odgovarajući transformatori. Pored toga, oni su imuniji na zasićenje jezgra nego transformatori pa su linearniji pod graničnim radnim uslovima. Na kraju, oni se mogu izraditi sa većom preciznošću za istu ili manju cenu nego transformatori. Njihov nedostatak je što ne obezbeđuju galvansku izolaciju između zvučnika i napojne linije.

Ako zbir snaga svih zvučnika priključenih na visokoomsku zvučničku liniju pređe nazivnu snagu pojačavača tada će njegova impedansa opterećenja biti manja od minimalno dozvoljene što će dovesti do problema u njegovom radu. Zato prilikom konfigurisanja audio sistema ne treba preterivati sa ukupnim opterećenjem pojačavača snage. Iskustvo iz prakse govori da ukupna snaga zvučnika priključenih na dati pojačavač snage ne treba da pređe 75-80% njegove nazivne snage.

Regulatori nivoa zvuka

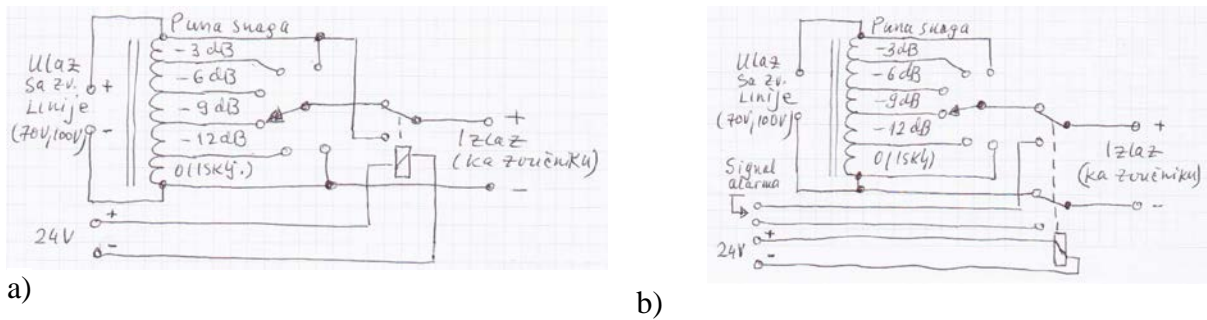
Mnogi razvodni sistemi visoke impedance se koriste za reprodukciju pozadinske muzike i drugih različitih audio sadržaja. U tim slučajevima potrebno je instalirati lokalne regulatore nivoa tako da korisnici mogu podešavati nivo zvuka prema svojim potrebama. Regulatori nivoa se sastoje iz preklopnika i otpornog razdelnika napona, ili preklopnika i autotransformatora sa određenim brojem izvoda, slika 11. Razdelnik napona ili autotransformator su tako izvedeni da se za svaki naredni položaj preklopnika dobije slabljenje signala za određeni broj decibela (obično 2 ili 3 dB). Proizvode se za različite maksimalne snage, verzije sa razdelnikom napona do nekoliko vati a verzije sa autotransformatorom od nekoliko vati pa do nekoliko desetina vati.



Slika 11. Regulatori nivoa zvuka u visokoomskim razvodnim sistemima: a) i b) fizički izgled, c) regulator sa autotransformatorom, d) regulator sa otpornim deliteljem napona

Kada se audio sistem koristi i za prenošenje poruka koje treba da imaju prioritet nad muzikom i drugim audio sadržajima potrebno je oslabiti uticaj regulatora za određeni iznos (recimo 20 dB), ili ih potpuno isključiti, da bi poruka mogla da se reprodukuje dovoljno visokim nivoom na svim lokacijama. Ovakvi regulatori u svom sastavu imaju odgovarajuće rele koje se može aktivirati daljinski (obično jednosmernim naponom od 24 V), slika 12a. Nakon aktiviranja rele „premosti” regulator i poruka se reprodukuje punom, odnosno maksimalnom snagom koja je predviđena za dati

zvučnik. Regulatori nivoa sa ovakvom mogućnošću nazivaju se regulatori nivoa sa prinudnim uključenjem ili prinudnim uklopom.



a)

b)

Slika 12. Regulatori nivoa signala u razvodnim sistemima visoke impedanse: a) sa releom za prebacivanje na maksimalnu snagu, b) sa releom za prebacivanje na izvor signala većeg prioriteta

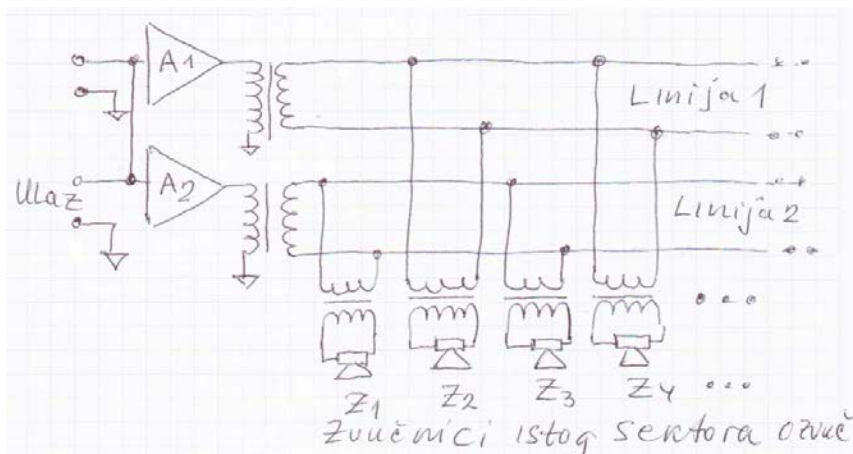
Postoje slučajevi kada važne poruke i obaveštenja dolaze od sasvim posebnih izvora signala preko posebnih pojačavača snage. Takve su alarmne poruke u slučaju eksidentnih situacija koje moraju da se prenesu do svakog vzwučnika u sistemu, maksimalnom snagom. Za tu svrhu se postoje regulatori nivoa sa releom prioriteta koje omogućava da se zvučnik prebaci na posebnu liniju i da dolazeći signal reprodrukujе maksimalnom snagom, slika 12b.

Na kraju, u praktičnoj primeni su mogu sresti i regulatori nivoa sa selektorom programa, slika 12c. Ovi regulatori pored preklopnika za podešavanje nivoa imaju još jedan preklopnik za izbor zvučničke linije sa odgovarajućim programom.

Regulatori se mogu ugrađivati u zid ili montirati na zid u standardnim uzidnim odnosno nazidnim instalacionim kutijama.

Posebni sektori u sistemu razvoda visoke impedanse

Kod skromnijih sistema svi zvučnici pripadaju jednom sektoru ozvučavanja. Pod sektorom ozvučavanja ovde podrazumevamo određene prostore čije zvučnike je potrebno zajedno „uključivati“ i preko njih „emitovati“ isti audio materijal. To može biti jedna prostorija ili više susednih prostroija (na primer restoran ili restoran sa pripadajućim prostorijama u okviru jednog objekta) odnosno više prostorija iste namene (recimo svi hodnici u okviru jednog višespratnog objekta). Za napajanje zvučnika jednog sektora ozvučavanja može se koristiti jedan pojačavač, snage od nekoliko desetina vati pa do



Slika 13. Napajanje zvučnika istog sektora naizmenično sa dva pojačavača snage

nekoliko kilovati. Treba napomenuti da ne postoje standardne vrednosti snage, pa proizvođači dimenzionišu pojačavače prema svojim kriterijumima. Nekada se zvučnici u istom sektoru napajaju naizmenično sa dva pojačavača snage, slika 13, da bi u slučaju otkaza jednog od njih pola zvučnika i dalje radilo.

Ako je broj zvučnika u jednom sektoru suviše veliki koristi se veći broj pojačavača snage. Njihovi ulazi tada moraju biti paralelno vezani. Izlazi pojačavača snage su uvek odvojeni i na svaki izlaz dolazi posebna linija ozvučavačnja sa odgovarajućim brojem priključenih zvučnika. Iz prethodnog se da zaključiti da jednom sektoru može pripadati više posebnih linija ozvučavanja (nazivaju se i zvučničke linije).

Složeniji sistemi ozvučavanja imaju više posebnih sektora u kojima se zvučnici, po pravilu, napajaju signalima sa različitih izvora ili signalom istog izvora ali u različito vreme. Obično se ostavlja mogućnost da se, u slučaju eksidentnih situacija, neke važne poruke mogu reprodukovati jednovremeno u svim sektorima.

Sinfazno povezivanje zvučnika

Kada se u sistemu razvoda visoke impedanse nalazi više od jednog zvučnika treba voditi računa da budu povezani „u fazi“ da ne bi došlo do međusobnog poništavanja njihovog zračenja. Priključci na zvučnicima su označeni sa (+) i (-) tako da prilikom povezivanja treba uvek vezati „plus“ i „minus“ na odgovarajući priključak sekundara transformatora. Takođe je i na primaru zvučničkog transformatoru označen zajednički kraj (*Common*) koji uvek treba povezati na isti provodnik zvučničke linije.

Prednosti i nedostaci razvoda visokog napona

Audio sistem sa visokoomskim razvodom ima značajnih prednosti nad sistemom niskoomskog razvoda, kada je potrebno na pojačavač snage priključiti veći broj zvučnika ili se radi o dugačkim zvučničkim linijama. Pre svega, to je činjenica da sve zvučnike sa pripadajućim prilagodnim transformatorima možemo povezati paralelno na liniju odgovarajućeg nazivnog napona, što značajno uprošćava izvođenje instalacija. Ako dođe do kvara nekog zvučnika ili transformatora (a nije kratak spoj) ostali nastavljaju da rade.

Zvučnički transformatori, po pravilu, imaju više izvoda tako da je moguće zvučnik napajati različitom snagom, a ako se ovome doda i preklopnik moguće je regulisati nivo reprodukcije pojedinih zvučnika.

Postoje zvučnički transformatori sa izvodima na sekundaru, koji odgovaraju impedansama od 4 Ω , 8 Ω , ili 16 Ω , tako da je moguće na istoj liniji koristiti zvučnike različitih nazivnih impedansi.

Zbog postojanja konstantnog napona na liniji, dodavanje ili izbacivanje pojedinih zvučnika iz sistema neće dovesti do promene nivoa signala drugih zvučnika.

Snaga gubitaka na provodnicima je u sistemu visokoomskog razvoda znatno manja nego u sistemu niskoomskog razvoda, usled većeg napona (a manje struje) kojim se napajaju zvučnici. To dalje znači da je moguće koristiti duže linije sa provodnicima manjeg preseka što smanjuje troškove instalacija.

Visoki napon zvučničke linije otklanja mogućnost uticaja spoljnih semtnji.

Značajan nedostatak sistema visokoomskog razvoda je primena transformatora koja uvek doprinosi smanjenju kvalitata audio signala (veća izobličenja i užji propusni opseg), povećavaju cene, težine i veličine uređaja. Pored toga transformatori uvek unose određene gubitke u audio signal. Smanjenje nivoa snage usled gubitaka u transformatorima je reda 0,5 do 1,5 dB.

Nekada je signale pojedinih zvučnika koji pripadaju istoj zvučničkoj liniji, radi eliminisanja nastanka duplog zvuka potrebno zakasniti, što u visokoomskom sistemu razvoda nije moguće izvesti. Jedan nedostatak visokoomskog razvoda je i taj što se u nekim zemljama naponi linije od 100 V i više, smatraju visokim, pa se kod izvođenja instalacija zahteva postavljanje provodnika u instalacione cevi, što dodatno komplikuje i poskupljuje inatacije.

Literatura

1. B. Dennis, „Constant-Voltage Audio Distribution Systems: 25, 70.7 & 100 Volts“ *Rane Corporation*, Rane Note 136, 1997.
2. D. Davis, C. Davis, *Sound System Engineering*, 2nd Ed., Indianapolis, Howard W. Sams Co., 1987, pp. 85-87, 402-405.
3. Crown Engineering staff, “Guide to Constant-voltage Systems”,
http://www.crownaudio.com/media/pdf/amps/138905-1_10-05_constant_voltage.pdf
4. Contractor Amplifiers CX Application Guide, *QSC Audio Products, Inc.* 1999.
5. R. Kamlet, “Distributed Speaker Systems” *Sound & Video Contractor Magazine*, Feb, 2001, Updated Dec 2006.
6. P. Giddings, “Constant Voltage (70-Volt) Audio Systems” *Audio System Design And Installation*, First Edition, p.p. 141-148, 1990.
7. Loudspeaker Installation Methods and Connection Technique, Bogen Communications Inc.,
www.bogen.com/support/pdfs/Installs.pdf.
8. P. Brown, “Alternatives To High-Voltage Distribution”, *ProSoundWeb*, Dec. 11, 2012.
9. P. Brown, “Top Ten “70 V System” Myths” <http://www.synaudcon.com/site/blog/top-ten-70-v-system-myths/>.
10. “Understanding Line Matching Transformers”, Atlas Sound, www.AtlasSound.com.
11. B. Whitlock, “Audio Transformers”, *Handbook for Sound Engineers*, Third Edition Chapter 11, Glen Ballou, Editor, 2001.
12. R. Elliott, “High Voltage Audio Systems”, <http://sound.westhost.com/articles/line-amps.html>.
13. P. Mathews, “Unwinding Distribution Transformers”, *Rane Corporation*, Rane Note 159, 2005.