

Solving the Power Puzzle

Otázky a odpovědi kolem výkonových zesilovačů

Tento text si LIVE SOUND! International vyžádal od QSC proto, aby byla vyjasněna některá nedorozumění týkající se techniky výkonových zesilovačů. Překlad do češtiny je místy volnější, i tak si myslíme, že text může být pro základní orientaci užitečný.

CO VLASTNĚ TAKOVÝ ZESILOVAČ DĚLÁ ?

Zjednodušeně řečeno, vezme váš nízkofrekvenční signál a napěťově i proudově ho zesílí tak, aby mohl pohánět reproduktory.

Napěťové zesílení je nutné proto, že nevykonová část (mixy, ekvalizéry, DSP atd.) pracuje s napětími kolem jednoho voltu nominálně a asi kolem 10V maximálně, což by například do běžného 8ohm ového reproduktoru nestačilo na žádnou použitelnou hlasitost. Jeho velikost je daná zapojením zesilovače, hodnotami jeho součástek a nastavením ovládacích prvků. Může být vyjádřeno jako násobek – např. „40x“ anebo pomocí decibelů „32dB“ (což je v tomto případě totéž).

Zesilovač se 40násobným zesílením (ziskem 32dB) potřebuje na 10V na svém výstupu mít 0,25V na vstupu, 1V na vstupu produkuje 40V na výstupu atd. až do takové velikosti výstupního napětí, kdy výstup zesilovače narazí na limit daný velikostí napájecího napětí. Konkrétní hodnotu maximální ho napěťového zesílení najdete v návodu, obvykle i na zadním a někdy na předním panelu zesilovače.

Proudové zesílení je nutné proto, že zatěžovací impedance zesilovače je mnohem nižší, než jeho vstupní impedance, u reproduktorů jde řádově o ohmy, kdežto u vstupních obvodů jsou to pravidelně desítky kiloohmů. Kombinací vyššího napětí a nižší impedance mimořádně narůstá proud, takže zatímco do vstupu zesilovače jde z předchozího zařízení maximálně něco kolem 0,001A, do reproduktorů už běžně tečou jednotky až desítky A. Proudové zesílení je tedy dokonce mnohem větší, než napěťové.

KDYŽ SNÍŽÍM 500W ZESILOVAČI ZISK O 3dB, DOSTANU 250W ZESILOVAČ ?

Ne, v žádném případě, je to stále 500W zesilovač, jen potřebuje o 3dB větší vstupní signál, aby dodal 500W. Například namísto 1V bude potřebovat zhruba 1,4V.

MÁM MÍT NA VŠECH ZESILOVAČÍCH STÁLE NASTAVENÝ MAXIMÁLNÍ ZISK ?

Ne, zesilovače mají regulaci zesílení právě proto, aby bylo možné reagovat na situaci. Některé vysoce výkonné modely mají maximální napěťové zesílení kolem 60-80x i více a to může být na překážku, když tím bude zdůrazněn rušivý brum nebo šum předchozích zařízení. Zvláště špatně to dopadne, když bude vysoký zisk koncového zesilovače kompenzován snížením zisku jinde. V takovém případě je na místě opačný postup, tedy zvýšit úroveň budícího signálu a koncovému zesilovači na zisku ubrat.

“Constant sensitivity” refers to a group of amps that have the same or very similar input sensitivity, regardless of their power points.

Existují ale i velmi dobré důvody, proč mít regulaci zisku naplno: 1)je to jasně definovaná poloha, v které by mělo všechno hrát, nehraje-li, lze hledat chybu jinde

2)je méně pravděpodobné, že přebudíte něco jiného, než jen koncový zesilovač

3)žádným omylem už nejde na zesilovači přidat, takže nikdo nevyřadí z funkce například ochrany reproduktorů nastavené ve výhybce nebo DSP pouhým otočením knoflíku na zesilovači.

ZVAŽUJI KOUPI KONCOVÉHO ZESILOVAČE, OVŠEM ZARÁŽÍ MNE VYSOKÁ HODNOTA JEHO VSTUPNÍ CITLIVOSTI – 2V, BUDU MÍT PROBLÉMY HO VYBUDIT NA PLNÝ VÝKON ?

Žádné strachy, každé profesionální zařízení s linkovým výstupem by mělo dodat alespoň +18dBu, tedy 6,16V a to je dost pro každý zesilovač. Dokonce je běžných až +24dBu (12,3V). Pokud by nešel zesilovač vybudit, je chyba jinde, například už v nastavení mixážního pultu, kompresoru nebo limiteru atd.

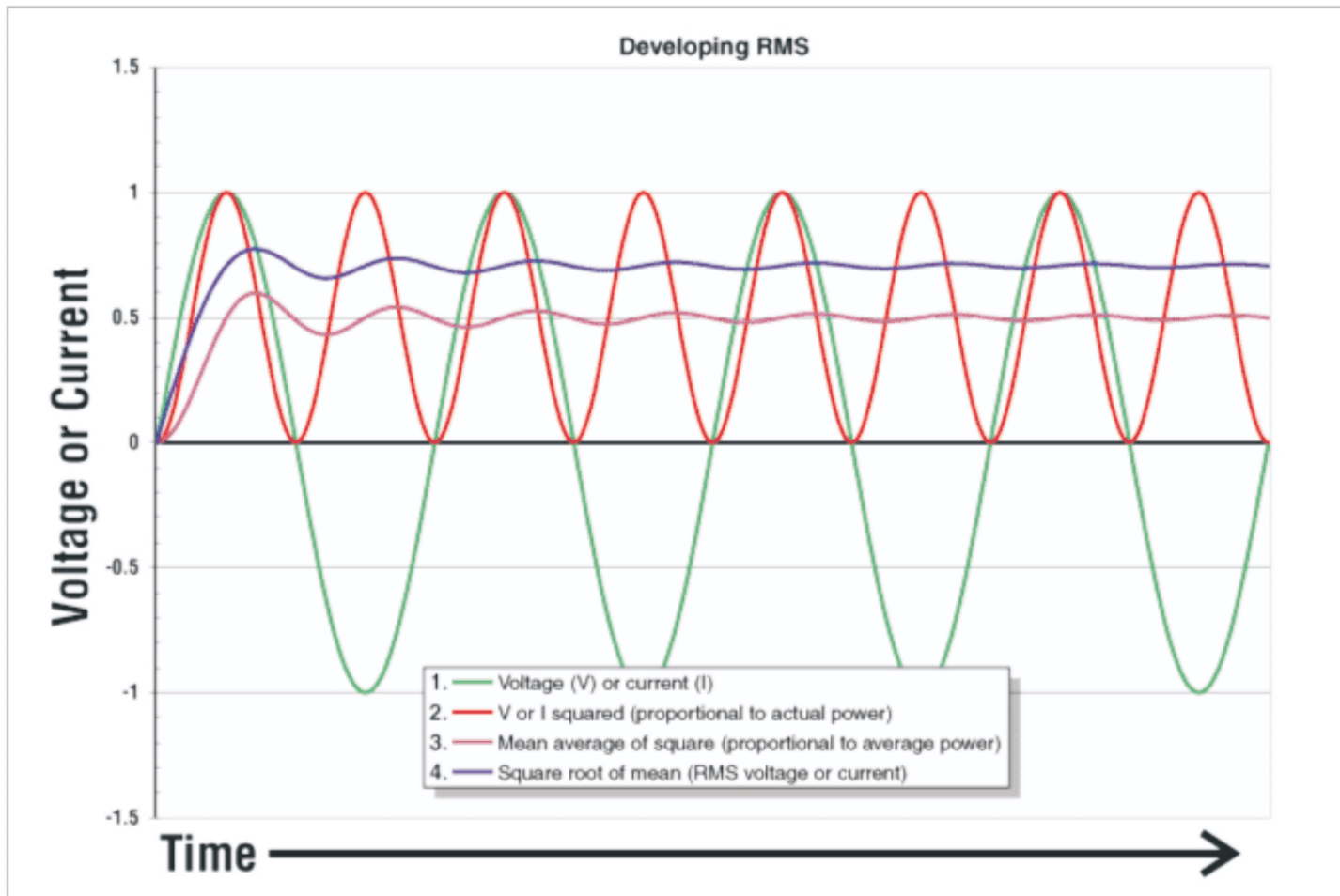


Figure #1: Developing RMS

MOHU POUŽÍVAT ZESILOVAČE S KONSTANTNÍ CITLIVOSTÍ A ZESILOVAČE S KONSTATNÍM ZISKEM POHROMAĎ V JEDNOM APARÁTU ?

Jednoznačně, stačí se zorientovat v tom, jak to s potřebným ziskem a výkonem je, ovšem to je potřeba stejně vždycky. Nejprve si vyjasníme pojmy – „konstatní zisk“ znamená skupinu zesilovačů, které mají všechny stejné napěťové zesílení a to i když nemají stejný jmenovitý výkon. V takové skupině platí, že např. 1V na vstupu vybudí jakýkoli zesilovač na nějaký výkon do 8ohmů, dvojnásobný do 4ohmů a čtyřnásobný do 2ohmů (pochopitelně dokud nedojde k překročení maximálních hodnot výkonu toho kterého zesilovače).

Naopak „konstantní citlivost“ znamená skupinu zesilovačů, které všechny potřebují k plnému vybudení stejné vstupní napětí (např. 1,4V) a to i když mají různé jmenovité výkony. Tedy už zmiňovaný 1V může (podle konkrétní hodnoty citlivosti celé skupiny) vybudit 100W zesilovač na 50W, 1000W na 500W apod.

JMENOVITÝ VÝKON ZESILOVAČE JE EFEKTIVNÍ NEBO ŠPIČKOVÁ HODNOTA ?

Ačkoli se často používá zkratky RMS (Root Mean Square), není u výkonu na místě a stejně je tomu s termínem „efektivní“. Výkon je prostě výkon, udává se jeho průměrná hodnota za nějakou dobu a pokud někde vidíte „RMS výkon“, tak to nejspíš má znamenat „trvalý průměrný výkon“ a právě takový by jedině měl slušně vychovaný zesilovač na sebe prozrazovat v datasheetech.

Pro nejjednodušší případ buzení zesilovače sinusovým signálem vidíme v grafu jak se k němu dojde. Zelená křivka reprezentuje průběh napětí (ale i proudu při odporové zátěži), červená průběh výkonu (všimněte si, že ten už je vždycky kladný a perioda se zkrátí na polovinu jako důsledek umocnění na druhou – výkon je úměrný druhé mocnině napětí nebo proudu). Fialová křivka je už výkon zprůměrovaný (proto se stále více vyhlazuje s rostoucím počtem proběhlých period) a nakonec modrá křivka je teprve tou efektivní hodnotou napětí (nebo proudu).

CO ZNAMENAJÍ ZKRATKY „FTC“ A „EIA“ U ÚDAJŮ O VÝKONU ?

To jsou dva v současnosti nejpoužívanější způsoby, jak změřit výkon zesilovače. Kdysi dávno byla jen jedna obvyklá metoda, IHF standard, podle které se měřilo maximální napětí na výstupu zesilovače právě když začal omezovat výstupní signál s připojenými povolenými jmenovitými zátěžemi. To by nebylo nic zvláštního, kdyby se to ovšem neměřilo sinusovým signálem 1kHz o trvání 20ms a opakovaným po 480ms, ve kterých byl potlačen o 20dB (tedy na 1% výkonu). Ve výsledku se tedy vlastně měřil jen velmi krátkodobý výkon, což pomáhalo některým velmi poddimenzovaným zesilovačům získat hezká čísla pro reklamu. Tento standard je naštěstí dávno pryč.

The clipping point is defined as the level at which the total harmonic distortion of the sine wave reaches a specified figure, such as 0.05%, 0.1%, or 1%.

Poněkud přísnější je měření podle EIA, kde se používá jeden kmitočet kdesi uprostřed pracovního pásma, většina výrobců volí 1kHz. Opět se hledá výstupní napětí, při kterém začne rychle narůstat zkreslení vlivem omezení v koncovém stupni, tzv. clip až překročí nějakou definovanou hranici, např. 0,05%, 0,1%, nebo 1%. Samotná hranice není důležitá a neměla by být směřována se skutečným THD zesilovače. Kromě velmi úzkého kmitočtového pásma má EIA ještě jednu problematickou vlastnost, dovoluje totiž vybudit a zatížit i jen jeden kanál zesilovače. Ne všichni výrobci ale této možnosti skrýt slabý společný zdroj využívají.



Mnohem náročnější je specifikace podle FTC. Federal Trade Commission ji zavedla v roce 1974 jako prostředek ochrany spotřebitele. Vyžaduje měření sinusovým signálem v celém definovaném kmitočtovém rozsahu (obvykle 20Hz÷20kHz, ale může být i jiný, pokud je jasně definován). Současně musí být vybuzeny i zatíženy všechny kanály zesilovače, což klade značné nároky na zdroj a jeho slabiny se projeví. Vůbec nejtěžší podmínkou je ale požadavek na „předehřev“ zesilovače po dobu jedné hodiny s 1/3 plného výkonu na 1kHz, opět všechny kanály vybuzeny a zatíženy, následovaný pěti minutami plného výkonu. Zesilovač nesmí během této celé doby žádným způsobem přestat fungovat, omezovat výstupní signál, spustit tepelnou nebo proudovou ochranu atd. Právě tento „předehřev“ je důvodem, proč skoro všechny zesilovače mají pro Zohmovou zátěž specifikaci pouze podle EIA a ne i podle FTC, ačkoli jsou normálně schopné s takovou zátěží v běžném provozu fungovat spolehlivě. Podobně jako u EIA je i zde maximální výkon určen pro nějaké zkreslení, obvykle 0,025%, 0,05%, 0,1% atd. Navíc ale musí tuto hodnotu zesilovač splňovat i pro všechny výkony menší až do spodní hranice 0,25W (kde už by převažovalo tzv. přechodové zkreslení). FTC je jednoznačně velmi náročný standard a to může být i nevýhodou, protože pak není použitelný pro mnoho zesilovačů s Zohmovou zátěží.

MŮJ ZESILOVAČ MÁ MÍT 2400W A PŘITOM PODLE MANUÁLU ODEBÍRÁ JEN 7A Z 230V, JE TO SNAD PERPETUUM MOBILE ?

Bohužel nikoli, přesto jsou oba údaje správné. 2400W ze svého zesilovače potřebujete jen čas od času, pro nezkreslenou reprodukci signálových špiček, ať v hudbě nebo řeči. Naštěstí pro rozvodnou síť i vaši peněženku tyto špičky trvají jen krátce a v průměrném odběru se i při maximálním vybuzení zesilovače přirozeným signálem spolehlivě udržíte v udávané hranici 7A. Je to něco podobného, jako maximální výkon motoru v autě a průměrná spotřeba paliva. Ta také není udávaná pro jízdu s pedálem plynu trvale na podlaže (protože k tomu v reálných podmínkách nikdy nedojde).

Na rozdíl od svého auta si ale můžete tuto spíše kuriozitu najít v tabulkách odběrů výkonových zesilovačů ze sítě ve sloupci „plný výkon“. Nesmíte se divit, že hodnoty u silnějších zesilovačů výrazně přesahují 16A, tedy kolik dovolí běžná jednofázová zásuvka, byly získány v laboratorních podmínkách.

Way Back When...



Van photo courtesy of Tannoy Ltd,
Rosehall Industrial Estate, Coatbridge, Great Britain

Unless you live in the UK, you are probably unaware that "Tannoy" is commonly used as a generic reference to loudspeakers. This photo confirms the long-standing presence of the Tannoy brand and the origin of the "branding" which created this generic reference.