

Wpływ obciążenia na pracę elektroakustycznych wzmacniaczy mocy

W artykule opisano wpływ parametrów elektrycznych zespołów głośnikowych na zdolność wzmacniacza m.cz. do oddawania mocy bez nadmiernych zniekształceń wzmacnianego przebiegu oraz podano wynikające z tego wnioski.

Amatorzy zajmujący się wnikliwie działaniem aparatury hi-fi zauważyli już dawno, że niektóre wielodrożne zespoły głośnikowe, wśród nich i zespoły bardzo wysokiej klasy, współpracują źle z większością wzmacniaczy m.cz. i tylko niektóre, bardzo dobrze skonstruowane wzmacniacze, nadają się do zasilania tych „trudnych” zespołów głośnikowych. Zauważono również, że dwa wzmacniacze mocy, w zasadzie o identycznych parametrach, wykorzystane do zasilania danej pary zespołów głośnikowych, mogą dać różne rezultaty jakościowe podczas odsłuchu muzyki. Pojawiło się uzasadnione przekonanie, że przyczyna tych zjawisk leży „na styku” wzmacniacza mocy i zespołu głośnikowego. W ostatnich latach w kilku laboratoriach poddano ten problem badaniom i analizie. Wybrane informacje o tych pracach są przedstawione poniżej.

1. Zalecenia organizacji międzynarodowej (IEC) przewidują, że wartość minimalna impedancji zespołu głośnikowego w pasmie przenoszenia nie powinna wynosić mniej niż 0,8 wartości znamionowej impedancji. Wyniesie to 6,4 Ω w odniesieniu do zespołów głośnikowych o znamionowej wartości 8 Ω . Pomiar kilkudziesięciu zespołów głośnikowych, różnych producentów, wykazały, że 60% z nich ma przy pewnych częstotliwościach impedancję mniejszą niż 5 Ω , a 25% — 4 Ω . Niektóre, tzw. „ogzotyczne” zespoły głośnikowe, wykazały spadek impedancji do 2,0–2,5 Ω .

Ogólnie przyjmuje się, co potwierdzają pomiary, że kąt fazowy impedancji zespołów głośnikowych nie zmienia się o więcej niż $\pm 50^\circ$. Pewna część spotykanych na rynku zespołów głośnikowych wykazuje zmianę kąta fazowego w zakresie do $\pm 60^\circ$. Sporadycznie spotyka się typy zespołów głośnikowych o zmianach kąta fazowego w zakresie $\pm 80^\circ$.

2. Stwierdzono, że wskutek wpływu zespołu głośnikowego, obciążającego wyjście wzmacniacza, mogą powstawać następujące zjawiska:

zmiana kąta fazowego obciążenia w dużym zakresie (obciążenie o charakterze pojemnościowym lub indukcyjnym) wpływa destabilizująco na pracę wzmacniacza, w wyniku czego pojawiają się pasożytnicze oscylacje;

niektóre wzmacniacze o bardzo silnym, ujemnym sprzężeniu zwrotnym wykazują skłonność do pojawiania się zniekształceń spowodowanych wpływem zespołu głośnikowego (obciążenia) na pracę wzmacniacza;

wartości chwilowe prądu pobieranego przez zespół głośnikowy podczas reprodukcji muzyki mogą być sześciokrotnie większe niż wartości pobieranych przez obciążenie w postaci rezystancji znamionowej 8 Ω ; wiele wzmacniaczy nie jest w stanie podjąć temu, wskutek czego pojawiają się specyficzne zniekształcenia;

stosowane we wzmacniaczach większej mocy elektroniczne układy zabezpieczające mogą działać przy zbyt małej wartości mocy chwilowej lub zbyt szybko.

Ani podawane przez wytwórnie parametry wzmacniaczy, ani nawet szczególnie pomiary laboratoryjne wzmacniaczy przeprowadzane metodami klasycznymi z zastosowaniem czysto rezystancyjnego obciążenia wzmacniacza, nie ujmuje i nie wykrywają wyżej wymienionych zjawisk, które mogą wystąpić w warunkach rzeczywistych pracy wzmacniacza obciążonego zespołami głośnikowymi.

3. Przeprowadzone zostało specjalne badanie pięciu losowo wybranych wzmacniaczy produkcji fabrycznej o mocy od 2 x 100 W do 2 x 160 W, kilku znanych firm. Zastosowane zostało obciążenie o zmiennych parametrach. Zmieniano bądź moduł impedancji obciążenia, bądź tylko kąt fazowy przy stałej wartości modułu. Wzmacniacze sterowane przebiegiem sinusoidalnym 1000 Hz i zmierzono wartość napięcia na wyjściu w momencie, gdy współczynnik zawartości harmonicznych osiągnie 1%. Różnice w zachowaniu się wzmacniaczy okazały się zaskakująco wielkie. Tylko jeden wzmacniacz zachował się, można rzec, idealnie: nie reagował on na zmianę kąta fazowego obciążenia w zakresie $\pm 60^\circ$; zmiana wartości modułu obciążenia z 8 do 2 Ω spowodowała zmniejszenie wartości napięcia wyjściowego o ok. 30%. Najgorszy z badanych wzmacniaczy wykazał nadzwyczaj wielką wrażliwość na zmiany parametrów obciążenia: napięcie wyjściowe miało stałą wartość tylko przy module obciążenia 8 Ω i zmianach kąta fazowego w zakresie $\pm 40^\circ$; już przy kącie fazowym $\pm 60^\circ$ zmniejszenie wartości napięcia wyjściowego wyniosło 33%; zmniejszenie wartości modułu obciążenia z 8 do 2 Ω spowodowało zmniejszenie wartości napięcia wyjściowego do 10–15% wartości poprzedniej.

Przeliczając wyniki pomiarów na wartości mocy pozornej, oddawanej do obciążenia o impedancji 2 Ω i kącie $+60^\circ$, różnice były następujące: wzmacniacz pierwszy ok. 200 VA, a wzmacniacz drugi — ok. 15 VA. Należy dodać, że wzmacniacz drugi miał katalogowo większą wartość mocy znamionowej.

Wzmacniacze zachowują się gorzej przy sterowaniu ich sygnałem o małej częstotliwości (40–100 Hz). Obserwuje się wówczas jeszcze większy wpływ zmian kąta fazowego obciążenia na oddawaną moc. Należy się liczyć, w krańcowym przypadku, z tym, że wzmacniacz o znamionowej mocy 100 W oddaje do obciążenia 5 VA! Niestety dokładne pomiary wzmacniaczy w zmiennych warunkach obciążenia są kłopotliwe i możliwe do przeprowadzenia w warunkach laboratoriów profesjonalnych. Amator-elektronik może się jednak pokusić o przeprowadzenie pomiarów przy kilku wartościach obciążenia, stosując w tym celu rezystory zanurzone w naczyniu z wodą, kondensatory foliowe i cewki indukcyjne do zwrotnic prądowych.

Wnioski

- Wzmacniacze o w zasadzie identycznych parametrach katalogowych mogą wykazywać duże różnice podczas pracy w realnych warunkach, przy obciążeniu ich zespołami głośnikowymi.
- Jest celowe przebadanie parametrów wejściowych posiadanych zespołów głośnikowych pod kątem zakresu zmian wartości impedancji i w miarę możliwości — zmian kąta fazowego.
- Konstruując wzmacniacze nowe we własnym zakresie należy szczególną uwagę poświęcić „wydajności prądowej” wzmacniacza, tj. całemu układowi zasilania oraz obwodom stopnia wyjściowego.
- Jest celowe stosowanie w zestawach hi-fi wzmacniaczy względnie dużej mocy (z rezerwą mocy) oraz przelączanie zespołów głośnikowych o znamionowej wartości impedancji 8 Ω do wzmacniaczy o znamionowej wartości obciążenia 4 Ω , co zabezpieczy przed przeciążaniem wzmacniacza zbyt małą wartością impedancji zespołu głośnikowego. A.W.

LITERATURA

„Funkschau” nr 23/1987