

TRANSFORMATORY GŁOŚNIKOWE

Transformatory głośnikowe stanowią dość specyficzną grupę transformatorów, przeznaczonych do współpracy z lampami elektronowymi.

Od kilku lat, na rynku sprzętu akustycznego, panuje moda na stosowanie wzmacniaczy dużej mocy z lampami elektronowymi jako elementami czynnymi. Głoszone są różne teorie „o wyższości wzmacniaczy lampowych nad tranzystorowymi”. Ponieważ do tej pory nie opracowano obiektywnych metod oceny jakości odtwarzania dźwięków przez wzmacniacze akustyczne z głośnikami, mają rację ci co mówią głośniej i na tej zasadzie wzmacniacze lampowe przeżywają swój renesans.

Transformatory głośnikowe stanowią specyficzną grupę transformatorów, które muszą pracować w dość szerokim pasmie częstotliwości, a sprawność przekazywania energii ma znaczenie drugorzędne. Współpracują z lampami elektronowymi, które są przewidziane do pracy z obciążeniami o rezystancji rzędu kilku kiloomów. Ponieważ typowe głośniki i ich zestawy charakteryzują się rezystancją rzędu pojedynczych omów, to siłą rzeczy niezbędne jest stosowanie elementów przejściowych transformujących małą rezystancję głośnika (zwykle 4 lub 8 Ω) do optymalnej rezystancji obciążenia lampy. Mówi się często o dopasowaniu małej rezystancji głośnika do dużej rezystancji lampy, ale to nie jest prawdą. Nie chodzi tu o dopasowanie energetyczne do rezystancji wewnętrznej lampy, a do takiej optymalnej rezystancji obciążenia, jaką lampa „powinna widzieć”. Jej wartość wynika z kształtu przebiegu charakterystyk wyjściowych lampy $I_a = f(U_a)$ dla różnych napięć siatki U_s . Analiza metod doboru optymalnej wartości rezystancji obciążenia wzmacniacza lampowego wykazałaby jednak poza ramy niniejszego artykułu.

Schemat zastępczy

Schemat zastępczy transformatora głośnikowego stosowanego we wzmacniaczu akustycznym przedstawiono na rys. 1. Najważniejszym parametrem transformatora jest przekładnia p , określająca stopień transformacji rezystancji z uzwojenia wtórnego do pierwotnego. Wyraża się ona stosunkiem liczby zwojów uzwojenia wtórnego do liczby zwojów uzwoje-

nia pierwotnego, jest zawsze znacznie mniejsza od jedności ($p \ll 1$). Na schemacie zastępczym występują elementy funkcjonalne, takie jak indukcyjność główna L , oraz elementy pasożytnicze C (pojemność uzwojenia), L_r (indukcyjność rozproszona) i R (rezystancja rzeczywista odzwierciedlająca straty ciepłone w uzwojeniu i rdzeniu) związane z uzwojeniem pierwotnym (R_1) i wtórnym (R_2). Wartości elementów pasożytniczych uzwojenia wtórnego są w schemacie zastępczym wyrażane z uwzględnieniem przekładni transformatora p . Wartość indukcyjności głównej L powinna znacznie przekraczać wartości indukcyjności rozproszonych L_{r1} i L_{r2} .

W zakresie średnich częstotliwości, zwykle przyjmuje się wartości ok. 1 kHz, transformator zachowuje się jako obwód rezonansu równoległego złożony z cewki o indukcyjności głównej L i kondensatora o pojemności równej sumie wszystkich pojemności rozproszonych $C_1 + C_2/p^2$. Dobroć takiego obwodu jest bardzo mała, a zatem pasmo przeniesienia jest dość szerokie.

W zakresie bardzo małych częstotliwości istotne znaczenie odgrywa indukcyjność główna. Dolna częstotliwość graniczna stopnia wyjściowego z transformatorem zależy od stosunku rezystancji wewnętrznej lampy do indukcyjności głównej transformatora. Wynika stąd, że w celu uzyskania dobrego przeniesienia sygnałów o częstotliwościach leżących w dolnym zakresie pasma akustycznego indukcyjność główna powinna być możliwie duża.

W zakresie górnych częstotliwości pasma akustycznego zaczyna się objawiać wpływ indukcyjności rozproszonych. Tworzy się obwód rezonansowy szeregowy, złożony z elementów $L_{r1} + L_{r2}/p^2$, rezystancji rozproszonych R_{r2}/p^2 i kondensatora C_2/p^2 . Dobroć tego obwodu jest niewielka, a górna częstotliwość graniczna pasma przeniesienia jest zależna od stosunku rezystancji wewnętrznej lampy do indukcyjności rozproszonych transformatora. Wynika stąd, że należy dążyć do wszelkich starań, aby indukcyjności rozproszone miały jak najmniejsze wartości.

Analiza przedstawionych wymagań pokazuje, że projekt transformatora musi być kompromisem pomiędzy wieloma sprzecznymi wymaganiami np. duża indukcyjność główna uzwojenia pierwotnego to równocześnie duża liczba zwojów prowadząca do dużych rezystancji rozproszonych. Duża objętość uzwojenia wymaga jego podziału na wiele sekcji. Tylko w takim przypadku możliwe jest zmniejszenie indukcyjności i pojemności rozproszonych. To z kolei prowadzi do zwiększenia kosztów i dodatkowych problemów z zachowaniem właściwej izolacji elektrycznej.

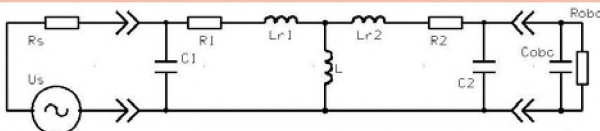
Przykład podziału uzwojeń na sekcje przedstawiono na rys. 2. Uzwojenie pierwotne składa się z czterech sekcji połączonych szeregowo, a wtórne – z trzech sekcji połączonych równoległe. Podział na sekcje połączone szeregowo ma na celu minimalizację pojemności rozproszonych uzwojenia pierwotnego. Analogicznie, połączenie równoległe sekcji uzwojenia wtórnego powoduje minimalizację rozproszonej indukcyjności uzwojenia wtórnego.

Podstawowe wymagania dotyczące transformatora małej częstotliwości, który jest stosowany we wzmacniaczach z ujemnym sprzężeniem zwrotnym o małych zniekształceniach są zatem następujące:

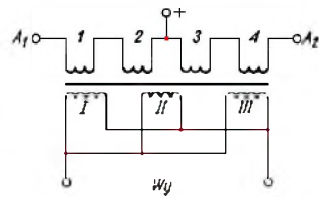
- duża indukcyjność główna (uzwojenia pierwotnego),
- mała indukcyjność rozproszona obu uzwojeń,
- rezonans szeregowy w zakresie wielkich częstotliwości, powyżej częstotliwości, przy której wzmacnienie staje się mniejsze od jedności.

W tabelicy zestawiono parametry elektryczne transformatorów głośnikowych produkowanych w firmie Zatra. Znajdują one zastosowanie we wzmacniaczach akustycznych średniej i dużej mocy z lampami elektronowymi.

Cezary Rudnicki



Rys. 1. Schemat zastępczy transformatora głośnikowego



Rys. 2. Sposób podziału uzwojeń na sekcje

Transformatory głośnikowe firmy ZATRA

Lp	Typ	Moc znam. [W]	Przekładnia Uwyj/Uwejt	Rezystancja wejściowa [kΩ]	Rezystancja obciążenia [Ω]	Konfiguracja wzmacniacza (lampa)	Pasma przeniesienia [Hz]
1	TG5/623/01	5	0,0366	5,2	8	Pojedyncza lampa pracująca w klasie A. Prąd stały maks. – 48mA (EL 84)	40-20000
2	TG5/623/02	5	0,0258	5,2	4	Pojedyncza lampa pracująca w klasie A. Prąd stały maks. – 48 mA (EL 84)	40-20000
3	TG 20/620	20	0,0282	10,0	8	PUSH – PULL, odcepy ultralineame (2 x EL 84)	30-15000
4	TG 20/607	20	0,0504	3,2	8	PUSH – PULL, odcepy ultralineame	50-12000
5	TGR15/597	18	0,0850	1,0	8	PUSH – PULL, odcepy ultralineame (2 x 6H13C)	20-20000
6	TG 80/588	80	0,0716	0,77	4	PUSH – PULL, odcepy ultralineame	50-12000
7	TG 35/587	35	0,0480	1,73	4	PUSH – PULL, odcepy ultralineame	35-20000
8	TG35/587/02	35	0,0680	1,73	8	PUSH – PULL, odcepy ultralineame	35-20000
9	TG 35/584	35	0,0680	0,85	4	PUSH – PULL, odcepy ultralineame	20-20000
10	TG 20/583	20	0,0839	1,13	8	Pojedyncza lampa pracująca w klasie A. Prąd stały maks. – 200 mA (6C33C)	20-20000
11	TG20/583/02	20	0,0587	1,13	4	Pojedyncza lampa pracująca w klasie A. Prąd stały maks. – 200mA (6C33C)	20-20000
12	TG 60/636	60	0,0360	3,0	4	PUSH – PULL, odcepy ultralineame, (2 x EL34)	50-12000
13	TG 60/637	60	0,060/0,043	2,2	8 / 4	PUSH – PULL, odcepy ultralineame, (2 x 6P3C)	40-15000
14	TG100/638	100	0,078/0,055	1,3	8 / 4	PUSH – PULL, odcepy ultralineame, (4 x 6P3C)	40-15000
15	TGp40/639	40	0,0445	4,0	8	PUSH – PULL, odcepy ultralineame	40-16000