

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ИЗХОДНИ ТРАНСФОРМАТОРИ

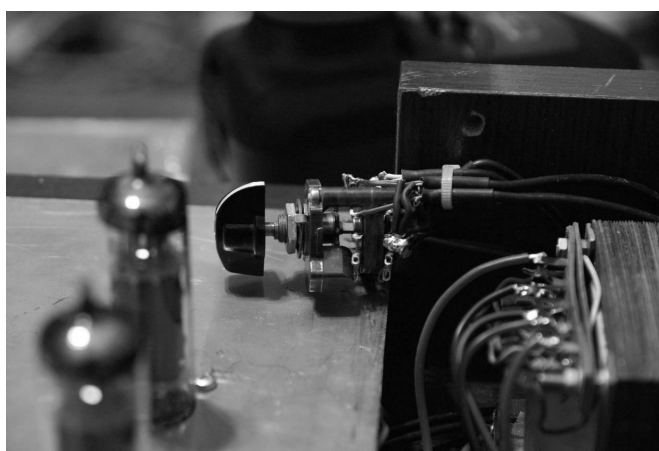
В последните години е създадена мистика около изходящите трансформатори, предназначени за лампови усилватели. Едва ли не тайнствените знания са достъпни само за шепа хора, “творящи” чудеса, които не всеки може да си позволи.

Методи за изчисляване на трансформатори са публикувани още в началото на миналия век. Досега те са претърпели незначителни корекции, свързани главно с новите материали за изработване на трансформатори. Основните принципи и съотношения остават същите. Няма как да бъдат променени законите на физиката, колкото и време да измине.

В много материали, умишлено или неволно не всички величини са посочвани коректно, което затруднява разбирането.

Настоящия материал не претендира за изчерпателност.

В края е посочен библиографски материал, с който всеки, който желае да научи повече може да се запознае.



Коефициент на трансформация n

$n = \sqrt{(R_a/R_d)}$ където R_a е оптималното съпротивление на товара в омове /съпротивление в анодния кръг на крайната лампа – входното съпротивление на изходния трансформатор/
 R_d е импеданса на говорителя /променливотоковото съпротивление на говорителя/
 $R_d = 1,25 \cdot R$ където R е съпротивлението на звуковата бобинка на говорителя, измерено при прав ток.

Индуктивност на първичната бобина на трансформатора L_1

$L_1 = R_p / (2\eta \cdot f_1)$ Където $R_p = R_l \cdot R_a / (R_l + R_a)$

R_l – вътрешното съпротивление на крайната лампа /например - 1,6к за EL84 в триодно включване и 30к в пентодно включване/

f_1 – долната граница на честотата, пропускаема от трансформатора в херца.

η – 3,14

L_1 – в хенри /например за EL84 се получава 9,6 хенри за 20 херца долна честота и 12 хенри за 15 херца/

Брой намотки на първичната бобина W_1

За трансформатор предназначен за PP усилвател $W_1 = 800 \cdot \sqrt{L_1}$ Например за EL84 се получават 2478 навивки за 20 херца долна честота и 2771 за 15 херца.

За SE усилвател $W_1 = 1200 \cdot \sqrt{L_1}$ Например за EL84 се получават 3718 навивки за 20 херца долна честота и 4156 за 15 херца.

Брой намотки на вторичната бобина W_2

$W_2 = W_1 / n$

Диаметър на проводника d_1 и d_2

$d_1=0,8 \cdot \sqrt{I_a}$ където I_a е постоянната съставна на анодния ток, протичаща през първичната бобина на трансформатора в амperi.

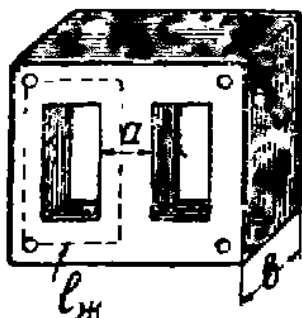
$$d_2=d_1 \cdot \sqrt{n}$$

Сечение на магнитопровода $Q_{ж}$

А) Изчисляване на необходимото сечение спрямо мощността на лампата

$Q_{ж}=10 \cdot \sqrt{P/f_1}$ където P е каталожната мощност на лампата, а f_1 е долната граница на пропусканата честота.

Ако трябва да бъдем прецизни трябва да отчетем и мощността, разсейвана от втората решетка на лампата, в случаите когато лампата е в триодно или ултралинейно включване, тъй като тока преминава през изходния трансформатор. Например за лампа 6П6С /изходен лъчев тетрод/ разсейваната пределна мощност на анода е 13,2 вата, а максималната разсейвана мощност на втора решетка на лампата е 2,2 вата, което е 16,66 процента. В повечето схемни решения натрежението на втора решетка се подава през резистор и рядко достига пълна мощност. Мощността разсейвана на втора решетка не следва да се включва изрично в разчета, тъй като по горната формула е предвиден запас надхвърлящ тази мощност /около 40 процента/.



За PP трансформатор $Q_{ж}=0,9 \cdot a \cdot b$

$$Q_{ж} = \frac{1 \cdot 10^4 \div 3 \cdot 10^4 \cdot I_a^2 \cdot L_1}{\ell_{ж}}$$

За SE трансформатор

Пояснения за $L_{ж}$ – средна дължина на магнитната силова линия

Например за сърцевина Ш19 $a=1,9$ см а $L_{ж}=18$ см. За сърцевина Ш25 $a=2,5$ см, а $L_{ж}=25$ см

Дименсията на a, b и $L_{ж}$ са в сантиметри.

I_a е в амperi. L_1 е в хенри. $Q_{ж}$ е в квадратни сантиметри.

При SE трансформаторите е необходимо да бъде предвидена междина в магнитопровода с оглед намаляване прага на насищане на магнитопровода /най-често от 0,1 до 0,3 мм/.

Въздушната междина се изчислява по формулата $a=0,012 \cdot \sqrt{Q_{ж}}$

За PP стъпала в режим клас А, входното съпротивление на трафа трябва да е равно на $2 \cdot R_l$

За SE стъпала в режим клас АВ, АВ2 и В входното съпротивление трябва да е приблизително равно на $4 \cdot R_l$

R_l е вътрешното съпротивление на една лампа.

Изчисляване и преизчисляване на входния импеданс на трансформатора R_a

$$R_a=n^2 \cdot R_d$$

Например имаме траф с 2000 навивки ПЭЛ 0,18 на първичната бобира и със 100 ПЭЛ 0,58 навивки на втората бобина.

Според намотките коефициента на трансформация $n=2000/100=20$, променливотоковото съпротивлението за 8 омов говорител R_d е 10 ома и $R_a=20^2 \cdot 10=4000$ ома

С промяната на съпротивлението на натоварване на трансформатора, равно на съпротивлението на говорителя, може да се промени и входния импеданс на трансформатора.

Секциониране

За подобряване честотните характеристики на трансформатора е необходимо секциониране.

Секционирането е навиване на слоеве от вторичната бобина между слоевете на първичната бобина.

При PP трансформаторите трябва да се спазва симетрия при секционирането на двете рамена.

Не трябва да се прекалява със секционирането, защото се създават условия за повишаване на паразитните капацитети.

Има формула за изчисляване на **общата разсейвана индуктивност** на трансформатора в хенри. По-долу ще стане ясно защо ни е необходима тази величина.

$$L_s = \frac{0,8 \cdot 10^{-9} \cdot N_1^2 \cdot (A_1 + A_2 + A_{из} \cdot 3)}{10^8 \cdot (k - 1)^2 \cdot 2h'}$$

L_o е средната дължина на намотките в сантиметри

h' е височината на намотката в сантиметри

к е броят на секциите

Секционирането трябва да се направи така, че разсейваната индуктивност да не превишава изчислената индуктивност на крайното стъпало ☺

Импрегниране – то води до снижаване на паразитните резонанси на бобините и подобрява честотната характеристика във високите честоти, но също така води до повишаване на паразитните капацитети. По-добрият вариант е да се изготвят стегнати бобини и да се избегне импрегнирането. Ако все пак импрегниране се налага е добре да бъде направено с парафин, а не с лакове.

Използвана литература:

1. Цыкни Г.С. Трансформаторы низкой частоты. М., Связьиздат, 1955.
2. Андронников Д.В. "Три электрода в один такт". "Вестник А.Р.А." No. 3, 1998 г.
3. Войшвилло Г.В. Усилители низкой частоты на электронных лампах. Изд. 2.
4. Белопольский И.И. Электропитание радиоаппаратуры. М., Энергия, 1965.
5. Лукачер. Расчет выходных трансформаторов, ж. Радиофронт No. 22 1935.
6. К. Витанов, списание Радио 1954-03.

Съставил – С. Цонев

София 2012 г.

<http://stoyants-diyprojects.blogspot.bg/2012/11/v-behaviorurldefaultvmlo.html>