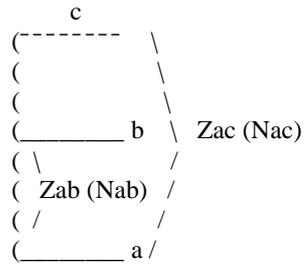


## IMPEDÂNCIAS EM TRANSFORMADORES

Por Luiz Amaral  
PYILL/AC2BR

Suponha-se que tenhamos um transformador, normalmente de áudio, cujo secundário é como na figura.



O fabricante especifica a impedância de saída entre os terminais 'a' e 'b' e entre os terminais 'a' e 'c'.

Desejamos saber qual a impedância de saída entre os terminais 'b' e 'c'.

O número de espiras entre 'a' e 'b' é  $N_{ab}$  e entre 'a' e 'c' é  $N_{ac}$ , ambos desconhecidos. Obviamente o número de espiras entre os terminais 'b' e 'c' será  $N_{bc} = N_{ac} - N_{ab}$ .

Como as impedâncias são proporcionais ao quadrado do número de espiras, podemos escrever:

$$Z_{ab} = k \cdot N_{ab}^2 \text{ ou } \sqrt{Z_{ab}} = \sqrt{k} \cdot N_{ab} \quad \text{(I)}$$

$$Z_{ac} = k \cdot N_{ac}^2 \text{ ou } \sqrt{Z_{ac}} = \sqrt{k} \cdot N_{ac} \quad \text{(II)}$$

$$Z_{bc} = k \cdot N_{bc}^2 \text{ ou } \sqrt{Z_{bc}} = \sqrt{k} \cdot N_{bc} \quad \text{(III)}$$

Subtraindo-se (I) de (II), tem-se:

$$\sqrt{k} \cdot (N_{ac} - N_{ab}) = \sqrt{Z_{ac}} - \sqrt{Z_{ab}}$$

Como  $N_{ac} - N_{ab} = N_{bc}$ , temos:

$$\sqrt{k} \cdot N_{bc} = \sqrt{Z_{ac}} - \sqrt{Z_{ab}} \quad \text{(IV)}$$

Usando (III) em (IV), tem-se:

$$\sqrt{Z_{bc}} = \sqrt{Z_{ac}} - \sqrt{Z_{ab}}, \text{ que elevada ao quadrado, resulta finalmente em:}$$

$$Z_{bc} = Z_{ac} + Z_{ab} - 2 \cdot \sqrt{Z_{ac}} \cdot \sqrt{Z_{ab}} \quad \text{(V)}$$

Como se vê em (V), a impedância  $Z_{ab}$  não é a diferença simples entre  $Z_{ac}$  e  $Z_{bc}$ , como se poderia imaginar, já que impedâncias em série se somam. Porque não? Simplesmente porque as impedâncias  $Z_{ab}$  e  $Z_{bc}$  não estão simplesmente em série, pois há um acoplamento magnético via transformador entre elas.

Como exemplo prático, suponha-se que  $Z_{ab}$  seja 4 Ohm e  $Z_{ac}$  16 Ohm. Usando-se (V), temos:

$$Z_{bc} = 4 + 16 - 2 \cdot 4 \cdot 2 = 4 \text{ Ohm}$$

Este caso pode ser usado para se acoplar dois alto-falantes de 4 Ohm, por exemplo, quando se tem uma saída de 4 e outra de 16 Ohm no secundário.

Aqui vai uma nota de advertência: se o secundário do transformador é enrolado com um fio de calibre único de ponta a ponta, não temos problema; mas, se a parte 'bc' for enrolada com fio mais fino (pois a corrente é menor em impedâncias mais altas), não se pode tirar a potência total disponível através do enrolamento 'bc' (como se pode em 'ab' ou 'ac') ou o transformador poderá aquecer ou queimar.

O processo pode ser generalizado para impedâncias entre quaisquer 'taps' de um transformador.