Determinando a impedância de transformadores de saída

fonte : http://radioremembered.org/outimp.htm

Quando substituirmos o transformador de áudio de saída em um rádio, a substituição deve manter a impedância do original tão próxima como possível. Se for usado um transformador errado, os resultados podem ser saída baixa e perda na qualidade de tonalidade. Os transformadores de saída universais estão disponíveis múltiplos tappers no primário e enrolamento do secundário para combinar uma larga escala de impedâncias.

Não é incomum para o colecionador de rádios antigos ter vários transformadores da saída na "caixa de sucatas" (ou repositório de peças, caso prefiram), além dos obtidos nos encontros de radioamadores e eletrocas (algo muito mais comum nos Estados Unidos do que aqui...). Geralmente a informação sobre qual é a impedância do primário e do secundário não estão disponíveis para estes transformadores, e é interessante ter essa informação para poder usá-los num aparelho que necessite um novo transformador de saída.

Uma válvula de potência de saída média, tal como a 6V6 requer uma carga ao redor 5.000 ohms, e uma bobina média de alto-falante pode variar de 1 a 8 ohms ou a mais. Assim, como nós determinamos qual de nossos transformadores da saída combinará essa escala de impedância? Com alguns equipamentos de teste simples e com a Lei de Ohm nós podemos calcular a impedância de um transformador da saída, mas vamos ver primeiramente como um transformador da saída funciona.

Como isto funciona

Uma válvula é um dispositivo de alta voltagem e baixa corrente (alta impedância), enquanto um alto-falante é um dispositivo de baixa voltagem e alta corrente (baixa impedância). A função do transformador de saída de áudio é transformar a impedância elevada da válvula de saída para combinar a impedância muito mais baixa do alto-falante. Isto é necessário para começar transferência eficiente do sinal áudio ao alto-falante. O transformador de saída como um dispositivo "ajustador" de impedâncias, trabalhará principalmente na carga refletida. Para ajudar explicar isto, consulte a figura 1 abaixo.

Para manter o ajuste simples, suponha que a válvula de saída está fornecendo um sinal de uma C. A. de 100 volts ao primário de um transformador da saída com uma relação 10:1 do enrolamento, e o secundário está alimentando uma bobina de alto-falante de 10 ohms (veja a figura 1A abaixo). Com 100 volts através do primário, haverá 10 volts através da bobina do alto-falante conectada ao secundário. Usando a Lei de Ohm, haverá 1 ampère de consumo na bobina do alto-falante.

$I = E / R$
$I = 10 / 10 = 1$ ampere

Para simplificar, vamos supor uma eficiência de 100% no transformador. Desde que nós temos uma relação 10:1, a corrente atual no primário será de .1 ampère (100 mA) (1 ampère no secundário dividido por 10). Com 100 volts através do primário, a Lei de Ohm nos diz que o primário "vê" como uma carga de impedância de 1.000 ohms para a válvula.

$$Z = E / I$$
$$Z = 100 / .1 = 1{,}000 \text{ ohms}$$

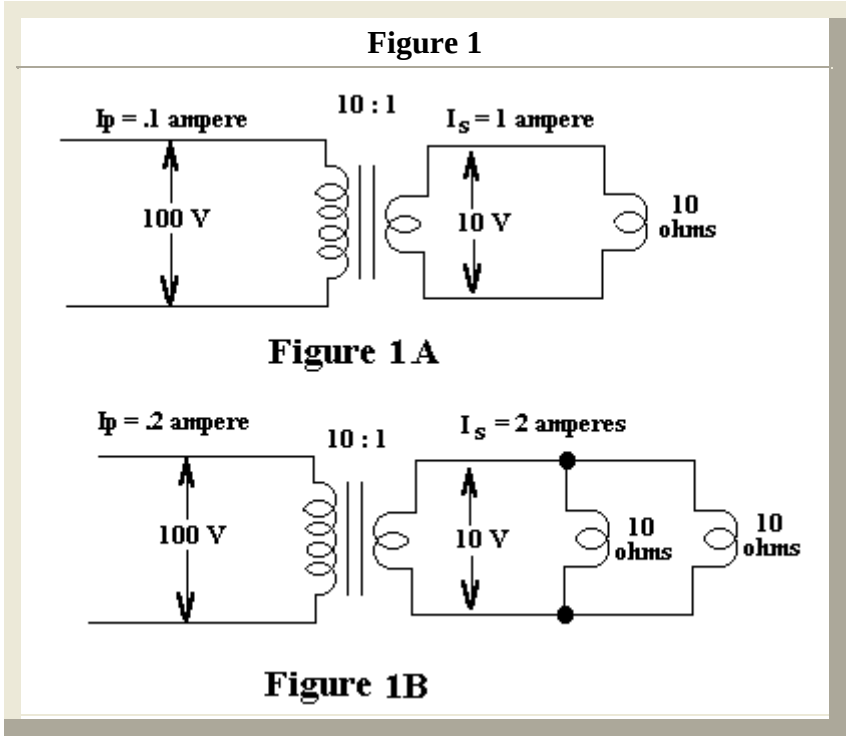
Agora se nós diminuirmos a impedância da carga, o que acontece à impedância no primário? Se nós colocarmos uma outra bobina de um alto-falante de 10 ohms em paralelo com original, nós temos agora uma carga de 5 ohms (veja a figura 1B abaixo). Usando a Lei de Ohm outra vez nós vemos que a corrente no secundário é agora de 2 ampères.

$$I = E / R$$
$$I = 10 / 5 = 2 \text{ ampéres}$$

Isto significa que a corrente no primário dobra também para .2 ampéres (200 mA). Outra vez usando a Lei de Ohm, a impedância do primário é agora de 500 ohms.

$$Z = E / I$$
$$Z = 100 / .2 = 500 \text{ ohms}$$

Isto é chamado de "*carga refletida*". Uma carga de 10 ohms refletirá uma impedância de 1.000 ohms, enquanto uma carga de 5 ohms refletirá uma impedância de 500 ohms. A impedância refletida é uma função da relação de espiras do transformador. Observe que a relação da impedância primária para a impedância secundária é o quadrado da relação de espiras, ou 100:1. Ou seja uma relação de espiras de 10:1 dará uma relação de impedância de 100:1.



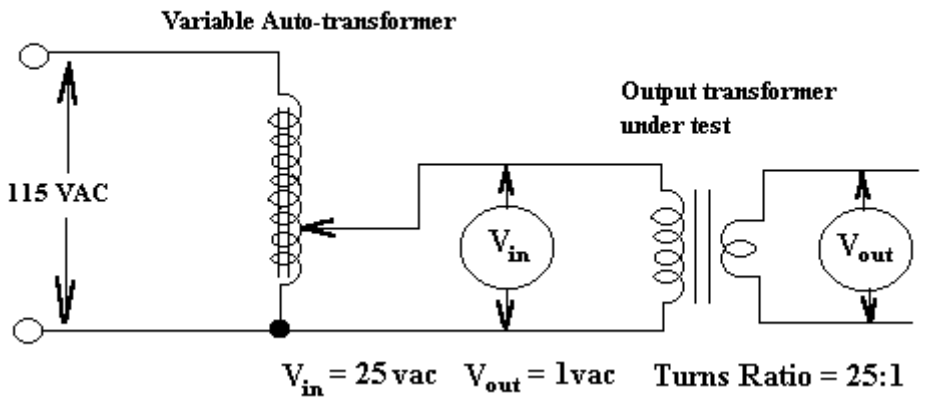
Verificando um transformador de saída desconhecido

Nós podemos agora usar esses cálculos determinar a impedância de qualquer transformador de saída desconhecido. Tudo que nós precisamos fazer é determinar a relação de espiras do transformador, e com essa informação nós podemos calcular qual será a impedância refletida ao primário com uma carga dada no secundário. O equipamento de teste para fazer isto é completamente simples: um voltímetro de corrente alternada e uma fonte variável de corrente alternada de 60 hertz é tudo que nós precisamos.

Para determinar a relação de espiras nós aplicamos uma tensão de corrente alternada ao primário, e medimos a tensão no secundário. A tensão no secundário baixará numa quantidade proporcional determinada pela relação de espiras do transformador. A figura 2 mostra abaixo o diagrama esquemático da aplicação deste teste. Um autotransformador variável (conhecido às vezes pelo nome de tipo Variac) é usado aplicar a corrente alternada variável ao primário (veja a nota abaixo). Um voltímetro de corrente alternada é conectado ao secundário para medir a tensão da saída. Para fazer o cálculo da relação de espiras, a tensão de entrada é aumentada até que a tensão no secundário leia 1 volt. Com a leitura secundária 1 volt, meça a tensão de entrada no primário. Desde que a tensão no secundário é ajustada a 1 volt, a tensão medida no primário será a relação das voltas. Para o exemplo, se a tensão medida no primário for de 25 volts, a relação de espiras é de 25:1 como ilustrado na figura 2 abaixo.

Nota: Um autotransformador não fornece a isolação da linha de corrente alternada. Por razões de segurança, o autotransformador deve ser usado conjuntamente com um transformador de isolação de 1:1.

Figure 2



Agora, munidos com a relação de espiras, nós podemos calcular a relação da impedância e a impedância que será refletida ao primário com uma carga dada no secundário. Lembre-se de que nós dissemos antes que a relação de impedância é o quadrado da relação de espiras. Com nosso transformador da relação de espiras de 25:1 na figura 2, a relação da impedância é a relação de espiras, ou seja, 25 x 25 = 625:1. Assim se o transformador estiver trabalhando em uma carga de 8 ohms, a impedância que será refletido ao primário será a relação da impedância (625) multiplicada pela impedância da carga (8 ohms), igual a 5.000 ohms. Se a carga no secundário fosse mudada a uma carga de 4 ohms, a impedância refletido no primário seria 625 x 4 = 2.500 ohms.

Assim pode-se ver que a relação d e espiras do transformador determina que impedância será refletida no primário pela impedância de carga do secundário, e que uma carga imprópria no secundário pode ter diversos efeitos:

- Se a impedância de carga for demasiada baixa esta aumentará a corrente nos enrolamentos do transformador. Isto também reduz a impedância primária que a válvula de saída vê com o aumento de corrente.

- Se a impedância de carga for muito alta, isto refletirá uma impedância mais alta que o normal no primário para a válvula de saída.

- Qualidade de som pobre e falta de volume.

A carga de impedância vista pela válvula e pelo transformador de saída não é constante. A freqüência do sinal áudio variará sobre uma escala larga. A indutância nos enrolamentos terá uma impedância diferente em freqüências diferentes. Em alguma freqüência uma bobina de alto-falante de 8 ohms pode ter um impedância de 10 ohms ou em freqüências baixas pode ter uma impedância de 4 ohms. Esta carga variável de impedância é refletida ao primário, assim como à válvula, e ao transformador de saída, que deve trabalhar em uma escala variável de impedância.

Escolhendo um transformador de saída para reposição

Agora vamos supor que nós temos um aparelho com um transformador da saída com um enrolamento aberto que deva ser substituído, e a válvula de saída é uma única 6F6. O diagrama esquemático dará às vezes a resistência de corrente contínua dos enrolamentos, mas isto não nos ajuda saber que impedância o transformador deve ser. Primeiramente nós olhamos a tabela abaixo e vemos que uma 6F6 deve trabalhar em uma resistência da carga de aproximadamente 7.000 ohms. Mas sobre qual impedância de bobina de alto-falante? Se nós não soubermos a impedância da bobina do alto-falante podemos começar uma estimativa razoavelmente boa medindo a resistência de corrente contínua da bobina e multiplicá-la por 1.25. Vamos dizer que esta meça 6.5 ohms, multiplicados por 1.25 = 8.125 assim nós poderíamos dizer que esta é uma bobina de alto-falante de 8 ohms.

Com esta informação nós podemos determinar o que a relação de espiras deve ser. Dividindo a carga secundária de 8 ohms nos 7.000 ohms requeridos pela 6F6, nós começamos uma relação de impedância de 875:1. Se a relação de impedância for o quadrado da relação de espiras, então a relação de espiras é a raiz quadrada da relação de impedância. Tomando a raiz quadrada de 875 temos uma relação de 29.6:1, assim que um transformador da saída com uma relação das voltas nesta escala deve funcionar.

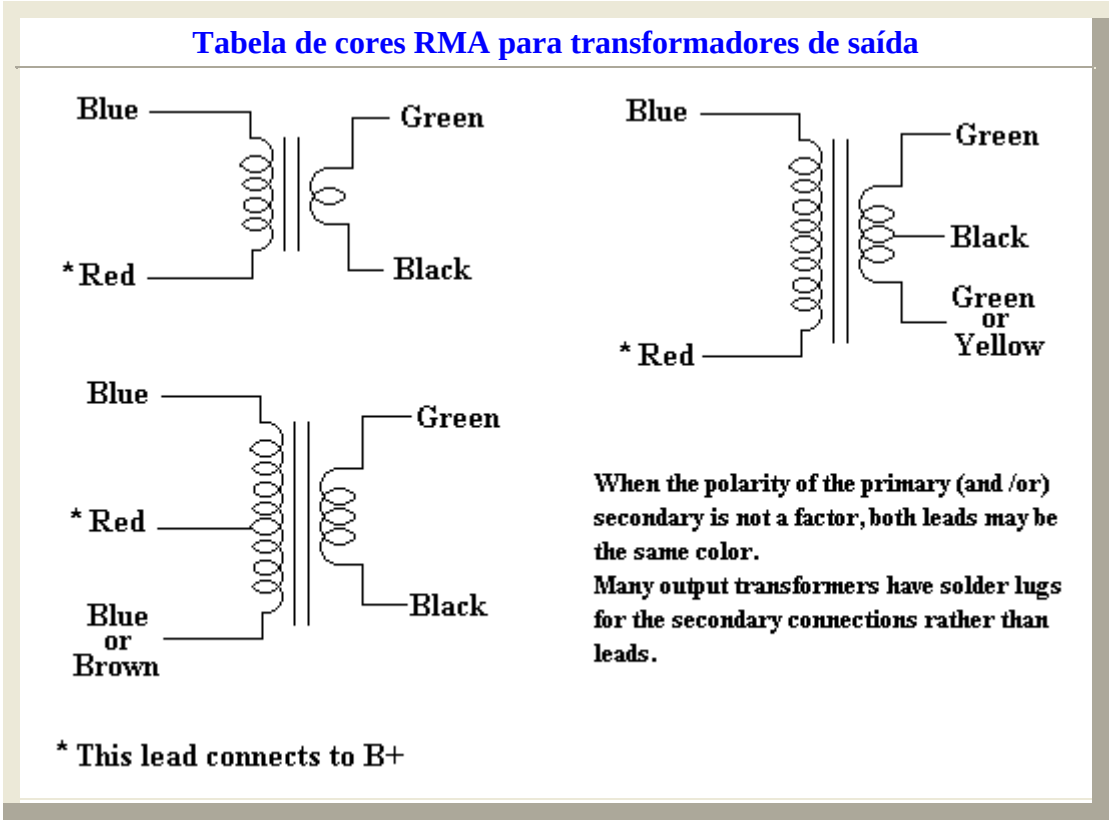
Usando o procedimento de teste esboçado acima nós podemos testar nossos transformadores de reposição da saída para ver se nós temos um que tenha aproximadamente uma relação de espiras exigida de 30:1.

Avaliação de potência

Os transformadores da saída são avaliados em potência em watts. Em regra dizemos que se o transformador de reposição deve ser tamanho mais ou menos idêntico como o original. Se o transformador de reposição tiver o mesmo tamanho de núcleo ou o maior deve significar que a potência em watts está OK.

Tabela demonstrando resistência de carga de placa aproximada para vários tipos de válvulas de saída								
Impedância de Carga do Primário	**18,000**	**14,000**	**10,000**	**8,000**	**7,000**	**5,000**	**4,000**	**2,000**
Saída única Classe A	1F4 1F5	1J5 1LB4 1T5 10 12A 12A7 38	6G6 19 41 49	1C5 1G5 1Q5 1S4 3Q5 3S4 6K6 6A4 7A5 7B5 12A6 14A5	2A5 6F6 12A 42 47	3B5 6AQ5 6L6 6V6 7C5 12A5 14C5 50 71A	6AC5 12A4 43 45 117L7	2A3 6Y6 7A5 25L6 35A5 35B5 35L6 48 50A5 50B5 50L6
Push Pull Placa a Placa		6K6 47	6AQ5 6F6 6L6 6V6 42	6V6 12A5 50 71A		2A3 45		

Nota: A resistência de carga variará um tanto dependendo das tensões aplicadas à válvula e ao tipo de bias (fixa ou auto-ajustável). Consulte o manual ou o datasheet da válvula para a resistência real da carga sob tensões diferentes e bias.



Quando a polaridade do primário (e / ou) secundário não for um fator, ambos os terminais poderão ser da mesma cor.

Muitos transformadores de saída tem terminais de solda para as conexões do secundário ao invés de terminais.

Forma teórica indireta para medir a impedância do primário de um transformador de áudio :

Injete um sinal senoidal de 1KHz no primário sem nenhuma carga no secundário. Com um multímetro, meça a tensão no primário e no secundário do transformador.

Aplique estas tensões na seguinte formula:

$$Vs^2/Zs=Vp^2/Zp$$

Onde:

Vs - a tensão medida no secundário
Vp - a tensão medida no primário
Zs – em regra, 4 ou 8 ohms
Zp - valor procurado (impedância do primário)

Uma das maneiras de se verificar a impedância **real** de saída do secundário:

- Alimente com determinada tensão o primário (sem saturar o núcleo).

- Meça o secundário com o voltímetro ou osciloscópio. Ponha um potenciômetro de valor um pouco maior que o valor estimado da impedância em paralelo com o secundário e varie este último até obter metade da tensão.

- Quando a carga (potenciômetro) tem valor igual à impedância interna do gerador (transformador), pelo divisor de tensão formado, a tensão sobre a carga será metade da tensão em aberto.

Essa é uma medida direta do valor. Apenas tome cuidado para não queimar o potenciômetro por excesso de dissipação.