O SEGREDO do Som de Shopping Revelado! (Como ligar 20 caixas SEM queimar o amplificador!)



Descrição

Você já se perguntou como shoppings, igrejas e aeroportos conseguem ligar dezenas de alto-falantes no mesmo amplificador sem queimar nada? O segredo está nas linhas de 70V e nos transformadores casadores de impedância! Neste vídeo, o Professor Bairros e o Arthurzinho explicam a matemática e a engenharia por trás dos grandes sistemas de som (PA). Aprenda a calcular impedância, potência e fator de amortecimento na prática!

#Eletronica #SomAmbiente #EngenhariaDeAudio #Linha70V #ProfessorBairros #AudioProfissional #CasamentoDeImpedancia

www.bairrospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIRROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.
www.bairrospd.com

https://www.youtube.com/@professorbairros



Sumário

O SEGREDO do Som de Shopping Revelado! (Como ligar 20 caixas SEM queimar o amplificador!) 1
1.1. . A pergunta do Arthurzinho: 4
1.2. Introdução: 4
1.3. O problema: 5
1.4. O princípio das linhas de transmissão: 6
1.5. O transformador: 7
1.6. O amplificador: 8
1.7. Onde é usado: 9
1.8. O número de pontos: 10
1.9. A Potência na linha de 70V: 11
1.10. Exemplo: 12
1.11. Passo 1: A conexão física: 13
1.12. Passo 2: Qual é a impedância que o amplificador 'enxerga'? 14
1.13. Provando o casamento: 15

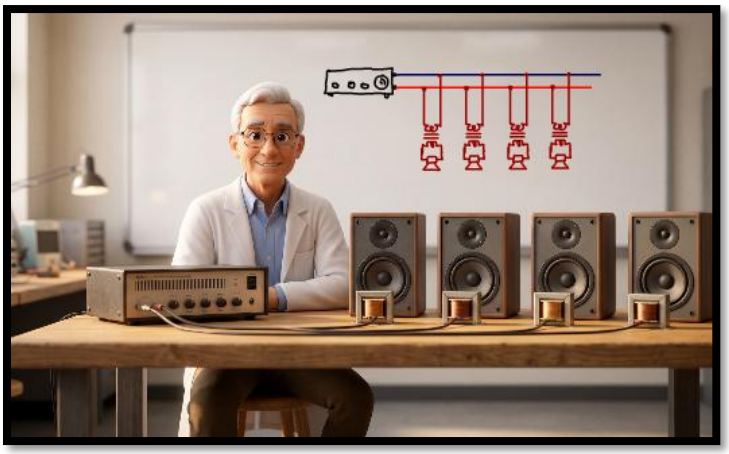
1.14. A impedância de saída do amplificador: 16
1.15. O Divisor de Tensão Oculto: 17
1.16. Calculando o divisor de tensão: 18
1.17. Calculando a impedância interna: 19
1.18. O fator de amortecimento: 20
1.19. O Procedimento: 21
1.20. Meça a tensão com carga: 22
1.21. A Matemática (Calculando o DF direto): 23
1.22. Descobrindo a impedância interna: 24

1.1. . A pergunta do Arthurzinho:



Arthurzinho: "Professor, por que tem esses transformadores em série com os alto-falantes nesse sistema de som das lojas?"

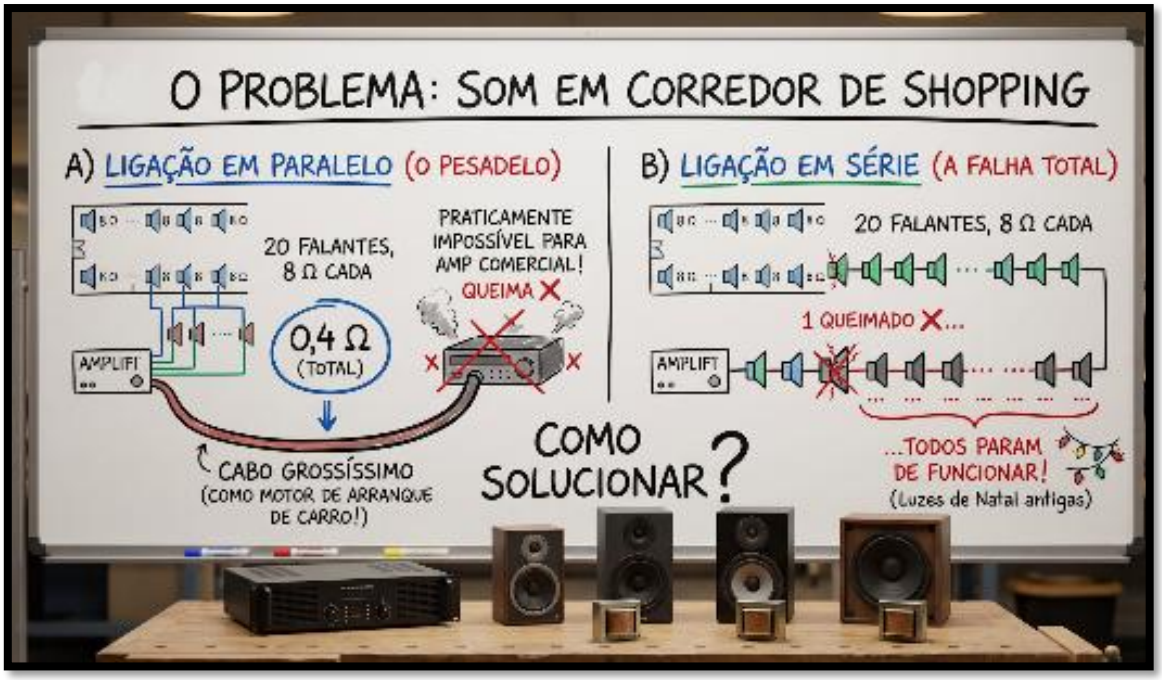
1.2. Introdução:



Professor Bairros:

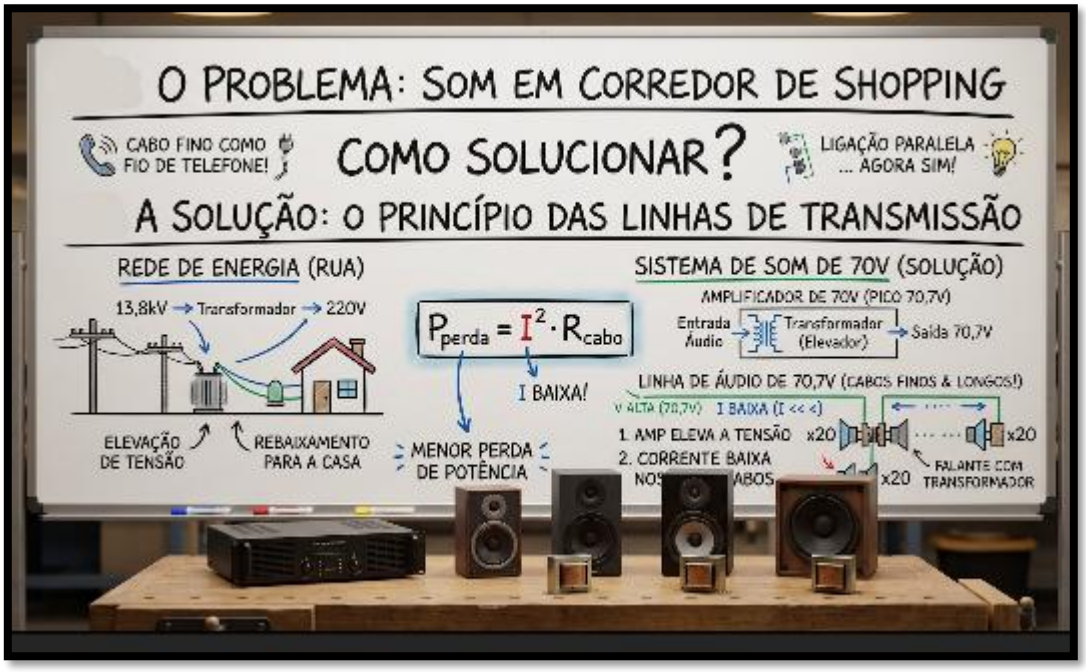
"O motivo é o mesmo das linhas de transmissão de energia, e já vamos esclarecer isso nos detalhes. Vamos lá!"

1.3. O problema:



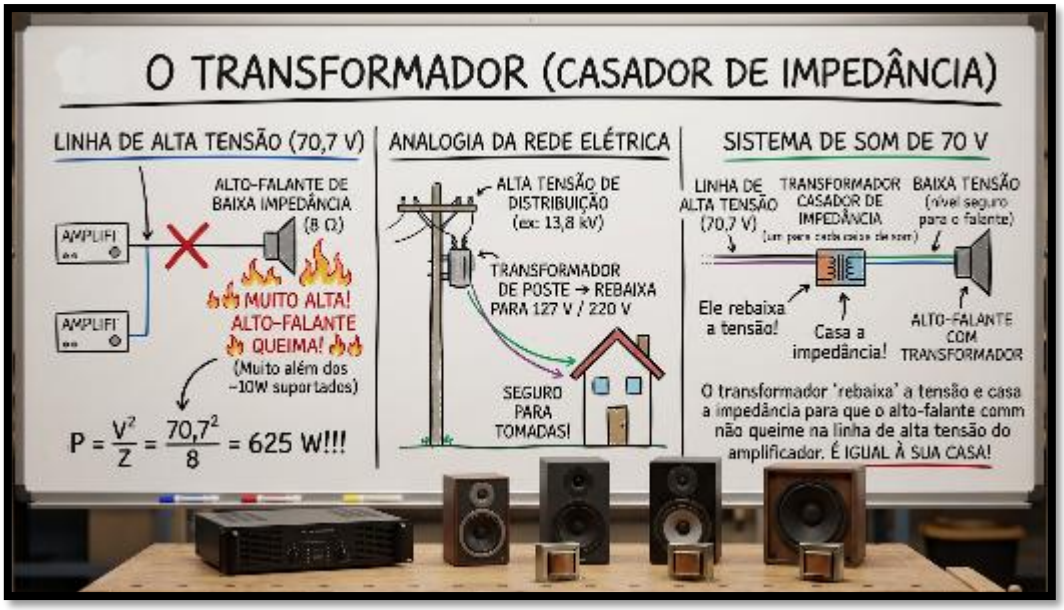
Imagine que você precise sonorizar um corredor de shopping com 20 alto-falantes. Se você usar alto-falantes comuns de $8\ \Omega$ e ligá-los em paralelo, a impedância total despencaria para $0{,}4\ \Omega$. Isso ia exigir cabos grossíssimos, como os de um motor de arranque de carro, isso para não perder potência, e praticamente nenhum amplificador comercial suporta uma impedância tão baixa sem queimar. Se você os ligar em série, se um alto-falante queimar ou um fio se soltar, todos os outros param de funcionar, como as antigas luzes de Natal. Como solucionar?

1.4. O princípio das linhas de transmissão:



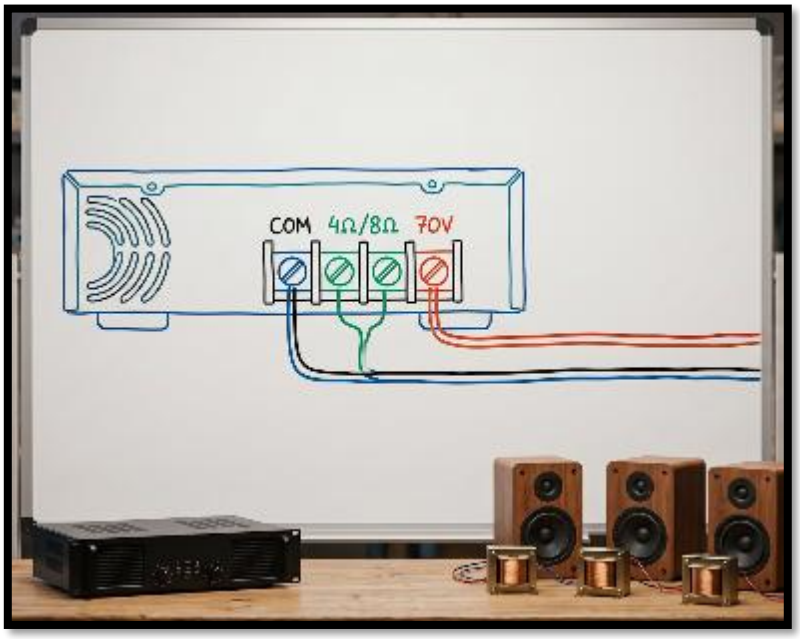
Para resolver isso, usamos o mesmo princípio das linhas de transmissão de energia elétrica das ruas: elevamos a tensão para baixar a corrente. O amplificador possui um transformador interno (ou um circuito projetado para isso) que eleva o sinal de áudio para um pico máximo de 70,7 V. Como a tensão é mais alta, a corrente que viaja pelos cabos é muito menor. O que significa que você pode usar fios bem mais finos e longos sem perder potência significativa ao longo do caminho. Lembrando que a perda é função da corrente, a velha equação da potência dissipada no cabo o I2R.

1.5. O transformador:



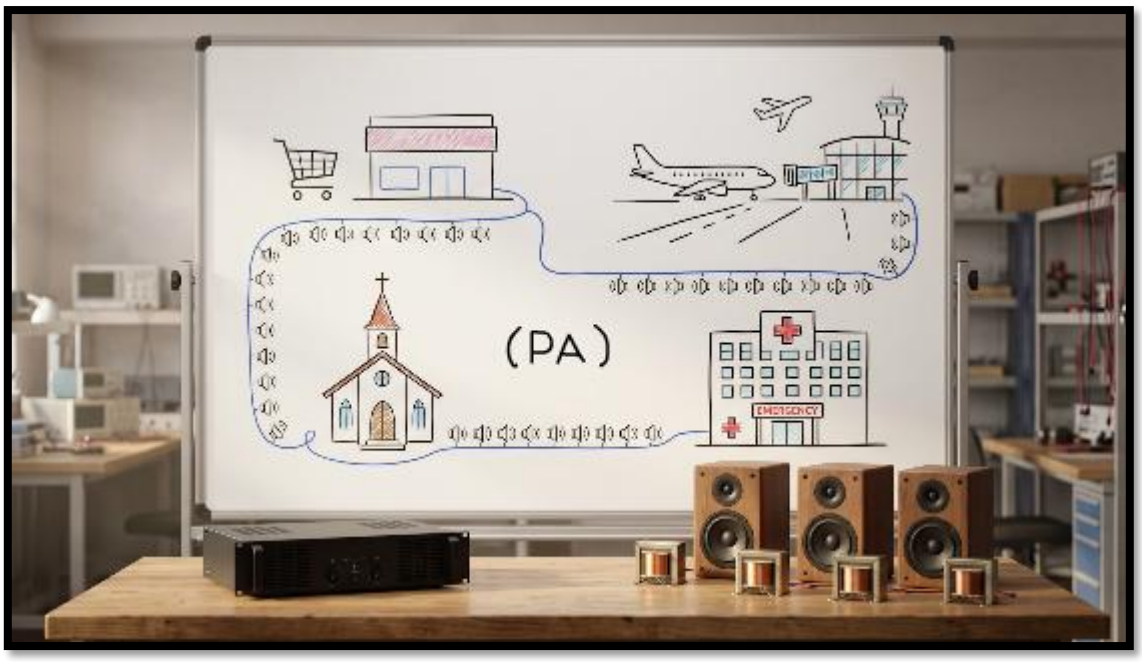
Mas um alto-falante não suporta uma tensão tão alta! Para que o alto-falante comum de $8\ \Omega$ não queime ao receber 70,7 V, temos que fazer alguma coisa. Lembra como se faz para rebaixar a tensão da rede elétrica para a tensão da sua casa? Isso mesmo, colocamos um transformador casador de impedância em cada caixa de som. Ele 'rebaixa' a tensão da linha de volta para o nível seguro que o alto-falante suporta, exatamente como na instalação elétrica da sua casa!

1.6. O amplificador:



Claro que o amplificador tem que estar preparado para esse sistema; são amplificadores para uso em grandes ambientes. Na parte traseira de um amplificador comercial projetado para isso, você geralmente vai encontrar uma barra de terminais parafusáveis. Em vez de apenas positivo e negativo, o que você verá são as conexões: COM (Comum ou Negativo/Terra), a conexão $4\ \Omega$ / $8\ \Omega$ (para caixas de som normais, de baixa impedância) e 70 V (ou 70,7 V – a saída de alta impedância para longas distâncias). Nota: Em alguns países ou sistemas maiores, você também pode encontrar a saída de 100 V. Para usar o sistema em grandes ambientes, você conecta um fio no 'COM' e o outro no terminal de '70 V' e estende esses dois fios, que serão a linha de alta tensão de áudio onde você vai pendurar os transformadores e alto-falantes do seu sistema!

1.7. Onde é usado:



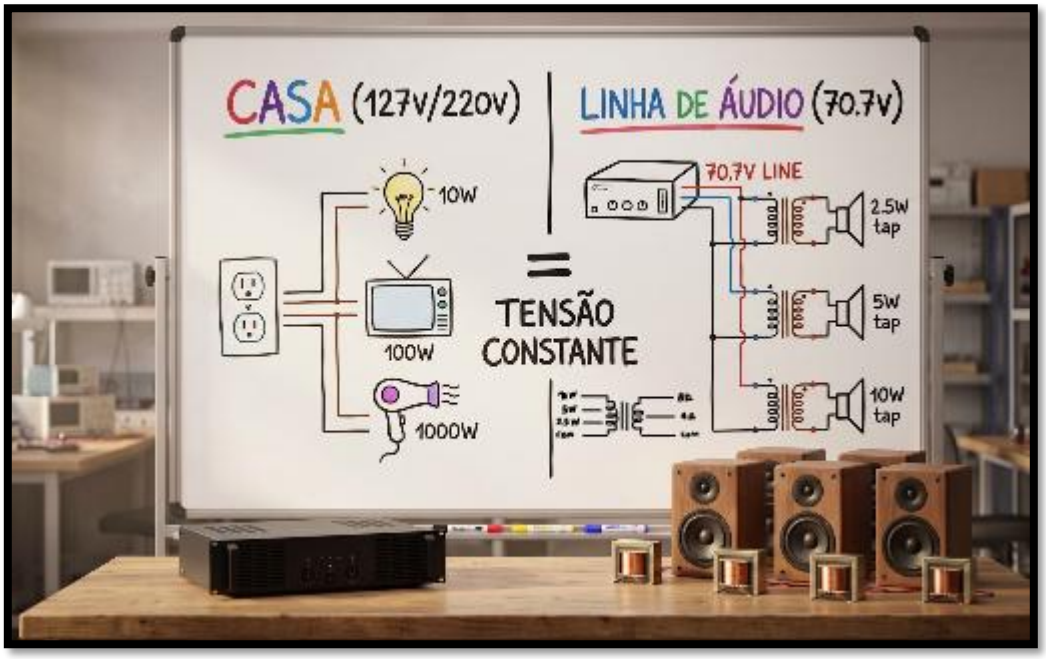
Este sistema é o padrão absoluto para sonorização em ambientes e sistemas de avisos (Public Address - PA) em grandes espaços. Você os ouve todos os dias em: supermercados, shopping centers, igrejas e templos, aeroportos e rodoviárias, escolas, hospitais e prédios comerciais. Basicamente, em qualquer lugar que exija dezenas, ou centenas, de caixas de som espalhadas por cabos longos.

1.8. O número de pontos:



Mas você deve estar se perguntando: com tantos transformadores em paralelo, como a potência não se perde?

1.9. A Potência na linha de 70V:



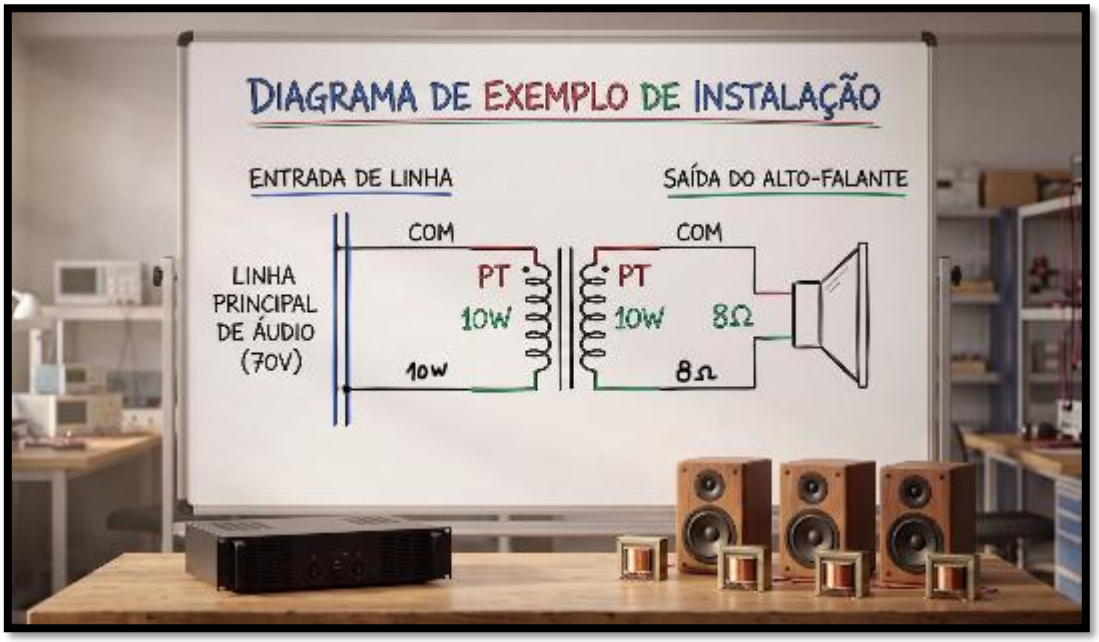
Pense na linha de 70,7 V exatamente como a tomada de energia da sua casa (que tem 127 V ou 220 V). Na sua casa, você pode plugar uma lâmpada de 10 W, uma TV de 100 W e um secador de 1000 W em paralelo. A tensão da tomada não muda, e cada aparelho 'puxa' apenas a corrente necessária para gerar a sua potência. No sistema de som de 70,7 V, é a mesma coisa. O amplificador atua como uma fonte de tensão constante. Os transformadores casadores possuem vários fios (chamados de taps), geralmente marcados em Watts (ex: 2,5 W, 5 W, 10 W). Se você ligar o transformador no fio de 10 W, ele apresentará uma impedância específica para a linha de 70,7 V, fazendo com que ele puxe exatamente 10 W de potência do amplificador, não importa se existam outras caixas conectadas. Você pode adicionar ou retirar caixas livremente da linha em paralelo, desde que a soma da potência de todos os transformadores não ultrapasse a potência total do amplificador. Não acredita? Então nada melhor que mostrar num exemplo!

1.10. Exemplo:



Nesse exemplo, vamos colocar a matemática na prática. Queremos instalar 4 caixas de som de $8\ \Omega$ e configurá-las para extrair 10 W de cada uma.

1.11. Passo 1: A conexão física:



Em cada caixa de som, vamos montar o transformador casador de impedância junto ao alto-falante. Vamos ligar o alto-falante de $8\ \Omega$ no lado secundário (saída) do transformador (nos fios marcados como COM e 8 Ohms). No lado primário (entrada) do transformador, ligaremos os fios marcados como COM e 10 W diretamente na fiação principal que corre até o amplificador.

1.12. Passo 2: Qual é a impedância que o amplificador 'enxerga'?



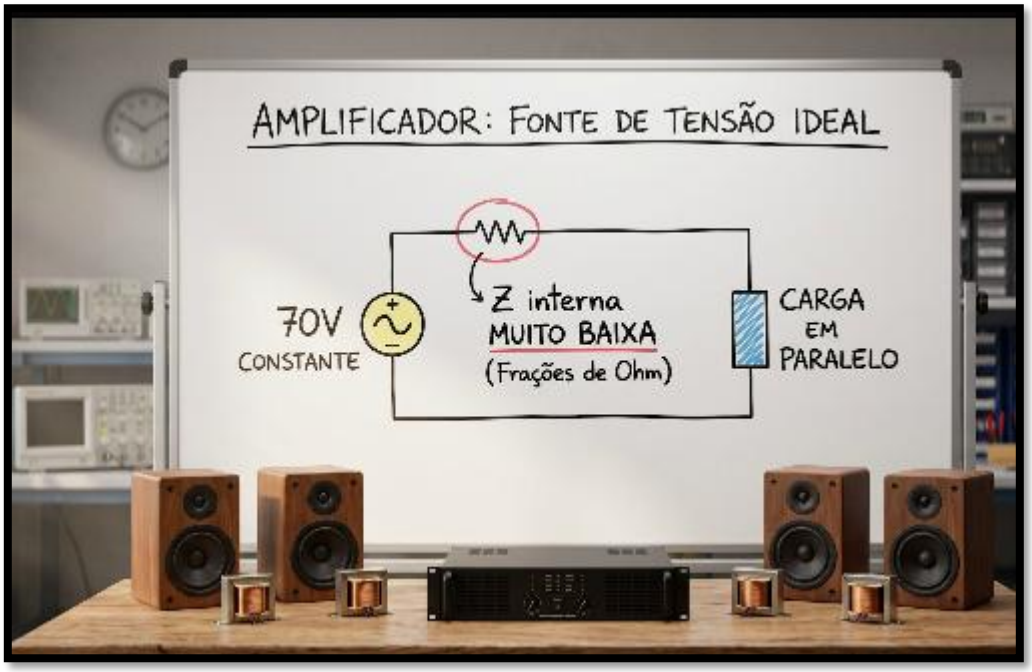
Agora vamos calcular a impedância que o amplificador enxerga; esse é o segredo desse sistema! Sabemos pela Lei de Ohm que a potência relaciona tensão e impedância através da fórmula: potência é igual à tensão ao quadrado dividida pela impedância. Como a nossa linha é de 70,7 V, o quadrado da tensão $(70{,}7 \times 70{,}7)$ é aproximadamente 5000. Reorganizando a fórmula para encontrar a impedância vista no primário do transformador (configurado para 10 W), dividimos a tensão ao quadrado pela potência. Neste exemplo, $5000/10 = 500\,\Omega$. Essa é a impedância que aparece no transformador para a linha de 70,7 V. Cada transformador se comporta como um resistor de $500\,\Omega$ conectado em paralelo com o amplificador.

1.13. Provando o casamento:



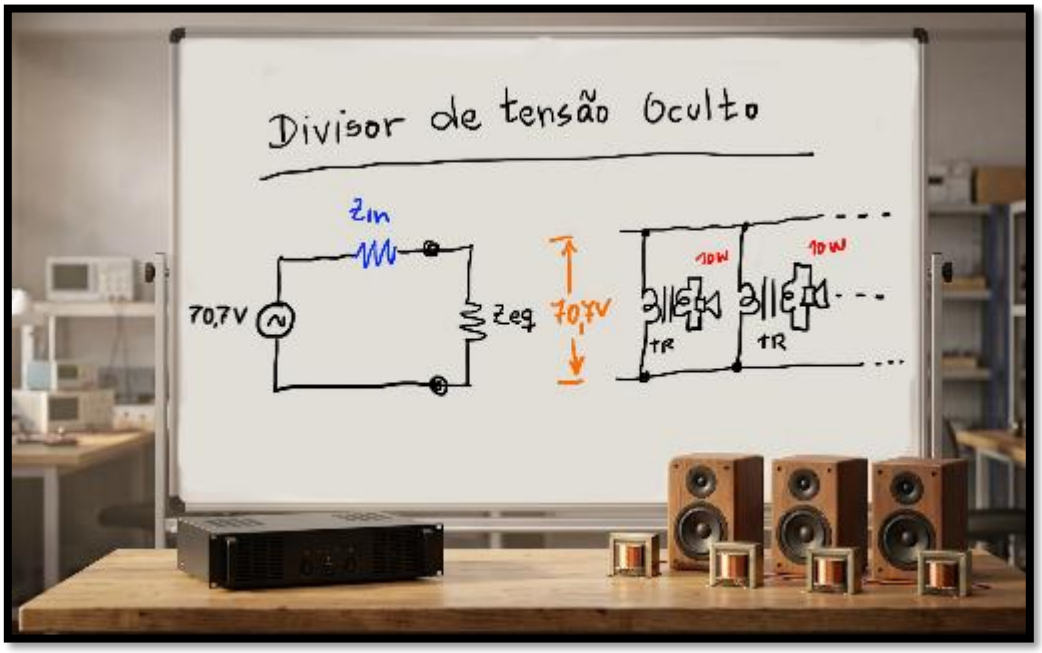
O sistema exige exatamente 40 W, afinal, foram instaladas 4 caixas de 10 W, provando o casamento perfeito. Mas aqui tem um truque importante: a regra de ouro no mundo real é dimensionar um amplificador com pelo menos 20% de folga. Para este sistema, um amplificador de linha de 70 V com potência de 50 W seria o ideal para garantir o áudio perfeito, sem distorção.

1.14. A impedância de saída do amplificador:



Podemos dizer que a tensão de 70 V praticamente não se altera porque a impedância interna do amplificador é muito baixa comparada com a impedância dos transformadores em paralelo. Por isso a potência do amplificador tem que ser maior! Um amplificador de linha de 70 V opera, na prática, tentando ser uma fonte de tensão ideal. Para conseguir manter a tensão constante independentemente do que está conectado a ele, a impedância de saída do amplificador precisa ser muito baixa, na casa de frações de Ohm.

1.15. O Divisor de Tensão Oculto:



A impedância interna do amplificador e a impedância equivalente de todos os transformadores em paralelo formam, eletricamente, um circuito divisor de tensão. Se a impedância interna do amplificador fosse significativa, ocorreria uma queda de tensão dentro dos próprios componentes do aparelho antes de o sinal chegar aos bornes de saída. Como ela é extremamente baixa em comparação com a linha, praticamente todos os 70,7 V ficam sobre os transformadores.

1.16. Calculando o divisor de tensão:



Nesse nosso exemplo, se cada transformador representa uma carga de $500\ \Omega$, 4 transformadores em paralelo representam uma impedância equivalente de $125\ \Omega$. O valor típico de impedância interna para um amplificador comercial de 50 W é de menos de $1\ \Omega$. Veja que o valor da impedância em série é muito menor, então a queda de tensão interna será desprezível.

1.17. Calculando a impedância interna:



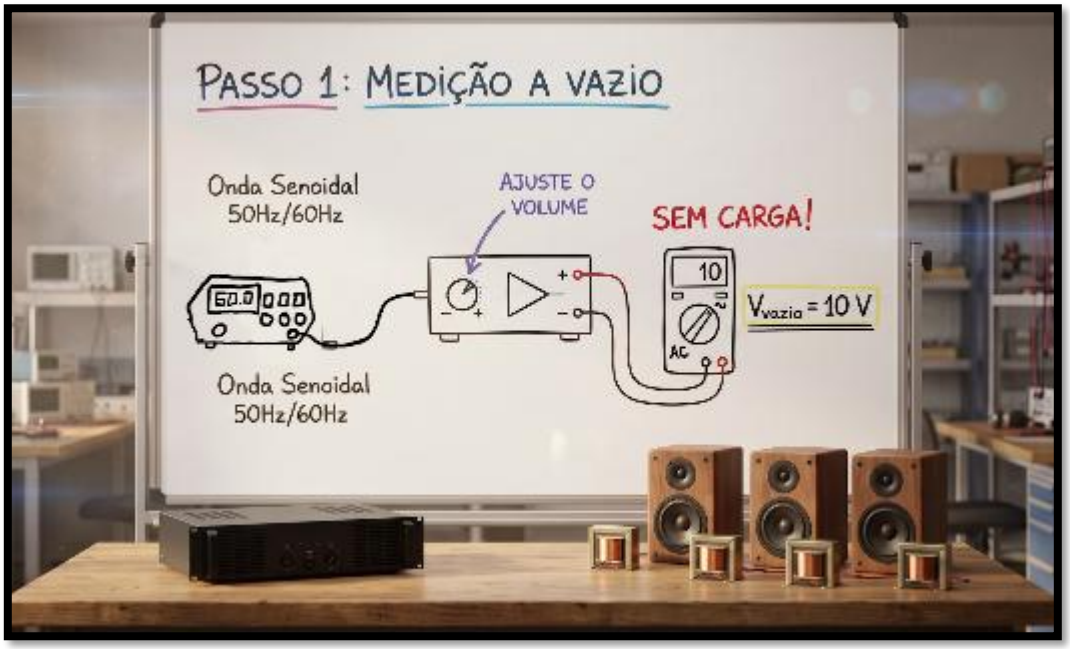
Claro que você deve estar pensando: 'Isso é muito bom na teoria, mas na prática, tem como saber a impedância do meu amplificador?'"

1.18. O fator de amortecimento:



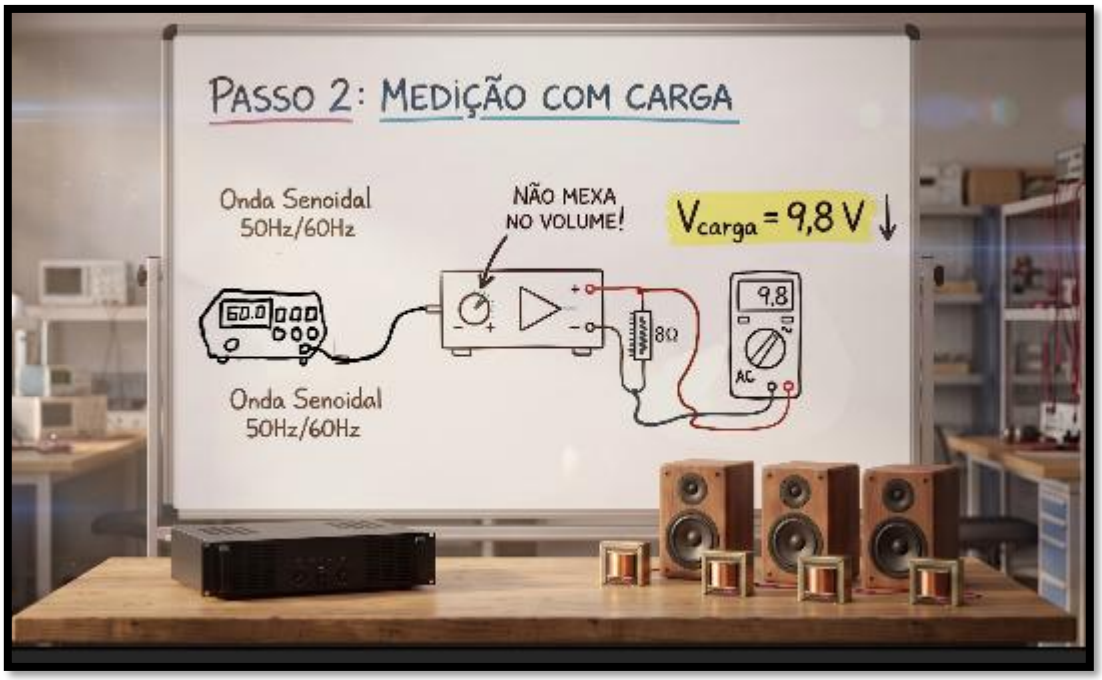
Você não mede a impedância interna com um multímetro na escala de Ohms (isso queimaria o medidor e não daria a leitura da impedância dinâmica). A medição é feita através da queda de tensão quando o amplificador é submetido a uma carga. Para medir você vai precisar de: um gerador de sinais (pode ser um app no celular ou software no PC), um multímetro True RMS ou osciloscópio, e um resistor de carga de potência (uma 'dummy load', geralmente de $8\ \Omega$).

1.19. O Procedimento:



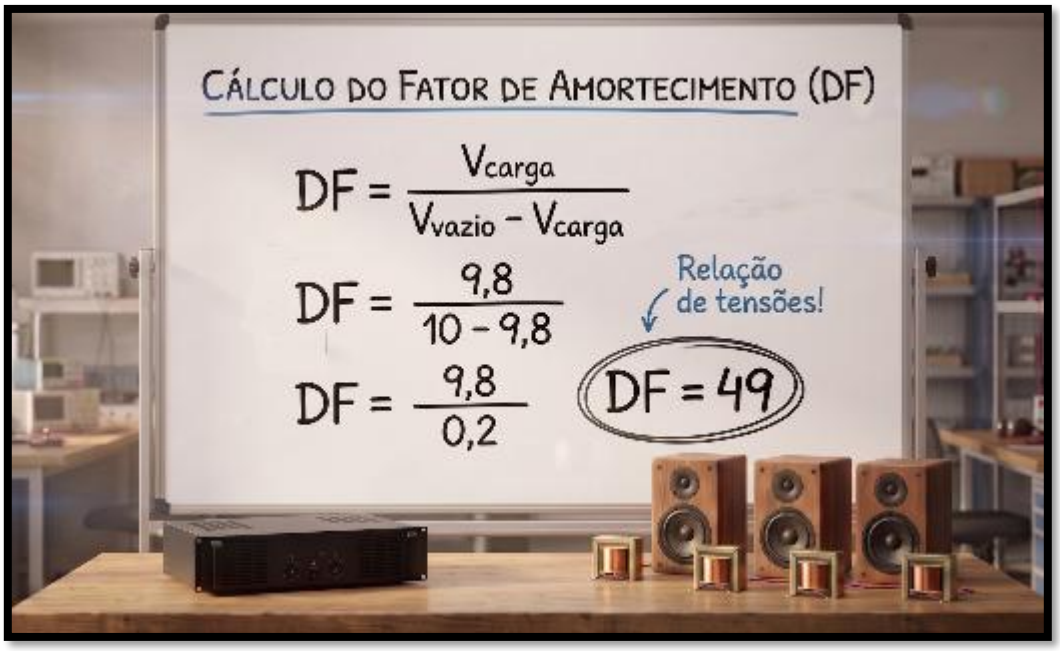
Tudo começa com o ajuste do sinal sem carga (a vazio): conecte o gerador de sinais na entrada do amplificador emitindo uma onda senoidal (uma frequência comum para testes de graves é 50 Hz ou 60 Hz). Não conecte nenhuma carga na saída ainda. Meça a tensão alternada nos bornes de saída. Ajuste o volume até obter uma tensão redonda e fácil de calcular. Exemplo: vamos ajustar para obtermos $V_{vazio} = 10$ V.

1.20. Meça a tensão com carga:



"Sem mexer no botão de volume, conecte o resistor de 8 Ω aos bornes de saída. A tensão vai cair levemente, pois a corrente agora está fluindo e a impedância interna do amplificador vai 'roubar' um pouco dessa tensão. Meça esse novo valor. Vamos supor uma tensão de 9,8 V nesse nosso exemplo, um valor normal na prática."

1.21. A Matemática (Calculando o DF direto):



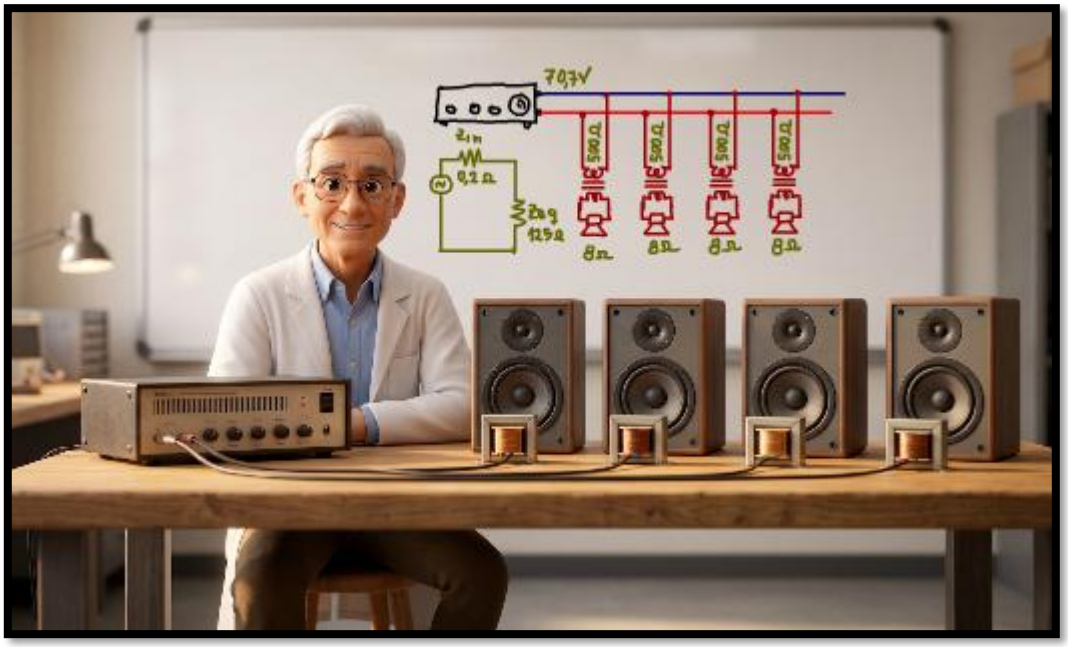
Para calcular a impedância de saída, uma forma prática é calcular primeiro o fator de amortecimento (DF - Damping Factor) do amplificador. A fórmula baseia-se na relação entre a tensão que ficou na carga e a tensão que foi 'perdida' dentro do amplificador. O fator de amortecimento é igual à tensão com carga dividida pela tensão a vazio menos a tensão com carga. Nesse nosso exemplo: 9,8 dividido por $(10 - 9{,}8)$ resulta em um fator de amortecimento de 49.

1.22. Descobrindo a impedância interna:



Sabendo o Fator de Amortecimento, você acha a impedância interna facilmente dividindo a impedância da carga usada nessa medição ($8\ \Omega$) pelo fator de amortecimento que acabamos de calcular. Então, $8/49$ dá aproximadamente $0{,}16\ \Omega$. Viu como é um valor muito baixo? Ao ligar neste amplificador um sistema de 4 transformadores em paralelo (com impedância equivalente de $125\ \Omega$), a tensão perdida na impedância interna será praticamente nula.

1.23. Conclusão:



Professor Bairros: "Se o sistema de som é grande, use transformadores casadores de impedância ligados à linha de 70 V do amplificador, e os alto-falantes vão entregar a máxima potência possível. E agora você sabe o porquê! Gostou da informação? Compartilha, te inscreve no canal e não esquece de deixar aquele like!"