

TRZ[®]

Analizador de Transdutores e Sonotrodos

Para o teste e a sintonia de transdutores, conversores, sonotrodos e conjuntos acústicos ultrassônicos.



O Analizador TRZ[®] permite a fabricação, o controle de qualidade e a manutenção eficiente de transdutores, conversores, transformadores, sonotrodos e conjuntos acústicos ultrassônicos de potência.

Funcionamento

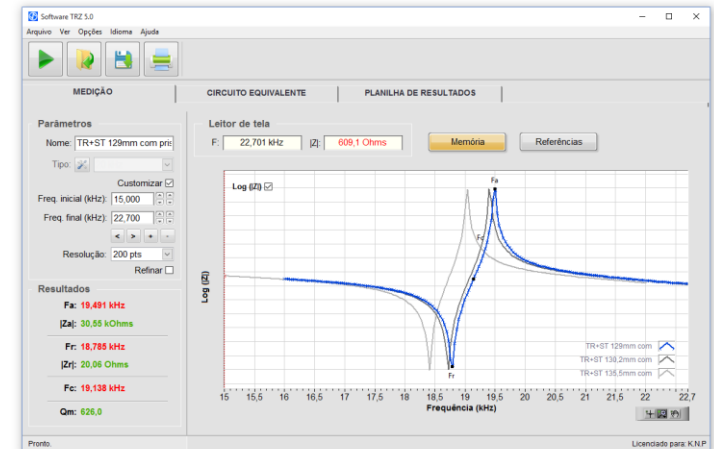
Ao toque de um botão, o Analizador TRZ[®] determina as frequências e as respectivas impedâncias de funcionamento do elemento em teste. Veja na última página informações como utilizar estes resultados.



Resultado do teste de um conjunto acústico de 20 kHz.

Software TRZ[®]

O Analizador TRZ[®] inclui o Software TRZ[®], que facilita o processo de sintonia, calcula o fator de qualidade mecânico e determina o circuito equivalente de BVD. Também aplica critérios de aceite, gera relatório em pdf, salva e recupera resultados.



Curvas de um sonotrodo ao longo da sintonia.

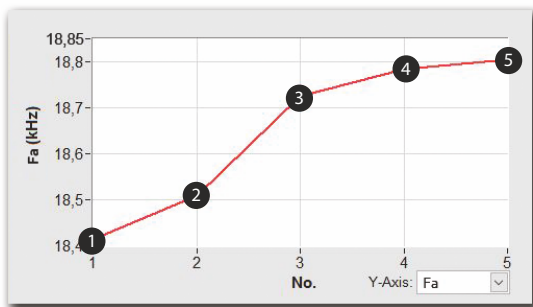
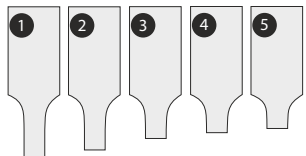
O Analizador TRZ[®]:

- Reduz os custos de fabricação e de manutenção.
- É calibrável com rastreabilidade à RBC.



ATCP Engenharia Física
ha@atcp.com.br / +55 16 3289-9481
www.atcp.com.br

Acompanhe a sintonia com gráficos



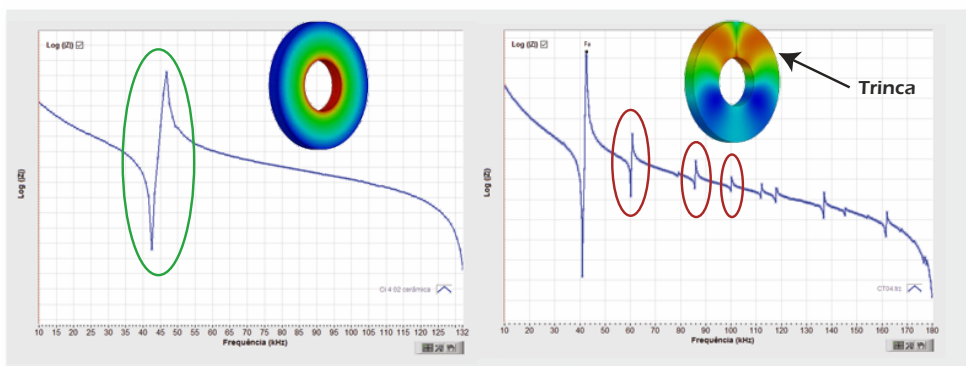
O Software TRZ[®] permite acompanhar passo-a-passo a variação da frequência e dos demais parâmetros de sonotodos e transdutores em função do avanço do processo de sintonia, do tempo e da temperatura.

Teste cerâmicas piezo para a detecção de trincas

Com o acessório “PiezoHolder” é possível testar cerâmicas piezoelétricas para a detecção de trincas internas, e com isso, realizar o controle de qualidade das cerâmicas novas e reutilizar cerâmicas usadas com segurança.



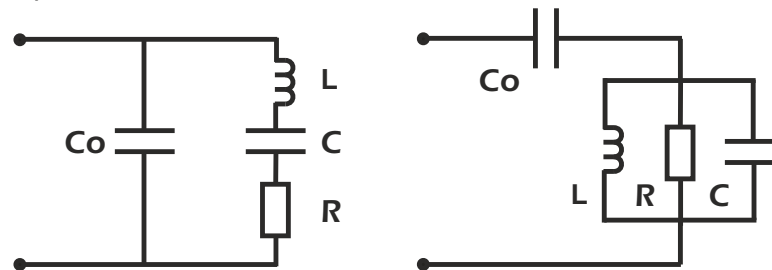
“PiezoHolder”



Medições mostrando o padrão de uma cerâmica íntegra (gráfico à esquerda) e de outra com trinca interna (gráfico à direita). A Presença de trincas causa ressonâncias espúrias facilmente identificáveis.

Calcule o circuito equivalente e o fator de qualidade

O Software TRZ[®] é capaz de calcular o circuito equivalente de Butterworth-Van Dyke (BVD) do dispositivo em teste, e a partir deste circuito equivalente, o fator de qualidade Q.



Configurações série e paralelo do circuito equivalente de Butterworth-Van Dyke (BVD) calculável com o Software TRZ[®].

Especificações técnicas do Analisador TRZ[®]:

Faixa de frequência:	De 1 a 200 kHz com resolução de 1 Hz
Incerteza da frequência:	$\pm 0,05\%$ em 25 °C
Faixa de impedância:	De 0,1 Ω a 999,9 k Ω
Incerteza da impedância:	$\pm 3\%$ em 25 °C / 20 kHz e na faixa de 0,1 a 10 k Ω
Memória:	01 (última medição)
Dimensões e peso:	26 x 25 x 10 cm / 3,8 kg

A calibração e o teste funcional do Analisador TRZ[®] pode ser realizada com facilidade empregando o “TRZ[®] Calibration Kit”. Este acessório é particularmente interessante para aplicações críticas, por exemplo, para o controle de qualidade de equipamentos médicos. O “TRZ[®] Calibration Kit” é composto por um resistor de precisão de 10 k Ω e um ressonador padrão de 100 kHz.

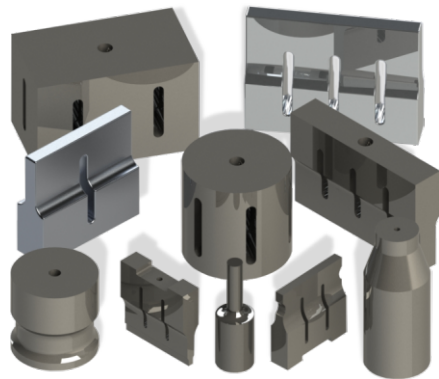


“TRZ[®] Calibration Kit”

Informações básicas para a sintonia e manutenção de sonotrodos

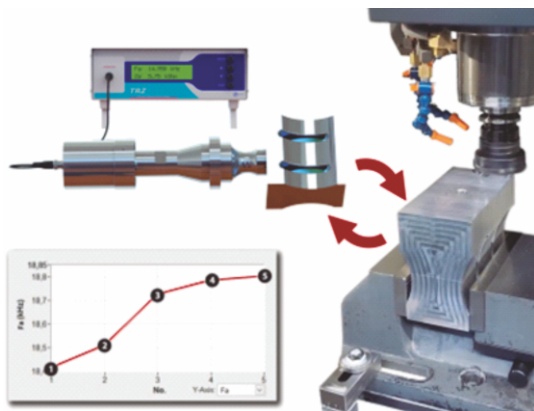
A sintonia de sonotrodos e similares é necessária para compensar desvios de frequência causados por desgastes, tolerâncias da usinagem e variações das propriedades do material. A tolerância típica para a frequência de sonotrodos é de $\pm 0,25\%$, o que equivale a ± 50 Hz em 20 kHz.

Para máquinas de solda, a frequência do sonotrodo deve ser compatível com os demais elementos para que o conjunto acústico vibre eficientemente e haja compatibilidade entre as peças de reposição. Esses requisitos também se aplicam à equipamentos médicos e odontológicos (bisturis, pinças e scalers) bem como para equipamentos de polimento e retífica.

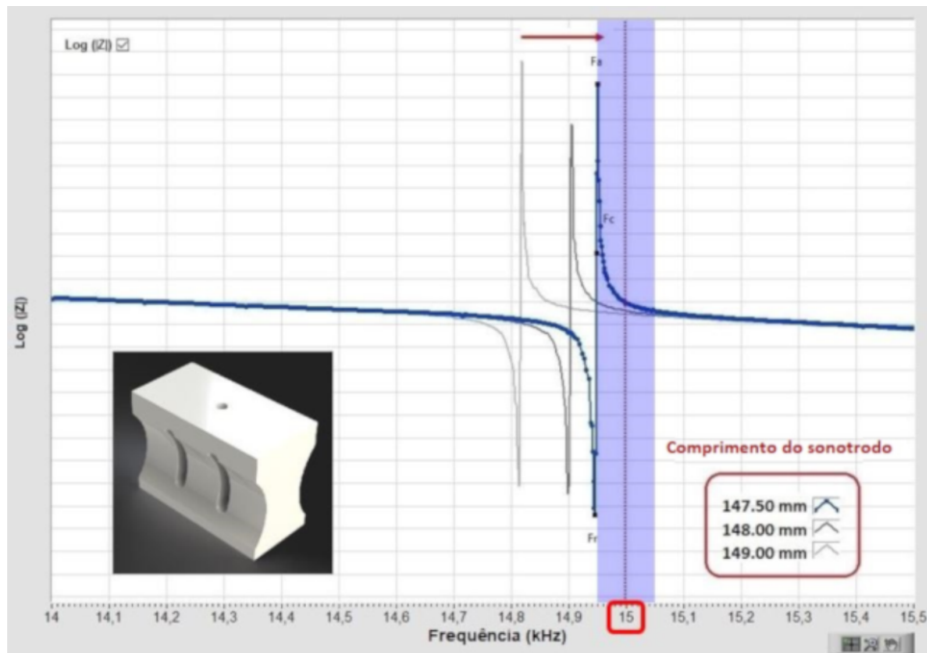


Processo de sintonia

O processo consiste em intercalar alterações dimensionais via usinagem com medições da frequência empregando o Analisador TRZ[®] até que a frequência desejada seja alcançada. Para ser medido, o sonotrodo deve estar conectado a um conversor e a um booster como em uso real.



Sonotrodos novos são fabricados com excesso de comprimento e a operação padrão é a redução o comprimento para o aumento da frequência e sintonia. Para a manutenção de sonotrodos, normalmente a sintonia é via alterações das dimensões laterais para a redução da frequência e correção de elevações causadas por desgastes e redução do comprimento.



Nota: Não é possível reparar um sonotrodo trincado. Pode-se sintonizá-lo, mas a trinca manterá o fator de qualidade e a performance baixos por dissipar energia.

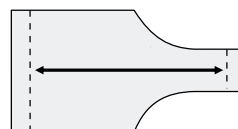
Tipos de sonotrodos

Os mais comuns são os cilíndricos, quadrados e retangulares, que podem ser sólidos ou com rasgos. Em geral, o sonotrodo pode ser sólido quando o diâmetro ou aresta é de até metade do comprimento. Para sonotrodos de grande porte, são necessários rasgos para desacoplar os modos de vibração laterais. Adicionalmente, podem ser necessários entalhes para melhorar a homogeneidade da amplitude de vibração na face. Também há sonotrodos no formato de insertos e lâminas para aplicações médicas e odontológicas.

Para alterar a frequência

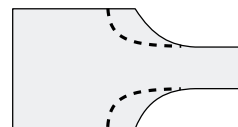
A sintonia consiste no ajuste da frequência através de alterações dimensionais do sonotrodo, que podem elevar ou abaixar a frequência dependendo do local onde são realizadas:

Para aumentar a frequência, reduza o comprimento.



Para reduzir a frequência:

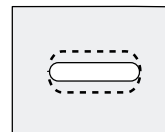
- Avance a posição da curva;



- Diminua o diâmetro;



- Aumente os rasgos.



A sensibilidade e a praticidade das alterações que elevam a frequência do sonotrodo são muito maiores do que daquelas que reduzem a frequência. Por isso, os sonotrodos são inicialmente fabricados mais longos e com frequência baixa para posterior sintonia com a redução do comprimento.

Ligas metálicas para sonotrodos:

- Alumínio 7075-T6
- Titânio 6Al-4V (Grau 5)
- Aço ferramenta VND
- Aço ferramenta VC131
- Aço inox 4043

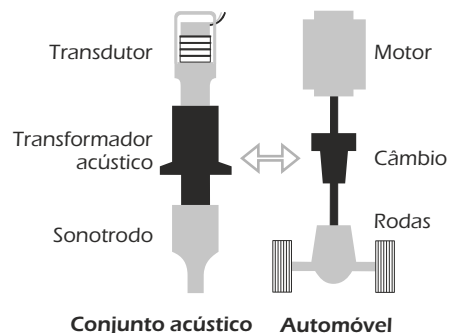
O sentido de vibração do sonotrodo deve coincidir com o sentido da laminação ou extrusão do material.

Guia para a manutenção preventiva de conjuntos acústicos

Esse guia possibilita a identificação do elemento defeituoso em conjuntos acústicos e similares e indica as ações para a manutenção preventiva.

Conjuntos acústicos convertem energia elétrica em vibração, para compreender o seu funcionamento podemos fazer uma analogia com o automóvel: o transdutor ou conversor converte a energia (motor), o transformador acústico ajusta a proporção entre a pressão e a amplitude (câmbio) e o sonotrodo aplica a vibração para realizar o trabalho (rodas) [1].

No automóvel, as engrenagens devem ser compatíveis para que a transmissão de energia seja eficiente; nos sistemas ultrassônicos, as frequências dos elementos devem estar alinhadas e os elementos perfeitamente acoplados. Adicionalmente, nos elementos do conjunto acústico as linhas nodais devem coincidir com os pontos de fixação mecânicos.

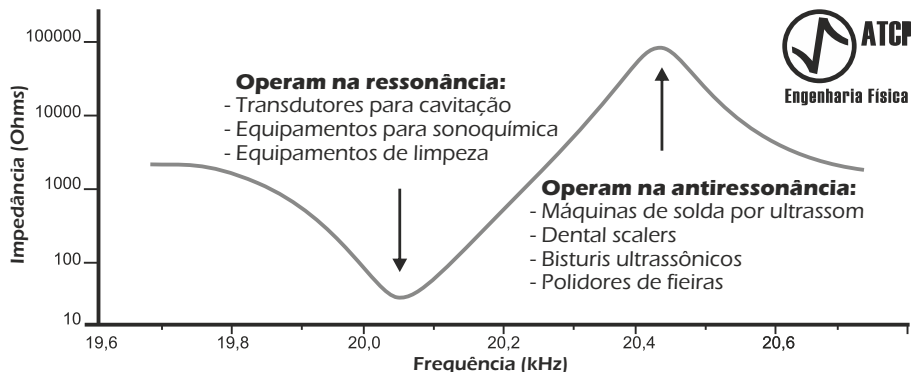


Modos de operação

Os transdutores e conjuntos acústicos possuem duas frequências de operação identificáveis na curva do módulo da impedância vs. frequência:

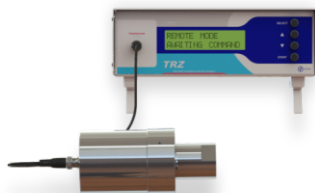
O máximo corresponde à frequência de antirressonância (F_a ou frequência série), onde ocorre a amplitude máxima de vibração e opera a maioria das máquinas de solda por ultrassom.

O mínimo corresponde à frequência de ressonância (F_r ou frequência paralela), onde ocorre a pressão máxima de vibração e operam os equipamentos de limpeza por ultrassom.

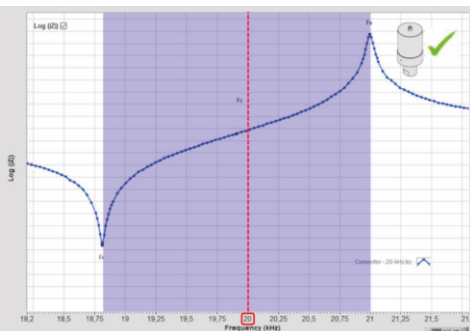


1 Teste o conversor

O primeiro passo para identificar o elemento defeituoso do conjunto é separar os seus elementos e testar o conversor. Os testes devem ser realizados com os elementos na horizontal, sem carga.



O fator de qualidade mecânico (Q_m) do conversor deve ser igual ou maior que 250 para qualquer frequência, potência ou fabricante. A impedância na antirressonância (Z_a) deve ser superior a 10 k Ω . O intervalo de frequência [F_r - F_a]_{c (sombra roxa no exemplo abaixo) deve conter a frequência nominal do conjunto (linha pontilhada vermelha).}

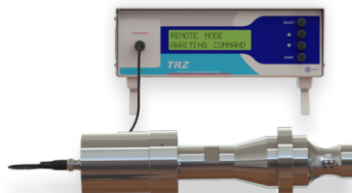


Se o conversor for aprovado, avance para o teste do transformador. Se reprovado, substitua ou recondição. Antes de substituir, é importante testar o novo, mesmo que seja recém-comprado.

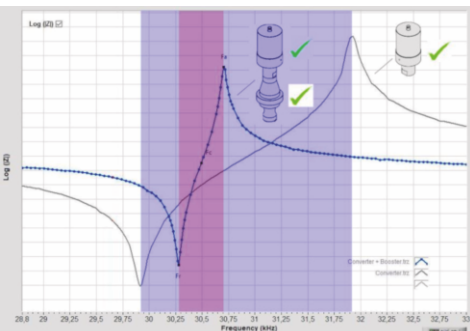
Para recondição, empregue cerâmicas piezoelétrica idênticas e controle a pré-compressão com o PiezoClamping®.

2 Teste o transformador

Remonte o transformador no conversor empregando os procedimentos e torque recomendados pelo fabricante (não é possível testar o transformador e o sonotrodo separados do conversor).



O fator de qualidade mecânico (Q_m) do conversor + transformador deve ser igual ou maior que 700. A impedância na antirressonância deve ser maior ou igual a 5 k Ω . O intervalo de frequência [F_r - F_a]_{C+T (sombra vermelha no exemplo abaixo), ou pelo menos a frequência de antirressonância F_a , deve estar contida no intervalo [F_r - F_a]_{c (sombra roxa).}}



Se o transformador for aprovado, avance para o teste do sonotrodo. Se reprovado, recondição ou substitua (teste o novo também).

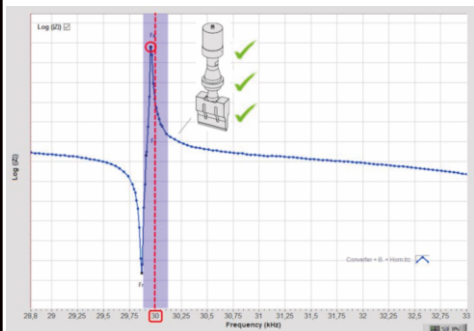
A troca dos O-rings normalmente é suficiente para recondição. Também podem ocorrer defeitos irreparáveis, como trincas e deslocamento da linha nodal por desgaste assimétrico.

3 Teste o sonotrodo

Remonte o sonotrodo no transformador + conversor empregando os procedimentos e torque recomendados pelo fabricante. O teste do sonotrodo também é o teste do conjunto completo.



O fator de qualidade mecânico (Q_m) do conjunto completo (C+T+S) deve ser igual ou maior que 1000. A impedância na antirressonância deve ser maior ou igual a 3 k Ω . A frequência de operação (linha pontilhada vermelha no exemplo abaixo) deve estar contida no intervalo de frequência [F_r - F_a]_{C+T+S (sombra roxa).}



Se o sonotrodo for aprovado, o problema o equipamento pode estar no gerador. Se reprovado, recondição ou substitua o sonotrodo.

O recondição consiste usualmente na resintonia para compensar desgastes, o que é possível até certo ponto. Também podem ocorrer trincas, que são defeitos irreparáveis.

[1] Ultrasonic assembly of thermoplastic moldings and semi-finished products - Recommendations on methods, construction and applications. ZVEI (German Electrical Manufacturers Association).