

Lab2 – Dispositivos Eletroacústicos

1. Objetivos

- a. Efetuar medições de parâmetros em Alto-falantes
- b. Testes e gravações em diversos microfones
- c. Caracterizar Amplificadores de Potência (PA)

2. Materiais Necessários:

a. Conjunto 1 (Medições em Alto Falantes)

- i. 02 caixas acústicas TCL, 100W
- ii. 01 microfone de referência Beringer ECM8000
- iii. 01 pedestal de microfone
- iv. 01 cabo XLR de microfone de 3m.
- v. 01 interface M-Audio Fast Track ultra, 8 canais
- vi. 01 amplificador de potência de áudio Wattson 2200 de 600W
- vii. 01 computador com softwares REW e Audacity, e entrada USB
- viii. Cabos diversos para interface M-Audio e amplificador

b. Conjunto 2 (Caracterização PA)

- i. 01 amplificador de potência de áudio Watson 2200 de 600W
- ii. 6 caixas acústicas 150W (woofer e mid integrado)
- iii. 4 caixas acústicas TCL 100W
- iv. 01 Gerador de Sinais Digital, com ajuste de impedância
- v. 01 Osciloscópio digital, com FFT
- vi. 01 Cabos para o gerador e osciloscópio
- vii. 01 Adaptador P2-P10 (existe um na caixa do fone de ouvido)
- viii. 01 cabo XLR-P10
- ix. 01 Cabo de áudio para caixas acústicas de aproximadamente 15m.

c. Conjunto 3 (Testes com microfones)

- i. 01 microfone capacitivo AKG C214
- ii. 01 microfone dinâmico Shure SM57
- iii. 03 pedestais de microfones
- iv. 03 cabos XLR de microfone de 3m
- v. 01 interface M-Audio Fast Track ultra, 8 canais
- vi. Cabos diversos da interface M-Audio
- vii. 01 Notebook com softwares REW e Audacity, e entrada USB
- viii. 01 fone de ouvido envolvente AKG
- ix. 01 caixa bluetooth 5W

3. Preparação

- a. Conjunto 1 (Medições em Alto Falantes) montado na bancada/armário perto do desktop da janela, pois usaremos as janelas abertas, e as medições mais próximo ao fundo da sala.
- b. Conjunto 2 (Caracterização PA) montado na primeira bancada, próximo à porta de entrada, para usarmos ou a porta aberta ou as janelas abertas atrás do armário da frente, para a montagem da torre de caixas acústicas (11 caixas).
- c. Conjunto 3 (Testes com Microfones) se possível, montado no Lab L407-1 (anexo).

4. Medições em Alto Falantes, no conjunto 1.

- a. Conecte o computador na interface M-Audio, a saída 1 (linha) da mesma no amplificador Wattson e a saída deste no alto falante a ser testado.
- b. Posicione o alto falante o mais distante possível do amplificador (minimizar o ruído do ventilador), usando uma base móvel (da fonte sonora dodecaédrica), a 1m do solo.
- c. Na entrada 1 da interface M-Audio conecte o microfone de referência ECM8000.

d. Medições Near-Field

- i. A distância recomendada por Keele para medição de Near-Field, d_{NF} é:

$$d_{NF} \leq 0,11 * a$$

Sendo a o raio do alto falante, aqui $a = 8''/2 \approx 11,18$ cm, assim $d_{NF} \leq 1,1$ cm.

- ii. Posicione o microfone de referência Behringer ECM8000 no sentido axial do alto falante a ser testado, a uma distância de 1 cm, como na figura 1.
- iii. Tire uma foto do setup fixado.

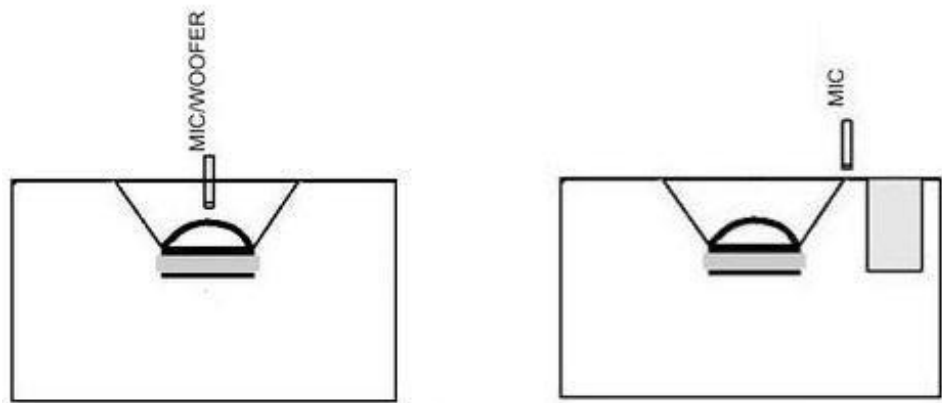


Figura 1. (a) Medida NF, caixa fechada

(b) Medida NF, abertura frontal

- iv. Utilizando o software REW, siga o procedimento inicial de calibração;
- v. Efetue a aquisição sweep de NF na posição da figura 1a. Salve os arquivos identificando a posição de medida.
- vi. Repita o item (iv) para a posição da figura 1b. Novamente salve os arquivos identificando a posição de medida.
- vii. Repita estes procedimentos de (ii) a (vi) para o tweeter da caixa.

e. Medições Far-Field

- Faça o posicionamento da caixa e do microfone a uma distância maior que 1m das paredes da sala, e numa altura mínima de 1m do chão, ilustrado na figura 2.

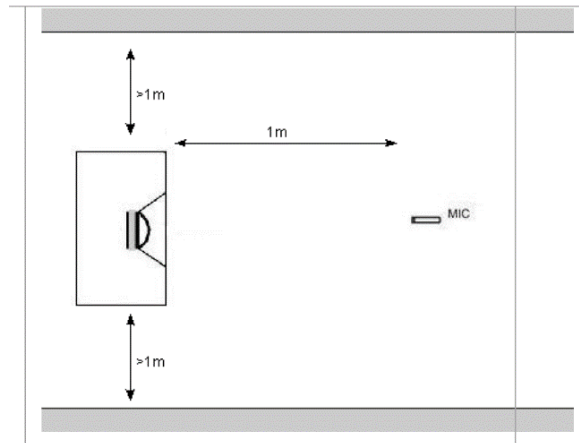


Figura 2. Vista superior, setup para medições Far-Field com h , altura da caixa $\approx 1\text{m}$

- Efetue a medição sweep para a resposta de Far-Field
- Salve os arquivos, identificando a posição.
- Pode-se combinar as medições, conforme a ilustração da Figura 3.

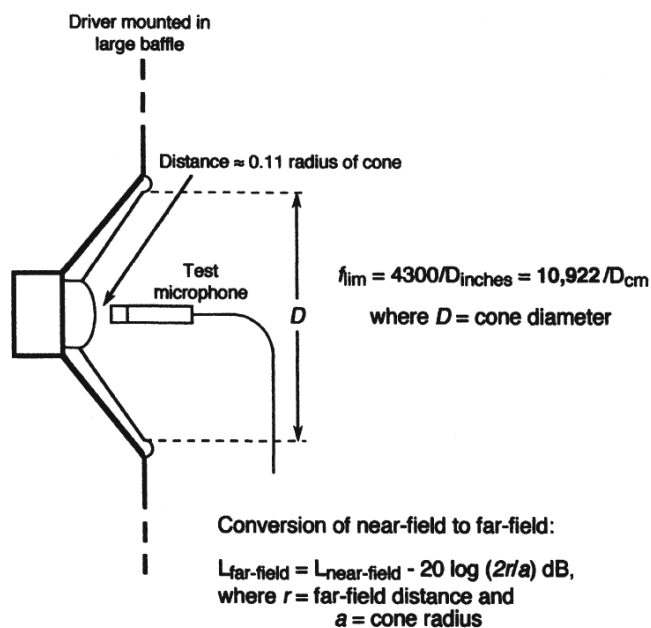


Figura 3. Setup Near-Field e Near-Far Combinados.

A frequência limite onde as medições de Near-field tem boa acurácia será:

$$f_{lim} = \frac{4300}{D_{pol}} = \frac{10922}{D_{cm}}$$

Para o nosso caso, $f_{lim} = 4300/8 = 537 \text{ Hz}$. A combinação entre as duas respostas em frequência é dada por:

$$L_{Far-field} = L_{Near-field} - 20 \log \left(\frac{2r}{a} \right)$$

Onde:

- r = distância do microfone ao alto falante
- a = raio do cone do alto falante

5. Caracterização de Amplificador de Potência, PA, no conjunto 2.

- Conecte o gerador de sinais na entrada do amplificador de potência Unic Zx1000. Use um adaptador para efetuar as ligações dos diferentes padrões de conexão.
- Monte a carga de 8Ω e 1200W, como indicado na figura 4. Em configuração Bridge (entre os canais A e B).

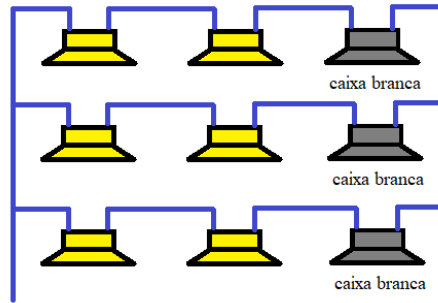


Figura 4. Carga de 8Ω, 1200W, 9 alto-falantes

- Com o volume de saída do PA no mínimo, ajuste um sinal senoidal de 1kHz, 1Vpp. Meça a forma de onda de saída (em cima da carga) e anote o sinal de saída.
- Aumente gradativamente o ganho do PA até iniciar alguma distorção na saída. Retorne o ganho até o limiar sem distorção: anote a tensão de pico a pico de saída, $V_{pp\max(8\Omega)}$. Salve a forma de onda no osciloscópio.
- Adicione um pouco de ganho, para iniciar uma distorção visível no sinal, apenas para vê-la. Salve a forma de onda distorcida, de forma a recuperá-la no PC (para fazer a análise espectral por algum software).
- Efetue a análise de Fourier no osciloscópio. Salve o espectro obtido.
- Calcule a Potência Máxima, para 8Ω, em Bridge:

$$P_{\max(8\Omega)} = \frac{V_{rms}^2}{8} = \frac{\left(\frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}\right)^2}{8} = \frac{V_{pp}^2}{64}$$

- Monte a carga de 4Ω, 1100W, com 8 alto-falantes, como na figura 5, usando o canal A do Amplificador.

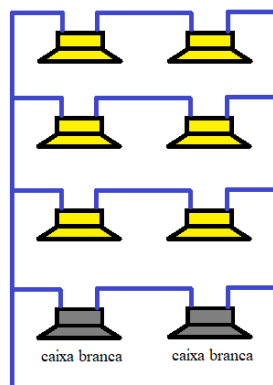


Figura 5. Carga de 4Ω, 1100W, 8 alto-falantes

- Repita os itens de (c) a (g) para esta carga e no canal A.
- Calcule a Potência Máxima, para 4Ω, no canal A:

$$P_{A\max(4\Omega)} = \frac{V_{pp}^2}{32}$$

- Repita os itens de (h) a (j) para o canal B do Amplificador.

6. Testes e Gravações com Microfones, no conjunto 3.

a. Testes subjetivos com Microfone capacitivo de estúdio

- i. Conecte o Microfone de estúdio capacitivo AKG C214 à interface M-Audio, canal 1.
- ii. Ajuste a caixa bluetooth para uma altura $\approx 1\text{m}$ do solo, irradiação 90° , como uma criança cantando.
- iii. Posicione a cápsula de captação do microfone frontalmente ao driver da caixa bluetooth, a uma distância $d_{cap} \approx 20\text{ cm}$ (distância “hang loose”, figura 6).



Figura 6. Sugestão de distância Mic Estúdio-Locutor

- iv. Usando um player como o Spotify usando uma música com batidas, tipo Zombie (The Cranberries), ajuste o nível de saída da caixa/celular, o ganho no canal do pre-amp e os controles no notebook da interface M-Audio, para o pico das batidas ficar em cerca de **-10dB**. Use o fone de ouvido para monitorar o nível e a qualidade do sinal captado.
- v. Grave cerca de 1min cada programa musical:
 1. música a capela, sugestão: “Fishers of Men”, Rhonda Mitra
 2. música orquestral, sugestão: Bachianas Brasileiras nº 2, “O trenzinho caipira”
 3. conjunto musical, com vocal e cordas, sugestão: “Take me Home, Contry Roads”, The Petersens.
 4. Uma música à escolha de cada integrante do grupo.

Obs.: Todas estas gravações serão usadas no processamento de áudio nas outras aulas.

b. Testes subjetivos com Microfone dinâmico de palco

- i. Repita os mesmos procedimentos que no item anterior, agora instalando o microfone dinâmico Shure SM57.
- ii. O posicionamento dele deve ser frontal ao radiador da caixa.
- iii. A distância entre o microfone e a caixa agora é $d_{din} \approx 8\text{ cm}$, ou de cerca de 4 dedos da mão, como ilustrado na figura 7.

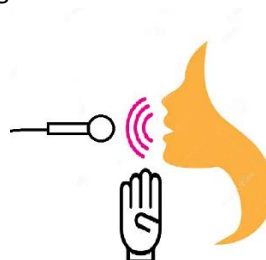


Figura 7. Sugestão de distância de Mic Dinâmico Palco-Locutor

- iv. Grave os mesmos programas musicais que no item anterior, com cerca de 1 min cada, para o microfone dinâmico.

7. Relatório (online)

- a) Apresentar as medições e os arquivos gravados em todos os procedimentos, explicando cada arquivo. Os Áudios Gravados SÃO ESSENCIAIS!
- b) Apresentar as formas de onda/espectros que forem necessária(o)s, comentando-a(o)s e com as unidades corretas nos eixos.
- c) Apresentar os cálculos realizados, e se necessário, usar tabelas para sumarizar os resultados das medições e cálculos.
- d) No Conjunto 1, Medições nos Alto falantes, apresentar as fotos dos setups nas medições realizadas.
- e) No Conjunto 2, Parâmetros do PA, apresentar a DHT (THD) em %, apenas uma casa decimal. Busque os dados do fabricante para o Amplificador e compare com as medições feitas.
- f) No Conjunto 3, Testes com Microfones, comentar SUBJETIVAMENTE cada microfone com as gravações:
 - a. Como são análises subjetivas, podem usar os termos que acharem mais convenientes (“claro”, “abafado”, “metalizado”, graves “fortes”, agudos “secos”, batidas “surdas”, etc.).
 - b. Pesquise algumas características OBJETIVAS dos fabricantes dos microfones usados, e tente contrastar com as análises SUBJETIVAS.
 - c. Elabore uma seção Comentários/Conclusões para o conjunto de testes.

8. Referências

- Eargle, J., **Loudspeaker Handbook**, 2nd Ed., Springer, USA, 2003.
- ABNT NBR IEC 60268-3 Equipamentos de sistemas de som Parte 3: Amplificadores, 2011.
- Eargle, J., **The Microphone Handbook**, 2nd Ed., Elsevier and Focal Press, UK, 2005.
- #305: Measuring Total Harmonic Distortion THD using an FFT on an oscilloscope, In: https://www.youtube.com/watch?v=s_cVP5gu4SY
- AN39 Merging Near and Far Field Measurements, App Klippel Analyzer System, Denmark, 2022.
- Audio Characterization Primer, App Note SLAA641, TI, Aug. 2014.

-X-X-X-