

# Microfones

## **Transdutores de energia acústica em energia elétrica**

transdutores: lâmpadas, ferro de passar, geladeira, alto-falante

**Na cadeia de produção de áudio é a interface que faz a intermediação entre o som (onda mecânica) e sua representação no meio elétrico ou eletrônico.**

# Microfones

**Uma boa microfonação depende de dois fatores:**

- **Escolha do microfone adequado**
  - **Conhecimento das características**
- **Posicionamento**

# Microfones

## **I - Características Elétricas Importantes:**

### Resposta de Frequência

É o nível de saída de um microfone em relação à sua faixa operacional.

Geralmente representada por um gráfico que indica o nível de saída em dB relativo às frequências em Hz.

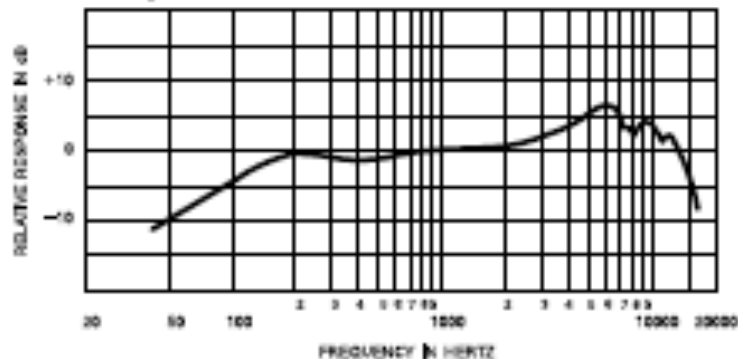
# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

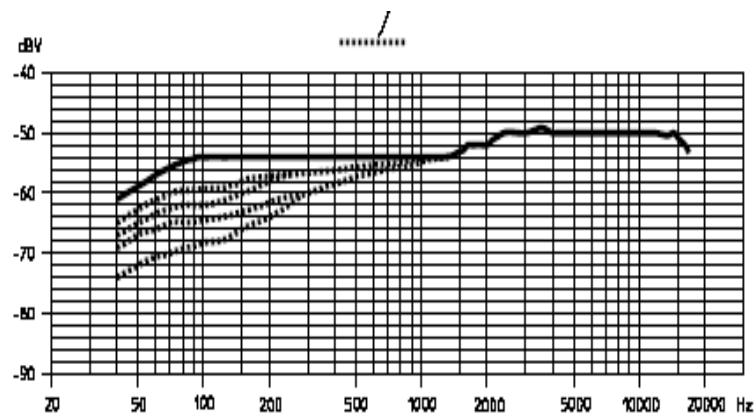
### Resposta de Frequência

Frequency Response

40 to 15,000 Hz



Shure SM57

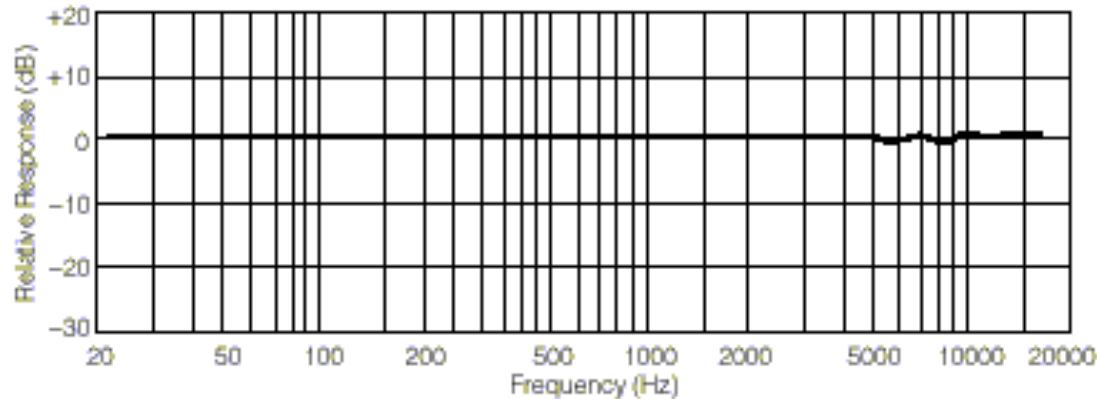


Sennheiser MD-421

# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

### Resposta de Frequência



Resposta plana (*flat*): microfone para medições

# Microfones

## **I - Características Elétricas Importantes:**

### Resposta a Transientes

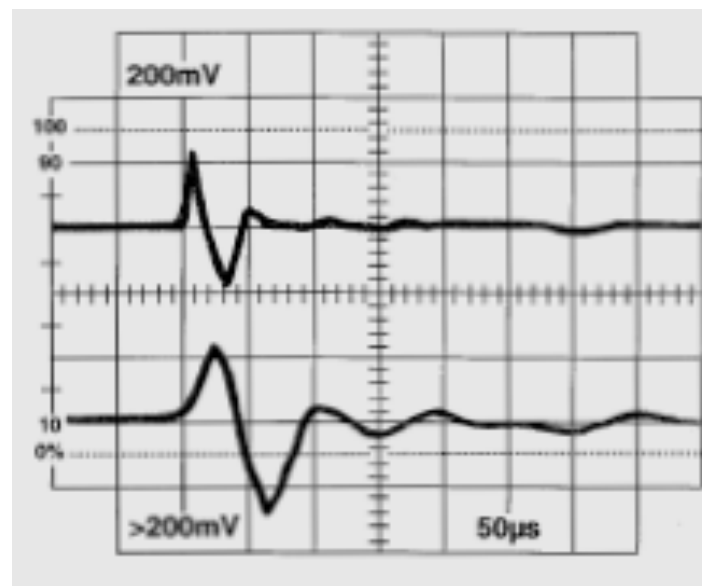
Refere-se à habilidade do microfone para responder mudanças muito rápidas nas ondas sonoras

# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

### Resposta a Transientes

O microfone dinâmico demora quase duas vezes mais para responder ao impulso gerado e representado na figura ao lado. Além disso, demora mais até parar o movimento que o microfone de condensador



Osciloscópio - condensador/dinâmico

# Microfones

## **I - Características Elétricas Importantes:**

### Sensibilidade

Nível de saída que um microfone produz (em Volts) quando alimentado por um som de referência (o problema é que existem diferentes padrões de especificação da sensibilidade).

Permite comparar as diferenças no nível de saída de diferentes microfones.

# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

Distorção por sobrecarga  
(*overload*)

Refere-se à capacidade máxima de operação do microfone quando exposto a altos níveis de pressão sonora.

# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

### Impedância

- Alta: (5.000+ Ohms) - não-balanceados, plug P10
- Baixa: (150-400 Ohms) - balanceados, plugs XLR
- Muito baixa (25-70 Ohms) - raramente usados hoje

A impedância de saída pode ser entendida como a resistência da saída de um microfone. Um problema prático é que microfones de baixa impedância podem ser conectados a cabos por longas distâncias sem perdas significativas de sinal, enquanto que microfones de alta impedância tendem a apresentar perdas, especialmente nas altas frequências, em cabos com mais de 6 ou 8 metros.

# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

### Conexões Balanceada vs. Não-Balanceadas

Uma saída balanceada carrega o sinal por dois condutores (mais a malha), com mesmo nível, mas com as polaridades invertidas.

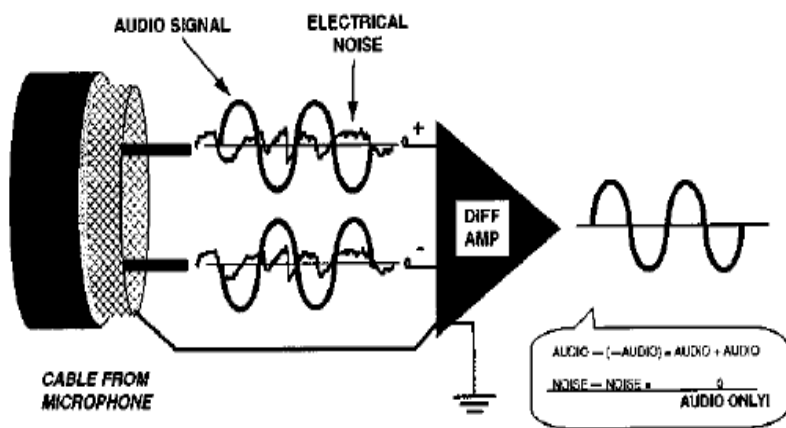
Uma entrada balanceada amplifica apenas as diferenças de sinal entre os dois condutores e rejeita a parte que é idêntica aos mesmos.

Uma vez que todo o ruído em um cabo balanceado tende a ser idêntico nos dois condutores, este será rejeitado pelo amplificador.

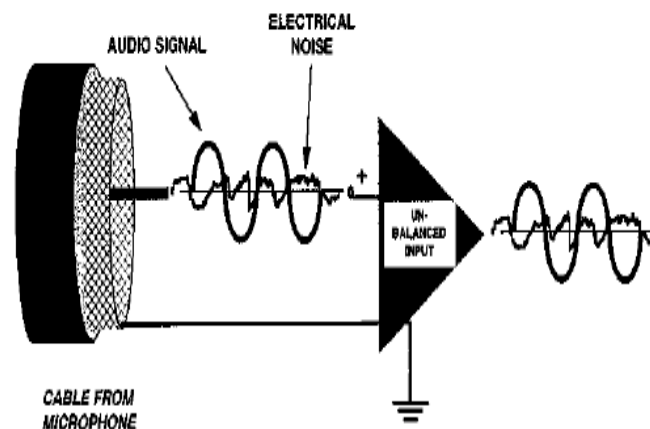
# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

### Conexões Balanceada vs. Não-Balanceadas



Conexão Balanceada



Conexão Não-Balanceada

# Microfones

## **I - Características Elétricas Importantes:**

### Phantom Power

Sinal elétrico (DC, geralmente entre 12 e 48 volts) usado por microfones de condensador.

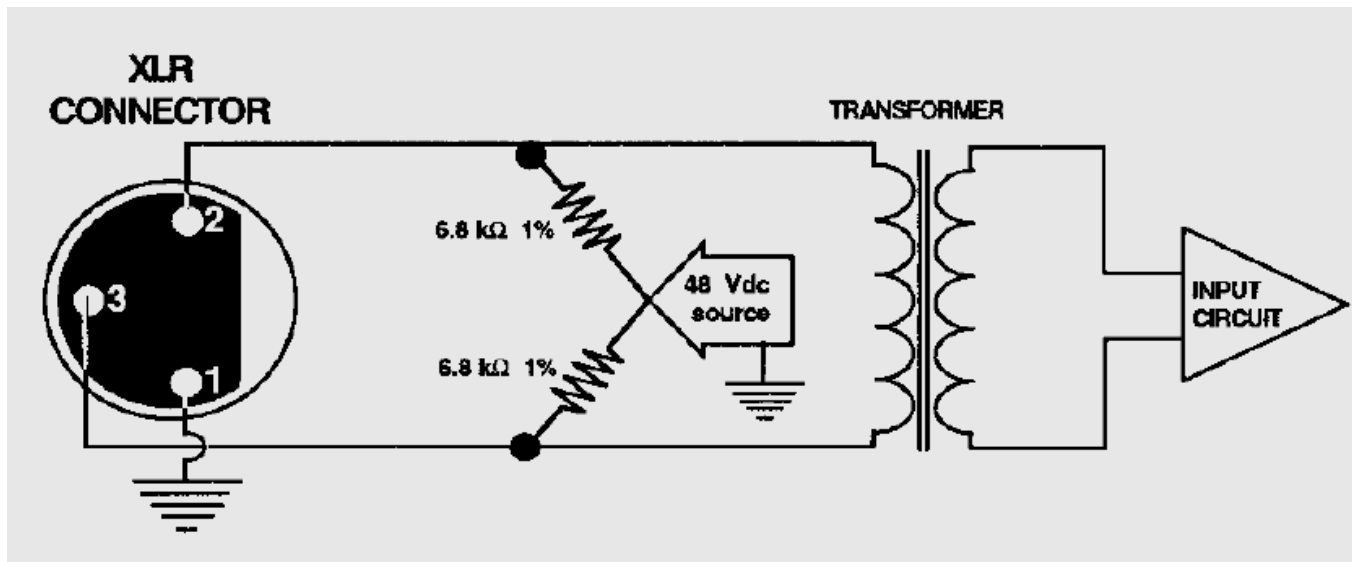
O sinal é fornecido pelo cabo do microfone a partir de uma mesa de mixagem, de uma fonte externa ou eventualmente por uma pilha.

Num cabo balanceado de 3 vias a voltagem é a mesma nos dois condutores (pinos 2 e 3) em relação á malha. Por esse motivo, o Phantom Power não tem efeito em microfones dinâmicos balanceados já que não há diferencial de voltagem e, portanto, não há fluxo de corrente.

# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

### Phantom Power



Esquema de um circuito de Phantom Power

# Microfones

## I - Características Elétricas Importantes:

### Efeito Proximidade



Aumento da resposta em baixas frequências, especialmente para distâncias muito curtas.  
Inexistente em omini, aumenta gradualmente em cardióide, super, hiper e bidirecional.

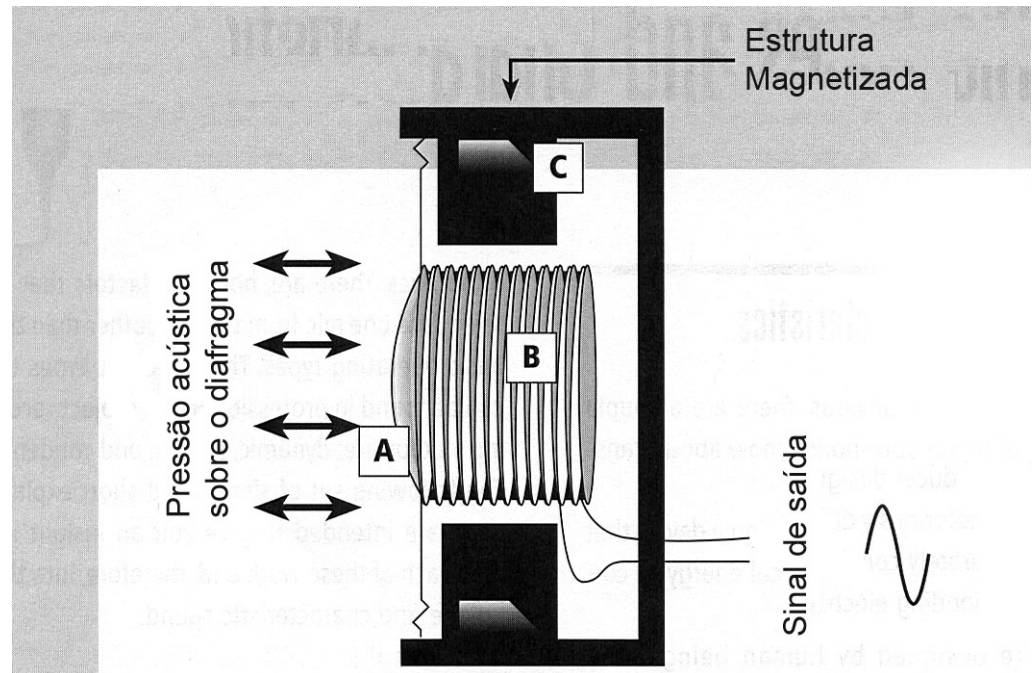
Ex. 1

# Microfones

## II - Tipos de Microfone

### Microfone Dinâmico:

- conversão -> bobina / membrana (diafragma) ou fita de metal; movem-se em campo magnético conforme variação de pressão do ar



# Microfones

## II - Tipos de Microfone

Microfone Dinâmico:

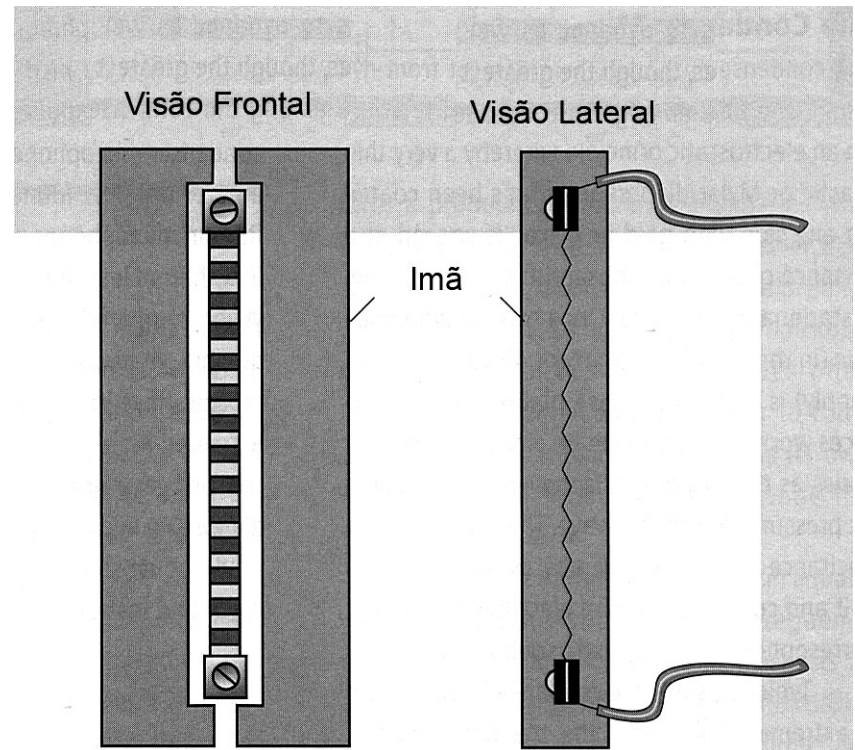
- "duro";
- saturação mecânica;
- auto-suficiente (extrai energia do som e do imã)

# Microfones

## II - Tipos de Microfone

### Microfone de Fita:

- semelhante ao dinâmico, mas emprega uma fita de metal extremamente fina no lugar do diafragma.
- também chamados de microfone de velocidade ou de gradiente de pressão, já que o movimento é resultante da diferença de pressão nas duas faces da fita.
- são raros hoje, e bastante frágeis.
- muitos dos modelos antigos podem queimar se ligados ao Phantom Power.



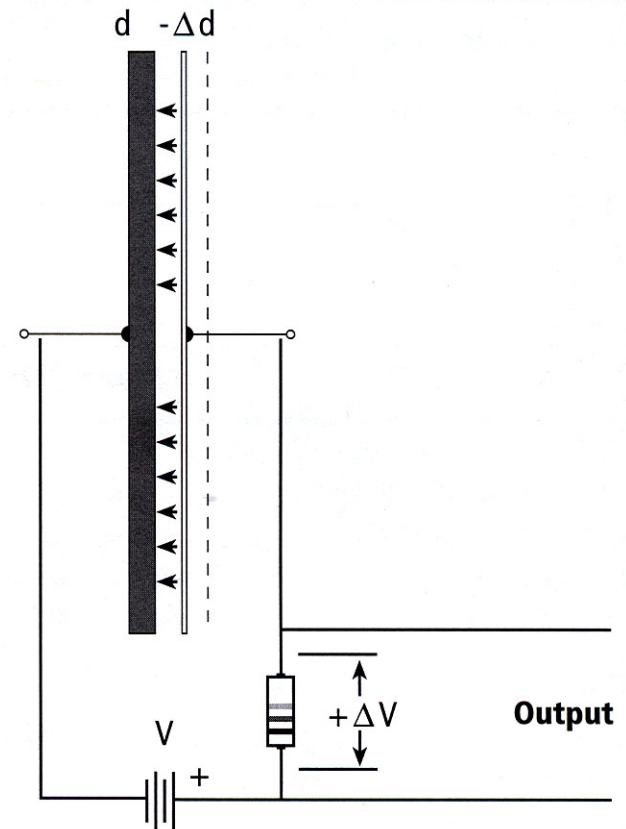
# Microfones

## II - Tipos de Microfone

### Microfone de Capacitivo (condensador): (transdução eletrostática)

- Capacitor: 2 placas condutoras paralelas - são carregadas eletricamente (essa carga se mantém indefinidamente)
- a capacitância aumenta com as áreas paralelas das placas e diminui com a distância
- diafragma e placa traseira vibram conforme pressão do ar, variando a carga elétrica

A **capacitância** é a grandeza elétrica de um capacitor, determinada pela quantidade de energia elétrica que pode ser armazenada em si por uma determinada tensão e pela quantidade de corrente alternada que o atravessa numa determinada frequência. Sua unidade é dada em farad (símbolo F). Para um determinado material, a capacitância depende somente de suas dimensões. Quanto maior for o material, maior a capacitância. A capacitância verifica-se sempre que dois condutores estejam separados por um material isolante.



# Microfones

## II - Tipos de Microfone

### Microfone Capacitivo

- "macio";
- devido ao amplificador interno oferece níveis de saída + altos que os dinâmicos;
- alta sensibilidade;
- saturação mecânica baixa;
- saturação elétrica: ocorre no amplificador interno (em geral possui uma chave de atenuação);
- exige alimentação (pilha ou phantom power)

# Microfones

## II - Tipos de Microfone

### Outros tipos de microfones

- **Condensador Eletreto** (condensador eletreto, exige bateria para converter impedância)
- **Carvão**: partículas de carvão movem-se conforme pressão do ar, modificando resistência  
- (carvão conduz corrente elétrica)
- **Piezo elétrico** (cristal/cerâmica se deforma com pressão de placa metálica -> voltagem alternada
  - robusto
  - baixa qualidade (usados em telefones, por exemplo)
  - comum em captadores para instrumentos
- **Sem fio** (capsula normal, porém transmissão por ondas eletromagnéticas)

# Microfones

## II - Tipos de Microfone

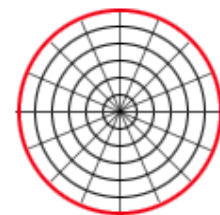
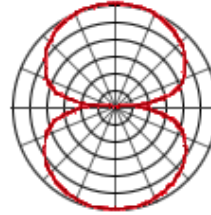
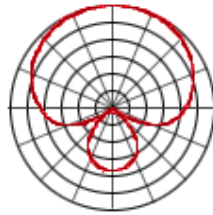
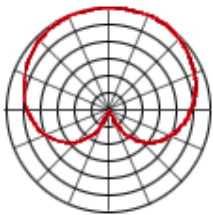
Comparação:

- Ex. 2  Shure SM58, dinâmico
- Ex. 3  RCA 44BX, fita - antigo
- Ex. 4  Beyers M160, fita - moderno
- Ex. 5  AKG C3000, condensador

# Microfones

## III - Padrões Polares

Refere-se às características de direcionalidade dos microfones

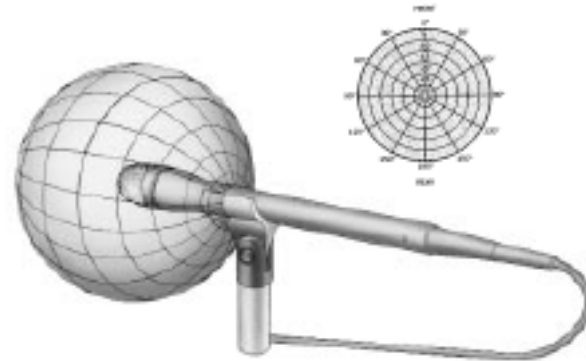


# Microfones

## III - Padrões Polares

Omnidirecional

Recebe o mesmo nível de pressão em todas as direções



# Microfones

## III - Padrões Polares

### Unidirecionais

Cancelamento de sinal pelas ranhuras laterais

- cardióide
- supercardióide
- hipercardióide

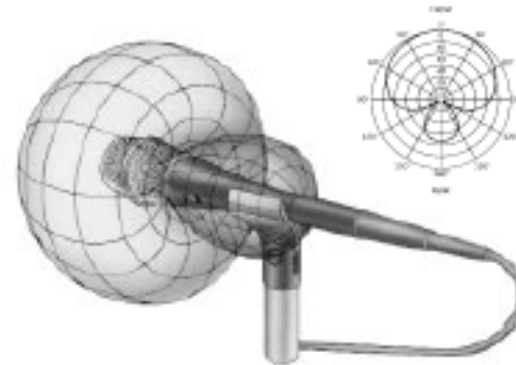
# Microfones

## III - Padrões Polares

### Unidirecionais



cardióide



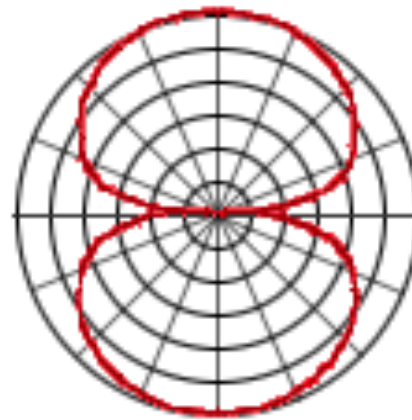
hipercardióide

# Microfones

## III - Padrões Polares

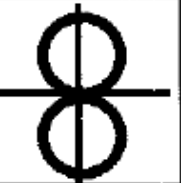
Bi-direcionais

abertura posterior é igual à frontal



# Microfones

## III - Padrões Polares

| CHARACTERISTIC                               | OMNI-DIRECTIONAL                                                                  | CARDIOID                                                                           | SUPER-CARDIOID                                                                      | HYPER-CARDIOID                                                                      | BI-DIRECTIONAL                                                                      |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| POLAR RESPONSE PATTERN                       |  |  |  |  |  |
| COVERAGE ANGLE                               | <b>360°</b>                                                                       | <b>131°</b>                                                                        | <b>115°</b>                                                                         | <b>105°</b>                                                                         | <b>90°</b>                                                                          |
| ANGLE OF MAXIMUM REJECTION (null angle)      | —                                                                                 | <b>180°</b>                                                                        | <b>126°</b>                                                                         | <b>110°</b>                                                                         | <b>90°</b>                                                                          |
| REAR REJECTION (relative to front)           | <b>0</b>                                                                          | <b>25 dB</b>                                                                       | <b>12 dB</b>                                                                        | <b>6 dB</b>                                                                         | <b>0</b>                                                                            |
| AMBIENT SOUND SENSITIVITY (relative to omni) | <b>100%</b>                                                                       | <b>33%</b>                                                                         | <b>27%</b>                                                                          | <b>25%</b>                                                                          | <b>33%</b>                                                                          |
| DISTANCE FACTOR (relative to omni)           | <b>1</b>                                                                          | <b>1.7</b>                                                                         | <b>1.9</b>                                                                          | <b>2</b>                                                                            | <b>1.7</b>                                                                          |

# Microfones

C 414 B-XLS

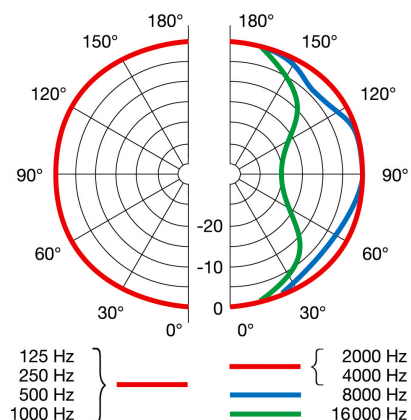
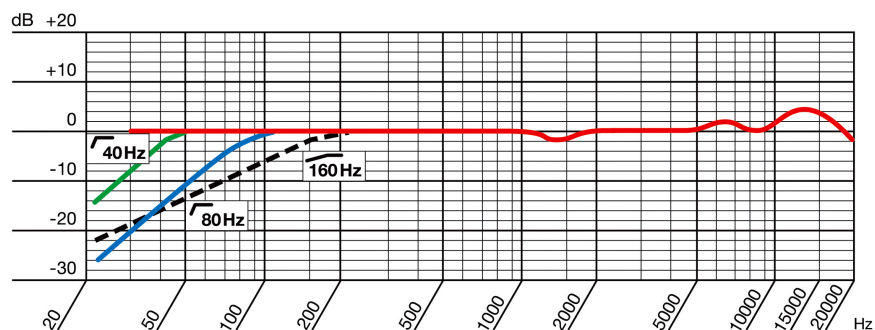
## IV - Exemplo de Especificações:



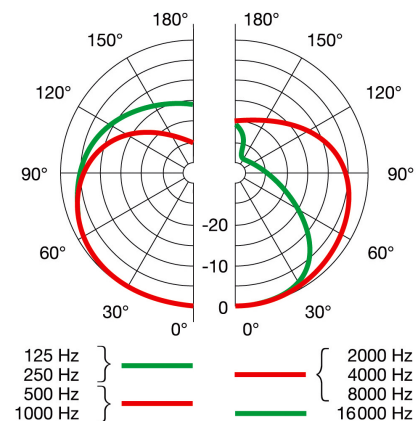
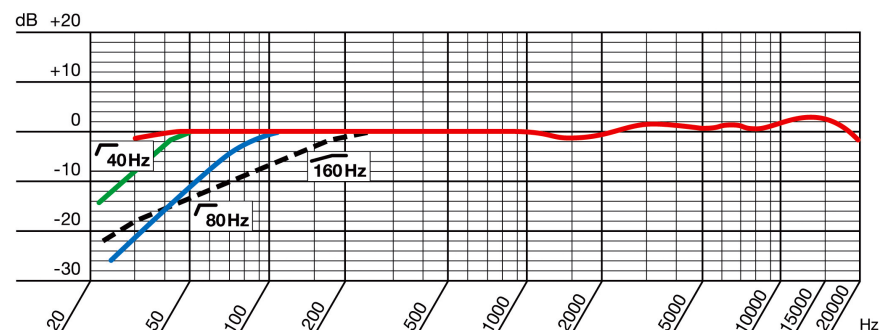
|                                            |                                                                                                                     |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Type</b>                                | 1-inch large-diaphragm pressure gradient microphone                                                                 |
| <b>Polar pattern</b>                       | Omnidirectional, wide cardioid, cardioid, hypercardioid, figure eight                                               |
| <b>Frequency range</b>                     | 20 to 20,000 Hz (see frequency response traces)                                                                     |
| <b>Sensitivity</b>                         | 23 mV/Pa (-33 dBV) $\pm$ 0.5 dB                                                                                     |
| <b>Max. SPL</b>                            | 200/400/800/1600 Pa = 140/146/152/158 dB SPL (0/-6/-12/-18 dB) (for 0.5% THD)                                       |
| <b>Equivalent noise level (CCIR 468-2)</b> | 20 dB (0 dB preattenuation)                                                                                         |
| <b>Equivalent noise level</b>              | 6 dB-A (0 dB preattenuation) (DIN 45 412, A-weighted)                                                               |
| <b>Signal/noise ratio</b>                  | 88 dB                                                                                                               |
| <b>Preattenuation pad</b>                  | -6 dB, -12 dB, -18 dB, switchable                                                                                   |
| <b>Bass cut filter slope</b>               | 12 dB/octave at 40 Hz and 80 Hz; 6 dB/octave at 160 Hz                                                              |
| <b>Impedance</b>                           | $\leq$ 200 ohms                                                                                                     |
| <b>Recommended load impedance</b>          | $\geq$ 2,200 ohms                                                                                                   |
| <b>Supply voltage</b>                      | 48 V phantom power to DIN/IEC                                                                                       |
| <b>Current consumption</b>                 | approximately 4.5 mA                                                                                                |
| <b>Dynamic range</b>                       | 134 dB minimum                                                                                                      |
| <b>Environment</b>                         | Temperature range: -10° C to +60° C (14° F to 140° F)<br>Relative humidity: 95% (+20° C/68° F), 85% (+60° C/140° F) |
| <b>Connector</b>                           | 3-pin XLR to IEC                                                                                                    |
| <b>Dimensions</b>                          | 50 x 38 x 160 mm (2.0 x 1.5 x 6.3 in.)                                                                              |
| <b>Net weight</b>                          | 300 g (10.6 oz.)                                                                                                    |
| <b>Patent(s)</b>                           | AT 395.225, DE 4.103.784, JP 2.815.488                                                                              |

# Microfones

## IV - Exemplo de Especificações: AKG C 414



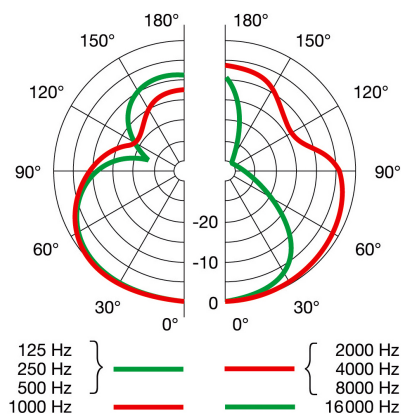
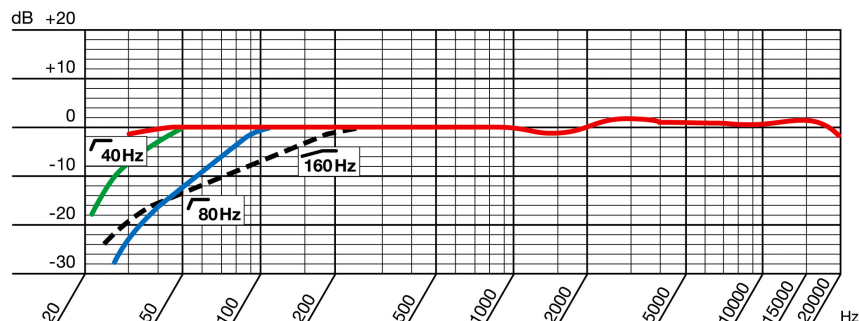
**C 414B-XLS**  
**Omnidirectional**



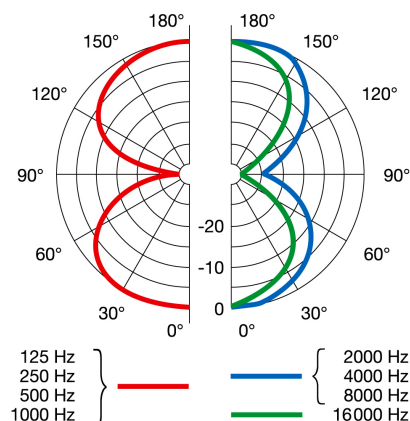
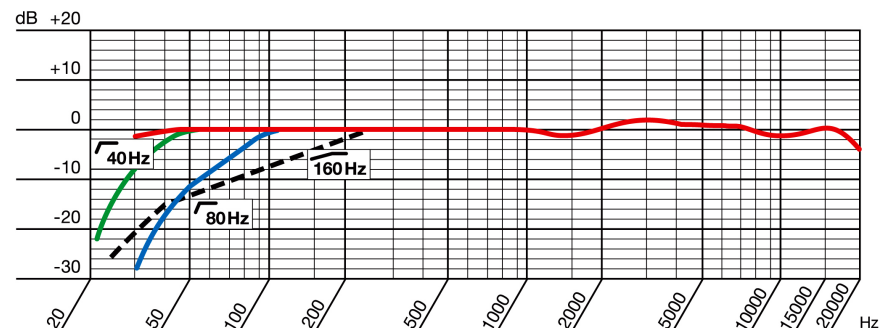
**C 414B-XLS**  
**Cardioid**

# Microfones

## IV - Exemplo de Especificações: AKG C 414



**C 414B-XLS**  
**Hypercardioid**



**C 414B-XLS**  
**Figure-eight**

# Microfones

## **V - Posicionamento**

A posição do microfone em relação à fonte sonora é um dos elementos mais importantes para uma boa microfonação

# Microfones

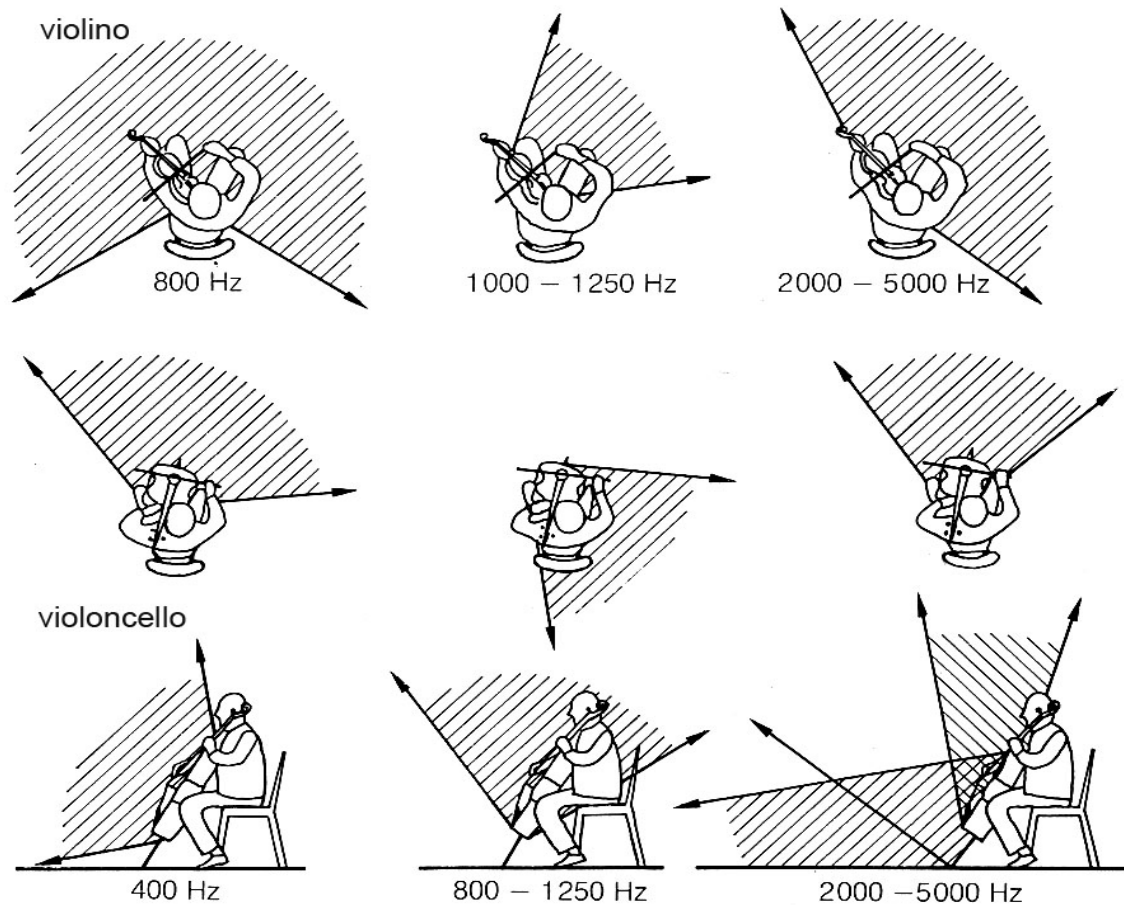
## V - Posicionamento

Principais fatores:

- Nível e localização de fontes de ruído ambiente
- Directividade da fonte sonora
- Resposta de frequência da fonte sonora
- Vazamento
- Cancelamento de fase
- Acústica do ambiente
- Construção da imagem estereofônica

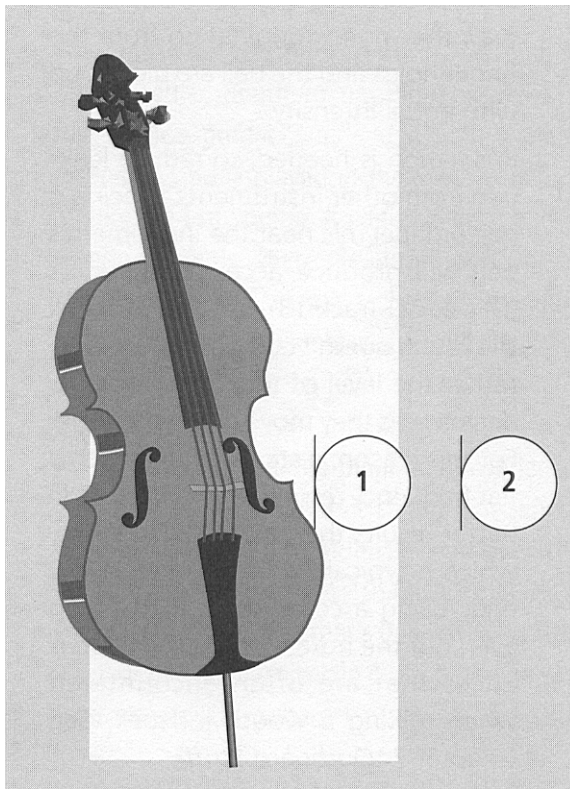
# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Cordas



# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Cordas



Ex. 6



1 - Mais definição, menos vazamento, mas não capta todas as faixas de frequência

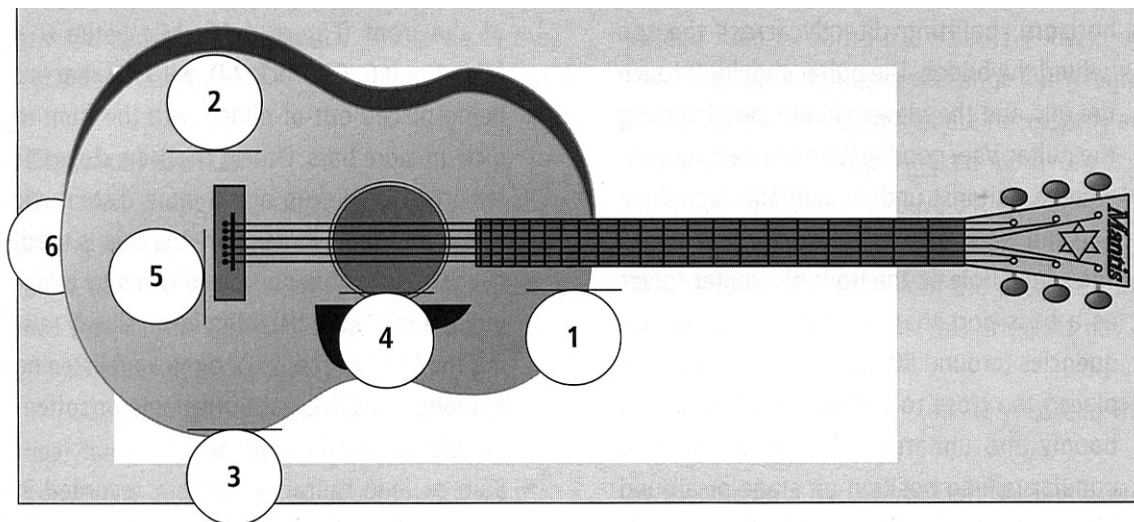
Ex. 7



2 - Equilíbrio de frequências, mais ambiência, ideal para música erudita

# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Cordas



Ex. 8 Balanço tonal equilibrado (1)



Ex. 9 Harmônicos agudos, mais ruído (2)



Ex. 10 Balanço tonal, pouco ruído e graves (3)



Ex. 11 Ressonância de graves, alto nível de sinal e ruído (4)



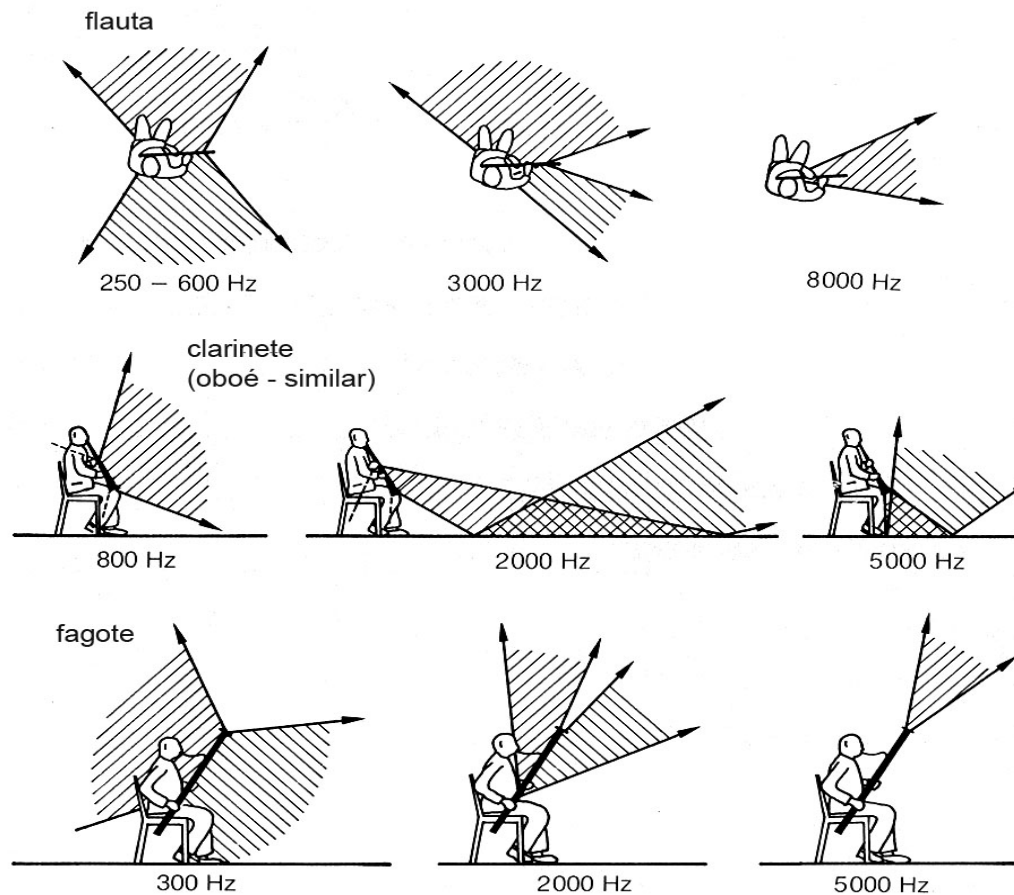
Ex. 12 Reduz graves, acentua médios, som claro (5)



Ex. 13 Combinação 1 + 6 (c/ fase invertida) (6)

# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Madeiras



# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Madeiras



Ex. 14 - Som mais equilibrado,  
ruído de chaves (1)



Ex. 15 Menos vazamento,  
frequências graves (uso de mic  
de lapela pode funcionar pois  
responde menos nas baixas  
frequências) (2)

# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Madeiras



Ex. 16 Equilibra os sons provenientes das chaves e da campana (1)

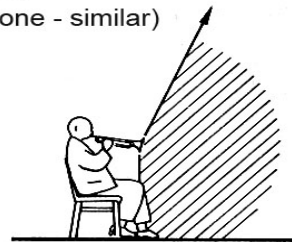


Ex. 17 Evita vazamentos, mas não capta todas as faixas de frequência com a mesma qualidade; o uso de um compressor pode ajudar no equilíbrio (2)

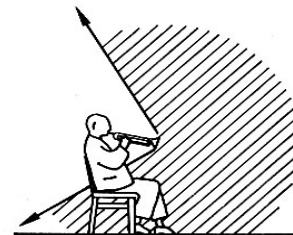
# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Metais

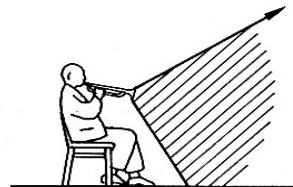
trompete  
(trombone - similar)



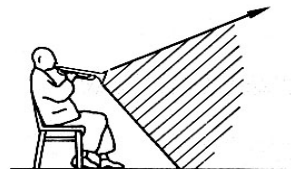
650 Hz



800 Hz



1000 Hz

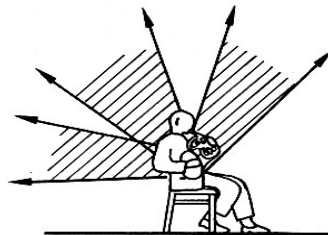


1500 - 2500 Hz

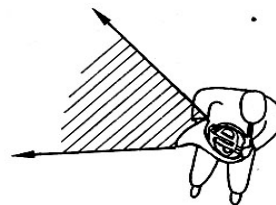


4000 - 15000 Hz

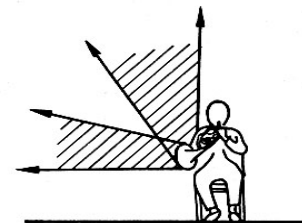
trompa



1000 - 1300 Hz



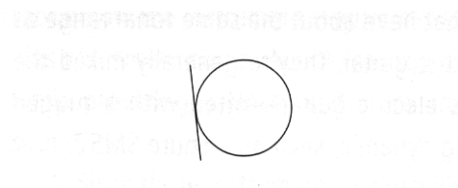
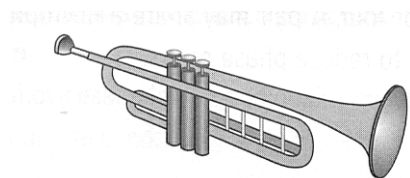
2000 - 3000 Hz



3000 - 5000 Hz

# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Metais



Ex. 18 Microfone de condensador (boa resposta a transientes)



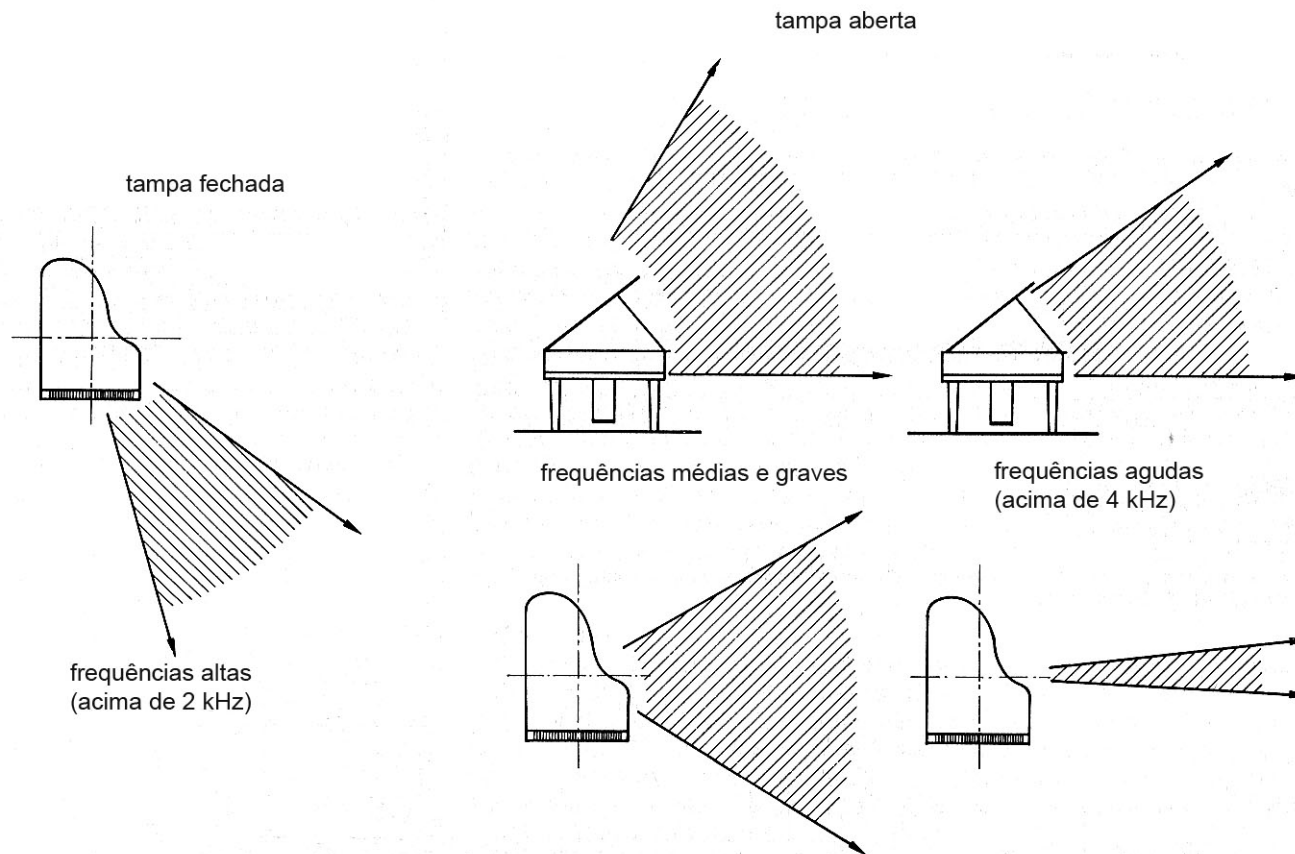
Ex. 19 Microfone dinâmico (som mais “arredondado”)



Ex. 20 Microfone de fita (som mais “aveludado”, efeito proximidade)

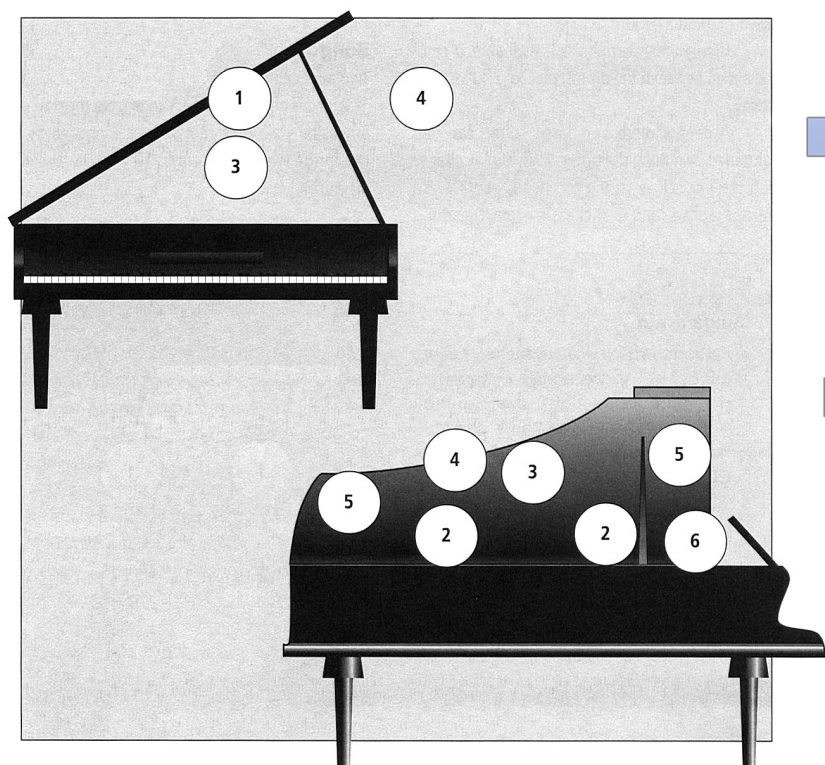
# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Piano



# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Piano



Ex. 21 Microfone de superfície na tampa do piano (refletor); bom para evitar ruídos ambientes e esconder o microfone (1)



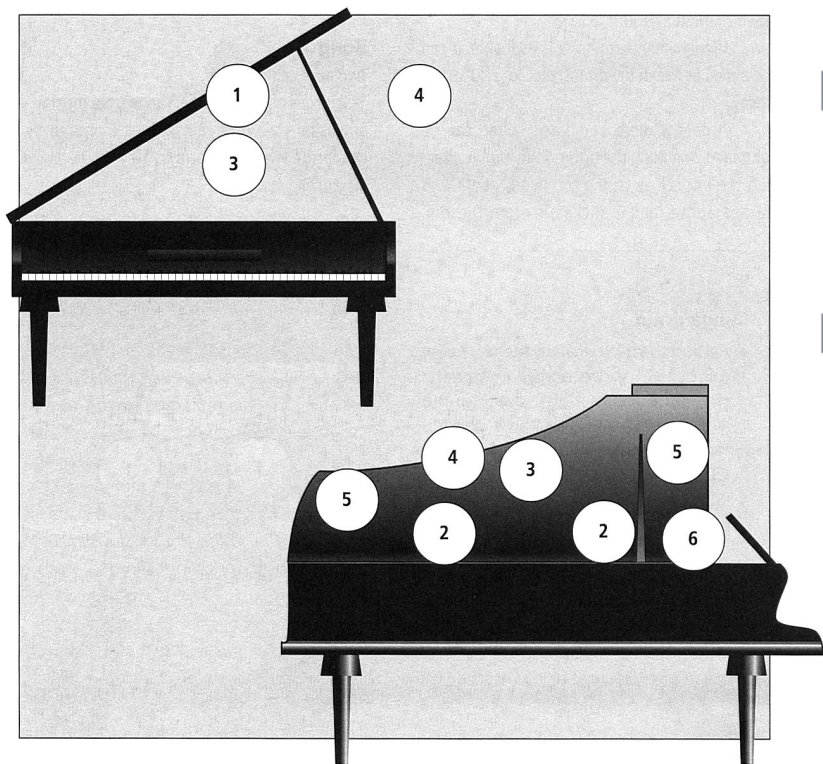
Ex. 22 Dois microfones (estéreo) centralizados nas cordas graves e agudas (2)



Ex. 23 Par coincidente (estéreo) dentro do piano (3)

# Microfones

## V - Posicionamento: Padrões de Irradiação - Piano



Ex. 24 Par coincidente ou um microfone colocado um pouco afastado do corpo do piano. Ideal para solos ou piano clássico (podendo-se usar distâncias maiores) (4)



Ex. 25 Dois microfones (estéreo) espaçados de frente para a tampa (5)



Ex. 26 Par coincidente ou um microfone colocados logo acima dos martelos; rico em harmônicos e transientes; usado em música popular (6)

# Microfones

## **VI - Microfonação Estereofônica**

Técnicas e métodos usados para se obter uma “imagem espacial” do posicionamento das fontes sonoras

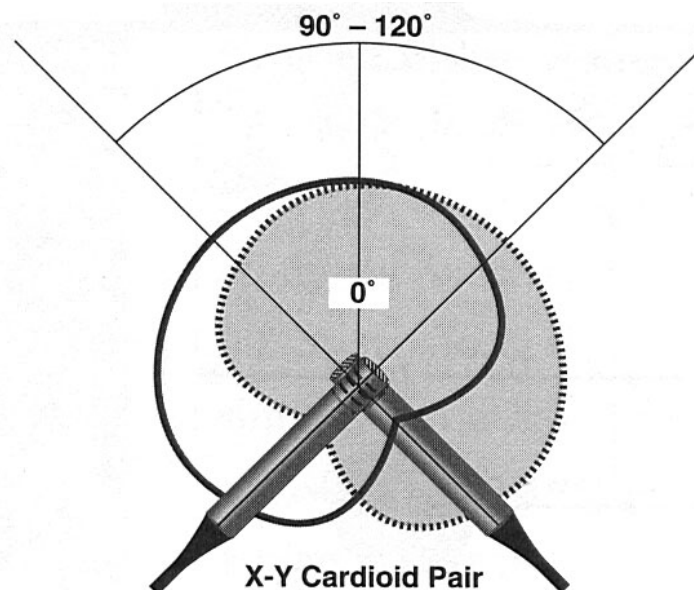
# Microfones

## VI - Microfonação Estereofônica

### Configuração X-Y

- Uma das configurações mais utilizadas.
- As capsulas dos dois microfones estão o mais próximas possível nos eixos horizontal e vertical.
- Boa separação estereofônica e imagem; boa somatória em mono

Ex. 27



# Microfones

## VI - Microfonação Estereofônica

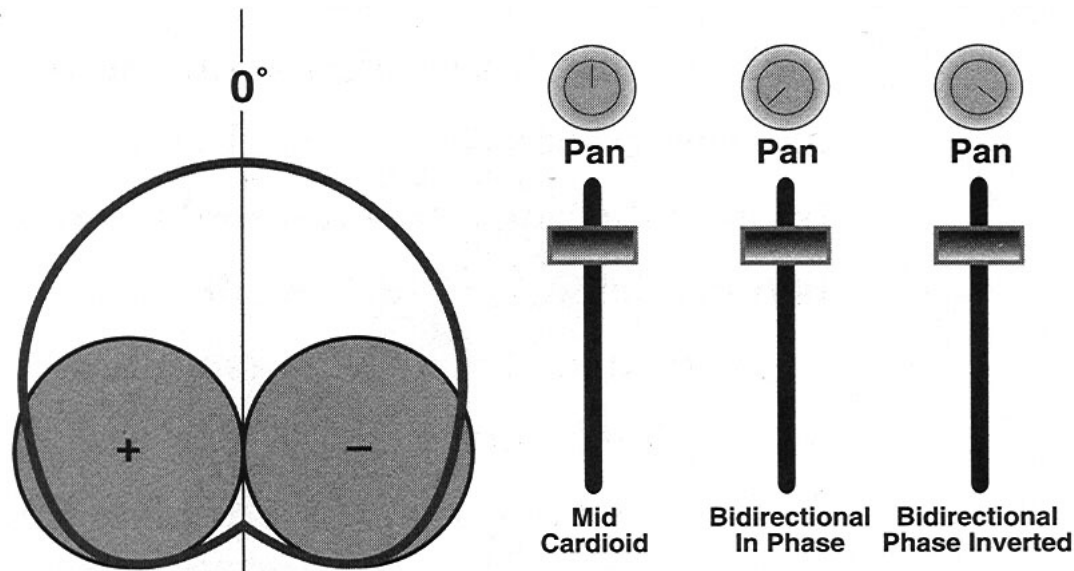
### Configuração MS (mid-side)

- Boa imagem estereofônica com total compatibilidade em mono;
- Utiliza um microfone cardióide (ou omni) para o centro (mid) e um microfone bi-direcional apontado para os lados (side).
- Ambos os microfones são enviados para os dois canais, mas o bi-direcional tem o lado direito invertido em 180° em relação ao direito.
- Em relação à imagem estereofônica é similar ao X-Y, com mais presença no centro.
- Quando somada em mono, os canais laterais se cancelam sobrando apenas o sinal do microfone central, não ocorrendo assim nenhum problema de cancelamento de fase.
- Para minimizar efeitos de fase, os dois microfones devem estar o mais próximo possível.

# Microfones

## VI - Microfonação Estereofônica

Configuração MS (mid-side)



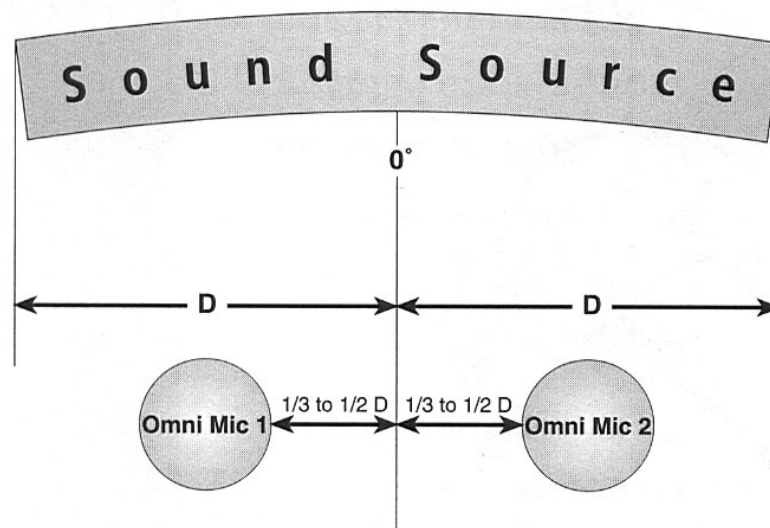
Ex. 28

# Microfones

## VI - Microfonação Estereofônica

### Configuração de Par Espaçado

- Ideal para pequenos grupos de câmara e corais.
- Boa imagem estereofônica e ambiente natural.
- Recebe coloração do ambiente; evitar em situações em que a acústica é desfavorável.



Ex. 29

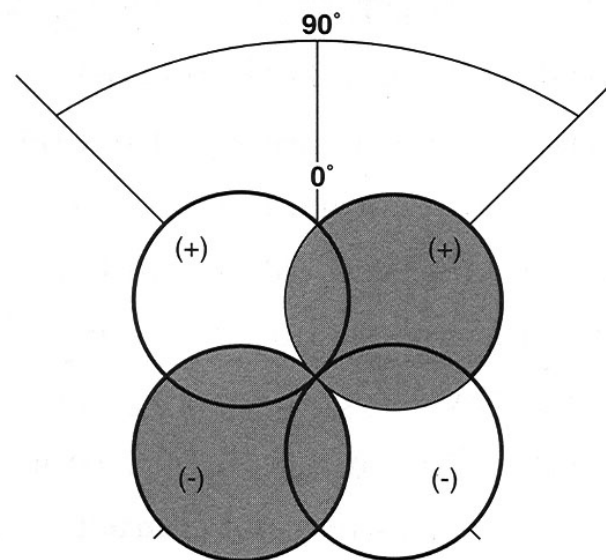


# Microfones

## VI - Microfonação Estereofônica

### Configuração Bidirecional Cruzada (Blumlein)

- Semelhante à X-Y, mas usa dois bidirecionais desviados em  $90^\circ$  no eixo horizontal.
- Como na X-Y oferece boa somatória em mono, mas o ambiente tem mais influência



Ex. 30



# Microfones

## VI - Microfonação Estereofônica

### Gravação Binaural

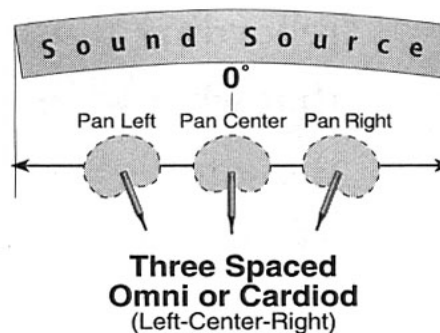
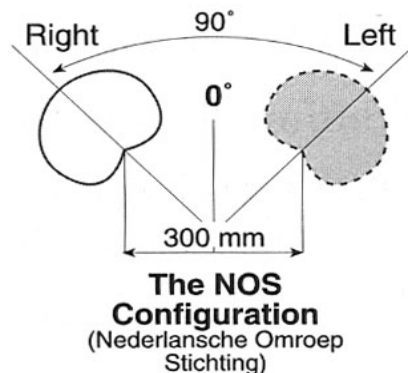
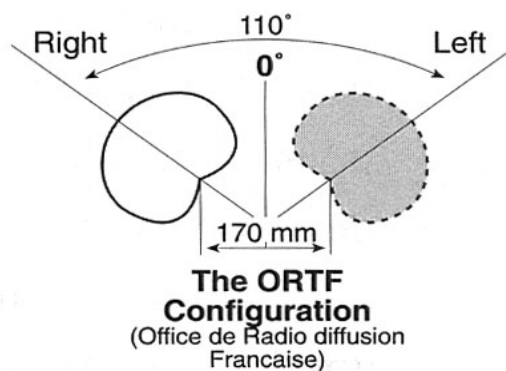
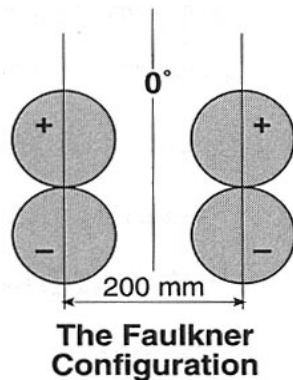
- Imagem estereofônica bastante realística e excelente localização espacial das fontes, especialmente quando ouvida por fones-de-ouvido.
- Não é tão efetiva quando ouvida em caixas-acústicas.
- Simula diferenças interaurais de amplitude e tempo recriando as modificações espectrais causadas pelo ouvido externo, cabeça, ombros e torso. Essas mudanças estão relacionadas à HRTF (*head-related transfer function*).



# Microfones

## VI - Microfonação Estereofônica

### Outras técnicas estereofônicas



# Microfones

## VII - Bibliografia

- Dickreiter, M. (1989). Tonmeister technology: recording environments, sound sources and microphone techniques. New York, Temmer Enterprises, Inc.
- Eargle, J. and C. Foreman (2002). Audio engineering for sound reinforcement. Milwaukee, WI, JBL/Hal Leonard Corporation.
- Gibson, B. (2002). Microphone Techniques. Auburn Hills, MI, Pro Audio Press.
- Huber, D. M. and P. Willianms (1998). Professional Microphone Techniques. Emeryville, Mix Books.
- Moscal, T. (2001). Sound Check: o básico de som e sistemas de sonorização. Rio de Janeiro, H. Sheldon.
- Stark, S. H. (1996). Live Sound Reinforcement. Emeryville, MixBooks.
- Valle, S. d. (1997). Microfones: Tecnologia e Aplicação. Rio de Janeiro, Editora Música & Tecnologia.