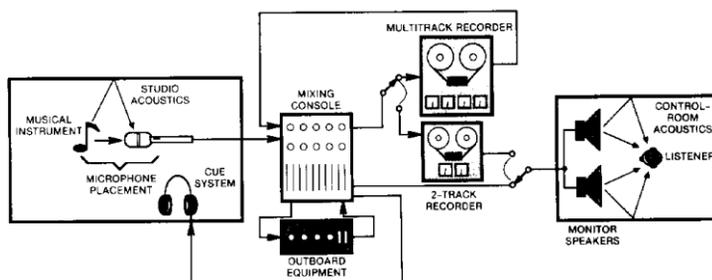


# Microfones: funcionamento e características

João Paulo Teixeira  
[joaopt@ipb.pt](mailto:joaopt@ipb.pt)  
[www.ipb.pt/~joaopt](http://www.ipb.pt/~joaopt)  
 Departamento de Electrotecnia  
 ESTiG – Instituto Politécnico de Bragança

## Cadeia de gravação/reprodução



- ▶ funções dos microfones:
  - captação do som
  - controle acústico
- ▶ Técnico:
  - saber escolher e posicionar

## Microfone

- ▶ Definição
  - dispositivo que converte sinais acústicos (ondas sonoras) em sinais eléctricos. Transdutor acústico-eléctrico
- ▶ Funcionamento: Duas operações
  - **onda sonora pressiona o diafragma**, superfície capaz de sofrer pequenos deslocamentos para frente e para trás reproduzindo o movimento das partículas do ar
  - o movimento do diafragma causa uma **variação correspondente numa propriedade de um circuito eléctrico**

JPT

3

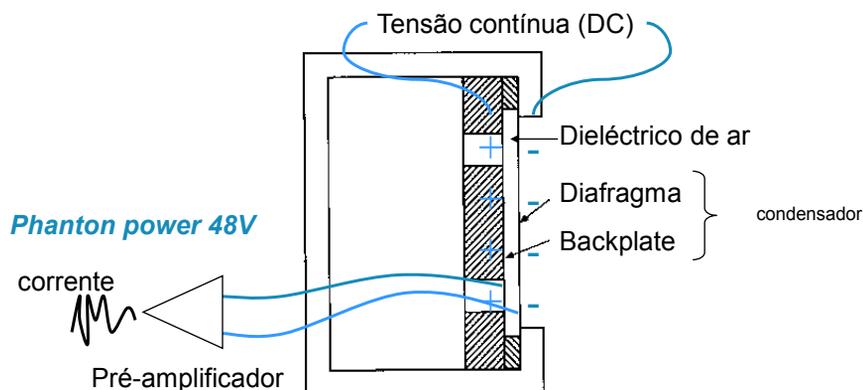
## Tipo de conversão ⇒ tipo de microfone

- ▶ Electrostática
  - microfones capacitivos (condensador)
- ▶ Electrodinâmica ou electromagnética
  - microfones dinâmicos (bobina móvel e fita)
- ▶ Resistência de contacto variável
  - microfones de carvão (telefone)
- ▶ Piezoelétrica
  - microfones de cristais e microfones cerâmicos

JPT

4

## Microfone capacitivo



- A pressão do ar desloca o diafragma,
- que modifica a espessura do dielétrico,
- que modifica a capacitância
- que produz uma (fraca) corrente eléctrica variável
- que é amplificada

JPT

5

## Microfone de Condensador (Capacitivo)

- ▶ Actualmente, a carga polarizada usada na maioria dos microfones de condensador é implementada com um "electreto" pré-polarizado, uma camada carregada permanentemente na placa ou na parte posterior do próprio diafragma. A polarização por meios externos normalmente é usada apenas nos microfones de estúdio de mais alta qualidade.

Os microfones capacitivos possuem alta sensibilidade e menor saturação do sinal. A sua utilização, requer alimentação eléctrica, através de bateria interna ou "phantom power".

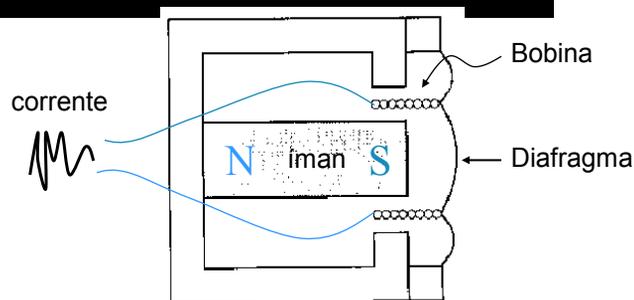
São exemplos de microfones capacitivos: Shure PG81, AKG C1000S, AKG C3000B, Samson Q1, etc.



JPT

6

## Dinâmico: Bobina móvel



- A pressão do ar desloca o diafragma,
- que movimenta a bobina
- que faz variar o campo magnético dentro dela
- que induz uma corrente eléctrica variável na bobina

JPT

7

## Microfone Dinâmico

- ▶ Os microfones dinâmicos em geral possuem pouca sensibilidade, mas são fáceis de usar, pois não requerem alimentação eléctrica, e por isso são preferidos para uso ao vivo.

São exemplos de microfones dinâmicos:  
Shure SM57, Shure SM58, AKG D880, AKC D3700, Samson Q2, etc



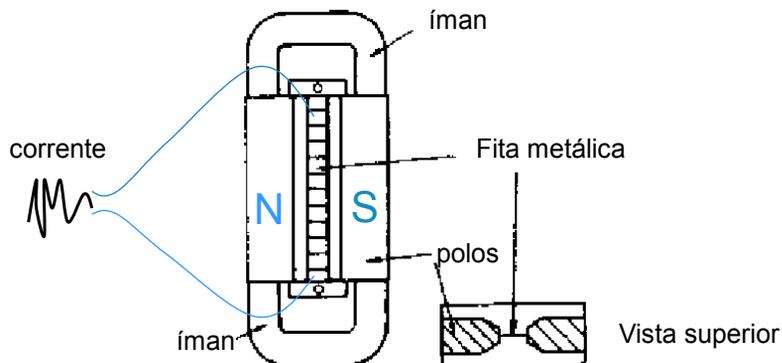
evolution



JPT

8

## Dinâmico: De fita

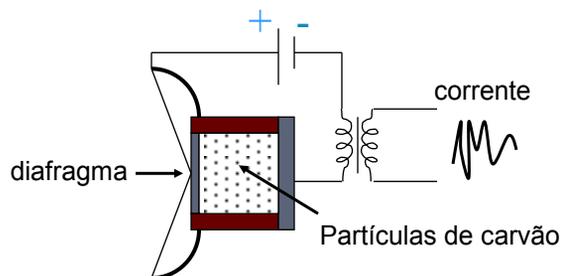


- A pressão do ar desloca a fita,
- que faz variar o campo magnético que a atravessa
- que induz uma tensão variável nas bordas da fita

JPT

9

## Microfone de carvão (de telefone)



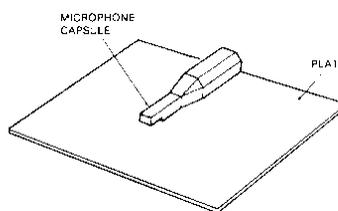
- A pressão do ar desloca o diafragma,
- que faz variar a densidade de partículas
- que varia a resistência eléctrica
- que faz variar a corrente

JPT

10

## Outros microfones

- ▶ Microfone de cerâmica e Microfone de cristal
  - ambos baseados no efeito piezoelétrico:
  - deformação => corrente
- ▶ Microfones especiais
  - de superfície (contorno)
  - miniatura
  - estéreo



JPT

11

## Operação do diafragma

- ▶ Microfones de pressão
  - qualquer diafragma exposto à onda sonora de um só lado
  - ex. bobina móvel, capacitivo, etc.
- ▶ Microfones de velocidade (gradiente de pressão)
  - o diafragma é exposto à onda sonora de ambos os lados
  - o seu movimento depende da diferença de pressão, ou seja, da velocidade instantânea da onda sonora
  - ex. Microfone de fita
    - pode ser usado por dois cantores, instrumentistas ou grupos simultaneamente

JPT

12

## Características dos microfones

- Direccionalidade
- Resposta em frequência
- Efeito de proximidade
- Nível máximo de pressão sonora
- Sensibilidade
- Resposta a transitórios
- Impedância
- Nível de saída
- Robustez mecânica
- alimentação e polaridade da saída
- etc.

JPT

13

## Direccionalidade

Dependendo da resposta às diferentes direcções de incidência do som, os microfones podem ser:

### 1) Omnidireccionais

- captam igualmente sons de todas a direcções

### 2) Unidireccionais

- captam som apenas de uma direcção
- dividem-se em cardióide, super-cardiíode, hiper-cardiíode e shot-gun

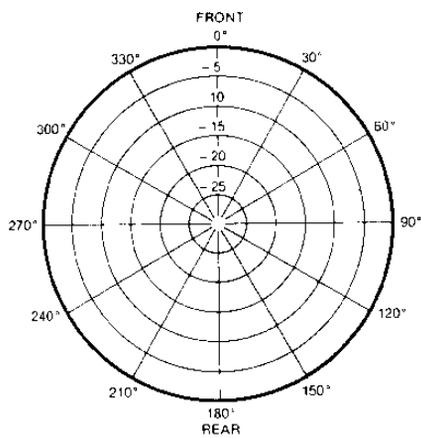
### 3) Bidireccionais

- captam som de duas direcções opostas

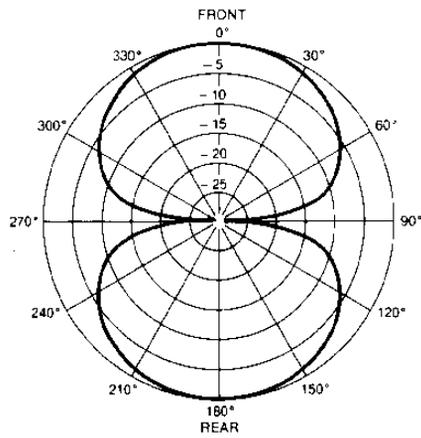
JPT

14

## Diagramas polares: omni e bi



OMNIDIRECTIONAL

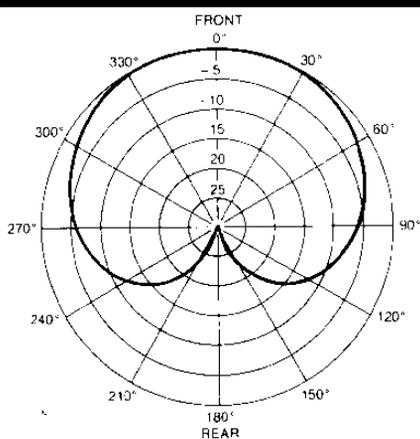


BIDIRECTIONAL

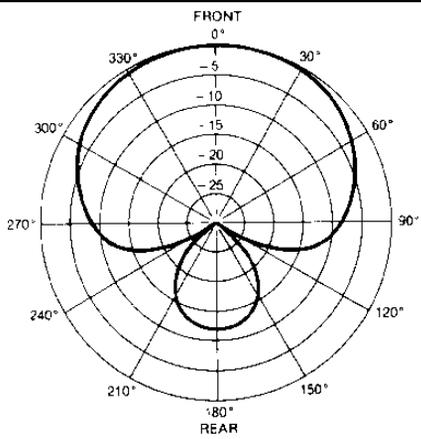
JPT

15

## Diagramas polares: Unidireccionalis cardióide e super



CARDIOID

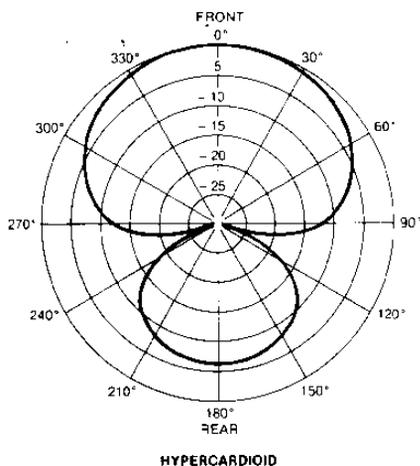


SUPERCARDIOID

JPT

16

## Diagrama polar: Unidireccionais hiper-cardióide



JPT

17

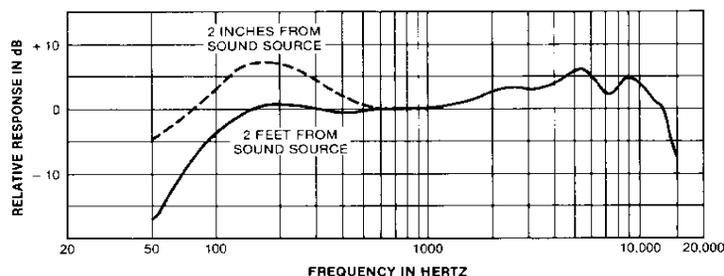
## Direccionalidade x tipo de microfone

- ▶ Condensador
  - omnidireccionalis
  - unidireccionalis: todas as categorias
  - bidireccionalis
- ▶ Bobina móvel
  - omnidireccionalis
  - unidireccionalis: todas as categorias

JPT

18

## Efeito de proximidade



- ▶ Os unidireccionais enfatizam os graves quando usados perto da fonte sonora
  - Bom para baterias mas mau para voz e outros
  - solução: cortar graves na mesa ou usar microfones com “passa-baixo” embutido

JPT

19

## Resposta em frequência

- ▶ Observação
  - Como o microfone é o primeiro elo da cadeia, a resposta em frequência deve ser adequada!
- ▶ Três factores afectam a fidelidade de reprodução
  - **Gama de frequência:** quanto mais extensa mais fiel
  - **Resposta suave:** não deve possuir picos ou vales abruptos em nenhuma frequência
  - **Resposta plana:** a resposta deve permanecer no mesmo nível durante toda a gama de frequência. A resposta será a mesma para qualquer frequência

JPT

20

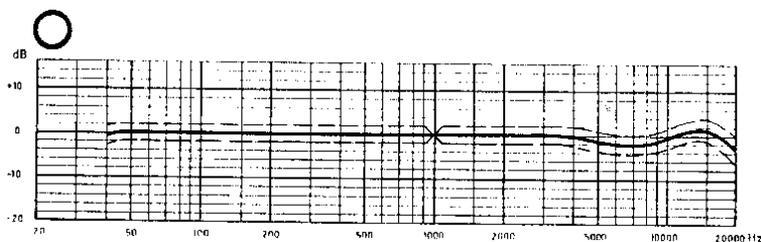
## Resposta em frequência

- ▶ Gama de frequência
  - com tolerância de  $\pm 3$  dB, de 50 a 15kHz é razoável, de 40 a 18kHz é ótimo, de 20 a 20kHz é excelente
  - mas tudo depende do que se pretende gravar
  - a resposta às baixas frequências deve-se limitar ao instrumento
- ▶ Exemplos (Senheiser)
  - Os valores são medidos em referência à resposta a 1KHz a 0 dB



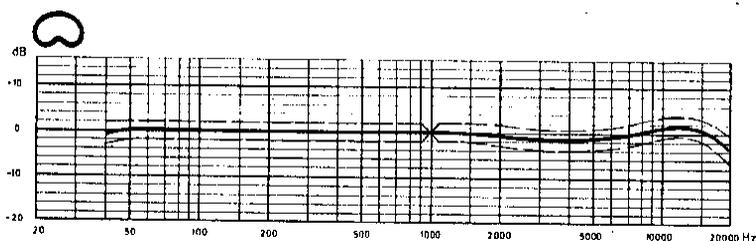
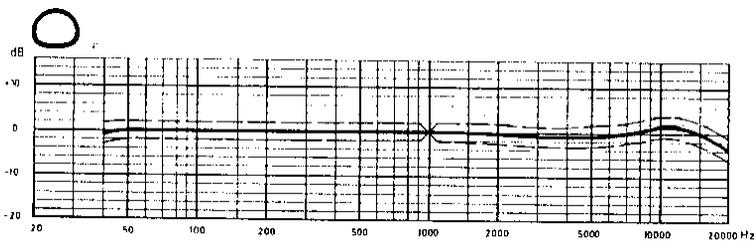
21

## Exemplos (Senheiser)



22

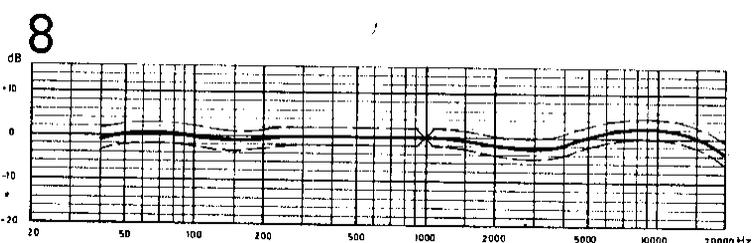
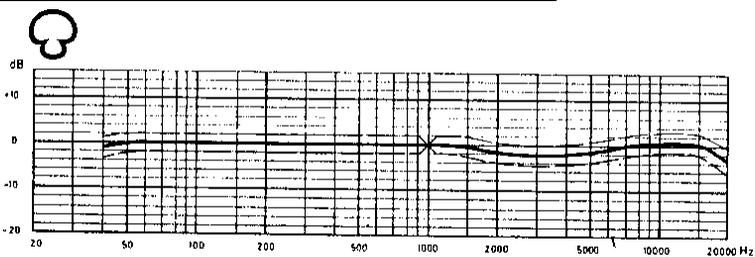
## Exemplos (Senheiser)



JPT

23

## Exemplos (Senheiser)



JPT

24

## Como escolher o microfone?

- ▶ Usar omni-direccionais para
  - captar sons de toda a parte
  - captar reverberação da sala
  - diminuir a sensibilidade ao “burst” (explosão)
  - obter baixo ruído
  - anular efeito de proximidade
  - Estender respostas nas baixas frequências (mics. Capacitivos)
  - gastar menos dinheiro €€
- ▶ Usar uni-direccionais para
  - captação selectiva
  - rejeitar acústica da sala (reverberação e eco), ruído de fundo e realimentação (“feedback”)
  - obter efeito de proximidade
    - obs. o mais popular é o cardióide!

JPT

25

## Sensibilidade

- ▶ É a medida de eficiência do microfone
  - para uma mesma fonte sonora, microfones sensíveis produzem um sinal de saída mais forte do que os menos sensíveis
  - Mics. pouco sensíveis exigem um maior ganho de entrada da mesa => maior ruído
    - Crítico em instrumento acústicos de baixa gama dinâmica
  - No entanto, a sensibilidade não altera a “qualidade” (sound quality)
- ▶ Medida:
  - tensão gerada por um tom de 1 kHz a 74 dB-SPL
    - De condensador: -65dB (alta sensibilidade)
    - bobina móvel: -75 dB (média sensibilidade)
    - fita: -85 dB (baixa sensibilidade)

JPT

26

## Resposta aos transitórios

- ▶ Uma boa resposta aos sinais transitórios (variações bruscas) implica que haja clareza e qualidade.
- ▶ Neste aspecto...
  - o melhor é o Capacitivo
    - ex. bom para ouvir o “tin” de um prato duplo da bateria.
  - Os de bobina têm resposta baixa
    - pode ser usado em metais para “cortar as arestas”
  - O de fita está entre os dois
    - metais para suavizar, dar som “cheio”,...

JPT

27

## Impedância de saída

- ▶ A impedância de saída de um microfone pode ser
  - alta ( $>10000$  ohm) – microfones dinâmicos
  - média (1000–4000 ohm)
  - baixa (150–600 ohm) – microfones capacitivos
    - Obs: a impedância é medida a 1kHz
- ▶ Baixas impedâncias são preferidas
  - permitem uso de cabos longos sem grande captação de ruídos e perdas nas altas frequências
  - as mesas estão preparadas para tal

JPT

28

## Máximo nível de pressão sonora

- ▶ **Maximum SPL**
  - ponto a partir do qual o microfone distorce (3% de distorção harmónica)
  - 120 dB é bom, 135 é muito bom, e 150 é excelente
- ▶ **Neste aspecto**
  - Mics de bobina “aguenta” mais sons fortes e por isto pode ser usado para percussão, bateria, amplificadores de guitarra, etc.
  - Mics capacitivos saturam antes...



29

## Outros

- ▶ **Ruído próprio**
  - ruído eléctrico que o microfone produz
- ▶ **Nível de saída**
  - normalmente expresso, a 1 kHz, em mV/Pascal, dBm ou dBV
  - áudio balanceado: + 4dBm
  - áudio não-balanceado: -10 dBV
- ▶ **Robustez**
  - Capacitivos são mais frágeis, e Fita mais ainda



30

## Como escolher o microfone?

Requirement	Recommended Mic Characteristic
Natural, smooth, tone quality.	Flat frequency response.
Bright, present, tone quality.	Rising frequency response.
Extended lows.	Omnidirectional condenser, or dynamic with extended low-frequency response.
Extended highs (detailed sound).	Condenser.
Reduced "edge" or detail.	Dynamic.
Boosted bass (up close).	Single-D cardioid.
Flat bass response (up close).	Omnidirectional, multiple-D cardioid, or single-D cardioid with bass rolloff.
Reduced pickup of leakage, feedback, and room acoustics.	Unidirectional (or close-up omnidirectional).
Enhanced pickup of room acoustics.	Omnidirectional (or unidirectional farther away).
Miking close to a surface; Even coverage of moving sources or large sources; Inconspicuous microphone.	Boundary mic or miniature mic.
Coincident or near-coincident stereo (see Chapter 18).	Unidirectional mic or stereo mic.
Extra ruggedness.	Moving coil.
Reduced handling noise.	Omni (or unidirectional with shock mount).
Reduced breath popping.	Omni (or unidirectional with pop filter).
Distortion-free pickup of very loud sounds.	Condenser with high maximum-SPL specification, or dynamic.
Noise-free pickup of quiet sounds.	Low self-noise, high sensitivity.

JPT

31

## Como escolher o microfone?

- ▶ **Mic. Capacitivo**
  - excelente resposta em frequência
  - excelente qualidade de reprodução
  - não é afectado por variações de temperatura
  - nível de saída reduzido
  - frágil
- ▶ **Mic. Dinâmico**
  - baixa impedância
  - bom nível de saída
  - suporta bem altas pressões sonoras
  - boa resposta em frequência e qualidade de reprodução

JPT

32

## Acessórios

- ▶ **Anti-puff**
  - usado pelos vocalistas para evitar os puffs (explosões do tipo letra “b”, “p” e “t”)
  - O anti-puff fica entre a fonte e o microfone
- ▶ **Pedestais (estantes) e luvas**
  - serve para posicionar os microfones
  - Deve ter base de metal pesada + mecanismos de rotação + telescópio
- ▶ **Aranha (Shock mount)**
  - segura o microfone com material elástico
  - evita contacto directo com os suportes, isolando-o de choques mecânicos

JPT

33