

## 1. Como funcionam os microfones

Existem dois princípios operacionais usados nos microfones AKG: o dinâmico e o capacitivo. O microfone do tipo dinâmico consiste de um diafragma fino acoplado a uma pequena bobina de alumínio imersa num forte campo magnético. Quando o som atinge o diafragma, ele então se move para dentro e para fora, fazendo a bobina também se mover. O movimento da bobina dentro do campo magnético fixo gera uma voltagem nos terminais da bobina, que é análoga à condição da pressão do ar no diafragma, como mostra a Fig.1.

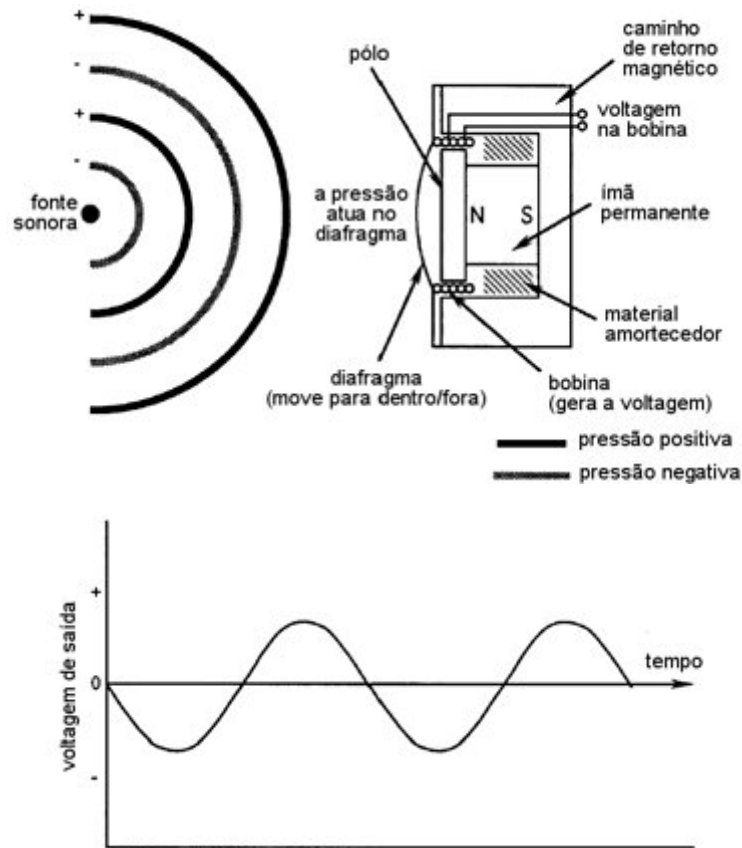


Figura 1

Os microfones que usam o princípio do capacitor variável são conhecidos como microfones capacitivos ou "condenser" (o termo condensador vem da terminologia eletrônica antiga). O microfone capacitivo consiste de uma placa fixada muito próxima ao diafragma, como mostra a Fig.2. Entre a placa e o diafragma é mantida uma carga elétrica polarizada, de forma que quando o diafragma se move sob a influência das ondas sonoras, a voltagem entre ele e a placa varia da mesma forma.

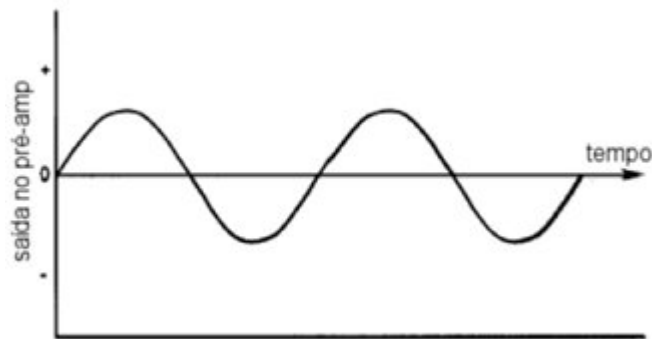
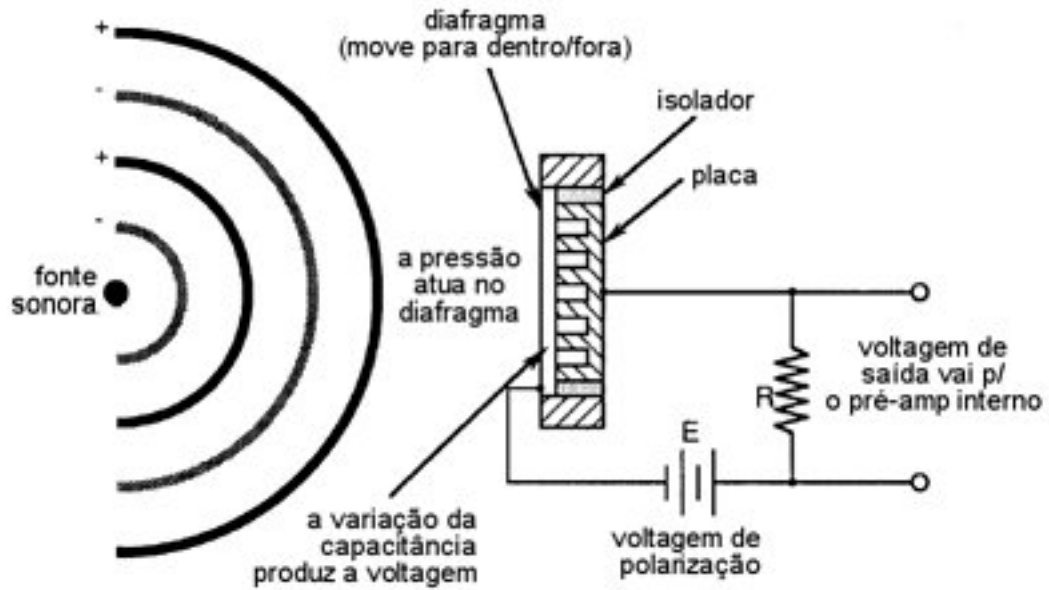


Figura 2

Atualmente, na maioria dos microfones capacitivos a polarização é obtida por meio de um eletreto, uma camada pré-polarizada, localizada na placa ou então atrás do próprio diafragma. Os microfones profissionais de alta qualidade geralmente usam polarização externa. A Fig.3 mostra a vista em corte de um microfone capacitivo pré-polarizado, com o material polarizante (eletreto) localizado na placa.

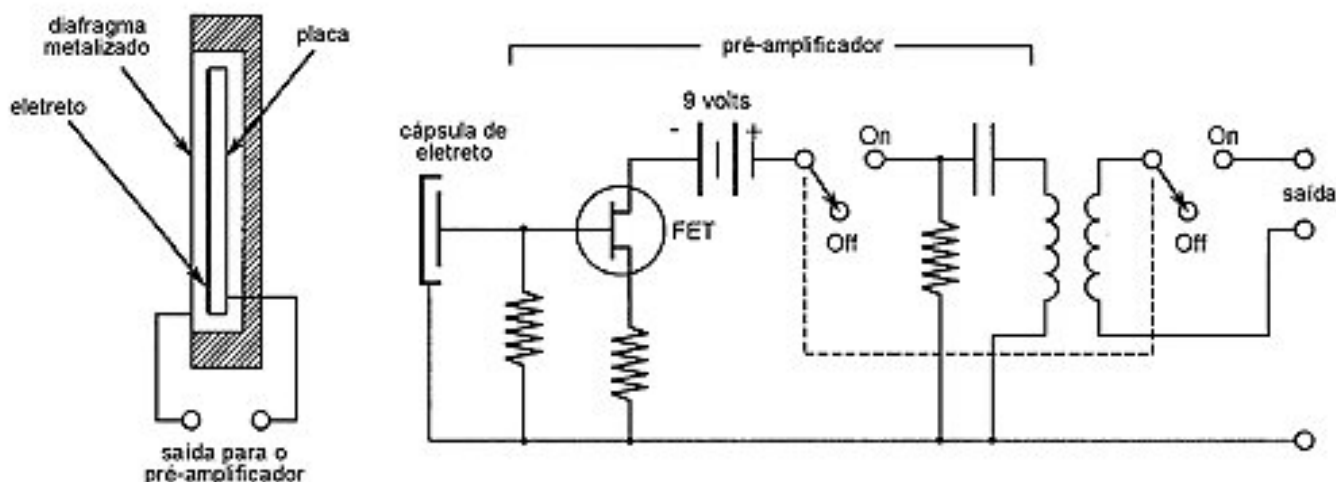


Figura 3

Todos os microfones capacitivos possuem um pré-amplificador localizado junto ao diafragma, necessário para converter a alta impedância do elemento capacitivo variável a um valor adequadamente baixo, para que o sinal possa ser facilmente transmitido sem perda significativa através de um cabo comum.

Alguns microfones pré-polarizados são alimentados diretamente por uma bateria de 9 volts, como mostrado no diagrama da Fig.3, mas quase todos os microfones capacitivos são alimentados externamente por uma fonte de 48 volts em corrente contínua, chamada de "phantom power", que é fornecida pela mesa de mixagem ou outro tipo de equipamento onde o microfone pode ser conectado (pré-amplificador, etc). Alguns microfones, como o **AKG C1000S**, podem ser alimentados tanto por uma bateria interna de 9V quanto por "phantom power".



## 1.1. Padrões de captação dos microfones

A característica mais fundamental de um microfone é seu padrão de captação tri-dimensional. Talvez 90% de todos os microfones estejam dentro de duas categorias: omnidirecionais e cardióides.

Os microfones do tipo cardióide são, basicamente, unidirecionais, e existem três variações: cardióide, hiper-cardiíide, e super-cardiíide. A AKG oferece uma variedade de padrões de captação em sua linha de microfones de mão, dinâmicos ou capacitivos. Alguns modelos, geralmente referidos como "shotgun", possuem um tubo longo que os torna altamente direcionais em frequências médias e altas. Esses designs exóticos não usados nas aplicações mais comuns, mas são extremamente úteis quando a captação precisa ser feita a uma distância razoável da fonte sonora.

### 1.1.1. Omnidirecional

A Figura 4 mostra o padrão omnidirecional numa representação em duas dimensões conhecida como padrão polar (A), e também numa representação tri-dimensional (B).

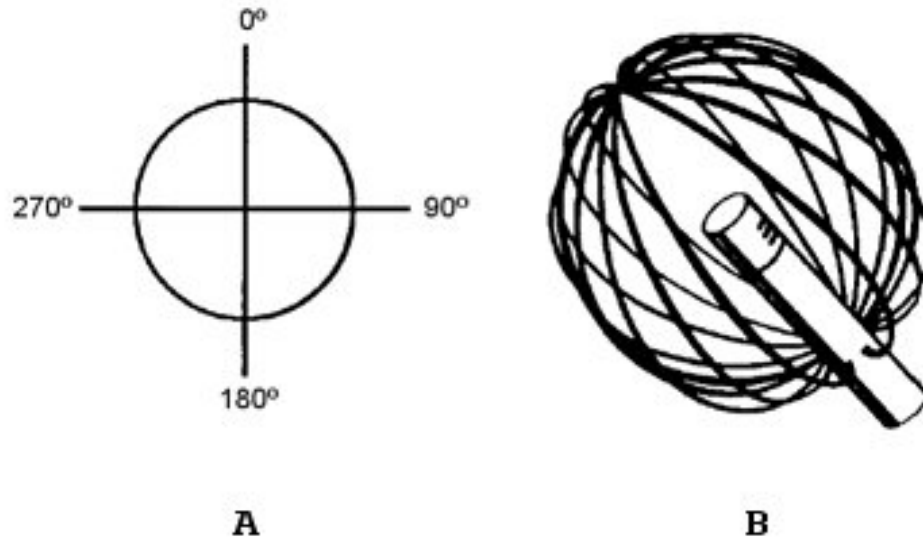


Figura 4

O padrão omni é obtido restringindo a entrada do som no microfone a um único ponto na frente do diafragma. Por causa disso existe pouquíssima distinção quanto à direção em que o som incide, e assim o microfone responde igualmente aos sons vindos de todas as direções. Nas frequências muito altas há uma tendência à captação maior pela frente, mas na maioria das aplicações isso é irrelevante.

### 1.1.2. Cardióide

A Figura 5 mostra os detalhes do microfone do tipo cardióide. Observe que há dois caminhos até o diafragma: um pela frente, e outro pelas aberturas dos lados.

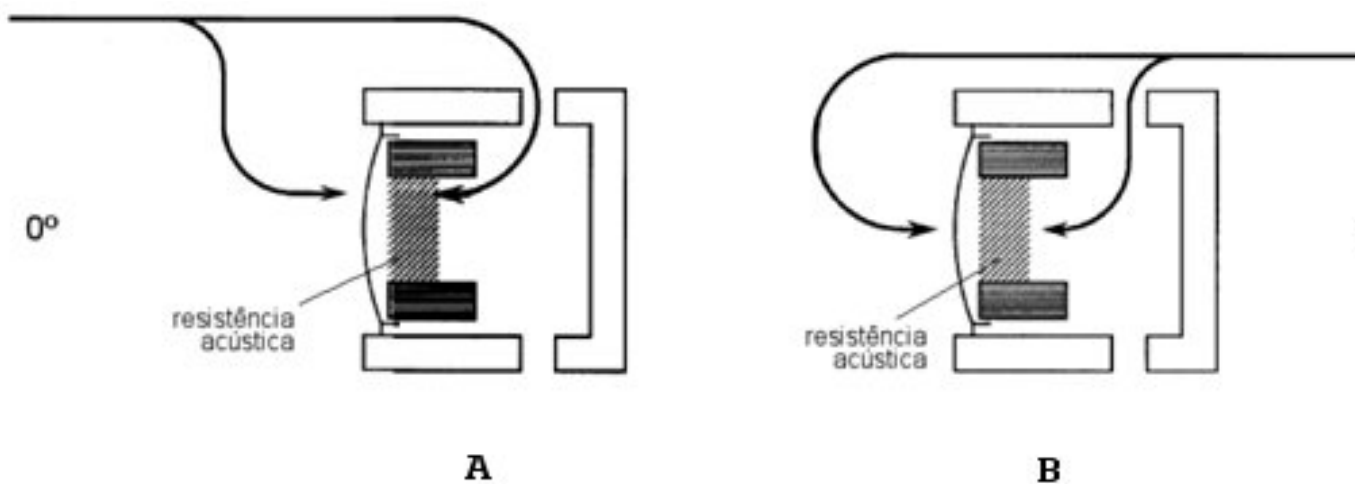


Figura 5

Para fontes sonoras localizadas no eixo do microfone ("on-axis"), isto é, com ângulo de

incidência de  $0^\circ$ , o som que entra pela frente sempre chega antes do som que entra por trás, pois ele atravessa um caminho mais curto (Fig.5A), e por isso é captado pelo microfone. Para uma fonte sonora localizada atrás ( $180^\circ$ ) do microfone, os dois sons que chegam ao diafragma são opostos e iguais, e assim se cancelam (Fig.5B). Na construção do microfone é usada uma resistência acústica para assegurar que os caminhos pela frente e por trás fiquem iguais para o caso de sinais que incidem a  $180^\circ$  do eixo.

Para posições intermediárias, a resposta irá variar, como mostra o diagrama polar na Fig.6A. Na Fig.6B é mostrada uma representação tri-dimensional do padrão cardióide.

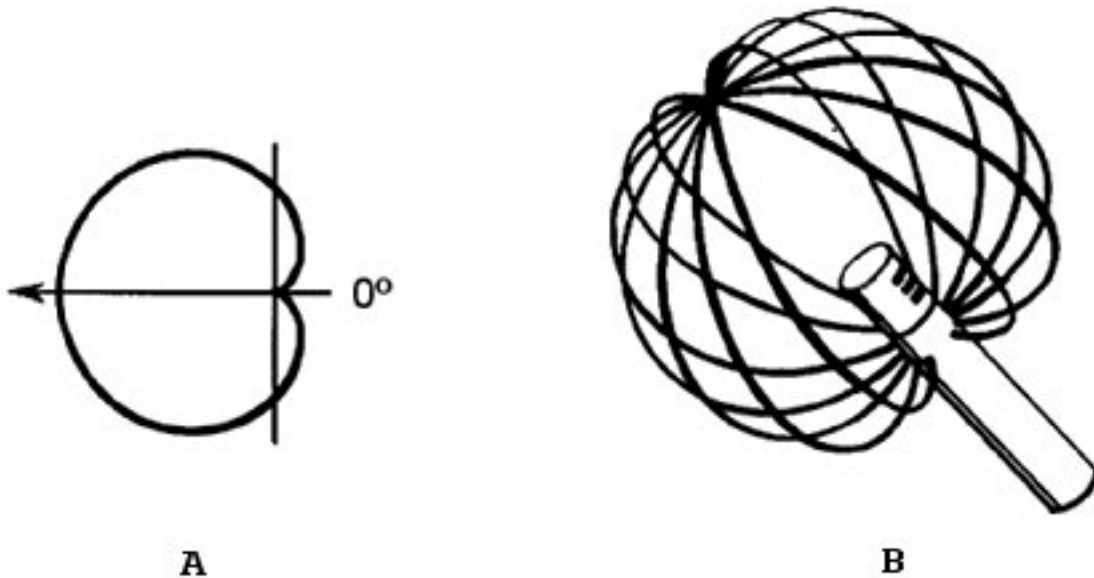


Figura 6

A estrutura interna de um microfone cardióide é muito mais complexa do que a de um microfone omni, e é tomado um cuidado muito grande no projeto do caminho por trás para que o cancelamento para fontes a  $180^\circ$  seja uniforme na maior gama possível de frequências.

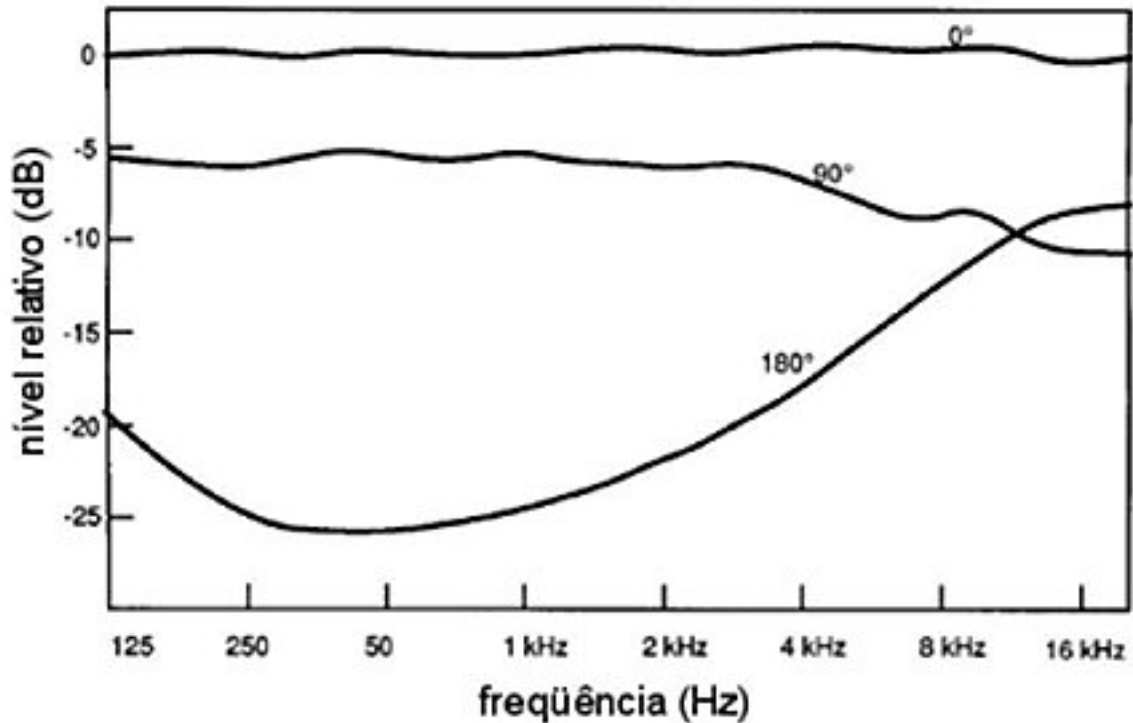


Figura 7

O gráfico da Fig.7 mostra um ótimo exemplo de microfone cardióide, medido em 0°, 90°, e 180°. Como se pode observar, a rejeição em 180° é da ordem de 20 a 25 dB na faixa de frequências médias, mas a ação cardióide diminui tanto nas frequências muito baixas quanto nas muito altas.

### 1.1.3. Hiper-cardióide e super-cardióide

Estes tipos são variações do padrão cardióide básico, e podem ser muito úteis em certas aplicações. Se o caminho por trás é levemente alterado, pode-se variar o ângulo no qual a captação é mínima. Existem dois padrões resultantes dessas alterações, que são conhecidos como hiper-cardióide e super-cardióide. Esses padrões têm o efeito de mudar o alcance do microfone, e podem ser muito úteis em determinadas aplicações de sonorização, por permitir mais ganho sem microfonia do que um cardióide. Isto será discutido na próxima seção.

## 1.2. Aspectos importantes dos microfones

Vejamos algumas diferenças importantes existentes entre os microfones com captação omnidirecional e os com captação cardióide.

### 1.2.1. Omnidirecionais

- A maioria dos microfones omni, sobretudo do tipo capacitivo, possui uma resposta de frequências bastante suave e por isso são largamente usados para captação de voz, tanto em sistemas de sonorização quanto em estúdios de gravação.

- Os microfones omnidirecionais têm um ruído de manuseio relativamente baixo e não possuem o efeito de proximidade, que realça os graves, como os cardióides (veja a seguir).
- Por causa de seus diafragmas bem amortecidos, os microfones omnidirecionais geralmente são mais robustos do que os cardióides.

### 1.2.2. Cardióides

- Um microfone cardióide possui um alcance maior do que um omnidirecional. Graças ao seu padrão de captação voltado para a frente, ele possui uma alta relação entre a resposta a sons vindos na direção de seu eixo e a resposta a direções aleatórias. A Fig.8A mostra uma comparação entre microfones omnidirecionais e cardióides, em termos de distâncias equivalentes de operação. O que essa ilustração demonstra é que o microfone cardióide pode ser usado a uma distância 1,7 vezes maior do que um omnidirecional, e ainda assim oferecendo a mesma supressão global do ruído aleatório do ambiente.

Um microfone com padrão hiper-cardióide pode ser usado a uma distância 2 vezes maior do que o omnidirecional para produzir um mesmo resultado, e um microfone com padrão super-cardióide pode ser usado a uma distância 1,9 vezes maior. Em termos de decibéis, quando usados a uma mesma distância de operação a rejeição do cardióide a os sons que chegam aleatoriamente é da ordem de 4,8 dB a mais do que um omnidirecional (Fig.8B). Por comparação, o super-cardióide teria uma rejeição de 5,8 dB a mais, e o hiper-cardióide uma rejeição de 6 dB a mais.

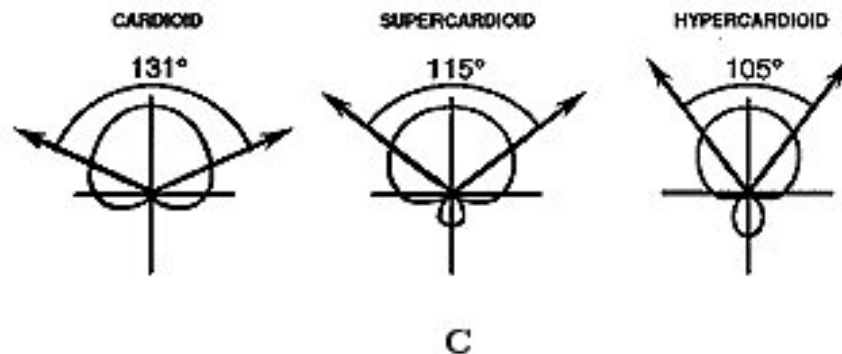
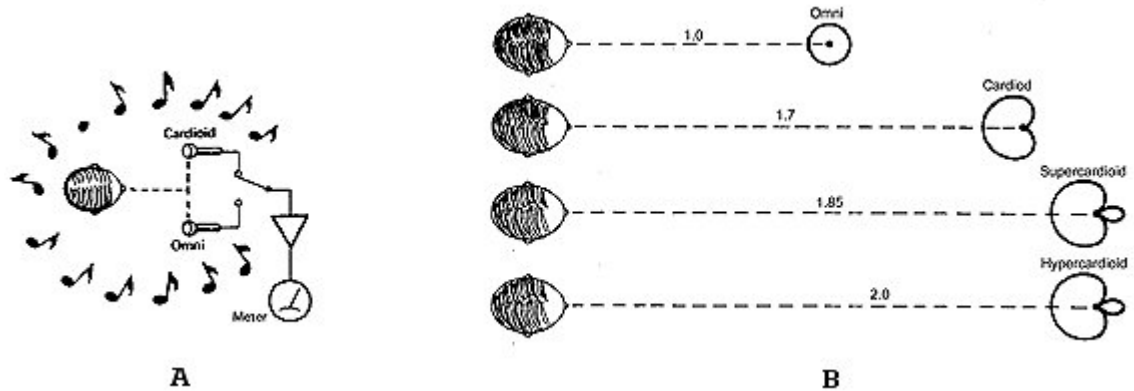


Figura 8

- O "efeito de proximidade" é ao mesmo tempo uma bênção e uma desgraça. Muitos cantores adoram a ênfase dos graves que se obtém quando seguram o microfone cardióide muito perto da boca, e por isso jamais pensam em usar um microfone omnidirecional. Por outro lado, o efeito de proximidade faz o microfone cardióide ser muito sensível a ruídos pelo seu manuseio e aos efeitos do vento. A Fig.9 mostra o efeito de proximidade típico com um microfone cardióide: a resposta de freqüências é mostrada para distâncias de operação desde 7,5 cm até 30 cm. Esse microfone foi projetado para ter uma queda de resposta a baixas freqüências de acordo com o aumento da distância, de forma que o efeito de proximidade restaure as baixas freqüências quando o microfone é posicionado mais próximo. Muitos dos microfones indicados para voz são projetados dessa maneira, de forma a poderem causar um pequeno reforço quando usados próximos à boca.

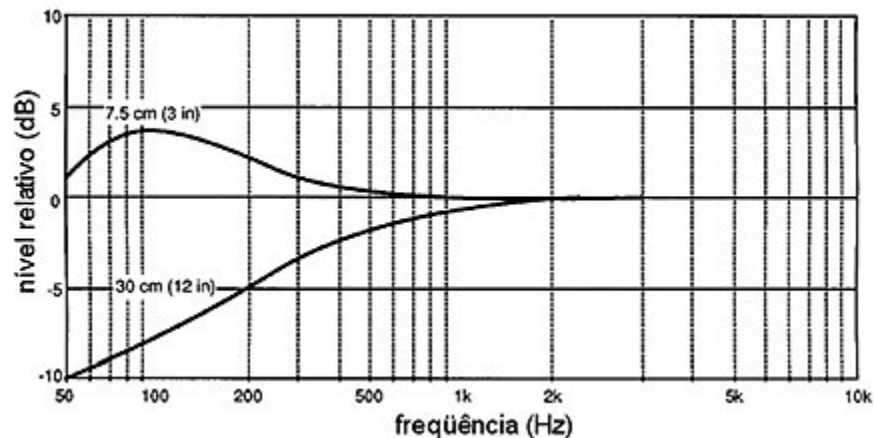


Figura 9

- Em aplicações normais de sonorização, o padrão cardióide oferece imunidade extra à realimentação (microfonia), embora talvez nem sempre tão próximo dos 4,8 dB mencionados no item 1 acima.
- Como podemos ver, os padrões hiper-cardióide e super-cardióide oferecem uma pequena melhoria em relação ao cardióide em termos de imunidade a sons aleatórios. Embora o engenheiro de gravação possa preferir o cardióide comum por seu ponto nulo em 180°, o engenheiro de sonorização geralmente prefere o super-cardióide e o hiper-cardióide pelo seu maior alcance. Ao abrir mais o lóbulo posterior (180°) na resposta direcional (veja representação dos padrões na Fig.8B), o padrão frontal fica mais "justo" do que no cardióide comum. Isso pode também ser útil no palco, onde dois ou mais cantores podem estar bastante próximos um do outro. Os gráficos da Fig.8C mostram os ângulos nominais de aceitação ( $\pm 3$  dB) oferecidos pelos microfones de padrão cardióide.



### 1.3. Características elétricas dos microfones AKG

Nesta seção discutiremos cinco itens que têm a ver com o aspecto elétrico do microfone: impedância, sensibilidade, nível de ruído intrínseco, ponto de saturação, e alimentação.

#### 1.3.1. Impedância

De acordo com a tendência atual, os microfones capacitivos da AKG possuem impedância interna da ordem de 200 ohms, enquanto os dinâmicos possuem impedâncias que variam de 200 a 800 ohms. De uma forma geral, esses valores podem ser incluídos na designação "baixa impedância". Todos os microfones da AKG são projetados para serem conectados em entradas de mesas de mixagem ou de outros equipamentos de áudio que tenham impedância nominal de 3.000 ohms ou mais. A vantagem dos microfones de baixa impedância é que eles podem ser usados a uma distância bastante grande da mesa de mixagem, sem haver perdas consideráveis. Isso permitiria a operação sem problemas a distâncias de até cerca de 200m, embora raramente isso aconteça nas aplicações comuns. Uma vez que as linhas de baixa impedância são balanceadas, elas são virtualmente insensíveis a perturbações elétricas externas.

Os microfones de alta impedância já foram muito usados em aplicações onde as distâncias são muito curtas, mas atualmente não há vantagens para seu uso, até porque os pré-amplificadores de baixa impedância de alta qualidade caíram de preço drasticamente.

#### 1.3.2. Sensibilidade

Para medir a sensibilidade de um microfone, ele é colocado num campo sonoro de referência recebendo um nível de pressão sonora de 94 dB SPL com frequência de 1.000 Hz. O nível de pressão sonora de 94 dB é equivalente a 1 Pascal (Pa), que é a unidade de medida de pressão. Nessas condições, é medida a voltagem de saída no microfone, sem carga, e então é estabelecida a sensibilidade nominal, em mV/Pa. A sensibilidade também pode ser indicada em decibéis relativos a 1 volt, designação conhecida como dBV. A tabela a seguir mostra as sensibilidades de alguns microfones AKG.

MODELO	TIPO	SENSIBILIDADE	dBV
C414B/ULS	capacitivo (multi-padrão)	12,5 mV/Pa	-38
C480, CK61	capacitivo (multi-cápsula)	20 mV/Pa	-34
C535EB	capacitivo (vocal/instrumento)	7 mV/Pa	-43
C3000B	capacitivo eletreto (2 padrões)	25 mV/Pa	-32
D3800	dinâmico (vocal)	2,8 mV/Pa	-51
D770	dinâmico (vocal/instrumento)	2,5 mV/Pa	-52
D58	dinâmico (cancelamento de ruído)	0,72 mV/Pa	-63

Obs.: A equação para converter de mV/Pa para dBV é:  $dBV = 20 \log (mV/Pa) - 60$

Embora a faixa de variação total mostrada na tabela seja de cerca de 25 dB, levando-se em conta o uso recomendado para cada um dos modelos, a média da voltagem de saída provavelmente não variará tanto. Os três modelos dinâmicos, por exemplo, são indicados para uso próximo à fonte sonora, o que resultará uma maior voltagem média de saída. Da mesma forma, os quatro modelos capacitivos podem ser usados em gravações clássicas e posicionados no estúdio a até cerca de 5 metros da fonte sonora. Isso significa que as

voltagens efetivas de saída para todos os tipos de microfones tenderá a valores muito próximos. Na verdade, esta é uma consideração importante no projeto de um modelo de microfone.

### 1.3.3. Nível de ruído intrínseco

O ruído intrínseco de um microfone capacitivo é o nível de ruído audível que ele produz quando é colocado isolado de fontes sonoras externas. Um microfone que possui um nível de ruído intrínseco de 15 dBA, por exemplo, produz praticamente a mesma saída que um microfone "perfeito" colocado num local cujo ruído ambiente é de 15 dBA. A nova tecnologia de microfone capacitivo com um pré-amplificador integrado no modelo **AKG C480** permite um nível de ruído da ordem de 10 dBA. Este valor é tão baixo quanto o de qualquer microfone capacitivo de estúdio, e por isso esses microfones são indicados para uso em gravação digital.

Os microfones dinâmicos não têm especificação de ruído intrínseco, pois este depende da sensibilidade do microfone e do circuito eletrônico ao qual ele está acoplado. Para muitas aplicações pode-se seguramente ignorar o nível de ruído intrínseco dos microfones, uma vez que o ruído ambiente geralmente é muito maior do que o do microfone.

### 1.3.4. Ponto de saturação

O limite máximo efetivo do nível de pressão sonora que um microfone pode suportar é o valor no qual o sinal de saída do microfone começa a apresentar uma determinada quantidade de distorção harmônica. Os valores típicos adotados como padrões pela indústria para isso são 0,5% ou 1%, e são sempre indicados na especificação. Na maioria dos microfones capacitivos da AKG, o ponto de saturação está na faixa de 130 a 140 dB SPL, para valores de distorção de 0,5% ou 1%.

No caso dos microfones dinâmicos, as especificações de saturação em geral indicam o nível sonoro que produz distorção harmônica de 1% e 3%. Muitos microfones podem ser usados em campos sonoros de até 156 dB, produzindo não mais do que 3% de distorção na saída.

Na maioria das aplicações envolvendo captação de voz para comunicação e sonorização, pode-se ignorar essas limitações, mas em estúdios de gravação e em sonorização de música, com microfones posicionados muito próximos de instrumentos com volume alto, podemos facilmente atingir níveis da ordem de 130 dB.

### 1.3.5. Ruído de manuseio

Muitos microfones antigos feitos para se segurar na mão eram muito suscetíveis a ruídos de manuseio. Hoje, a maioria dos fabricantes resolveu este problema através de uma montagem cuidadosa da cápsula dentro do corpo do microfone, e também com a implementação de um filtro que corte as frequências baixas nos microfones indicados para uso muito próximo. Não existem padrões para se medir o ruído de manuseio, e sua ocorrência ou não é meramente consequência da menor ou maior atenção do fabricante no detalhamento do seu projeto. Os microfones da AKG destacam-se por seu baixo nível de ruído de manuseio.

### 1.3.6. Alimentação

Todos os microfones capacitivos necessitam de algum tipo de alimentação elétrica, pois contêm dentro deles um circuito eletrônico de pré-amplificação. Muitos microfones de eletreto são alimentados por uma bateria interna de 9 volts, e por isso quando o microfone não está



em uso, a alimentação deve ser desligada, para economizar a bateria. Quase todos os microfones capacitivos que não usam eletreto são alimentados por "phantom power", como mostra a Fig.10. Este tipo de alimentação utiliza tensões contínuas (DC) de 12, 24 ou 48 volts. A tolerância para os valores é suficientemente grande, de maneira que muitos dos microfones capacitivos da AKG podem ser alimentados com tensões desde 9 até 52 volts, tornando-os adaptáveis a uma larga faixa de condições de operação. Alguns dos modelos de estúdio, como o antigo C414EB/P48 só pode operar com alimentação de 48 volts.

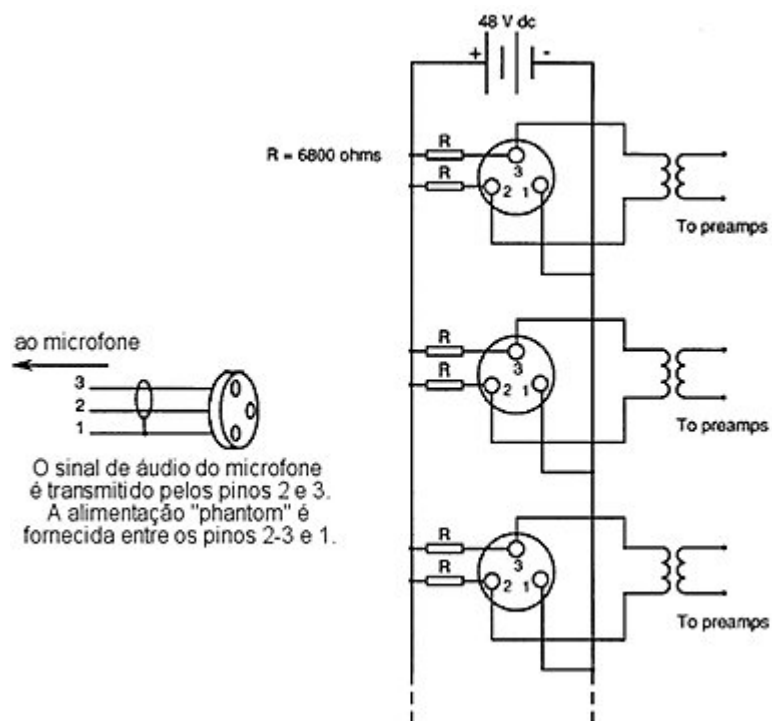


Figura 10