TRƯỜNG ĐẠI HỌC SÂN KHẤU – ĐIỆN ẢNH HÀ NỘI
KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN ẢNH – TRUYỀN HÌNH

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

CHƯƠNG 5 · BUỔI 1

Thiết bị điện thanh — Microphone

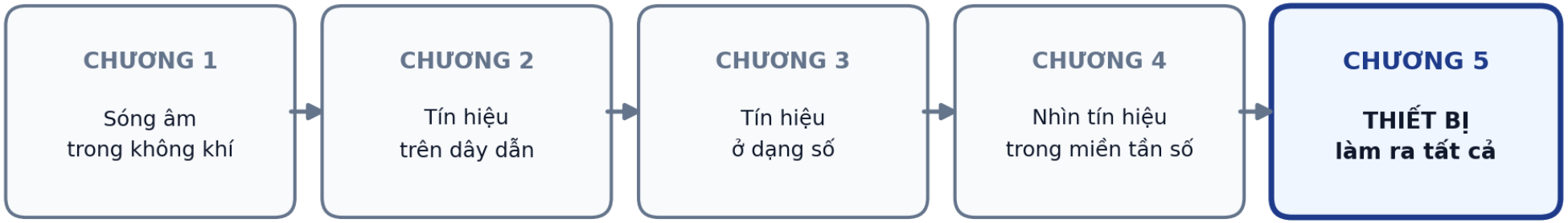
Hai họ chính · Ribbon, MEMS, AES42 · Thông số · Định hướng

5 tiết · Dành cho sinh viên Đạo diễn âm thanh, Quay phim, Đạo diễn điện ảnh – truyền hình, Dựng phim

Hà Nội – 2026

VỊ TRÍ CỦA CHƯƠNG

Bốn chương trước cho ta nguyên lý, chương này cho ta thiết bị



Bốn chương đầu đi theo ĐƯỜNG ĐI của tín hiệu.

Chương 5 hỏi: những THIẾT BỊ nào thực hiện các phép biến đổi đó, và người làm nghề chọn chúng ra sao?

Chương 5 là chương ứng dụng: nó gắn mọi khái niệm đã học vào thiết bị cụ thể cầm được trên tay.

BẢN ĐỒ BUỔI HỌC

Buổi 1 — năm tiết về microphone



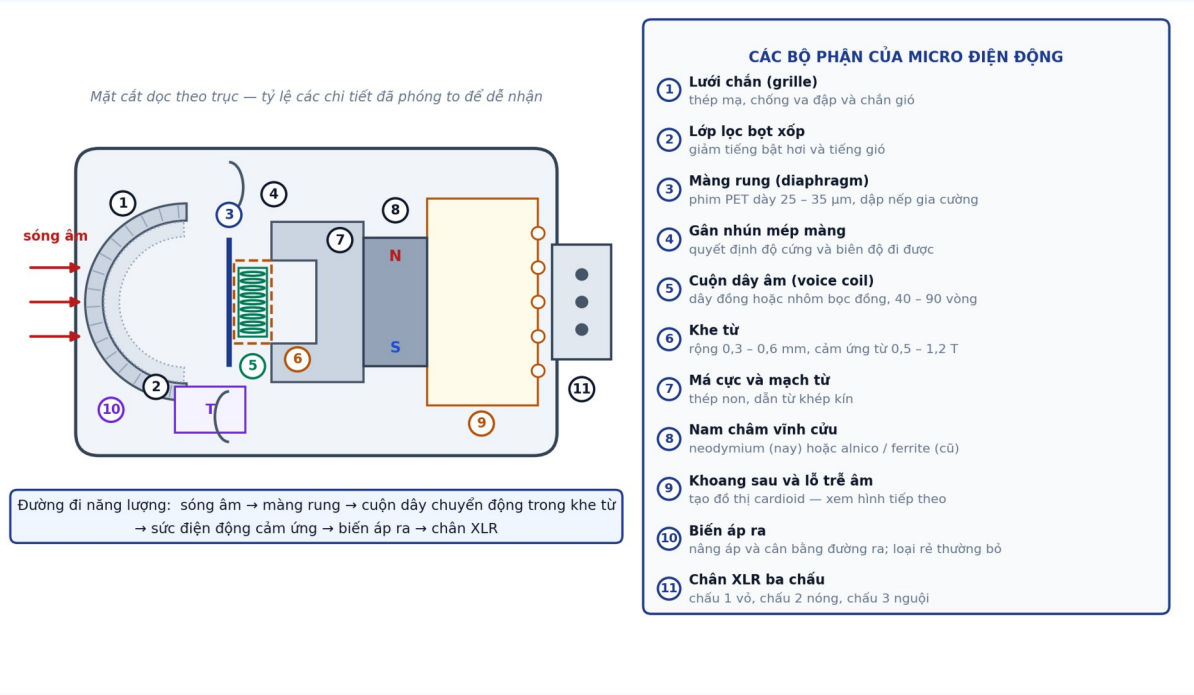
Mỗi buổi khép lại bằng một bài thực hành có sản phẩm nộp

Tiết 1 và 2 là hai họ micro; tiết 3 và 4 là cách đọc thông số; tiết 5 là thực hành.

TIẾT 1

Micro điện động và micro điện dung

- Hai phương trình gốc: $e = BLv$ và $\Delta v = -E_o \cdot \Delta d / d_o$
- Cấu tạo từng bộ phận và vật liệu chế tạo
- Vì sao micro điện động có đồ thị cardioid
- Ba trục phân loại micro điện dung
- Thương hiệu kinh điển và cách chẩn đoán sự cố



ĐẶT VẤN ĐỀ

Microphone là cửa ngõ — và là khâu không sửa được

Microphone là bộ chuyển đổi năng lượng: nó nhận dao động cơ học của không khí và trả về một hiệu điện thế biến thiên cùng quy luật.

- Toàn bộ phần còn lại của dây chuyền — preamp, bộ biến đổi A/D, phần mềm dựng — **chỉ làm việc được trên những gì micro đã chuyển đổi được**.
- Cái gì micro không bắt được thì **không khâu nào sau đó lấy lại được**. Không có plugin nào phục hồi được dải tần mà micro không thu.
- Vì vậy chọn sai micro là loại sai lầm **đắt nhất** trong dây chuyền âm thanh.
- Đó là lý do người làm nghề cần hiểu bản chất vật lý của từng họ micro, chứ không chỉ nhớ tên thương mại.

MỤC 5.1.1

Micro điện động — phương trình gốc

Màng rung gắn cứng với một cuộn dây nằm trong khe của mạch từ. Khi màng dao động, cuộn dây cắt ngang các đường sức từ và sinh ra sức điện động cảm ứng.

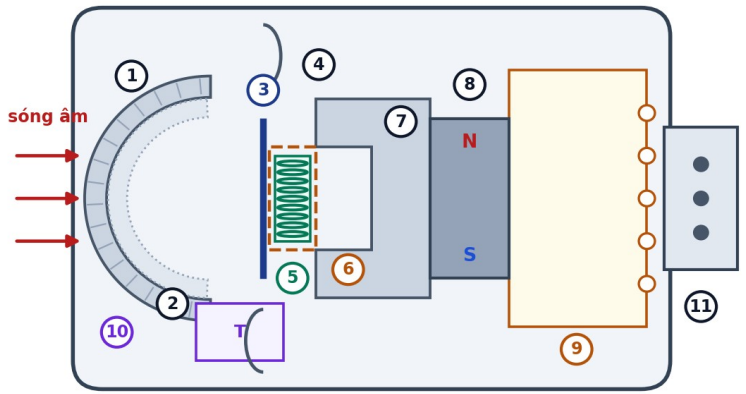
$$e = B L v \quad (\mathrm{V})$$

- **B** — cảm ứng từ trong khe, đơn vị tesla. Micro hiện đại đạt **0,5 – 1,2 T**.
- **L** — tổng chiều dài đoạn dây nằm trong khe từ, đơn vị mét. Cuộn dây điển hình **40 – 90 vòng**.
- **v** — vận tốc tức thời của cuộn dây, đơn vị mét trên giây.
- Điểm phải khắc sâu: điện áp ra tỷ lệ với VẬN TỐC của màng, không phải với độ dịch chuyển. Cả tiết học này xoay quanh hệ quả của câu đó.

MỤC 5.1.2

Cấu tạo — mười một bộ phận và vật liệu của chúng

Mặt cắt dọc theo trục — tỷ lệ các chi tiết đã phóng to để dễ nhận



Đường đi năng lượng: sóng âm → màng rung → cuộn dây chuyển động trong khe từ → sức điện động cảm ứng → biến áp ra → chân XLR

CÁC BỘ PHẬN CỦA MICRO ĐIỆN ĐỘNG

1. **Lưới chắn (grille)** — thép mạ, chống va đập và chắn gió
2. **Lớp lọc bọt xốp** — giảm tiếng bật hơi và tiếng gió
3. **Màng rung (diaphragm)** — phim PET dày 25 – 35 µm, dập nếp gia cường
4. **Gân nhún mép màng** — quyết định độ cứng và biên độ đi được
5. **Cuộn dây âm (voice coil)** — dây đồng hoặc nhôm bọc đồng, 40 – 90 vòng
6. **Khe từ** — rộng 0,3 – 0,6 mm, cảm ứng từ 0,5 – 1,2 T
7. **Má cực và mạch từ** — thép non, dẫn từ khép kín
8. **Nam châm vĩnh cửu** — neodymium (nay) hoặc alnico / ferrite (cũ)
9. **Khoang sau và lỗ trễ âm** — tạo đồ thị cardioid — xem hình tiếp theo
10. **Biến áp ra** — nâng áp và cân bằng đường ra; loại rẻ thường bỏ
11. **Chân XLR ba chấu** — chấu 1 vỏ, chấu 2 nóng, chấu 3 nguội

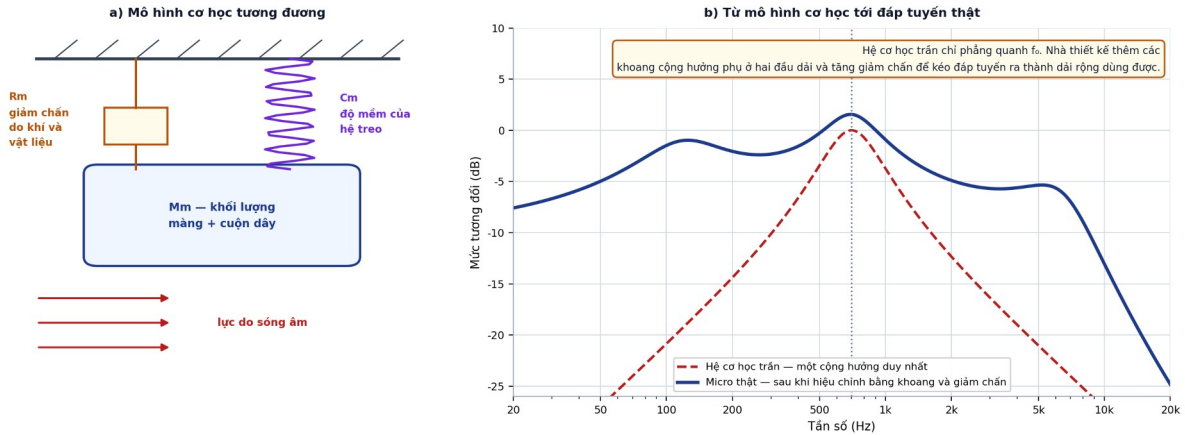
Đường đi năng lượng: sóng âm → màng rung → cuộn dây chuyển động trong khe từ → sức điện động → biến áp ra → chân XLR.

MỤC 5.1.3

Hệ cơ học: khối lượng, lò xo và giảm chấn

Màng cộng cuộn dây cùng hệ treo tạo thành một hệ dao động y hệt hệ khối lượng – lò xo trong vật lý phổ thông.

- Nhà thiết kế đặt tần số cộng hưởng **f_0 vào giữa dải nghe** — thường 500 Hz đến 1 kHz — rồi dùng giảm chấn để san phẳng đỉnh.
- Một hệ cơ học trần **chỉ phẳng trong dải hẹp** quanh f_0. Đáp tuyến rộng 50 Hz – 15 kHz là kết quả của việc thêm **khoang cộng hưởng phụ** ở hai đầu dải.
- Cuộn dây càng nặng thì vùng do khối lượng chi phối bắt đầu càng sớm → đáp tuyến dốc xuống càng sớm.
- Đây là gốc rễ vật lý của việc micro điện động thường hụt dải trên 12 kHz — không phải do nhà sản xuất tiết kiệm, mà do định luật Newton.



Đường đứt: hệ cơ học trần. Đường liền: micro thật sau khi hiệu chỉnh bằng khoang và giảm chấn.

Micro điện động phản ứng chậm.
Trong nghề, đó vừa là nhược điểm
vừa là công cụ.

Tiếng trống snare và loa amply guitar có những đỉnh áp suất cực ngắn và cực mạnh. Một micro bám sát từng đỉnh sẽ cho bản thu chói và mệt tai. Micro điện động làm mềm các đỉnh đó một cách tự nhiên.

CÂU HỎI TẠI LỚP

Một chiếc micro cardioid thu rất tốt khi để trên chân. Nhưng khi người dẫn chương trình cầm nó lên, tiếng bỗng dội hẳn và rất dễ hú.

Nguyên nhân nằm ở đâu?

Gợi ý: hãy nhìn lại chỗ người ta đặt tay khi cầm micro.

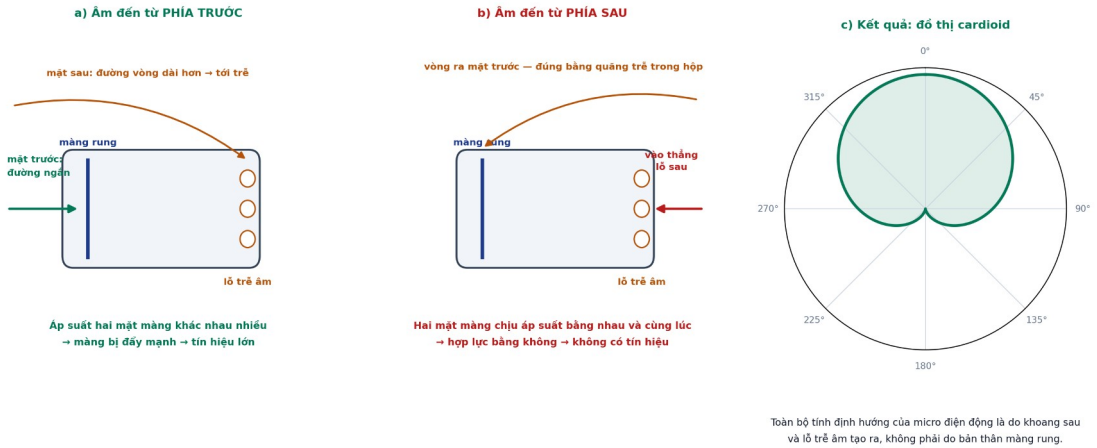
Suy nghĩ 30 giây — rồi trả lời

GIẢI THÍCH

Bịt tay quanh lưới chắn là bịt các lỗ trễ âm

Người cầm nắm trọn tay quanh lưới cầu, che kín các lỗ trễ âm trên thân. Micro lập tức mất tính định hướng, trở thành gần như toàn hướng.

- Toàn bộ tính định hướng của micro điện động **do khoang sau và lỗ trễ âm tạo ra**, không phải do bản thân màng rung.
- Mất định hướng → thu thêm tiếng loa sân khấu phía sau → **vòng phản hồi khép lại** → hú.
- Cách chữa duy nhất: **hướng dẫn lại tư thế cầm** — nắm thân micro, không nắm lưới.
- Sau slide này, các em sẽ không bao giờ nhìn một người cầm micro giống như trước nữa.

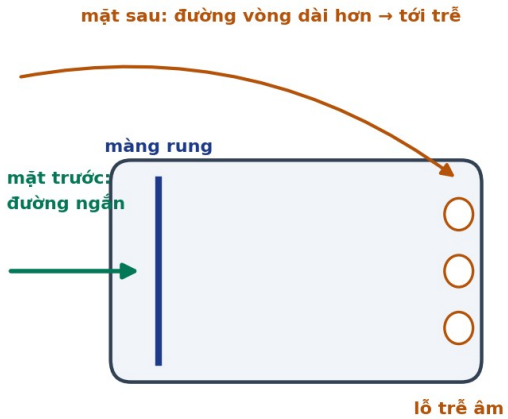


Toàn bộ tính định hướng của micro điện động là do khoang sau và lỗ trễ âm tạo ra, không phải do bản thân màng rung.

MỤC 5.1.4

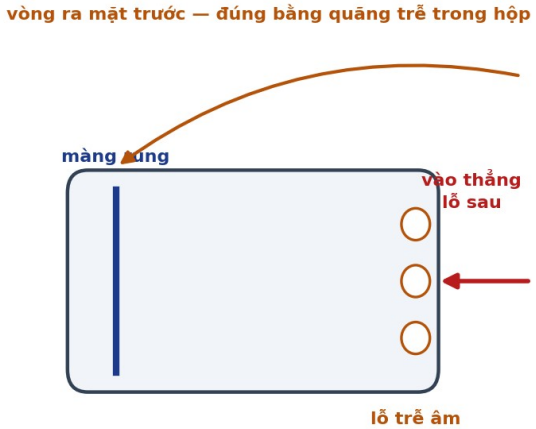
Cơ chế: hai đường đi, một khoảng trễ được tính toán

a) Âm đến từ PHÍA TRƯỚC



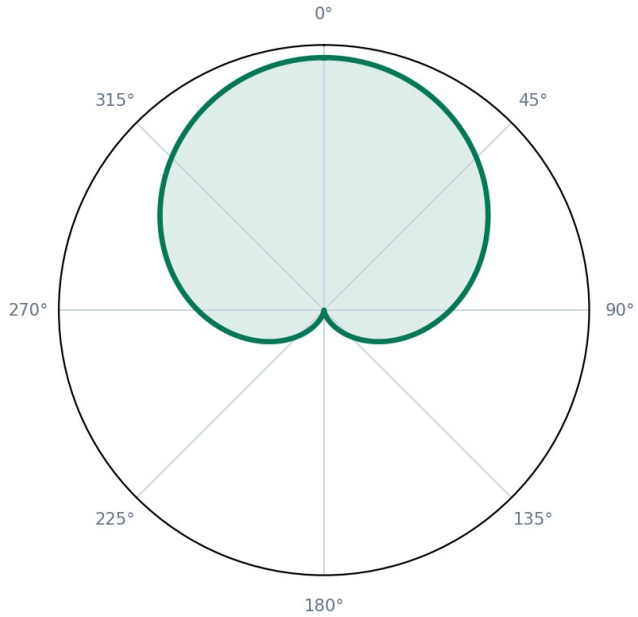
Áp suất hai mặt màng khác nhau nhiều
→ màng bị đẩy mạnh → tín hiệu lớn

b) Âm đến từ PHÍA SAU



Hai mặt màng chịu áp suất bằng nhau và cùng lúc
→ hợp lực bằng không → không có tín hiệu

c) Kết quả: đồ thị cardioid



Toàn bộ tính định hướng của micro điện động là do khoang sau và lỗ trễ âm tạo ra, không phải do bản thân màng rung.

Quãng trễ trong khoang được tính đúng bằng thời gian âm đi vòng từ sau ra trước micro.

MỤC 5.1.5

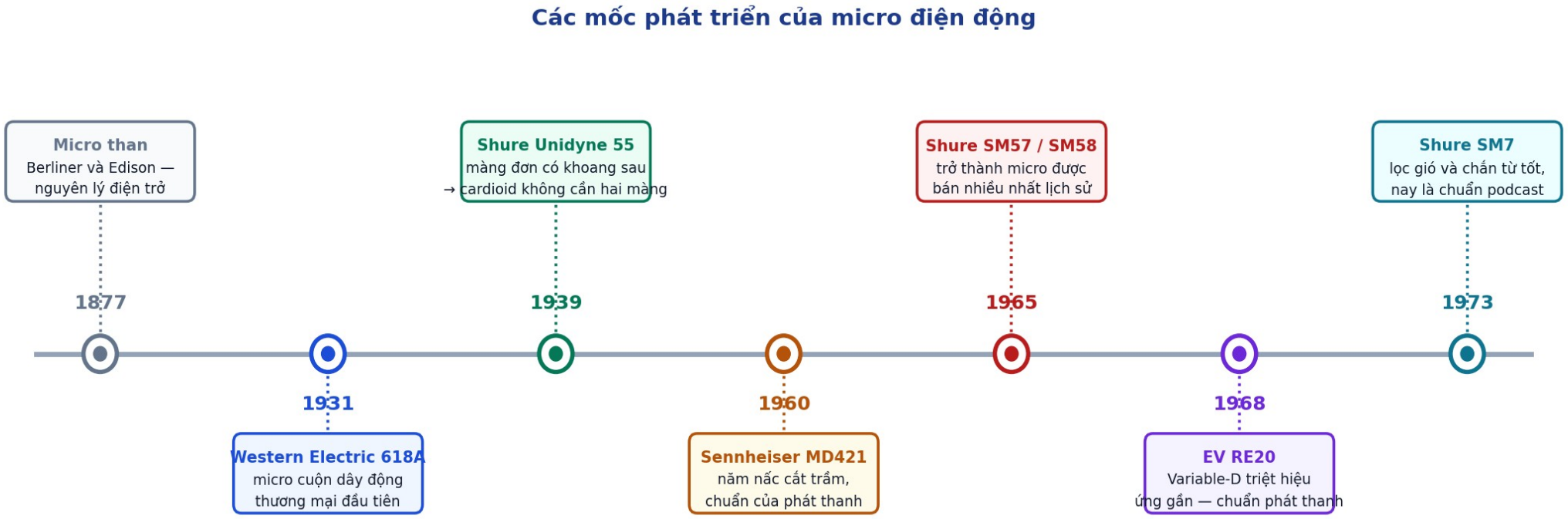
Sáu biến thể của micro điện động

Biến thể	Đặc điểm cấu tạo	Tình huống dùng
Cầm tay cardioid	Lưới cầu lớn, lớp lọc dày, hệ treo chống rung bên trong	Phỏng vấn hiện trường, sân khấu, sự kiện
Nhạc cụ đầu nhỏ	Thân mảnh, đáp tuyến nhấn dải trung	Trống, loa amply, kèn
Variable-D	Nhiều cửa trễ âm dọc thân, mỗi cửa cho một dải tần	Phòng phát thanh, thu lời bình
Kick drum	Màng lớn, hệ treo rất mềm, nhấn trầm và hõm dải trung	Trống lớn, thùng bass
Đầu bọc chống ồn	Hai màng đối xứng triệt nhiễu đồng pha	Bình luận thể thao, môi trường cực ồn
Không dây cầm tay	Đầu micro điện động ghép thân phát UHF	Sân khấu, truyền hình trực tiếp

Variable-D là biến thể đáng chú ý nhất: nhiều cửa trễ âm khiến quãng trễ hiệu dụng thay đổi theo tần số, triệt được gần hết hiệu ứng gần — nên giọng người dẫn ổn định dù nhấp nhô trước micro.

MỤC 5.1.6

Lịch sử: vì sao thiết kế từ 1965 vẫn đang bán chạy



Điều đáng chú ý: nhiều thiết kế từ thập niên 1960 vẫn đang được sản xuất nguyên bản — vì nguyên lý cơ học đã tối ưu và âm sắc của chúng đã thành chuẩn tham chiếu của nghề.

Nhiều thiết kế thập niên 1960 vẫn được sản xuất nguyên bản cho tới nay.

MỤC 5.1.6

Sáu dòng micro điện động phải biết tên

Dòng máy	Năm	Vì sao thành chuẩn nghề
Shure SM57	1965	Đầu nhỏ, nhấn 5–7 kHz, chịu SPL rất cao — chuẩn thu trống snare và loa amply guitar
Shure SM58	1966	Cùng capsule với SM57, thêm lưới cầu và lọc bật hơi — micro cầm tay bán nhiều nhất lịch sử
Shure SM7B	1973	Chắn từ tốt, ba nấc chỉnh đáp tuyến — chuẩn thu lời bình và podcast hiện nay
Sennheiser MD421	1960	Năm nấc cắt trầm trên thân — chuẩn của phát thanh Đức và thu tom trống
Electro-Voice RE20	1968	Variable-D, gần như không có hiệu ứng gần — chuẩn phòng phát thanh
AKG D112	1993	Màng lớn, nhấn 60–100 Hz và 4 kHz — chuẩn thu trống lớn

Sáu cái tên này xuất hiện trong hầu hết danh sách thiết bị của phòng thu và đoàn phim ở Việt Nam. Biết tên và biết lý do kỹ thuật là đủ cho sinh viên năm thứ hai.

MỤC 5.1.7

Chẩn đoán sự cố micro điện động

Triệu chứng	Nguyên nhân	Xử lý
Không có tiếng, đo không thông mạch	Đứt cuộn dây do va đập hoặc ăn mòn	Thay capsule — không quấn lại được tại chỗ
Rè, lạo xạo khi rung nhẹ micro	Mạt sắt bám vào khe từ	Tháo capsule, dùng băng dính dẻo lấy ra; không dùng khí nén
Tiếng bí, mất dải cao dần	Lưới và lớp lọc bám bẩn, nước bọt đóng cặn	Tháo lưới, ngâm nước ấm xà phòng loãng, phơi khô hoàn toàn
Hú rất dễ dù đặt đúng chỗ	Người dùng bịt tay che lỗ trễ âm	Hướng dẫn lại tư thế cầm
Ù 50 Hz khi đứng gần đèn	Cuộn dây cảm ứng từ trường tản	Đổi vị trí hoặc hướng; chọn mẫu có chắn từ

Micro điện động là họ dễ tính nhất: không cần tủ chống ẩm, không sợ phantom, không sợ nhiệt độ phòng.

Nửa sau tiết 1:
micro điện dung

Cùng một nhiệm vụ, một nguyên lý hoàn toàn khác — và một hệ quả kéo theo toàn bộ sự phiền phức của nguồn 48 V phantom.

MỤC 5.1.8

Micro điện dung — tụ điện có một bản cực biết rung

Màng rung cực mỏng đặt song song và rất gần một bản cực cố định. Hai bản tạo thành một tụ điện phẳng; sóng âm làm khoảng cách d thay đổi, điện dung thay đổi theo.

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \quad (\mathrm{F})$$

- **S** — diện tích đối diện của hai bản cực.
- **d** — khe khí giữa hai bản, chỉ **20 – 50 micromet**, mỏng hơn sợi tóc người.
- Tụ được nạp qua một điện trở cực lớn cỡ gigaôm, nên điện tích trên tụ gần như không kịp thay đổi. Hệ quả nằm ở slide sau.

MỤC 5.1.8

Điện áp ra tỷ lệ với ĐỘ DỊCH CHUYỂN — không phải vận tốc

Vì điện tích Q giữ gần như không đổi, hiệu điện thế giữa hai bản biến thiên theo đúng độ dịch chuyển của màng.

$$\Delta v = -E_0 \frac{\Delta d}{d_0}, \qquad E_0 = \frac{Q}{C_0}$$

- **E_0** — điện áp phân cực đặt sẵn lên capsule, thường 48 – 60 V.
- **d_0** — khe khí ở trạng thái nghỉ; **Δd** — độ dịch chuyển tức thời của màng.
- Hệ quả rất đẹp: nếu màng đủ nhẹ, độ dịch chuyển tỷ lệ trực tiếp với áp suất âm ở MỌI tần số → đáp tuyến phẳng là đặc tính TỰ NHIÊN, không phải thứ phải chỉnh sửa.

CÁI GIÁ PHẢI TRẢ

Trở kháng gigaôm — và toàn bộ lý do tồn tại của phantom 48 V

Điện dung của một capsule chỉ khoảng 20 – 60 picofarad. Trở kháng của nó ở dải trầm vì thế cực lớn.

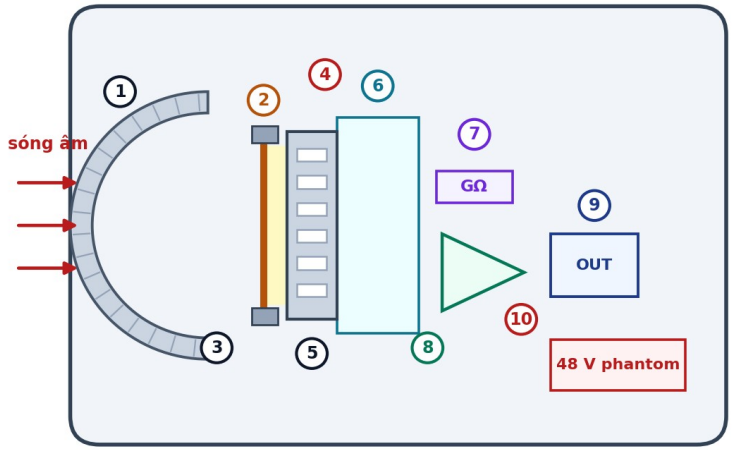
$$|Z_c| = \frac{1}{2\pi f C}\ ; \qquad C \approx 20 - 60\ \text{pF}$$

- Ở **50 Hz với 30 pF**, trở kháng lên tới **hơn một trăm megaôm**.
- Không đoạn cáp nào tải nổi một nguồn như vậy — **chỉ vài centimet dây đã đủ làm mất hết dải trầm**.
- Vì thế micro điện dung **bắt buộc** phải có mạch đệm hạ trở kháng đặt ngay sát capsule.
- Mạch đó bắt buộc phải có nguồn nuôi. Toàn bộ sự phiền phức của nguồn 48 V phantom bắt nguồn từ đúng con số trở kháng này.

MỤC 5.1.9

Cấu tạo — mười bộ phận, và bản cực sau là chi tiết tinh xảo nhất

Mặt cắt dọc theo trục — khe khí và độ dày màng đã phóng to rất nhiều lần



Khác biệt cốt lõi so với micro điện động:
điện áp ra tỷ lệ với ĐỘ DỊCH CHUYỂN của màng,
không phải với vận tốc — nên đáp tuyến phẳng
tự nhiên trên toàn dải nghe được.

CÁC BỘ PHẬN CỦA MICRO ĐIỆN DUNG

1. **Lưới chắn nhiều lớp**
   còn có tác dụng chắn nhiễu tần số vô tuyến
2. **Màng rung mạ vàng**
   phim Mylar dày 3 – 6 µm, phủ vàng vài trăm nanomet
3. **Vòng căng màng**
   sức căng quyết định tần số cộng hưởng của màng
4. **Khe khí giữa hai bản**
   chỉ 20 – 50 µm — đại lượng d trong công thức
5. **Bản cực sau khoan lỗ**
   các hốc và lỗ điều chỉnh độ giảm chấn của khí
6. **Khoang giảm chấn sau**
   quyết định đáp tuyến trầm và đồ thị định hướng
7. **Điện trở phân cực**
   cỡ gigaôm — giữ điện tích gần như không đổi
8. **Mạch đệm hạ trở kháng**
   JFET hoặc đèn điện tử, ngay sát capsule
9. **Tầng ra cân bằng**
   biến áp hoặc mạch bán dẫn không biến áp
10. **Đường nguồn 48 V**
    nuôi mạch đệm và tạo điện áp phân cực

Khác biệt cốt lõi so với micro điện động: điện áp ra tỷ lệ với độ dịch chuyển của màng, nên đáp tuyến phẳng tự nhiên trên toàn dải nghe được.

MỤC 5.1.10

Ba trục phân loại — độc lập với nhau, đừng trộn lẫn

Catalogue của các hãng dùng ba trục phân loại chồng lên nhau, và người mới đọc thường bị rối. Ba trục này **độc lập**: một chiếc micro có thể đồng thời là màng lớn, electret và dùng JFET.

- **Trục 1 — kích thước màng.** Từ 25 mm trở lên là màng lớn: nhiều năng lượng, tỷ số tín hiệu trên nhiễu cao, tiếng dày; nhưng đồ thị định hướng kém ổn định theo tần số. Màng nhỏ 12 – 16 mm thì đáp tuyến phẳng hơn và định hướng ổn định hơn.

- **Trục 2 — cách tạo điện áp phân cực.** Phân cực ngoài lấy 48 – 60 V từ phantom. Electret có sẵn lớp giữ điện tích vĩnh viễn, phantom chỉ nuôi mạch đệm.

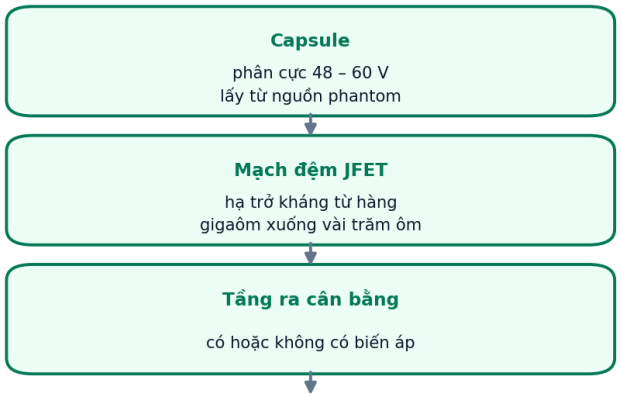
- **Trục 3 — kiểu mạch.** JFET, đèn điện tử, hoặc cao tần. Ba tính cách kỹ thuật khác hẳn nhau.

- Electret hiện đại — nhất là loại back-electret — đã ngang ngửa loại phân cực ngoài. Hầu hết micro lavalier và shotgun dùng cho phim là back-electret.

TRỤC THỨ BA

Ba kiểu mạch — ba tính cách kỹ thuật

a) Phân cực ngoài + JFET

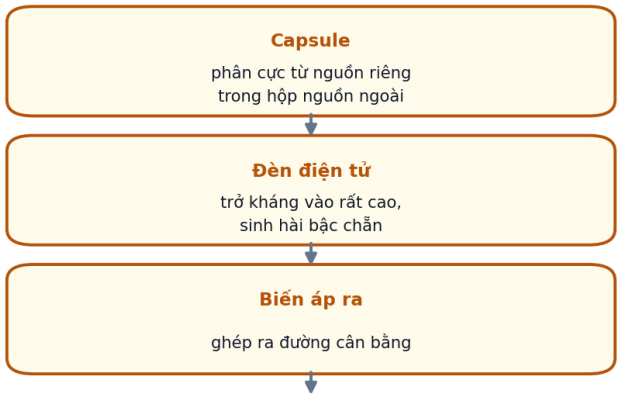


Ưu: nhiễu nền thấp, ổn định, kích thước nhỏ, giá hợp lý

Nhược: sợ ẩm — hơi nước trong khe khí gây tiếng lạo xạo

Ví dụ: Neumann U87, AKG C414, Schoeps CMC, Rode NT1

b) Đèn điện tử (tube)

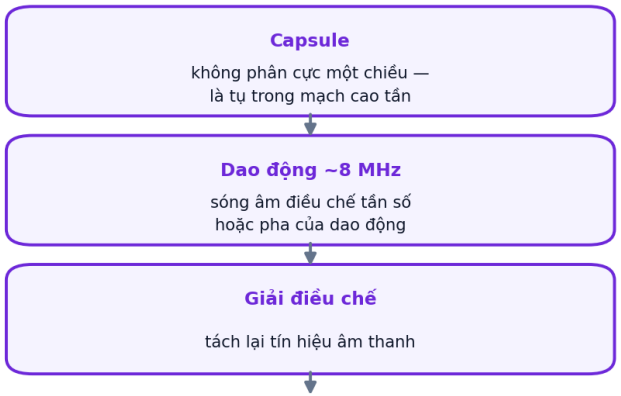


Ưu: âm sắc dày, nén mềm tự nhiên ở đỉnh — được ưa cho giọng hát

Nhược: nặng, tốn điện, cần hộp nguồn riêng, đèn phải thay theo thời gian

Ví dụ: Neumann U47 và U67, AKG C12, Telefunken ELA M 251

c) Cao tần (RF condenser)



Ưu: gần như miễn nhiễm với ẩm; nhiễu nền rất thấp; bền ngoài trời

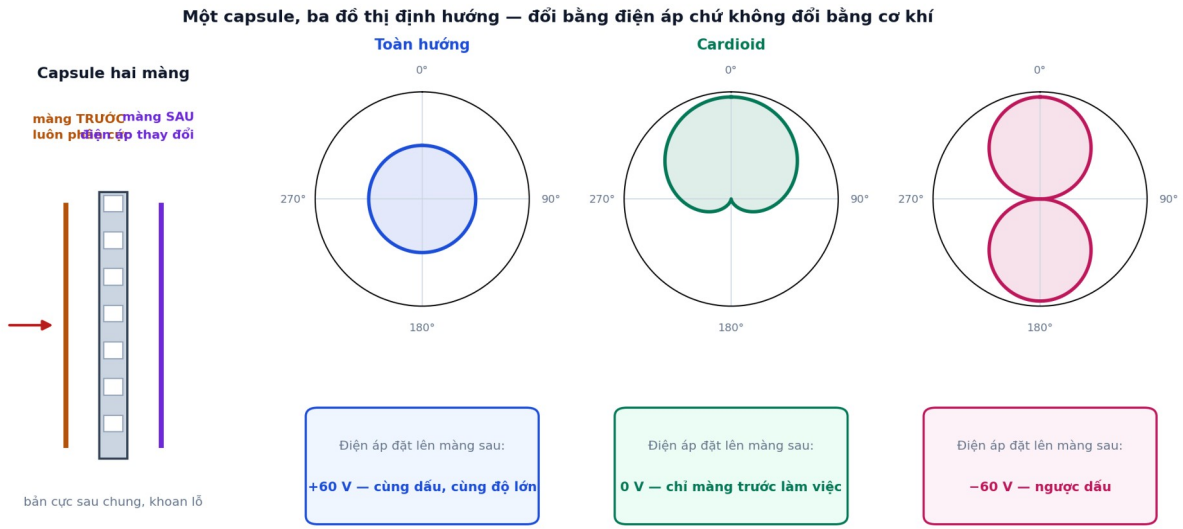
Nhược: mạch phức tạp, giá cao, ít hãng sản xuất

Ví dụ: Sennheiser dòng MKH — MKH 416, MKH 8040, MKH 50

Kiểu cao tần ít được biết đến ở Việt Nam nhưng lại quan trọng nhất với khí hậu nóng ẩm.

MỤC 5.1.11

Một capsule, ba đồ thị — đổi bằng điện áp, không bằng cơ khí



Capsule gồm hai màng đặt hai bên một bản cực chung. Màng trước luôn được phân cực; điện áp đặt lên màng sau quyết định tất cả.

- Cùng dấu và cùng độ lớn → hai tín hiệu cộng lại → **toàn hướng**.
- Bằng không → chỉ màng trước làm việc → **cardioid**.
- Ngược dấu → hai tín hiệu trừ nhau → **hình số 8**.
- Điện áp trung gian cho các dạng ở giữa: supercardioid, hypercardioid.
- Không có chi tiết cơ khí nào chuyển động. Toàn bộ là điện.

Đổi đồ thị định hướng bằng cách đổi điện áp phân cực đặt lên màng sau.

MỤC 5.1.12

Sáu dòng micro điện dung phải biết tên

Dòng máy	Năm	Vì sao thành chuẩn nghề
Neumann U87	1967	Bán dẫn, ba đồ thị, màng lớn — chuẩn tham chiếu của phòng thu toàn thế giới
Neumann KM184	1993	Màng nhỏ, thân bút chì — chuẩn thu nhạc cụ mộc và dàn nhạc
AKG C414	1971	Chín đồ thị định hướng, nhiều nấc cắt trầm — micro đa dụng phổ biến nhất
Sennheiser MKH 416	1970s	Cao tần, shotgun, cực bền với ẩm — chuẩn thu thoại phim toàn thế giới
Sennheiser MKH 50	1990s	Cao tần, siêu cardioid — boom trong phòng kín, nơi shotgun cho kết quả kém
DPA 4060	1990s	Electret siêu nhỏ, self-noise thấp bất thường — lavalier chuẩn của phim

Hai cái tên cuối bảng là thứ các em sẽ gặp đầu tiên khi đi làm phim: MKH 416 trên cần boom, DPA 4060 giấu trong phục trang.

MỤC 5.1.13

Chẩn đoán sự cố micro điện dung

Triệu chứng	Nguyên nhân	Xử lý
Lốp bốp, phóng điện ngẫu nhiên	Ẩm đọng trong khe khí giữa màng và bản cực	Vào tủ chống ẩm 40–50 % vài giờ; KHÔNG dùng máy sấy
Nhiễu nền tăng dần, tiếng xì rõ	Bụi và nấm mốc trên màng; mạch đệm lão hóa	Gửi hãng vệ sinh capsule — không tự tháo
Không có tín hiệu dù đã bật phantom	Cáp đứt một chấu; bàn trộn không đủ dòng phantom	Thử cáp khác; cắm riêng một micro; đo điện áp thực tế
Méo ở nguồn to dù chưa quá Max SPL	Chưa bật nút giảm mức trên thân micro	Bật nút giảm 10 dB hoặc 20 dB — nút này đặt trước mạch đệm
Ù và rít khi có điện thoại đặt gần	Lưới chắn cao tần kém hoặc cáp không đủ chắn	Đổi cáp lưới bện đôi; giữ điện thoại cách trên một mét

Ở khí hậu Việt Nam, tủ chống ẩm là thiết bị BẮT BUỘC với micro điện dung, không phải tùy chọn. Độ ẩm khuyến nghị 40 – 50 %.

CHỐT LẠI MỤC 5.1

Chốt lại tiết 1

Micro điện động: **e = BLv** — điện áp tỷ lệ VẬN TỐC. Không cần nguồn. Hệ nặng nên phản ứng chậm và hụt dải cao.

Micro điện dung: **Δv** ∝ **Δd** — điện áp tỷ lệ ĐỘ DỊCH CHUYỂN. Đáp tuyến phẳng tự nhiên. Trở kháng gigaôm nên bắt buộc có mạch đệm và nguồn 48 V.

Tính định hướng của micro điện động **do khoang sau và lỗ trễ âm tạo ra** — bịt tay quanh lưới là làm hỏng chính nó.

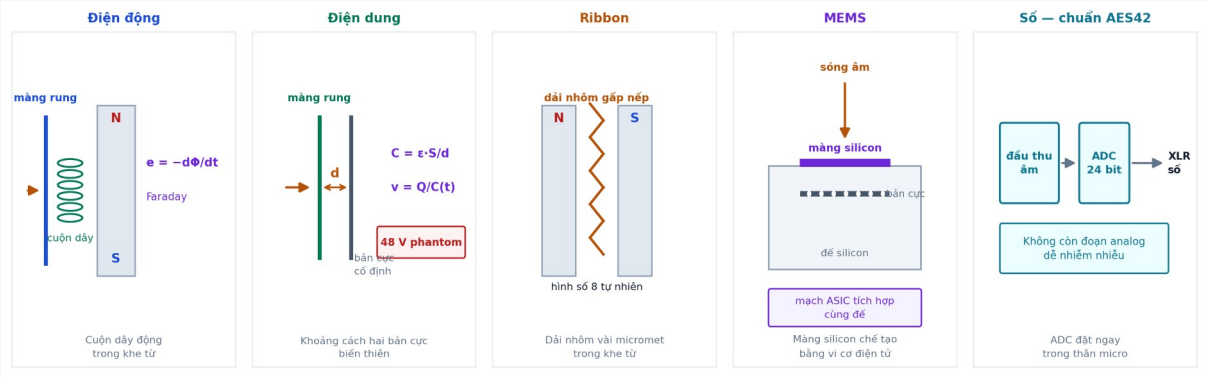
Ba trục phân loại micro điện dung độc lập nhau: **kích thước màng · cách phân cực · kiểu mạch**.

Ở khí hậu Việt Nam: micro điện động dễ tính, micro điện dung **bắt buộc có tủ chống ẩm**.

TIẾT 2

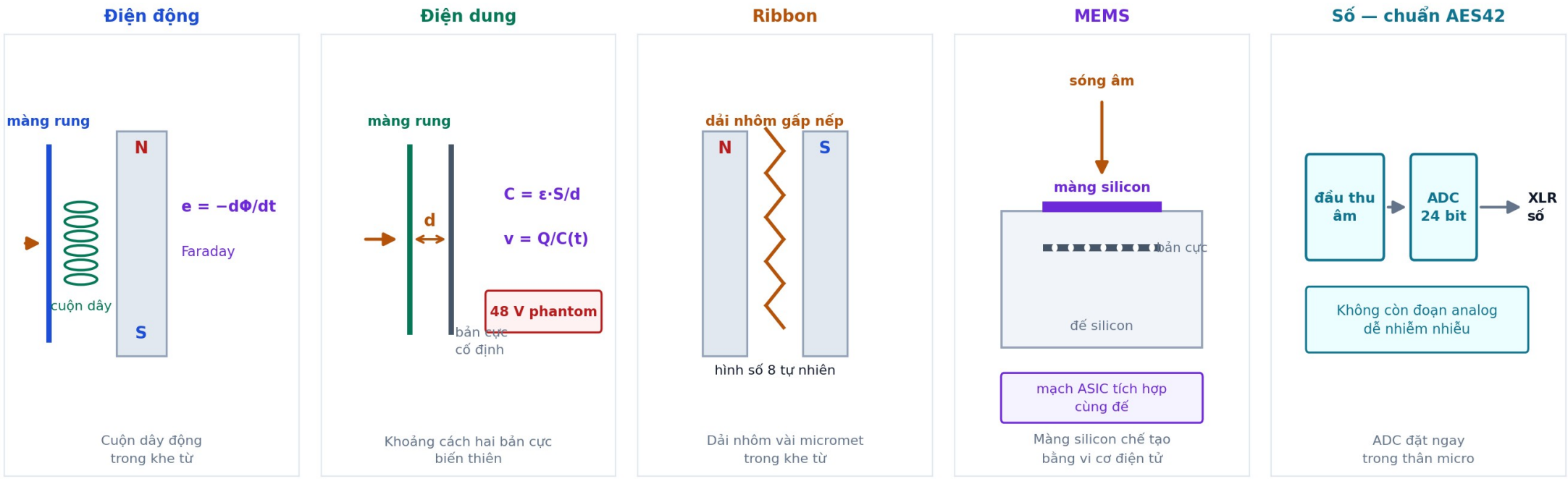
Ribbon, MEMS và micro số chuẩn AES42

- Ba họ còn lại — mỗi họ giữ một chỗ đứng riêng
- So sánh đáp ứng xung của ba họ chính
- Bảng so sánh đầy đủ năm họ theo tám tiêu chí
- Bảng tra chọn micro cho mười một tình huống quay



MỤC 5.2

Năm họ microphone đặt cạnh nhau, cùng tỷ lệ



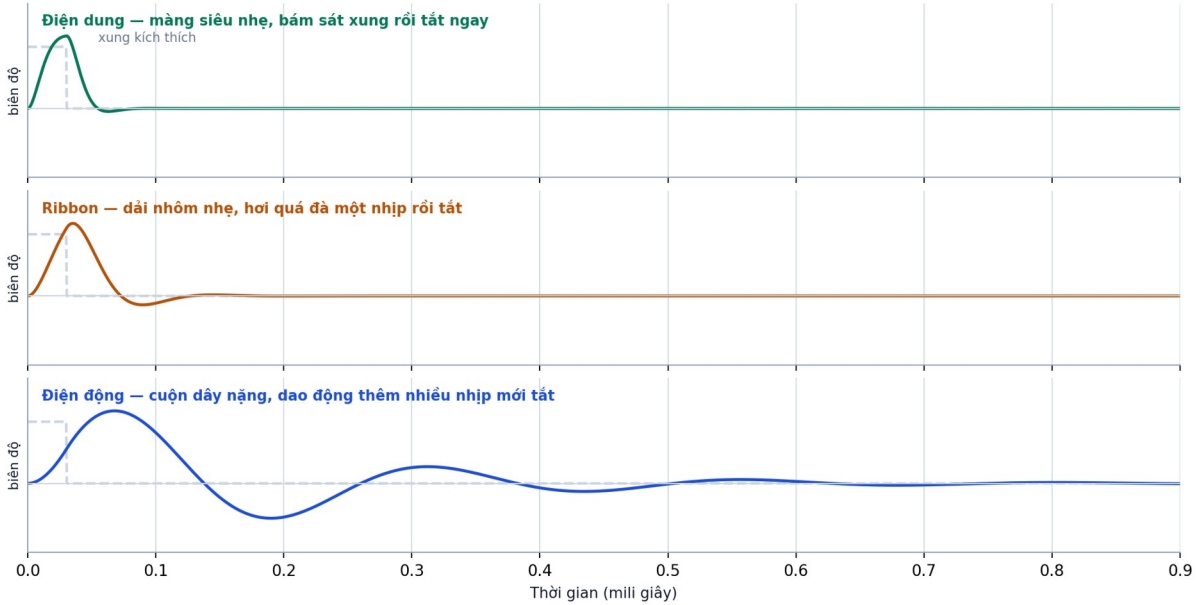
Hai họ bên trái đã học ở tiết 1. Tiết này nói ba họ còn lại.

MỤC 5.2.1

Micro ribbon — cuộn dây rút gọn thành một vòng

Bộ phận chuyển động là một dải nhôm gấp nếp dày vài micromet, vừa là màng rung vừa là dây dẫn. Về bản chất, ribbon là micro điện động có cuộn dây rút gọn thành một vòng duy nhất.

- Dải nhôm **hở cả hai mặt** → có đồ thị hình số 8 một cách tự nhiên, không cần khoang trễ âm.
- Khối lượng nhỏ hơn cuộn dây nhưng lớn hơn màng điện dung → **đáp ứng xung nằm giữa hai họ kia**.
- Đáp tuyến ở dải **5 – 10 kHz dịu xuống tự nhiên** → làm mềm kèn đồng, guitar điện méo, giọng hát gắt.
- Đây là thứ bộ lọc số mô phỏng lại rất khó, vì nó không chỉ là một đường cong mà còn là cách hệ cơ học phản ứng với từng đỉnh áp suất.



Càng ít dao động thừa sau xung, micro càng tái hiện trung thực các âm gõ, âm bật của tiếng nói

Đáp ứng xung ba họ: điện dung bám sát rồi tắt ngay; ribbon quá đà một nhịp; điện động dao động thêm nhiều nhịp.

Hai điều cấm với micro ribbon

MỘT — phantom 48 V đặt sai cực có thể làm ĐỨT dải nhôm chỉ trong một lần cắm. Tắt phantom trước khi cắm hoặc rút.

HAI — ribbon rất sợ gió. Một luồng gió mạnh, thậm chí hơi thở gần, có thể làm giãn vĩnh viễn dải nhôm.

MỤC 5.2.2

Micro MEMS — làm ra bằng công nghệ vi mạch

MEMS là Micro Electro-Mechanical Systems. Toàn bộ màng rung, bản cực và mạch đệm được chế tạo trên một phiến silicon bằng chính công nghệ sản xuất vi mạch. Về nguyên lý, **MEMS vẫn là micro điện dung**; cái mới nằm ở phương pháp chế tạo.

- **Ưu thế 1 — kích thước.** Chỉ vài milimét vuông, đủ nhỏ để giấu trong gọng kính, cúc áo, hoặc xếp thành mảng hàng chục đơn vị.
- **Ưu thế 2 — tính đồng nhất.** Sai khác độ nhạy giữa các đơn vị **dưới 1 dB**, trong khi micro truyền thống lệch ±2 đến ±3 dB.
- Chính tính đồng nhất đó cho phép làm **mảng micro định hướng bằng thuật toán** — có trong mọi điện thoại và mọi hệ hội nghị truyền hình.
- Giới hạn: self-noise 26 – 32 dB-A, cao hơn hẳn micro chuyên dụng. Với thoại phim thu trong phòng yên tĩnh, mức đó không chấp nhận được.

MỤC 5.2.3

Micro số chuẩn AES42 — bỏ hẳn đoạn analog dễ nhiễm nhiễu

Ở mọi họ kể trên, tín hiệu ra là tương tự và phải chạy qua một đoạn cáp trước khi được số hóa. Đoạn cáp đó là nơi tín hiệu **dễ nhiễm nhiễu nhất** trong toàn bộ dây chuyền.

- Chuẩn AES42 đặt luôn **bộ biến đổi A/D vào trong thân micro** — đầu ra của micro đã là dòng bit.
- Kèm theo là một **kênh điều khiển hai chiều**: đặt gain, bật cắt trầm, đổi đồ thị định hướng và đọc trạng thái ngay từ bàn trộn.
- Nguồn nuôi là **10 V** (digital phantom power), khác với 48 V quen thuộc. Neumann và Schoeps là hai hãng có dòng đầy đủ nhất.
- Cần biết chuẩn này tồn tại để không bối rối khi gặp một micro có đầu ra XLR nhưng cắm vào preamp thường thì không có tiếng.

MỤC 5.2.4

Năm họ microphone — bảng so sánh đầy đủ

Tiêu chí	Điện động	Điện dung	Ribbon	MEMS	AES42
Nguồn nuôi	Không cần	48 V phantom	Thường không	1,8–3,3 V	10 V AES42
Đáp ứng xung	Chậm nhất	Nhanh nhất	Trung bình	Nhanh	Nhanh
Chịu áp suất	Trên 150 dB	120–140 dB	≈ 135 dB	120–130 dB	130–140 dB
Self-noise	—	7–18 dB-A	15–20 dB-A	26–32 dB-A	7–15 dB-A
Độ bền	Rất cao	TB, sợ ẩm	Thấp	Cao	Trung bình
Giá	Thấp–TB	TB–rất cao	Cao–rất cao	Rất thấp	Rất cao

Không có họ nào tốt hơn họ nào một cách tuyệt đối. Mỗi họ có một đường cong đáp ứng riêng, và việc của người làm nghề là chọn đường cong phù hợp với nguồn âm đang đứng trước ống kính.

CÂU HỎI TẠI LỚP

Đoàn phim quay một cảnh thoại thì thầm trong phòng ngủ đã cách âm, sàn nhiễu phòng đo được 15 dB SPL.

Hai micro có sẵn: A với self-noise 7 dB-A, B với self-noise 23 dB-A. Chọn chiếc nào, và điều gì xảy ra nếu chọn nhầm?

Gợi ý: so sánh mức nhiễu của micro với mức nhiễu của chính căn phòng.

Suy nghĩ 30 giây — rồi trả lời

GIẢI THÍCH

Chọn A — và đây là con số quyết định cảnh quay có dùng được hay không

Chọn micro A (7 dB-A). Micro B với 23 dB-A sẽ áp đảo cả tiếng phòng lẫn tiếng diễn viên — bản thu nghe như có tiếng xì liên tục suốt cảnh.

- Phòng có sàn nhiễu 15 dB SPL. Micro A nhiễu 7 dB-A — **thấp hơn tiếng phòng**, nên cái nghe được là tiếng phòng thật.
- Micro B nhiễu 23 dB-A — **cao hơn tiếng phòng 8 dB**. Toàn bộ công sức cách âm của bối cảnh trở thành vô nghĩa.
- Hậu kỳ có thể khử nhiễu, nhưng khử nhiễu **luôn ăn theo cả giọng nói** — càng khử thì giọng càng nghe như dưới nước.
- Ngược lại, nếu thu tiếng nổ hoặc tiếng động cơ thì self-noise không quan trọng bằng Max SPL. Không có micro tốt cho mọi việc — chỉ có micro đúng cho từng việc.

MỤC 5.2.5

Bảng tra chọn micro theo tình huống quay

Tình huống	Họ micro	Dòng tham khảo	Ghi chú đặt micro
Thoại phim trong phòng kín	Điện dung màng nhỏ, siêu cardioid	MKH 50, Schoeps CMC+MK41	Boom trên cao 25–40 cm, chếch vào miệng
Thoại phim ngoài trời	Điện dung cao tần, shotgun	MKH 416, Sanken CS-3e	Bắt buộc chắn gió lông
Nhân vật di chuyển nhiều	Electret siêu nhỏ	DPA 4060, Sanken COS-11D	Giấu trong phục trang, chống ma sát vải
Phỏng vấn hiện trường ồn	Điện động cầm tay	Shure SM58, Sennheiser MD46	Cầm cách miệng 10–15 cm, không nắm lưới
Thu lời bình phòng cách âm	Variable-D hoặc điện dung màng lớn	EV RE20, SM7B, Neumann U87	Có màn chắn bật hơi, giữ khoảng cách cố định
Thu trống, nhạc cụ gõ mạnh	Điện động	SM57, MD421, AKG D112	Đặt sát mặt trống, chú ý pha
Kèn đồng, guitar điện méo	Ribbon	Royer R-121, Coles 4038	Đặt lệch trục, tắt phantom nếu ribbon cổ điển

Bảng đầy đủ mười một tình huống có trong giáo trình, mục 5.2.5. Đây là công cụ dùng được ngay trên hiện trường.

CHỐT LẠI MỤC 5.2

Chốt lại tiết 2

Ribbon — điện động có cuộn dây rút gọn thành một vòng; hình số 8 tự nhiên; dịu ở 5–10 kHz. Sợ gió và sợ phantom sai cực.

MEMS — điện dung làm trên phiến silicon; siêu nhỏ và siêu đồng nhất; nhưng self-noise 26–32 dB-A nên chỉ để thu tiếng tham chiếu.

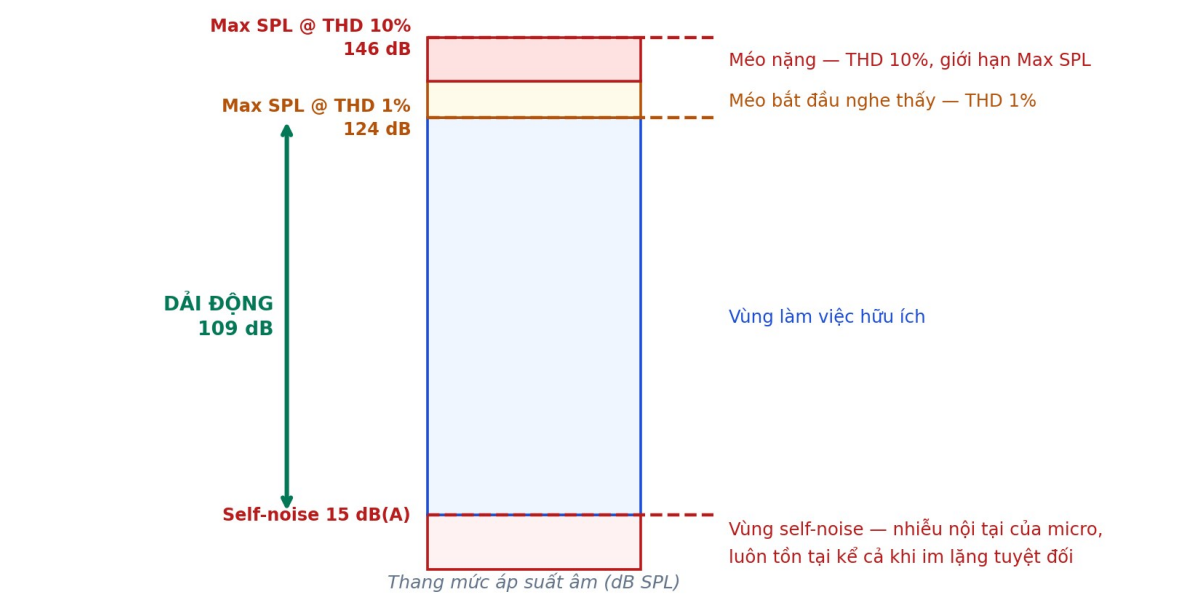
AES42 — bộ biến đổi A/D đặt trong thân micro, bỏ hẳn đoạn analog dễ nhiễm nhiễu; nguồn 10 V, không phải 48 V.

Ba câu hỏi luôn phải trả lời trước khi chọn micro: **nguồn âm to hay nhỏ · môi trường ồn hay yên · micro có được vào khung hình hay không**.

TIẾT 3

Đọc thông số kỹ thuật microphone — tám đại lượng

- Mỗi đại lượng trả lời một câu hỏi khác nhau của công việc
- Độ nhạy · Self-noise · Max SPL · THD
- Dải động · Đáp tuyến · Trở kháng · CMRR
- Đích đến: so sánh được hai micro mà không cần nghe thử



Micro này cần bao nhiêu gain?

Độ nhạy cho biết micro sinh ra bao nhiêu điện áp khi chịu một áp suất âm chuẩn. Áp suất chuẩn là **1 pascal**, tương đương **94 dB SPL** — mức của giọng nói bình thường ở khoảng cách một gang tay.

$$L_{\text{dBV/Pa}} = 20\log_{10}\frac{S_{\text{mV/Pa}}}{1000} \quad (\text{dBV/Pa})$$

- Đơn vị thường gặp: **mV/Pa**. Ví dụ 10 mV/Pa tương đương **–40 dBV/Pa**.
- Điện dung: **8 – 25 mV/Pa**. Điện động: chỉ **1,5 – 3 mV/Pa**.
- Dung sai chế tạo thường ±2 đến ±3 dB — hai chiếc cùng model có thể lệch tới 6 dB. Đủ để một cặp stereo bị lệch hẳn về một bên nếu không kiểm tra trước.

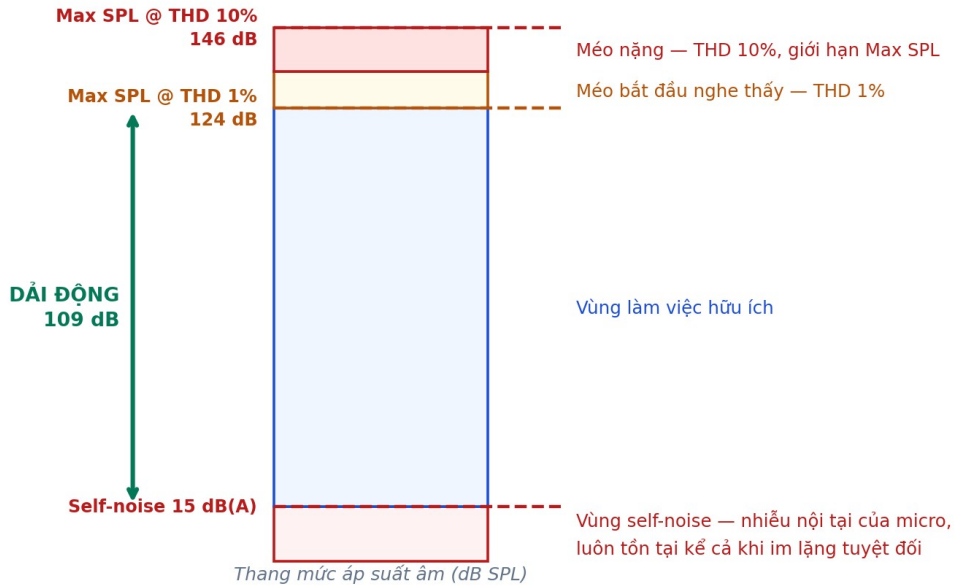
Thông số quan trọng nhất với thu thoại phim

Self-noise là tiếng ồn do **chính micro sinh ra** khi đặt trong môi trường hoàn toàn im lặng. Nguồn gốc: chuyển động nhiệt của phân tử khí quanh màng và nhiễu của mạch đệm bên trong.

- **Thang A (dB-A)** — trọng số theo cảm nhận tai người ở mức nghe nhỏ. Đây là con số hầu hết catalogue công bố. **Dưới 15 dB-A là tốt**; màng lớn phòng thu đạt ≈ 7 dB-A.

- **Thang ITU-R BS.468-4** — nhấn mạnh dải 5–8 kHz nơi tai nhạy nhất với tiếng xì. Luôn **cao hơn thang A khoảng 11–12 dB**. Dưới 25–30 dB là tốt.

- Khi so sánh hai micro, phải bảo đảm đang so CÙNG MỘT THANG. Đây là mẹo quảng cáo rất hay gặp.



Dải động nằm giữa hai mốc: sàn self-noise ở dưới và ngưỡng THD 1% ở trên.

Sàn nhiễu tổng của micro và preamp

Khi micro nối với preamp, hai nguồn nhiễu độc lập cộng theo **quy tắc cộng mức năng lượng** đã học ở Chương 1 — không phải cộng số học.

$$L_{\Sigma} = 10\log_{10}\left(10^{L_{\text{mic}}/10} + 10^{L_{\text{pre}}/10}\right) \quad \text{(dB-A)}$$

- Hai nguồn **bằng nhau** cộng lại chỉ tăng **3 dB**, không phải gấp đôi.
- Nếu một nguồn **thấp hơn nguồn kia 10 dB**, nó gần như không đóng góp gì.
- Kết luận nghề: không cần preamp siêu tốt cho một micro nhiễu cao — nhưng có preamp tồi thì micro tốt đến mấy cũng vô nghĩa.

Max SPL và THD — hai con số phải đi cùng nhau

Max SPL là mức áp suất micro chịu được trước khi méo vượt ngưỡng cho phép. **Con số này chỉ có nghĩa khi đi kèm mốc méo.**

- **Tại THD 1 %** — ngưỡng bắt đầu nghe thấy méo. Đây là mốc dùng để tính dải động và để quyết định trong công việc.
- **Tại THD 10 %** — giá trị cực đại trước khi tín hiệu hỏng hẳn, thường trên 140 dB. Đây là con số dùng để **quảng cáo**.
- THD là tỷ lệ năng lượng nằm ở các hài không có trong tín hiệu gốc. Đường cong THD **tăng chậm rồi vọt lên sau một điểm gãy** — vì thế mới cần hai mốc.
- Một micro ghi "Max SPL 140 dB" mà không nói mốc méo là một thông số VÔ NGHĨA. Khi so sánh hai micro, phải kéo cả hai về cùng mốc.

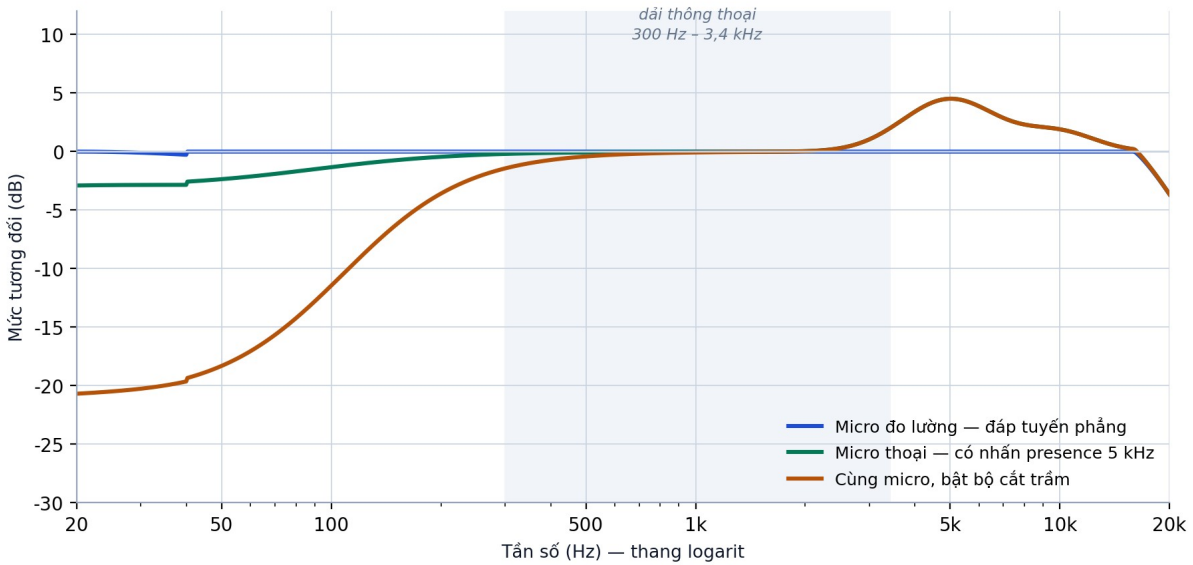
Một micro lo được cả cảnh hay không?

Dải động là khoảng cách giữa mức to nhất micro ghi được không méo và mức nhỏ nhất nó phân biệt được khỏi nhiễu của chính nó.

$$\mathrm{DR} = \mathrm{SPL}_{\max(\mathrm{THD}\,1\%)} - L_{\mathrm{self}} \quad (\mathrm{dB})$$

- Lavalier siêu nhỏ: **85 – 100 dB**. Shotgun hiện trường: **105 – 118 dB**. Màng lớn phòng thu: **120 – 133 dB**.
- Đây chính là khái niệm dải động đã gặp ở **Chương 2** khi bàn về mức tín hiệu, nay áp dụng cho một thiết bị cụ thể.
- Dải động rộng nghĩa là một chiếc micro lo được cả tiếng thì thầm lẫn tiếng hét trong cùng một cảnh mà không phải chỉnh gain giữa chừng.

Đọc đường cong, đừng chỉ đọc con số



Ba kiểu đáp tuyến hay gặp đặt chồng: đo lường phẳng, thoại có nhấn presence, và bật cắt trầm.

Phải phân biệt hai cách ghi rất khác nhau về giá trị thông tin.

- Ghi **"20 Hz – 20 kHz"** đơn thuần: chỉ nói micro có đáp ứng trong dải đó, không nói đều đến mức nào. **Gần như vô nghĩa.**
- Ghi **"20 Hz – 20 kHz ±2 dB"**: trong toàn dải, mức thu không lệch quá 2 dB. **Đây mới là thông tin dùng được.**
- Đoạn nhấn vài dB ở **3 – 8 kHz** gọi là nhấn presence: làm phụ âm rõ hơn, giọng "nổi" khỏi nền.
- Đoạn dốc dưới **100 Hz** là bộ cắt trầm: loại tiếng ù, rung sàn và gió.
- Micro đo lường thì phẳng suốt dải — nhiệm vụ của nó là nói sự thật, không phải làm đẹp.

THÔNG SỐ 7 VÀ 8

Trở kháng và CMRR — hai con số quyết định cách đấu nối

Hai thông số cuối ít được chú ý nhưng lại quyết định micro đấu vào đâu và kéo cáp được bao xa.

- **Trở kháng danh định** của micro là trở kháng RA của chính nó: 50 – 200 Ω với micro chuyên nghiệp. Lưu ý đây là trở kháng **sau mạch đệm**, không phải gigaôm của capsule.
- **Trở kháng tải tối thiểu** là con số preamp phải bảo đảm, thường ghi "≥ 1 kΩ". Quy tắc phối ghép điện áp cầu của **Chương 2** áp dụng nguyên vẹn.
- **CMRR** — khả năng triệt nhiễu đồng pha của đường cân bằng. Tốt là **trên 60 dB** trong toàn dải 50 Hz – 20 kHz.
- Nhiều micro có CMRR tốt ở dải giữa nhưng tụt ở dải cao — đó là lý do có bản thu bị lẫn tiếng "tít" của thiết bị số đặt gần.

TỔNG HỢP

Tám thông số — giá trị điển hình theo ba nhóm micro

Thông số	Đơn vị	Màng lớn phòng thu	Shotgun hiện trường	Lavalier	Câu hỏi nghề
Độ nhạy	mV/Pa	20 – 25	15 – 20	5 – 10	Cần bao nhiêu gain?
Self-noise	dB-A	7 – 12	12 – 16	20 – 26	Thu được cảnh yên tĩnh?
Max SPL (THD 1%)	dB SPL	130 – 140	120 – 130	110 – 120	Chịu được nguồn to?
Dải động	dB	120 – 133	105 – 118	85 – 100	Lo được cả cảnh?
Đáp tuyến	Hz	20–20k ±2 dB	40–20k ±3 dB	50–18k ±4 dB	Tiếng có tự nhiên?
Trở kháng ra	Ω	50 – 200	25 – 200	200 – 600	Preamp nào dùng được?
CMRR	dB	trên 60	trên 60	40 – 55	Kéo cáp được bao xa?

Cột cuối là cách nhớ dễ nhất: mỗi thông số gắn với một câu hỏi cụ thể của công việc, không phải một con số trừu tượng.

CHỐT LẠI MỤC 5.3

Chốt lại tiết 3

Không có micro tốt cho mọi việc — **chỉ có micro đúng cho từng việc**. Self-noise thấp và Max SPL cao gần như không bao giờ nằm trên cùng một sản phẩm.

Ba điều luôn phải kiểm tra khi đọc catalogue: **con số ghi ở thang nào · đo tại mốc méo nào · dung sai bao nhiêu**. Thiếu một trong ba thì chưa so sánh được.

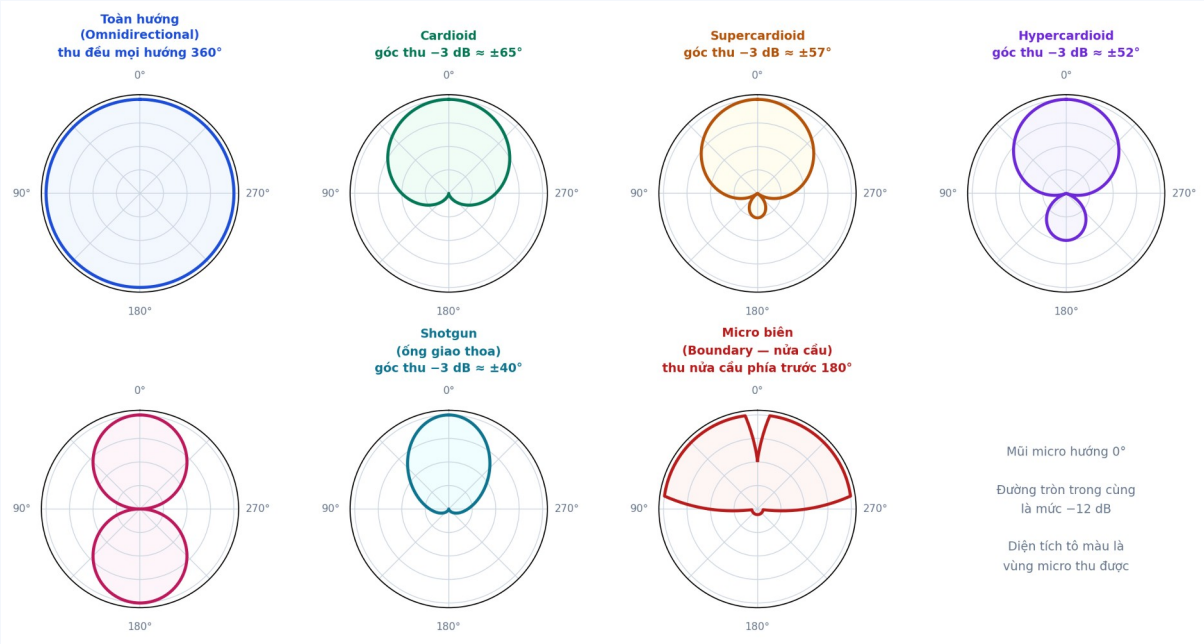
Nhiễu cộng theo **năng lượng**, không theo số học: hai nguồn bằng nhau chỉ tăng 3 dB.

Đáp tuyến phải đọc **đường cong**, không chỉ đọc dải tần. Nhấn presence ở 3–8 kHz, cắt trầm dưới 100 Hz.

TIẾT 4

Tính định hướng và hiệu ứng gần

- Một phương trình sinh ra toàn bộ bảy đồ thị
- Chỉ số khoảng cách — đặt micro xa được bao nhiêu
- Đồ thị định hướng biến đổi theo tần số
- Hiệu ứng gần: vừa là công cụ vừa là cái bẫy
- Micro shotgun và giới hạn thật của ống giao thoa



MỤC 5.4.1

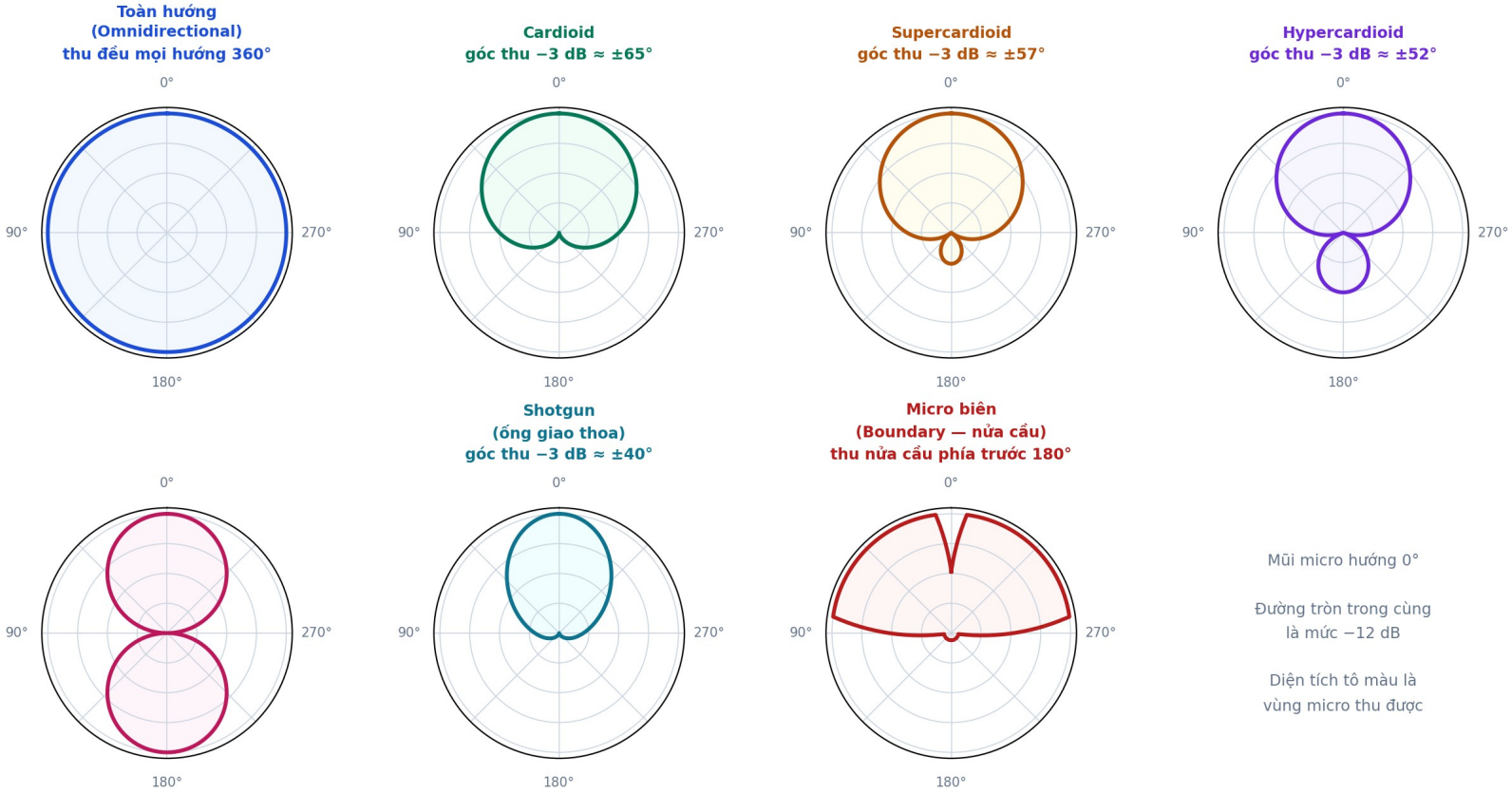
Một phương trình sinh ra toàn bộ họ đồ thị

Toàn bộ họ đồ thị định hướng cổ điển được sinh ra từ một phương trình duy nhất, trong đó θ là góc lệch so với trục chính của micro.

$$r(\theta) = A + B\cos\theta\,, \qquad A + B = 1$$

- **A** — phần đáp ứng theo **áp suất**, thu đều mọi hướng.
- **B** — phần đáp ứng theo **gradient áp suất**, thu theo hình số 8.
- **A + B = 1** — ràng buộc bảo đảm đáp ứng trên trục luôn bằng 1.
- Thay đổi tỷ lệ giữa A và B là có được toàn bộ họ đồ thị: A=1,B=0 cho toàn hướng; A=B=0,5 cho cardioid; A=0,B=1 cho hình số 8.

Bảy đồ thị định hướng dựng theo phương trình



Cùng tỷ lệ, cùng cách dựng, có đánh dấu góc thu hữu ích −3 dB cho từng dạng.

MỤC 5.4.1

Bảy dạng định hướng — tham số và tình huống dùng

Dạng	A	B	Góc thu −3 dB	Triệt sau	DF	Dùng khi nào
Toàn hướng	1,00	0,00	360°	0	1,0	Tiếng phòng, lavalier giấu trong áo
Cardioid	0,50	0,50	±65°	−25 dB	1,7	Phỏng vấn, nhạc cụ, micro cầm tay
Supercardioid	0,37	0,63	±57°	−12 dB	1,9	Boom trong phòng vang vừa phải
Hypercardioid	0,25	0,75	±52°	−6 dB	2,0	Boom trong phòng nhiều vang
Hình số 8	0,00	1,00	±45°	thu bằng	1,7	Phỏng vấn đối diện, Mid-Side
Shotgun	—	—	±40°	−15 dB	2,5–3,0	Ngoài trời, cảnh rộng, hiện trường ồn
Micro biên	—	—	180° nửa cầu	—	1,4	Trên bàn, trên sàn, giấu bối cảnh

Cột DF là chỉ số khoảng cách — slide sau giải thích vì sao nó là con số quan trọng nhất trong bảng này với người thu thanh hiện trường.

MỤC 5.4.2

Chỉ số khoảng cách — đặt micro xa được bao nhiêu lần?

DF cho biết một micro định hướng có thể đặt **xa hơn micro toàn hướng bao nhiêu lần** mà vẫn giữ nguyên tỷ lệ giữa tiếng trực tiếp và tiếng vang.

$$\mathrm{DF} = \sqrt{Q}\,, \qquad Q = \frac{1}{A^2 + \frac{B^2}{3}}$$

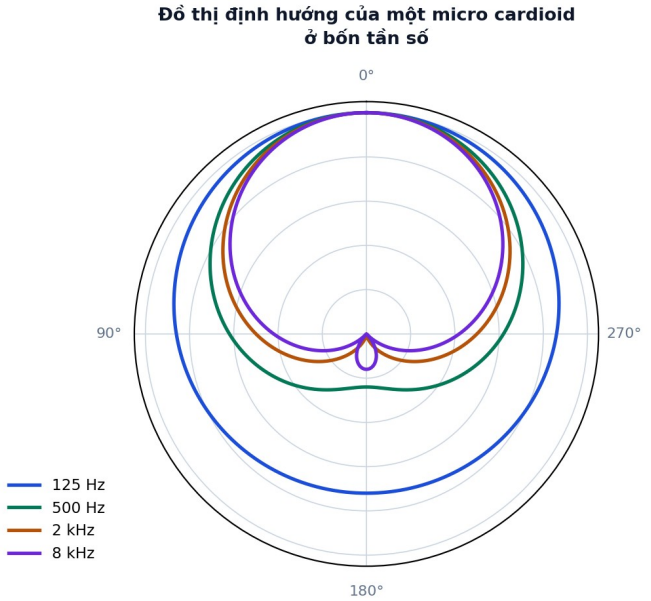
- Cardioid DF = 1,7 → đặt xa gấp **1,7 lần** micro toàn hướng.
- Shotgun DF = 2,5 – 3,0 → đặt xa gấp **gần ba lần**.
- Đây là con số giải thích một quyết định rất thường gặp: vì sao trong không gian ồn, người ta chọn shotgun đặt cách 1,5 m thay vì cardioid đặt cách 0,7 m.

MỤC 5.4.3

Đồ thị định hướng KHÔNG cố định — nó biến đổi theo tần số

Bảng và hình ở trên trình bày đồ thị định hướng như thể nó cố định. **Thực tế không phải vậy.**

- Mọi micro đều **mất tính định hướng ở dải trầm** và trở nên định hướng hẹp bất thường ở dải rất cao.
- Nguyên nhân: **kích thước vật lý của micro so với bước sóng**. Khi bước sóng lớn hơn nhiều so với thân micro, sóng âm đi vòng qua thân như không có vật cản.
- Ở 125 Hz bước sóng ≈ 2,7 m — thân micro dài 20 cm gần như vô hình với nó.
- Hệ quả: micro cardioid hướng vào diễn viên vẫn thu gần như đầy đủ tiếng ù 50 Hz của đèn phía sau, dù ở dải giữa nó triệt tới 25 dB.



Đọc hình:

Ở 125 Hz đồ thị gần như tròn — mọi micro đều trở nên toàn hướng ở dải trầm, vì bước sóng lớn hơn nhiều so với kích thước thân micro.

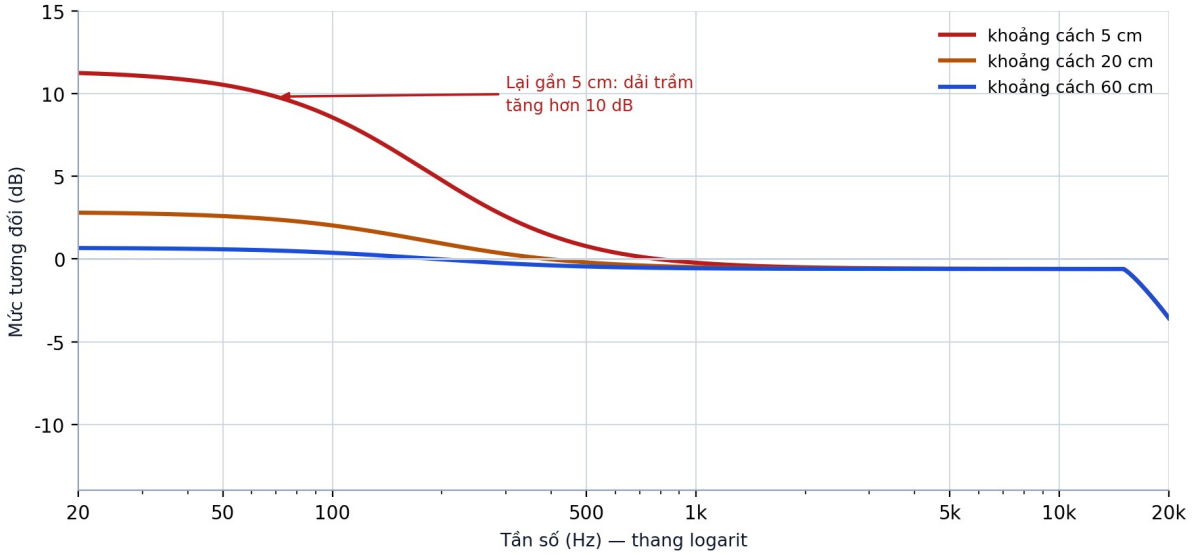
Càng lên cao, hình cardioid càng rõ nét và vùng triệt phía sau càng sâu.

Hệ quả nghề: micro cardioid KHÔNG chống được tiếng ù trầm từ phía sau. Muốn cắt rumble phải dùng bộ lọc thông cao, không trông vào tính định hướng.

Cùng một micro cardioid tại 125 Hz, 500 Hz, 2 kHz và 8 kHz đặt chồng.

MỤC 5.4.4

Hiệu ứng gần — vừa là công cụ vừa là cái bẫy



Cùng một micro ở ba khoảng cách 5 cm, 20 cm và 60 cm.

Mọi micro có thành phần gradient áp suất — tức **mọi dạng trừ toàn hướng** — đều tăng đáp ứng dải trầm khi nguồn âm lại gần. Dưới 20 cm, mức tăng có thể tới **6 – 10 dB ở 100 Hz**.

- **Là công cụ** khi cần giọng đọc lời bình dày và ấm: người đọc chỉ việc lại gần micro.
- **Là cái bẫy** khi thu thoại phim: diễn viên di chuyển làm khoảng cách thay đổi liên tục, âm sắc giọng thay đổi theo — cùng một câu, đầu câu ấm, cuối câu mỏng.
- Cách xử lý triệt để duy nhất: **giữ khoảng cách boom ổn định** trong suốt take.
- Cấu tạo Variable-D nhắc ở tiết 1 chính là giải pháp cơ khí cho vấn đề này — nhiều cửa trễ âm dọc thân, mỗi cửa phụ trách một dải tần.

CÂU HỎI TẠI LỚP

Một sinh viên mua micro shotgun MKH 416 và dùng nó cho mọi cảnh.

Cảnh ngoại trời thì rất tốt. Nhưng cảnh nội trong phòng khách nhỏ thì tiếng lại có âm sắc lạ, nghe "rỗng" và không tự nhiên. Vì sao?

Gợi ý: ống giao thoa hoạt động dựa trên việc so sánh pha của âm đến từ nhiều hướng.

Suy nghĩ 30 giây — rồi trả lời

GIẢI THÍCH

Trong phòng kín, ống giao thoa mất tác dụng và sinh màu ở dải trung

Ống giao thoa triệt âm đến từ bên cạnh bằng cách cho chúng lệch pha nhau. Trong phòng kín, phản xạ đến từ MỌI phía làm cơ chế này mất tác dụng, đồng thời tạo âm sắc lạ ở dải trung.

- Ống chỉ có tác dụng ở tần số có **bước sóng ngắn hơn chiều dài ống**. Shotgun dài 25 cm hầu như không định hướng dưới **1,4 kHz**.
- Vậy nên shotgun **không hề "thu xa"** như tên gọi gợi ý — nó chỉ triệt tốt hơn ở dải trung và cao.
- Trong phòng kín, **hypercardioid hoặc siêu cardioid cho kết quả tốt hơn**.
- Đó chính là lý do bộ đôi Sennheiser MKH 416 và MKH 50 tồn tại: 416 shotgun cho cảnh NGOẠI, 50 siêu cardioid cho cảnh NỘI.



CHỐT LẠI MỤC 5.4

Chốt lại tiết 4

Toàn bộ họ đồ thị định hướng sinh ra từ **một phương trình r(θ) = A + B·cosθ** với ràng buộc A + B = 1.

Hiệu ứng gần có ở mọi dạng trừ toàn hướng. Là công cụ khi thu lời bình, là cái bẫy khi thu thoại phim.

Chỉ số khoảng cách DF cho biết đặt micro xa được bao nhiêu lần mà vẫn giữ nguyên tỷ lệ tiếng trực tiếp trên tiếng vang.

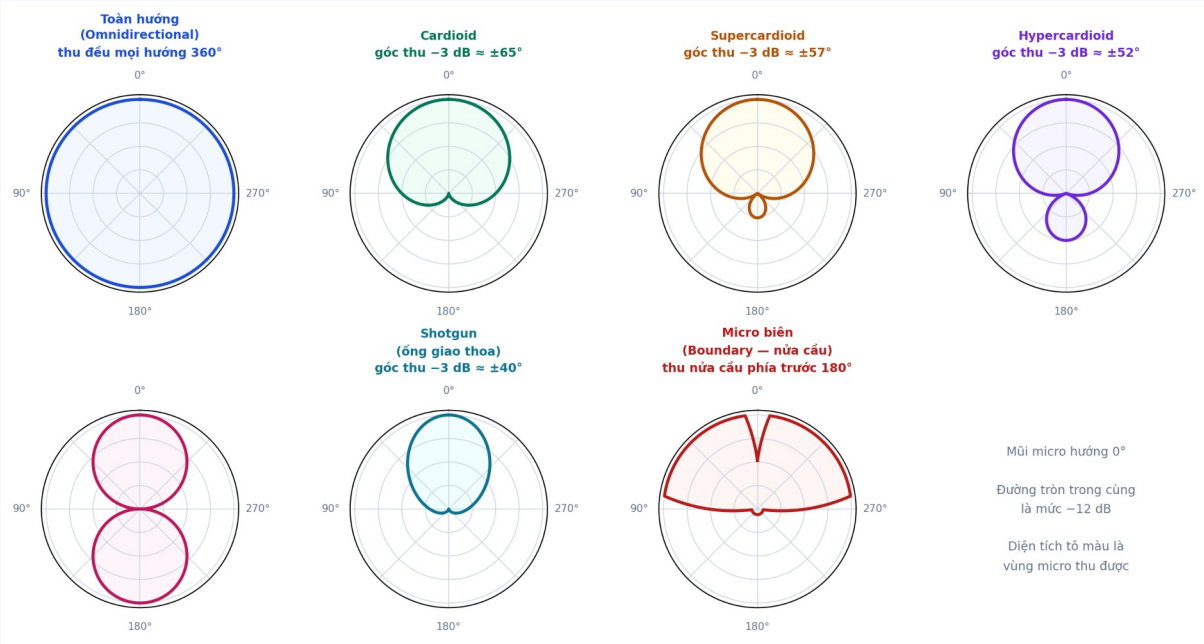
Shotgun **không thu xa** — nó chỉ triệt tốt hơn ở dải trung cao, và mất tác dụng trong phòng kín nhiều phản xạ.

Đồ thị định hướng **luôn biến đổi theo tần số**: mọi micro đều mất định hướng ở dải trầm. Chống ù phải xử lý nguồn ồn, không phải xoay micro.

TIẾT 5

Thực hành 1 — Đo đáp tuyến và dựng đồ thị định hướng

- Ba micro khác họ, một loa, một phần mềm đo miễn phí
- Sáu bước: chuẩn bị phòng → đo → dựng đồ thị → đối chiếu
- Có một bước kiểm chứng lý thuyết: bịt lỗ trễ âm
- Sản phẩm: báo cáo 5 – 7 trang



Thiết bị và phần mềm

Hạng mục	Yêu cầu tối thiểu
Microphone	Ba chiếc khác họ và khác dạng định hướng: một điện động cardioid, một điện dung màng nhỏ, một shotgun
Giao diện âm thanh	Hai đầu vào micro có phantom 48 V, ghi 24 bit / 48 kHz
Loa kiểm tra	Một loa active dải rộng làm nguồn phát
Phần mềm đo	REW (Room EQ Wizard) — miễn phí, hoặc phần mềm đo tương đương
Phụ kiện	Chân micro có thước đo góc, thước dây, giấy kẻ ô cực

REW tải miễn phí, chạy trên Windows, macOS và Linux. Sinh viên nên cài trước ở nhà để tiết thực hành không mất thời gian cài đặt.

Sáu bước tiến hành

Tình huống: Đo và dựng bộ đặc tính đầy đủ của ba micro trong điều kiện phòng học bình thường, rồi giải thích mọi chỗ lệch so với thông số nhà sản xuất.

1. **Chuẩn bị phòng.** Chọn phòng ít vang nhất có thể. Đo mức nền và ghi lại; nếu trên 40 dB SPL thì kết quả ở dải trầm không dùng được và phải ghi chú trong báo cáo.
2. **Đo đáp tuyến tần số.** Đặt micro cách loa đúng 1 m, đúng trục. Phát quét tần 20 Hz – 20 kHz. Ghi đường cong của cả ba micro trên cùng một biểu đồ.
3. **Dựng đồ thị định hướng.** Giữ nguyên 1 m. Xoay micro từng nấc 15° từ 0° đến 180°, mỗi vị trí đo mức tại 250 Hz, 1 kHz và 4 kHz. Dựng ba đồ thị cực.
4. **Đo hiệu ứng gần.** Với micro cardioid, đo đáp tuyến ở 5 cm, 20 cm và 60 cm. Đặt ba đường cong chồng lên nhau, đọc mức chênh tại 100 Hz.
5. **Kiểm chứng lỗ trễ âm.** Đo lại đồ thị định hướng tại 1 kHz trong hai trường hợp: bình thường, và khi dùng băng dính bịt kín các lỗ trễ âm trên thân.
6. **Đối chiếu.** So sánh với đồ thị nhà sản xuất và giải thích những chỗ lệch. **Phần giải thích quan trọng hơn phần số liệu.**

Kết luận nghề: Bước 5 là bước có giá trị sư phạm cao nhất — nó biến một lời giảng ở tiết 1 thành một phép đo mà sinh viên tự tay làm ra.

NỘP BÀI

Yêu cầu sản phẩm — báo cáo 5 đến 7 trang

Nộp cả bản in và bản điện tử. Báo cáo phải có đủ sáu phần sau.

- Biểu đồ **đáp tuyến của ba micro đặt chồng**, ghi rõ điều kiện đo và mức nền phòng.
- **Ba đồ thị cực** tại 250 Hz, 1 kHz và 4 kHz cho mỗi micro, kèm bảng số liệu thô.
- Biểu đồ **hiệu ứng gần** với số đo chênh lệch tại 100 Hz.
- **Hai đồ thị định hướng** của micro điện động trước và sau khi bịt lỗ trễ âm, kèm giải thích bằng lập luận vật lý.

- Một trang nhận xét: **mỗi micro hợp tình huống quay nào và vì sao**, lập luận dựa trên số liệu vừa đo.
- Điểm chấm nặng ở phần giải thích, không phải ở độ đẹp của biểu đồ.

Phép đo của các em sẽ KHÔNG khớp

với đồ thị nhà sản xuất.

Đó không phải là lỗi.

Nhà sản xuất đo trong phòng câm; phòng học thì có phản xạ. Nhận ra và giải thích được chỗ lệch — đó mới là mục tiêu thật của bài thực hành này.

CHỐT LẠI MỤC 5.5

Chốt lại buổi 1

Micro là **cửa ngõ và là khâu không sửa được**. Chọn sai micro là sai lầm đắt nhất trong dây chuyền.

Đọc catalogue phải kiểm ba điều: **thang đo · mốc méo · dung sai**.

Hai phương trình gốc: **e = BLv** cho điện động, **Δv ∝ Δd** cho điện dung. Mọi khác biệt còn lại đều bắt nguồn từ đó.

Ba câu hỏi trước khi chọn micro: **nguồn âm to hay nhỏ · môi trường ồn hay yên · micro có vào khung hình không**.

Tính định hướng của micro điện động **do khoang sau tạo ra**, không phải do màng rung.

Buổi sau: tín hiệu rời khỏi micro và đi vào **đường truyền không dây** — nơi phát sinh phần lớn sự cố hiện trường.