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

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

CHƯƠNG 6 · PHẦN B

Xử lý dải động

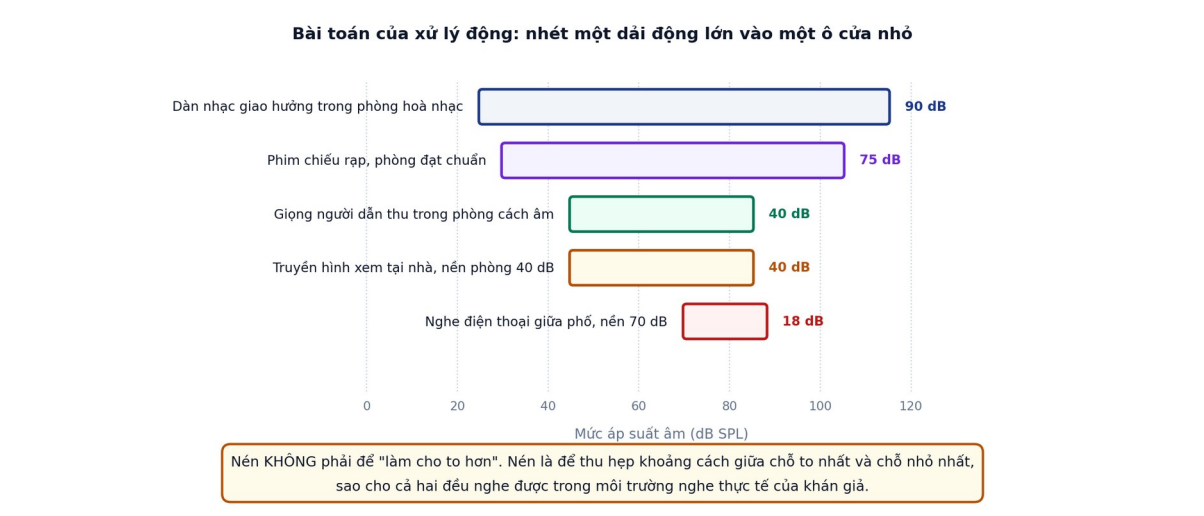
Mục 6.9 – 6.13 · Dành cho sinh viên Đạo diễn âm thanh, Quay phim, Đạo diễn điện ảnh – truyền hình, Dựng phim

Hà Nội – 2026

MỤC 6.9

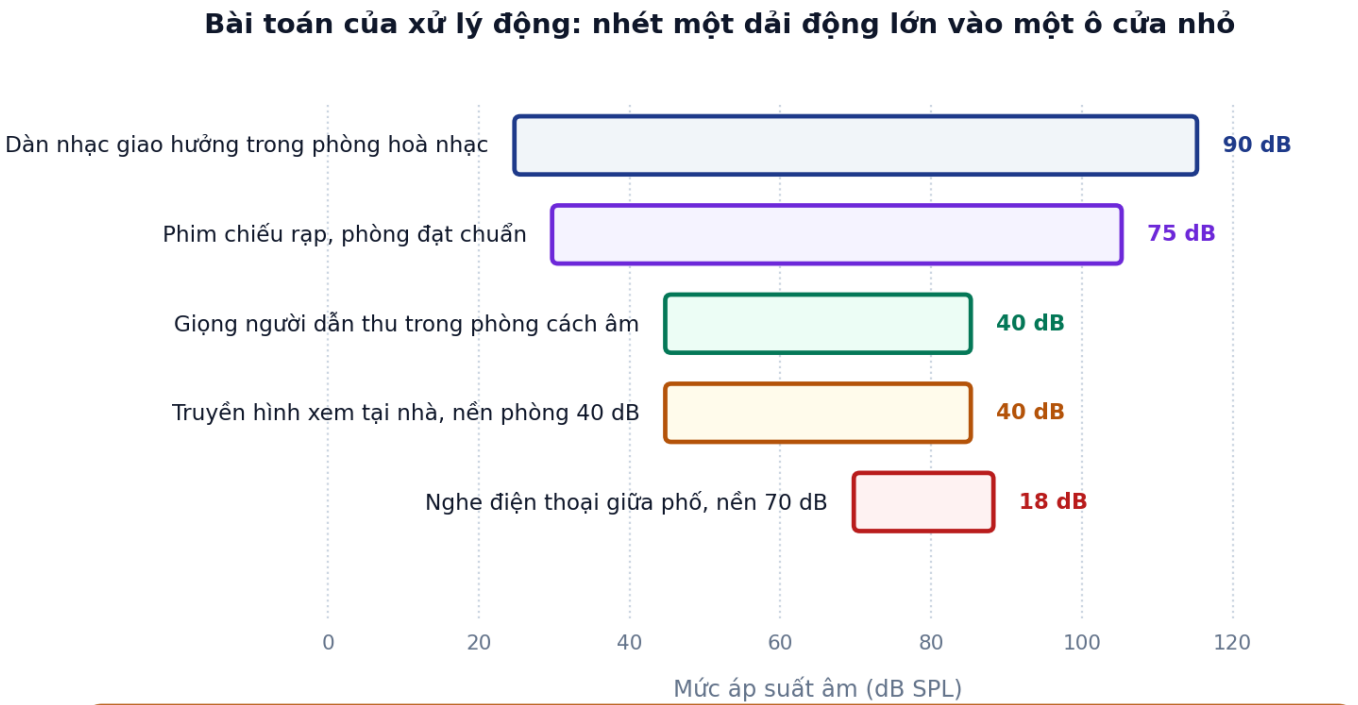
Vì sao phải xử lý dải động

- Dải động của nguồn so với ô cửa của người nghe
- Nén KHÔNG phải để làm cho to hơn
- Bốn thiết bị cùng họ, khác vùng tác động



MỤC 6.9.1

Dải động lớn, ô cửa nhỏ



Nén KHÔNG phải để "làm cho to hơn". Nén là để thu hẹp khoảng cách giữa chỗ to nhất và chỗ nhỏ nhất, sao cho cả hai đều nghe được trong môi trường nghe thực tế của khán giả.

Nhiệm vụ của người kỹ sư: ép dải động của nguồn vào ô cửa của người nghe mà không phá hỏng ý đồ nghệ thuật

Nén không phải để "làm cho to hơn".
Nén là để THU HẸP khoảng cách
giữa chỗ to nhất và chỗ nhỏ nhất.

Việc bản nén nghe to hơn chỉ là hệ quả gián tiếp: sau khi nén các đỉnh xuống, ta có chỗ trống để nâng toàn bộ lên.
Nếu không nâng lại (không dùng makeup gain), bản nén sẽ nghe NHỎ hơn bản gốc.

MỤC 6.9.2

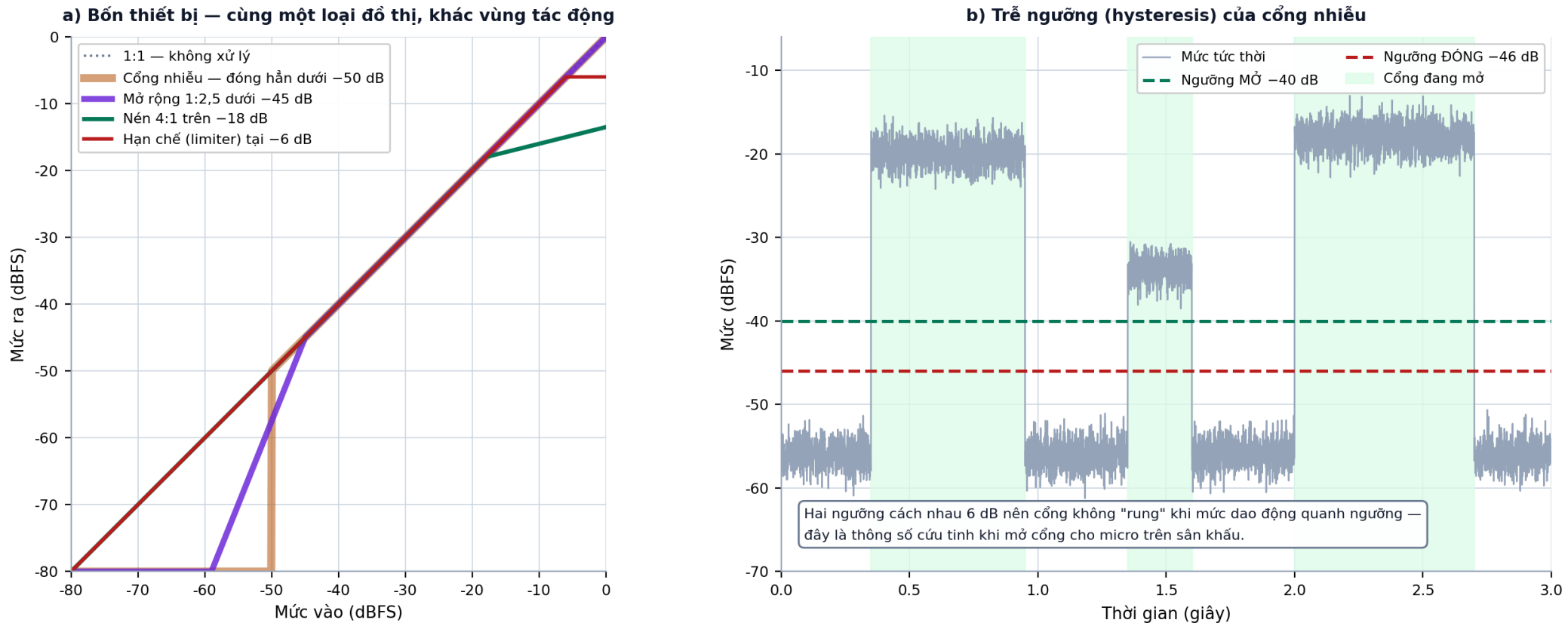
Bốn thiết bị cùng họ — khác vùng tác động

Thiết bị	Tác động ở đâu	Tỉ số điển hình	Mục đích
Bộ nén (compressor)	TRÊN ngưỡng	2:1 đến 8:1	Thu hẹp dải động, làm đều mức
Bộ hạn chế (limiter)	TRÊN ngưỡng	20:1 đến ∞:1	Chặn tuyệt đối, không cho vượt trần
Bộ mở rộng (expander)	DƯỚI ngưỡng	1:1,5 đến 1:4	Đẩy phần nhỏ xuống thấp hơn, giảm nền
Cổng nhiễu (noise gate)	DƯỚI ngưỡng	1:∞	Tắt hẳn khi tín hiệu dưới ngưỡng

Bốn thiết bị này thực ra là cùng một mạch — chỉ khác vùng tác động trên đường đặc tuyến vào–ra.

MỤC 6.9.2

Bốn thiết bị trên cùng một loại đồ thị

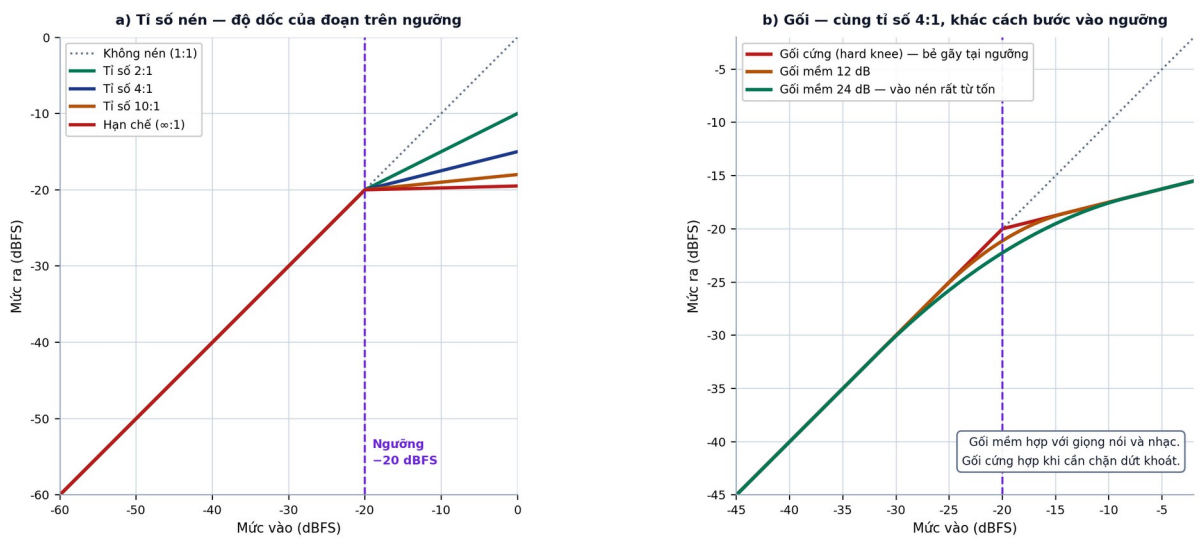


Trái: bốn vùng tác động. Phải: trễ ngưỡng (hysteresis) của cổng nhiễu

MỤC 6.10

Bộ nén — nguyên lý và năm tham số

- Đường đặc tuyến vào – ra và độ giảm ích
- Ngưỡng · Tỉ số · Tác động · Nhả · Độ lợi bù
- Gối cứng và gối mềm
- Dò đỉnh và dò hiệu dụng
- Bốn họ mạch nén và màu âm của chúng



MỤC 6.10.1

Đường đặc tuyến vào – ra

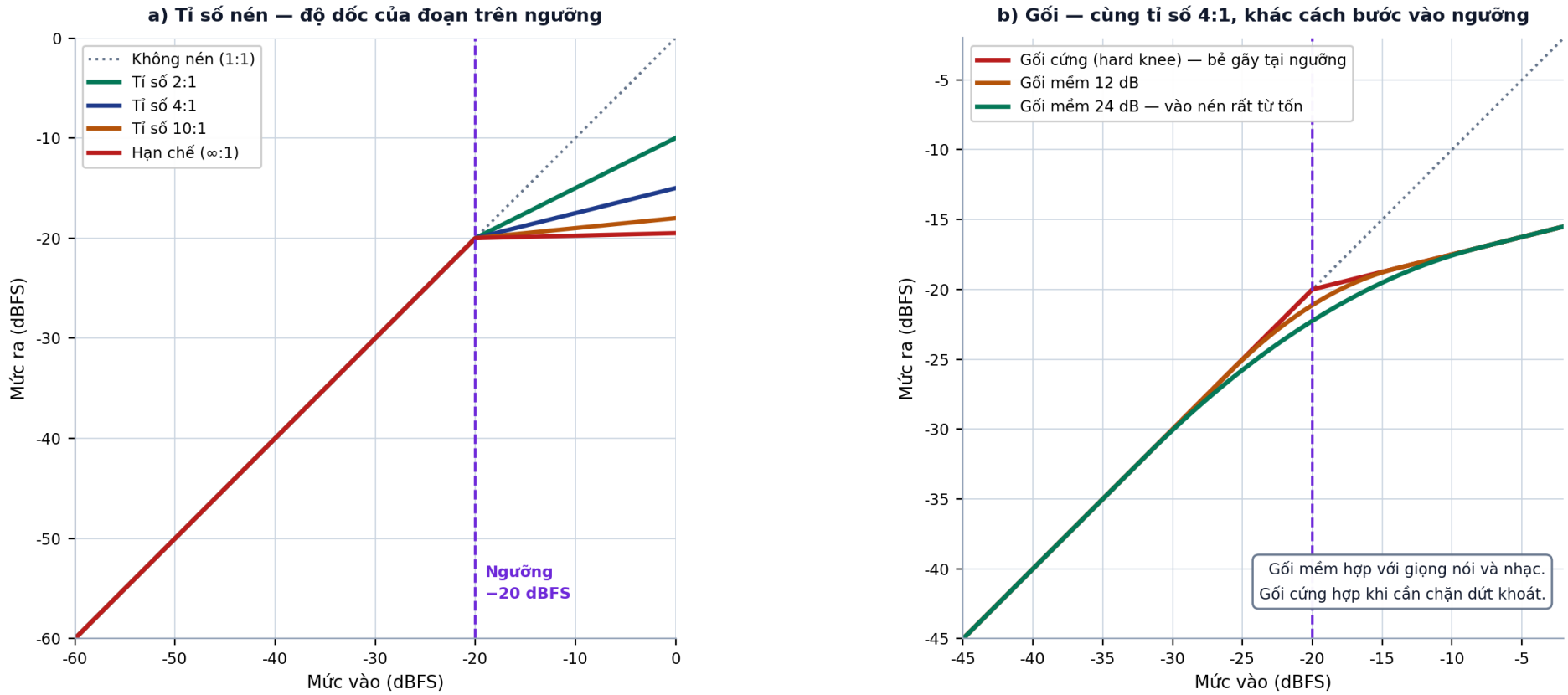
Bộ nén là một bộ khuếch đại có **độ lợi thay đổi theo mức của chính tín hiệu**.

$$L_{out} = L_{in} \quad (L_{in} \le T)\,; \qquad L_{out} = T + \frac{L_{in} - T}{R} \quad (L_{in} > T)$$

- **T** — ngưỡng (threshold); **R** — tỉ số nén (ratio)
- DƯỚI ngưỡng: thiết bị **không làm gì**
- TRÊN ngưỡng: mỗi **R** decibel tăng thêm ở đầu vào chỉ cho ra **1** decibel ở đầu ra

MỤC 6.10.1

Tỉ số nén và dạng gối



Trái: tỉ số quyết định độ dốc đoạn trên ngưỡng. Phải: gối quyết định cách bước vào ngưỡng

MỤC 6.10.1

Độ giảm ích — con số quan trọng nhất để đọc

Đây là con số hiển thị trên **đồng hồ GR** của bộ nén, và là con số quan trọng nhất để đọc trạng thái làm việc của nó.

$$\mathrm{GR} = (L_{\mathrm{in}} - T)\left(\frac{1}{R} - 1\right) \quad (\mathrm{dB})$$

- GR trung bình **3 – 6 dB** → nén vừa phải
- GR trung bình **6 – 12 dB** → nén mạnh
- GR trung bình **trên 15 dB** → nén rất nặng, chỉ dùng có chủ ý
- *Người có kinh nghiệm nhìn đồng hồ GR nhiều hơn nhìn núm vặn*

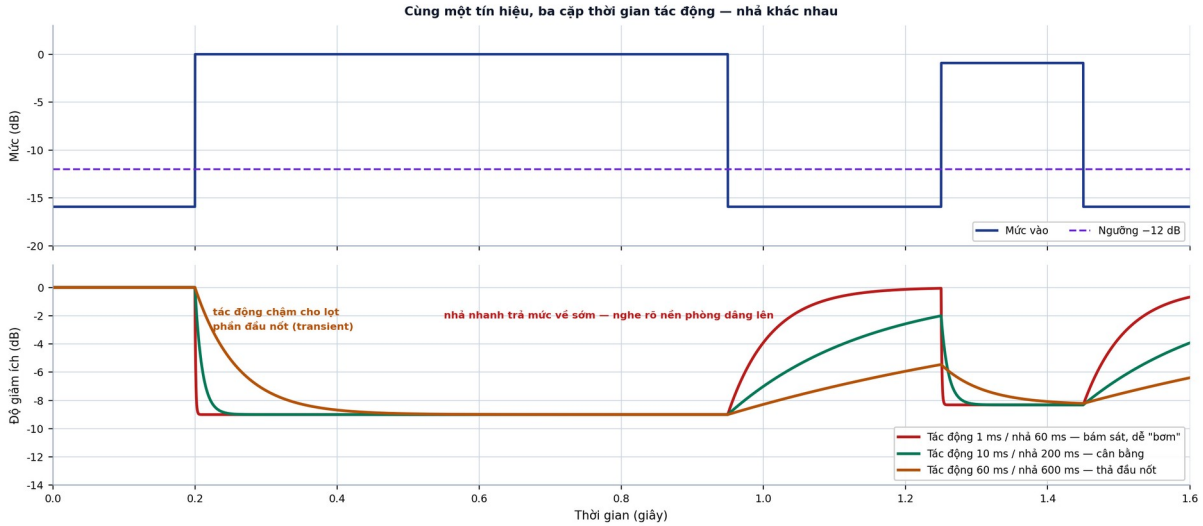
Ngưỡng và tỉ số nén

- **NGƯỠNG (Threshold)** — mức mà trên đó bộ nén bắt đầu làm việc. Quyết định **BAO NHIÊU** phần của tín hiệu bị xử lý
  - Cách đặt: hạ ngưỡng dần trong khi nghe, cho tới khi đồng hồ GR bắt đầu nhúc nhích ở những chỗ to nhất. Đó là điểm khởi đầu; từ đó chỉnh theo tai
- **TỈ SỐ (Ratio)** — độ dốc của đoạn trên ngưỡng. Ba vùng giá trị có ý nghĩa khác nhau:
  - **1,5:1 – 3:1 — nén nhẹ.** Làm đều mức mà gần như không nghe ra là có nén. Dùng cho giọng dẫn, nhạc cụ mộc, bus tổng
  - **4:1 – 8:1 — nén rõ.** Nghe thấy tác động: dày hơn, đều hơn, có phần bị "ép". Dùng cho giọng hát nhạc nhẹ, trống, bass
  - **trên 10:1 — hạn chế.** Không còn là nén mà là chặn. Dùng để bảo vệ, không dùng để tạo màu

Tác động và nhả — hai tham số quyết định CHẤT

Tác động (attack) — thời gian để đạt phần lớn lượng giảm ích sau khi vượt ngưỡng. Đây là tham số ảnh hưởng nhiều nhất tới chất âm.

- Tác động **nhanh (< 5 ms)**: tóm cả phần đầu nốt → mất độ nảy, "phẳng" hơn nhưng an toàn hơn
- Tác động **chậm (20 – 100 ms)**: để lọt phần đầu nốt rồi mới siết phần thân → **giữ được độ nảy**, thậm chí nảy HƠN bản gốc
- **Nhả (release)** — thời gian trả độ lợi về bình thường
  - Nhả quá **nhanh** → hiện tượng "bơm" (pumping): nền phòng dâng lên hạ xuống theo nhịp
  - Nhả quá **chậm** → không kịp trả độ lợi, đoạn nhỏ ngay sau đoạn to bị chìm hẳn



Mạch dò — một bộ lọc thông thấp bậc nhất

Cả tác động lẫn nhả đều được thực hiện bằng cùng một phép toán, chỉ khác hằng số thời gian.

$$y[n] = \alpha\, y[n-1] + (1-\alpha)\, x[n]\,, \qquad \alpha = e^{-1/(f_s \tau)}$$

- **τ** — hằng số thời gian: thời gian để đạt **63 %** lượng thay đổi
- **f_s** — tần số lấy mẫu
- Khi mức tăng → dùng τ của **tác động**; khi mức giảm → dùng τ của **nhả**
- Nhiều bộ nén hiện đại có **nhả tự động**: τ thay đổi theo đặc điểm tín hiệu — với người mới, chế độ tự động thường an toàn hơn chế độ tay

Muốn tiếng trống nghe MẠNH hơn, hãy đặt tác động CHẠM chứ không phải nhanh

Tác động chậm cho phần đầu tiếng đánh đi qua nguyên vẹn, rồi mới nén phần thân — làm nổi bật độ tương phản giữa cú đánh và phần đuôi.
Muốn tiếng trống nghe mềm và bị "ép" thì mới đặt tác động rất nhanh, dưới 1 ms.

Độ lợi bù — bước bắt buộc khi so sánh

Sau khi nén, mức tổng thể giảm xuống. Độ lợi bù nâng lại toàn bộ tín hiệu để mức nghe được tương đương ban đầu.

$$G_{\text{makeup}} \approx |\text{GR}_{\text{tb}}| \quad (\text{dB})$$

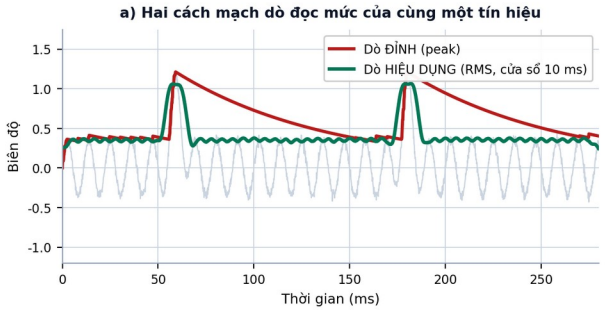
- Nếu **không bù mức**, tai người sẽ luôn thấy bản to hơn là "hay hơn"
- → ta sẽ **đánh giá sai hoàn toàn** tác dụng của bộ nén
- Nhiều plugin hiện đại có **bù mức tự động** (auto gain) chính vì lý do này
- *Quy tắc: mọi phép so sánh trước/sau đều phải cân bằng độ to trước khi nghe*

MỤC 6.10.4

Dò đỉnh và dò hiệu dụng

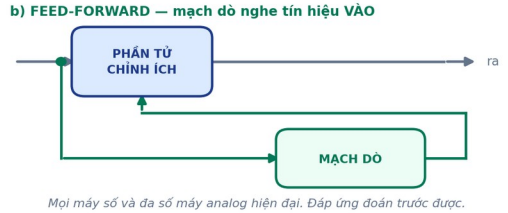
Mạch dò quyết định bộ nén **"nhìn thấy" tín hiệu như thế nào**.

- **Dò ĐỈNH (peak)** — bám theo giá trị tuyệt đối tức thời
  - Phản ứng với mọi đỉnh nhọn, kể cả những đỉnh tai gần như không nghe thấy
  - Đúng khi mục tiêu là **BẢO VỆ** thiết bị phía sau
- **Dò HIỆU DỤNG (RMS)** — trung bình bình phương trong cửa sổ 5 – 50 ms
  - Gần với cách tai người cảm nhận độ to; gần như bỏ qua đỉnh rất ngắn
  - Đúng khi mục tiêu là làm **ĐỀU** độ to cảm nhận
- Với giọng dẫn và giọng hát: **RMS** thường tự nhiên hơn. Bảo vệ đường ra: **peak** là bắt buộc

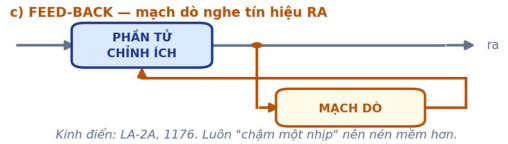


Dò ĐỈNH nhìn thấy hai cú nhọn và ép chúng xuống — bảo vệ được thiết bị phía sau, nhưng làm tắt phần đầu nốt.

Dò HIỆU DỤNG gần với cách tai người cảm nhận độ to — nó gần như bỏ qua hai cú nhọn và chỉ bám theo phần thân của âm.



Mọi máy số và đa số máy analog hiện đại. Đáp ứng đoán trước được.



Kinh điển: LA-2A, 1176. Luôn "chậm một nhịp" nên nén mềm hơn.

MỤC 6.10.5

Feed-forward và feed-back

Mạch dò có thể lấy tín hiệu từ đầu **VÀO** hay từ đầu **RA** của phần tử chỉnh ích.

- **FEED-FORWARD** — mạch dò nghe tín hiệu VÀO. Mọi bộ nén số và đa số bộ nén analog hiện đại
  - Mạch dò biết chính xác tín hiệu sắp tới → tính được lượng giảm ích một cách chính xác. Đáp ứng **đoán trước được**
- **FEED-BACK** — mạch dò nghe tín hiệu RA. Các máy kinh điển: Teletronix LA-2A, Urei 1176
  - Mạch dò nghe tín hiệu SAU khi đã bị nén → luôn **"chậm một nhịp"**
  - Hệ quả: tỉ số nén thực tế **không bằng** con số ghi trên mặt máy; đường nén **cong** chứ không gãy; đáp ứng khó đoán trước hơn
  - *Đó chính là chất riêng nhiều người tìm ở các máy nén cổ điển — sự "không hoàn hảo có kiểm soát"*

MỤC 6.10.6

Bốn họ mạch nén

Bốn họ mạch nén — cùng một sơ đồ khối, khác nhau ở phần tử chỉnh ích

	VCA	Quang (Opto)	FET	Đèn (Vari-mu)
	Khuếch đại điều khiển bằng điện áp	Bóng đèn chiếu vào điện trở quang	Transistor hiệu ứng trường làm điện trở	Đèn điện tử tự đổi hệ số khuếch đại
Tác động	nhanh, chính xác	chậm tự nhiên, ~10 ms	cực nhanh, 20 µs	chậm, phụ thuộc mức
Đường nhả	tuyến tính, đoán được	hai pha, phi tuyến	nhanh, có nạp lại	rất chậm, tự nhiên
Chất	trong, trung tính	mềm, mượt, "hát"	hung, có màu, sinh hài	dày, ấm, kết dính
Kinh điển	dbx 160, SSL Bus, API 2500	Teletronix LA-2A, Tube-Tech CL 1B	Urei 1176, chế độ "all-buttons"	Fairchild 670, Manley Vari-Mu
Dùng cho	trống, bass, bus tổng, chặn đỉnh	giọng hát, giọng dẫn, nhạc cụ mộc	giọng rock, trống phòng, guitar điện	bus tổng, master, dàn dây

Không có họ nào "tốt hơn". Chọn theo việc: cần trong suốt thì VCA, cần mượt thì quang, cần hung thì FET, cần kết dính thì đèn.

Phần tử chỉnh ích — bộ phận thực sự thay đổi độ lợi — quyết định phần lớn tính cách của một bộ nén

MỤC 6.10.6

Chọn họ mạch nén theo nguồn âm

Nguồn âm	Họ nên chọn	Lý do
Giọng dẫn, thuyết minh	Quang (opto), VCA nhẹ	Cần đều mức mà không nghe ra tác động; đường nhả tự nhiên của mạch quang rất hợp nhịp nói
Giọng hát nhạc nhẹ	Quang, hoặc quang nối tiếp FET	Lớp đầu làm đều mức, lớp sau bắt các đỉnh còn sót
Trống bass và snare	VCA hoặc FET	Cần tác động nhanh, chính xác, và tạo được độ nảy
Bass điện	VCA hoặc quang	Dải động lớn theo từng nốt; cần đều mà không mất phần trầm
Bus tổng, master	VCA nhẹ (2:1, GR 1–3 dB) hoặc đèn	Chỉ cần kết dính, không cần siết; nén nhiều ở bus tổng làm mất chiều sâu
Tiếng động hiện trường có đỉnh bất thường	VCA hoặc hạn chế	Cần chặn chính xác, không cần màu âm

CÂU HỎI TẠI LỚP

Đặt bộ nén: ngưỡng −20 dBFS, tỉ số 4:1.
Tín hiệu vào có đỉnh −4 dBFS.
Mức ra và độ giảm ích là bao nhiêu?

Gợi ý: tín hiệu vượt ngưỡng **16 dB**. Trên ngưỡng, mỗi **4 dB** vào chỉ cho ra **1 dB**.

Suy nghĩ 30 giây — rồi trả lời

LỜI GIẢI

Tính mức ra và độ giảm ích

Tình huống: Ngưỡng T = −20 dBFS, tỉ số R = 4:1, mức vào L_in = −4 dBFS.

1. Phần vượt ngưỡng: L_in − T = −4 − (−20) = **16 dB**

2. Phần vượt ngưỡng ở đầu ra: 16 / 4 = **4 dB**

3. Mức ra: L_out = T + 4 = −20 + 4 = **−16 dBFS**

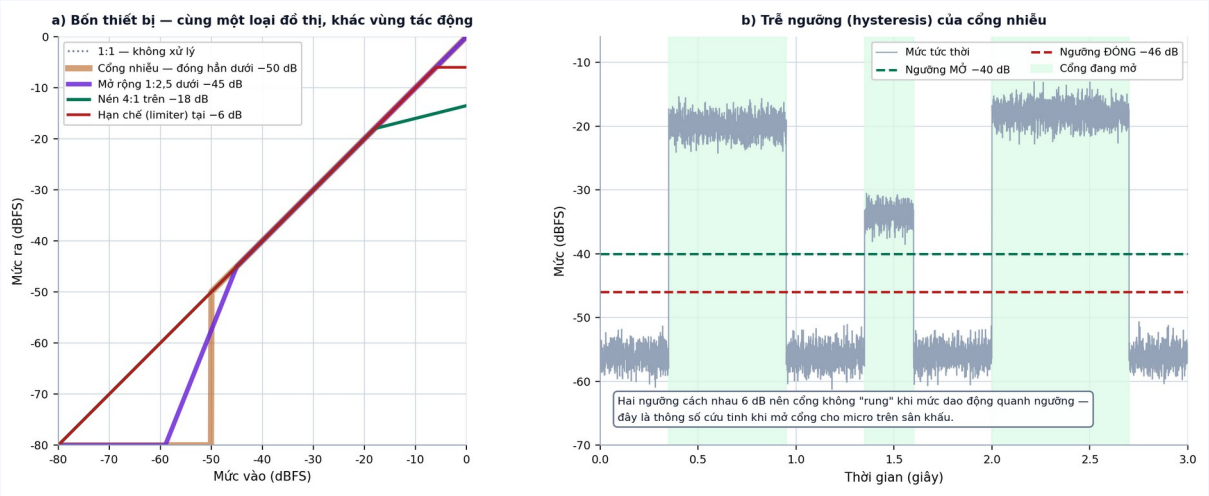
4. Độ giảm ích: GR = L_out − L_in = −16 − (−4) = **−12 dB**

Kết luận nghề: GR 12 dB là nén rất nặng. Nếu đây là giọng dẫn thì cần xem lại: hoặc hạ tỉ số, hoặc nâng ngưỡng, hoặc chia việc cho hai bộ nén nối tiếp.

MỤC 6.11

Hạn chế, cổng nhiễu, mở rộng và de-esser

- Hạn chế thường và hạn chế nhìn trước
- Cổng nhiễu và trễ ngưỡng
- Bộ mở rộng — cổng nhiễu "mềm"
- De-esser băng rộng và băng hẹp



MỤC 6.11.1

Hai loại bộ hạn chế

Loại	Cơ chế	Ưu điểm	Nhược điểm
Hạn chế thường	Tác động 0,1 – 1 ms sau khi vượt ngưỡng	Đơn giản, không thêm độ trễ	Vẫn để lọt một phần rất ngắn của đỉnh đầu tiên
Hạn chế nhìn trước (look-ahead)	Làm trễ tín hiệu chính 1 – 5 ms để mạch dò "nhìn thấy" đỉnh trước khi nó tới	Bắt được MỌI đỉnh, nghe trong suốt hơn nhiều	Thêm độ trễ đúng bằng thời gian nhìn trước — vấn đề khi làm trực tiếp

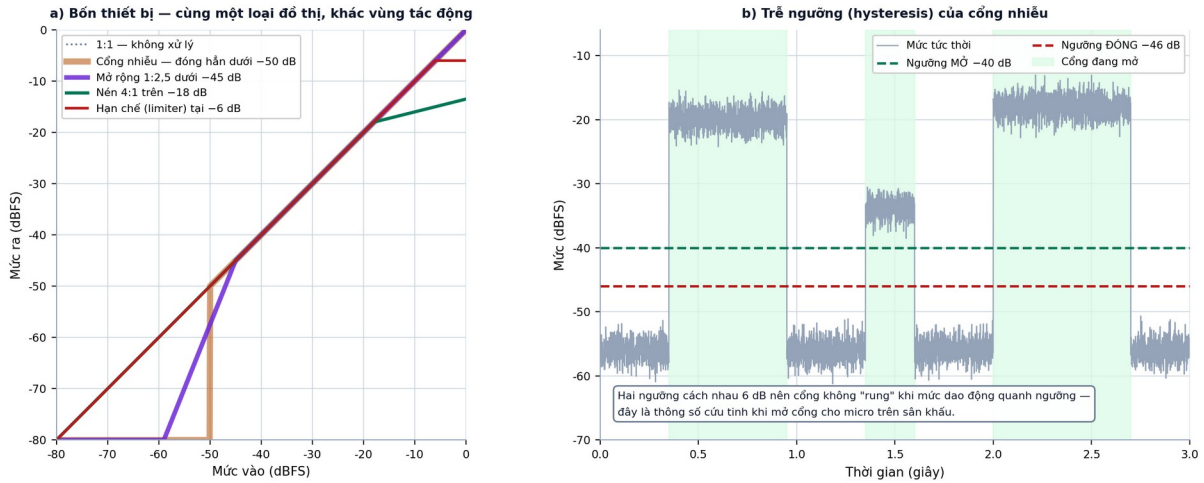
Hạn chế True Peak là loại đặc biệt: làm việc trên tín hiệu đã nội suy ≥ 4 lần nên chặn được cả đỉnh nằm giữa hai mẫu. BẮT BUỘC khi giao nộp theo QCVN 115:2017/BTTTT.

Bộ hạn chế luôn là thiết bị CUỐI CÙNG của chuỗi

Đặt bất cứ thứ gì sau nó — kể cả một bộ EQ chỉ nâng 1 dB — là phá bỏ bảo đảm mà nó vừa tạo ra.
Trong hệ tăng âm, bộ hạn chế đặt SAU bộ phân tần, riêng cho từng đường ra,
với ngưỡng đặt theo sức chịu của củ loa đường đó.

MỤC 6.11.2

Cổng nhiễu và trễ ngưỡng



Cổng nhiễu tắt hẳn tín hiệu khi mức xuống dưới ngưỡng. Bốn tham số: **ngưỡng, tác động, giữ (hold), nhả**.

- Loại tiếng ồn nền, tiếng máy điều hoà, tiếng quạt máy quay giữa các câu thoại
- Loại tiếng lọt từ nguồn khác vào một micro
- Tự động đóng micro không dùng trên sân khấu → **giảm NOM, tăng dự trữ trước hú** (Phần D)
- **TRỄ NGƯỠNG (hysteresis)** — tham số quan trọng nhất mà người mới hay bỏ qua
  - Ngưỡng MỞ và ngưỡng ĐÓNG đặt lệch nhau **3 – 8 dB**
  - Nếu chỉ có một ngưỡng, khi mức dao động quanh ngưỡng thì cổng đóng mở hàng chục lần một giây — nghe lạo xạo
- **GIỮ (hold)** — với thoại đặt **50 – 150 ms** để cổng không đóng ngay giữa hai âm tiết

Cổng nhiễu KHÔNG làm sạch tiếng ồn

Cổng chỉ **tắt tiếng ồn trong khoảng lặng**. Khi có thoại, tiếng ồn vẫn còn nguyên ở đó.

- Người nghe nay còn nhận ra tiếng ồn **rõ hơn**, vì có sự tương phản với các khoảng lặng hoàn toàn im
- Kết quả thường **tệ hơn không dùng cổng**: nền phòng "bật tắt" theo lời thoại nghe rất giả
- Với tiếng ồn nền liên tục, công cụ đúng là **bộ khử ồn phổ** (spectral denoise), không phải cổng — xem mục 6.17.4

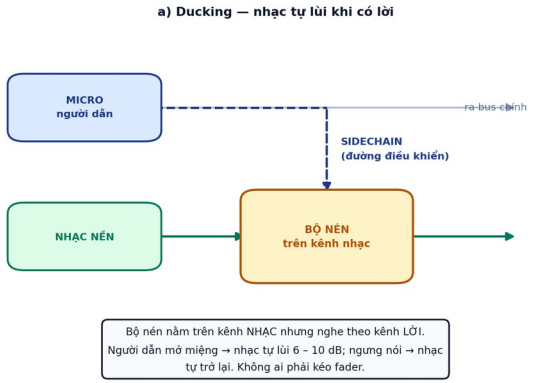
- **Nếu vẫn dùng cổng cho thoại**: đặt độ suy giảm (range) chỉ **−6 đến −12 dB** chứ đừng tắt hẳn. Nền phòng vẫn còn nhưng nhỏ đi, và tai không nhận ra sự chuyển tiếp
- **Bộ mở rộng** tỉ số 1:1,5 hoặc 1:2 cho kết quả tốt hơn cổng rất nhiều với hầu hết công việc phim và truyền hình

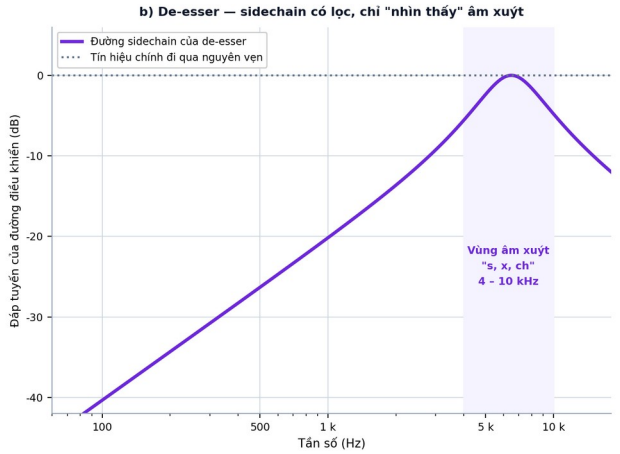
MỤC 6.11.4

De-esser — bộ nén có mạch dò được lọc dải

Âm xuýt ("s", "x", "ch", "tr") có năng lượng tập trung **4 – 10 kHz** và biên độ đỉnh rất cao so với phần còn lại của giọng.

- Mạch dò chỉ **"nhìn thấy" dải âm xuýt**, nhưng khi tác động thì hạ độ lợi của toàn bộ tín hiệu (băng rộng) hoặc chỉ của dải đó (băng hẹp)
- **Băng rộng**: tự nhiên hơn về âm sắc, nhưng có thể nghe giọng "thụt" nhẹ ở mỗi âm xuýt
- **Băng hẹp (split-band)**: không ảnh hưởng phần còn lại của giọng; đặt quá tay thì giọng nghe như bị chặn mất phần "s"
- **Cách đặt**: bật chế độ nghe riêng đường sidechain để tìm tần số gây khó chịu — thường **5 – 8 kHz** giọng nam, **6 – 10 kHz** giọng nữ
- Hạ ngưỡng tới khi GR đạt **3 – 6 dB Ở NHỮNG ÂM XUÝT MẠNH NHẤT**, không phải ở mọi âm xuýt

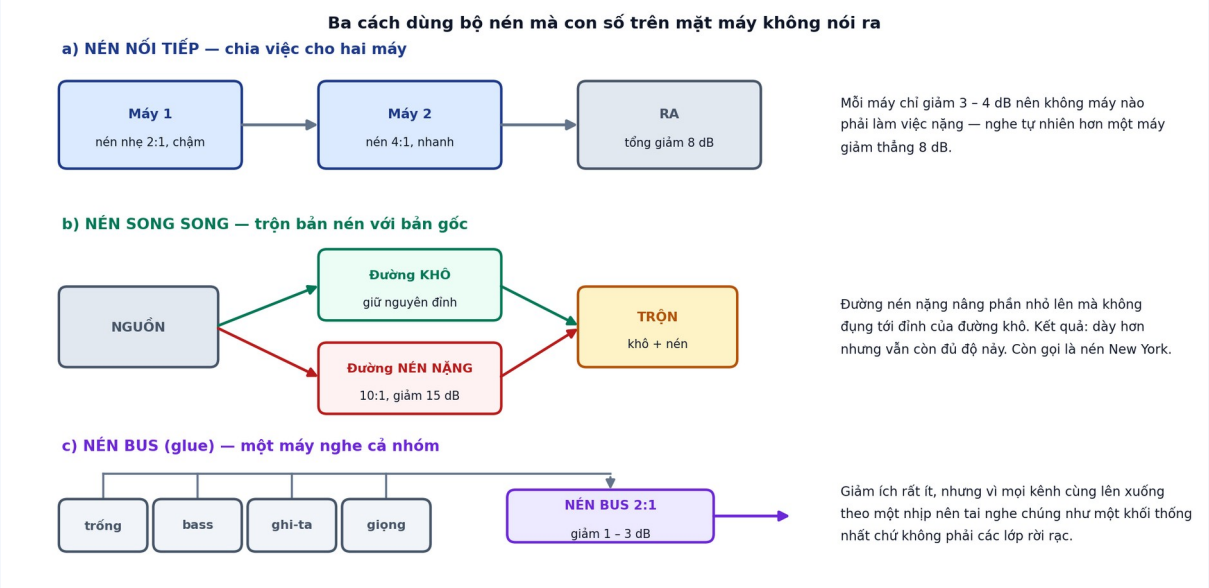




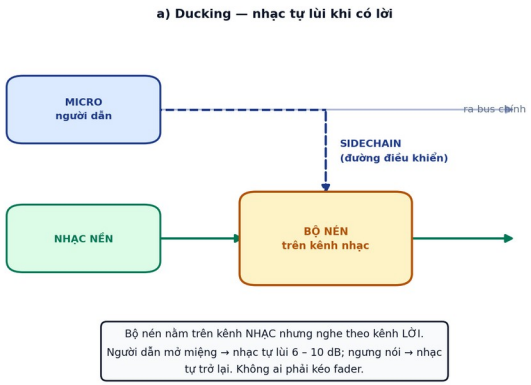
MỤC 6.12

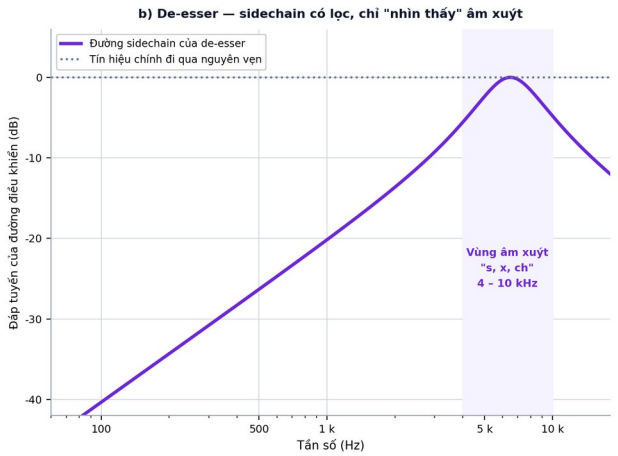
Sidechain và các kỹ thuật nén nâng cao

- Sidechain — đường điều khiển tách khỏi đường tín hiệu
- Ducking — nhạc tự lùi khi có lời
- Nén nối tiếp, nén song song, nén bus
- Bộ nén đa dải và cảnh báo đi kèm



Ducking — nhạc tự lùi khi có lời

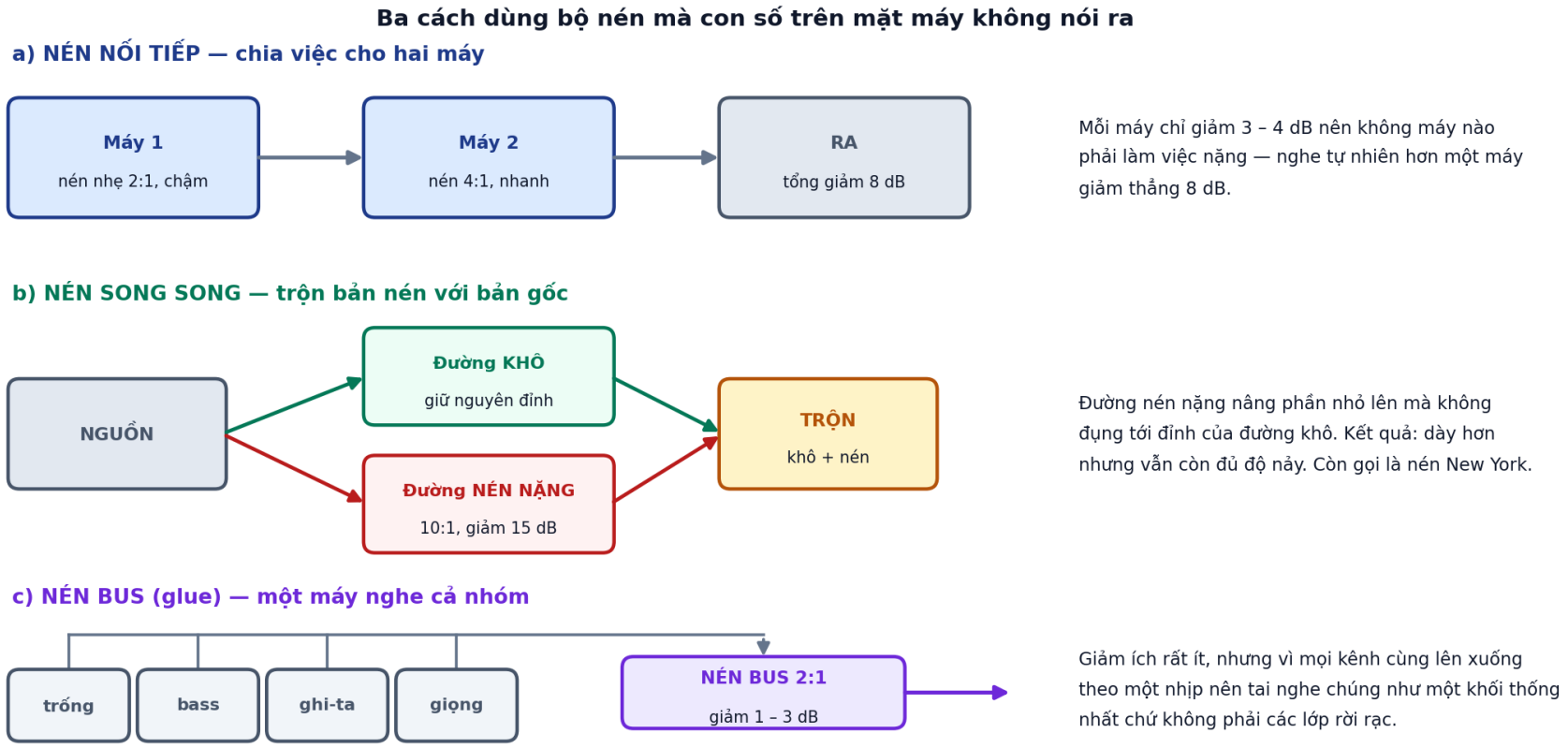




Bộ nén nằm trên kênh **NHẠC NỀN** nhưng **nghe theo kênh LỜI**. Người dẫn mở miệng thì nhạc tự lùi; ngừng nói thì nhạc tự trở lại.

- Không ai phải kéo fader, và mức lùi luôn **nhất quán**
- Đây là ứng dụng quan trọng nhất của sidechain trong phát thanh, truyền hình và phim tài liệu
- **Tỉ số** 4:1 – 8:1 — cần dứt khoát, không cần tinh tế
- **Ngưỡng** đặt sao cho GR đạt **6 – 12 dB** khi có lời
- **Tác động** 5 – 20 ms · **Nhả** 300 – 800 ms · **Giữ** 200 – 400 ms

Ba kỹ thuật dùng bộ nén



Nén nối tiếp · Nén song song (New York) · Nén bus (glue)

MỤC 6.12.2 – 6.12.4

Ba kỹ thuật — dùng khi nào

- **NÉN NỐI TIẾP** — hai bộ, mỗi bộ giảm 4 – 5 dB thay vì một bộ giảm 10 dB
  - Bộ 1: tỉ số thấp (2:1 – 3:1), tác động chậm, nhả chậm → làm đều mức trung bình
  - Bộ 2: tỉ số cao hơn (4:1 – 6:1), tác động nhanh → bắt các đỉnh còn sót
  - Không bộ nào phải làm việc nặng nên bơm, méo, mất độ nảy đều nhẹ hơn nhiều
- **NÉN SONG SONG (New York)** — trộn đường khô với đường nén rất nặng (10:1, GR 15 – 20 dB)
  - Đường nén nặng nâng phần nhỏ lên; đường khô giữ nguyên các đỉnh → **có cả độ dày lẫn độ nảy**
  - Nhiều bộ nén có núm "Mix" hoặc "Blend" làm đúng việc này — đặt 30 – 50 % là điểm khởi đầu tốt
- **NÉN BUS (glue)** — tỉ số 1,5:1 – 2:1, GR chỉ **1 – 3 dB**
  - Mọi kênh cùng lên xuống theo một nhịp → tai nghe chúng như **một khối thống nhất**
  - Chỉ hoạt động khi lượng nén rất nhỏ — nén nhiều ở bus tổng làm bản trộn dẹt và mất chiều sâu

Nén song song — hai đường phải cùng độ trễ

Nếu bộ nén trên đường ướt có độ trễ (look-ahead limiter, plugin có nội suy) mà đường khô không được bù trễ tương ứng, **hai đường sẽ triệt pha nhau**.

- Kết quả: âm thanh **mỏng đi ở một số dải tần** — và người trộn thường không hiểu vì sao
- Trong DAW: phải bật **bù trễ tự động** (automatic delay compensation)
- Trên bàn số: kiểm tra bằng cách nghe — **đảo cực tính một đường**, nếu âm thanh gần như biến mất thì hai đường đang thẳng hàng

- *Phép thử đảo cực tính này dùng được cho mọi trường hợp cần kiểm tra hai đường có thẳng hàng hay không*

Bộ nén đa dải — mạnh nhất và dễ phá hỏng nhất

Chia tín hiệu thành 3 – 5 dải, mỗi dải một bộ nén riêng, rồi cộng lại.

- **Công dụng chính đáng**: một giọng nói có vài nốt bị ù ở 250 Hz — chỉ can thiệp vào dải đó khi nó quá to, để nguyên các dải khác
- **Rủi ro**: nén từng dải riêng nghĩa là **thay đổi cân bằng tần số theo thời gian**. Đặt sai thì âm sắc trôi liên tục, người nghe cảm thấy có gì đó không ổn mà không chỉ ra được
- **Quy tắc**: chỉ dùng khi đã xác định được **CỤ THỂ** dải tần nào có vấn đề, và vấn đề đó **phụ thuộc thời gian**
- Nếu vấn đề **không** phụ thuộc thời gian → công cụ đúng là **EQ tĩnh**, đơn giản hơn nhiều và ít rủi ro hơn nhiều

MỤC 6.13

Bài thực hành số 2 — Xử lý động

Mục tiêu: nghe và mô tả được tác dụng của TỪNG tham số một cách độc lập; đặt được chuỗi xử lý động hoàn chỉnh cho giọng dẫn; dựng được đường ducking tự động.

- **Phần 1 — Cô lập từng tham số.** Thu 30 giây thoại có cả câu to lẫn câu nhỏ. Lần lượt đổi ngưỡng (GR = 0/3/6/12/20 dB), tỉ số (2:1 → 20:1 giữ GR không đổi), tác động (0,5/5/30/100 ms), nhả (30/100/400/1500 ms). **Bù mức mỗi lần** để nghe ở cùng độ to

- **Phần 2 — Chuỗi xử lý giọng dẫn hoàn chỉnh** theo bảy bước ở slide sau

- **Phần 3 — Dựng đường ducking** cho nhạc nền 60 giây dưới lời dẫn 40 giây; so sánh với cách tự động hoá mức bằng tay

- **Nộp lại**: file trước và sau (đã cân bằng độ to theo LUFS), ảnh chụp chuỗi plugin, 150 – 200 từ giải thích các thay đổi so với thiết lập khởi điểm

Chuỗi xử lý giọng dẫn tiêu chuẩn

#	Thiết bị	Thiết lập khởi điểm	Mục đích
1	Bộ lọc cắt trầm	80 Hz, 12 dB/oct	Loại tiếng rung, gió, hiệu ứng gần
2	Mở rộng / cổng mềm	Ngưỡng dưới nền phòng 6 dB, range −8 dB	Giảm nền phòng trong khoảng lặng
3	Bộ nén thứ nhất	2,5:1 · tác động 15 ms · nhả 250 ms · GR 3 dB	Làm đều mức trung bình
4	De-esser	Băng hẹp 6 – 9 kHz · GR 4 dB ở âm xuýt mạnh nhất	Kiềm âm xuýt TRƯỚC khi nâng EQ dải cao
5	EQ	Cắt vùng có vấn đề trước, nâng sau	Sửa âm sắc — xem Phần C
6	Bộ nén thứ hai	4:1 · tác động 3 ms · nhả 120 ms · GR 3 dB	Bắt các đỉnh còn sót sau EQ
7	Bộ hạn chế	Trần −6 dBFS	Bảo vệ tuyệt đối

Thứ tự này có lý do: cắt trầm trước để bộ nén không phản ứng với tiếng rung; de-esser trước EQ để không nâng âm xuýt lên rồi mới kiềm.

CHỐT LẠI MỤC 6.9 – 6.13

Chốt lại Phần B

- Nén là để **thu hẹp dải động**, không phải để làm to
- Bốn thiết bị xử lý động là **cùng một mạch**, khác vùng tác động
- **GR** là con số quan trọng nhất để đọc trạng thái bộ nén
- Tác động **chậm** giữ được độ nảy; nhả quá nhanh gây **hiện tượng bơm**
- **Dò đỉnh** để bảo vệ; **dò hiệu dụng** để làm đều độ to cảm nhận
- Bốn họ mạch nén **không xếp hạng được** — chọn theo việc
- Cổng nhiễu **KHÔNG làm sạch tiếng ồn**; với thoại thường nên dùng bộ mở rộng
- Bộ hạn chế luôn là **thiết bị cuối cùng** của chuỗi
- **Ducking**: nén trên kênh nhạc, nghe theo kênh lời
- **Nén song song** cho cả độ dày lẫn độ nảy — nhưng hai đường phải cùng độ trễ