

Chương 2

Phân loại -- Classification

Hệ thống âm thanh làm bằng chất liệu gì? Làm sao phân loại "hệ thống" thành ra những bộ phận cấu thành để thảo luận? Điều chế đơn giản nhất có thể là nguồn tín hiệu, bộ xử lý, máy phát và nối giữa tất cả. Bây giờ chúng ta hãy cắt bớt đi. Nguồn bao gồm bộ phát tín hiệu như tiếng nói, nhạc cụ, bộ thu phát lại, v.v. Tiếng nói của con người sẽ cho bạn biết ngay từ nguồn mà họ không muốn phân loại như một phần của hệ thống âm thanh. Đó là nguồn cung cấp thông tin cho chúng ta: micro và giao diện trực tiếp cung cấp cho chúng ta quyền chăm sóc tín hiệu. Điều này lần lượt trở thành nguồn cho giai đoạn tiếp theo, console mix, và từ đó trở thành nguồn xử lý tín hiệu của hệ thống. Việc xử lý tín hiệu bao gồm bộ lọc (filter), chậm trễ (delay), mức độ phân bố v.v để chuẩn bị tín hiệu cho việc truyền đi. Hệ thống truyền dẫn bao gồm bộ khuếch đại (amplifier) và loa (speaker), đưa tín hiệu vào không khí hướng tới người nghe. Chúng ta có thể cắt nó tốt hơn, chính là trọng tâm của chương này, bản kiểm kê những thành phần của hệ thống.

2.1 Micro

Micro chuyển đổi âm thanh sang dạng sóng điện từ, nghĩa là bộ biến năng. Phân loại micro khác nhau theo giai đoạn trung gian của quy trình chuyển đổi. Phá hệ micro có hai nhánh chính: động lực-dynamic (cuộn dây di chuyển trong từ trường tĩnh) và tụ điện-condenser (di chuyển bản tích điện dung trong điện trường). Trong cả hai trường hợp, màng chắn theo đáp ứng âm thanh của dạng sóng nhưng đường truyền dẫn đến điện khác biệt. Từ đó phân biệt micro theo loại định hướng, kích cỡ màng, vật liệu và sắp xếp vật lý.

Hầu hết sách vở đều tập trung vào ứng dụng chính của micro: thu âm và củng cố nguồn âm thanh. Nó nằm ở đầu đường dẫn tín hiệu, phục vụ như nguồn dạng sóng ban đầu. Ngược lại, sách này tập trung chủ yếu vào micro đo lường ở cuối đường dẫn tín hiệu, tác dụng như thay thế tai để phân tích âm thanh. Tuy nhiên, chúng ta sẽ giới thiệu sơ lược về micro nói chung.

2.1.1 Loại micro – Micro types

2.1.1.1 Động lực -- Dynamic

Micro động lực là đảo ngược cơ học của loa tiêu chuẩn (Hình 2.1). Màng chắn (diaphragm) gắn liền với cuộn dây, trôi nổi bên trong từ trường tĩnh. Dạng sóng âm tạo ra chuyển động vào màng chắn, di chuyển cuộn dây trong khoảng cách giữa từ trường đối nghịch. Dòng điện cảm ứng trong cuộn dây là bản sao của dạng sóng âm. Sự dao động điện thế trong cuộn dây là dạng sóng điện từ mà chúng ta mang sang đường dẫn tín hiệu. Micro động lực, như tên dynamo của nó, là máy phát điện (mặc dù lượng cực nhỏ) do đó không cần nguồn điện bên ngoài.

Rất nhiều yếu tố hội tụ trên micro động lực, làm cho cuộc sống khó khăn trong giải VHF: di chuyển cơ học của cuộn dây trên màng chắn, hao hụt đáp ứng trong dây, mức cực thấp do micro v.v. Điều này làm cho micro động lực không phù hợp với những ứng dụng yêu cầu mở rộng VHF như đo cymbal và đo âm thanh.

Ngoại trừ có người đang nói "A lô, 1, 2" vào micro SM58 ở phía trước nhà (FOH), tôi chưa bao giờ thấy ai xử dụng micro động lực làm micro kiểm tra cho tối ưu hóa hệ thống (và hy vọng tôi cũng không bao giờ). Vì vậy, đây sẽ là kết thúc của thảo luận của chúng ta về phân loại micro động lực như micro tốc độ.

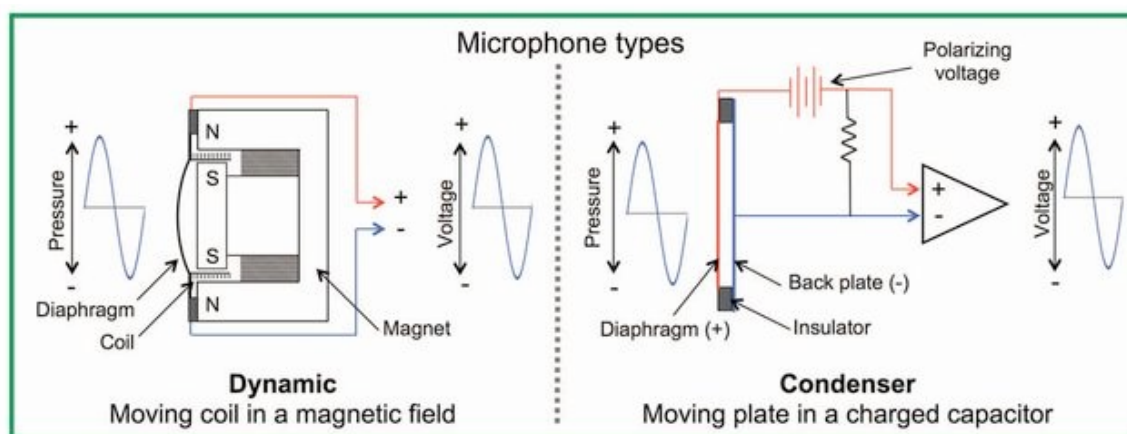
Phân loại

2.1.1.2 Tụ điện -- Condenser

Micro condenser có hàng loạt nhóm phụ và tên bao gồm capacitance, electret v.v (cũng như hình 2.1). Cấu hình cơ bản đều giống nhau:

Dạng sóng biến đổi bởi biến điện dung. Màng chắn phải là (hay phủ) kim loại dẫn điện vì nó sẽ hoạt động như một trong tấm bản song song có điện tích của mạch điện dung. Tấm thứ hai được ở vị trí cố định và tích điện thế DC. Khi không có tín hiệu âm thanh, điện thế DC trở thành điểm tham chiếu với mức chung quanh. Khi màng rung động, khoảng cách giữa hai bản thay đổi, kết quả có biến thể điện dung giữa nó. Biến thể này là bản sao của dạng sóng và tạo ra tín hiệu âm thanh (AC), có thể tách ra từ điện thế phân cực DC. Micro condenser yêu cầu nguồn điện DC bên ngoài, thường gọi là "phantom power" (48 volts DC) để tích điện cho bản cực.

Micro condenser có chi phí cao hơn và độ bền thấp hơn micro động lực, nhưng mở rộng giải HF và chi tiết âm rất cao. Condensers có ưu điểm về cơ học vì khi chuyển động chỉ có màng cơ nhẹ, không gắn vào cuộn dây nào. Thứ hai, công suất ảo cho phép board mạch giảm thiểu hao hụt đáp ứng và tối đa hóa tỷ lệ tín hiệu/tạp âm. Vì lý do này, micro condenser là lựa chọn ưa thích cho những ứng dụng đòi hỏi VHF mở rộng như cymbal và đo âm thanh.



Hình 2.1 Loại micro

2.1.2 Mô hình bao phủ của micro -- Microphone coverage patterns

Mô hình bao phủ là biến độc lập khi xây dựng micro. Nói cách khác, micro dynamic hay condenser có thể có cấu hình trong bất kỳ mô hình cơ bản nào mô tả dưới đây. Thuật ngữ "mô hình bao phủ" đề cập đến đáp ứng hướng của micro, nghĩa là sự khác biệt giữa đáp ứng trên trục và đáp ứng ở những góc độ khác. Nói chung, phần lớn micro không quan tâm đến hướng (omnidirectional) và những loại có định hướng mạnh trong nhiều hướng cụ thể (Hình 2.2).

2.1.2.1 Đa (mọi) hướng -- Omnidirectional

Micro omnidirectional là một trong những loại có đáp ứng tần số là thờ ơ (hay gần như vậy) để định hướng góc của nó đến nguồn âm thanh. Micro bị bịt kín để không có âm thanh nào đi vào phía sau màng chắn. Vì vậy, không có lực đối nào triệt tiêu độ di chuyển của màng. Sự thay đổi áp suất từ bất kỳ hướng nào cũng có thể làm rung màng chắn, đó là lý do tại sao nó gọi là micro "áp lực- pressure-operated".

Bạn có thể nghĩ, micro omni lý tưởng sẽ không có sự khác biệt đáp ứng tần số của nó qua góc độ, nhưng không thể có điều như vậy là hay thậm chí chỉ là muốn. Micro chỉ có thể ở trạng thái omnidirectional

Chương 2

nếu màng chắn của nó nhỏ gấp bội. Khi kích cỡ màng chắn tăng, giải tần số của omnidirectionality giảm. Có tác dụng phụ khác của kích cỡ màng chắn: tạp âm. Khi kích cỡ màng chắn giảm, tạp âm của micro tăng lên. Nên xem xét sự đánh đổi có thật giữa directionality tốt nhất và tạp âm sàn cho ứng dụng nhất định.

Micro omni đã bị hạn chế xử dụng trong pro-sound vì nó có độ rò rỉ cao và đặt âm lượng trước khi bị hồi tiếp thấp (gain before feedback- ngưỡng hú). Nó là micro đo tiêu chuẩn cho việc tối ưu hóa hệ thống. Tất cả dấu hiệu đáp ứng tần số âm thanh trong cuốn sách này đều đến từ micro condenser omnidirectional. Có thêm chi tiết trong Chương 12.

2.1.2.2 Đơn hướng -- Unidirectional

Micro đơn hướng có những thay đổi góc độ đáng kể. Hướng micro có đường dẫn để âm thanh đi tới cả mặt trước lẫn sau của màng. Tín hiệu output là sự chênh lệch áp suất giữa mặt trước và sau của màng. Loại này gọi là micro "đường dốc-áp lực-pressure gradient".

Micro đôi hướng (hình số 8) -- Bi-directional microphone

Micro có màng mở bằng nhau ở cả mặt trước lẫn sau gọi là "đôi hướng- bi-directional". Nguồn âm thanh đi về phía trước hay sau micro là rung màng chắn và tạo ra dạng sóng điện. Đáp ứng tần số ở phía trước và sau có thể tương tự, nhưng đảo ngược cực cho tín hiệu từ phía sau. Nguồn ở phía cạnh micro bị loại vì không có độ chênh lệch áp suất giữa mặt trước và sau màng. Kết quả là mô hình "số 8". Đây là cấu hình phổ biến nhất cho micro ribbon.

Micro Cardioid, hypercardioid và supercardioid

Xem xét việc tiếp cận đến mặt sau của micro omni và đôi hướng chỉ là thảo luận. Omni bịt kín phía sau màng chắn và đôi hướng là mở hoàn toàn cho cả hai mặt trước lẫn sau. Cả hai micro bao phủ khu vực ở phía trước và phía sau. Đôi hướng từ chối hai bên. Sẽ xảy cái gì nếu chúng ta lại ghép hai cái lại: micro mở ở phía trước và mở một phần ở phía sau? Đáp ứng sẽ lại giữa loại bỏ mạnh ở phía sau và ở mức độ hai bên thấp hơn. Đây là họ micro cardioid (hình trái tim).

Micro cardioid cho phép một phần âm thanh đến được mặt sau màng qua những cổng (port) bên và phía sau. Chúng ta sẽ kiểm tra điều này theo ba phần. Đầu tiên, chúng ta đi theo phần áp suất của sóng âm (+) đến từ phía sau. Âm thanh input cổng và sau đó di chuyển chung quanh tới phía trước micro. Hai con đường hội tụ: Áp lực dương từ phía sau đẩy màng ra bên ngoài, trong khi áp lực dương từ phía trước đẩy nó vào trong. Đó là sự triệt tiêu hoàn toàn do phân cực ngược, phải không? Không hoàn toàn, vì muốn triệt tiêu hoàn toàn yêu cầu phải có gain đồng nhất và bù phase 180° chính xác. Chúng ta cũng không có vậy. Đường dẫn phía sau đến màng chắn ngắn hơn phía trước. Biện pháp thông minh là thêm mê cung nhỏ vào vỏ micro giữa cổng và phía sau màng. Điều này làm chậm sự hiện diện phía sau cho đến khi nó hết thời gian để tối đa hóa việc triệt tiêu. Tuy nhiên, chúng ta mất một vài dB bằng cách lấy đường cổng hơn mặt trước.

Điều đó có nghĩa là chúng ta không thấy sự triệt tiêu như trên lý thuyết có thể nhưng trong thực tế thường có thể đạt được 20dB hay nhiều hơn. Ngược lại, âm thanh bắt nguồn từ phía trước sẽ đến trước (và lớn nhất) ở mặt trước của màng chắn, phải mất nhiều thời gian hơn để đến cổng rồi đi xuống phía sau (theo thời gian và mức độ) đi qua mê cung. Tín hiệu ở phía sau màng chắn không có điều kiện chống lại lực ở phía trước. Quá ít, quá trễ.

Sự khác biệt giữa cardioid, hypercardioid và supercardioid là trong cấu hình cổng, thay đổi tỷ lệ giữa hai phần từ: hành động omni và hành động đôi hướng. Cardioid có tỷ lệ đôi hướng thấp hơn (do đó

Phân loại

bầu sóng sau bị kìm nén) trong khi micro hyperand, supercardioid lại có nhiều hơn (lưu ý sự tương đồng với mô hình bidirectional là hình số 8).

2.2 Input và output (I/O) -- Inputs and Outputs

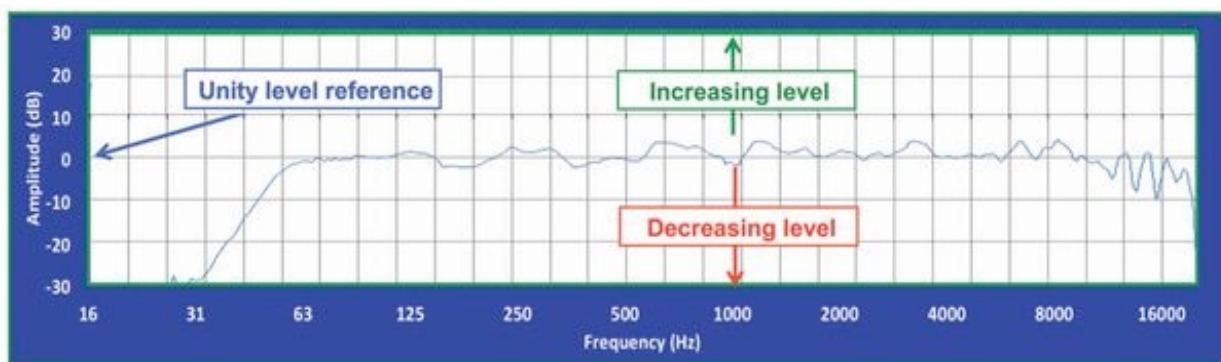
Hầu hết thiết bị điện tử trong con đường từ micro đến loa đều chia sẻ đặc điểm giai đoạn input và output chung (Hình 2.3). Giữa phần I/O là mạch duy nhất tách console mix với bộ cân bằng, v.v. Bây giờ, chúng ta chỉ phân loại cấu hình. Chúng ta sẽ nối tất cả với nhau và truyền tín hiệu trong chương tiếp theo.

2.2.1 Input tương tự -- Analog input

Input analog nhận dạng sóng ở output (điện thế và thời gian) của thiết bị analog đi trước. Phải tăng gain cho giai đoạn này thích hợp để theo dõi dynamic range đầy đủ của tín hiệu input mà không bị clip hay thêm tạp âm quá mức. Input của console thường mở rộng (hay có thể thay đổi mở rộng) từ mức micro ($< 0.1V$) và/hay tín hiệu input mức line ($< 20V$). Input analog thường cấu hình như là bộ dẫn dòng phân cực cân bằng trở kháng cao.

2.2.2 Input số -- Digital input

Input digital là bộ mã hóa số, nhận được dòng output của thiết bị âm thanh digital đi trước. Giai đoạn input theo dõi chuỗi những giá trị tín hiệu đến. Phải cấu hình để đọc dạng sóng đã mã hoá, tức là máy gửi và máy nhận phải đồng ý về giao thức truyền dữ liệu.



Hình 2.3 Cấu hình input và output

2.2.3 Xử lý mạch tương tự -- Analog processing

Mạch xử lý analog sửa đổi mức tín hiệu, đáp ứng tần số, đáp ứng động lực, đáp ứng phase v.v. Từ bộ lọc có điện trở tụ điện đơn giản đến bộ cân bằng đa giai đoạn, bộ nén, giới hạn, bộ định tuyến, trộn bus, ma trận, bộ trễ tương tự (simple resistor–capacitor filter to multi-stage equalization, compressors, limiters, routers, mix buses, matrices, analog delays) v.v. Kế hoạch xử lý đa giai đoạn phải theo dõi cẩn thận điện thế nội bộ để duy trì dynamic range (ngăn clipping giữa hay tạp âm quá mức những giai đoạn).

2.2.4 Xử lý tín hiệu số (DSP)

Xử lý tín hiệu số (DSP) sửa đổi mức tín hiệu, đáp ứng tần số, đáp ứng động lực, đáp ứng phase v.v. Điều này bao gồm từ digital tương đương với mạch analog tiêu chuẩn cũng như những ngoại lai khác ngoài phạm vi hoạt động của analog. Vì tín hiệu xử lý kỹ thuật số nội bộ chỉ tồn tại dưới dạng giá trị số. Giải gain không analog như truyền dẫn điện thế nội bộ analog (giới hạn bởi điện thế đường dây DC). Nói đơn giản, quy tắc analog giữa giai đoạn analog không áp dụng cho giai đoạn DSP nội bộ, có thể tận dụng chiều sâu bit mở rộng và/hay tính toán điểm nổi. Những giá trị phải trở về giải gain tiêu chuẩn khi đi đến giai đoạn output để truyền sang thiết bị kế tiếp hay đổi thành analog.

Chương 2

2.2.5 Output tương tự -- Analog output

Output analog truyền dạng sóng sang một giai đoạn input analog đi sau. Giai đoạn output phải có trở kháng nguồn đủ thấp và điện thế cao để khiến giai đoạn tiếp theo mà không bị clip hay thêm tạp âm (noise) quá mức. Output analog thường là balanced, khiển đẩy-kéo (push-pull). nên tránh output đơn (unbalanced), trừ khi chạy dây rất ngắn.

2.2.6 Output số -- Digital output

Output digital là bộ mã hóa số, sẽ gửi một line output tới thiết bị âm thanh digital theo sau. Giai đoạn output theo dõi chuỗi giá trị từ giai đoạn xử lý nội bộ đi trước. Giai đoạn output phải cấu hình hợp lý để cung cấp dạng sóng đã mã hoá có thể đọc được tới thiết bị theo sau, tức là máy gửi và máy nhận phải đồng ý về giao thức truyền dữ liệu.

2.2.7 Bộ chuyển đổi tương tự sang số (A/D)-Analog to digital (A/D) converter

Bộ chuyển đổi A/D là giai đoạn tạm thời giữa input analog và giai đoạn xử lý digital. Bộ chuyển đổi A/D digital đổi dạng sóng thành chuỗi biên độ theo thời gian theo giá trị thời gian. Phải thu nhỏ phía analog của phương trình này thích hợp với phía analog để bảo vệ dynamic range và giảm thiểu tạp âm.

2.2.8 Bộ chuyển đổi số sang tương tự (D/A) - Digital to analog (D/A) converter

Bộ chuyển đổi A/D là đối chiếu của bộ chuyển đổi D/A, tính toán cấu tạo dạng sóng analog (điện thế/thời gian) từ bộ con số giá trị theo khoảng tăng đều của thời gian. Cùng một tỷ xích, áp dụng cho cả hai loại chuyển đổi.

2.2.9 Kết hợp input/output (I/O) -- Input/output (I/O) combinations

Khi xuất hiện CD, nó đã có nhiều tên gọi như AAD hay ADD, định dạng ghi âm ban đầu (analog hay digital), định dạng mastering ban đầu (analog hay digital) và mastering cuối cùng (chỉ có digital, vì đó là CD). Chúng ta có thể làm điều này với thiết bị xử lý âm thanh, ngoại trừ thiết bị cho input, xử lý và output.

Cấu hình I/O tiêu chuẩn là:

- AAA: Input, processing và output đều analog. Đơn giản, học ở trường. Không có độ trễ, hay khởi động và bạn có thể đưa nó lên khi tín hiệu không đi qua.
- ADA: Input analog, xử lý digital và output analog. Là hòn đảo digital trong thế giới analog. Khả năng DSP với trang bị analog trên cả hai đầu in/out. Định dạng phổ biến cho delay độc lập, crossover điện tử và DSP đòi cũ.
- ADD: Input analog, xử lý digital và output digital. Cổng vào chuỗi ký gửi digital. Hệ thống consoles và DSP sẽ có ít nhất vài input cho digital.
- DDD: Digital suốt. Cung cấp đường trung gian với analog bởi những thiết bị khác. Hệ thống console hiện đại và DSP sẽ có ít nhất vài input cho digital.
- DDA: Bộ xử lý digital có output analog (thí dụ ampli công suất có input và xử lý digital). Những cái khác sẽ là lựa chọn output có mức line analog trên DSP hay mixer.
- DAD: Bộ xử lý analog lồng vào I/O digital. Có rất ít ứng dụng (nếu có) cho cấu hình này trong lĩnh vực tối ưu hóa hệ thống. Về mặt nghệ thuật có thể có những hiệu ứng đặc biệt mà chỉ analog mới có thể làm. Chức năng này tương đương với việc chấp vá analog trong đường dẫn tín hiệu digital.

2.3 Bộ điều khiển trộn -- Mix Console (DESK)

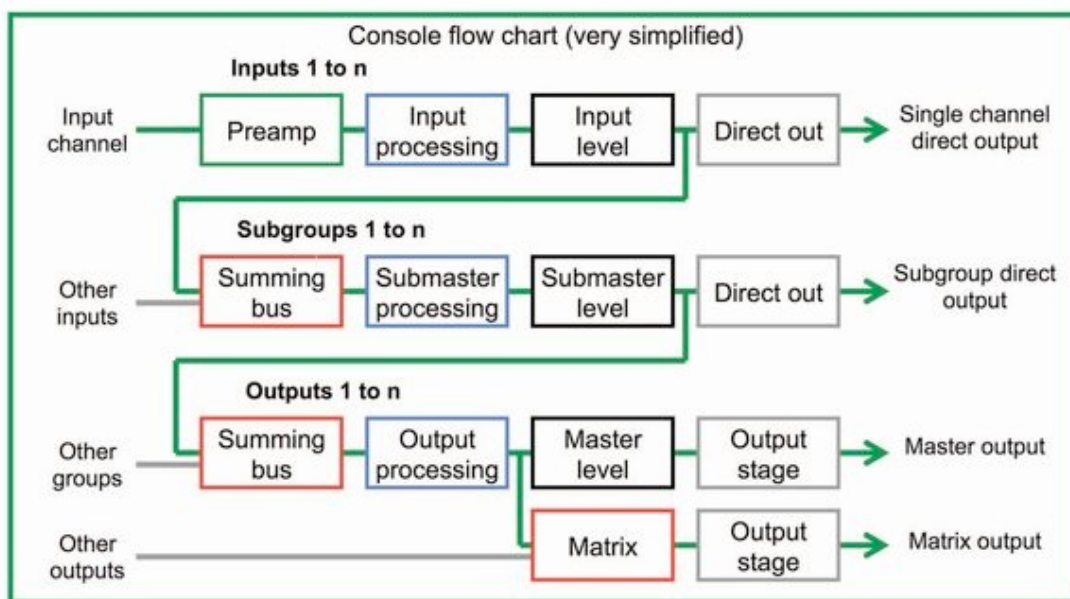
Mixer là nơi có tín hiệu input riêng biệt từ micro, kết hợp thiết bị mức line và thiết bị digital để tạo ra tín hiệu output: gọi là trộn (mix). Những quyết định như cân bằng nhạc cụ là nghệ thuật/chủ quan hoàn toàn, do đó không nằm trong mục tiêu của chúng ta. Việc phân phối dạng sóng output của console là quan tâm chính, vì vậy chúng ta sẽ nghiên cứu mixer như nguồn tín hiệu. Output của console là input cho hệ thống âm thanh. Chúng ta phải biết nguồn của chúng ta để bảo đảm hệ thống âm thanh có thể hoàn thành nhiệm vụ phân phối của nó (Hình 2.4).

2.3.1 Giai đoạn input -- Input stage

Mixer có nhiều input đã tối ưu hóa về mức độ và loại tín hiệu khác nhau. Input micro có những giai đoạn pre-amp tăng cao, input mức line và input digital. Mỗi channel input chứa hàng loạt chức năng xử lý tín hiệu như điều khiển mức độ, cân bằng (equalization), v.v.

2.3.2 Giai đoạn trộn -- Mix stage

Channel input đơn lẻ có thể định tuyến đến bus mix để kết hợp với nhau, áp dụng trên toàn thể cho tất cả hỗn hợp input chứa ở đó. Output của mức mix bus tiếp theo, nơi nó tham gia với những submix khác. Có thể tiếp tục việc này vô hạn cho đến khi giai đoạn này đi đến output.



Hình 2.4 Cấu trúc của console

2.3.3 Ma trận -- Matrix

Ma trận là một bus trộn dạng lưới với input là trục x và output là trục y (hay ngược lại), và điều khiển mức độ ở những điểm giao nhau. Kỹ sư mix có thể gửi bất cứ cái gì, đến bất cứ chỗ nào. Điều này có liên quan đến chiến lược thiết kế và tối ưu hóa, vì matrix thường thực hiện bộ phận phân phối channel cho hệ thống âm thanh, thí dụ: Một hệ thống sân khấu với hệ thống loa âm thanh âm nhạc stereo và âm thanh tiếng nói mono. Ma trận liên kết input âm nhạc với output thích hợp với nó, và input tiếng nói đến output tiếng nói. Matrix cũng có thể làm cầu nối nhiều phần của hệ thống chia sẻ tín hiệu, chẳng hạn như cho loa delay bằng tín hiệu tổng bên trái (L), phải (R) và tiếng nói.

Chương 2

2.3.4 Giai đoạn output -- Output stage

Giai đoạn output của mixer là điểm vào của hệ thống âm thanh, vị trí chính trong quy trình thiết kế và tối ưu hóa. Đây là sản phẩm hoàn chỉnh để truyền, điểm tham chiếu cho hệ thống âm thanh: dạng sóng input của chúng ta. Dạng sóng rời output của mixer như là tác phẩm nghệ thuật và đi vào hệ thống âm thanh như tiêu chuẩn tham khảo khoa học. Cột mốc quan trọng này sẽ đề cập đến ở đây là "Đường dẫn nghệ thuật/khoa học-Art/Science Line".

2.4 Bộ xử lý tín hiệu -- Signal Processors

Mixer cấp nguyên liệu cho bộ xử lý tín hiệu của hệ thống loa. Vai trò của bộ xử lý là bù dạng sóng cho những hiệu ứng sẽ xảy ra ngay khi nó đi vào loa và phòng. Nhiệm vụ là: EQ, thiết lập mức độ, độ trễ (delay), phân chia tần số (crossovers) v.v. Trong quá khứ, đã thực hiện điều này bằng nhiều series và cấu hình song song của thiết bị riêng biệt, hoàn chỉnh bằng patchbays, cả núi dây và jack nối. Trong tương lai, đây sẽ là một số ít thiết bị kết nối với một vài loại cable mạng. Cập nhật: Tương lai đã đến, nhưng chúng ta vẫn cần phải biết đủ về quá khứ để có thể điều hướng những hệ thống hiện có.

Sẽ trình bày hoạt động bên trong của bộ vi xử lý và ứng dụng thật tế sau. Tuy nhiên, cấu hình tổng thể của nó có cấu trúc liên kết input-xử lý-output như console mix, đã mô tả ở trên. Hầu hết hệ thống hiện đại đều có bộ xử lý tín hiệu digital dạng thức "tất cả trong một" dành cho DDD, DDA, ADD hay ADA.

Hệ thống âm thanh có thể thực hiện việc xử lý của nó với nhiều thiết bị, do đó tạo ra nhiều series và cấu hình song song, của AAA, ADA và nhiều định dạng khác. Cấu trúc tăng lên giữa những giai đoạn và phải theo dõi thiết bị ghép cần thận trọng trong những trường hợp như vậy.

2.4.1 Bộ lọc -- Filter

Bộ lọc (analog hay digital) có nhiều kích cỡ và hình dạng, và có thể kết hợp lại để tạo bộ cân bằng, bộ chia tần số và nhiều cái khác. Có thể phân loại nó về cơ bản theo loại filter và biến thiên tham số.

2.4.1.1 Thềm nghiêng -- Shelving

Filter thềm có điểm chuyển tiếp, gọi là tần số cắt (hay "góc") (Hình 2.5). Có thể điều chỉnh giải bên trên (hay dưới) tần số cắt đi lên hay xuống, với khối lượng lớn (do đó có tên là thềm), từ giải còn lại. Ba thông số đang dùng: tần số cắt, độ dốc và mức độ. Thềm cao làm tăng toàn bộ giải trên tần số cắt bằng cùng một lượng. Độ dốc càng lớn thì sự chuyển đổi giữa giải trên và dưới tần số cắt càng rõ nét. Thí dụ, thềm cao có tần số cắt là 4kHz đặt ở -6dB sẽ đạt -6dB (mức thềm) ở vài tần số trên 4kHz và vẫn giữ tần số tăng lên. Sự lựa chọn độ dốc sẽ ảnh hưởng đến mức độ đạt tới mức 4kHz.

2.4.1.2 Cho cao/thấp qua -- High Pass/Low Pass

Filter cho cao qua (HPF) và/hay thấp qua (LPF) cũng có tần số "góc" (Hình 2.6). Giải trên (hay dưới) tần số cắt đang ngày càng suy yếu. Xác định tỷ lệ hao hụt bằng độ dốc (6dB/octave, 12dB/octave, v.v). Độ chính xác và đáp ứng phase chung quanh tần số cắt là sản phẩm của độ dốc của filter (bằng 6dB/octave tăng) và cấu trúc liên kết chính xác của nó (Bessel, Butterworth, elliptical, Linkwitz-Riley v.v).

2.4.1.3 Bộ lọc băng thông và bộ lọc giai đoạn biến trạng thái (SVF) Band-Pass Filter and State-Variable Filters (SVF)

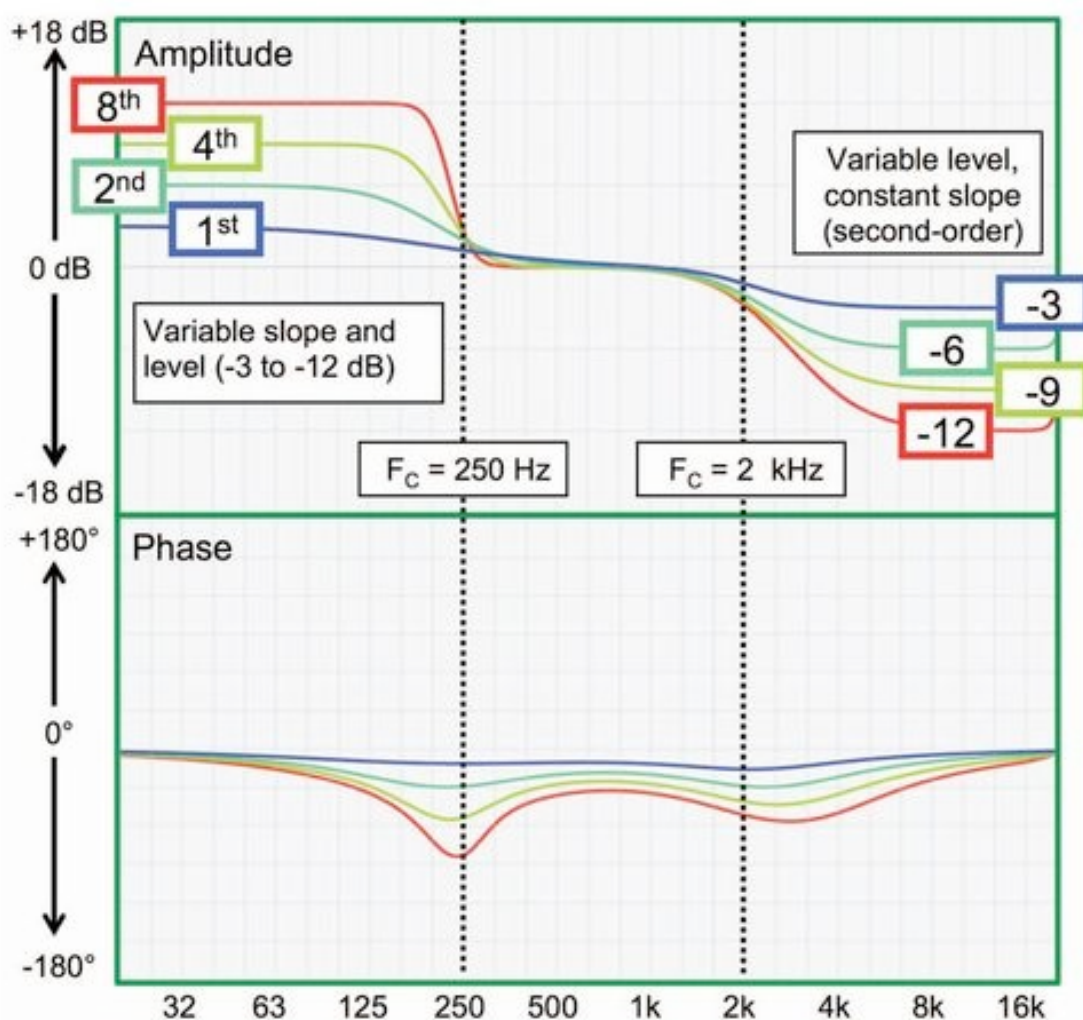
Hiếm khi xử dụng bộ lọc băng thông và biến trạng thái làm bộ lọc độc lập. Tuy nhiên, những bộ lọc này là những khối xây dựng tiêu chuẩn bên trong bộ cân bằng đồ họa (EQ graphic) và cân bằng tham số (Hình 2.7). Không giống như bộ lọc đã thảo luận ở trên, nó có tần số trung tâm với hai tần số góc. Bộ lọc băng thông rời khỏi tần số trung tâm trên tất cả channel khác. Tần số trong góc (điểm -3dB) xem xét bên trong băng thông. Những cái ở bên ngoài góc rơi theo tỷ lệ phù hợp với độ dốc của bộ lọc, có thể là bậc

Phân loại

một (6dB/octave), bậc hai (12dB/octave) v.v. Bộ lọc biến trạng thái là bộ lọc băng thông có tần số và băng thông trung tâm điều chỉnh được.

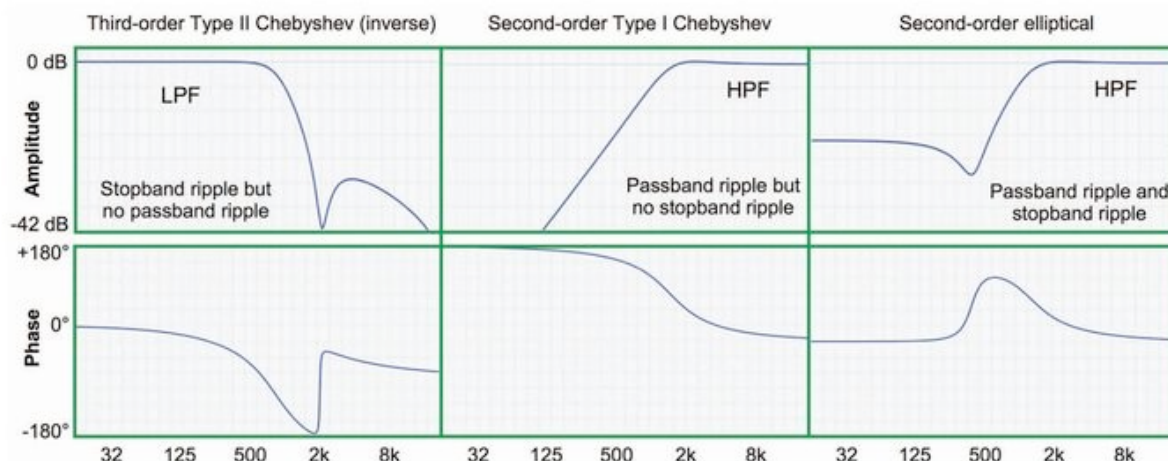
Băng thông và Q

Có hai thuật ngữ xử dụng rộng rãi cho độ rộng bộ lọc: phần trăm băng thông và "yếu tố chất lượng-quality factor" (Q). Cả hai đều nói về dải tần số giữa điểm -3dB so với mức tần số trung tâm. Không cung cấp bộ lọc thật chính xác như đã bổ sung. Tại sao? Sẽ xảy ra cái gì nếu bộ lọc không có điểm -3dB, chẳng hạn như tăng 2.5dB? Điều này đòi hỏi phải hé mắt nhìn trộm dưới mũ xe. Tín hiệu trong bộ cân bằng theo sau hai đường: đường trực tiếp từ input đến output và phần lọc đưa vào vòng hồi tiếp giữa nó.

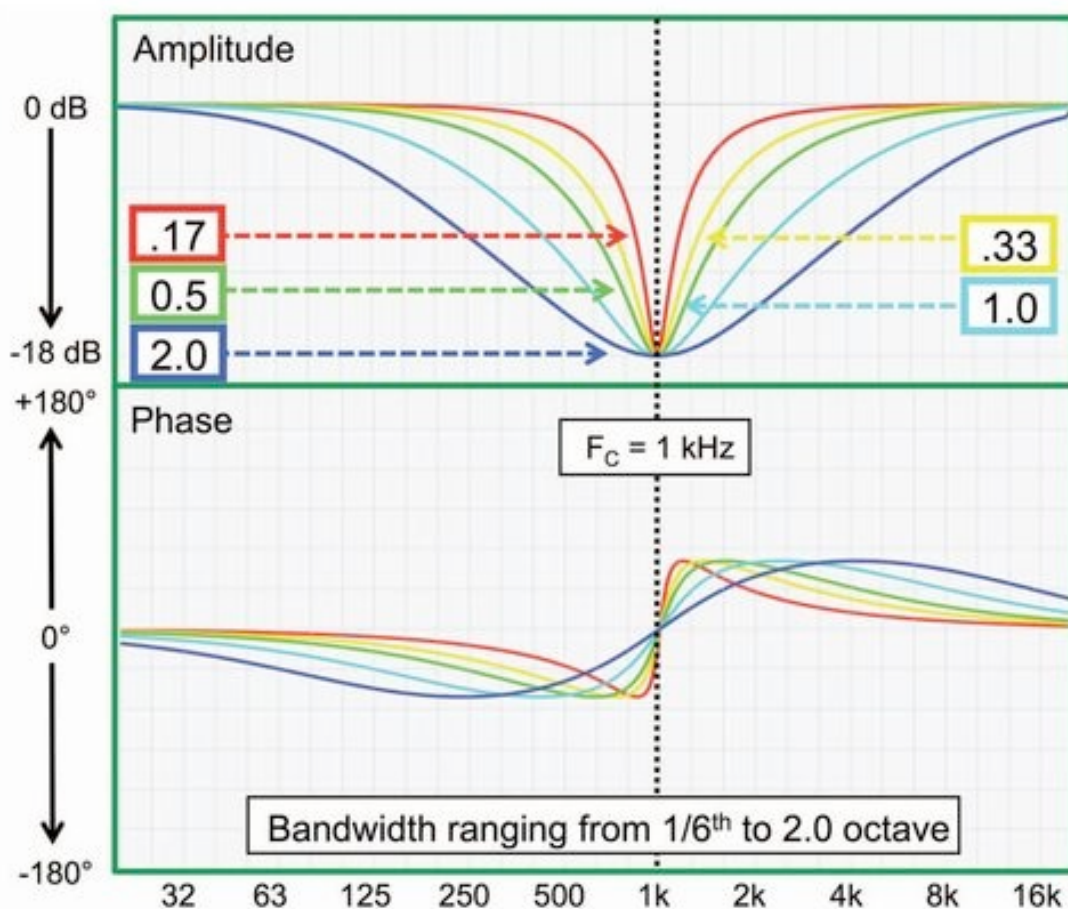


Hình 2.5 Đáp ứng filter thêm của nhiều trường hợp khác nhau

Chương 2



Hình 2.6 Ba thí dụ về filter HPF và LPF, thường sử dụng trong đoạn giao cắt âm phổ



Hình 2.7 Bộ lọc biến trạng thái (điều chỉnh tần số, băng thông và mức độ) cho thấy nhiều cách cài đặt băng thông khác nhau. Bộ lọc rộng (wide filter) bị ảnh hưởng giải tần lớn nhất, trong khi bộ lọc hẹp thì thay đổi phase là lớn nhất. Đây là những khối xây dựng của bộ cân bằng tham số (parametric equalizer).

Phân loại

Bandwidth vs. Q	
BW (Octaves)	Q (rounded)
2	0.7
1.4	1
1	1.4
0.7	2
0.5	3
0.35 (1/3rd)	4
0.25 (1/4th)	6
.167 (1/6th)	9
0.125 (1/8th)	12
0.08 (1/12th)	18

Hình 2.8 Liên quan giữa băng thông và Q

Kiểm soát mức độ cho mỗi band, xác định số lượng tín hiệu đã lọc mà chúng ta đang đưa trở lại (tích cực hay tiêu cực) vào tín hiệu trực tiếp. Điều này cho biết kết quả tích cực (tăng) hay tiêu cực (cắt) để nối với tín hiệu trực tiếp đầy đủ. Thông số về băng thông hay Q xuất phát từ hình dạng bộ lọc nội bộ (bộ lọc băng thông) trước khi nó tổng hợp với tín hiệu không lọc. Việc đọc băng thông ở mặt trước thường phản ánh bộ lọc trước khi cộng lại, vì trong thực tế, băng thông của nó sẽ thay đổi theo mức độ đã sửa đổi. Vài hãng sản xuất xử dụng băng thông đo được ở mức tăng tối đa (hay cắt) làm băng điều khiển phía trước. Đây là thiết lập gần giống độ dốc bộ lọc bên trong nhất.

Sự khác biệt chính giữa hai tiêu chuẩn này là sự hiểu biết trực quan. Hãng sản xuất có vẻ ủng hộ Q, đưa trực tiếp vào phương trình thiết kế bộ lọc. Hầu hết người vận hành hệ thống âm thanh dễ hình dung 1/6 octave hơn họ làm 9 Q (Hình 2.8).

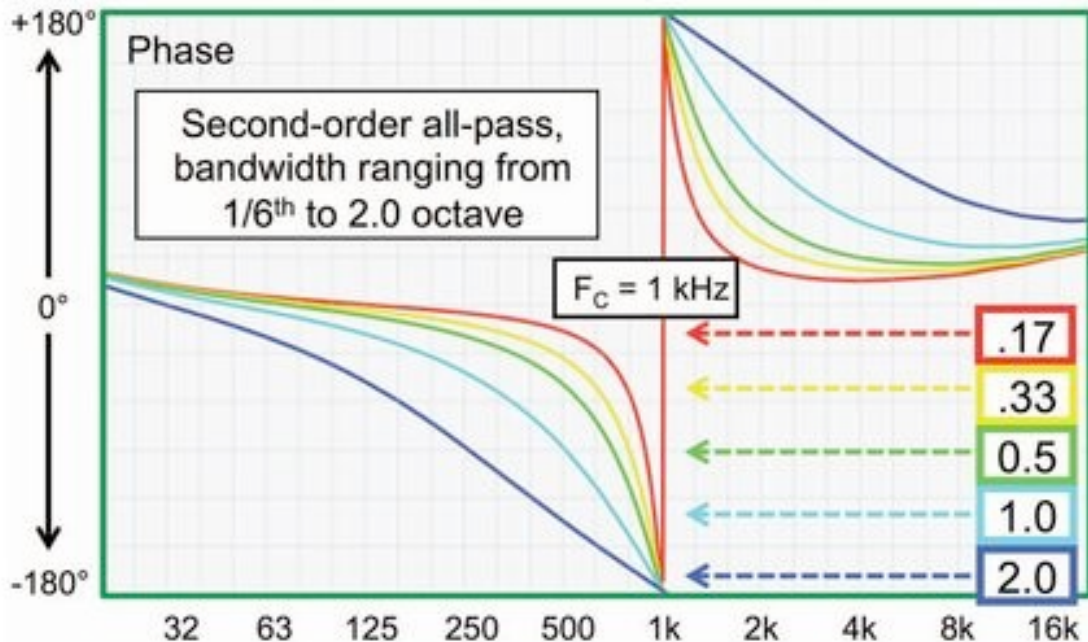
2.4.1.4 Bộ lọc toàn giải -- All-Pass Filters

Mạch sắp xếp phase là tham số bổ sung trong vài bộ chia tần số. Có thể làm trễ tín hiệu tiêu chuẩn hay như là bộ lọc phase đặc biệt, gọi là bộ lọc toàn giải (Hình 2.9). Có thể bù độ trễ tiêu chuẩn cho sự bù cơ học giữa loa tần số cao và thấp. Bộ lọc toàn giải có thể điều chỉnh độ trễ cho giải tần số cụ thể nào đó. Tần số băng thông và tần số trung tâm do người dùng chọn. Thường xử dụng bộ lọc toàn giải trong những ứng dụng đã kiểm soát như bộ xử lý loa chuyên dụng và loa active. Bộ lọc toàn giải đã trở nên phổ biến khi là công cụ bổ sung cuối cùng để tối ưu hóa hệ thống. Có vài ứng dụng đầy hứa hẹn như sửa đáp ứng phase cho loa để nó tương thích với nhau. Ngoài ra còn có tiềm năng thú vị cho việc điều khiển luồng hơi tần số thấp trong array bằng cách chọn ứng dụng delay cho vài phần tử. Những công cụ như vậy đòi hỏi kỹ năng cao hơn so với bộ lọc truyền thống nhiều. Không nên ưu tiên cho những giải pháp kỳ lạ như vậy hơn mục tiêu chính là sự đồng nhất trên không gian. Niềm tin điều chỉnh bộ lọc toàn giải cho vị trí mix sẽ mang lại lợi ích cho khách hàng trả tiền cũng vô căn cứ như chiến lược cho bất kỳ điểm đơn nào. Trong tương lai sẽ có ngày hạnh phúc khi chúng ta có hệ thống loa đã tối ưu hóa rất tốt, chỉ còn những điều cần làm là điều chỉnh bộ lọc toàn giải.

2.4.1.5 Đáp ứng xung hữu hạn và bộ lọc -- Fir and Filters

Bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (FIR) và bộ lọc đáp ứng xung vô hạn (IIR) là những lựa chọn kỳ lạ cho những ứng dụng đặc biệt. Với tôi, toán học quá phức tạp nên tôi không đưa ra cách điều chế đơn giản hóa những cái xảy ra dưới mũi xe. Vài ứng dụng có tiềm năng rõ hơn một chút, đáng chú ý nhất là điều hướng cho những array loa. Tôi không có đủ kinh nghiệm để đo hay tối ưu hóa hệ thống điều khiển bằng động cơ này để cung cấp thêm thông tin chi tiết vào thời điểm viết bài này.

Chương 2



Hình 2.9 Họ bộ lọc toàn giải

2.4.2 Bộ cân bằng -- Equalizer

Equalizer (EQ) tạo ra từ nhiều filter đã thảo luận ở trên trong những cấu hình nối tiếp và song song. EQ graphic và parametric xử dụng việc sắp xếp những filter band-pass song song trong vòng hồi tiếp của giai đoạn khuếch đại gain cho tính đồng nhất nội bộ. Cấu hình này cho phép filter trung hòa, tăng hay cắt pass-band đi trong khi vẫn để những khu vực bên ngoài không bị ảnh hưởng. Filter HPF, LPF và shelving thường định cấu hình theo thứ tự. Equalizers có thể chứa bất kỳ hay tất cả ứng dụng bên trên vì xử dụng nó để tạo hình dạng giai điệu nghệ thuật cũng như tối ưu hóa hệ thống.

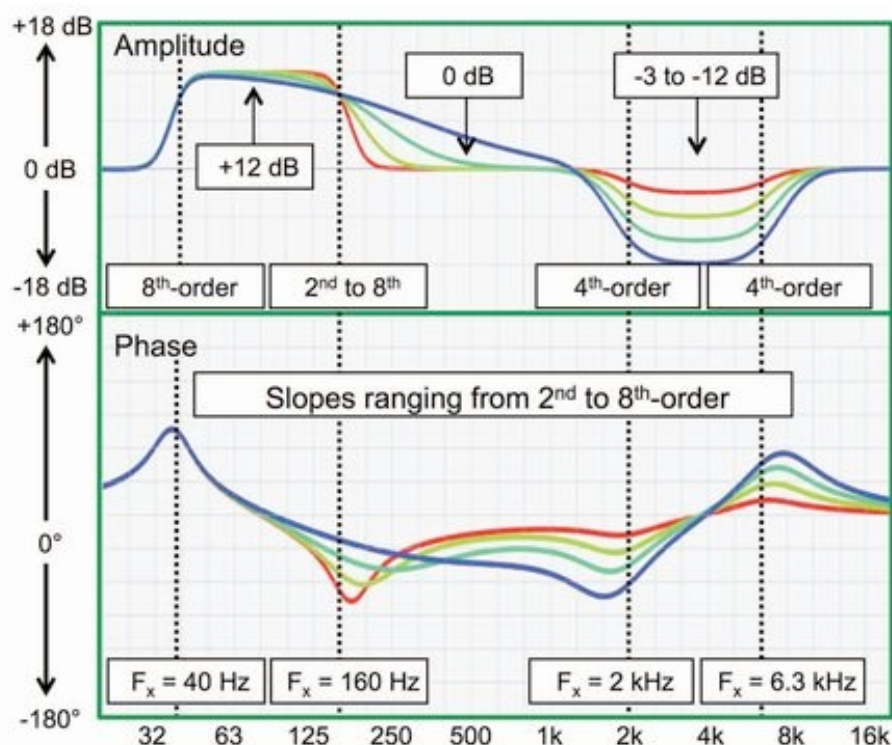
2.4.2.1 Bộ cân bằng tham số -- Parametric Equalizer

Equalizer parametric xử dụng cấu hình song song của filter state-variable (SVF). Người dùng có thể chọn tần số trung tâm, mức độ ($\pm$) và bandwidth. Có thể xử dụng nhiều giai đoạn SVF, cho phép chúng ta nên xử dụng nhiều filter hơn bao giờ hết. Equalizer parametric là phần chính yếu của việc tối ưu hóa hệ thống.

2.4.2.2 Bộ cân bằng đồ họa -- Graphic Equalizer

Equalizer graphic xử dụng sự sắp xếp song song nhiều filter band-pass log-spaced (khoảng 1/3 octave). Người dùng bị giới hạn lựa chọn mức ($\pm$) khi cài đặt cố định cho tần số trung tâm và bandwidth cố định. Bố trí bảng điều khiển phía trước tạo ra ấn tượng những thiết lập biên độ của từng filter riêng tương ứng với hình dạng của filter kết hợp, do đó có tên là "graphic equalizer". Trong thực tế, sự tương tác giữa filter lân cận có thể làm thay đổi đáp ứng tổng hợp rất đáng kể, thật ra không đưa sự phản đối vào bảng điều khiển graphic. Equalizer graphic cho tối ưu hóa hệ thống kém hơn loại tham số. Nó thích hợp nhất cho việc định hình nghệ thuật, nơi sự thiếu chính xác và tính linh hoạt của nó vượt trội hơn nhờ dễ thao tác.

Phân loại



Hình 2.10 Đồ thị của họ Equalizer multi-band

2.4.2.3 Bộ cân bằng đa băng -- Multi-Band Equalizer

Có loại filter tương đối mới đã trở nên phổ biến cho việc tối ưu hóa, mastering và những ứng dụng khác (Hình 2.10). Cấu trúc liên kết (topology) này là kết hợp của nhiều filter shelf (thềm) chi tiết ở trên. Người xử dụng có thể điều chỉnh tách âm phổ này thành nhiều dải có tần số và độ dốc góc. Kết quả là có thể nâng hay hạ vùng âm phổ, sẽ phẳng hơn là có tần số trung tâm khác biệt. Equalizer multi-band mô phỏng khả năng điều chỉnh mức độ và độ dốc trong những phần của hệ thống loa nhiều way. Người xử dụng chọn tần số crossover và độ dốc giữa những phần này rồi điều chỉnh mức độ theo ý muốn.

2.4.3 Đường trễ -- Delay line

Thuật ngữ delay "line" xuất phát từ phiên bản analog gốc, nơi mà tín hiệu chuyển vào nhiều mạch điện chứa, gọi là lữ đoàn xô (như cấu trúc cổ xưa). Vẫn đang xử dụng thiết bị analog cho pedale guitar, nhưng trong thế giới digital của chúng ta, "line" chứa trong nhiều bộ đệm nhớ. Đường trễ digital có ba tham số xác định: độ trễ tối thiểu, độ trễ tối đa và độ chính xác gia tăng.

2.4.3.1 Độ trễ tối thiểu (thời gian chờ) -- Minimum Delay (Latency)

Đây là thiết bị xử lý digital, vì vậy chúng ta biết nó sẽ có vài thời gian chờ cố định. Nếu giao diện người dùng nói "0ms" thì chúng ta phải đoán ra có nghĩa là thời gian chờ +0ms hay khi tôi gọi nó là "0msR" (mili giây tương đối). Thí dụ, thiết bị có giá trị thời gian chờ 1.5ms này vì tham chiếu với 0msR. Có thể khía cạnh tương đối không quan trọng, miễn là tất cả đường dẫn trong hệ thống mang cùng thời gian chờ cơ bản. Tuy nhiên, không thể giả định điều này. Có thể có thời gian bù (a) nếu thiết bị analog trong hệ thống của bạn có thời gian chờ cực nhỏ so với đơn vị digital, (b) nếu có nhiều mô hình thiết bị digital trong hệ thống của bạn và (c) nếu thời gian chờ biến đổi. Bất kỳ yếu tố nào trong số này cũng có thể gây rắc rối khi kết hợp tín hiệu từ nhiều thiết bị khác nhau.

Chương 2

2.4.3.2 Độ trễ tối đa -- Maximum Delay

Những giới hạn này đều là thực hành và kinh tế tuyệt đối. Mỗi khung âm thanh bị trễ đều làm mất bộ nhớ. Delay line độc lập sẽ có phân bố bộ nhớ cố định và do đó có giới hạn thời gian cố định. Cơ bản, có hai phương án quản lý điều này trong những phần delay line của DSP: (a) phân bố giới hạn cố định cho tất cả channel (xử dụng cho DSP kết cấu cố định) hay (b) cho phép người dùng lựa chọn phạm vi giới hạn cho từng trường hợp cụ thể, (xử dụng trong DSP cấu trúc biến).

2.4.3.3 Độ chính xác của trễ (tăng) -- Delay Resolution (Increments)

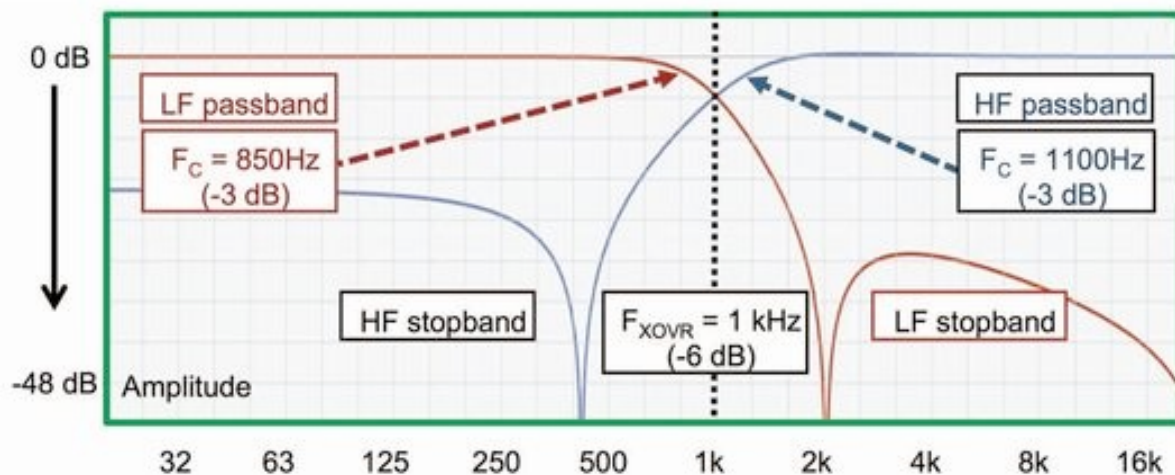
Bản chất digital của delay line đặt giới hạn cho độ chính xác gia tăng ở tần số 1/nhịp (clock). Mẫu thời gian tốt nhất cho thiết bị âm thanh digital 96kHz là .01041667ms, mà chúng ta sẽ làm tròn thành 0,01ms (10μsec). Trong thực tế, hầu hết giao diện sẽ cho phép tăng linh hoạt tối đa vì việc cho người dùng tùy chọn này không yêu cầu bộ nhớ bổ sung. Tuy nhiên, vài hãng sản xuất xử lý độ chính xác khi cài tăng lên (thí dụ: tăng nhỏ khi cài từ 0 đến 10ms và sau đó là tăng thô trên đó). Độ chính xác tối đa ở tất cả cài đặt rất ưa thích cho tối ưu hóa hệ thống.

2.4.4 Bộ chia tần số -- Frequency divider

Bộ xử lý (processor) tín hiệu nhận dạng sóng toàn dải (full-range). Loa màng lớn và loa nén nhỏ không thể tái tạo toàn bộ dải âm tần một cách riêng lẻ. Việc cắt dạng sóng thành những dải tối ưu cho mỗi transducer rơi vào bộ chia tần số, thường gọi là crossover điện tử. Mục đích để phân tích dạng sóng điện từ, đưa nó đến loa và sau đó kết hợp nó lại trong không khí. Chỗ xảy ra dải tần số kết hợp tái tổ hợp gọi là chỗ âm thanh giao nhau (acoustical crossover).

Bộ chia tần số có hai phần (hay nhiều hơn), có chứa nhiều filter high và/hoặc low pass (hình 2.11). Chúng ta chia ra filter đặc biệt thành hai phần: dải vượt-passband (vùng không bị ảnh hưởng) và dải dừng-stopband (dải suy giảm). Tần số cắt là điểm chuyển tiếp giữa những band này. Dải tần số passband dưới stopband trong LPF và trên stopband trong HPF.

Phân loại bộ chia tần số theo vận hành của passband và stopband, với hình dạng giảm tổng thể (độ dốc) của stopband là đặc điểm nổi bật nhất. Tùy chọn độ dốc tiêu chuẩn là tăng bội số của 6dB/octave (12dB, 18 dB, 24dB v.v). Mức phân loại thứ cấp là filter topology, nhiều trong số đó mang tên của nhà toán học thiết kế mạch. Cấu trúc liên kết (topology) khác nhau về biên độ và chi tiết phase trong cả passband lẫn stopband.



Hình 2.11 Bộ chia tần số

Phân loại

Trên lý thuyết, không có độ dốc hay sự lựa chọn topology "tốt nhất". Có thể tạo ra phép chia đối xứng, nếu tái hợp lại bằng điện thì sẽ tổng hợp với biên độ và phase phẳng hoàn toàn. Cũng có thể tạo ra kết hợp lại, bất đối xứng, có thể sinh ra sự triệt tiêu và dịch phase trong vùng crossover nếu tổng lại bằng điện. Những sự kiện này không kết luận ra cách kết hợp tốt hơn vì thật tế quan trọng: Chúng ta sẽ kết hợp hai thiết bị âm thanh khác biệt, không phải tổng tín hiệu điện lại. Kết quả là vấn đề kết hợp biên độ và đáp ứng của phase của bộ chia tần số và loa riêng lẻ. Mỗi loa có biên độ và hành vi phase riêng, và chúng ta có thể chắc chắn vùng trên của loa tần thấp không phù hợp đối xứng với vùng thấp của loa tần cao. Do đó, chúng ta chỉ có thể xem xét hành vi điện từ thuần túy của bộ chia tần số đến một điểm nào đó. Cuối cùng chúng ta sẽ cần kết hợp nó với thiết bị loa thật tế (bao gồm trong phần 4.3.4).

2.4.4.1 Tần số cắt (Tần số Góc)

Tần số cắt là điểm cắt giữa passband và stopband, chỗ đáp ứng đã suy giảm -3dB (hầu hết topology) hay -6dB (Linkwitz-Riley).

2.4.4.2 Điểm giao tần số điện tử -- Electronic Crossover Frequency

Giải tần số chỗ low-pass và high-pass có biên độ bằng nhau là điểm giao nhau (crossover) điện tử. Điểm crossover chỉ xác định bởi biên độ và không nhất thiết phải có đáp ứng phase phù hợp. Mức độ bình đẳng này chỉ có điện và không ảnh hưởng đến độ nhạy của loa khác nhau. Trong thật tế, crossover điện tử có hay không thể phù hợp với tần số crossover âm thanh (giải tần mà transducer LF và HF có mức độ phù hợp). Crossover điện tử là bước đầu tiên hướng về crossover âm thanh tối ưu.

2.4.4.3 Độ dốc (Bậc bộ lọc) – Slope (Filter Order)

Độ dốc là tỷ lệ suy hao của filter, tính bằng dB/octave. Độ dốc không đạt được tỷ lệ thấp nhất ngay tại tần số cắt và không nhất thiết duy trì tỷ lệ này đến vô hạn. Vì vậy, chúng ta có thể gọi đây là tỷ lệ "danh định". Lựa chọn độ dốc chạy theo 6dB (bậc): 6 dB (bậc một), 12 dB (bậc hai) v.v. Chênh lệch giữa đáp ứng của bậc một và hai bắt đầu chậm rồi mở rộng ra xa điểm cắt. Tiếp tục hướng này cho bậc cao hơn.

Crossover âm thanh làm từ độ dốc bậc thấp sẽ có sự chuyển đổi dần dần giữa phần từ tách ra và kết hợp nhất. Ngược lại độ dốc cao có thể hoàn thành quy trình chuyển đổi giữa hai nốt trên thang âm nhạc. Trên thật tế, có những ưu và khuyết điểm cho dốc bậc thấp và cao. Quy trình lựa chọn cho ứng dụng cụ thể phải bao gồm thiết bị loa đã kết hợp.

2.4.4.4 Cấu trúc liên kết -- Topology

Filter high- và low-pass tạo ra những dốc này, phát triển từ đầu với điện trở, tụ điện và cuộn cảm. Hình thức cơ bản nhất là điện trở/tụ điện/cuộn cảm thụ động, gọi đơn giản là high pass hay low pass "bậc x". Bây giờ chúng ta có nhiều lựa chọn analog và digital tiên tiến hơn của những công ty đánh giá cao, Bessel, Chebyshev, Butterworth và Linkwitz-Riley (Hình 2.12).

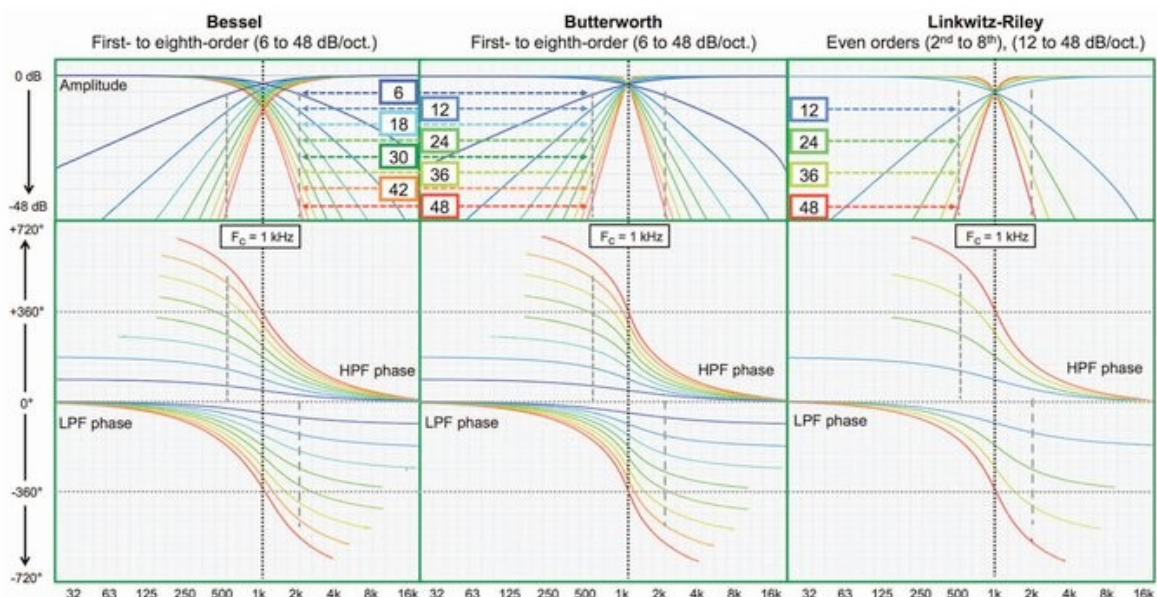
Tại sao chúng ta cần topo khác? Tóm lại, có vài thay đổi đáp ứng phase cũng như vài hiện vật ảnh hưởng đến dải passband gần tần số cắt và cuối cùng là đáp ứng stopband xa vài octave. Nhìn chung, hiện vật trở nên trầm trọng hơn khi tăng filter lên. Kiểm chỗ nghỉ ngơi nhanh là tăng độ dịch phase, biên độ đỉnh gần tần số cắt (passband gợn sóng) và quay lại trong đáp ứng stopband (stopband gợn sóng). Đây là sự so sánh như đang lái xe: Chúng ta có khuynh hướng quẹo sang trái một chút trước khi quay sang phải. Filter của chúng ta đang tạo ra một bước đi xuống và nó càng sắc nét, thì lỗi lớn là của hệ thống lái.

Cho high qua/cho low qua -- High pass/low pass

Đây là những mạch đơn giản nhất. Phiên bản bậc nhất là mạch RC đơn, bậc hai là hai trong số bậc này và trở đi. Filter high- và low-pass thông thường có chuyển tiếp dần dần giữa passband và

Chương 2

stopband. Với loại filter này, khu vực chùng chéo giữa những phần tử kết hợp có thể cao nhất. Trong thực tế, hiếm khi chúng ta thấy xử dụng filter high- và low-pass tiêu chuẩn vượt quá bậc hai.



Hình 2.12 Xử dụng nhiều filter có topology khác nhau trong crossover âm phổ

Butterworth

Xuất phát từ Stephen Butterworth năm 1930, filter này đã đạt được độ tăng sắc nét trong giải chuyển tiếp với hiện vật tối thiểu trong passband hay stopband. Có thể xử dụng filter Butterworth cho cả hai loại bậc, chẵn lẫn lẻ, và xử dụng khá phổ biến. Vợ ông ta nổi tiếng với bánh kếp-pancake bậc nhất. (*topology pancake là phẳng – song song – ND*).

Bessel

Họ filter Bessel có sự chuyển đổi mức độ dần dần và trễ phase rất nhỏ. Ứng dụng bị chùng chéo có thể cho phép xử dụng thành công nhờ filter Bessel.

Chebyshev I và II

Họ filter Chebyshev có sự chuyển đổi dốc cực kỳ giữa những band. Có gợn sóng đáng kể (peaks và dips gần tần số cutoff) trong cả hai loại. Chebyshev loại I có gợn trong passband (tính năng bất hảo đặc biệt cho ứng dụng của chúng ta) và loại II tạo ra gợn trong stopband. Sau khi giảm mức độ nhất định, đáp ứng tăng trở lại rồi sau đó phần lớn sẽ giảm xuống.

Hình elip

Filter hình ellip ngậm còn cao hơn Chebyshev và có gợn sóng đáng kể (peak và dips gần tần số cắt) trong cả passband lẫn stopband. Phải cân nhắc những ưu điểm có thể cho quy trình chuyển đổi sắc nét cực kỳ này với những khuyết điểm nhất định của đáp ứng gợn sóng.

Linkwitz-Riley

Filter topology Linkwitz-Riley (L-R), có thể là bộ chia tần số phổ biến nhất, tạo ra bởi từng cặp filter Butterworth. Filter L-R bậc hai làm từ một cặp filter Butterworth bậc nhất. Điều này cho thấy cần hiểu biết sâu sắc về lý do tại sao filter L-R xử dụng điểm -6dB ($2 \times -3\text{dB}$) làm tham chiếu độ dốc cho nó. Filter L-R

Phân loại

giữ lại tính năng ít gợn sóng của Butterworth nhưng cho phép có độ dốc lớn hơn. Bổ sung thêm đáp ứng phase của high-và low-pass, cho phép kết hợp tập hợp nhiều filter HP và LP lại thành tổng điện phẳng. Lưu ý: Phiên bản thứ hai đòi hỏi phải đảo phân cực giữa những phần để kết hợp đồng phase với nhau. Filter L-R bậc bốn (24 dB/octave) là kết hợp độ dốc/topology phổ biến trong âm thanh chuyên nghiệp. Đó là từng cặp filter bậc hai Butterworth một. Thường xử dụng cái này cho ứng dụng nào muốn có độ chõng chéo tối thiểu. Nhớ lại, sản phẩm cuối cùng là sắp xếp âm giữa những thiết bị âm thanh chưa từng có. Thật ra, có thể kết hợp filter L-R có tổng điện hoàn hảo, không bảo đảm âm thanh tổng cộng sẽ hoàn hảo. Họ L-R mở rộng đến bậc tám (48dB/octave) và bậc mười sáu (96dB/octave), lấy từ cặp filter Butterworth bậc bốn và tám. Nó có ích cho ứng dụng nào chỉ bỏ đi 95dB là không đủ.

2.4.5 Kiểm soát mức độ output -- Output-level control

Đây là mạch kiểm soát gain, điều chỉnh mức output. Phiên bản digital có thể có tính không liên tục nhưng thường chỉ ở những bước đủ nhỏ (thường là 0.1dB) và chỉ thị rõ (bằng dB) trên mặt máy. Phiên bản analog có thể dao động từ chính xác đến rất chính xác và liên tục (theo từng model, từng channel). Ký hiệu trên giao diện người dùng (mặt máy) cho nút điều khiển mức độ analog bao gồm từ chính xác (bằng dB) đến "họ nghĩ đến cái gì?" (0-10, đánh dấu cho nguồn không rõ và hơn nữa). Thường ghi lại nút điều khiển mức analog (khoảng rộng, độ chính xác thấp nhưng độ trải khá đều) hay trong trường hợp tuyến tính đặc biệt (độ chính xác cao trên dải 10dB cho góc quay 120° và rồi nén rất mạnh cho phần còn lại của vòng quay).

2.4.6 Bộ giới hạn và nén -- Limiters and compressors

Limiter và compressor giữ biên độ trong giới hạn hoạt động của hệ thống. Nó theo dõi dạng sóng và giảm tín hiệu tích cực khi cần, do đó làm giảm giới hạn bên trên dynamic range. Giống như bàn tay tự động trên fader, sẵn sàng giảm mức một chút nếu mọi cái bị quá lớn. Buzz-kill đều trong một cái hộp.

Compression khác với limiting, chủ yếu bằng hằng số thời gian, liên quan đến việc mô phỏng bàn tay dịch chuyển và khoan dung của quy trình ra quyết định. Theo quy tắc chung, limiter thực hiện sự suy giảm có tốc độ nhanh và cứng hơn so với compressor, chậm và xốp. Có thể xử dụng một trong hai cách này để điều khiển toàn dải động lực hay trong dải tần chọn lọc. Hay có thể xử dụng cho việc tạo hình động lực nghệ thuật nhưng phần lớn dùng limiter làm bảo vệ loa. Trọng tâm của chúng ta sẽ là bảo vệ và do đó limiter nằm ở giai đoạn giữa.

2.4.6.1 Tham số của Limiter -- Limiter Parameters

Limiters là thiết bị điều khiển điện thế. Nó cung cấp cho loa sự bảo vệ có thể là giảm điện thế (điện thế x cường độ) nhưng tác động dẫn dắt chỉ trong miền điện thế. Dự đoán phương trình điện dựa trên điện thế và cường độ mong muốn (hay trở kháng). Limiter digital hoạt động trên giá trị biên độ, tương đương với biến đổi điện thế.

Mạch limiter trong trạng thái nghỉ, nên là thiết bị có điện thế gain đồng nhất. Khi ăn khớp, mức output bị bít và gain ròng nhỏ hơn độ đồng nhất. Tóm lại, chỉ cần nâng tín hiệu input lên nhưng vẫn giữ nguyên output: sự mất điện thế gain này, thường hiển thị trên mặt máy có tên gọi là "gain reduction"

Ngưỡng -- Threshold

Khi dạng sóng vượt quá ngưỡng điện thế, limiter sẽ chuẩn bị hành động. Hành động có thể nhanh, thậm chí nhanh như mạch có thể đáp ứng: hành động này gọi là giới hạn đỉnh (peak limiting). Nhiệm vụ chính của hạn chế đỉnh là phòng ngừa sự cố cơ học do quá căng thẳng hay những căng thẳng cực đoan khác. Ngoài ra, có thể bổ sung một thành phần thời gian cho việc xác định, chờ xem tín hiệu nằm quá lâu

Chương 2

trên ngưỡng trước khi giảm mức độ. Loại giới hạn này cố gắng theo dõi mức tiêu hao năng lượng trung bình chứ không tức thời. Gọi là giới hạn rms, nhiệm vụ chính là ngăn cuộn dây trong loa quá nóng .

Chạm và thả -- Attack and release

Attack và release là thuật ngữ mô tả thời gian bắt đầu và thời gian ngừng của limiter. Một khi đã phá vỡ ngưỡng, bắt đầu trình tự thời gian đầu tiên: Bắt đầu hạn chế nếu tín hiệu ở trên quá lâu. Quyết định tiếp theo là khi nào ngừng việc hạn chế. Nếu dừng hạn chế ở thời điểm đầu tiên dạng sóng rơi dưới ngưỡng, nó có thể bị buộc trở lại vào hạn chế một thời điểm sau đó khi dạng sóng tăng trở lại. Người chơi guitar sẽ nhận ra âm thanh điều biến biên độ này như là hiệu ứng "tremolo", mà chúng ta chỉ muốn thêm vào hệ thống chính nếu chúng ta đang làm nhạc khiêu dâm. Do đó thời gian release hạn chế thường dài hơn thời gian attack. Chúng ta muốn bảo đảm đã có âm thanh "tất cả rõ-all clear" trước khi release limiter.

Khoảng thời gian khởi phát limiter peak ưa thích nằm trong giải $<20\text{ms}$ và release $>100\text{ms}$. Limiter rms sẽ tham gia vào giải $>100\text{ms}$ và có thời gian release chậm hơn.

2.4.6.2 Chức năng bộ hạn chế -- Limiter Functions

Chúng ta đang tập trung vào limiter, có nhiệm vụ bảo vệ hệ thống loa chứ không là những hiệu ứng đặc biệt bên ngoài trong lĩnh vực nghệ thuật. Trong giới hạn này, limiter có hai chỉ thị chính: ngăn ngừa sự cố cơ học (limiter peak) và ngăn ngừa sự quá nóng (limiter rms).

Loa có thể bị hỏng cơ học chỉ trong một lần dịch chuyển. Nếu đẩy ra ngoài quá xa, cuộn dây sẽ nhảy ra khỏi khe hở. Tụt vào bên trong quá nhiều, nó sẽ chạm cấu trúc nam châm. Một trong hai cái này có thể làm vênh cuộn dây và chúng ta bắt đầu sắp xếp đám tang. Chúng ta có thể làm bong cấu kết keo, giấy rách, titan bể, cao su quá căng hay vật liệu nào tạo nên cấu trúc di chuyển của loa. Làm sao chúng ta có thể bảo vệ loa khỏi những nguy hiểm này? Suy giảm ampli hợp lý và giới hạn điểm peak.

Cuộn dây loa có dây nhỏ, dễ đứt, mỏng. Nó có thể bị quá nhiệt, chảy ra và bị cháy. Nó bị tổn hại trong vòng dây quấn rất chặt, nếu cách cách điện bị cháy có thể bị chạm, lần lượt từng vòng một. Nhiệt là kẻ thù. Chúng ta xác định lượng nhiệt tản trong mạch AC như giá trị rms. Thiết kế mạch hạn chế để ngăn ngừa quá nhiệt, thiết lập ngưỡng của nó dựa trên giới hạn nhiệt tính của loa. Đây là những hạn chế rms. Trước kia, xử lý bảo vệ loa bằng ampli công suất.

Làm sao bây giờ? Thực hiện việc này bằng cách giảm mạnh công suất đến loa, do đó, tín hiệu không có đủ lực để ứng suất cơ học hay đủ cường độ lâu để làm cháy cuộn dây. Bản thân loa đã có độ méo rất cao nên âm thanh khiến ampli đến độ cắt không rõ ràng như cường độ. Kết quả là âm thanh bị méo, nhưng show vẫn tiếp tục và chúng ta đã làm vậy cho đến hết.

Trong kỷ nguyên hiện đại, chúng ta đã thấy khả năng công suất ra của ampli lạm phát nghiêm trọng và lượng nhỏ hơn trong thế giới cuộn dây loa và cơ khí. Chúng ta cũng có kỳ vọng tính tuyến tính (nghĩa là độ méo thấp) cao hơn. Nếu bỏ mặc thiết bị, hay đúng hơn, không bổ sung bất kỳ thiết bị nào, ampli sẽ giành chiến thắng trong trò chơi này. Thiết bị cho phép chúng ta trốn khỏi việc bị loa áp đảo ồ ạt là limiter (Hình 2.13).

2.4.6.3 Vị trí Limiter

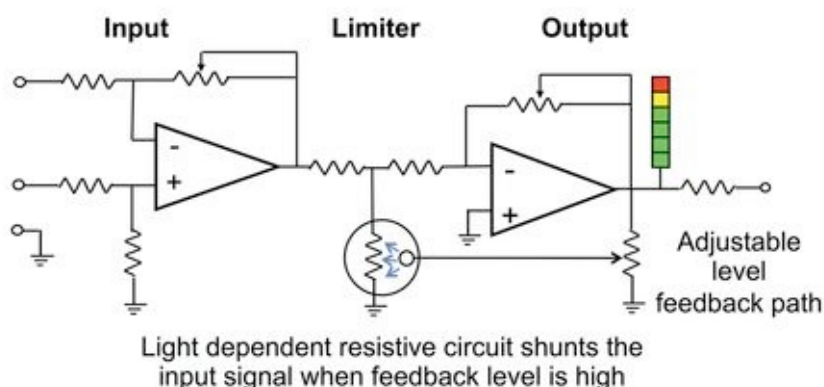
Có hai lựa chọn: trước hay sau khi chia tần số (trước hay sau khi crossover).

Trước crossover -- Pre-crossover

Vị trí này dẫn động limiter với tín hiệu input full-range (Hình 2.14). Cái này nén toàn bộ âm phổ ngay khi chỉ có giải tần nào đó vượt ngưỡng. Việc này sẽ thích hợp cho việc bảo vệ loa chỉ khi loa là full range (hay có crossover passive). Limiter multiband tồn tại tách tín hiệu thành nhiều giải có từng ngưỡng

Phân loại

riêng rồi cộng những tín hiệu đó lại. Cái này thường xử dụng trong phát sóng để tối đa hóa mật độ truyền nhưng không thích hợp cho hệ thống pro-sound.



Hình 2.13 Sơ đồ đồ giản thể về mạch limiter

Đặt limiter trước bộ chia tần số active có thể làm giảm hiệu suất đáng kể bằng việc giảm dynamic range. Trong thật tế, việc này có thể gây nguy hiểm, thay vì bảo vệ hệ thống loa. Làm sao lại xảy ra điều này? Khi đẩy và tăng limiting cho hệ thống, yếu tố peak (tỷ số peak đến tỷ lệ rms) giảm. Mật độ tín hiệu tăng (sóng vuông dày đặc hơn sóng sine), tải nhiệt tăng lên và không cảm thấy hệ thống lớn hơn gì cả. Rồi hệ thống lại bị đẩy mạnh hơn: vòng tròn cứ luẩn quẩn.

Limiting cho full-range không phù hợp với mục tiêu chính của chúng ta (bảo vệ từng loa) vì nó phạt tất cả chỉ vì một vi phạm. Trừ khi có thiết bị tách biệt âm phổ thành nhiều dải để limit riêng lẻ, chúng ta có thể nghĩ toàn bộ đáp ứng sẽ bị limit, bất kể nó là high-hat hay trống kick đang đẩy đến cạnh limit.

Post-crossover

Vị trí sau crossover cho phép limiter điều chỉnh cho ampli và loa phía sau chính xác (như hình 2.14). Chúng ta có thể tối đa hóa dynamic range bằng cách chỉ limit loa nào trong hệ thống hiện đang đối mặt với tình trạng quá tải. Nếu đang đẩy loa giải cao lên, chúng ta muốn tối đa hóa bảo vệ cho nó, không phải cho loa subwoofer.

2.4.6.4 Bộ hạn chế (giới hạn) vòng lặp hồi tiếp -- Limiter Feedback Loop

Hãy hình dung đường dẫn tín hiệu là A-B-C (Input-Limiter-Output). Tất cả đều có gain đồng nhất. Output có đường dẫn vòng lặp hồi tiếp trở lại limiter. Nếu C có mức độ quá cao thì mức tăng tại B sẽ giảm. Một khi mức C rơi xuống dưới ngưỡng đặt tại B, mức tăng tại B sẽ trở lại với sự đồng nhất. Có một vài sơ đồ bố trí vòng lặp hồi tiếp C-B, có vài cái hoàn thành trong mạch limiter và thiết bị khác, bao gồm toàn bộ thiết bị cuối nguồn như ampli công suất. Đây là giai đoạn cuối cùng, cần phải thuần hóa điện thế output của ampli công suất. Vì vậy, chúng ta phải đo trực tiếp hay có phương pháp ước lượng chính xác về nó.

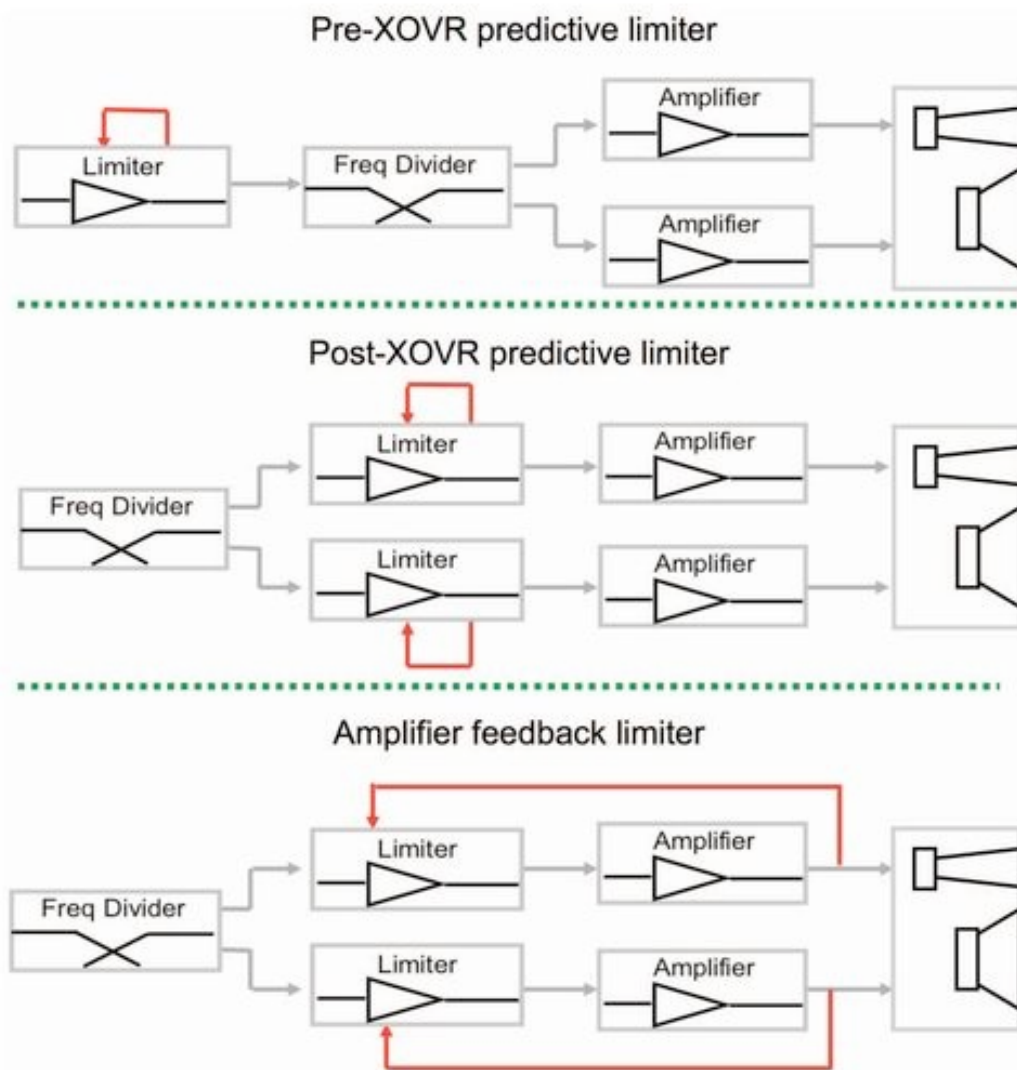
Để hình dung ra điều này, chúng ta hãy trở lại mô hình A-B-C và nói, chúng ta đã đặt ngưỡng +10 dBV là mức cao nhất cho phép. Lưu ý, vì C có gain đồng nhất, sẽ không thành vấn đề nếu chúng ta đóng vòng hồi tiếp (feedback loop) sớm hơn, thí dụ tại điểm nối giữa B và C. Kết quả sẽ giống nhau vì mức input và output ở C là như nhau. Ngưỡng giới hạn đặt ở mức +10dBV và mức tối đa ở output của B hay C là +10dBV.

Bây giờ hãy đặt gain 20dB (10 x) trong phần C. Bây giờ vấn đề liệu chúng ta có tham chiếu input hay output của C. Nếu chúng ta xử dụng output của C, vẫn duy trì mức output cuối cùng giống nhau

Chương 2

(+10dBV). Mức tối đa nội tại B là -10dBV nhưng output cuối cùng ở C vẫn là +10dBV. Có trong chuỗi tín hiệu, nhưng nó được đưa vào tài khoản của sơ đồ này.

Nếu chúng ta xử dụng điểm tham chiếu nội bộ (B) thì sẽ có thêm 20dB ở output cuối cùng hơn là tìm thấy trong feedback loop. Mức ở B sẽ kẹp tại +10dBV trong khi C sẽ đưa ra +30dBV!



Hình 2.14 Biểu đồ lưu lượng limiter. Vị trí trước và sau crossover và hiển thị loại hồi tiếp (feedback) của ampli.

Từ đây có vài khả năng. Lừa là một. Ngoài ra chúng ta có thể giữ điểm tham chiếu B, nhưng yếu tố gain của phần C như đã biết và giảm tốc độ của ngưỡng limiter xuống 20dB. Kết quả là -10dBV tại B và +10dBV tại C. Bây giờ chúng ta có thể tháo kính bảo hộ. Nếu chúng ta không biết về gain, hay nó có thể thay đổi mà không cần thông báo, thì sơ đồ giới hạn của chúng ta sẽ trở thành dự đoán mò (guesstimation), viễn cảnh đáng sợ cho hệ thống loa của chúng ta. Nguyên tắc limiting đơn giản chính xác: Giai đoạn đổi gain phải nằm trong vòng lặp, nhưng có thể xác định giai đoạn gain là sau vòng lặp.

2.4.6.5 Ampli hồi tiếp âm (Không-Dự báo-Đã biết) -- Amplifier Negative Feedback (Non-Predictive-Known)

Đây là cách tiếp cận hồi tiếp hoàn toàn, mang output của ampli đến bộ xử lý mức line, giai đoạn limiter sau crossover. Ampli công suất quay trở lại, giảm xuống mức line và hạ tỷ lệ ngưỡng cho phù hợp. Do đó điện thế gain của ampli là tham số đã biết, ngay cả khi người xử dụng điều chỉnh. Phải tính mức độ clip của ampli trong mức hồi tiếp đến limiter. Xây dựng cách tiếp cận này chung quanh bộ xử lý và loa đã biết và ampli chưa biết (và biến đổi). Trong thời đại hiện nay, việc ít xử dụng việc này đã phổ biến hệ thống tự cấp nguồn và hệ thống có ampli riêng với bộ xử lý và loa cụ thể.

2.4.6.6 Ampli chuyên dụng (Dự đoán-đã biết) -- Dedicated Amplifier (Predictive-Known)

Ampli chuyên dụng xử dụng phương pháp tiếp cận hồi tiếp bán kết (semi-inclusive feedback), đưa input của ampli đã biết đến giai đoạn limiter sau crossover trở lại. Đây là cách thực hành tiêu chuẩn trong loa active và hệ thống loa có ampli/xử lý riêng. Thật tế, có thể vòng lặp hồi tiếp trong đường dẫn tín hiệu sớm hơn input ampli, miễn là gain cuối đường vẫn cố định và đã biết. Nếu người dùng điều chỉnh mức khuếch đại, vòng lặp hồi tiếp (feedback loop) phải là post-gain. Có thể không cảm nhận ampli đang clip (nếu cho phép) nếu điểm loop ở trước giai đoạn khuếch đại cuối cùng. Nhiều hệ thống hiện đại ủng hộ cách tiếp cận này để tối đa hóa dynamic range, để xử dụng và có độ tin cậy.

2.4.6.7 Ampli không chuyên dụng (Dự đoán-Không biết) -- Non-Dedicated Amplifier (Predictive-Unknown)

Có thể xử dụng cách tiếp cận thông tin hồi tiếp khép kín với ampli nói chung. Người dùng phải cài ngưỡng để bảo vệ. Có thể đặt mạch hạn chế trong ampli hay ngược dòng trong quy trình xử lý. Cài đặt ngưỡng phải xem xét những biến mở liệt kê ở đây theo thứ bậc đường dẫn tín hiệu: cài crossover (ảnh hưởng đến hoạt động/tải nhiệt), tăng gain output cho bộ xử lý (ảnh hưởng đến cài đặt ngưỡng), tăng điện thế gain cho ampli (cài ngưỡng), khả năng nguồn của ampli (ảnh hưởng đến truyền/tải), mức độ loa passive và cuối cùng là loa (rms và khả năng peak). Nếu người dùng sửa đổi thông số này, phải thiết lập bù trên limiter cho phù hợp (lên hay xuống). xảy ra clipping (nếu cho phép) bên ngoài vòng lặp và không được tính vào mức hồi tiếp đến limiter.

Không cần nói, chương trình này có hầu hết biến số mở của tất cả tùy chọn. Đối với vài điều, càng làm cho nó hấp dẫn hơn, trong khi vài điều khác (như tôi) lại nhìn thấy tình huống khó nhai.

2.4.7 Điều khiển Line (khuếch đại phân phối) -- Line driver (distribution amplifier)

Điều khiển line và khuếch đại phân phối là khuếch đại tín hiệu đi qua, xử dụng chủ yếu cho những hoạt động analog dài. Nó có bộ khiển output trở kháng thấp để giảm thiểu hao hụt trên đường dây và tối đa hóa miễn dịch tạp âm. Bộ khuếch đại phân phối là bộ chia active, điều chỉnh được mức khuếch đại. Xử dụng nó từ hồi xưa, lúc consoles và crossover không thể chạy dây dài hay ma trận output thiếu linh hoạt. Kỷ nguyên digital đã làm cho những cái này lỗi thời hoàn toàn.

2.4.8 Bộ điều khiển loa chuyên dụng -- Dedicated speaker controller

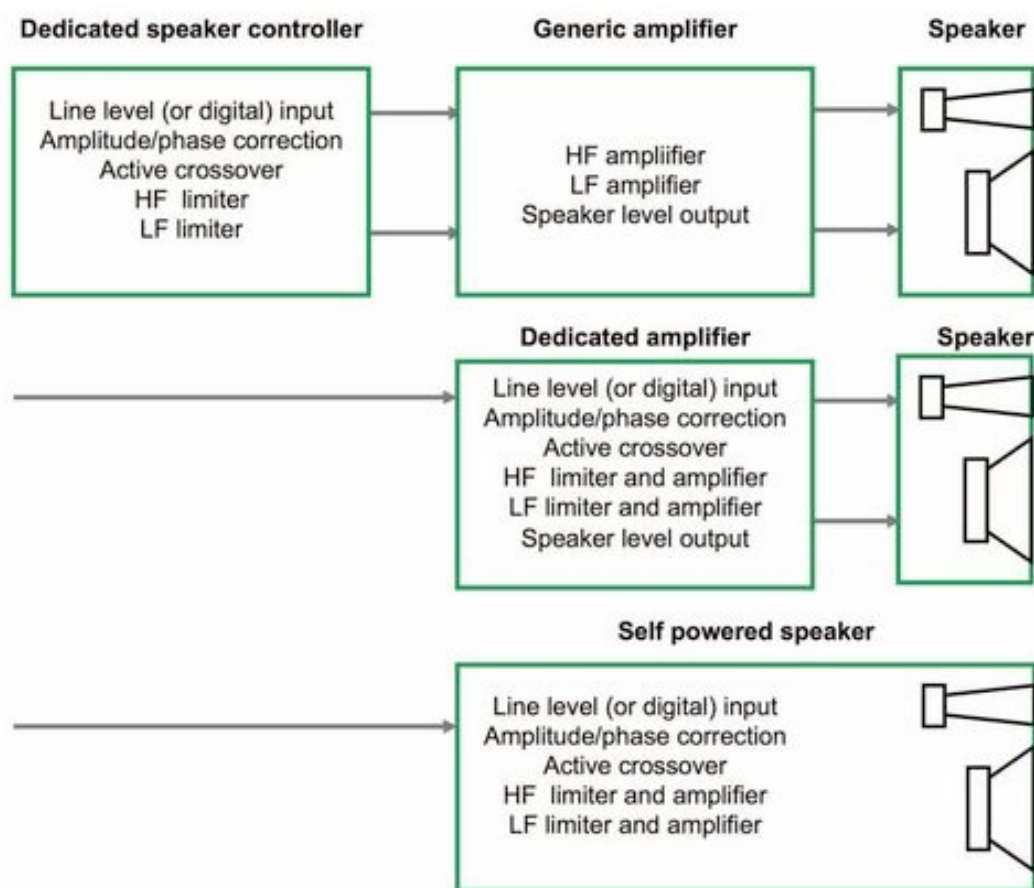
Vài hãng sản xuất cung cấp thiết bị mức độ line (analog hay digital) có mạch đáp ứng và giới hạn chuyên dụng để làm việc với một hay nhiều loa đặc biệt (Hình 2.15). Loa đã kết hợp với bộ điều khiển chuyên dụng và bộ khuếch đại tiêu chuẩn sẽ thành "hệ thống". Bộ điều khiển bao gồm những chức năng quen thuộc: cài đặt mức độ, chia tần số, cân bằng, sắp xếp phase và giới hạn, tất cả đều cấu hình sẵn và đặt cùng một chỗ. Nhiều thiết bị xử dụng hồi tiếp âm (negative) từ output của ampli để hạn chế.

Chương 2

Hướng gần đây đã giảm độ phổ biến của nó. DSP chung do bên thứ ba cung cấp hầu hết chức năng kiểm soát, thường với đề xuất cài đặt tại xưởng. Ưu điểm bao gồm chi phí tương đối thấp và độ linh hoạt cao. Khuyết điểm bao gồm thiếu đáp ứng tiêu chuẩn do dự định, hay không chủ ý (sai lầm ngớ ngẩn), chuyên biệt hóa theo yêu cầu cài đặt. Thậm chí phương pháp tiếp cận này đang dần dần mất đi lợi ích của việc đặt mạch điều khiển loa trong cùng vỏ máy (chassis) với ampli, có thể ở trong rack hay trong thùng loa. Lưu ý: Không bao giờ tin họ đã nạp cấu hình chính xác vào đó.

2.4.9 Bộ khuếch đại chuyên dụng -- Dedicated amplifiers

Bộ khuếch đại chuyên dụng dùng để làm việc với một hay nhiều model loa cụ thể, kết hợp lại với nhau để tạo ra "hệ thống" (Hình 2.15). Đây là bộ điều khiển loa chuyên dụng đã mô tả ở trên, kết hợp với bộ khuếch đại có thông số đã biết và quy mô công suất thích hợp. Có thể giả định chương trình hạn chế để biết gain của vòng lặp khuếch đại. Hãng sản xuất có thể làm ra nhiều model loa, xử dụng chung bộ khuếch đại dành riêng, có thể chọn cấu hình trong thư viện phần mềm. Lưu ý: Không bao giờ tin họ đã nạp cấu hình chính xác vào đó.



Hình 2.15 Bộ khuếch đại chuyên dụng và loa tự vận hành

2.4.10 Loa chủ động (tự vận hành) -- Active (self-powered) speakers

Phiên bản điều khiển loa chuyên dụng cuối cùng là bộ chia tần số, giới hạn, đường trễ, điều khiển mức độ, bộ cân bằng điện tử và bộ khuếch đại công suất trong một thiết bị kết hợp với loa trực tiếp (hình 2.15). Loa self-powered hay "active" có bộ biến số khép kín: bộ điều khiển đã biết, thùng loa, sự dịch

Phân loại

chuyển vật lý đã biết, chuyên chở và tản nhiệt tối đa. Nó có thể tối ưu nội bộ cho biên độ tuyến tính và đáp ứng phase, phân cực tiêu chuẩn và bảo vệ dynamic range đầy đủ tối đa cho nó.

Loa active tối đa hóa tính linh hoạt cho phân khu hệ thống, tức là số lượng loa active bằng số channel và tùy chọn phân khu. Ngược lại, loa chạy nguồn ngoài thường chia sẻ tới bốn điều khiển trên mỗi channel khuếch đại công suất và do đó giảm độ linh hoạt của phân khu.

Chúng ta sẽ để lại việc biện hộ cho loa active hay nguồn ngoài (passive) cho hãng sản xuất. Sẽ lưu ý sự khác biệt chính khi nó ảnh hưởng đến chiến lược tối ưu hóa và thiết kế của chúng ta. Chúng ta xem xét "hệ thống loa" rồi hoàn chỉnh bằng bộ chia tần số; hạn chế bộ khuếch đại công suất và loa đã bao gồm, bất kể nó đã có tất cả trong cùng thùng loa không.

2.5 Mạng Số -- Digital Networks

Mạng âm thanh kỹ thuật số là hệ thống vận chuyển và phân phối. Âm thanh di chuyển theo dạng thức đóng gói và không có sẵn cho những hoạt động như equalization, mixing, v.v. Chúng ta không bao giờ thích equalization và mix trong tạp âm mà sợi dây đã cộng thêm vào âm thanh analog, vì vậy chúng ta sẽ không phàn nàn. Mạng di chuyển gói tin âm thanh từ cổng tới cổng (port), nơi nó có thể giải nén và sẵn sàng cho hoạt động âm thanh.

Cần phải nắm bắt rõ để thấy hệ thống âm thanh trở thành mạng đầy đủ từ micro đến loa. Chúng ta hãy phân loại những phần chính theo nghĩa rộng.

2.5.1 Cấu trúc mạng -- Network structure

Mạng là gia đình địa phương, kết nối người nói và nghe. Chúng ta có thiết bị kết nối giữa nhiều mạng khác nhau (bộ định tuyến-router), thiết bị di chuyển dữ liệu giữa nhiều thiết bị trong cùng một mạng (switch) và thiết bị kết nối người nói/nghe đến thiết bị khác (giao diện hay cổng). Việc phân loại cơ bản nhất giữa những loại mạng là giữa mạng cục bộ (LAN) và mạng diện rộng (WAN). Mạng LAN là riêng tư, cấu trúc có tường bao, nơi có thể điều khiển giao thông cho phù hợp với nhu cầu của chúng ta. WAN là thế giới hoang dã bên ngoài mạng LAN như những đường cable quang, chia sẻ giữa tòa nhà hay nối với Internet. Mạng âm thanh kỹ thuật số chuyên dụng có những cân nhắc thời gian khẩn cấp và do đó yêu cầu xử dụng cấu trúc liên kết LAN để quản lý truyền dẫn. Bất kỳ kết nối hiển thị quan trọng nào sẽ nằm bên trong mạng LAN, trong khi luồng phát sóng của chương trình có thể đi ra ngoài đến WAN.

2.5.2 Tốc độ/băng thông mạng -- Network speed/bandwidth

Phân loại mạng theo số lượng dữ liệu mà nó có thể chuyển trong một giây. Mạng hoạt động ở tốc độ 1Mb/giây (còn gọi là băng thông 1MHz) có thể truyền tải một file có kích cỡ 1Mbit hay 10 file có kích cỡ 100 kb/giây.

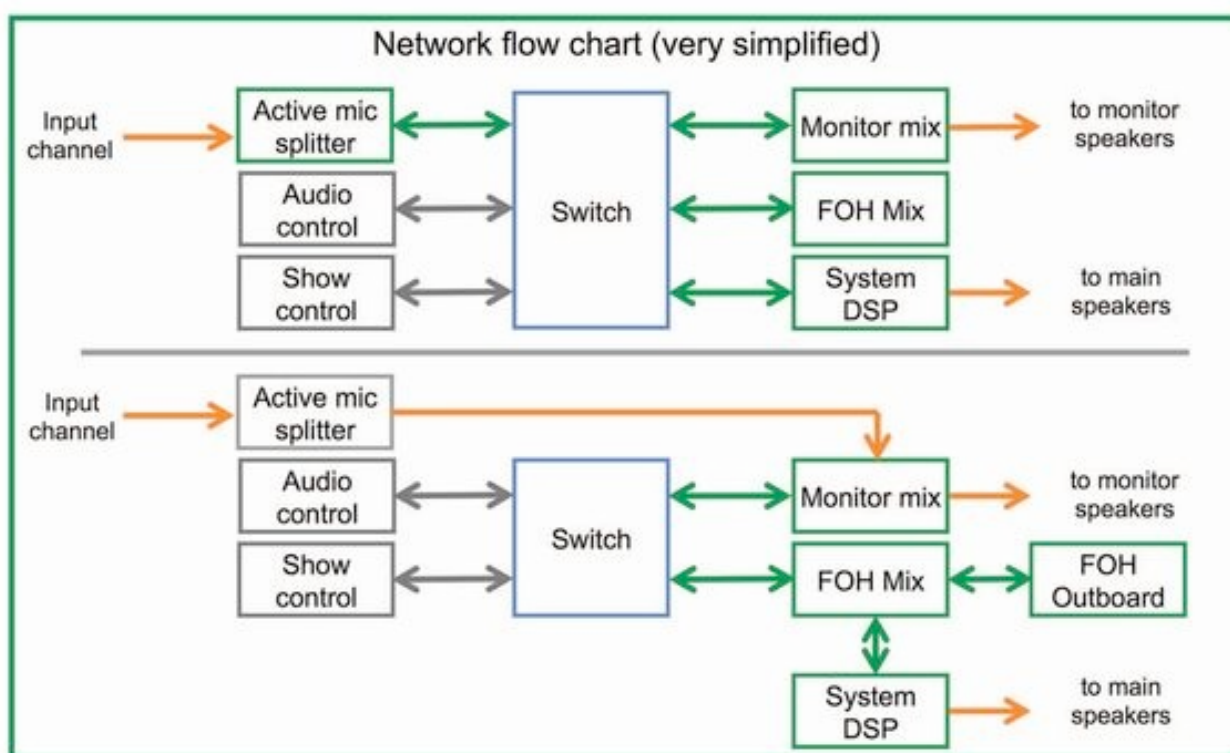
- Ethernet (10BASE-T): Mạng 10Mb/giây, xử dụng rộng rãi cho âm thanh digital từ cuối thập niên 1990.
- Ethernet (100BASE-X): Mạng 100Mb/giây, xử dụng trong những hệ thống cũ.
- Gigabit (1000BASE-X): Mạng 1000 Mb/giây, xử dụng phổ biến nhất.
- 10 Gigabit: Mạng 10.000Mb/giây sẽ xử dụng (hay thay thế) vào thời điểm bạn đang đọc.

2.5.3 Thiết bị mạng

Phân loại thiết bị nối mạng theo vai trò vận chuyển và phân phối của nó (Hình 2.16).

Chương 2

- Giao diện (cổng)- Interface (port):: Điểm nối giữa thiết bị bên trong mạng, có chức năng kết hợp input và output.
- Bộ định tuyến-Router: điểm nối giữa nhiều mạng. Đôi khi bộ định tuyến phải chuyển đổi dữ liệu giữa nhiều cấu hình mạng khác nhau.
- Hub: Thiết bị không phân biệt, có khả năng nối nhiều thiết bị trong cùng một mạng. Tín hiệu gửi đến giao diện (cổng) rồi truyền đến tất cả giao diện. Switch đã khiến hub thành lỗi thời trong hệ thống hiện tại.
- Switch: Thiết bị phân biệt, có khả năng nối nhiều thiết bị trong một mạng duy nhất. Tín hiệu gửi đến giao diện (cổng) rồi truyền tới giao diện (cổng) nào chấp nhận.
- Repeater: Bản sao giao diện (port). Thu nhận tín hiệu tại một cổng và chuyển lại nguyên văn từ cổng khác.
- Bộ điều hợp mạng (bộ điều khiển giao diện)- Network adaptor (interface controller): Bao bì dữ liệu và thiết bị dịch, cho phép máy tính truyền thông qua tiêu chuẩn dữ liệu cụ thể như Ethernet.



Hình 2.16 Sơ đồ mạch mạng âm thanh digital cho thấy hai topology mạng khác nhau cùng thực hiện một luồng tín hiệu

2.6 Bộ khuếch đại công suất -- Power Amplifiers

Bộ khuếch đại công suất là khuếch đại điện thế và cường độ với trở kháng output rất thấp. Ampli công suất nhận dạng sóng input và tăng điện thế (do đó có thuật ngữ "khuếch đại-amplifier") và cường độ (thuật ngữ "power"). Ampli công suất có thể đơn giản hóa thành thiết bị ba giai đoạn, input, xử lý (processing) và output, giống như chúng ta đã làm trước đây cho thiết bị line-level (phần 2.2). Giai đoạn input về bản chất tương tự như thiết bị đã mô tả trước đây (mức line analog hay digital). Có thể thay đổi

Phân loại

chức năng module xử lý, từ không có gì sang bộ đầy đủ chức năng xử lý tín hiệu (cân bằng, trễ, chia tần số, giới hạn và hơn thế nữa). Giai đoạn cuối cùng là module điện thế, nơi nâng điện thế và cường độ lên đến mức cho loa.

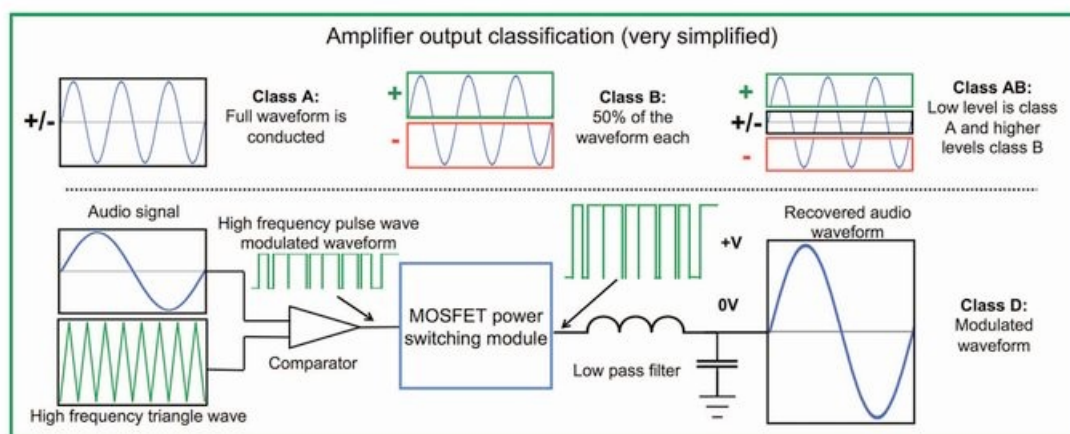
Ampli thường cấu hình như AAA, ADA hay DDA (giai đoạn input, processing và output).

2.6.1 Lớp của bộ khuếch đại -- Amplifier classes

Phân loại ampli công suất do topology giai đoạn output của nó. Ghép đôi cái này. Vài người thích chất lượng âm thanh của ampli cụ thể nào đó. Vài người khác lại thích ampli class D, chiếm phần nhỏ trong những ampli khác (Hình 2.17).

Amplifier Classes

- **Class A:** Transistor output cho ra dạng sóng đầy đủ (+ và -). Điều này rất phổ biến cho âm thanh thính phòng do độ méo thấp nhưng không hiệu quả cho âm thanh chuyên nghiệp.
- **Class B:** Transistor output chỉ cho ra 50% dạng sóng (cho + và - riêng biệt). Thiết kế hiệu quả cao này bị "méo crossover" khi chuyển đổi giữa + với -. Tỷ lệ biến dạng lớn nhất với tín hiệu mức thấp.
- **Class AB:** Lai giữa class A và class B. Ở mức thấp, ampli hoạt động ở class A, nó làm cho méo crossover thấp. Ở mức cao, thiết bị bổ sung thêm class B, khuếch đại tín hiệu mức cao rất hiệu quả. Đây là cấu hình ampli chung cho pro-sound.
- **Class D analog:** Ampli điều khiển tín hiệu output qua việc điều chế xung tín hiệu input. Đây gọi là ampli "switching" vì xung mở hay tắt hoàn toàn. Chúng ta đã quen với điều chế xung vì cũng xử dụng nó để digital hoá tín hiệu âm thanh, nhưng ampli class D không phải ampli digital. Mặc dù xung điều khiển điện thế và cường độ ở output, tín hiệu âm thanh liên tục (analog) với sóng mang điều biến tần số cao, có hiệu ứng là "digitally controlled analog". Lọc tín hiệu sóng siêu âm ra ở output. Class D có hiệu suất cao và trọng lượng tối thiểu, sự kết hợp rất hấp dẫn cho lĩnh vực lưu động của âm thanh chuyên nghiệp.



Hình 2.17 Class output của ampli

- **Class D digital:** Giai đoạn input là giai đoạn điều khiển âm thanh digital, có độ chính xác hữu hạn với chuyển đổi D/A, tiến hành trong giai đoạn output. Sự chuyển đổi đòi hỏi vài chức năng định hình để giảm tạp âm và độ méo lượng tử, có thể xảy ra nếu tín hiệu digital truyền output trực tiếp.

Chương 2

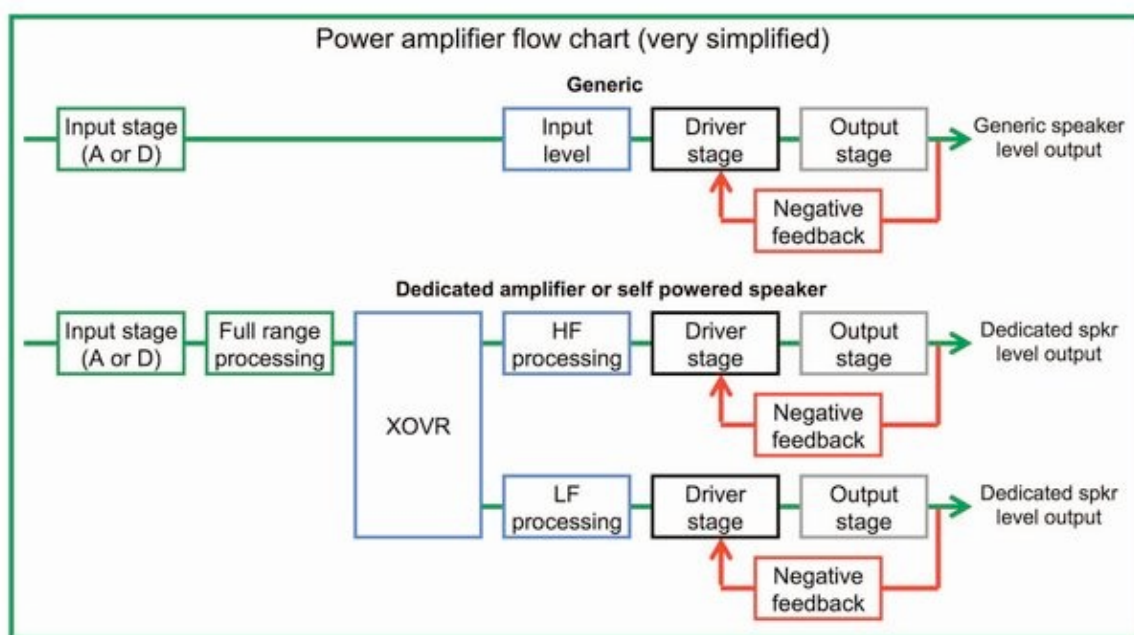
■ Chế độ cầu (bridge mode): Có thể xử dụng cấu hình đấu dây này cho output ở trên để tăng gấp đôi điện thế trên tải. Về cơ bản nó có nguyên tắc tương tự như line analog balanced, áp dụng cho mức độ loa. Thiết lập ampli hai channel sang mono với cấu hình hai output khiến push-pull khác biệt. Một output bị đảo chiều phân cực, thường bằng switch nội bộ. Loa cắm qua hai cực hot (+ và +) thay vì hot và ground. Điều này tăng gấp đôi điện thế và giảm một nửa trở kháng tải hiệu quả, và làm tăng công suất đáng kể. Chế độ cầu là cách tăng công suất tốn kém (xử dụng hai channel) và có khả năng mất dây điện nhiều hơn (do giảm trở kháng-impedance). Đây không phải là thực hành tiêu chuẩn nhưng nó là một lựa chọn. *(Có lẽ tác giả viết đoạn này hơi bị sai, vì đấu theo chế độ cầu (bridge mode) sẽ tăng trở kháng chịu tải gấp đôi, giống như ta chồng nối tiếp hai ampli lên nhau vậy, chỉ có chế độ song song (parallel mode) mới giảm một nửa trở kháng – ND)*

2.6.2 Cấu hình bộ khuếch đại

Về cơ bản, có ba loại ampli trong thương mại: Thông dụng, ghép cặp bên ngoài và nội bộ (hình 2.18).

■ Thông dụng (Generic): Thiết bị độc lập sẽ có trên bất kỳ loa nào bước vào cửa. Phiên bản cơ bản có đáp ứng và kiểm soát mức phẳng, và có lẽ vài tính năng nhỏ cho người dùng. Đây là tiêu chuẩn trong ngành trước đây nhưng rất ít hệ thống chuyên nghiệp hàng đầu lại xử dụng generic. Bỏ việc ghép cặp ampli và loa đi, nó như là biến số mờ có thể dẫn đến nhiều kết quả bất ngờ. Rất ít người trong chúng ta có thời gian, kiên nhẫn hay máu mao hiểm để nghe loa tùy chỉnh của bạn với ampli kỳ lạ. Khuynh hướng của ngành đang tránh xa cách tiếp cận này để ủng hộ hôn nhân sắp đặt.

■ Ghép cặp bên ngoài (Paired external): Ampli độc lập với nhiều cài đặt sẵn (preset) chuyên dụng, đã cấy vào giai đoạn xử lý. Nó có thể bao gồm crossovers, filters, delays, limiters và hơn thế nữa. Nó sản xuất cho (hay bởi) công ty làm loa để ghép với một hay nhiều model loa. Đi dây loa bên ngoài mở ra nhiều khả năng: đoàn mạch, biến đổi trở kháng tải, v.v. Do đó giai đoạn output không khác biệt với loại generic.



Hình 2.18 Những tầng khuếch đại và sơ đồ khối

Phân loại

- Bên trong (Internal): Ghép cặp 'suốt đời-mate for life', tìm thấy trong loa tự cấp nguồn (active). Ampli và loa đang ở trong vòng kín. Tài đã biết, cho phép giảm công suất khuếch đại (thí dụ: ít cần bảo vệ đoạn mạch). Tùy chọn xử lý giống như loại ghép cặp bên ngoài.

2.6.3 Thông số kỹ thuật bộ khuếch đại tiêu chuẩn -- Standard amplifier specifications

Nhiều thông số kỹ thuật ampli công suất cũng tương tự như thiết bị mức line (THD, giải tần số, tạp âm, dynamic range, trở kháng, v.v ..). Hãy đi tiếp đến đặc điểm kỹ thuật độc đáo cho ampli.

Thông số kỹ thuật đặc biệt dành cho ampli công suất -- Specialty Specifications For Power Amplifiers

- Công suất danh định (Power rating): Công suất bằng watt cho trở kháng tải nhất định. Cái này thường tính toán ở 1kHz @ 1%THD. Nó có thể cho biết ngưỡng cháy nổ (burst) và giá trị liên tục (continuous). Tại trở kháng cao, giá trị liên tục và burst sẽ bị đóng lại. Ampli có nhiều mức công suất liên tục, vì vậy chia nó theo cách này không phân loại rõ.
- Trở kháng tải tối thiểu: Amplifier kinh tế yêu cầu độ trở kháng tối thiểu thấp. Nếu ampli có thể truyền 2Ω thì chúng ta điều khiển loa cần ít ampli hơn. Nghe có vẻ là ý tưởng tốt ngoại trừ nó thường không có âm thanh tốt như thật tế. Hao dây, méo dạng, mất kiểm soát tải (damping) và hít khói là những trở ngại tiềm năng khi dùng tải trở kháng rất thấp.
- Hệ số tắt dần (Damping factor-DF): chỉ số chất lượng kiểm soát tải của ampli (damping). Đặc điểm DF dựa trên tỷ lệ trở kháng tải tối thiểu cho phép (thông thường là 4Ω hay 2Ω) qua trở kháng nguồn. Giá trị trên 20 coi là có thể chấp nhận được cho pro-sound và 50 là trung thực cao. Chúng ta sẽ mở rộng phần này trong mục 3.9.4.3.
- Độ nhạy/độ khuếch đại (Sensitivity/gain): Cần điện thế input rms để đạt tới công suất đủ. Thông số gain mô tả tỷ lệ output cho điện thế input theo thuật ngữ tuyến tính (20x, 30x, v.v) hay log (26dB, 30dB, v.v).

2.7 Loa

Loa là sự chuyển đổi điện từ sang môi trường âm thanh, tức là bộ biến năng (transducer). Phân loại loa khác nhau theo giai đoạn chuyển đổi trung gian. Họ loa có hai nhánh chính: động lực-dynamic (cuộn dây di chuyển trong từ trường tĩnh) và nhiều loại khác (điện động-electrostatic, băng-ribbon, phẳng hai chiều-planar, áp điện-piezoelectric, bảng phẳng (flat panel) và nhiều loại khác). Những năm đầu tiên của âm thanh chuyên nghiệp, khi ampli đèn đang là vua và kỹ sư mix mặc áo phòng thí nghiệm, chủ yếu loa là loại động lực: màng giấy loa hình nón và vật liệu nhẹ khác nhau cho loa (driver) nén. Còn nhiều loại kỳ lạ hơn, dành cho đám đông mê hi-fi. Trong thế giới của âm thanh digital và áo polo hiện đại, loa vẫn còn chủ yếu là loại dynamic. Màng giấy (cone) tốt hơn, màng kim loại và chất thay thế bằng composite, nam châm, cuộn dây và vành treo tốt hơn, nhưng về cơ bản vẫn cùng một trò chơi. Tôi sẽ để cho người khác giải thích về nòi giống stereophile kỳ lạ đó.

2.7.1 Thành phần của loa -- Loudspeaker components

Tất cả loa bao gồm ở đây đều có nam châm, cuộn dây, lõi quấn dây, vành nhún linh hoạt, bề mặt di động và khung (magnet, coil, former, flexible surround, movable surface and frame). Cuộn dây quấn quanh lõi, gắn vào màng loa-diaphragm (bề mặt chuyển đổi dạng sóng thành âm thanh). Vành nhún cố định tất cả đúng chỗ, thả cuộn dây di chuyển tới lui trong khe từ (Hình 2.19).

Chương 2

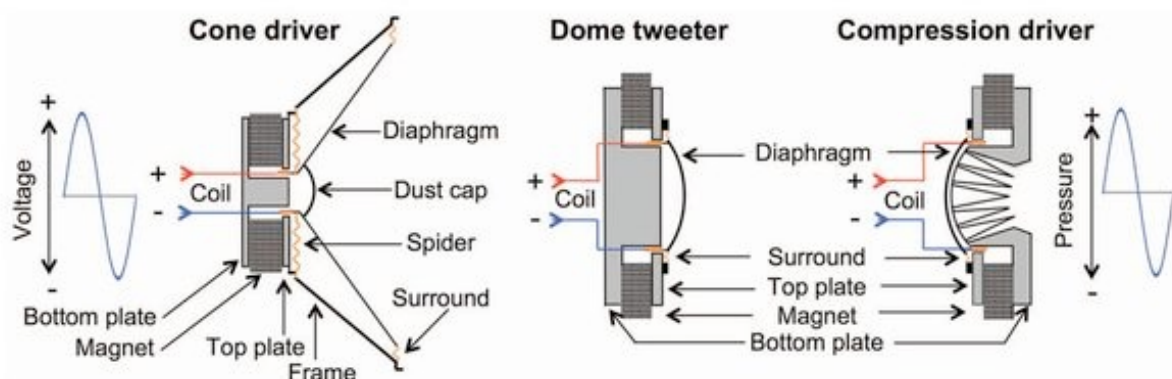
2.7.1.1 Loa hình nón -- Cone Drivers

Driver hình nón, có tên này vì hình dạng màng của nó, loe rộng ra từ nam châm. Màng loa tiêu chuẩn là vật liệu composite cao cấp hay bằng giấy với vành nhún. Vành nhún bên trong, gọi là "nhện-spider", gắn gần đáy hình nón để điều khiển cuộn dây nằm lọt trong khe hở chính xác. Vành nhún ngoài gắn viền ngoài hình nón vào khung. Phân loại driver theo đường kính màng (thường từ 4" đến 18").

(Đến đây chắc các bạn cũng hiểu, speaker hay loud-speaker là loa nói chung, có thể có thùng, còn driver là cái loa rời, không thùng hay còi. Xin đừng gọi là củ này củ kia, nghe ghê lắm!!! – ND).

2.7.1.2 Loa vòm – Dome Drivers

Những cái này đặt tên theo màng có hình vòm, nhìn thấy nhô ra bên ngoài, đó là phía âm thanh chính truyền đi từ đó. Driver vòm tiêu chuẩn chỉ có vành nhún gắn ngoài bao quanh như mô tả ở dưới (không có màng nhện-spider). Phân loại nó theo đường kính màng (thường là 0,75" đến 4"). Vật liệu thông thường bao gồm kim loại nhẹ (titan, berili, nhôm v.v), nhựa, vải và nhiều kết hợp khác nhau.



Hình 2.19 Loại loa/driver

2.7.1.3 Loa nén -- Compression Drivers

Tên gọi xuất phát từ màng nén âm thanh vào một buồng nhỏ trước khi thoát vào trong buồng bên ngoài (chẳng hạn như còi-horn hay giả lập ruy băng-ribbon). Driver nén sử dụng màng vòm lật ngược, tức là hướng lan truyền ở phía lõm. Âm thanh đi vào buồng nhỏ hơn diện tích bề mặt vòm, nén không khí lại. Phân loại driver theo đường kính màng (đôi khi không đúng cách là bằng đường kính họng). Kích cỡ thường có từ 1" đến 4", trong khi vật liệu bao gồm kim loại nhẹ (titan, berili, nhôm và hơn nữa).

2.7.1.4 Loa ruy ban -- Ribbon Drivers

Màng loa là mặt kim loại phẳng, mỏng, lơ lửng trong từ trường. Màng tự dẫn điện, hay có lá kim loại nằm giữa vật liệu không dẫn điện như Mylar ©. Màng ribbon di chuyển tới lui trong từ trường.

2.7.2 Còi -- Horns

Horn là thành phần hệ thống âm thanh cổ nhất. Phiên bản ban đầu là cái phễu kết hợp với miệng người, nguồn gốc của cụm từ "người nói lớn-loud speaker". Nó vẫn còn sử dụng để cổ động và là công cụ tra tấn ở Nam Phi gọi là vuvuzela.

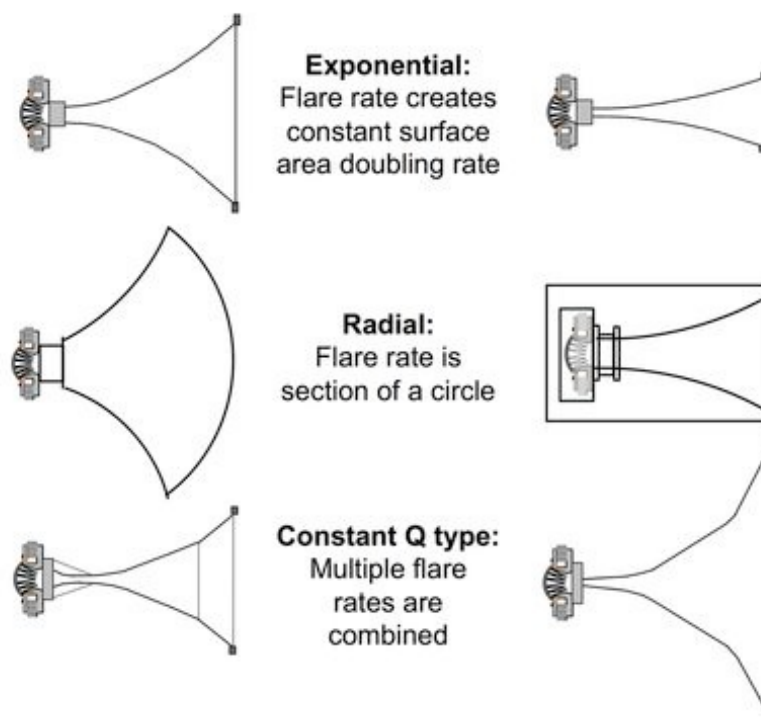
2.7.2.1 Những vấn đề cơ bản của Horn

Horn là bộ đổi áp suất âm thanh và thiết bị định hướng đầu sóng (Hình 2.20). Thuật ngữ về horn đưa ta quay trở lại nguồn gốc do con người: cổ họng (lối vào) và miệng (lối ra). Tín hiệu ở cổ họng có áp

Phân loại

suất cao trong vùng bề mặt nhỏ. Khi âm thanh di chuyển từ họng sang miệng, sẽ dần dần mở rộng diện tích bề mặt và giảm áp lực. Để bắt đầu mô tả bất kỳ horn nào yêu cầu (ở mức tối thiểu) vùng bề mặt của họng và miệng, độ dài giữa nó và phương trình toán học mô tả độ dốc dọc theo chiều dài (ở cả hai mặt phẳng). Hình học mô tả sự chuyển đổi hình dạng giữa họng và miệng gọi là horn loe (flare) hay tỷ lệ loe (flare rate). Điều này có thể bao gồm từ việc mở rộng tuyến tính đơn giản (hình nón) tới phương trình xử dụng một nửa bảng chữ cái tiếng Hy Lạp (rắc rối). Chúng ta vẫn có thể tìm thấy cách đơn giản nhất ở thực địa là độ vát theo số mũ (hay biến thể mũ theo hàm số mũ).

Có hai lý do chính để gắn horn cho driver: Nó nghe lớn hơn và đặt nhiều âm thanh vào chỗ chúng ta cần đến hơn. Đây là cách giải thích điều này rất không khoa học, vì vậy hãy nâng cấp lên. Theo Bjorn Kolbrek, hai lý do là cải thiện tải của driver (tức là tăng độ hiệu quả) và điều khiển tính định hướng. Cả hai, tải và định hướng tập trung đều tạo ra đáp ứng mạnh hơn driver thô.



Hình 2.20 Loại horn

Vấn đề kích cỡ -- Size matters

Horn thiết kế tốt là những phản dội âm thanh dẫn hướng âm thanh tạo ra đầu sóng có mô hình định hướng đóng dấu trên đó, sẽ tiếp tục sau khi nó đã rời khỏi miệng. Sóng horn (trong cả hai mặt phẳng) là động lực đưa vào điều khiển hướng. Có thể mở rộng điều này. Nói cách khác, horn lớn và horn nhỏ đều làm từ cùng phương trình, sẽ có cùng khuôn mẫu. Tuy nhiên, không có thang đo kích cỡ của âm thanh. Một kilohertz sẽ có kích cỡ cố định (bỏ qua nhiệt độ, thay đổi áp suất khí quyển, v.v) và do đó nó phù hợp rất khác nhau, vào horn nhỏ hơn là horn lớn. Đây là khía cạnh Goldilocks cho bất kỳ horn vật lý nào: Nó quá lớn, quá nhỏ và vừa phải, tùy thuộc vào kích cỡ vật lý thật của một tần số, nghĩa là bước sóng. Quá lớn có nghĩa, có những đường phản dội tạo ra sự triệt tiêu, do đó làm giảm hiệu quả và làm phiền nỗ lực hướng âm thanh vào một hình dạng nhất định. Quá nhỏ có nghĩa, là công cụ hướng dẫn (horn loe) là quá nhỏ để có thể điều khiển bước sóng cho hiệu quả và không "ghép nối-couple" với âm thanh trực tiếp, dẫn đến giảm hiệu quả. Chỉ cần điều đúng, có nghĩa chúng ta phải nhận ra lợi ích hiệu quả và có chỉ hướng

Chương 2

phù hợp mà không triệt tiêu gờ sóng. Do đó, bất kỳ horn nào cũng có giải hoạt động hạn chế cần phải tôn trọng.

2.7.2.2 Tần số cắt -- Cutoff Frequency

Tần số cắt là giải thấp nhất mà horn làm tăng tính hiệu quả và duy trì tính định hướng. Động lực là sự kết hợp của chiều dài, kích cỡ miệng và độ loe (flare) của horn. Mọi người thường đồng ý, độ dài horn tối thiểu là $\frac{1}{2}\lambda$ và chu vi miệng phải là ít nhất 1λ . Nếu bạn muốn đầu thấp (low end) sâu lớn, phải có cái horn sâu lớn.

2.7.2.3 Gộp hình dạng (Horn thẳng và gấp nếp)

Macro Shape (Straight and Folded Horns)

Horn MF và HF điển hình đi từ họng đến miệng có độ uốn tối thiểu. Không dễ thực hiện việc này với horn LF vì nó sẽ không phù hợp với sự trao đổi (truck). Hầu hết horn tần số thấp đều là loại gấp, có nghĩa tỷ lệ vát thon là kết quả của sáng tạo và kỹ thuật trong nghề mộc.

Horn gấp là giải pháp cho mê cung này. Nhiệm vụ là giảm thiểu chiều dài tổng thể của vỏ loa trong khi vẫn duy trì chiều dài và độ vát của horn dài (vì vậy nó mang lại hiệu quả cao ở tần số thấp). Xem xét kèn tuba, thật sự là cái horn có chiều dài vài mét, nhưng cuộn tròn lại cho con người dễ quản lý. Nếu làm vỏ loa ngoài đồng, chúng ta cũng có thể làm như vậy. Thay vào đó, chúng ta tạo ra hình dạng bằng gỗ hay đúc có đường uốn cứng (nếp gấp) tạo ra horn vát (hầu hết là hàm mũ quasi-exponential). Trong thật tế, horn gấp chỉ hoạt động tốt trong khoảng tần số giới hạn, vì hình dạng gấp phải đi theo đường phân tán khi truyền đi hàng loạt bước sóng rộng.

2.7.2.4 Loại loe -- Flare Types

Đây không phải là sách lịch sử, vì vậy chúng ta sẽ không nêu ra tất cả horn không ai xử dụng nữa. Tỷ lệ loe của horn ảnh hưởng đến tính toán này và độ phức tạp toán tăng lên theo cấp số nhân (hay hyperbolically).

- Hàm mũ và bán hàm mũ (Exponential and quasi-exponentials): diện tích bề mặt mở rộng như là đường cong tăng trưởng theo cấp số nhân. Có khuynh hướng thu hẹp luồng âm theo tần số. Có những biến thể về độ loe liên quan chặt chẽ đến đường cong hàm mũ, chẳng hạn như đường tractrix và những đường khác, có thể tạo ra sự cải thiện nhất quán về luồng âm (beamwidth).
- Họ hướng tâm-hình quạt (Radial family): Sườn của flare là phần của vòng tròn (do đó có thuật ngữ "hướng tâm-hình quạt- radial". Horn hình quạt, hay biến thể của nó, thường xử dụng để tạo ra những mô hình rộng rất thành công.
- Hằng số định hướng, Hằng số Q và liên quan (Constant directivity, Constant Q and related): Loe là đường cong phức hợp, tức là phương trình thay đổi theo độ dài, thường phân đoạn từ nhiều mặt phẳng hơn là đường cong liên tục. Mục tiêu là độ dốc không đổi (phẳng) nhưng đạt được mức độ rất cao. Biến thể của họ này là horn HF, trụ cột cho những hệ thống âm thanh hiện đại.

2.7.3 Loại gắn loa -- Speaker mounting types

Driver có đáp ứng thô, nhưng hiếm khi chúng ta thấy driver trần tròng trong show. Đây là những cách gắn driver vào thùng tiêu biểu (Hình 2.21).

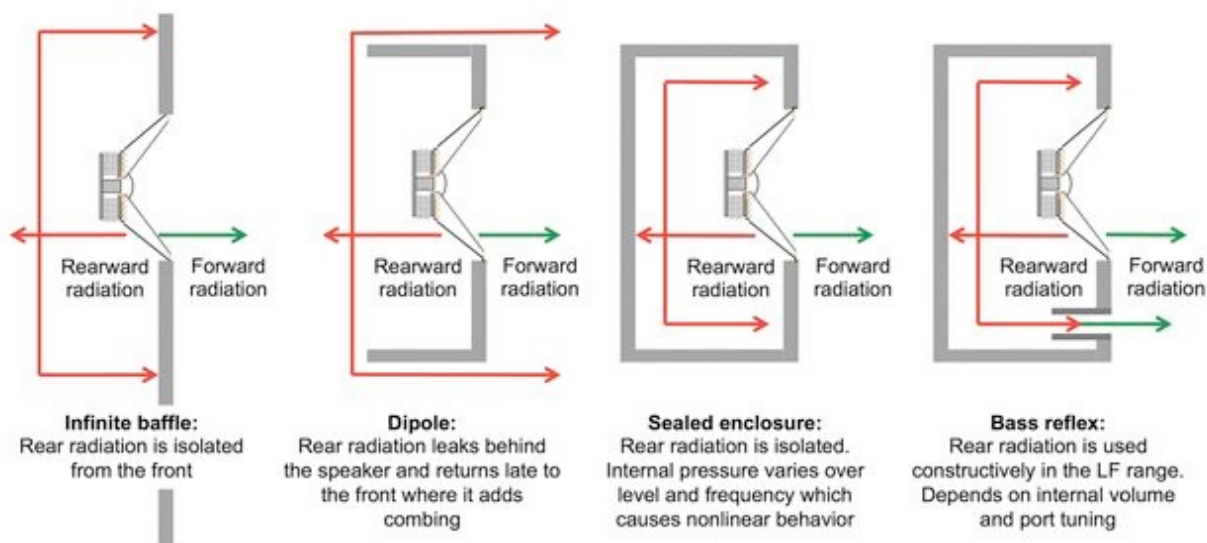
2.7.3.1 Tải mặt trước -- Front-Loaded

Driver phóng tải mặt trước dính vào thùng loa bằng mặt phẳng phía trước. Thùng loa không có định hướng vượt ra ngoài sự phản dội của vách ngăn phẳng. Lượng sóng nội bộ và điều chỉnh công phản

Phân loại

đội ảnh hưởng đến giới hạn bên dưới của LF. Mô hình định hướng của loa rời chỉ bị ảnh hưởng tối thiểu bởi thùng loa. Độ rộng luồng âm của driver hình nón phóng tải mặt trước có thể dự đoán và thay đổi theo đường kính của driver. Nó rộng nhất trong giải LF và thu hẹp theo tần số, hiện tượng này gọi là "tỷ lệ định hướng". Mô hình này sẽ là 90° khi màng loa và bước sóng truyền qua đều có kích cỡ bằng nhau. Ở tần số thấp hơn (lớn hơn) phạm vi bao quát sẽ rộng hơn 90° và ngược lại.

Có ba tùy chọn chính trong thùng loa woofer phóng phía trước: lưỡng cực (mặt sau mở), cổng-port (phản dội bass) và đóng kín (vách ngăn vô hạn).



Hình 2.21 Cách gắn loa điển hình

2.7.3.2 Lưỡng cực -- Dipole

Bạn có bao giờ tự hỏi phương pháp gắn driver trong ampli guitar Fender chưa? Tìm thuật ngữ học thuật nhiều hơn là "cờ mờ" hay "ý tưởng thật tồi tệ"? Đây là thùng loa lưỡng cực (dipole): thùng loa có vách ngăn ở hai bên (thẳng, hay uốn cong) và phía sau mở. Vách ngăn là phần cánh bướm mở rộng vượt ra ngoài khung loa, thiết kế để giảm hay ngăn phản dội từ phía trước quay lại. Vách ngăn dipole làm chậm bước đi theo chiều dài của nó, nhưng sóng vẫn kết hợp với nhau.

Mô hình bức xạ tổng là hình số 8, với thùy sau rất lớn. Điều này rất ít ứng dụng trong hệ thống âm thanh chuyên nghiệp, điều hiếm thấy vượt ra ngoài dây đàn guitar. Bạn có thể gặp điều này trong rạp chiếu phim surround, nơi bạn sẽ thấy phản dội cực mạnh, đảo cực, delay rất cao cấp. Không giống đâu, đó là trong THX Cinema. Thậm chí có cả loa dân dụng suy rộng khái niệm này hơn nữa bằng cách đặt driver đảo cực vào phía sau tủ bịt kín để lập lại phản dội mờ dằng dặc sau. Combing (hiệu ứng lực) thường miễn phí nhưng vài người sẵn sàng trả thêm tiền cho khoản đó!

2.7.3.3 Vách ngăn vô tận -- Infinite Baffle

Loa gắn trần nhà là thí dụ về gắn vách ngăn, nơi bề mặt mở rộng trong tất cả hướng và đóng kín phía sau của driver. Độ dài vách ngăn có thể không thật sự là vô hạn, nhưng có hiệu quả như vậy khi con đường lan truyền phía sau bị bịt kín. Khối lượng bên trong ảnh hưởng đến hiệu suất của loa do bất đối xứng trong áp suất giữa mặt sau bịt kín và mặt trước mở. Áp suất tăng lên trong không gian kín khi loa đẩy vào trong (loãng khí), nhưng không ở phần còn lại của hành tinh. Điều này sẽ không làm cho tai của chúng ta nghe tiếng pop nhưng đó là cơ chế tương tự, trên cơ sở từng thời điểm. Dịch chuyển càng lớn, hiệu quả càng lớn, và tần số càng thấp, dịch chuyển càng lớn. Đặt nó lại với nhau và chúng ta có loa với hiệu quả

Chương 2

giảm ở đầu thấp (low end). Trong hệ thống chuyên nghiệp, chúng ta có thể nghĩ về vách ngăn vô tận, chủ yếu trong trường hợp driver hình nón không dự kiến sẽ cho ra tần số thấp, chẳng hạn như driver midrange.

2.7.3.4 Phản dội Bass (Hộp thông hơi) -- Bass Reflex (Vented Box)

Hãy giữ cấu trúc thùng loa kín cơ bản và thêm lỗ mở (gọi là cổng phản dội hay ống dẫn). Thùng loa thường gọi là "hộp thông hơi" mặc dù cổng (port) chẳng phải cơ chế làm mát cho lắm. Valve giảm áp là đặc trưng của ống thông hơi, nhưng sự kiện chính là làm tăng hiệu suất tần số thấp bằng phản dội bổ sung. Cổng là thiết bị điều chỉnh âm thanh: bộ cộng hưởng Helmholtz. Thổi ngang đầu chai bia để nghe tiếng cộng hưởng Helmholtz. Khối lượng bên trong (một trong những tham số Helmholtz) tăng khi bạn uống bia. Tần suất cộng hưởng giảm xuống, và tỷ lệ nghịch với sự tinh tảo.

Tham số tỷ lệ khác là hình dạng miệng (chiều dài và diện tích mặt cắt ngang), mang độ cộng hưởng giảm xuống một lần nữa, nhiều hơn. Cùng nhau, hai yếu tố này tạo ra cộng hưởng. Hệ thống phản dội bass là điệu nhảy cộng hưởng, là song ca giữa driver nguyên bản (gọi là cộng hưởng không khí tự do) và sự cộng hưởng giữa thùng/cổng. Như chúng ta biết, bức xạ phía sau của driver là đảo cực từ phía trước. Tín hiệu ra khỏi cổng cũng sẽ bị ngược như vậy, phải không? Không cần. Có hai tần số cộng hưởng cạnh tranh khi cộng hưởng thùng loa được bù thấp hơn cộng hưởng của driver. Kết quả có độ trễ phase 180° ở giải tần số giữa cộng hưởng. Tín hiệu ra khỏi cổng sẽ bị $180^\circ + 180^\circ$ (bức xạ phía sau đảo ngược và cộng hưởng trễ phase) nên sẽ xuất hiện đồng phase ($+360^\circ$) với bức xạ phía trước. Hiệu quả trong giải này tăng đáng kể. Lưu ý, độ trễ phase là giá phải trả khi thêm SPL vào. Những tín hiệu thêm vào là vòng đua phía sau trong cuộc đua, có nghĩa là kéo dài xung thoáng qua đúng lúc. Ứng dụng âm thanh Pro ủng hộ lợi ích của SPL đã thêm vào và vượt trội hơn khi thêm độ trễ phase vào. Trên thực tế, rất hiếm khi thấy driver tần số thấp loại front-loaded không có cổng thông hơi.

Tại tần số dưới cộng hưởng của cổng, việc điều chỉnh bị thất bại, khiến driver bị "không phóng tải-unloaded" (như thể không có vách ngăn). Hiệu suất giảm đáng kể khiến loa dễ bị tổn thương hơn (dịch chuyển quá lớn). Phải lọc ra những tần số dưới cộng hưởng cổng để giảm nguy cơ thiệt hại.

Bất cứ nơi nào thấy cái thùng dội âm bass, chúng ta đều thấy có filter high-pass để bảo vệ nó. Ở tần số trên giải cộng hưởng, cổng thành ra kháng âm và giảm bức xạ chuyển tiếp. Nhặt chai bia một lần nữa, tìm ra sự cộng hưởng và sau đó hát cao độ hơn. Chai sẽ không còn hát theo. Cổng thành ra ít liên quan khi tần số tăng lên.

Làm sao có thùng loa và kích cỡ cổng cho loa 18" thật đúng? Xin lỗi, không dễ như vậy. Câu trả lời đòi hỏi phải có loa đã biết, thùng loa đã biết, tần số cắt dự tính, v.v, tập hợp tính toán này gọi là thông số Thiele/Small. Hãy thường thức đi!

2.7.3.5 Ống góp -- Manifold

Thuật ngữ ống góp có nghĩa là nhiều. Chúng ta xử dụng nó để mô tả nhiều driver hội tụ đến con đường duy nhất hay ngược lại khi driver duy nhất có nhiều đường dẫn. Ở đây chúng ta có thể nói, có nhiều ống góp đa dạng (Hình 2.22).

Hội tụ -- Convergence

Có thể kết hợp nhiều driver vào một buồng chung, thí dụ: Hai hay nhiều driver nén đưa vào một hòng horn thông thường (với độ dài đường đi bằng nhau). Chừng nào điểm kết hợp nằm trước lối vào horn loa thì mô hình phủ sóng sẽ giống như với đơn vị duy nhất, nhưng với khả năng SPL tăng lên (và tạo ra cái khác như tăng méo dạng).

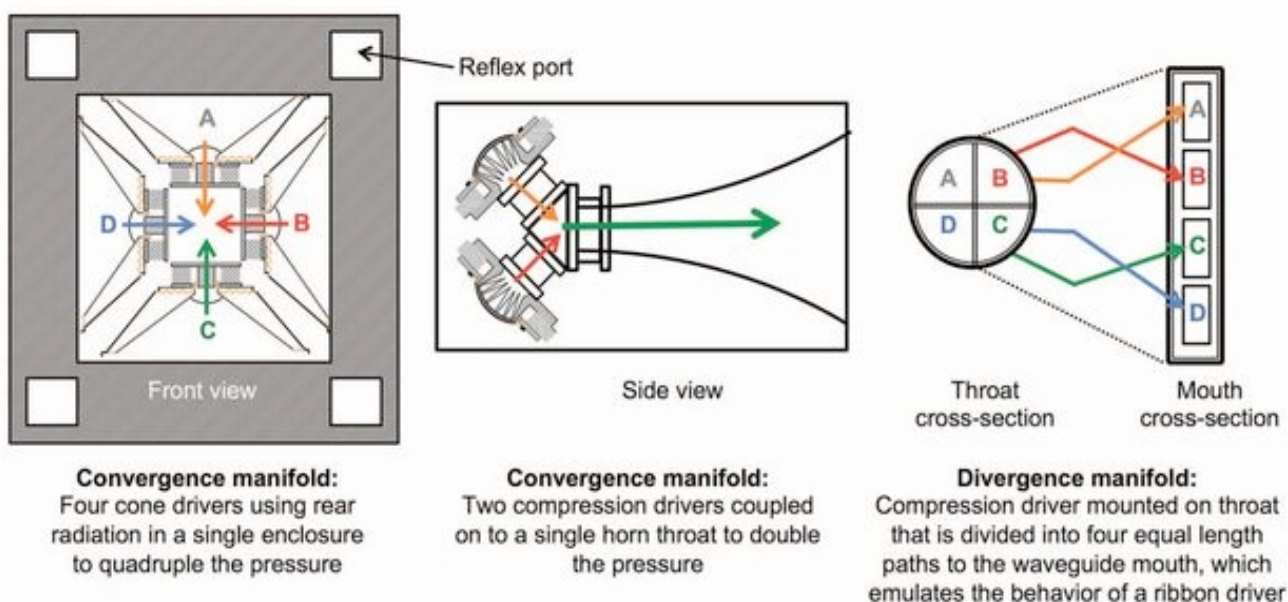
Thí dụ thứ hai, tập hợp nhiều driver low đặt trong buồng khối chung càng gần càng tốt. Electro-Voice đã triển khai công nghệ Manifold Technology™ của họ bằng cách gắn bốn driver thấp vào tâm mở

Phân loại

của một cái tủ. Tóm lại, manifold hội tụ tạo ra tăng SPL với phương sai tối thiểu về mô hình bao quát. Phiên bản loa subwoofer quy mô lớn có manifold hội tụ là array TM, mô tả trong phần 10.1.3.

Phân kỳ (tán) -- Divergence

Hãy đi theo hướng khác và tách tín hiệu từ driver nén thành nhiều đường. Những cái này sẽ thoát ra riêng biệt để mô phỏng đáp ứng của nhiều nguồn. Thí dụ, driver nén đơn với đường dẫn là hống horn. Mỗi lối thoát đều riêng biệt và kết hợp âm thanh để tạo ra đáp ứng array horn (làm thay đổi mô hình định hướng từ horn đơn). Xử dụng phương pháp này trong phần HF của loa line array hiện đại, ở đó có thể xếp chồng đường thoát lên nhau theo chiều dọc để tạo ra đáp ứng array ghép nguồn từ nhiều driver đơn. Điều này cũng giả lập đáp ứng của driver ribbon.



Hình 2.22 Loa ống góp, hội tụ và phân tán

2.7.3.6 Đĩa parabol -- Parabolic Dish

Chúng ta đã quen với việc nhìn thấy kính phản xạ parabol, áp dụng cho truyền dẫn quang học và vô tuyến. Có thể áp dụng cùng nguyên tắc đó cho âm học. Đặt nguồn ở tiêu điểm của chóa parabol và nhắm vào đĩa. Nó sẽ tập trung thành một luồng theo chiều ngược lại. Có thể thu được hiệu quả tương tự bằng cách đặt loa nằm cách nhau trong bề mặt đĩa parabol để tạo ra một trường âm thanh trực tiếp, mô phỏng sự phản dội tập trung của hình parabol.

2.7.4 Phân loại giải tần số -- Frequency range classification

Mỗi loa đều có giải hoạt động tối ưu. Loa tần số thấp đòi hỏi phải có màng lớn, cứng để tạo ra bước sóng lớn có công suất cao. Khối lượng giới hạn gia tốc và do đó đáp ứng lại HF. Ngược lại, driver tần số cao cần kích cỡ nhỏ và khối lượng thấp để tạo ra bước sóng nhỏ ở công suất cao, làm hạn chế đáp ứng LF của nó. Trên thực tế, không có loa nào có thể hoạt động được trên toàn bộ giải tần số (30Hz đến 18kHz). Do đó phải chia âm phổ thành nhiều giải hoạt động cho nhiều transducer khác nhau.

Chương 2

2.7.4.1 Toàn giải -- Full-Range

Thuật ngữ "full-range" xữ dụng cho loa bao gồm giải vocal đầy đủ, thường coi là 60Hz đến 18kHz. Loa này không thể lấp đầy toàn bộ thính giác của chúng ta, vì vậy thuật ngữ này có thể gây lầm lẫn. Hệ thống full-range thường có hai way hay ba way và hiếm khi có bốn way.

2.7.4.2 Giải tần số thấp (Subwoofer)

Khoảng giữa 30Hz và 100Hz thường coi là giải LF hay subwoofer. Điều này có thể trùng lặp với loa full-range trong giải tần từ 60Hz đến 100Hz trừ khi xữ dụng filter high-pass và low-pass.

2.7.4.3 Giải đặc trưng -- Specialty Range

Điều này đề cập đến hàng loạt loa độc đáo có giải hạn chế, chẳng hạn như hệ thống mid-bass (60-160Hz), infrasubs (<30Hz), MF và HF (tweeter và horn độc lập).

2.7.5 Phân loại chia âm phổ -- Spectral division classifications

Loa chia nhỏ âm phổ. Đây là cách chúng ta chia âm phổ (Hình 2.23).

2.7.5.1 Một way -- One-way

Chúng ta thiếu thuật ngữ tiêu chuẩn cho loa đơn bao gồm toàn bộ giải tần. Chúng ta có thể gọi nó là "one-way" và nhất quán với loại phân chia âm phổ khác. Khuynh hướng chung của tôi là "no-way" nhưng đôi khi chúng ta đang mắc kẹt với nó trong trần nhà hay loa lấp đầy (fill) nhỏ. Thông thường hệ thống này có công suất thấp và có driver 8 inch trở xuống.

2.7.5.2 Hai way (thụ động) -- Two-Way (Passive)

Passive crossover là lựa chọn chi phí thấp cho hệ thống hai way. Driver một hình nón (singlecone) thường kết hợp với driver nén hay loa tweeter hình vòm. Mạng crossover nội bộ bao gồm những thành phần thụ động như điện trở, tụ điện và cuộn cảm. Cần phải có sự kết hợp cơ học hoàn hảo để crossover đạt tới việc sắp xếp phase, vì việc làm trễ một trong những driver không phải là lựa chọn tốt. Sự lựa chọn thường giữa việc có sự sắp xếp phase tốt nhất hay loa mà sẽ không bị rã rời.

Một khía cạnh crossover passive khác là khả năng động lực bị hạn chế. Việc bảo vệ giới hạn là full range (xem giới hạn pre-crossover trong phần 2.4.6.3). Trong hệ thống passive, sóng họa âm tạo ra bởi sự cắt xén sẽ đưa vào crossover và gửi đến driver tần cao. Điều này tương phản với hệ thống hai way active, nơi sóng họa âm ở trong driver tần thấp, mà nó lọc do HF tự nhiên của nó bị giảm. Ưu điểm duy nhất của hệ thống passive hai way là tiết kiệm chi phí. Những khuyết điểm tỷ lệ với kích cỡ và vai trò trong việc thiết kế hệ thống. Thùng passive có xử dụng tốt nhất của nó như là hệ thống full, dự kiến sẽ chạy dưới ngưỡng clipping. Để quản lý việc bù phase nói chung hơn trong thùng passive nhỏ hơn.

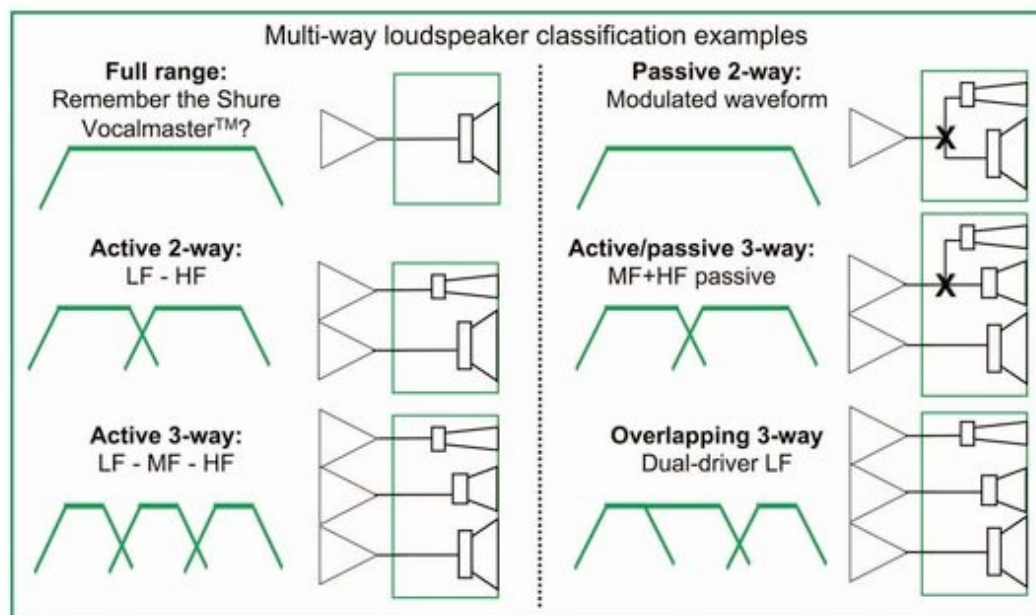
2.7.5.3 Hai way (Chủ động) -- Two-Way (Active)

Cấu hình rất tiêu chuẩn này thường xữ dụng driver nén hình nón LF và driver nén HF hay loa tweeter hình vòm. Họ hai way thường có quy mô hai driver cùng nhau, nghĩa là driver LF nhỏ hơn ghép với driver HF nhỏ hơn. LF thường từ 5" đến 15" trong khi driver HF đi kèm sẽ là khoảng 0,75" đến 4" tương ứng. Tần số crossover giảm khi kích cỡ quy mô tăng lên, thường ở khoảng 4 kHz đến 800Hz trên thang đo. Giải hoạt động của LF cũng rơi xuống khi kích cỡ quy mô tăng lên, thường là từ 100Hz đến 40Hz.

Có vô số biến thể do thực hiện và mô hình. Driver LF phóng ra (horn hay front-loaded) sẽ ảnh hưởng đến tỷ lệ quy mô giữa thành phần và tần số crossover. Loa woofer front-loaded và horn cỡ trung là kết hợp chuẩn, thí dụ: driver 12" và 3" với crossover 1200Hz. Chúng ta nghĩ có thể driver HF lớn hơn và

Phân loại

crossover thấp hơn nếu driver LF là horn-loaded. Khi kích cỡ horn HF tăng, tần số cắt giảm, cho phép crossover thấp hơn (và driver HF lớn hơn). Nếu driver HF có horn nhỏ hay loa tweeter hình nón, driver LF sẽ thu nhỏ lại và crossover tăng lên. Đây là những khuynh hướng cơ bản và có ngoại lệ (cả tốt lẫn xấu). Cấu hình hai way yêu thích của tôi là thùng Cerwin-Vega cũ với loa 18" và loa tweeter áp điện, passive! Không bao giờ!!!



Hình 2.23 Cấu hình nhiều way active và passive, hai way và ba way

2.7.5.4 Tách ba way (Active, Passive hay Hybrid)

Đây là cấu hình tiêu chuẩn, thông thường với driver LF và MF hình nón và driver nén HF hay loa tweeter vòm. Mỗi driver bao gồm nhiều giải khác nhau trong độ chia âm phổ. Họ ba way theo khuynh hướng mở rộng, mô tả ở trên với driver MF giảm tải âm phổ của một hay cả hai. Driver LF thường từ 10" đến 15", driver hình nón MF trong phạm vi 5" đến 10" (hay driver nén 4") với driver HF kèm theo tương ứng khoảng 0,75" đến 4". Tần số crossover phản ánh mối quan hệ đa hướng và tải giữa những cặp tương ứng như đã nêu ở trên.

Một lần nữa, có vô số biến thể do thực hiện và mô hình. Có ba phiên bản chính: active full ba way, passive hoàn toàn ba way và lại hai way active với channel chia passive. Loại thứ hai thường xếp thành nhóm với crossover LF-MF và MF-HF passive. Thùng ba way passive hoàn toàn, khó thể coi như thiết bị chuyên nghiệp.

2.7.5.5 Chồng chéo ba way (Active, Passive hay Hybrid)

Kỳ lạ thay, đây lại là cấu hình khá phổ biến. Hình dạng vật lý là hai driver LF phù hợp và một HF đơn, nhưng hệ thống hoạt động như một ba way đặc biệt. Hai driver LF hoạt động với nhau ở tần số thấp, nơi có bước sóng lớn so với khoảng cách giữa driver, mang lại đáp ứng tự do (và vài điều khiển hướng LF). Một loa duy nhất bao gồm giải tần còn lại cho driver HF. Quy trình chuyển đổi LF-MF hoạt động như crossover "trên và đi ra-over and out". Việc xác định tần suất crossover bởi khoảng cách giữa driver. Crossover MF-HF sẽ là chuẩn hai way. Chỉ có hai kích cỡ driver, do đó, quan hệ tỷ lệ của nó theo mô hình hai way mô tả ở trên. Trong những hệ thống công suất cao, nó thường hoạt động ba way hoàn toàn, với

Chương 2

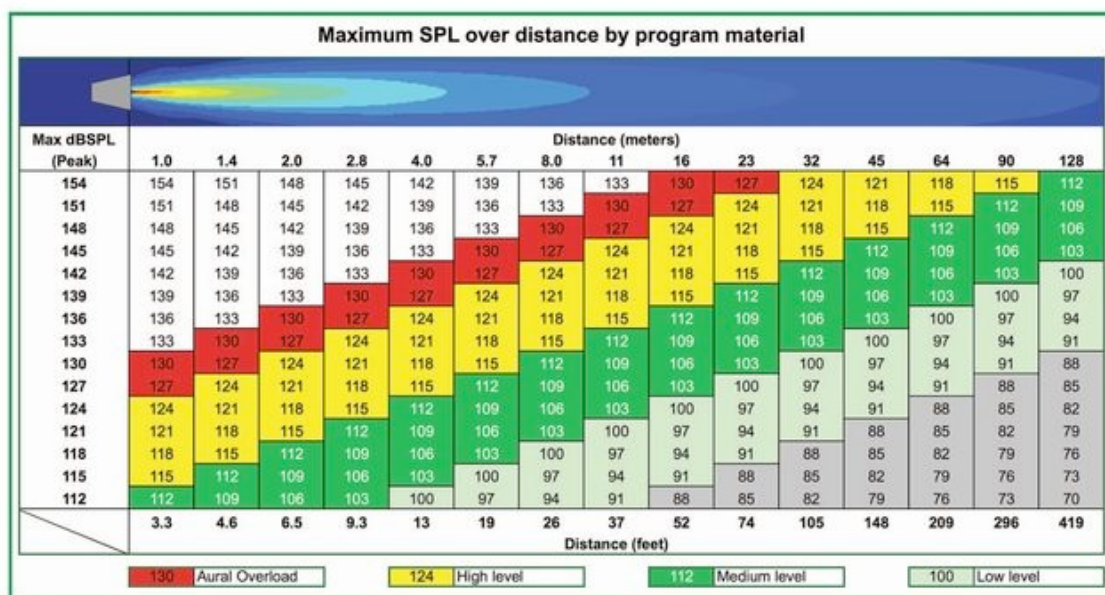
mô hình tiết kiệm, xử dụng mô hình lai active/passive. Cách passive ba way hoàn toàn là thông thường trong hơn ba mươi năm với loa khổ nhỏ.

2.7.5.6 Bốn way (Active, Passive hay Hybrid)

Chúng ta có thể tiếp tục mãi mãi, bốn way, năm way, v.v. Hệ thống bốn way khá hiếm, phiên bản phổ biến nhất của nó chủ yếu là loa subwoofer và hệ thống ba way trong cùng một thùng loa. Tất cả logic cũng áp dụng ở đây như đã nêu ở trên.

2.7.6 Phân loại SPL

Chúng ta có thể phân loại loa nhanh bằng công suất peak của SPL (Hình 2.24). Chúng ta cần bao nhiêu SPL? Phương trình rất phi khoa học sẽ là "tài liệu chương trình x khoảng cách". Kim loại nặng ở độ cao 10 mét có thể có nhu cầu tương đương với "Kum Ba Ya" ở độ cao 1000 mét. Nếu tăng gấp đôi khoảng cách, chúng ta cần gấp đôi SPL (+6dB) để bắt kịp. Định nghĩa "đủ lớn" vượt quá phạm vi của bất kỳ sách nào. Vì người đàn ông (man) chính là frontfill của người đàn ông khác, chúng ta sẽ sắp xếp cái này trong bước tổng cộng là 10dB. (*Kum Ba Ya* là bài hát hướng đạo tên "Come by Here" có nghĩa là "Đến đây", cầu xin hãy đến và giúp đỡ - ND).



Hình 2.24 SPL tối đa trên khoảng cách bằng tài liệu chương trình (program material)

- Class 1: Loa có khả năng SPL tối đa trong phạm vi 110-119dB. Có thể xử dụng hệ thống công suất thấp làm hệ chính trong những ứng dụng rất hạn chế như tăng cường diễn thuyết trong không gian nhỏ hay làm nhạc nền (BGM). Vai trò chính của nó là hệ thống fill cho hệ chính Class 2 và Class 3, thí dụ: Loa khổ nhỏ với woofers 4" hay 5" và loa tweeter vòm. Mô hình bao quát thường ở cả hai mặt phẳng.
- Class 2: Loa có khả năng SPL tối đa, làm tròn trong phạm vi 120-129dB. Hệ thống công suất trung bình, có thể xử dụng làm hệ chính trong những ứng dụng hạn chế như tăng cường trong không gian vừa và nhỏ. Cũng được xử dụng làm hệ thống fill cho hệ chính Class 3 và Class 4, thí dụ: Loa khổ nhỏ với woofers 5" hay 8" và loa tweeter vòm. Mô hình bao quát Class 2 thường khá rộng trong một hay cả hai mặt phẳng.

Phân loại

■ Class 3: Loa có khả năng SPL tối đa khoảng 130-139dB. Hệ thống công suất cao, có thể sử dụng làm hệ chính cho nhiều ứng dụng trong không gian vừa và nhỏ. Cũng sử dụng làm hệ thống fill cho hệ chính Class 4, thí dụ: Loa kích cỡ trung bình với loa woofers từ 6.5 đến 12" và driver nén từ 2" đến 3". Mô hình bao quát Class 3 không có khuynh hướng nổi trội.

■ Class 4: Loa có khả năng SPL tối đa là 140dB trở lên. Hệ thống công suất rất cao, có thể sử dụng làm hệ chính hay fill cho khoảng không từ vừa đến lớn, thí dụ: Loa khổ lớn với woofers 10" đến 15" và driver nén 3". Mô hình bao quát Class 4 thường hẹp trong ít nhất một mặt phẳng.

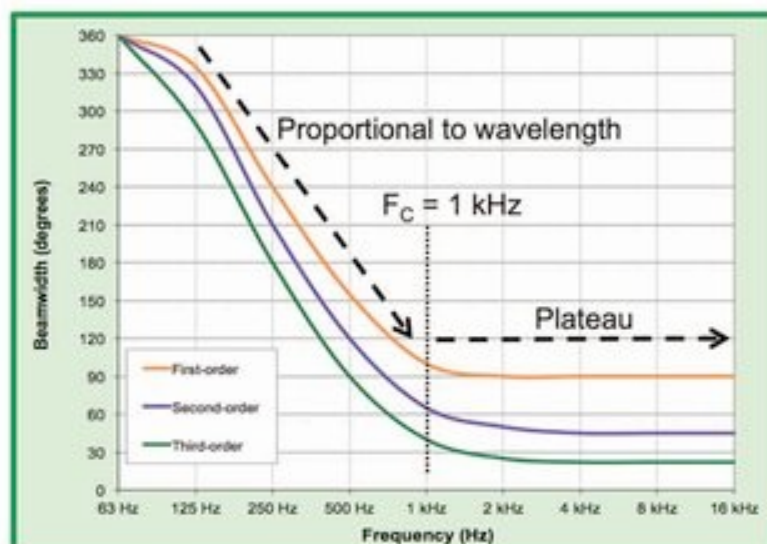
2.7.7 Phân loại độ rộng luồng âm -- Beamwidth classifications

Beamwidth, xây dựng bằng hàng loạt phép đo góc độ bao quát trên tần số (ngang và dọc) (Hình 2.25). Hai dạng beamwidth lặp lại thành công trong việc tối ưu hóa hệ thống: liên tục (đoạn bằng-plateau) và tỷ lệ cân xứng.

2.7.7.1 Đoạn bằng (Hằng số Q, Hằng số Định hướng) -- Plateau (Constant Q, Constant Directivity)

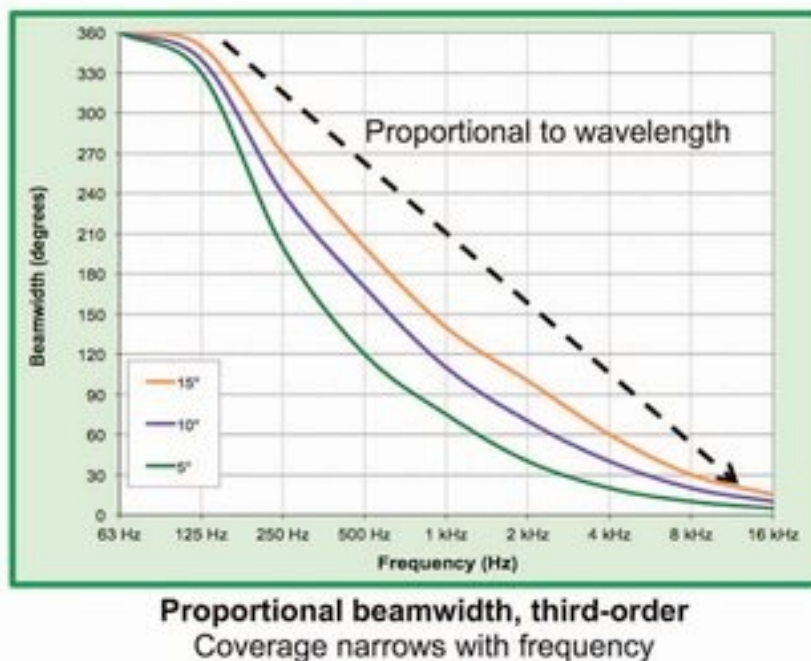
Hình dạng đoạn bằng độ rộng luồng âm (beamwidth plateau) là đáng chú ý để duy trì góc hẹp trên giải nhiều octave bao gồm giới hạn trên của giải loa. Mỗi mặt phẳng (ngang và dọc) có hai giá trị xác định: góc danh định (góc trung bình của plateau) và tần số cắt (nơi plateau bắt đầu). Horn HF là thiết bị tạo hình plateau đầu tiên; Do đó nó là phổ biến để xem plateau bắt đầu chung quanh điểm crossover. Theo khuynh hướng chung, loa lớn hơn có thể có plateau lâu hơn loa nhỏ hơn. Nếu chúng ta lấy hai loa giống hệt nhau và thu hẹp, plateau sẽ giữ nguyên cùng một góc (hình thành bởi độ loe của horn) nhưng làm giảm giải tần số (kích cỡ horn nhỏ, chuyển tần số cắt lên trên).

Kích cỡ horn lớn hơn cho phép có thể tăng độ định hướng loe (flare directivity) và phạm vi (luồng âm danh định nhỏ hơn và tần số cắt thấp hơn).



Plateau beamwidth of various orders
Constant coverage angle in the HF range

Chương 2



Hình 2.25 Những thí dụ về beamwidth cho nhiều loa khác nhau

2.7.7.2 Tỷ lệ độ rộng luồng âm (Q cân xứng) -- Proportional Beamwidth (Proportional Q)

Tỷ lệ độ rộng luồng âm thu hẹp khi tần số tăng (góc bao quát tỷ lệ thuận với bước sóng). Điều này cũng thường gọi là tỷ lệ thuận với Q (Q là thuật ngữ mô hình bao quát khác, với yếu tố Q cao hơn sẽ biểu thị độ bao quát hẹp hơn). Loa rộng (LF), trung bình (MF) và cực hẹp (HF). Một loa đơn có thể là 360° @ 100Hz, 90° @ 1 kHz và 7° @ 10kHz. Không có góc danh định, vì vậy chúng ta xử dụng vùng hẹp nhất (cũng là tần số cao nhất) làm thiết kế và giá trị tối ưu của chúng ta. Theo khuynh hướng chung, loa lớn hơn có thể có giá trị cuối cùng hẹp hơn đơn vị nhỏ hơn.

Hình dạng beamwidth là kết quả của tỷ lệ định hướng trong driver hình nón và hành vi kiểu ribbon trong giải HF (thiết kế ribbon hay ribbonem thật). Tỷ lệ beamwidth là đáp ứng phẳng theo chiều dọc trong loa line array hiện đại.

2.7.8 Phân loại mô hình bao quát -- Coverage pattern classifications

Chúng ta có thể phân loại loa theo góc độ bao quát rộng, trung bình hay hẹp. Giá trị danh định xử dụng cho loa có luồng âm phẳng và góc tối thiểu, xử dụng cho mô hình xéo (beamwidth cân xứng).

- Đoạn bằng bậc một (> 60°) (First-order plateau): Loa có mô hình rộng phù hợp với giải HF và MF. Loa bậc một thường có plateau dài nhất, vì điều khiển khu vực HF và MF không có hẹp nhiều so với giải LF. Đây là hình dạng phổ biến nhất cho loa solo hay array không ghép.
- Đoạn bằng bậc hai (20° - 60°) (Second-order plateau): Loa có mô hình trung bình phù hợp với giải HF và (có thể) MF. Loa có định dạng lớn có thể duy trì beamwidth phẳng, hẹp trong giải rộng. Loa bậc hai có định dạng nhỏ nói chung, có giải plateau nhỏ (tần số cắt cao do kích cỡ horn nhỏ). Đây là hình dạng phổ biến cho array nguồn điểm (point source) ghép với số lượng vừa phải, hay là fill đặc trưng.

Phân loại

- Đoạn bằng bậc ba ($<20^\circ$) (Third-order plateau): Loa có mô hình hẹp, phù hợp với giải HF và (có thể) MF. Đây là những thiết bị đặc biệt. Hệ thống đã biết có thể tạo ra hình dạng này bao gồm loa parabolic dish hay có horn rất lớn. Không có phiên bản cho khổ nhỏ này (trừ khi bạn cho rằng công cụ hiện tại là rất nhỏ so với horn khổng lồ của thời đại đồ đồng). Đây là hình dạng đặc biệt cho môi trường thù địch với âm thanh, và/hoặc khoảng cách rất xa.
- Độ rộng luồng cân xứng bậc ba ($<20^\circ$) (Third-order proportional beamwidth): Loa có mô hình thu hẹp theo tần số (đã mô tả ở phần 2.7.7.2). Giải beamwidth giống như đường xéo. Đây là những khối xây dựng thẳng đứng cho loại loa "line array" hiện đại. Đây là hình dạng đặc biệt cho những loa hoạt động trong array ghép nguồn điểm (point source), tiềm ẩn số lượng lớn. Cũng xử dụng nó như loa delay đặc biệt và đôi khi làm frontfill (có nguy cơ bị mất mục tiêu).

Chương 3

Truyền tải -- Transmission

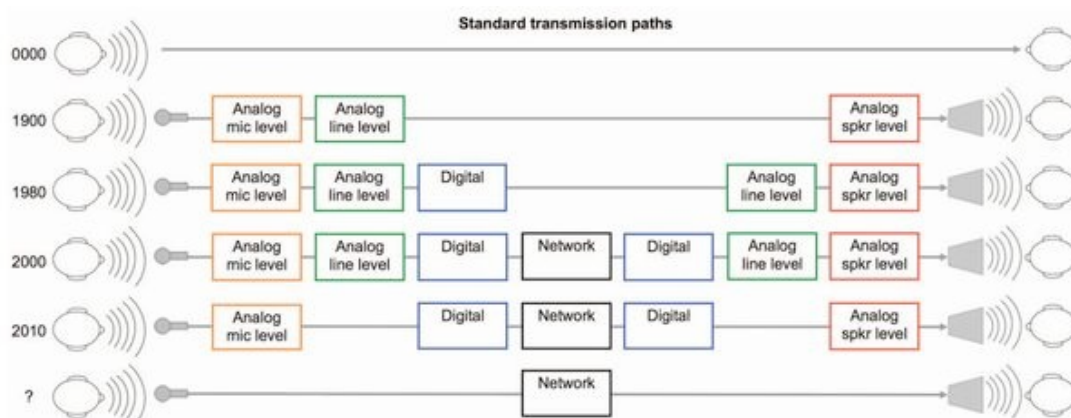
Chúng ta đã sẵn sàng truyền tải dạng sóng qua hệ thống. Chúng ta đã gặp nguồn và bộ nhận, vì vậy chúng ta có thể tiến hành việc tạo kết nối. Mục tiêu của chúng ta rất đơn giản: chuyển dạng sóng từ bộ gửi đến bộ nhận sao cho nhanh và trung thực nhất có thể. Thách thức của chúng ta là giảm thiểu sự thay đổi dạng sóng không dự tính: thêm tạp âm, đổi đáp ứng tần số, méo, dropouts, độ chờ quá cao và kẻ xâm lược xa lạ (alien).

Chúng ta bắt đầu với sản phẩm truyền: tín hiệu hay dạng sóng. Hành trình bắt đầu tại nguồn, đi qua (hay qua) phương tiện và đến bộ nhận. Dạng sóng âm là sự thay đổi áp suất theo thời gian và tiêu điểm của chúng ta sẽ truyền qua không khí. Người gửi là nguồn âm thanh và loa, trong khi người nhận là tai và micro. Phiên bản điện tử analog là điện thế theo thời gian, truyền qua môi trường điện từ. Thiết bị output và input là nguồn và nhận. Trong lĩnh vực digital, mã hóa số của dạng sóng truyền qua môi trường. Sự phân biệt giữa truyền qua môi trường và một cái có thể giống như chè sợi tóc nhưng hai dạng truyền gần như khác biệt hoàn toàn.

Phần chính còn lại là thiết bị truyền động phiên dịch. Trong thế giới analog, đây là bộ chuyển đổi (transducer), có vai trò là thay đổi giữa những môi trường. Kết quả về digital là bộ biến đổi, chuyển giữa hai dạng thức analog và digital.

Hành trình của chúng ta đi từ điểm A đến điểm A: gửi âm thanh tới bộ thu âm. Có rất nhiều đường truyền dẫn đến đó (Hình 3.1).

- Âm thanh đến âm thanh: nguồn âm thanh đến tai của chúng ta, chuyến bay không ngừng.
- Âm thanh đến analog đến âm thanh: thêm giai đoạn phát lại ở micro, điện tử analog và loa.
- Âm thanh đến analog đến digital đến analog đến âm thanh: chèn âm thanh digital vào dây chuyền.
- Âm thanh analog đến digital đến mạng digital đến analog đến âm thanh: di chuyển âm thanh digital qua mạng.



Hình 3.1 Đường truyền tải

3.1 Đường ống dẫn âm thanh analog -- The Analog Audio Pipeline

Chuẩn bị cho chính bạn: "khuôn đúc của tất cả analogies". Chúng ta sẽ xử dụng hệ thống ống nước làm ống dẫn để học về truyền tải âm thanh dưới nhiều dạng thức khác nhau: analog, digital và nối mạng (networked).

Dòng điện một chiều (DC) thường giới thiệu cho người mới học bằng cách giải thích thuật ngữ analog giống như dòng chất lỏng qua ống. Điện thế là áp suất nước tại nguồn. Sức cản liên quan đến chiều rộng đường ống và dòng chảy là tốc độ dòng chảy của chất lỏng. Hãy sửa lại, analogy giống như tín hiệu AC yêu thích của chúng ta: truyền tải âm thanh. Trong trường hợp này, đường ống là bình chứa cho dạng sóng chảy. Ống đại diện cho giới hạn hệ thống truyền dẫn bên ngoài, vì dạng sóng không thể mở rộng ra ngoài nó. Mục tiêu của chúng ta là di chuyển dạng sóng qua ống bằng cách mở rộng diện tích của nó càng nhiều càng tốt nhưng không bao giờ chạm vào vỏ. Ống sẽ thay đổi về vật chất và kích cỡ khi chúng ta tiếp tục, cũng như dạng sóng của chúng ta sẽ chảy như vậy. Chúng ta muốn chuyển dạng sóng qua môi trường và/hay sao chép nó giữa môi trường mà không sửa đổi. Ba mối nguy hiểm chủ yếu nằm trong đường dẫn analog: méo dạng, tạp âm và đổi đáp ứng tần số.

Chúng ta hãy xem xét một phần ống dẫn âm thanh. Nó có thể vượt qua những dạng sóng có kích cỡ giới hạn (biên độ) và không hơn. Bất cứ cái gì lớn hơn sẽ va vào rìa (clipping). Có thể có rò rỉ trong vỏ bọc thoát ra (mất mức độ) hay cho phép tín hiệu khác nhập vào trong (tạp âm). Máy bơm (điện từ hoạt động) giữ mọi cái di chuyển mà còn thêm tạp âm. Tạp âm trong mạch này lên hay xuống tùy theo đường kính ống.

Có tính chất cơ học trong vỏ ống, độ cứng của cạnh, cách nó uốn, jack nối, v.v ..., ảnh hưởng đến vài dạng sóng nhiều hơn những hiệu ứng khác (hiệu ứng phụ thuộc tần số). Ba bài học cho đến nay: dạng sóng quá khổ chạm vào tường, một cái nhỏ pha loãng với tạp âm, và đường ống dẫn làm từ vật liệu không tốt sẽ không hiệu quả, ồn ào và biểu hiện hiệu ứng phụ thuộc tần số.

3.1.1 Giới hạn trên và dưới

Có thể áp dụng đường ống analog cho nhiều phương tiện âm thanh khác nhau. Giới hạn đường ống dẫn âm là mức áp suất mà truyền dẫn ngày càng không tuyến tính với mức độ. Độ méo tăng lên dần dần theo mức độ rồi tăng mạnh khi gần cạnh. Hình dung mở rộng ống hơi dưới áp suất cao. Ngược lại, đường ống dẫn điện từ analog có vỏ cứng do điện thế rào-chắn (rail) DC (thí dụ $\pm 15\text{VDC}$). Nhấn vào nó sẽ dẫn đến việc dạng sóng bị cắt rìa. Biến thể và băng từ bão hòa mật độ thông lượng từ, trong khi loa và micro dần dần đạt đến giới hạn cơ học cho bộ phận chuyển động của nó. Đây là những hình thức cắt nhẹ hơn. Kim máy hát đĩa quá tích cực sẽ làm nổ tung ống rồi rò rỉ và nhảy sang rãnh đĩa tiếp theo, rồi nó sẽ không play nữa - sẽ không play nữa - sẽ không play nữa (đĩa nhựa bị cà lăm-ND).

Đường ống dẫn khí hầu như có cùng kích cỡ ở khắp nơi (nhỏ nhất là trên núi Everest). Ống dẫn điện từ analog có nhiều kích cỡ khác nhau, xếp loại thành micro, đường dẫn và loa. Dạng sóng không bao giờ bằng hay vượt quá điện thế rail DC (hay chính xác hơn khoảng 0,75 volt so với rail). Điện thế rail 15VDC mang cho chúng ta dao động AC tối đa tuyệt đối $\pm 14,25\text{VPK}$. Đối với sóng sine 10VRMS, còn gọi là +20dBV (+22dBu). Rail DC (kích cỡ đường ống) là yếu tố chính trong việc thiết lập năng suất output tối đa của thiết bị mức độ line. Khó thực hiện cho toàn bộ thiết bị mà không có vài điểm bị vát nhọn (pinch), vì vậy tất cả thiết bị sẽ không nhất thiết phải đạt đến mức tối đa theo lý thuyết, nhưng đây là khuynh hướng. Ống dày sẽ cho chúng ta nhiều chỗ hơn là ống mỏng (thí dụ: rail 18VDC so với rail 12VDC).

Nếu $\pm 14\text{V}$ là ống tiêu chuẩn, thì mức micro là gì? Đó là một điều khó. Có rất nhiều thiết bị mức micro chuẩn có đường ống mức line, thí dụ: preamp micro, output của nó cần phải nhảy lên đến mức full. Chỉ tồn tại mức micro bởi vì micro, bobin guitar, vv .. chỉ cho ra mức độ rất nhỏ (không phải vì nó có nguồn

Chương 3

DC nhỏ). Thiết bị mức mic như pedal guitar có thể chạy bằng pin 9V (rail DC khoảng $\pm 3,5\text{V}$), vì dạng sóng âm thanh sẽ không vượt quá kích cỡ ống đó. Chúng ta sẽ cần bơm ống lớn hơn rồi nâng lên mức line.

Có sự chênh lệch lớn nhất 6dB, giữa đường ống mức line có đường kính trong khoảng $\pm 11\text{V}$ và $\pm 23\text{V}$ (rail DC giữa 12V và 24V). Chắc chắn có, nhưng không chính xác là đối trờ chơi. Bộ khuếch đại công suất (amplifier) là chuyện khác: Ống input mức line nối với output lớn hơn rất nhiều.

3.1.2 Trở kháng: nguồn Z thấp đến bộ nhận Z cao

Impedance: low Z source to high Z receiver

Hãy gửi vài tín hiệu vào ống và xem chúng ta nhận được cái gì ở đầu bên kia. Nguồn phải có khả năng duy trì đủ lưu lượng (trở kháng thấp) để giữ áp suất trong môi trường. Bộ nhận yêu cầu phải có dòng chảy tối thiểu (trở kháng cao) để thực hiện theo những thay đổi áp suất (mô hình chép lại dạng sóng).

Ngược lại, nguồn trở kháng cao cung cấp cho bộ nhận có trở kháng thấp, sẽ bị hao hụt rất nhiều, hạn chế dynamic và có thể thất bại hoàn toàn. Hình dung điều này: Chúng ta có thể điều khiển một (hay mười) vòi tưới cây bằng vòi cứu hỏa mà không cần lo việc mất áp lực (nguồn Z thấp đến bộ nhận Z cao). Mặt khác, vòi tưới cây không thể tạo ra đủ dòng chảy để cấp đầy vòi cứu hỏa (nguồn Z cao đến máy thu Z thấp). Đường ống dẫn âm thanh, điều khiển bởi thiết bị trở kháng thấp (tự nhiên hay loa) đến tai (hay micro) trở kháng cao. Đường ống dẫn điện tử analog có vài nguồn Z thấp để lập bộ nhận Z cao: micro đến preamps, line output đến line input và ampli đến loa.

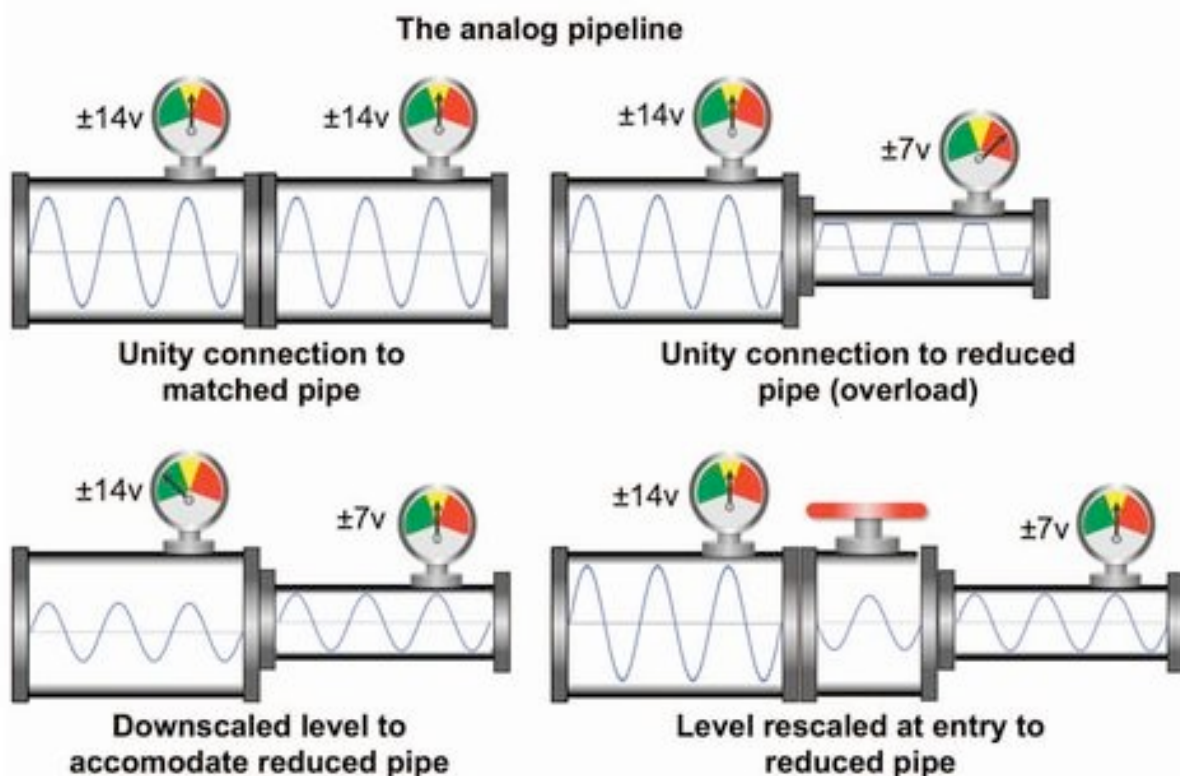


Figure 3.2 Giới thiệu đường ống âm thanh analog

Truyền dẫn

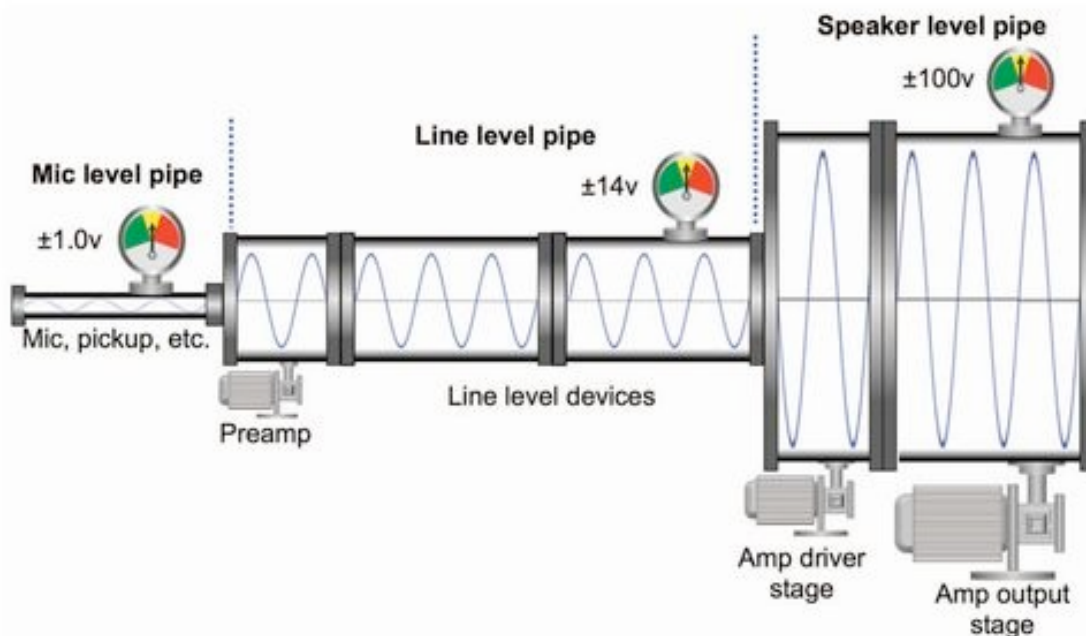


Figure 3.3 Đường ống analog: mức độ micro, line và loa.

3.1.3 Kết nối liên tầng -- Interstage connections

Chúng ta hãy nối hai phần ống dẫn mức line tương ứng theo loại (Hình 3.2). Giới hạn bên ngoài đã không thay đổi để dạng sóng đều như nhau (nối gain đồng nhất). Chúng ta chỉ cần máy bơm mạnh hơn để giữ áp suất khi ống dài hơn.

Nếu chúng ta nối ống 14V với ống 7V, cạnh bên ngoài dạng sóng (bất cứ cái gì >7V) sẽ bị cắt bớt ở input mới, phần nhỏ hơn. Chúng ta cần đổi tỷ lệ dạng sóng hướng xuống để gần vừa với ống 7V (giảm 50%, -6dB). Hay chúng ta giới hạn dạng sóng đến 7V cho toàn bộ đường ống hay chạy hai thang đo khác nhau để có cỡ đúng dạng sóng cho kích cỡ đường ống hiện tại. Chúng ta thái 6dB của headroom nếu không đổi tỷ lệ, vì phần ống 14V sẽ hành động như phần 7V (nhưng với phần tạp âm sàn 14V). Tính miễn dịch tạp âm tốt nhất xuất phát từ sự thay đổi tỷ lệ khi chúng ta đi. Mức micro, line và loa là những điểm phá vỡ chính, nhưng có thể xử dụng loại tăng nhỏ hơn (Hình 3.3).

Vai trò của preamp của micro là chuyển đổi từ mức micro tới line. Mạch đầu tiên này trên console mix, ngăn không cho tín hiệu micro mức micro di chuyển qua đường ống mức line, nơi nó sẽ bị chết đuối trong tạp âm.

3.1.4 Tổng hợp

Xảy ra chuyện gì khi chúng ta nối hai ống 14V (A và B) tại đường nối chảy vào ống 14V đơn (AB)? Dạng sóng phù hợp sẽ làm cho ống AB xử lý gấp hai điện thế A (hay B) riêng lẻ (Hình 3.4). Do đó, sẽ tràn phần AB nếu vượt quá 7V tại A (hay B). Giải pháp dễ ở đây: Tỷ lệ hồi phục cả A và B giảm xuống 50% (6 dB) tại đường nối và AB sẽ có cùng lượng headroom như mỗi phần riêng lẻ.

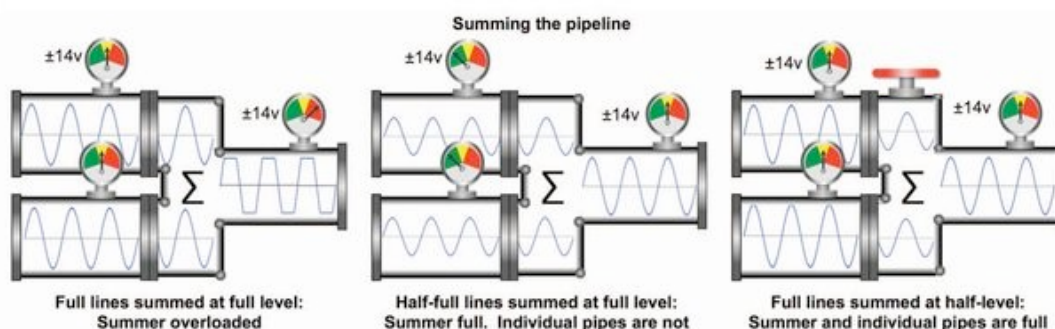
Chúng ta có thể giả định, tín hiệu A và B khác nhau, vì không có lý do tổng hợp tín hiệu analog điện từ chính đáng. Điều này dẫn đến tình huống ký tự đại diện (wildcard), tạo ra dạng sóng kết hợp mới. Khoảng khắc kết hợp phase và biên độ có thể tăng gấp đôi mức độ riêng. Nhưng cũng có thể ít hơn, thậm chí triệt tiêu hoàn toàn, nếu nó có thời điểm có cùng biên độ và ngược phase (180°). Sự kết hợp trung bình theo thời gian của hai tín hiệu không tương quan ở mức độ bằng nhau sẽ khoảng 1,4x (+3 dB) trên biên độ

Chương 3

của mỗi cá nhân. Chắc chắn, dạng sóng mới sẽ thay đổi không báo trước và khả năng xảy ra độ tăng 6dB tạm thời. Chúng ta phải giả định điều tồi tệ nhất để bảo đảm tín hiệu kết hợp sẽ an toàn khi quá tải. Đây là nơi khái niệm về "headroom" vào cuộc. Chúng ta có sẵn headroom ở bất cứ nơi nào có điều kiện dynamic không rõ. Trong khi đạt độ đồng nhất là lựa chọn hợp lý cho các kết nối liên quan đến luồng channel đơn lẻ, không nhất thiết phải là trường hợp tổng hợp những nút nối, có thể dễ bị ngập lụt nếu nhiều luồng cung cấp điểm nối bằng kích cỡ với output. Hình dung hệ thống ống nước có sáu ống 1" nối lại với nhau thành ống dẫn output 1". Việc này dẫn đến bị tràn, và là lý do tại sao không có thợ ống nước nào có thể cho phép như vậy.

Trong thế giới nước, ống output hạ lưu được làm lớn hơn. Trong thế giới âm thanh mức line, chúng ta gắn cùng cỡ ống qua toàn bộ chuỗi tín hiệu analog, từ micro preamp đến giai đoạn công suất amp. Bước lên từ 15VDC đến 18VDC chỉ là 2dB, ít hơn gain chúng ta nhận được từ việc thêm input. Chúng ta thường nối 100 ống mức line cùng cỡ qua những nút nối (nó gọi là console mix). Với mức tăng +3dB (1.4 x) trên mỗi input, chúng ta có thể đạt được 20dB (100 x). Làm sao chúng ta có thể di chuyển tải trọng có thể thay đổi này qua hệ thống ống có kích cỡ cố định? Điều quan trọng là phải giảm mức độ tại những nút nối tổng hợp. Gửi những ống đã nạp tối ưu đến nút nối nhưng giảm tốc độ ở đường nối tổng hợp để tạo thành dạng sóng kết hợp cho ống output.

Điều này lần lượt trở thành ống input cho giai đoạn tiếp theo, chuyển xuống lại lần nữa để giữ output nằm trong giới hạn. Chúng ta tìm dynamic range ổn định qua những giai đoạn khác nhau, ngay cả khi mật độ tín hiệu tăng lên và nguy cơ tăng pk-pk đột biến rất lớn. Phía trên dynamic range là headroom, phía dưới là sàn tạp âm. Chúng ta bảo vệ độ cao headroom và giảm thiểu tạp âm bằng cách thay đổi mức độ tại những chỗ thích hợp



Hình 3.4 Kịch bản tổng hợp đường ống dẫn analog

3.1.5 Khoảng trống trên đầu -- Headroom

Headroom trả lời cho câu hỏi: Làm sao chúng ta bị đến gần mức quá tải? Tài liệu ghi lại trong studio hàng đầu không có gì bí ẩn. Kỹ sư bậc thầy có thể tìm ra mức gain pk-pk tối đa bằng cách theo dõi máy hiện sóng (oscilloscope). Thiết lập mức độ sao cho bảo đảm hỗn hợp cuối cùng vừa có mức độ nóng nhất có thể, vừa dễ đưa vào ống. Headroom là bản nhạc theo thời gian thật, đang diễn ra liên tục cho âm thanh live, vì chúng ta không biết giây phút tiếp theo nó sẽ mang cái gì. Vì vậy chúng ta cần nó rất nhiều. Người vận hành tốt có thể ngăn không cho channel đơn dẫn động vào rail nhưng nếu kết hợp nhiều tín hiệu có thể dẫn đến mức độ bất ngờ. Hai tín hiệu thu được hợp lý có thể kết hợp với mức độ ngoài thang đo, do sự tổng hợp sóng ngắn (lý do chúng ta phải rút bớt lại khi bước vào bộ tổng hợp). Quay trở lại hệ thống ống, chúng ta có cái van nằm ở đường nối tổng hợp để điều chỉnh lưu lượng vào ống output. Giảm mức độ gain ở đây cũng giúp bảo vệ sàn tạp âm, vì input sẽ thu nhỏ lại cùng với tạp âm của nó. Hãy suy nghĩ về phương án thay thế: vận hành tất cả input của chúng ta ở mức rất thấp (và hàng tấn headroom)

Truyền dẫn

để chúng ta vẫn có headroom sau khi tổng hợp. Điều này sẽ để cho chúng ta thực hiện tổng đồng nhất cho rất nhiều channel ồn ào. Tín hiệu sẽ tăng, cũng như tạp âm. Thay vào đó, tốt hơn hết là giảm những input riêng lẻ, đưa vào bộ tổng hợp (summer) dễ dàng. Có rất nhiều chỗ mà đường ống có thể bị quá tải: dòng chảy gain của giai đoạn đó hay bất kỳ giai đoạn tổng hợp nào (mix bus, aux bus, matrix, v.v).

3.2 Truyền tải âm thanh đến âm thanh -- Acoustic to Acoustic Transmission

Hãy bắt đầu với nơi gửi âm thanh đến nơi nhận âm. Thường gọi là âm thanh "tự nhiên-natural", cái này là yêu thích của mọi người ngoại trừ việc nó làm cho chúng ta thất nghiệp. Chúng ta bắt đầu ở đây vì đây là đường truyền dẫn đoàn mạch ban đầu. Tất cả kịch bản truyền tải khác đều chèn vào bên trong cấu trúc này.

Nơi gửi là nhạc cụ, tiếng nói, bất cứ điều gì làm ra tiếng động. Nơi nhận là tai và micro. Môi trường là không khí.

3.2.1 Lan truyền -- Propagation

Lan truyền đòi hỏi môi trường đàn hồi, trong trường hợp này là không khí. Không khí phức tạp hơn những phương tiện khác của chúng ta. Đáng chú ý là tần số phụ thuộc, bắt đầu với hình dạng độc đáo, đi theo mọi hướng, uốn cong chung quanh mọi cái và thay đổi theo thời tiết. Đi qua sợi dây dẫn, trái lại, nó sống trong nhà tốt nhất.

Sẵn sàng nghe lý thuyết chưa? Nguồn âm thanh nhỏ bé sẽ lan truyền rộng như một nguồn điểm (point source) lý tưởng. Âm thanh sẽ lan truyền ra bên ngoài theo mọi hướng (omni-directionality) và sẽ có tỷ lệ mất SPL 50% (6dB) cho mỗi lần gấp đôi khoảng cách. Tuần trước chúng ta đã tải loa nhỏ vô hạn của chúng ta vào xe tải nhưng khi đến máy nâng, không ai có thể phát hiện ra nó.

3.2.1.1 Sóng hình cầu -- Spherical Waves

Nguồn âm thanh, tiếng nói, nhạc cụ và loa của chúng ta đều có kích cỡ. Có nghĩa là nó không là nguồn điểm lý tưởng hoàn toàn. Tuy nhiên, chúng ta sẽ bắt đầu với cấu trúc mà nguồn âm thanh đơn lan truyền theo hình cầu, giảm khoảng 6dB/tăng gấp đôi khoảng cách. Mô hình hướng lan truyền sẽ tùy thuộc vào vài lựa chọn chỉ hướng, nhưng bây giờ hãy nói, một khi chúng ta đã xa nguồn vừa đủ, nó sẽ truyền đi với mô hình hướng liên tục theo khoảng cách (Hình 3.5).

3.2.1.2 Sóng phẳng -- Planar Waves

Sóng phẳng, dạng đầu sóng âm thanh thứ hai, tạo ra khi kéo dài nguồn trên khu vực. Tìm thấy cái này ở miệng horn, nơi đã hình thành đầu sóng, bởi horn mở rộng vát loe ra. Tỷ lệ hao hụt và hướng phân bố rất lớn từ mô hình phát xạ hình cầu bên trong khu vực của horn, nơi xảy ra phát xạ phẳng. Tuy nhiên, khi âm thanh đã lan truyền ra cách xa horn, hành vi quay trở lại loại truyền hình cầu. Sẽ duy trì dạng định hướng của horn nhưng tỷ lệ hao hụt vẫn quay trở lại 6dB/gấp đôi.

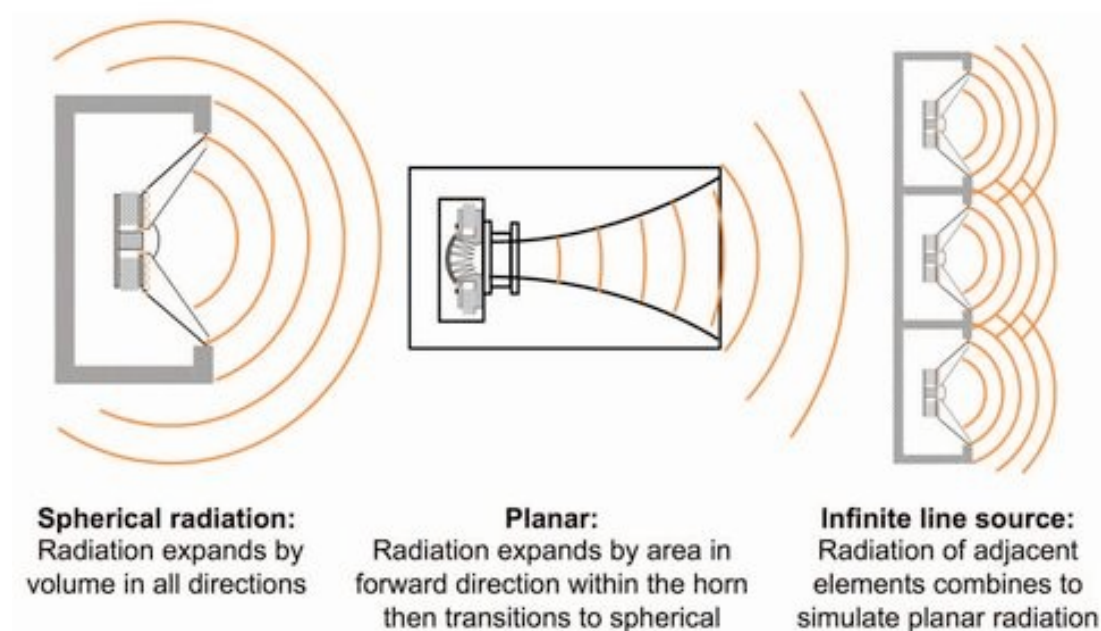
3.2.1.3 Nguồn line vô hạn -- Infinite Line Source

Cuối cùng, chúng ta có thể xem xét kết quả, thêm thắt về lý thuyết khác, nguồn có chiều dài vô hạn, hay array dài vô hạn của nguồn cách gần nhau: nguồn đường thẳng (line) vô hạn. Không có sẵn trong cửa hàng! Trong khi sóng phẳng lan chiều rộng của nó theo hai chiều, nguồn line vô hạn trải dài chỉ có một. Trong chiều hướng đó, về mặt lý thuyết, chúng ta có thể thấy tỷ lệ hao hụt giảm đi chỉ là 3dB/gấp đôi khoảng cách. Trên thực tế, chúng ta không bao giờ có thể dỡ nguồn line vô hạn khỏi xe tải. Nguồn line hữu hạn có thể tạo ra sự giảm hao hụt trong khoảng cách giới hạn, rồi quay trở lại mô hình truyền hình cầu 6dB/gấp đôi. Đã có vài người xử dụng thuật ngữ "sóng hình trụ-cylindrical wave" để mô tả sự lan truyền

Chương 3

giai đoạn đầu trong nguồn line hữu hạn (nơi có thể quan sát tỷ lệ hao hụt 3dB), nhưng về vấn đề này, chưa có sự nhất trí khoa học. Xử dụng bộ phân tích (và tai của chúng ta) để tối ưu hóa hệ thống mà không quan tâm về loại sóng.

Tính toán việc truyền sóng cực kỳ phức tạp và vượt xa phạm vi của sách này (hay tác giả). Bộ phân tích của chúng ta sẽ không bao giờ nói, "Này đội trưởng, cảm biến cho thấy sóng phẳng". Đây là những cái chúng ta phải biết: Chừng nào đầu của chúng ta không ở cạnh horn hay khu vực gần array, chúng ta sẽ đo lan truyền hình cầu.



Hình 3.5 Truyền sóng: nguồn hình cầu, phẳng và vô hạn

3.2.2 Tốc độ

Công thức cho tốc độ âm thanh trong không khí là $C = (331.4 + 0,607 * \text{nhiệt độ } (^{\circ}\text{C}))$ bằng m/giây. Phiên bản khác $C = (1052 + 1.1 * \text{nhiệt độ } (^{\circ}\text{F}))$ bằng ft/giây.

Thí dụ ở 22°C:

$$C = (331.4 + 0,607 * 22) \text{ mét/giây}$$

$$C = 344.75 \text{ mét/giây}$$

Rất khó tập trung tìm hiểu công thức tốc độ âm thanh vì những thông số không phù hợp với ứng dụng thật tế của chúng ta: 334.75 mét lớn đến nỗi không hình dung được và tăng một giây thật tức cười và mơ hồ cười. Đó là tỷ lệ ba sân bóng/giây. Nó có giúp thay đổi tỷ lệ xuống còn 0.344.75 mét/giây không? Đảo ngược tỷ lệ sang ms/mét thay vào đó sẽ dễ tính hơn. Điều này làm giảm xuống 2.94ms/mét @ 22°C, và có thể làm tròn thành 3ms/mét. Đối với những người xử dụng hệ thống Anh (foot) có ba lựa chọn: (a) học hệ thống số liệu, (b) ms/foot, làm tròn thành 0.9ms/foot và (c) feet/ms, làm tròn thành 1.1ft/ms.

Chúng ta cũng có thể xử dụng phụ kiện phòng tiêu chuẩn làm trợ giúp thị giác: chỗ ngồi. Khoảng cách hàng ghế thường khoảng 3ms (hệ Anh và mét có cùng kích cỡ). Điều này nhấn mạnh ưu điểm của hình ảnh khoảng cách bằng ms, không phải là mét, foot hay hệ cự ly vũ trụ parsec rất thành công. Chúng ta sẽ xử dụng thời gian khi điều chỉnh, vì vậy hãy ghi nhớ hệ chuyển đổi này. Tôi không thể nhấn mạnh đủ

Truyền dẫn

ưu điểm hình dung khoảng cách bằng mili giây, vì phải cần đơn vị này để hiểu được phase và tần số, sự tương tác của loa và phản dội.

3.2.3 Bước sóng -- Wavelength

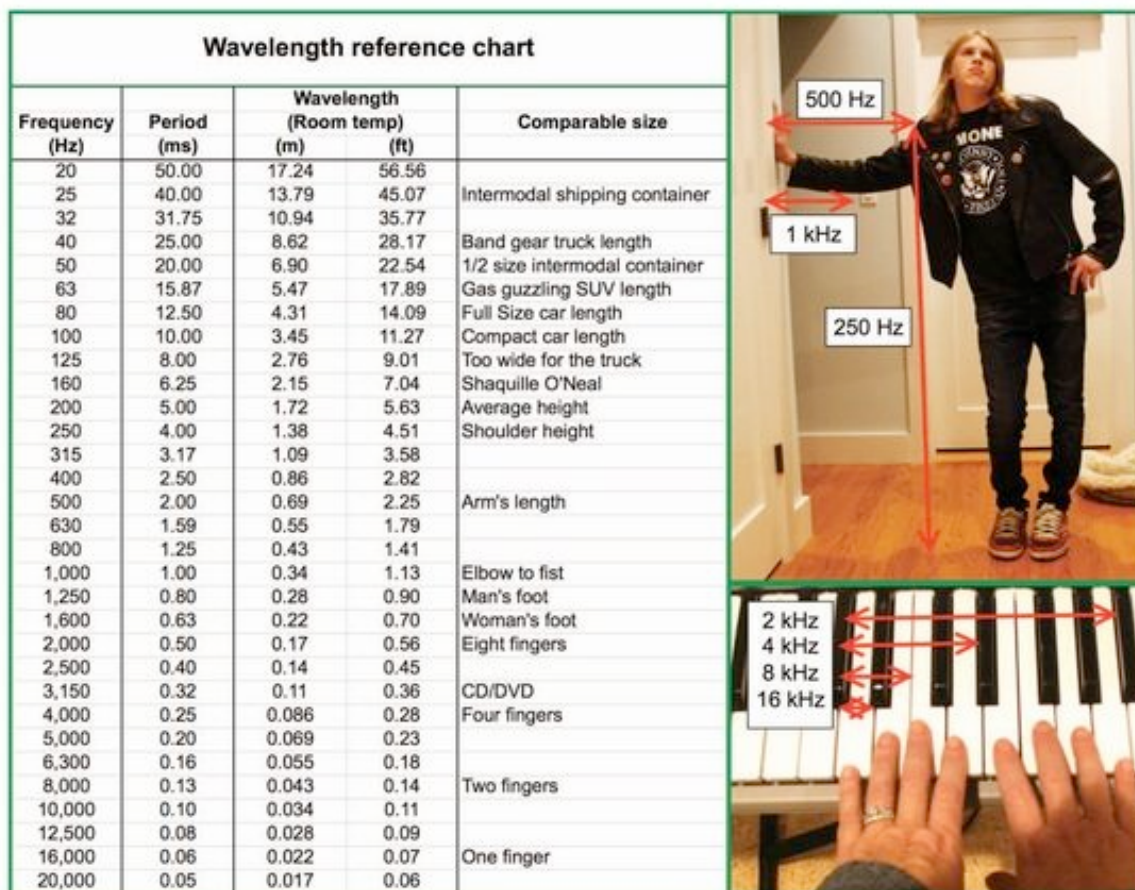
Bước sóng tỷ lệ thuận với tốc độ truyền độc đáo của môi trường. Tốc độ truyền qua không khí là một trong những tốc độ chậm nhất, nghĩa là bước sóng trong môi trường này ở mặt nhỏ (nhỏ hơn ¼ kích cỡ của nó trong nước và 1/500.000 kích cỡ của nó trong dây analog). Khi thay đổi môi trường, tốc độ truyền và tất cả bước sóng sẽ thay đổi theo nó.

Công thức tính bước sóng là

$$\lambda = c/F$$

Trong đó λ là bước sóng tính bằng mét, c là tốc độ truyền của môi trường, và F là tần số (Hz).

Hệ thống pro-sound tiêu biểu truyền qua ít nhất 600:1 dải bước sóng: 18.000Hz xuống còn 30Hz. Bước sóng ở tần số 30Hz thật tế lớn hơn 600x so với đối tác 18kHz, có kích cỡ từ xe tải đến móng tay. Bước sóng đặc biệt khó hình dung vì (a) không nhìn thấy âm thanh và (b) thách thức về tinh thần truyền đồng thời là cái gì đó có tỷ lệ kích cỡ 600:1. Tuy nhiên, phát triển kỹ năng này rất hữu ích vì kích cỡ thật tế của âm thanh là một yếu tố quan trọng trong hành vi của nó. Biểu đồ tham khảo hữu ích, cung cấp trong Hình. 3.6.



Hình 3.6 Biểu đồ tham khảo bước sóng

Chương 3

3.2.4 Z thấp Z đến cao Z: áp lực đi theo

Nguồn âm thanh (hay loa) truyền âm thanh vào môi trường có trở kháng rất thấp: không khí. Tai (hay microphone) cảm nhận dạng sóng lan truyền mà không hút hết không khí ra khỏi phòng. Tóm lại, yêu cầu rất nhiều năng lượng để đẩy dạng sóng qua môi trường, nhưng không để ý đến sự hiện diện của nó và gửi phiên mã vào não của chúng ta. Tai (và micro) mang trở kháng âm thanh cao và có thể cảm nhận áp lực mà không cần kéo nguồn xuống.

3.2.5 Giải động lực -- Dynamic range

3.2.5.1 Giới hạn trên

Ở mức áp suất âm cực cao (> 120dB SPL) thì môi trường không khí ngày càng phi tuyến tính nhưng không đạt đến giới hạn cứng cho đến đỉnh 194dB SPL. Điều này tương đương với 1 atmosphere, có nghĩa bên cạnh vùng giãn khí (áp suất thấp), theo nghĩa đen, chúng ta đã hết không khí (tại lễ hội Telluride Bluegrass sớm hơn). Môi trường có giới hạn vật lý, không chỉ là tai của chúng ta, vì vậy nhiệm vụ cho SPL vô hạn sẽ kết thúc cuộc chơi ở đỉnh 194dB SPL. Môi trường bão hòa dần dần, do đó sẽ xảy ra độ méo cao nhất ở những vị trí gần nhất trong những lối đi lớn nhất. Phòng nén và hòng horn có vài mức độ méo trong môi trường không khí cao nhất trong hệ thống âm thanh.

3.2.5.2 Giới hạn dưới

Giới hạn dưới là tạp âm Browni, có cùng độ lớn như ngưỡng nghe của chúng ta (0dB SPL). Đây sẽ là cuộc tấn công sâu nhất vào vật lý phân tử. Không có gì trong tự nhiên ngồi yên, và phân tử không khí cũng không ngoại lệ. Chuyển động Brownian là thống kê ngẫu nhiên và do đó tạo ra tạp âm trắng-white noise (không phải nâu). Brown là khoa học gia đã định lượng nó.

dBSPL loss over distance		
dB loss	(m)	(ft)
-0	1	3.3
-3	1.4	4.6
-6	2.0	6.5
-9	2.8	9.3
-12	4.0	13
-15	5.7	19
-18	8.0	26
-21	11	37
-24	16	52
-27	23	74
-30	32	105
-33	45	148
-36	64	209
-39	90	296
-42	128	418

Hình 3.7 Sóng truyền qua khoảng cách

3.2.6 Tỷ lệ hao hụt (luật bình phương nghịch đảo) -- Loss rate (inverse square law)

Định luật bình phương nghịch đảo là tên gọi chung cho tỷ lệ hao hụt là 6dB/tăng gấp đôi khoảng cách, liên quan đến sự truyền sóng hình cầu (Hình 3.7). Mức tiêu chuẩn giả định này, gọi là đáp ứng "khu vực tự do-free field", đòi hỏi vài điều kiện đặc biệt mà không bao giờ có thể gặp hoàn toàn, tuy nhiên, đây là tham chiếu để vẽ ra mức độ theo khoảng cách tốt nhất. Ghi nhận sai lệch ở trên hay dưới tỷ lệ hao hụt ở khu vực tự do. Không khí không phải là môi trường không bị hao hụt trong giải HF, nghĩa là giải trên cùng rơi ở tốc độ cao hơn khu vực tự do. Năng lượng phản dội cộng thêm vào âm thanh trực tiếp, (chủ yếu) làm giảm tỷ lệ hao hụt. Nếu sự phản dội cụ thể đồng phase, tỷ lệ hao hụt sẽ bị chậm lại. Nếu quy trình phản dội lệch phase, tỷ lệ hao hụt sẽ tăng lên. Array loa kết hợp (nguồn gần nhau) có thể làm giảm tỷ lệ hao hụt (như sự kết hợp), nhưng chỉ trong khu vực gần. Luật bình phương nghịch đảo không phân biệt. Nó chỉ phối loa, nhạc cụ và con người đều giống nhau. Ngoại lệ duy nhất là trẻ sơ sinh trong máy bay (tỷ lệ hao hụt 0dB). Phải cho vào trong đầu: Tốc độ hao hụt trong khu vực tự do tối thiểu là 3dB (tăng 1dB là tốt nhất, có thể xem xét trong hình 1.14).

Hãy coi sẽ xảy ra cái gì khi chúng ta tránh ra khỏi nguồn định hướng điển hình. Vùng HF duy trì hoạt động ở khu vực tự do (free-field) với khoảng cách dài nhất trước khi đưa ra bổ sung/giảm phản dội. LF rơi xuống với tốc độ đáng kể vì độ bao quát rộng của nó, liên quan đến sàn, trần nhà và tường. Hai yếu tố có thể mở rộng khu vực tự do trong giải HF bằng cách giảm năng lượng phản dội: tăng định hướng nguồn và độ hấp thụ bề mặt. Ngược lại, sự hao hụt của không khí, làm cho giải HF thay đổi từ đáp ứng khu vực tự do vì đang đẩy nhanh tốc độ hao hụt ở đó. Loa định hướng trong phòng khô (âm học) vào một ngày ẩm ướt (thân thiện với môi trường) sẽ có hàng loạt hành vi trong khu vực tự do trong giải HF. Điều này đúng với loa và nguồn tự nhiên.

Tổng kết mức độ hao hụt:

- Tiêu chuẩn tự do: hao hụt 6dB/gấp đôi khoảng cách.
- Hao hụt trong không khí: tuyến tính vượt quá tỷ lệ hao hụt tiêu chuẩn.
- Phản dội (Khu vực gần): tối thiểu dưới mức hao hụt tiêu chuẩn.
- Phản dội (Khu vực xa): tối đa dưới mức hao hụt tiêu chuẩn.
- Array loa (Khu vực gần): tối đa dưới mức hao hụt tiêu chuẩn.
- Array loa (Khu vực xa): tối thiểu dưới mức hao hụt tiêu chuẩn.

Chúng ta vừa nhìn thấy những điều kiện gắn liền với luật bình phương nghịch đảo. Cái này có phải là ảnh hưởng của mô hình bao quát của nguồn âm thanh không? Thiết bị đa hướng có giảm tốc độ khác thiết bị định hướng không? Câu trả lời là có vài cái không đủ điều kiện. Một khi nó đi đủ xa để ổn định mô hình bao quát của nguồn, tỷ lệ dropoff sẽ theo luật bình phương nghịch đảo. Nếu tỷ lệ phía trước/phía sau là 10dB ở 1m thì ở 2m và 4m cũng vậy. Truyền sóng cầu là thiết bị giảm áp suất quân bình.

Làm sao biết chúng ta đã đi đủ xa để có việc mất ổn định về khoảng cách và góc độ? Một cách là tiếp tục di chuyển ra xa nữa, cho đến khi chúng ta thấy tỷ lệ hao hụt theo luật bình phương nghịch đảo. Đây là một đối số tròn. Chúng ta có thể xuống mức chiều sâu hơn bằng cách xem xét yếu tố tại nơi làm việc. Nguồn điểm nhỏ xíu như clicker phát triển ở khoảng cách rất gần. Trống taiko của Nhật khổng lồ đòi hỏi so sánh khoảng cách dài. Nguồn phát tán (thí dụ như piano) hay những loại có nhiều output âm thanh (thí dụ như kèn túi) cũng làm tăng độ phức tạp. Loa hai way điển hình vừa phát tán vừa nhiều output. Chồng loa 5mét là nguồn rất mở rộng.

Chương 3

3.2.7 Đường truyền

Đường truyền âm thanh không phải lúc nào cũng là đường thẳng. Dưới đây là vài khả năng (Hình 3.8).

3.2.7.1 Mô hình dò tia -- Ray-Tracing Model

Thường tính đường truyền âm thanh bằng phương pháp dò tia (ray-tracing). Âm thanh truyền từ nguồn theo đường thẳng, như tia nắng. Trong khu vực tự do, âm thanh lan ra bên ngoài tiếp tục và mất mức độ đều đặn. Điều chỉnh mức giá trị tương đối cho mỗi tia để bắt chước hình dạng mô hình bao quát của loa cụ thể.

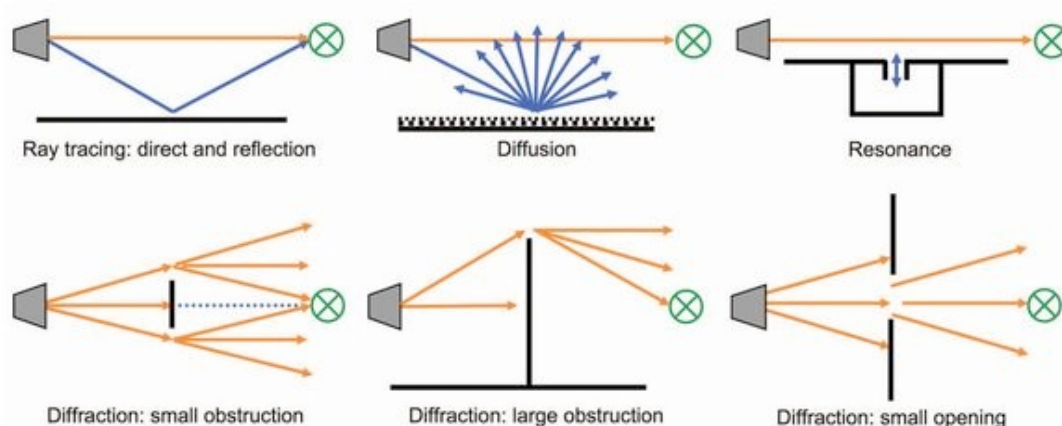
Khi tia chạm vào bề mặt, nó phản dội như ánh sáng trên kính (góc nghiêng = góc phản dội). Tia và phản dội từ loa bổ sung giao nhau và đi qua nguồn chính. Đây là phép tính về tính chất truyền và tổng hợp âm thanh xấp xỉ, dùng trong hầu hết chương trình mô hình hóa.

3.2.7.2 Khuếch tán -- Diffusion

Mô hình dò tia giữ bề mặt nhẵn đủ lớn cho bước sóng dài nhất phản dội giống như kính. Ngược lại, bề mặt bất thường phức tạp phân tán âm thanh theo nhiều hướng khác nhau qua tần số, quy trình này gọi là khuếch tán, khu vực thống nhất không đồng nhất. Những bề mặt lồi lõm với nhiều kích cỡ và góc khác nhau có bề mặt biến đổi theo sóng âm, cũng đều có kích cỡ khác nhau. Những bức tượng trên tường của Boston Symphony Hall là thí dụ nổi tiếng mặc dù mô hình ban đầu là kết cấu chứ không phải tính âm. Địa điểm nào không có điêu khắc gia thường trú có thể xử dụng nhiều loại bề mặt có khả năng thương mại hóa khác nhau, thiết kế theo tỷ lệ có chiều cụ thể.

3.2.7.3 Nhiễu xạ -- Diffraction

Trong vài trường hợp, sóng âm sẽ uốn cong quanh bề mặt, chứ không bật ra, quy trình này gọi là nhiễu xạ. Những bức tường cao dọc hai bên đường cao tốc nhưng rồi chúng ta vẫn nghe tiếng xe chạy: Nhiễu xạ uốn cong nó trên tường. Nhờ phép lạ của nhiễu xạ tôi nghe thấy âm thanh xe cứu hỏa như thể nó ngay bên ngoài cửa sổ tầng 9 đang mở của tôi! Sự nhiễu xạ âm thanh qua tường và xuyên qua khe mở tạo ra nguồn truyền dẫn thứ cấp. Tôi phải dán đầu mình ra ngoài cửa sổ (phía bên kia nhiễu xạ) để định vị xe cứu hỏa trên mặt đất.

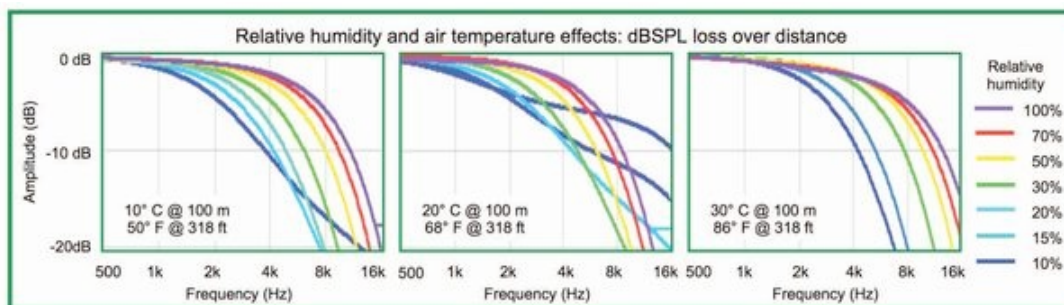


Hình 3.8 Đường truyền âm thanh: dò tia, khuếch tán, cộng hưởng và nhiễu xạ

Chỉ có những đặc tính nhiễu xạ cơ bản nhất mới nằm trong phạm vi của chúng ta: tỷ lệ mở và/hay kích cỡ chướng ngại (barrier) liên quan đến bước sóng. Chướng ngại nhỏ (so với λ) được cho qua với ảnh hưởng tối thiểu. Chướng ngại lớn (so với λ) phản dội một phần đáng kể và để lại vùng tối âm thanh

Truyền dẫn

mức thấp phía sau chướng ngại (xe cứu hỏa trong phòng ngủ). Bất kỳ chướng ngại thật tế nào cũng đều có đặc tính nhiễu xạ phụ thuộc tần số, do kích cỡ mở cố định và λ thay đổi. Cột nhỏ chỉ chặn những tần số cao, trong khi những tần khác uốn cong chung quanh. Cột có đường kính 30m sẽ chặn gần như mọi cái.



Hình 3.9 Tác động của độ ẩm đối với việc truyền âm thanh (theo Meyer Sound)

Nhiều xạ tạo ra vấn đề lớn cho việc cài đặt âm thanh. Nhiều xạ là điều làm cho mọi người nghĩ có thể đặt luồng chữ I ở phía trước loa. Họ vẫn có thể nghe thấy nó, vậy vấn đề là gì? Nhờ nhiều xạ quản lý ý nghĩ, chúng ta nên mix show qua việc mở cửa sổ. Nguyên rùa mảy, đồ nhiễu xạ!

3.2.7.4 Cộng hưởng -- Resonance

Kích cỡ phòng có thể tạo ra quan hệ khoảng cách cảm thông với nhiều bước sóng đặc biệt, dẫn đến cộng hưởng. Cộng hưởng trong phòng và nội bộ biểu hiện vấn đề phân rã bằng cách kéo dài giải tần số nhất định. "Cộng hưởng Helmholtz" là các buồng ngăn bên ngoài cung cấp sự hấp thụ những tần số thấp và trung rất hiệu quả.

3.2.8 Ảnh hưởng năng động -- Dynamic effects

Không khí hoàn hảo vẫn là môi trường truyền tải không hoàn hảo. Làm sao thay đổi thời tiết ảnh hưởng đến truyền âm thanh? Có thể đang xảy ra câu trả lời.

3.2.8.1 Hiệu ứng độ ẩm -- Humidity Effects

Trước đây, chúng ta đã thảo luận về tốc độ hao hụt HF của môi trường không khí nhưng không phải là cơ chế sửa đổi chính của nó: độ ẩm (Hình 3.9). Khuynh hướng chung đang gia tăng hao hụt HF khi không khí khô hơn. Điều này sẽ giữ nguyên cho đến khi chúng ta nhận được vài biến thể không khí cực khô ở nhiệt độ lạnh kỳ lạ. Thật ra, không cần phải tính đến nhiệt độ, trừ khi chúng ta đang tổ chức show ca nhạc ngoài trời ở Oslo.

Hiệu ứng đáp ứng tần số của không khí tương tự như hoạt động của filter lowpass. Độ dốc của filter tăng lên khi độ ẩm giảm và tần số góc rơi xuống khi chiều dài truyền tăng lên.

Ở đây có loại trừ quan trọng. Hiệu ứng độ ẩm trên đáp ứng HF dễ nghe, và dễ thực hiện. Nó chỉ ảnh hưởng đến phần trên rất cao nên tăng hay cắt HF rộng có thể làm cho mọi cái trở lại bình thường. Đây là một trong những phần thực hiện dễ nhất về hệ thống tối ưu hóa mà không cần bộ phân tích.

3.2.8.2 Hiệu ứng nhiệt độ -- Temperature Effects

Tác động nhiệt độ mạnh nhất là tốc độ âm thanh (Hình 3.10). Không thể phát hiện không khí nóng vì chúng ta không thật sự biết âm thanh đến chúng ta sớm hay muộn hay "bình thường" không. Âm thanh luôn tụt sau ánh sáng nên ngay cả track âm thanh tự nhiên luôn không đồng bộ với hình ảnh. Câu hỏi đặt ra là âm thanh sẽ đến sau bao lâu.

Chương 3

Thay đổi nhiệt độ chuyển thành âm thanh khi có nhiều đường dẫn tham gia, vì sửa đổi tổng cộng bằng đổi tốc độ. Loa phản dội và delay là những thí dụ điển hình. Tốc độ âm thanh thay đổi so với nhiệt độ ra sao? Không nhiều. Nếu chúng ta thực hiện show ca nhạc đi từ phòng xông hơi sang phòng lạnh, tốc độ âm thanh sẽ giảm 10%. Cần tăng 5,6°C (10°F) để tăng tốc độ âm thanh lên 1% (đường đi 100ms sẽ trở thành đường 99ms).

Temperature effects on sound speed						
 °C	C	 °C	ΔC	 °F	C	 °F
Metric		Temp		English		Temp
Temp (C°)	Speed (m/sec)	change (C°)	Sound speed change (%)	Temp (F°)	Speed (ft/sec)	change (F°)
37.8	354.3	15.6	2.7%	100	1162	28
35.6	353.0	13.3	2.3%	96	1158	24
33.3	351.6	11.1	1.9%	92	1153	20
31.1	350.3	8.9	1.5%	88	1149	16
28.9	348.9	6.7	1.2%	84	1144	12
26.7	347.6	4.4	0.8%	80	1140	8
24.4	346.2	2.2	0.4%	76	1136	4
22.2	344.9	0.0	0.0%	72	1131	0
20.0	343.5	-2.2	-0.4%	68	1127	-4
17.8	342.2	-4.4	-0.8%	64	1122	-8
15.6	340.8	-6.7	-1.2%	60	1118	-12
13.3	339.5	-8.9	-1.6%	56	1114	-16
11.1	338.1	-11.1	-2.0%	52	1109	-20
8.9	336.8	-13.3	-2.4%	48	1105	-24
6.7	335.4	-15.6	-2.8%	44	1100	-28
4.4	334.1	-17.8	-3.2%	40	1096	-32
2.2	332.7	-20.0	-3.6%	36	1092	-36
0.0	331.4	-22.2	-4.1%	32	1087	-40

Hình 3.10 Nhiệt độ ảnh hưởng đến tốc độ âm thanh

Nhiệt độ thay đổi sẽ điều chỉnh tốc độ âm thanh theo tỷ lệ nhất định theo khoảng cách. Hai con đường có độ dài khác nhau đi kèm với thời gian bù. Nhiệt độ thay đổi sẽ đổi tỷ lệ phần trăm (tỷ lệ của độ dài) nhưng theo lượng thời gian khác nhau (sự khác biệt giữa độ dài). Thời gian bù thay đổi. Đó là khái niệm then chốt. Khi nhiệt độ tăng lên thì thời gian vận chuyển giữa hệ thống chính và delay co lại, âm thanh đến tường và quay lại sớm hơn trước. Thật tế, bước sóng âm thanh thay đổi theo nhiệt độ. Thật khó hình dung, vì bước sóng của âm thanh là . . . vô hình. Thay vào đó, chúng ta có thể thực hiện đảo phân cực thật tế và hình dung nhiệt độ như là thay đổi bản vẽ về hệ thống âm thanh và phòng lại, vẫn giữ nguyên bước sóng. Trong vũ trụ song song đó, khi phòng nóng lên, nó sẽ thu hẹp lại. Dù sao đi nữa, trên thật tế, phòng nóng ít phù hợp với bước sóng của tần số nhất định hơn là phòng lạnh.

Đường dẫn chúng ta nghe trong nhà dài nhất là những phản dội tần số thấp. Nó tích lũy nhiều sự thay đổi so với nhiệt độ. Đây là nơi mà tai và bộ phân tích của chúng ta sẽ tìm ra hầu hết sự thay đổi liên quan đến nhiệt độ nhiều nhất. Nhiệt độ thay đổi sẽ làm thay đổi đáp ứng ra sao? Không đủ để sửa thiết kế âm thanh hay phá vỡ thiết kế tốt. Quan tâm trực tiếp là cài đặt delay. Bài tập toán nhanh sẽ đưa cái này vào viễn cảnh.

Thí dụ: hệ thống chính + delay có đường dẫn tương ứng là 100ms và 20ms. Hãy thêm 80ms vào loa delay để đồng bộ hóa việc đến cùng nhau (100ms đến 20ms). Nó hoàn hảo cho một chỗ ngồi rồi bắt đầu tích lũy lỗi về thời gian bù khi chúng ta di chuyển chung quanh. Đáng buồn nhưng đó là sự thật. Sau đó, nhiệt độ tăng lên 11.2° C (20°F). Đây là thay đổi nhiệt độ LỚN và tăng tốc âm thanh lên 2%. Đường dẫn mới là 98ms và 19.6ms tương ứng, sẽ mang lại độ bù 78.4ms. Cài đặt delay trước đó là 80ms hiện có

Truyền dẫn

lỗi là 1.6ms. Làm sao điều đó xấu đi? Vị trí của sự đồng bộ chính xác sẽ di chuyển bằng khoảng cách một chỗ ngồi.

Tác động của nhiệt độ lên phản dội cũng tương tự nhưng nhân số lượng lên rất nhiều. Cả hai đường dẫn âm thanh trực tiếp lẫn phản dội đều tăng tốc khi phòng nóng lên. Chúng ta có thể làm bài tập tương tự như trước. Hãy xử dụng những con số tương tự như đường dẫn âm thanh trực tiếp và phản dội (trực tiếp là 20 ms và phản dội là 100 ms, vì vậy thời gian bù là 80ms). Điều này tạo ra tần số lọc lược 12.5 Hz (đỉnh ở 25Hz, 37.5Hz, 50Hz v.v). Nếu chúng ta đi qua cùng một sự thay đổi nhiệt độ 2%, thời gian bù lại thay đổi một lần nữa đến 78.4ms. Bây giờ tần số lọc lược (comb filter) là 12.75 Hz (đỉnh ở 25.5 Hz, 38.26 Hz, 51 Hz). Không hẳn là trò chơi về thay đổi, hà?

Những đường dẫn này phải dài cực kỳ để giám sát loa delay và nhiều đường phản dội để chúng ta nghe thấy âm thanh thay đổi chỉ vì nhiệt độ.

3.2.8.3 Hiệu ứng gió -- Wind Effects

Âm thanh di chuyển qua không khí. Gió di chuyển không khí. Âm thanh di chuyển qua không khí chuyển động là một mớ hỗn độn. Không có cách mô tả hiệu ứng đơn giản của gió nào tại bất kỳ thời điểm cụ thể, nhưng chúng ta có thể khám phá những cơ chế chính (Hình 3.11). Âm thanh du hành ở tốc độ 1234 ki lô mét / giờ (767 dặm/giờ). Gió bão bắt đầu ở khoảng 50-60 km/giờ, có thể thêm hay trừ tốc độ âm thanh 5%, nếu hướng gió phù hợp với hướng lan truyền âm thanh. Gió và âm thanh di chuyển theo cùng một hướng khá đơn giản, đủ để hình dung, nhưng gió tạt ngang ít khi như vậy. Bỏ qua tất cả chuyện này khi chúng ta nhớ lại, âm thanh truyền qua không khí có hình cầu, không thể cho gió. Nếu gió di chuyển từ nguồn, nó sẽ để lại chân không. Gió di chuyển theo hướng và kéo không khí vào phía sau nó để lấp đầy bằng áp suất thấp hơn. Vì âm thanh truyền theo hình cầu, chúng ta sẽ có mọi quan hệ có thể, theo hướng gió, mọi lúc. Sóng âm thanh luôn di chuyển đồng hành, chống lại và tạt ngang qua gió.

Đã huỷ bỏ show nhạc có gió mạnh, vì vậy hãy xem xét cơn gió vừa phải (20-28km/h). Bây giờ chúng ta có sự thay đổi tốc độ âm thanh $\pm 2-3\%$, trong phạm vi chúng ta tìm thấy có nhiệt độ thay đổi. Trong không gian, hiệu quả không đồng đều, ngay cả khi gió đã ổn định, vì vấn đề lan truyền. Nếu chỉ xem xét đường dẫn đến tai, thì chúng ta có thể đã bỏ qua vài khả năng.

Uốn

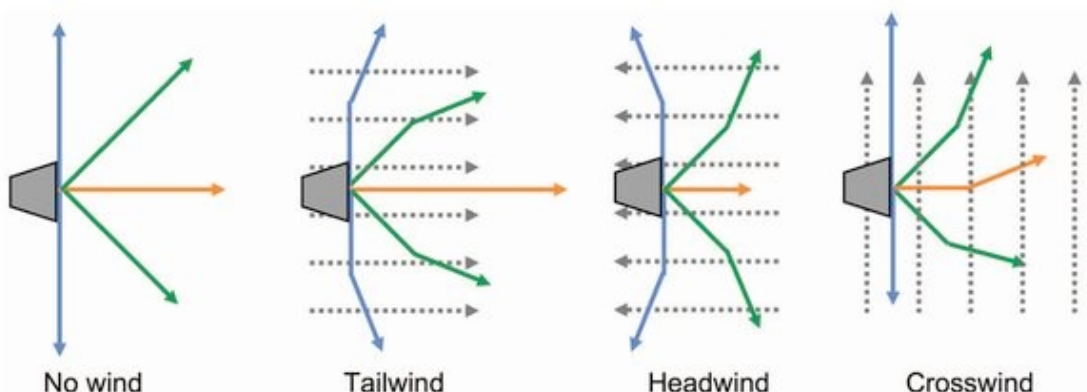
Cầu thủ giao bóng chày ném bóng thẳng (fastballs) và cong (curveball). Với fastball, anh ta nhắm mục tiêu và gửi nó đến. Với đường bóng cong, anh ta nhắm đến một chỗ khác, biết là đường đi sẽ có chỗ cong trong đó. Bước thứ ba là change-up, cao độ chậm bất ngờ. Loa phát trong không khí trong lành phóng âm thanh theo đường thẳng: fastballs. Nó bắt đầu phóng âm thanh theo thủ thuật khi có gió lộng. Gió tạt làm cho đường âm thanh cong như đường bóng cong. Âm thanh của chúng ta đi đến người hàng xóm và chúng ta có của người khác. Sẽ không thành vấn đề nếu gió không đổi, nhưng nó không bao giờ như vậy, vì vậy vị trí của chúng ta có nhiều gói âm thanh đa dạng của cái khác. Nghe có vẻ như ai đó đang lắc loa. Sẽ bị đổi cao độ do hiệu ứng Doppler (change-up) và đổi tần số đáp ứng từ việc nghe nhiều phần đáp ứng cực khác nhau của loa.

Gió lọc lược -- Comb filtering wind

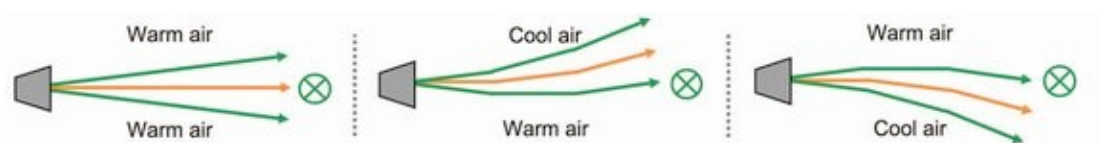
Array loa phức tạp có biên độ chi tiết mịn và tương tác phase giữa những phần tử (còn gọi là chài-combing). Có thể đo những cái này, trong những thời điểm tốt nhất, và giảm cái tồi tệ nhất rõ rệt. Bộ não của chúng ta làm công việc thích ứng với hiệu ứng combing ổn định đáng chú ý và cũng như việc phát hiện hiệu ứng combing thay đổi. Hãy hỏi bất cứ ai đã từng làm việc trong nhà hát âm nhạc. Hiệu ứng đủ sâu để có cái tên: flanging (gấp). Uốn đường đi từ một nguồn duy nhất làm cho đường phản dội bị gấp lại,

Chương 3

nhưng đây chỉ là vấn đề nhỏ so với array. Uốn đường dẫn từ array sẽ làm cho đường gấp chuyển động mịn ở vị trí của chúng ta, và khác ở những chỗ khác.



Hình 3.11 Tác động của gió với việc truyền âm thanh



Hình 3.12 Tác động khúc xạ với truyền âm thanh .

Gió trong nhà – Indoor winds

Chúng ta có thể gặp hai loại gió trong không gian trong nhà. Đầu tiên là máy sưởi, thông gió và máy lạnh (HVAC), có thể nhìn thấy những hiệu ứng này trên bộ phân tích và nghe bằng tai. Kết quả, không thể phân biệt được nếu gió nhẹ ổn định (đáp ứng phase điều biến, đáp ứng xung động và giảm liên kết trong HF). Thứ hai là di chuyển loa, chẳng hạn như cụm bị di động ngay sau khi đặt đúng vị trí. Dĩ nhiên, điều này không phải do gió, nhưng nó đi như gió và nói chuyện giống như gió, vì vậy chúng ta phải chờ mọi việc ổn định trước khi có thể đo tốt. Ngoài trời, gió có thể di chuyển loa, trong trường hợp đó, giải pháp là phải bảo vệ nó thật nhanh (an toàn, không phải dữ liệu phase).

3.2.8.4 Khúc xạ -- Refraction

Khúc xạ âm thanh, cũng giống như ánh sáng, là sự uốn đường truyền âm thanh đi qua nhiều lớp môi trường (Hình 3.12). Việc này chỉ ảnh hưởng đáng kể đến những ứng dụng ngoài trời có quy mô lớn. Tốc độ âm thanh thay đổi theo những lớp nhiệt trong bầu khí quyển. Mô hình khí quyển bình thường là không khí lạnh nằm trên không khí ấm (tức là không khí chậm trên không khí nhanh). Việc này tạo ra độ uốn cong, tỷ lệ với sự khác biệt về tốc độ. Nóng nằm trên lạnh, gọi là lớp đảo ngược, uốn cong âm thanh xuống. Xem xét còi xe lửa ở xa, thường nghe thấy mờ nhạt hơn nó ở gần, bởi có sự đảo ngược. Không phải kỹ sư đang thổi âm thanh mạnh lên. Đôi khi show ca nhạc ngoài trời quy mô lớn có thể gặp phải việc biến mất âm thanh rất bí ẩn, và nó lại đổ bộ bất ngờ xuống lảng giềng không thân thiện.

3.2.8.5 Hiệu ứng Kết hợp -- Combined Effects

Rất khó xác định tác động độc lập của yếu tố này trong lĩnh vực. Sự thay đổi nhiệt độ thường kết hợp với thay đổi độ ẩm. Cũng không cần làm chính xác như vậy. Chúng ta không thể làm gì nhiều về việc thay đổi của gió, nhưng tác động của nhiệt độ và độ ẩm vẫn đủ ổn định để có thể khắc phục. Vì diễn ra

Truyền dẫn

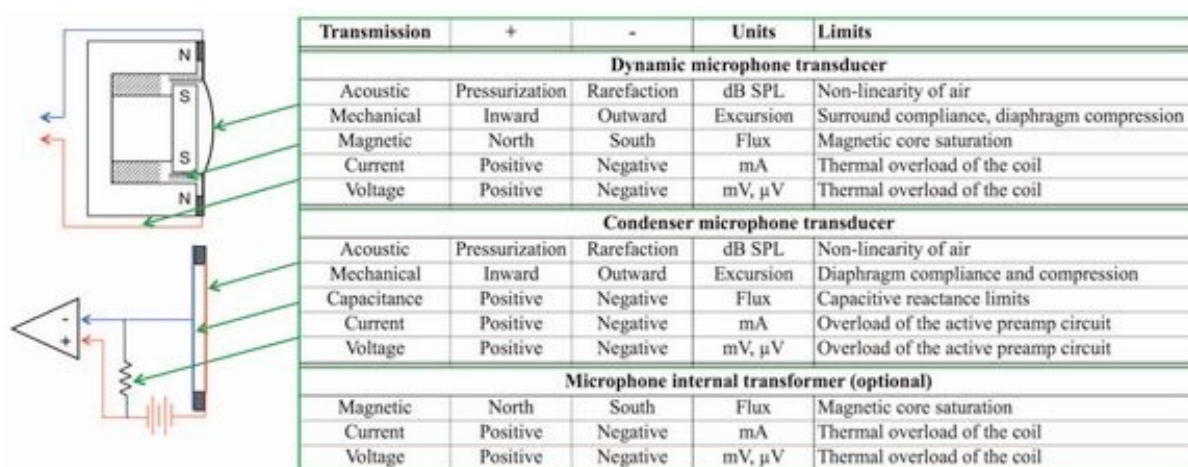
thay đổi đáp ứng gần như trong vùng VHF hoàn toàn, tác động của nó là một trong nhiều cách để xác định bằng bộ phân tích hay bằng tai tốt nhất. Giải pháp nào cũng như nhau, bất kể nguyên nhân nào.

3.3 Truyền dẫn âm thanh sang analog điện tử -- Acoustic to Analog Electronic Transmission

Chúng ta ngắt truyền động này bằng cách chèn micro vào đường dẫn để nắm bắt dạng sóng và đổi nó thành dạng điện tử. Bây giờ, chúng ta tập trung vào việc chuyển âm thanh sang điện.

3.3.1 Chuyển đổi: âm thanh sang điện tử -- Transduction: acoustic to electronic

Transduction là chuyển đổi phương tiện. Hệ số chuyển đổi âm/điện là độ nhạy, được cho là điện thế output của mạch hở mV/Pa. Pascal (Pa) là đơn vị áp suất, số đo trên diện tích bề mặt (newton/mét vuông). Dịch sang thế giới âm thanh: 94dB SPL. Đó là điểm tham khảo thực hành hơn 0dB SPL, rất đơn giản, chúng ta có thể tạo ra và đo nó dễ dàng. Bộ định cỡ micro tiêu chuẩn (điện thoại piston) tạo ra sóng sine 1kHz ở 1.0Pa hay 10Pa (94 và 114dB SPL tương ứng).



Hình 3.13 Tham chiếu micro chuyển đổi

Độ nhạy thiết lập phạm vi hoạt động âm/điện cho micro (Hình 3.13). Điện thế output tối đa không thể vượt quá giới hạn mức line (10V RMS) và hầu hết micro sẽ làm phẳng màng chắn và/hay thủng vào thành phần điện tử của nó trước đó rất lâu. Micro giả định (mức tối đa là 1V, độ nhạy giải động 1V/Pa và 120dB) có thể hoạt động từ 94dB SPL đến -26dB SPL. Chúng ta ít xử dụng micro như vậy, nhưng có thể thấy khuynh hướng này. Hãy bước xuống độ nhạy 20dB để tìm ra mức thật tế: 100mV/Pa (114dB SPL đến -6dB SPL), 10mV (134dB SPL đến +14dB SPL) và 1mV/Pa (154 dB SPL đến +34dB SPL). Bố trí micro rất phù hợp với độ nhạy thấp, cũng như việc thu âm phóng hỏa tiễn và bắn súng. Nâng cao độ nhạy giới hạn để theo dõi nguồn có SPL cực đại nhưng có điện thế hoạt động tốt cho những điều đã biết hơn (ít cần gain, miễn dịch tạp âm tốt hơn). Micro đo tối ưu hóa hệ thống nên xử lý đỉnh peak khoảng 130-140dB SPL và thường giảm từ 2.5mV đến 30mV/Pa.

Vài micro sẽ đi qua bộ chuyển đổi (transduction) bổ sung trước khi rời khỏi chassis: biến thể nội bộ. Bộ biến thể là sự chuyển tiếp giữa vỏ bọc điện tử hay giai đoạn input và giai đoạn input của mixer. Bộ biến thể sẽ giảm điện thế (tăng cường độ), giảm trở kháng nguồn của micro vào preamp. Ưu điểm chính của bộ biến thể nội bộ là khả năng truyền trên đường dây dài hơn, tỷ lệ từ chối chế độ chung thấp hơn (CMRR) và khả năng điều khiển trở kháng input thấp hơn phiên bản không có biến thể. Những khuyết điểm là giảm độ nhạy, tăng méo dạng, dịch phase và biến đáp ứng tần số. Khuynh hướng trong ngành giảm thiểu chiều dài

Chương 3

cable microphone chạy đến preamps và bộ chia gần sân khấu. Do đó ưu điểm chính của biến thể micro (đường dài) lại làm giảm ứng dụng thật tế.

3.3.2 Z thấp đến Z cao: bộ biến áp lực

Chúng ta đã thảo luận trước đây về bộ theo dõi áp lực: nguồn âm thanh Z thấp truyền cho bộ nhận Z cao. Áp dụng nguyên tắc tương tự cho micro và tai. Lắp đầy phòng với micro, PA không tải xuống. Hãy tạm thời xem xét lý do tại sao micro và những đối tác của âm thanh, loa, có quan điểm công suất khác nhau. Xem xét cách chúng ta không cần micro 2 hay 3 way nhưng loa rất cần điều này hoàn toàn. Sự khác biệt là loa phát ra công suất và micro chỉ cần cảm nhận nó. Nó là, nghĩa đen hoàn toàn, cùng đi xe chung. Phép so sánh với nước: Nó đòi hỏi rất ít năng lượng để làm người đang bơi trôi lên hụp xuống như có sóng lớn, nhưng nó đã lấy động cơ của cái tàu lớn để tạo ra nó.

Nhớ lại, công suất âm thanh (tính bằng watt) là SPL trên diện tích bề mặt. Diện tích bề mặt của màng chắn micro nhỏ đến mức vô nghĩa, mạch giả lập micro như thiết bị truyền tải năng lượng, mặc dù chỉ về mặt kỹ thuật. Chúng ta bắt chước nó đơn giản hơn, như bộ chuyển áp suất. Sự chuyển động cơ học, tạo ra bởi sóng áp suất sẽ chuyển thành điện năng, mà trước tiên chúng ta thấy điện thế và dòng điện tại vài trở kháng điện nhất định. Chúng ta không cần phải xem xét điện năng của tín hiệu output micro, miễn là input preamp có thể nhận được nó ở trở kháng đủ cao để theo dõi điện thế dạng sóng chính xác.

Mức điện thế cho micro dynamic passive có thể thấp đến 1-100 microvolts. Micro condenser active có thể có preamp nội bộ để tăng tín hiệu trước khi chúng ta nhìn thấy nó. Mức độ khác mà chúng ta gặp phải ở đây rất lớn nên chúng ta phải sẵn sàng cho bất cứ chuyện gì. Đây là lý do tại sao giai đoạn input của console mix có khả năng tăng điện thế từ -20dB lên +70dB.

3.3.3 Giải động lực -- Dynamic range

Phát hiện giới hạn trên và dưới ở hai bên của sự chuyển đổi (transduction). Kích cỡ màng chắn đặt giới hạn dưới về mặt âm thanh: Màng lớn hơn có sần tạp âm thấp hơn (và giảm mờ rộng giải VHF). Giới hạn âm thanh giải trên là cơ học: lệch khi đi vòng quanh và phẳng và/hay vênh cho màng chắn.

Về mặt điện từ, chúng ta gặp phải sần tạp âm của linh kiện điện từ active và passive. Có thể xảy ra nhiễu điện từ (EMI) trong cuộn dây hay nam châm. Độ bão hòa từ đặt một giới hạn giải trên trong transduction đầu hay biến thể nội bộ thứ hai. Preamp active nội bộ cũng có tiềm năng giới hạn điện từ analog (đặc biệt là đơn vị có gain cao). Một pin hư sẽ làm giảm giới hạn giải trên khi điện thế rail sụp xuống.

3.4 Truyền dẫn điện từ analog đến điện từ analog Analog Electronic to Analog Electronic Transmission

Chúng ta bước vào thế giới của kết nối analog sang analog. Micro đến preamps, preamps đến mức độ line và mức độ line đến mức độ line. Có hai dạng chính: thiết bị đến thiết bị (bên ngoài) hay giai đoạn đến giai đoạn (nội bộ).

3.4.1 Lan truyền -- Propagation

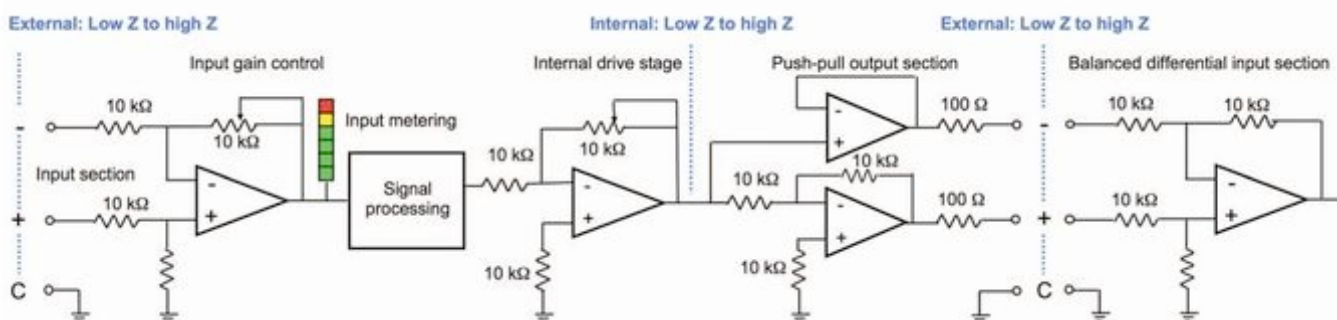
Dòng tín hiệu âm thanh yêu cầu phương tiện truyền đàn hồi. Kim loại dẫn điện có tính đàn hồi đối với điện từ, do đó là phương tiện thích hợp. Điện thế là thông số biên độ (cường độ) của dạng sóng. Phương tiện truyền dẫn điện từ phổ biến bao gồm dây kim loại, dây dẫn và jack nối bằng đồng, thép, nhôm, thiếc, bạc, vàng, chì v.v. Tốc độ truyền dẫn qua cable có vỏ bọc khoảng 2/3 tốc độ ánh sáng (khoảng 200.000 km/giây), nhanh hơn âm thanh 600,000 lần (0.33km/giây). Chúng ta có nên lo về độ trễ trong cable điện từ analog không? Phải mất 133km cable mới có độ trễ 1.5ms của bộ chuyển đổi A/D điển hình. Những đường dây analog dài đã tuyệt chủng một cách hiệu quả, đã thay thế bằng truyền digital từ lâu. Thời gian truyền giữa thiết bị điện từ analog có thể coi là không đáng kể.

Truyền dẫn

Analog điện tử không phải là phương tiện không bị hao hụt. Ngay cả chiều dài dây ngắn cũng bị hao hụt cũng như có vài ảnh hưởng đến đáp ứng tần số. Hao hụt tỷ lệ thuận với chiều dài cable và có thể giảm thiểu bằng cách đi dây tốt. Đường dẫn truyền cũng dễ bị xâm nhập tạp âm, có thể cho cả điện lẫn âm thanh đi vào tín hiệu.

3.4.2 Z thấp Z đến Z cao: Mạch lập điện thế -- Low Z to high Z: the voltage follower

Chúng ta xem lại khái niệm nguồn Z thấp và nhận Z cao trong môi trường điện tử (Hình 3.14). Mạch trung tâm topo truyền analog sang analog là mạch lập điện thế. Nguồn có đủ khả năng dự trữ cường độ (đây là chỗ thành phần năng lượng đi vào) để cung cấp điện thế dạng sóng cho bộ nhận. Trở kháng sai lệch là 1:10 (trở kháng nhận là $10 \times$ nguồn) hay tốt hơn là thực hành.



Hình 3.14 Mạch lập điện thế: Z thấp đến Z cao

3.4.2.1 Microphone đến Preamp Micro

Trở kháng nguồn dự kiến của micro là 150Ω đến 250Ω. Nó điều khiển input nằm trong giải 3kΩ, vượt quá tỷ số trở kháng 1:10. Thông số kỹ thuật của preamp micro đôi khi gây sai lầm bằng cách nói nó có input "250Ω" (điều này đề cập đến khả năng chấp nhận micro có trở kháng nguồn 250Ω). Nếu trở kháng input thật sự là 250Ω, sẽ có độ hao hụt tiếp xúc là 6dB.

3.4.2.2 Output line đến input line (Op-Amps)

Cấu hình điển hình là output 50Ω đến 150Ω khiến input từ 5kΩ đến 20kΩ. Thiết bị khiển điển hình là bộ khuếch đại vi sai (op-amp) có cấu hình cân bằng-balanced (push-pull). Op-amp là khối thiết kế mạch điện tử analog hiện đại, cấu hình bộ khuếch đại điện thế phổ biến để thực hiện nhiều chức năng như điều chỉnh gain, filter, delay v.v. Op-amp có gain điện thế gần như vô hạn, giữ dưới sự kiểm soát của tín hiệu quay trở lại input trong vòng lặp hồi tiếp âm (negative feedback loop). Xác định gain bằng tỷ lệ điện trở trong vòng lặp hồi tiếp và điều khiển input. Output của Op-amps có trở kháng thấp và từ input trở kháng cao đến cao cực kỳ. Điện trở chống đoản mạch trên output hạn chế cường độ và thiết lập trở kháng nguồn. Điện trở nối tiếp trên thiết bị op-amp nhận thiết lập trở kháng input. Đặc điểm input "10kΩ, 5kΩ balanced" có nghĩa mỗi chân của input balanced là 5kΩ.

3.4.2.3 Giai đoạn đến Giai đoạn nội bộ -- Internal Stage-To-Stage

Tín hiệu analog di chuyển tương tự như nhau giữa giai đoạn nội bộ, nhưng trong tầm kiểm soát, không đòi hỏi điện trở chống đoản mạch. Giai đoạn-giai đoạn nội bộ này dễ hơn phiên bản bên ngoài, nó phải sẵn sàng cho bất cứ cái gì ở thế giới bên ngoài có thể ném vào nó.