

PROFESSIONAL LIVE SOUND

GIÁO TRÌNH ÂM THANH CHUYÊN NGHIỆP

Tác giả: Hunter Stark
Tổng hợp và chuyển ngữ: Lê Tuyên Phúc



Sound & Lighting



Sound & Lighting

Giáo trình này được biên dịch, tổng hợp hầu hết từ cuốn sách Live Sound Reinforcement của tác giả Hunter Stark, một soundman nổi tiếng ở miền đông bắc Mỹ và cả thế giới vào thập niên 7, 80 của thế kỷ trước.

Lời tựa của Bob Bralove, một soundman cũng nổi tiếng không kém.

Trong buổi biểu diễn trực tiếp, công thức cho một chương trình lớn thực sự nằm ở sự kết hợp của nhiều yếu tố:

Rèn luyện, tự do, cảm hứng, chuẩn bị, khoa học và ma thuật kỳ diệu. Số lượng chính xác của mỗi cái có thể khác trong bất kỳ tác phẩm nhất định nào đó, nhưng nó là tất cả nhu cầu để thực hiện thành công và phải được tính thêm bởi tất cả người tham dự, đều là bộ phận của chương trình mà họ đang góp phần tạo nên.

Khi chương trình đang hoạt động, mọi sự biểu hiện đều phải rõ rệt và mạnh. Khi có tình huống đang chống lại, bạn phải nỗ lực để chỉ nghe chính mình, đừng để ý tới các thành viên khác trong khi biểu diễn, đang làm bực bội những nhạc sĩ hay nghệ sĩ, kỹ thuật viên và khán giả khác. Khoa học của pro-sound là một trong những yếu tố quan trọng nhất về sự kết hợp kỳ diệu. Nó là phương tiện mà người biểu diễn sử dụng để liên hệ ý tưởng của họ đến khán giả. Nếu không có nó, họ sẽ bị giáng cấp thành như tục ngữ: "Những cái cây bị ngã đổ trong rừng, nếu không có ai ở đó nghe nó, nó có tạo ra tiếng động (sound) không?"

Tôi đã dành phần lớn sự nghiệp âm nhạc để "dính chặt" đến pro-sound, chiến đấu với những vấn đề giữa monitor và FOH và cố gắng làm cho nhạc sĩ cảm thấy thân thiết với âm thanh của riêng mình và âm thanh của ban nhạc trong khi ông/cô ta đang đứng bên cạnh một chồng loa đang phát tán nhạc rock-and-roll vào đám đông 60.000 người. Tuy nhiên, tôi đã có vận may, trong quy trình kinh doanh âm nhạc, tôi đã có những cơ hội để làm việc với nhiều người giỏi nhất. Từng người trong đó đã cho tôi thấy tất cả những yếu tố về việc thực hiện nghiêm túc là cách chuẩn bị duy nhất cho tình huống khi ma thuật kỳ diệu xảy ra.

Một nghệ sĩ biểu diễn hiểu biết công nghệ nào là phù hợp cho âm thanh của mình luôn luôn tiến trước hơn những người chỉ biết thiết bị của mình và không có manh mối nào về cách thực hiện để đưa đến đám đông tốt nhất ra sao. Tương tự như vậy, nếu chuyên gia về pro-sound không hiểu được bản chất của sự kiện, người đó thường xuyên sẽ làm việc như trả bài tập thuộc lòng, thiếu nguồn cảm hứng và nghệ thuật. Đây không phải để nói, sự học tập để hiểu biết không thiết yếu. Nếu cảm nhận theo cách đó, tôi sẽ không viết lời tựa cho giáo trình này.

*Những điều trình bày ở đây cung cấp cho bạn kiến thức và hiểu biết về khoa học của pro-sound và nhu cầu từng bộ phận công cụ âm thanh của kỹ sư. Hiểu biết những gì bạn đang nói về nó, luôn làm cho nó dễ truyền đạt hơn. Đó là sự kết hợp của khoa học này với nghệ thuật lắng nghe và nhạy cảm với âm thanh để thành kỹ sư giỏi, dù trong tình huống live hay trong studio. Âm thanh không phải chỉ đơn thuần là chuyển đến cho khán giả mà người kỹ sư không được mảy mò, ngắt gián đoạn, hay tô điểm. Bất cứ ai cũng có thể mix được, nhưng không phải ai cũng có thể làm ra mix tốt. Tìm hiểu khoa học, ý tưởng, tiếp tục lắng nghe và thử nghiệm. Nói chuyện với diễn viên và tìm hiểu họ ưa thích cái gì trong loa monitor của họ. Nếu bạn muốn làm được điều gì mà họ yêu thích, không chỉ nhìn vào những nút vặn, hãy bỏ qua và lắng nghe. Nên nhớ, **kiến thức chỉ là bước khởi đầu.***

Bob Bralove

Giới thiệu

Trong những năm gần đây, sự tiến bộ trong kỹ thuật thu âm ở studio, sự cải tiến ấn tượng trong những hệ thống nghe nhạc dân dụng, sàng lọc ra tinh túy cho kỳ vọng của khán giả phổ biến, đã tạo ra nhiều nhu cầu trong lĩnh vực pro-sound, và là điều hầu như không thể tưởng tượng được trong vài thập kỷ trước đây. Yêu cầu hệ thống hiện nay phải đáp ứng để áp dụng không chỉ cho mức độ lớn có sẵn của nó, mà còn phải nhỏ gọn và hiệu suất cao nữa, nhưng có lẽ quan trọng nhất là âm thanh xuất ra phong phú, rõ rệt và trọn vẹn.

Chúng ta kỳ vọng cải thiện chất lượng âm thanh trong những hệ thống P.A khác nhau, từ những hệ thống xử dụng cho nhà thờ nhỏ, đám tiệc và buổi họp mặt đến những công trình đòi hỏi nhiều phức tạp ở những trung tâm vận chuyển lớn, đấu trường thể thao, diễn đàn công cộng, và trong



Sound & Lighting

những hệ thống khuếch đại âm nhạc khác nhau, từ những hệ thống “vali” cho ban nhạc cuối tuần đến hệ thống siêu công suất “portable” cho lưu diễn nhạc rock. Tóm lại, chúng ta phải thực hiện sao cho âm thanh tốt hơn và tốt nhất.

Phần lớn, để đáp ứng với nhu cầu này, hệ thống âm thanh hiện đại đã tiến hóa thành ra công cụ cực kỳ linh hoạt. Tuy nhiên, với tính linh hoạt của tất cả những công nghệ có sẵn, những tiến bộ trong ngành công nghiệp âm thanh đã đi nhanh đến mức khiến thức phổ thông giữa người mua và người xử dụng thiết bị có khuynh hướng thoát khỏi nhu cầu của họ. Sự thiếu thông tin toàn diện và dễ hiểu đôi khi có thể làm cho người mua hệ thống và người xử dụng bị thiệt thòi không chỉ trong việc đối phó với chính thiết bị, mà còn ở sự hiểu biết về những tác động như môi trường thính giác, nhân tố con người, và triển khai các giải pháp khả thi cho các vấn đề mà họ đã giới thiệu.

Thường bị đe dọa là danh tiếng và sinh kế của những người xử dụng hệ thống pro-sound. Một hệ thống bị thiết kế tồi hay vận hành không đúng cách có thể làm cho tài năng âm nhạc biểu diễn có vẻ kém hơn, hay làm giọng nói của người diễn thuyết bị mất từ và âm thanh không mạch lạc. Mặt khác, nếu hệ thống được thiết kế tốt và xử dụng hiệu quả, có thể làm giọng nói dễ nghe hay cho phép thông điệp của diễn giả sẽ gửi tới công chúng đúng theo khả năng thật sự của người đó. Tóm lại, hệ thống âm thanh có thể tạo sự khác biệt quan trọng giữa thất bại và thành công. .

Giáo trình này được viết để giúp thu hẹp sự thiếu hụt thông tin. Nó được thiết kế để cho phép nghiên cứu khá toàn diện cho những người muốn theo đuổi kiến thức tương đối chi tiết về pro-sound, cho cả học viên lẫn chuyên gia sẽ tìm thấy những kiến thức mà nhiều người cho là hữu ích. Nó cũng có nghĩa là phải dễ hiểu cho những người chỉ cần những thông tin cơ bản về cách hệ thống làm việc và cách xử dụng trong những tình huống thực tế ra sao. Phổ rộng đi cùng dẫn chứng bằng hình minh họa giúp độc giả có nhu cầu tập trung vào chi tiết cụ thể trong chủ đề rộng này.

Quan tâm đến việc trích dẫn và xử dụng số lượng tối thiểu về toán học cụ thể tối cần thiết để có sự thực tiễn và kiến thức khá về pro-sound. Cũng gọi ra nhiều lưu ý, cung cấp cho người đọc cơ sở là sẽ được áp dụng, dù cho nghệ thuật hiện đại vẫn tiếp tục thay đổi trong tương lai.

Hunter Stark 2008.

Ghi chú:

Giáo trình này được viết bởi một soundman, dân kỹ thuật, không phải là nhà văn. Bởi thế, văn phong trong giáo trình này hơi lộn xộn, có quá nhiều tính từ kèm theo có lẽ không cần thiết lắm. Tôi chuyển ngữ cũng vậy, cũng là tay ngang nên trong này chắc chắn sẽ có những khuyết điểm không đáng. Tôi tôn trọng tác giả, cố gắng dịch sát từ trước, thoát ý sau, cốt sao cho các bạn hiểu những vấn đề kỹ thuật quan trọng là được.

Vài chương đầu, tôi dịch những từ tiếng Anh sang tiếng Việt một cách tương đối, nhưng có thêm chú thích tiếng Anh. Vì có nhiều từ hay thuật ngữ chưa có trong tự điển VN, nếu ráng dịch sẽ thành ra gượng gạo, nên chỉ cần các bạn hiểu được nội dung. Những chương sau, những thuật ngữ về kỹ thuật quan trọng, tôi đổi sang viết hoàn toàn bằng tiếng Anh. Những thuật ngữ này là từ quốc tế (nhất là những từ in *ngghiêng*), các bạn nên cố gắng thuộc lòng, vì trong tương lai, có thể bạn phải giao tiếp với đồng nghiệp ngoại quốc, bạn sẽ không bị bở ngỡ. Trước mắt, bạn sẽ đọc và hiểu được những từ này trong bất kỳ tài liệu kỹ thuật nào mà bạn đang hay sắp có (có thể tôi sẽ bổ sung cho các bạn rất nhiều tài liệu bổ sung cao cấp hơn, nhưng bằng tiếng Anh, các bạn sẽ dễ hiểu hơn khi nghiên cứu xong giáo trình này).

Cuối cùng, vì chưa được phép của tác giả, giáo trình này chỉ lưu hành trong nội bộ, xin các bạn hãy khoan phổ biến rộng rãi, một phần là lợi ích của chính bạn.

Lê Tuyên Phúc, biên dịch, chuyển ngữ (<http://soundlightingvn.com>).



PHẦN MỘT: Những nguyên tắc cơ bản

CHƯƠNG 1

Hệ thống cơ bản

Khái niệm về nguyên tắc cơ bản của hệ thống

Micro và những cảm biến đầu vào khác

Mixer và phụ kiện liên quan

Equalizers

Amplifiers

Speaker (Loa)

Crossovers

Quan điểm về hệ thống thiết thực

Môi trường Âm học

Yếu tố con người

CHƯƠNG 2

Bản chất của âm thanh

Sóng âm thanh

Tốc độ của âm thanh

Biên độ

Tần số

Bước sóng

Sóng Sin

Cộng hưởng

Âm phổ

Phase và sự can thiệp

Những dạng sóng phức tạp

CHƯƠNG 3

Bản chất của thính giác

Tai

Decibel



Sound & Lighting

Trình tự của thính giác
Sự nhận thức về cường độ
Nhận thức về Hướng
Nhịp và sự khác biệt âm sắc
Sự mất tích nốt nhạc gốc
Sự sai lệch các tần số / độ lớn
Môi trường nghe
Hiệu ứng thứ bậc

CHƯƠNG 4

Đo lường âm thanh, Thuật ngữ và khái niệm

Đáp ứng tần số
Luật bình phương nghịch đảo
Sự suy giảm tần số cao trong không khí
Đo điện cơ bản
Áp lực và công suất
Trở kháng đầu ra (Nguồn) và trở kháng đầu vào (Tải)
Giá trị RMS
Đơn vị âm lượng
Cấp độ lớn
Decibel
dB SPL
dBu
dBm
dBV và dBv
Cấu trúc gain cơ bản
Sự sai, méo giọng (Distortion)



PHẦN HAI: Thiết bị: Loại thiết kế và xử dụng

CHƯƠNG 5

Microphones

Loại thiết kế

Mô hình định hướng căn bản

Hiệu ứng gần

Xử dụng thực tế của mô hình định hướng

Giải tần và đáp tuyến

Xử dụng Micro Tổng quát

Mạch điện micro cân bằng và không cân bằng

Trở kháng của microphone

Nghiên cứu các mạch khác (micro condenser)

Độ nhạy

Độ méo

Nghiên cứu micro không dây

CHƯƠNG 6

Equalizers

Những loại thiết kế cơ bản

EQ thềm

EQ Đỉnh, Nhúng

Switchable Cut / High Pass and Low Pass

EQ hai, ba, bốn way điển hình

Switchable-Frequency and Sweepable-Frequency

EQ Graphic và những bộ lọc đa band khác

EQ Tham số

Cách xử dụng tổng quát EQ để điều khiển âm sắc

Cách xử dụng tổng quát EQ để kiểm soát tiếng hú

CHƯƠNG 7



Sound & Lighting

Mixer

Chức năng cơ bản của Mixer

Bộ suy giảm input

Onboard EQ

Output phụ (Gởi đi)

Input phụ, hiệu ứng return

Nhiệm vụ của pan và submaster

Meter, PFL, Solo

Hoàn tất cấu trúc gain khả thi

CHƯƠNG 8

Những bộ xử lý và hiệu ứng tín hiệu khác

Compressor và Limiters

Noise Gates và Downward

Expanders

Delay / Echo và Reverb Units

Bộ kích thích tai nghe (Exciter)

CHƯƠNG 9

Loa và Crossovers

Thiết kế cơ bản

Thùng loa cơ bản

Loa horn cơ bản

Loa horn tần số thấp

Crossover, Khái niệm cơ bản

Crossovers, cách xử dụng cơ bản

Mô hình kiểm soát phát tán và hướng.

Thiết kế horn mid /high Đáp tuyến và năng lượng đầu ra của tần số Mid-/High

Cone Driver tần số low và low-mid

Horn tần số thấp và thùng loa (tiếp theo).

Xử dụng thực tế mô hình định hướng của thiết bị



CHƯƠNG 10

Bộ khuếch đại công suất và những quan điểm về trở kháng

PHẦN BA: Hệ thống: Thiết kế và xử dụng

CHƯƠNG 11

Đại cương về hệ thống

Những cân nhắc

Đánh giá tổng quát yêu cầu của hệ thống.

Lựa chọn thiết bị (Đại Cương)

Hệ thống loa đơn so với loa đôi.

Hệ thống phân phối.

Xem xét mạch cơ bản.

Môi trường

CHƯƠNG 12

Âm thanh hội nghị.

CHƯƠNG 13

Hệ thống ca nhạc

Yêu cầu chung

Bố trí micro cho ca sĩ

Bố trí micro cho nhạc cụ

Bố trí micro cho trống và bộ gõ

Input trực tiếp.

CHƯƠNG 14

Xem xét chung

CHƯƠNG 15

Hệ thống monitor

CHƯƠNG 16



Sound & Lighting

Hệ thống dây dẫn

Tổng cân nhắc

Hệ thống tiếp đất

CHƯƠNG 17

Kỹ sư như nghệ sĩ

Nguyên tắc chung

Diễn thuyết và giọng nói (voice) trong âm nhạc

Nhạc cụ Bass

Nhạc cụ treble

Trống (drum)

Những vấn đề cơ bản về EQ

Tổ chức một Mix

Chú giải



Sound & Lighting

PHẦN MỘT
Những nguyên tắc cơ bản
Basic Principles



CHƯƠNG 1

Âm thanh chuyên nghiệp Pro-Sound

Hệ thống cơ bản System Basics

Khuếch đại âm thanh và truyền tải nó, sao cho tai của khán giả cảm thấy thú vị và hiệu quả, gọi đơn giản là hoàn thiện âm thanh (sound reinforcement - khó dịch nghĩa - tạm dịch là pro-sound-ND), là nhiệm vụ cơ bản nhất trong tất cả lĩnh vực âm thanh khác nhau. Nhưng ở khía cạnh khác, trong thực tế, nó là một trong những việc sẽ thực hiện gian nan nhất.

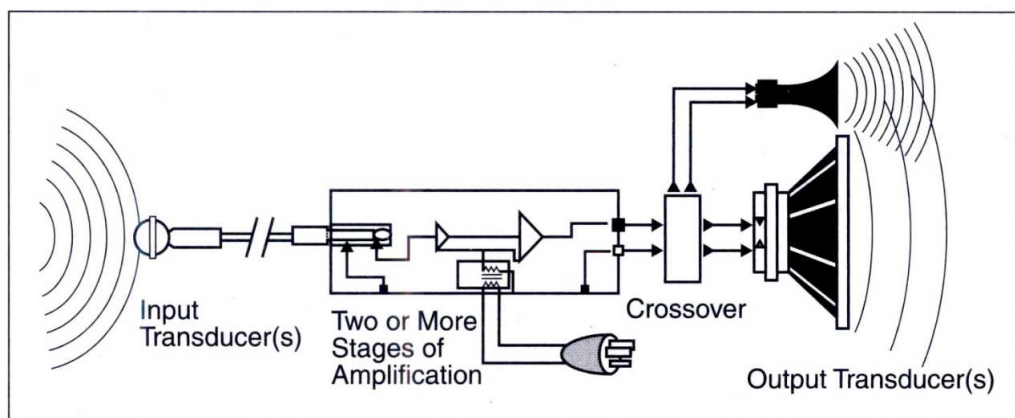
Khái niệm về nguyên tắc cơ bản của hệ thống

Trước hết, có vài vấn đề rất cơ bản mà có lẽ các bạn trước đây không quen thuộc lắm. Hình 1.1 cho thấy sơ đồ hệ thống âm thanh cơ bản nhất, bao gồm hai bộ chuyển đổi và bộ khuếch đại (amplifier) đơn giản. Bộ chuyển đổi (transducer) là bất kỳ thiết bị nào có thể thay đổi năng lượng nhận được bằng loại năng lượng khác.

Microphone sẽ thay đổi sóng âm thanh (acoustical energy-âm năng) thành tín hiệu âm thanh (electrical energy-điện năng) tương đương, dĩ nhiên một cái loa, sẽ chuyển đổi tín hiệu âm thanh thành sóng âm thanh. Đầu đọc (playback head) của một máy thu âm (tape recorder) hay cảm biến (sensor) của máy nghe nhạc CD, hay trong những thiết bị khác, cũng thuộc vào loại chuyển đổi, cung cấp tín hiệu điện âm thanh có thể đưa vào đầu vào (*in-put*) của hệ thống âm thanh.

Hình 1.1

Hệ thống
pro-sound
cơ bản .



Amplifier (bộ khuếch đại) cho ra phiên bản của tín hiệu điện (electric signal) (về kỹ thuật, cũng không nhất thiết cần phải mạnh hơn bản sao của chính nó). Sau cùng, sẽ đưa tín hiệu điện mạnh nhất vào để điều khiển loa (speaker driver). Điều này được thực hiện trong nhiều giai đoạn, mỗi giai đoạn bao gồm một hay nhiều bộ khuếch đại ở từng thành phần/thiết bị (trong hệ thống đơn giản, có thể tích hợp những cái này vào một chassis (vỏ máy)). Sự gia tăng cường độ tín hiệu, gọi là *gain* (độ lợi), có thể lớn bằng 1,000,000.000 hay hơn nhiều lần tín hiệu in-put.

Theo ý nghĩa đó, có thể dùng mỗi thành phần trong hệ thống cơ bản để tạo ra những phiên bản tín hiệu nhận được giống hệt hay gần đúng. Bộ chuyển đổi (Transducer) thực hiện điều này bằng phương pháp đặc biệt, chuyển từ loại năng lượng này sang loại khác (như từ âm thanh sang tín hiệu điện hay ngược lại). Amplifier xuất ra nhiều tín hiệu ở đầu ra (out-put), năng lượng được cung cấp bởi nguồn điện riêng biệt, lấy từ nguồn điện tiêu chuẩn (CB, ổ cắm v.v). Tín hiệu input được xử dụng làm hướng dẫn để cho ra những tín hiệu out-put chính xác hơn.

Tùy nhu cầu, hệ thống âm thanh thường được thiết kế để đối phó với tín hiệu âm thanh bằng nhiều cách khác nhau, ngoài việc kiểm soát biên độ (volume / gain / fader). Sau khi âm thanh được chuyển đổi thành tín hiệu điện tương đương, có thể có nhiều cách, nó có thể bị trộn lẫn (mixed), định hình lại (reshaped), chia ra (split) và nhiều chức năng khác. Những chức năng bổ sung khác thường gọi là xử lý tín hiệu (signal processing).

Khi dùng nhiều micro và/hay nhiều loại nguồn âm thanh khác, sẽ xử dụng thiết bị trộn âm thanh (audio-mixer), audio-mixer có thể xử lý từng kênh đầu vào (input channel), trộn những tín hiệu này lại và cho ra một hay nhiều tín hiệu đầu ra (output signal). Mixer thông thường cũng có vài chức năng khác để xử lý và định tuyến (re-route) lại những tín hiệu do nó điều khiển. Equalizers đơn giản chỉ có vài chức năng như điều khiển âm sắc, hay có thể chia nhỏ ra để kiểm soát vài tần số dao động hẹp hơn, từ âm trầm (bass) sâu nhất tới âm bổng (treble) cao nhất. Một hệ thống tiêu biểu có thể bổ sung sự cân bằng âm sắc bằng một hay nhiều thiết bị riêng biệt (phía ngoài-outboard), việc xử dụng những thiết bị hiệu ứng (effect) để xử lý âm thanh, hay copy thêm tín hiệu đưa đến loa bổ sung nhằm cho phép người nói (talker) hay người biểu diễn tự kiểm tra chính họ, nghĩa đen gọi là monitor (giám sát).

Thông thường, nhiều và đôi khi, tất cả giai đoạn cần cho sự khuếch đại, xử lý tín hiệu, và chức năng trộn (mix) sẽ kết hợp trong một thùng máy (chassis), loại thiết bị này thường dùng cho những ứng dụng tương đối cơ bản. Ngoài những ứng dụng cơ bản, hệ thống hiện đại thường bao gồm từ nhiều thành phần tương tác đó, trong giới hạn nhất định, nhưng khi cần, nó có thể kết nối lại với nhau.

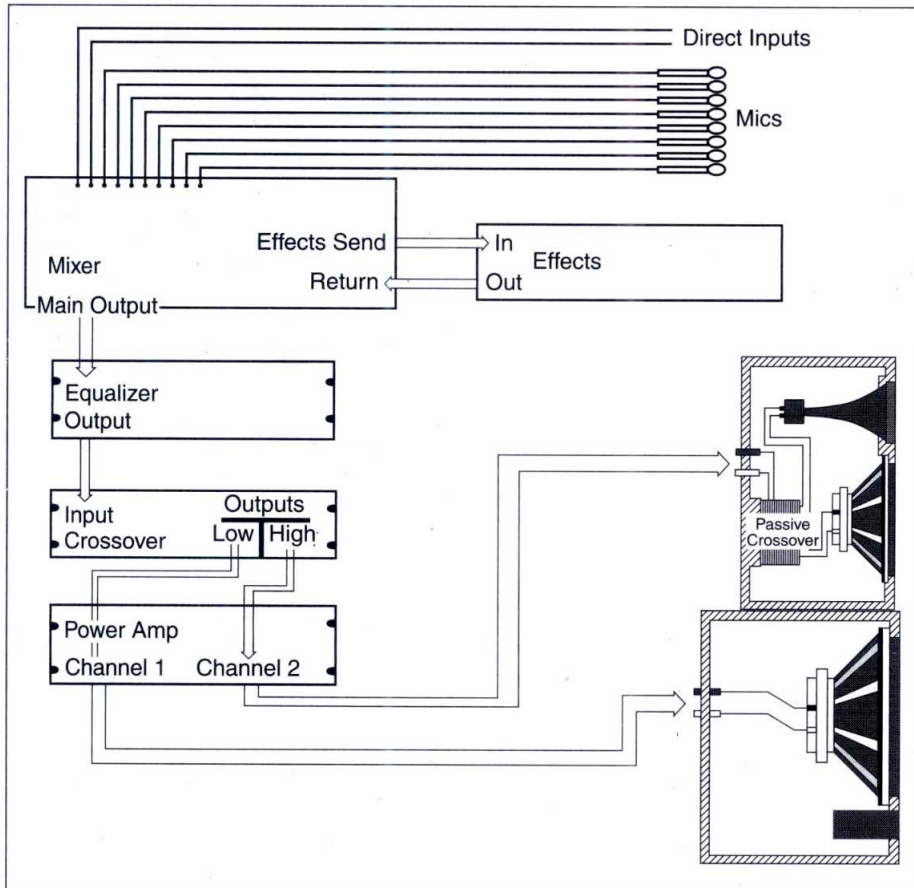
Micro và những cảm biến đầu vào khác

Microphones, cung cấp tín hiệu in-put cho hệ thống âm thanh, đóng vai trò rất chiến lược trong việc xác định chất lượng của những âm thanh mà cuối cùng sẽ được loa phân phối.

Xử dụng micro cho hiệu quả được nhiều kỹ sư âm thanh coi là bước quan trọng nhất trong việc cho ra âm thanh chất lượng cao.

Micro là thiết bị đầu tiên rất thiết yếu trong việc định hình chất lượng âm sắc của âm thanh khi nó đi vào hệ thống. Xử dụng micro với chất lượng âm sắc thích hợp liên quan đến (tần số đáp ứng-đáp tần) đặc điểm có thể đơn giản hóa quy trình equalizing (cân bằng) và mixing, đặc biệt trong hệ thống biểu diễn âm nhạc. (Đáp ứng tần số (Frequency response) sẽ nói đến trong chương 4. Thuật ngữ "tần số", cùng với những điều khoản âm thanh cơ bản, sẽ giải thích tường tận trong chương 2). Sự định hướng của microphone, khi xử dụng nhanh trí, có thể làm nguồn âm thanh cho ra hiệu quả tốt nhất (Hình 1.3). Cũng vì thế, nó cũng có thể giúp giảm thiểu những loại âm thanh không muốn có, bao gồm cả những âm thanh out-put của chính nó (được gọi là phản hồi (hú, *feedback*)).





Hình 1.2

Bố trí hệ thống âm thanh cơ bản.

Trong hình là cấu hình cơ bản đường dẫn tín hiệu của một hệ thống âm thanh,

Ở đây chưa nói tới cách cài đặt (thiết lập-setup) hệ thống monitor.

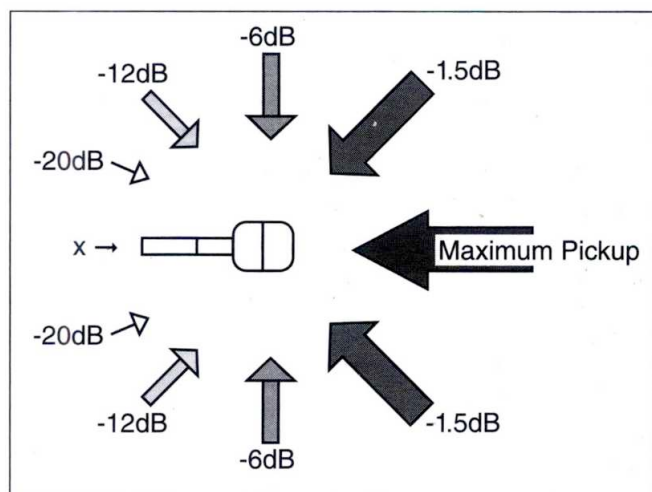
Hệ thống lớn hơn có thể sẽ bao gồm bộ giới hạn (limiter) và những thiết bị xử lý tín hiệu khác hơn nữa, sẽ giới thiệu trong chương 8.

Hình 1.3

Hướng tiếp nhận âm thanh của microphone.

Ở đây, mũi tên dày hơn hiển thị hướng đến của các loại âm thanh. Hình này thể hiện loại micro cardioid, tên gọi này là vì loại này thay đổi hình biểu diễn giống trái tim trên các đồ thị được thể hiện trong chương 5.

Một trong những loại này, còn gọi là loại đơn hướng (uni-directional), rất hữu ích trong việc giảm thu nhận các âm thanh không muốn có khi xử dụng chính xác. (Loại này, dĩ nhiên là ba chiều, do đó, xoay micro nhưng không thay đổi hướng mặt trước của nó (front-to-back), sẽ không ảnh hưởng tới âm thanh của tín hiệu thu được).



Contact pickup (tên gọi chung của những thiết bị thu nhận sóng âm thanh), được dùng chủ yếu cho các nhạc cụ không dùng điện (acoustic instrument), là một loại input transducer. Tín hiệu của *magnetic pickup* (như của guitar bass điện) và tín hiệu từ những nguồn điện tử khác, chẳng hạn như keyboard hiện đại và bộ xử lý guitar (guitar processor), trực tiếp đưa vào hệ thống âm thanh, *còn gọi là tiêm trực tiếp (direct injection)*. Vấn đề này được tiếp tục mô tả trong chương 13 và 16. Nhạc cụ như guitar điện có thể đưa vào trực tiếp hay qua micro, tùy theo có ampli guitar hay không, chính nó đóng một vai trò quan trọng cho chất lượng âm thanh.

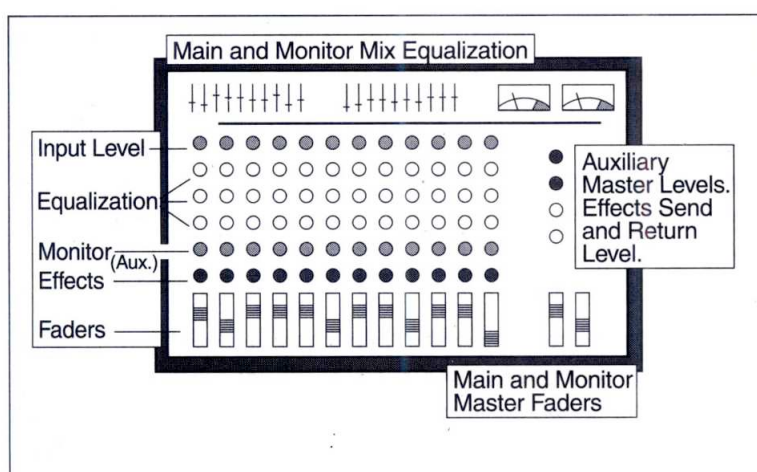
Những nguồn âm thanh input khác bao gồm hệ thống playback như tape-deck, đĩa CD, hay những ứng dụng đặc biệt hơn như videotape hay film sound track. Những nguồn như vậy sẽ mô tả trong chương 16.

Mixer và những phụ kiện liên quan

Ngoài chức năng cơ bản là trộn (mix) những tín hiệu input khác nhau rồi tạo thành tín hiệu ở output, mixer được thiết kế để thực hiện vài chức năng xử lý tín hiệu khác.

Mixer, rất đa năng, nhưng trong những ứng dụng cơ bản nhất, thường cho phép điều chỉnh tín hiệu ở nhiều giai đoạn, tận dụng tối ưu những mạch điện của hệ thống. Có thể thêm những thiết bị bổ sung bên ngoài để tự động điều hòa (regulate) mức độ tín hiệu (signal level) tối đa và/hay tối thiểu, gọi là compressor, limiter, và gate (sẽ mô tả trong chương 8).

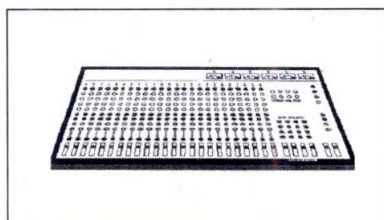
Ngoài việc cung cấp thêm vài loại điều chỉnh âm sắc (EQ) trên mỗi input channel riêng biệt (xem hình 1.4), nhiều thiết kế của mixer cũng có thêm bộ EQ cho phần tín hiệu output khá tốt.



Hình 1.4

Bố cục cơ bản của mixer.

Mixer, loại 12 chls và ít hơn, thiết kế cơ bản (có graphic EQ) được bán trên thị trường có 2 loại, có và không kèm amplifier. Tất cả loại thiết kế này dĩ nhiên khá tiện dụng cho những ứng dụng đơn giản, đặc biệt là dễ cơ động. Tương đối rẻ tiền và dễ điều khiển, bù lại bị giảm tính linh hoạt. Nếu có điều kiện, nên sử dụng thêm những thiết bị như EQ, amplifier, crossover, limiter v.v.



(Mixer cơ bản thường sử dụng faders output đôi và ngay cả graphic EQ, chung cho cả hai bên left và right trong hệ thống stereo (âm thanh nổi), những chi tiết phức tạp hơn sẽ mô tả trong chương 7 và trong suốt phần III).

Đại đa số mixer cho phép chia tín hiệu thành nhiều đường dẫn điện tử riêng biệt, có thể bổ sung bất kỳ hiệu ứng nào đã thiết kế để cải thiện hay điều chỉnh những tín hiệu âm thanh output cho tốt hơn. Công nghệ hiện đại cần những thiết bị như vậy, cho cả hai: thật tế lẫn sáng tạo.

Tín hiệu đã chỉnh sửa sau đó quay lại (return) và đi tới một input bổ sung để thành một phần của sự pha trộn (hỗn hợp). (Đây là loại tín hiệu bổ sung, còn gọi là vòng lặp hiệu ứng (*effects loop*) hay vòng lặp phụ (*auxiliary loop*)).

Có thể gởi (send) bản sao tín hiệu đã điều chỉnh riêng biệt đến bộ khuếch đại công suất bổ sung và đưa ra loa monitor (thường gọi là *foldback*, nhưng hiện nay thường gọi đơn giản là *stage monitoring*). Đây là chức năng mà tất cả những mixer cơ bản nhất đều có. Trong hệ thống cao cấp, sẽ sử dụng mixer chuyên biệt khác đúng với mục đích là mix những âm thanh đó cho monitor.

Trong số những tính năng cơ bản khác, có thể thiết kế mixer có nhiều out-put, cho phép gửi tín hiệu đến nhiều điểm khác nhau, như in-put của multitrack tape recorder. Submasters, nếu có, có thể cho phép soundman (soundperson) phân chia thành nhiều loại theo ý muốn và kiểm soát nó trong những nhóm (group) (những chức năng mix khác sẽ mô tả trong chương 7).

Như đã nêu trước đây, chức năng bổ sung thường bao gồm trong cùng một thùng máy (chassis). Thiết bị tốt nhất là mixer kèm thêm graphic EQ và ampli để đưa thẳng ra loa (thường gọi là *mixer/amplifier* hay *powered mixer*). Vài thiết bị hiện đang sản xuất cũng bao gồm nhiều tính năng như tích hợp thêm những hiệu ứng reverb kỹ thuật số (built-in digital reverb).

Equalizers

Thuật ngữ *equalization* vốn được áp dụng cho quy trình bù sự thiếu hụt điện tử trong một thiết bị hay hệ thống để tái tạo âm thanh hay tín hiệu âm thanh thật chính xác. Nói chung, thuật ngữ này (viết tắt là *EQ*) áp dụng cho bất kỳ sự thay đổi đáp tần có chủ ý nào, bao gồm sự kiểm soát âm sắc, cho dù lý do là thật tế hay sáng tạo.

Như đã đề cập, mixer cung cấp khả năng cân bằng những channel độc lập (gọi là *onboard EQ*). EQ onboard thường cho phép kiểm soát 2 - 4 dải âm sắc trong toàn bộ dải tần nghe được. Thí dụ, EQ 3 band sẽ cho phép tăng hay giảm tần số bass, tần số mid và tần số treble. Phổ biến hơn, mixer cung cấp *EQ switchable*, cho phép người điều khiển lựa chọn giữa hai hay nhiều dải tần số cố định trên một nút vặn (knob) nào đó, hay *sweepable* cho phép người điều khiển (operator) chọn dải tần sẽ bị ảnh hưởng dần dần. Mixer đa năng có EQ tham số (parametric), cho phép kiểm soát ba tham số quan trọng của quy trình này. (Những dạng thức EQ cơ bản sẽ mô tả trong chương 6).

Hệ thống công suất cao (high-power) hay chất lượng cao (high-quality) bắt buộc phải điều chỉnh nhiều dải âm sắc bị chia nhỏ (divided tonal ranges), còn gọi là band thật chính xác. Dạng thức EQ rời ngoài (outboard) phổ biến nhất là EQ graphic, mặc dù nhiều loại khác sử dụng cũng vẫn khá tốt. Hiện tại, EQ đang sản xuất có thể điều chỉnh riêng biệt hơn 45 mảnh chia âm thanh trong dải tần con người nghe được (vài thiết bị cao cấp có thể chia ra nhiều hơn).

Những loại khác cho phép người vận hành nhắm chính xác vào những âm tần tương đối cần thiết cho một ứng dụng cụ thể. Ứng dụng thật tế của loại EQ chia nhỏ này có thể để bù đắp cho những bất thường của micro, loa và âm thanh trong nhà, dùng óc sáng tạo để thay đổi âm thanh, giọng hát (vocal) hay nhạc cụ, hay giúp loại bỏ những tiếng hú (feedback) khó chịu cho người biểu diễn và diễn giả.

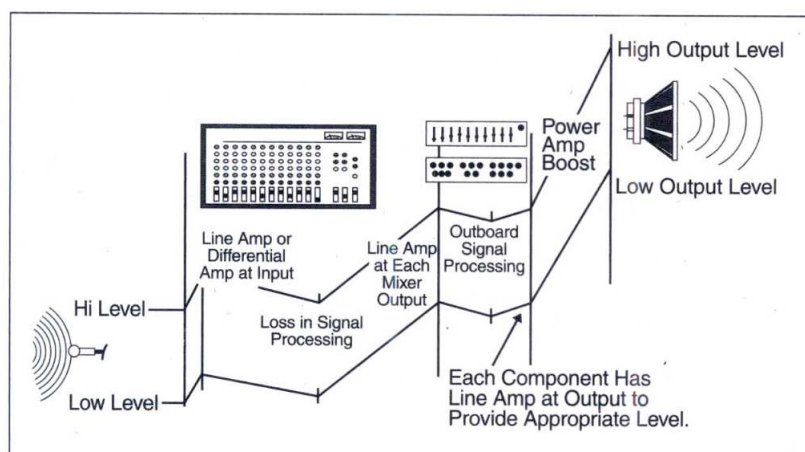
Amplifiers

Chức năng cơ bản của bộ khuếch đại (amplifier), là tạo ra bản sao của tín hiệu. Không giống như micro (trong đó đáp tần khác nhau là ưu điểm rõ ràng) và bộ EQ (cho phép thay đổi đáp tần), nhiệm vụ của bộ khuếch đại là làm ra một tín hiệu sao chép sự thay đổi tốt nhất của tín hiệu in-put thật chính xác. Công suất của tín hiệu có thể tăng lên, nhưng tốt nhất là điểm thiết yếu (âm thanh của nó) không bị thay đổi.

Amplifier thường dùng trong thiết kế của những hệ thống và thiết bị (component) âm thanh ở mọi tiếp giáp quan trọng tại vô số những mạch điện của nó. Trong nhiều thiết bị như mixer và thiết bị xử lý tín hiệu khác, amplifier mức độ thấp (low level) có nhiệm vụ cô lập mạch điện với một mạch khác, do đó cho phép có mạch điện thực hiện chức năng xử lý tín hiệu nội bộ riêng. Amplifier cũng bù đắp khoản hao hụt cường độ của tín hiệu trong mạch. Thường gọi là *line amplifiers* hay *line drivers*. Mỗi thiết bị xử lý tín hiệu đều có một bộ *line amplifiers* nối với jack out-put, tạo ra những tín hiệu



output cung cấp dữ liệu in-put cho những thiết bị ampli kế tiếp qua hai dây nối. Cũng dùng những loại mạch khuếch đại ở mức thấp (low level amplifier) để kết hợp những bộ khuếch đại (combining amplifier), thật tế nó thực hiện chức năng mix trong một mixer (xem hình 1.5). Để tín hiệu âm thanh đã tạo ra có thể đi vào in-put của một thiết bị, tùy thuộc vào thiết kế của thiết bị đó, được xử lý qua bộ khuếch đại vi sai (differential amplifier). Nói chung, chúng ta không cần quan tâm đến việc này, ngoại trừ để biết nó đã tồn tại, và nó phải có khả năng sinh ra một tín hiệu chính xác, hợp lý, đầy đủ năng lượng, và những in-put, out-put đều phải tương thích với những thiết bị khác trong hệ thống. (Khả năng quản lý khả năng tương thích trong hầu hết trường hợp, nhưng sẽ bị giới hạn công suất tối đa, đặc biệt với những thiết bị rẻ tiền).

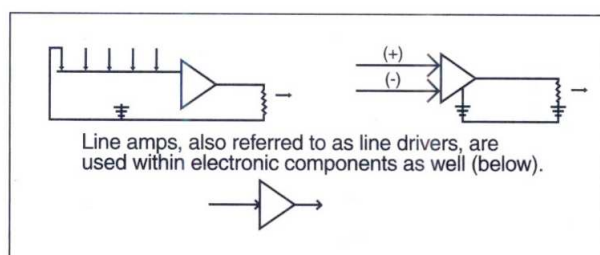


Hình 1.5

Những giai đoạn khuếch đại cơ bản trong hệ thống pro-sound.

Năng lượng hao hụt liên quan đến cả hai : bộ chuyển đổi in-put lẫn out-put, cũng như trong từng giai đoạn xử lý tín hiệu, được bù đắp bằng bộ khuếch đại bổ sung, âm thanh sẽ tăng lên ở giai đoạn out-put ra loa. Amplifier dùng cách phục vụ khác cho những mạch điện nội bộ của thiết bị.

Kết hợp nhiều bộ khuếch đại cho ra tổng hợp những tín hiệu độc lập.



Bộ khuếch đại vi sai (differential amplifier hay op-amp) dùng ở tầng in-put của nhiều thiết kế thiết bị. (trong nhiều thiết kế khác, xử dụng biến thế (transformer) nhỏ làm in-put, theo sau là line ampli).

Tiền khuếch đại (viết tắt *pre-amp*) dùng để tăng mức tín hiệu trước khi khuếch đại, tạo ra một tín hiệu vừa đủ mạnh để đáp ứng cho ngõ vào của bộ khuếch đại công suất (power-amplifier), đưa đến cho nó mức tín hiệu mà nó có khả năng tiếp nhận. Thông thường, thiết bị pre-amplifier chỉ dùng cho ứng dụng stereo dân dụng. Nói chung, thiết kế thiết bị pro-sound đều có cường độ dòng out-put đủ mạnh, không cần bổ sung pre-amp. Có lẽ chúng ta sẽ gặp trở ngại khi tiếp cận những cái jack (connector) của ampli nhạc cụ. Trong trường hợp này, chúng ta có thể thừa nhận nó ám chỉ đến line level. Sẽ cần thiết kế bộ tăng từ low-level micro lên high-level micro hay đến line-level. Ampli công suất (power amplifiers) dùng để cho ra tín hiệu output đủ mạnh để tải loa. Như đã đề cập trước, có thể thực hiện vài hay tất cả nhiệm vụ khuếch đại đã mô tả trong phần này, bao gồm tất cả trong một thùng máy. Trường hợp đặc biệt là mixer có graphic EQ và loa ở out-put, trong đó tất cả quy trình điện tử cơ bản đều thực hiện bằng một thiết bị duy nhất. Trong những hệ thống được thiết kế theo yêu cầu, thông thường xử dụng giá đựng ampli công suất (rack-mountable power-amplifier) chỉ để thực hiện giai đoạn cuối của sự khuếch đại. (Xem thêm chương 4).

Speaker (Loa)

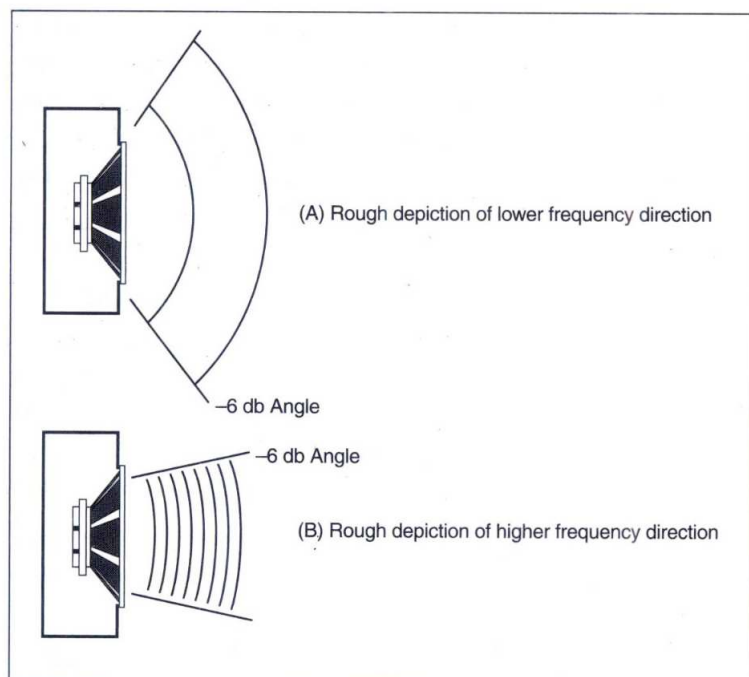
Thiết bị loa, trong việc triển khai bước cuối cùng, từ lĩnh vực điện vào lĩnh vực âm thanh, chịu trách nhiệm không những tạo ra sóng âm thanh có nguồn gốc từ tín hiệu điện, mà còn điều khiển âm

thanh cho thích hợp với ứng dụng. Trong nhiều năm qua, điều này đã là thách thức lớn cho những hãng thiết kế loa.

Ở cấp độ cơ bản nhất, một trong những chuyển đổi toàn dải (*full-range*) có thể có khả năng tái tạo dải tần con người nghe được ít nhiều (như trong tai nghe (*head-phone*) hay loa âm thanh stereo dân dụng rẻ tiền). Tuy nhiên, cách hoạt động của âm thanh không cho phép thiết bị loa kiểm soát mô hình định hướng một cách đủ tương thích để hầu hết các ứng dụng pro-sound đều có hiệu quả rõ ràng. (Hạn chế với những loại loa stereo dân dụng rẻ tiền, đơn giản hơn, chỉ di chuyển dần từ bên này sang bên kia và ghi nhận chất lượng âm sắc thay đổi ra sao khi di chuyển. Ở vị trí trực tiếp phía trước loa như vậy, nghe tiếng treble cao rất dễ, trong khi dải âm sắc thấp hơn có khuynh hướng nổi bật hơn, nếu so sánh). Ngoài ra, ít quan trọng hơn, âm thanh mức độ cao (*high sound level*), nếu chỉ dùng một loại loa để xử lý toàn dải tần số rộng, từ âm bass rất thấp đến âm treble rất cao, sẽ không khả thi.

Với phần lớn, nhưng không phải tất cả những ứng dụng cơ bản, nhiệm vụ của loa là phân chia giữa hai hay nhiều thiết bị, (lý tưởng, ít nhất) là mỗi một trong số đó đều tái tạo những tần số trong dải tần dự định thích hợp nhất. Hệ thống tiêu biểu kéo theo hai, ba hay bốn, đôi khi là năm dải tần số, mỗi loại xử lý bằng loại thiết bị khác nhau. (có thể nhiều hơn nhưng không cần). Thông thường, trong hầu hết bộ stereo dân dụng, có nhiều hệ thống tích hợp vào một tủ kệ, mặc dù trong ứng dụng pro-sound, thiết kế của những thiết bị thường khác với bộ stereo dân dụng tiêu biểu rất nhiều. Mỗi phương pháp thiết kế cơ bản đều có mặt ưu điểm và khuyết điểm riêng, sẽ trình bày trong chương 9.

Khi dùng hai hay nhiều thiết bị theo cách này, tín hiệu chia cho mỗi thiết bị cần phải giới hạn trong dải tần số mà thiết bị có trọng trách thực hiện. Điều này được thực hiện bằng *frequency dividing network* (mạng chia tần số), thường gọi đơn giản là *crossover*.



Hình 1.6

Một loại thiết bị loa đơn đã bị biến đổi hướng loa, và cũng không thể cho ra những dải âm sắc rộng ở mức cao mà không bị biến dạng (*distortion*) đáng kể.

Đây là lý do, tại sao phải dùng nhiều thiết bị trong hệ thống prosound hiện đại. Những liên quan đến việc phải dùng nhiều thiết bị sẽ thảo luận trong chương 9, và trong suốt phần III.

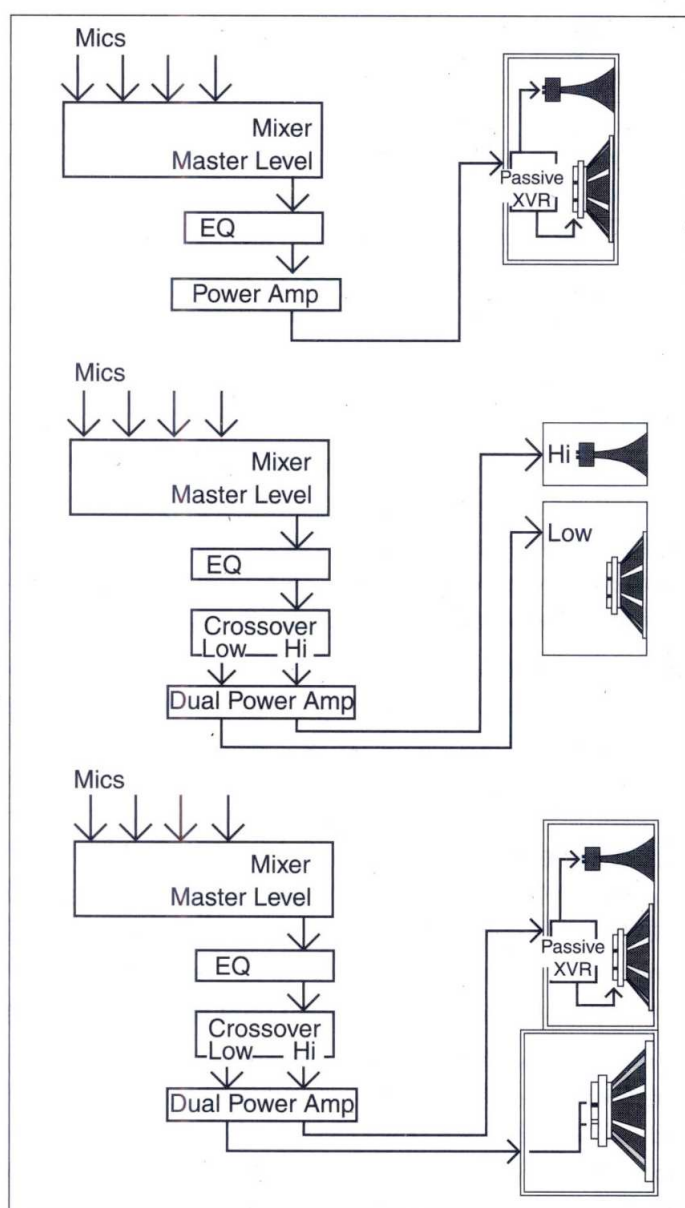
Crossovers

Nhiệm vụ của crossover là phân chia tín hiệu out-put của nó cho nhiều mạch (*circuit*) riêng biệt, mỗi mạch bao gồm một *band* khá cụ thể hay là dải tần số. Điều này cho phép mỗi thiết bị loa

cho ra giải tần mà nó hoạt động tốt nhất. Đồng thời, crossover giúp bảo vệ những yếu tố loa không bị hư hại do hoạt động ngoài giới hạn giải tần đã ấn định cho nó.

Trong thiết kế hệ thống âm thanh đơn giản cho đến trung bình, có thể cài đặt crossover sau khi qua giai đoạn khuếch đại công suất. Trong hệ thống âm thanh cao cấp hay tốt hơn, sẽ đặt ra việc kiểm soát hoạt động, hệ thống âm thanh sẽ tăng hiệu quả hơn khi chia phổ âm thanh trước khi đến giai đoạn khuếch đại công suất. Loại thiết bị này gọi là crossover chủ động (*active crossover*) hay crossover điện tử (*electronic crossover*) và thiết bị cũ gọi là crossover thụ động (*passive crossover*).

Mỗi cái đều có ưu điểm riêng. *Passive crossover* dùng ít power amplifier hơn, sẽ ít dây nối giữa thiết bị hơn, và nói chung người xử dụng sẽ thuận tiện hơn. Mặt khác, *Active crossover*, xử lý tổng số power amplifier hiệu quả hơn và cho phép tinh chỉnh độ chính xác những điểm giao tần (crossover) dễ hơn, và cũng có thể kiểm soát vài yếu tố khác liên quan đến việc phân chia giải tần số. Thông thường, cả hai đều xử dụng rất hiệu quả trong cùng một hệ thống, như minh họa trong hình 1.7.



Hình 1.7

Ứng dụng của crossover trong một hệ thống đơn giản.

(A) Crossover loại Passive gắn trong, thường gắn trong một tổ hợp nhiều thiết bị tiêu chuẩn.

(B) Hệ thống ampli đôi đơn giản, hai way, có crossover active.

(C) Hệ thống hai way tiêu chuẩn, có loa siêu trầm (subwoofer). Những vấn đề liên quan đến cách xử dụng hệ thống này và cách thiết kế sẽ thảo luận trong chương 9, 10, 11, 13, và 14.

Quan điểm về hệ thống thiết thực

Hiệu quả toàn diện của hệ thống chắc chắn không tốt hơn mắt xích yếu nhất của nó. Ngoài ra, chất lượng thiết bị, của những loại dây dẫn và cách hàn nối dây của hệ thống dây điện đóng vai trò cơ bản cho hiệu quả của hệ thống. Cách thức tín hiệu âm thanh dẫn truyền (flow), đi từ giai đoạn này đến giai đoạn khác trong hệ thống (và/hay thiết bị) cũng đóng vai trò cả hai: về chất lượng âm thanh lẫn khía cạnh vận hành thật tế. Chương 11 đến chương 16 sẽ xem xét tổng quan về những khía cạnh liên quan đến pro-sound.

Môi trường Âm học (Acoustic Environment)

Lĩnh vực âm học là liên kết đầu tiên và cuối cùng trong chuỗi, từ nguồn âm thanh đến tai người nghe. Trong khi hầu hết những thật tế cơ bản này đều hiển nhiên, những đặc điểm của môi trường âm học thường bị bỏ qua hay do nhiều người vận hành và thiết kế hệ thống âm thanh thiếu kinh nghiệm hiểu sai. Chương 2 sẽ cố gắng giới thiệu quan điểm ban đầu về âm thanh nói chung. Sau đó chương này sẽ cố mở rộng quan điểm này.

Yếu tố con người (Human Factor)

Đôi khi, hệ thống pro-sound được nghĩ đơn giản là điện tử hóa (hay electro-acoustic-âm thanh điện tử) hệ thống. Nhưng thường bỏ quên yếu tố con người ở cả hai điểm cuối cùng của bất kỳ hệ thống nào. Đó là yếu tố con người của nghệ sĩ, người diễn thuyết trước khán giả và công chúng, và những cá nhân khác giữ cho hệ thống tồn tại, nhưng rất cuộc, hệ thống lại chịu trách nhiệm.

Trong số những trọng tâm này, bản thân tai con người xử lý khác xa sự đo lường điện tử và những loại máy đo. Nhận thức về âm thanh thường thay đổi đáng kể từ người này sang người khác, thay đổi theo cường độ của âm thanh, và cũng có thể thay đổi bởi thời điểm và địa điểm nơi biểu diễn, có vài quan điểm rất thú vị và đôi khi gần như kỳ lạ. Chắc chắn, khả năng mất thính lực (điếc) dài hạn hay vĩnh viễn cũng liên quan tới những hệ thống cao cấp. (Chương 3 giới thiệu những khái niệm về bản chất thính giác của con người và vài cách ảnh hưởng thông thường đến quy trình hoàn thiện âm thanh).

Thêm nữa, sẽ xem xét sự liên quan thật tế về những nhu cầu khác nhau của từng người biểu diễn và diễn thuyết. Chúng ta sẽ cố gắng có những quan điểm thống nhất trong những chương sau.

----- Hết chương 1 -----



Sound & Lighting

CHƯƠNG 2

Bản chất của âm thanh The Nature of Sound

Chương này là những thông tin cơ bản tiếp theo về âm thanh, một số trong đó là quan niệm sai lầm đã lây lan trong nhiều học viên thiếu kinh nghiệm được đào tạo tại lớp pro-sound thật sự, trong số những học viên học âm thanh nói chung. Các bạn nên đọc lại toàn bộ chương này ít nhất hai lần thật triệt để bảo đảm hiểu rõ nội dung tường tận.

Sóng âm thanh (Sound Waves)

Hình 2.1 và 2.2 hiển thị chuyển động của một cái loa đang tái tạo lại âm thanh cơ bản nhất, chẳng hạn như của âm thoa hay trong những thiết bị đơn giản của organ điện tử và synthesizer.

Khi *cone* (vành loa hình nón) loa di chuyển ra phía ngoài (Hình 2.1-B) không khí ngay trước mặt loa bị nén vượt quá áp suất không khí bình thường. Sau đó dòng khí nén di chuyển ra ngoài và tăng thêm áp lực lên những hạt không khí ở mặt trước, lần lượt di chuyển ra phía ngoài và nén với những hạt sau, và lặp lại. Như thế, làn sóng nén tạo ra trong áp lực này bị biến thiên nhanh thành tập hợp nhiều hạt không khí và tiếp theo là sóng bị dịch chuyển ra phía ngoài.

Khi *cone* loa di chuyển vào bên trong (Hình 2.1-D) nó tạo ra một phần chân không, hay giãn nở (còn gọi là loãng khí). Những hạt không khí ở phía trước *cone* loa sẽ quay trở lại để lấp đầy chỗ giãn nở, những hạt này cũng bắt đầu di chuyển trở lại, vì vậy sau đó, những hạt phía sau sẽ vòng ra phía ngoài. Theo cách này, sóng bị giãn nở cũng được biến thiên từ một tập hợp hạt không khí cho tới khi nó theo sau những lực nén cùng tốc độ. Mỗi lần *cone* loa tạo ra sự nén và giãn nở, sau đó trở lại điểm khởi đầu, là đã hoàn thành một chu kỳ (cycle) của sóng âm thanh.

Cone loa tiếp tục di chuyển theo cách tương tự (hình 2.2), nó tạo ra hàng hà việc nén và giãn nở liên tục ra phía ngoài, biến thành hiệu ứng gợn sóng. Những gợn sóng giống như sự biến thiên của áp suất không khí như thế này là những cái mà tai chúng ta nghe được và phát hiện ngay lập tức, sau đó được phiên dịch đó là một loại âm thanh. Mặc dù những đợt sóng di chuyển ra ngoài từ nguồn của nó, hạt không khí tự chúng không di chuyển xa hơn mức cần thiết để tiến tới một sự nén bên ngoài, thay vào đó nó bị hút trở lại bằng cách giãn nở, kế tiếp, lặp đi lặp lại tiến trình suốt thời điểm có âm thanh.

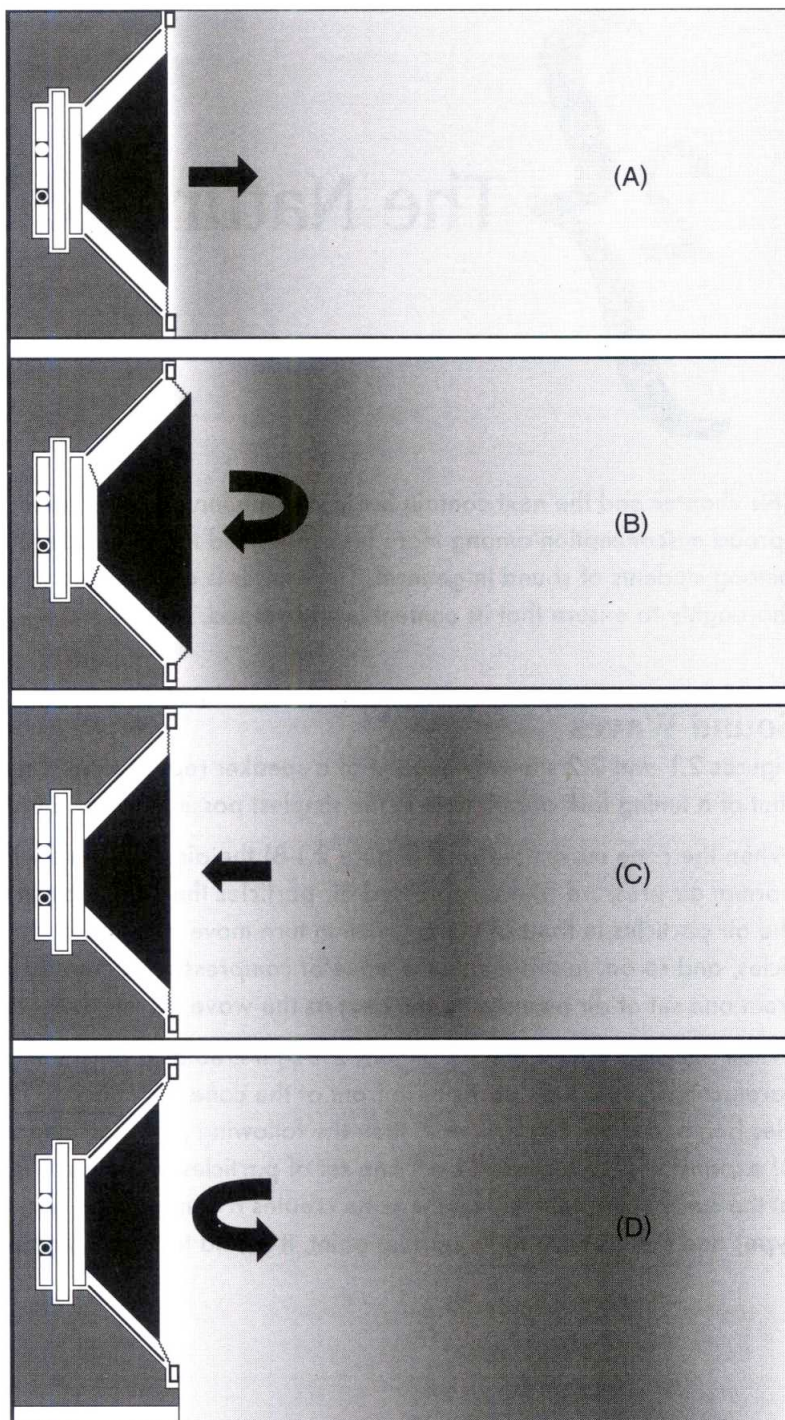
Trong khu vực mở, trống trải, sóng âm thanh đi xa khỏi nguồn của nó theo cách chúng ta có thể tạm ví như sóng bề mặt trong ao nước, khi ném vào đó một viên sỏi. Khi sóng di chuyển ra phía ngoài, nó lan tỏa năng lượng của mình trên diện tích ngày càng lớn hơn, giảm bớt chiều cao lại cho đến khi khoảng cách từ nguồn không còn phát hiện được nữa. Sóng âm, tỏa ra trong bất kỳ các mô hình ba chiều nào, hơn là trên mặt phẳng, thí dụ như bề mặt của nước.



Hình 2.1

Một chu kỳ chuyển động của cone loa. (E, cone loa trở về A.)

Những cái đã minh họa ở đây không gọn sóng, nhưng là sự nén và giãn nở không khí, đưa ra phía ngoài. Dưới đây là một phần nhỏ của tần số một sóng tiến ra phía ngoài. Thật tế, mức độ của việc bung ra sang một bên dĩ nhiên sẽ là ba chiều (thí dụ, trái, phải, hướng lên trên, và đi xuống từ nhiều hướng của cone loa), và mức độ phân tán của nó có thể thay đổi tùy thuộc tần số của sóng.

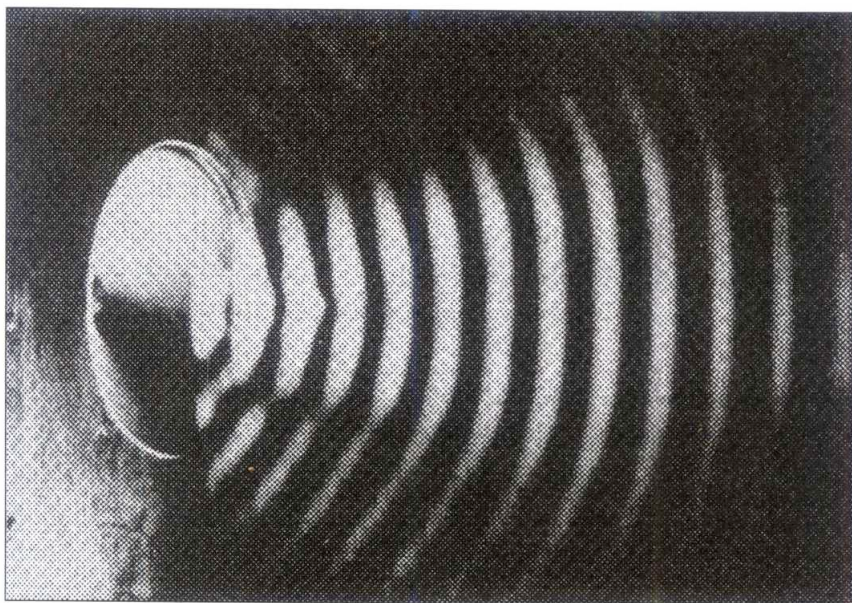


Trong khu vực kín, chẳng hạn như trong phòng hay thính phòng, âm thanh có khuynh hướng hoạt động khá giống như những sóng tạo ra bởi một viên sỏi rơi vào bể cá (hình 2.3). Nếu những bức tường, sàn và trần nhà trống trải, âm thanh trải qua sự phản dội rất nhiều trước khi nó biến ra ngoài. (Điều này cũng tương tự như cách ánh sáng hoạt động trong căn phòng lót bằng gương, ngoại trừ một điều là với ánh sáng, nó xảy ra nhanh hơn nhiều). Kết quả này gọi là reverbration (vang dội), nhiều tiếng lặp lại (echo) rất gần nhau không thể phân biệt, có thể nghe giống như sự phân rã (decay) liên tục theo sau những âm thanh ban đầu.

Với mỗi sự dội âm, một số năng lượng trong những sóng này sẽ bị mất dần bởi bề mặt phản dội, cho đến khi nó được hấp thu hoàn toàn. Người trong phòng, đầu tiên sẽ nghe những âm thanh trực tiếp từ nguồn, sau đó là những âm thanh phản dội từ những bề mặt trong phòng. Cách xảy ra điều này là phần lớn nguyên nhân cho những cái thường gọi là âm cách (acoustic – tính âm) của phòng.

Khi phòng có thêm nội thất, rèm, thảm, v.v , tác động này sẽ xảy ra tương tự như trong hồ cá khi có thực vật và vật liệu xốp nhô lên mặt nước hay không (hình 2.3). Ở phòng như vậy, sóng tiếp tục khuếch tán và bị hấp thụ bởi những vật thể bổ sung và bề mặt xốp, đã làm âm thanh phân rã nhanh hơn. Mức độ và loại reverbration trong phòng rất quan trọng với âm thanh. Tùy thuộc vào tình huống, nó sẽ đem đến cả hai điều: hạnh phúc lẫn tai họa.

Nếu thêm reverbration đủ lượng, việc biểu diễn sẽ hoàn hảo hơn. Nhưng, có số lượng quá mức thì có thể là ác mộng cho cả người biểu diễn và khán giả . Số lượng reverb tối ưu trong bất kỳ môi trường nào cũng có thể thay đổi tùy theo việc chúng ta đang khuếch đại tiếng nói hay âm nhạc, và còn liên quan tới loại âm nhạc nào nữa.



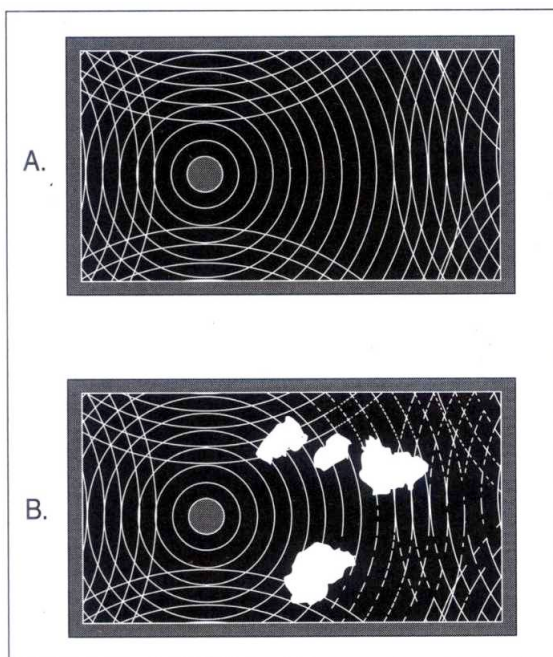
Hình 2.2

Đây là thời gian tiếp xúc thực của một phần sóng âm thanh phát ra từ loa.

Được thực hiện rất sáng tạo bằng phương pháp quét một micro nhỏ gắn với một bóng đèn neon đồng bộ với ánh sáng, để hiện ra giai đoạn sóng nén dần dần khi đi qua camera. Giả sử loa 15", tần số phát ra liên tục sẽ có trình tự khá cao, thí dụ là 5.000 Hz. Lưu ý, đây là mô hình phần sóng rất hẹp lớn nhất (những điểm ở vùng phía trên và dưới, độ dB sẽ thấp hơn nhiều, và hầu như không nghe được). Điểm đặc trưng này là lý do chính, tại sao âm thanh phải dùng loa horn tần số cao, dùng để phát tán tần số cao cho khán giả thích hợp, đồng đều hơn. Tuy nhiên, không phải mọi hệ thống thực hiện việc này đạt được cùng một mức độ hiệu quả, chủ đề này sẽ thảo luận trong chương 9.



Sound & Lighting



Hình 2.3

(A) Sóng âm trong bể cá có thể dùng làm tiêu biểu cho hoạt động của âm thanh trong phòng có nhiều bức tường dội âm. Ngoài tiếng dội này, cũng xảy ra cộng hưởng trong căn phòng chuẩn. Nó có thể làm thay đổi đặc tính âm thanh trong bất kỳ phòng nào rất đáng kể.

(B) Vật liệu xốp hay không, tác dụng để giảm tiếng dội. Phần màu đen trong hình sẽ thay đổi tùy theo tần số, tần số cao hơn sẽ có nhiều khả năng bị chặn bởi những vật cản hơn so với tần số thấp. (Xem mục "Bước sóng" (wave length) sẽ cho biết thêm thông tin.)

Tốc độ của âm thanh (The Speed of Sound)

Trong bất kỳ vật chất nhất định nào, âm thanh không thay đổi tốc độ khi rời khỏi nơi xuất phát. Tốc độ nhanh ra sao tùy thuộc vào vật chất đó. Thí dụ trong nước, âm thanh di chuyển nhanh hơn bốn lần khi nó ở trong không khí. Trong thép hay sắt, tốc độ của âm thanh nhanh khoảng mười lần trong không khí. Sự khác biệt này có thể chứng minh khá dễ bằng hai người, nói với nhau cách khoảng 50 mét dọc theo lan can bằng sắt hay đường rầy xe lửa. Nếu một người đọc "rap" trên đường sắt bằng cái búa, người thứ hai sẽ nghe thấy âm thanh hai lần, một lần nghe những rung động đi qua các rào chắn và một lần nữa một sau khi nó với đi ở tốc độ thấp hơn trong không khí. Âm thanh cũng đi bằng tốc độ khác nhau khi qua nhiều loại khí gas. Giọng nói the the giống như đứa trẻ của người đã hít hơi heli từ quả bóng là kết quả của sóng âm thanh sẽ có vận tốc cao hơn trong hơi gas heli khi nó đi qua hộp thoại (voice box) và miệng.

Trong không khí, vật chất mà chúng ta đang chú trọng nhất, tốc độ của âm thanh là khoảng 344 mét/giây (1.130 feet/giây). Sóng âm truyền qua không khí ở tốc độ này dù có âm lượng nhỏ hay lớn, tần số thấp hay cao, tính chất đơn giản hay phức tạp, vì tốc độ này là bình thường, đều không bị ảnh hưởng khi áp suất thay đổi.

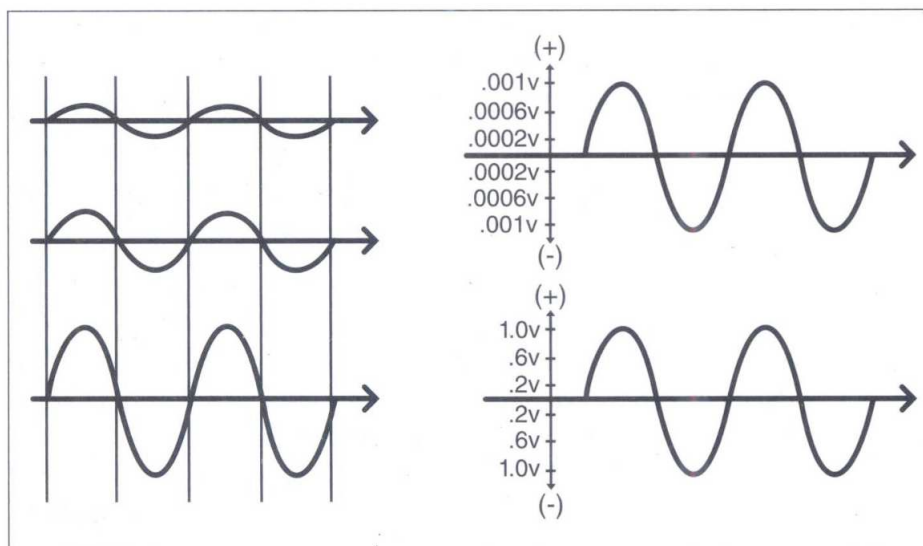
Tốc độ của âm thanh thay đổi rất ít theo nhiệt độ, độ ẩm và áp suất khí quyển, trừ khi những yếu tố này ảnh hưởng đến tính chất vật lý (độ đàn hồi và mật độ) của không khí. Đây là vấn đề cho các nhạc công chơi nhạc cụ có cao độ hay bị tăng giảm do những thay đổi nói trên (chủ yếu là nhạc cụ hơi). Cho dù nhiều sự tính toán thật tế đều có liên quan đến pro-sound, tất cả sóng âm thanh có thể giả định đã di chuyển với tốc độ nêu trên.

Biên độ (Amplitude)

Sức mạnh, hay cường độ của sóng âm tại một thời điểm tức thời trong một thời gian được gọi là biên độ (amplitude). Trong hình 2.4, biên độ được thể hiện là khoảng cách sóng theo chiều dọc (chiều cao và chiều sâu) ở trên và dưới mức giữa. Đây là miêu tả sự thay đổi áp suất nén (phía trên mức giữa) và mở rộng (bên dưới mức giữa) sinh ra sóng âm thanh trong không khí, và cũng có thể



miêu tả cho những tín hiệu điện trong mạch nội bộ của hệ thống âm thanh. Thuật ngữ biên độ có nghĩa tương tự như âm lượng (*volume*), độ lớn (*loudness*), và mức độ áp lực âm thanh (*sound pressure level*), và vài tên khác. Có sự khác biệt quan trọng, nhưng tính tế giữa nó, sẽ thảo luận trong chương 3 và 4.



Hình 2.4

Sóng tương đương có biên độ khác nhau, hiển thị trên trình tự (time line) hay màn hình máy hiện sóng (oscilloscope).

Lưu ý, ở bên trái, chỉ khác độ cao, không khác chiều dài. Điều này sẽ còn dùng cho những bộ khuếch đại, tăng sức mạnh cho tín hiệu nhưng không thay đổi tần số hay dạng sóng thiết yếu của nó. Loại thay đổi biên độ này cũng có thể được dùng cách hiển thị nó trên đồ thị thay đổi theo chiều dọc, như bạn thấy ở bên phải. Hình đồ thị tập hợp nhiều sóng âm có thể kéo dài hay thu ngắn đi, theo chiều dọc hay ngang, tùy theo cách xử dụng thời gian và biên độ nào.

Tần số (Frequency)

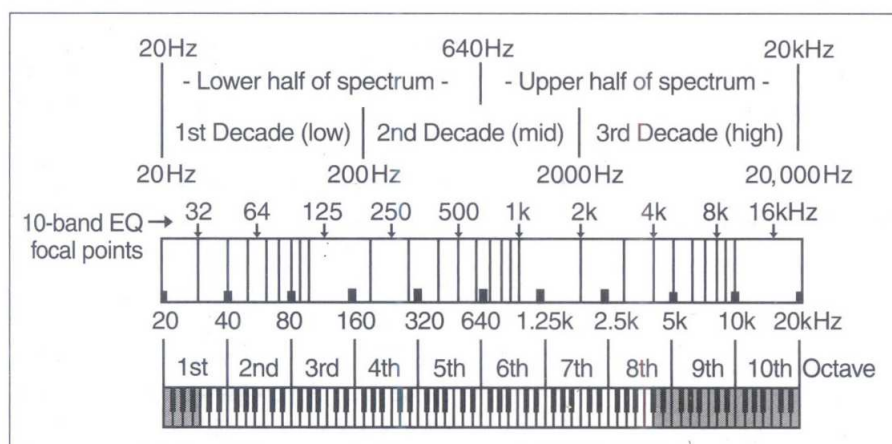
Tỷ lệ của bất kỳ loại chuyển động nào tự lập lại chính nó gọi là tần số. Với sóng âm thanh, tần số được đo bằng chu kỳ (cycle) trên mỗi giây, hay hertz. Thí dụ, trong một giây, nếu cone loa đã hoàn tất chuyển động thứ hai đã mô tả trong hình 2.1, tần số của nó sẽ là một chu kỳ/giây, hay một hertz (Hz). Nếu chuyển động này xảy ra một trăm lần mỗi giây, tần số (và hình thành các sóng âm thanh) sẽ là 100Hz. Nếu chuyển động xảy ra một nghìn lần mỗi giây, tần số của nó sẽ là 1000Hz hay kilohertz (1kHz). Khi tần số không kéo dài trọn một giây, tần số nói về số của chu kỳ (cycle) đó sẽ xảy ra nếu nó cứ để tiếp tục tuần hoàn lần thứ hai có tỷ lệ tương tự.

Tai của con người có khả năng nghe suốt một dải tần số gọi là phổ âm thanh, hay đơn giản là dải âm tần. Nói chung, phạm vi này được coi là từ 20Hz lên đến 20.000 Hz (20kHz). Trong giới hạn xấp xỉ này, tần số phù hợp chặt chẽ với cảm giác về cao độ âm thanh (*pitch*) tạo ra trong tai (tần số cao hơn, sẽ nghe được cao độ âm nhạc (pitch musical) cao hơn).

Phổ âm thanh là dải tần kéo dài khoảng mười bát độ (octave), hay nhân đôi tần số. Khái niệm về bát độ là vấn đề cơ bản trong việc nghiên cứu âm nhạc, nhưng rất hữu ích và quan trọng trong việc nghiên cứu âm thanh nói chung nữa. Bát độ miêu tả một tỷ lệ (tỷ lệ 2:1), và nó là tỷ lệ giữa những tần số khác nhau mà tai chúng ta nghe chấp nhận, chứ không phải giá trị số thật tế giữa những tần số này. Thí dụ, mức giữa của phổ âm thanh không phải là số Hz ở khoảng giữa 20 và 20.000 (sẽ là 10.010). Đúng hơn, nó là ở giữa số lượng bát độ từ 20 đến 20.000 Hz, đó là khoảng 640Hz (xem hình 2.5).



Mười bát độ (octave) của phổ âm thanh có thể tưởng tượng giống như keyboard organ, tạo ra tất cả âm thanh mà hai tai con người có thể nghe được. Mỗi âm thanh có những đặc điểm riêng, chủ yếu là do: (1) những tần số có liên quan, (2) sự tương đối về cường độ, và (3) cách thức tần số và cường độ thay đổi theo thời gian.



Hình 2.5

Đường phân chia phổ âm thanh thực ra hơi độc đoán.

Thông thường, điểm giữa của phổ dùng cho mục đích kỹ thuật, khoảng 1kHz. Giải tần rất rộng của hệ thống âm thanh tiêu biểu chỉ cần nhận bản từ khoảng 40Hz đến 14kHz. Trong thực tế, thậm chí ngay cả những (tin hay không, tùy) tần số cực thấp và cao này đều dùng cho hầu hết ứng dụng âm nhạc. Tuy nhiên, việc định rõ bên trên giải này đôi khi có thể là dấu hiệu đặc trưng mà thiết bị có thể đạt đến tần số cần có với hiệu quả hợp lý.

Phổ âm thanh cũng có thể chia thành nhiều nhóm thập phân (decade), là ngôn ngữ âm thanh dùng để chỉ những giải tần nằm trong phạm vi tỷ lệ mười-một (ten-to-one). (Điều này cũng gọi là thứ tự của cường độ, những nhịp đếm được thể hiện bằng việc bổ sung một số không vào cuối của bất kỳ số nào). Những giải tần âm thanh có nhịp đếm khoảng ba nhóm thập phân: từ 20Hz đến 200Hz, từ 200Hz đến 2000Hz, và từ 2000Hz đến 20.000 Hz. Điều này có ích khi chia phổ âm thanh, vì thiết bị loa riêng biệt trong những ứng dụng pro-sound vốn đã bị hạn chế khoảng một nhóm thập phân của giải tần số hiệu quả (điều này sẽ được giải thích trong chương 9).

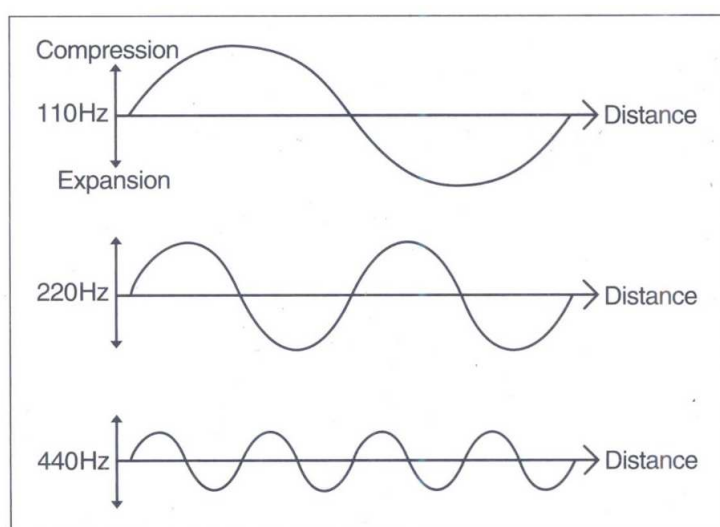
Cần lưu ý, tai chúng ta rất nhạy với tần số biến đổi phổ âm khác nhau. Vài tần số nghe được dễ hơn những tần số khác, và giới hạn trên dưới của đường phân chia không có nghĩa là bất di bất dịch. Thay vào đó khả năng nghe dần dần sẽ giảm ở hai cực âm phổ (và giữa mỗi người cũng có thể rất khác xa). Sẽ giải thích trong chương 3, lý do tại sao điều này và đặc điểm đặc biệt khác của tiến trình cảm tính con người có ý nghĩa quan trọng trong việc xử dụng hệ thống âm thanh.

Bước sóng (Wavelength)

Liên quan chặt chẽ đến tần số của sóng âm là bước sóng (wavelength) (xem hình 2.6). Thuật ngữ này mô tả độ dài sóng âm có tần số nhất định sẽ di chuyển trong không khí trong thời gian cần thiết để hoàn thành một chu kỳ. Đó cũng là khoảng cách giữa các điểm giống nhau ở hai chu kỳ liên

tiếp khi nó di chuyển từ gốc của nó. Âm thanh di chuyển trong không khí ở cùng một tốc độ, bước sóng sẽ khác nhau tỷ lệ nghịch với tần số (tần số cao hơn, bước sóng ngắn hơn).

So sánh như sau có thể hữu ích. Hãy tưởng tượng chúng ta đang quan sát một hàng người diễu hành ra khỏi cửa, tất cả đều cùng một tốc độ. Nếu những người này ra khỏi ngưỡng cửa với một khoảng thời gian bình thường (tần số), và tất cả họ đi cách nhau cùng một khoảng cách (bước sóng). Nếu họ giữ cùng một tốc độ mà tăng gấp đôi tỷ lệ mà họ đã đi qua khung cửa (nhân đôi tần số), sau đó họ sẽ đi cách nhau chỉ còn một nửa khoảng cách (một nửa bước sóng). Có cách khác nổi bật hơn, người ở trong hàng có khoảng cách ngắn có thể nói qua người quan sát bằng tần số lớn hơn họ đã thực hiện khi khoảng cách xa hơn.



Hình 2.6

Bước sóng khác nhau tỷ lệ nghịch với tần số (nhân hai tần số bằng một nửa bước sóng.) Bước sóng dài hơn, sẽ dễ uốn cong chung quanh nguồn của nó hơn, cũng như chung quanh những chướng ngại trên đường đi.

Sự quan hệ này được thể hiện theo công thức:

$$\text{Bước sóng } (\lambda) = \frac{\text{tốc độ của âm thanh } (\sim 1130\text{ft} / \text{giây})}{\text{Tần số (Hz)}}$$

Sóng âm thanh 20Hz dài khoảng 17 mét (~ 56 feet), trong khi sóng 20kHz chỉ khoảng 17millimeters (~ hai phần ba inch). Bước sóng giữa hai cực tùy theo công thức trên (tỷ lệ nghịch với tần số). (Để tham khảo, ở chương 9 sẽ có biểu đồ của những bước sóng của phổ âm tương đối đúng).

Khái niệm về bước sóng đặc biệt quan trọng trong việc thiết kế speaker, horn và tweeter cho phù hợp, cũng như phải hiểu cách xử lý sóng âm trong những môi trường vật lý khác nhau. Nguồn âm thanh rất nhỏ hay nhẹ không thể phát ra âm thanh tốt hơn những bước sóng nó tạo ra. Đây là lý do chính để giải thích tại sao thiết bị loa tần số thấp (low frequency speaker) sẽ lớn hơn thiết bị loa tần số cao (high frequency speaker), và khác rất nhiều. Thật ra, thiết bị tần số thấp sẽ vô dụng khi

quá lớn, do đó, thường dùng horn tần số thấp (low frequency horn) hay thùng loa có kích thước và thiết kế đã thoả thuận..

Chiều dài của sóng âm cũng ảnh hưởng đến khả năng vượt qua những chướng ngại trên đường đi, chẳng hạn như tường ngăn, cột trụ, cơ thể con người và đầu người. Bước sóng ngắn (tần số cao) có khuynh hướng phản dội hay bị hấp thụ bởi những chướng ngại như vậy, trong khi bước sóng phổ âm (tần số thấp) dài nhất có khuynh hướng di chuyển chung quanh hay băng qua mọi cái trên đường phát tán.

Sóng Sine (Sine wave)

Dạng áp lực sóng cụ thể tạo ra âm thanh, phải thật rõ, phải xác định rõ loại dao động nào tạo ra nó. Với thí dụ vật lý cơ bản nhất, có thể, những âm thanh của âm thoa, đã dùng trong nhiều thế kỷ trước trên những công cụ điều chỉnh cao độ cho nhạc cụ, được tạo ra bởi loại dao động cơ bản nhất, gọi là chuyển động họa âm đơn giản (simple harmonic motion).

Con lắc đồng đưa qua lại và quả cân nhấp nhô lên xuống, khi ở cuối chu kỳ sẽ chậm lại, là thí dụ để quan sát loại chuyển động này dễ hơn. Hãy nhớ, con lắc xữ dụng trong đồng hồ cổ hồi xưa, khi gần hết năng lượng vẫn không đổi thời gian lắc. (Nói cách khác, nó vẫn duy trì tần số đặc trưng của nó bất kể biên độ ra sao).

Dĩ nhiên, âm thoa di chuyển qua lại thật nhanh, đủ để tạo ra sóng âm thanh nghe rõ, nhưng có rất nhiều loại dao động tương tự. Khi vỗ, nhánh của nó phản ứng bằng cách rung với dao động đơn giản, áp không khí chung quanh dao động y như nó. (Nốt nhạc La (A) 440Hz là tần số thông dụng nhất, mặc dù họ vẫn còn sản xuất vài loại tần số tương ứng với nốt nhạc khác nhau, không phải ai cũng chuyển sang dùng chuyển sang dùng bộ điều hưởng điện tử (electronic tuners).

Cách trình bày loại chuyển động bằng đồ thị từ những rung động của âm thoa có thể hình dung bằng cách gắn cây bút vào một trong hai nhánh, như minh họa trong hình 2.7.

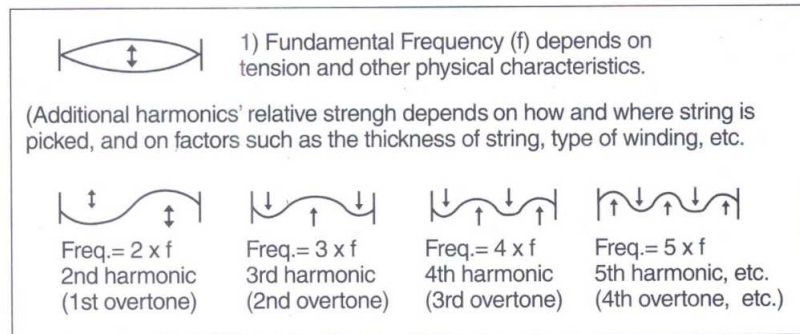
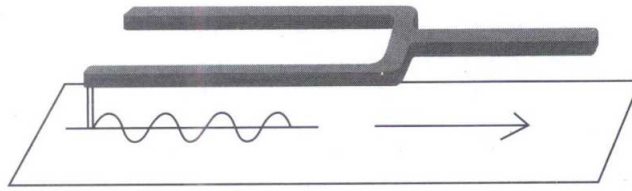
Một băng giấy di chuyển ở tốc độ bình thường, có cây bút chạm nhẹ vào giấy, sẽ hiện ra dao động của âm thoa.

Hình 2.7

(A) Âm thoa tạo ra những dạng sóng cơ bản gọi là sóng sine, tất cả sóng âm thanh đều phải tạo thành như vậy, không có ngoại lệ. (hình này đã phóng đại tỷ lệ để minh họa). Khi dùng thuật ngữ tần số và bước sóng, họ đã tham khảo sóng sine tạo ra âm thanh ra sao.

(B) Chế độ rung của dây đàn đơn giản. Nhiều nhạc sĩ và soundman không có kỹ thuật cao, đã rất khó hiểu những việc này xảy ra đồng thời, mỗi rung động có dạng thức chuyển động sóng sine tại tần số riêng của nó. (Thuật ngữ họa âm (harmonic), về bản chất, có nghĩa tần số của nó là bội số nguyên của tần số gốc).

(Thuật ngữ harmonic, theo âm nhạc gọi là hài âm, nhưng trong âm thanh phải gọi là họa âm mới chính xác, cũng như harmonic frequency là họa tần – ND)



Căn nguyên của dạng sóng, thể hiện chuyển động của họa âm đơn giản theo cùng một lịch trình, sẽ là dạng sóng sine. Đây là loại sóng cơ bản nhất, tạo ra tất cả sóng âm thanh, không có ngoại lệ. Thật ra, do định luật chuyển động vật lý và phân tử cơ bản, mỗi loại dạng sóng, có thể bị toán học, âm học và điện tử chia nhỏ chính nó thành nhiều thành phần sóng sine. Khi dùng thuật ngữ tần số (*frequency*) và bước sóng (*wavelength*), người ta thường giả định để chỉ một thành phần sóng sine trong âm thanh. Như sẽ thấy, khả năng trích xuất những thành phần sóng sine liên quan đến âm thanh và cũng có tầm quan trọng đến thính giác của chính con người. Trước khi đi tới những các dạng sóng phức tạp, chương này sẽ giới thiệu thêm vài khái niệm cơ bản.

Cộng hưởng (Resonance)

Những âm thanh tạo ra bằng âm thoa chỉ có thể nghe được khi ghé sát vào tai. Để nghe dễ hơn, nó phải được kết hợp với cái gì đó hiệu quả hơn, để hướng xạ ra tần số đặc biệt của nó.

Hai nhánh của một âm thoa có bề mặt rất mỏng so với bước sóng nó tạo ra. Thí dụ, sóng âm 440Hz, có bước sóng trong khoảng 0,75 m ($2 + \frac{1}{2}$ feet), trội hơn nhiều khi so sánh với độ dày nhánh âm thoa. Do đó, không khí dễ trượt trên hai mặt của nhánh này, và trao cho không khí rất ít năng lượng cơ học do chuyển động của âm thoa dưới dạng năng lượng âm (sóng âm thanh).

Khi thân của một âm thoa đang rung, đặt sát với một vật thể có tiết diện lớn hơn và cũng có khả năng dao động ở cùng một tần số, sẽ chuyển động nhiều không khí hơn, sẽ tạo ra âm thanh lớn hơn. Một phần năng lượng truyền đến âm thoa bị rung do đó mang năng lượng đến cho một nguồn âm thanh chắc chắn, hiệu quả hơn. Đây là một thí dụ về sự cộng hưởng.

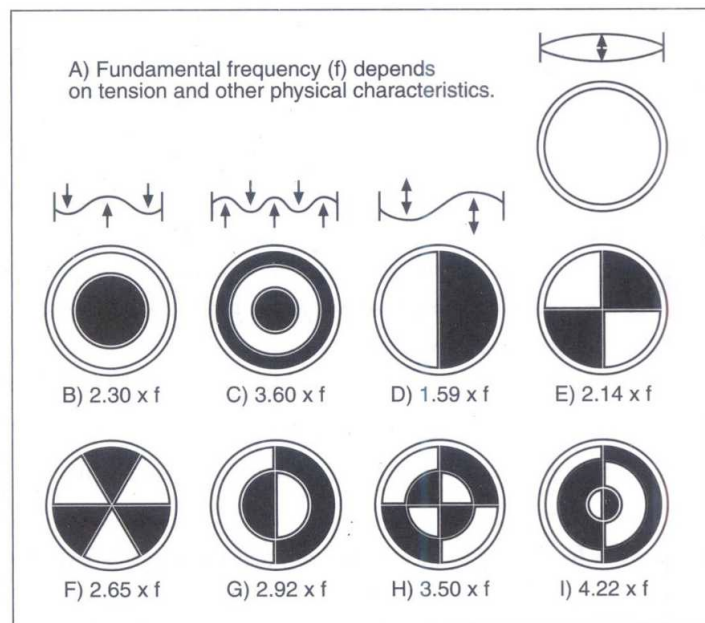
Bảng trong hình 2.8 có tần số cộng hưởng nhất định, tại đó, khi va chạm nó sẽ rung. Đây là kết quả của bảng chế độ ưa thích (panel's preferred mode) của sự dao động. Trong mỗi chế độ khác

nhau, có thể làm nổi bật lên, tùy theo nó bị va chạm ở đâu và bằng cách nào. Nếu một trong những tần số này giống như tần số của âm thoa, chẳng hạn bằng có tác dụng làm cộng hưởng khá hiệu quả cho nó. Khi đúng vị trí tiếp xúc, bằng này có thể biến năng lượng từ âm thoa thành năng lượng âm thanh có âm lượng tương đối lớn. Thông thường, cách đặt âm thoa sát vật thể như tường hay trên bàn sẽ có hiệu ứng này. Một đối tượng giống như cái bảng âm (sound board) của piano, được thiết kế để đáp ứng với tần số của tất cả các phím trên bàn phím, sẽ có khuynh hướng cộng hưởng tốt với một âm thoa có tần số bất kỳ nào.

Cũng có thể thực hiện cộng hưởng, qua việc xử dụng ống hay khoang rỗng. Không khí trong ống hay khoang, tùy theo kích thước và tiết diện miệng, có thể tạo ra sự rung động, thí dụ, khi thổi qua miệng của một cái chai hay ống nghiệm. Khi đặt âm thoa trên hộp cộng hưởng, khoang hộp được thiết kế để đáp ứng với tần số cụ thể, kết quả của việc tăng âm lượng có thể bất ngờ. Năng lượng rút ra từ âm thoa qua suốt bề mặt nó đặt vào, sau đó tỏa ra hiệu quả bởi khoang này. Có thể đạt hiệu ứng tương tự rất đơn giản bằng cách đặt nhánh dao động rất gần miệng khoang. Hộp cộng hưởng thiết kế cho từng âm thoa, nếu xử dụng cho tần số khác, hiệu quả thường tối thiểu.

Những nguyên tắc cộng hưởng xảy ra liên tục trong pro-sound và trong những hoạt động của âm thanh nói chung, xảy ra trong phòng, trong loa và thùng loa, loa horn, nhạc cụ và ngay cả trong những mạch điện. Thật ra, tất cả mọi thứ trong vũ trụ đều có một hay nhiều tần số cộng hưởng, cho dù nó không nhất thiết phải hiện diện trong phổ âm (audio spectrum).



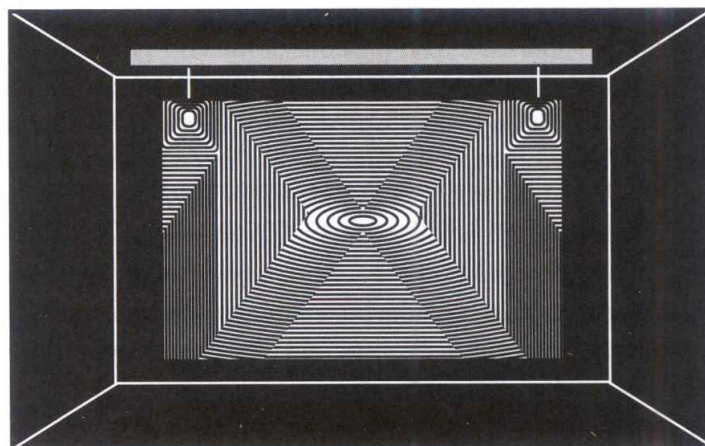


Hình 2.8

Thí dụ khác về chế độ rung. .

Hình trên: Chế độ rung cơ bản của mặt trống. Lưu ý, không có quan hệ nào giữa họa âm (harmonic) với âm gốc. Những bội âm không hài hòa (inharmonic overtone) đặc biệt này kết hợp lại để tạo ra những âm thanh đặc trưng mà chúng ta nhận ra giống như là của một cái trống không bị chặn tiếng (undamped-unmated). Phần lớn những tần số liên quan có thể được cải tiến ở nhiều mức độ khác nhau bởi đặc tính cộng hưởng của chính cái trống đó. Vài vấn đề quan trọng sẽ thảo luận trong chương 17, gợi ý bội âm của trống được đặt cách nhau sát hơn (ở tần số) so với họa âm.

Hình dưới: Một bảng treo lơ lửng và khối không khí bao bọc quanh nó là hai thí dụ về những bộ cộng hưởng khá hiệu quả. Phòng cũng là một loại khối không khí bao bọc, trong đó cũng có tần số cộng hưởng của nó, tùy thuộc vào hình dạng, kích cỡ, và kết cấu.



Cộng hưởng là kết quả tự nhiên, do kích thước của căn phòng làm trở ngại tính hiệu quả chất lượng cao nhất của hệ thống âm thanh. Cộng hưởng, về mặt cực đoan, không nêu rõ được tần số phù hợp nào với nó, đôi khi dẫn đến việc phiên bản (version) bị thay đổi chất lượng âm thanh output của hệ thống. Cũng có thể tạo ra sự kiện tương tự là loa còi (horn), thùng loa và linh kiện điện tử thiết kế vụng về, bố trí loa không phù hợp, hay bởi nhiều yếu tố khác trong chính hệ thống. Mặc dù

sự cộng hưởng thiếu cân đối đôi khi có thể là nguyên nhân của sự cố rắc rối, những nguyên tắc của cộng hưởng nói chung rất quan trọng trong việc tạo ra âm nhạc và âm thanh vocal (sẽ giải thích trong chương 9, trong việc thiết kế loa).

Âm phổ (Sound Spectra)

Sóng sine là viên gạch cơ bản của âm thanh, hiếm khi nó được tạo ra ở dạng tự nhiên bởi bất kỳ nguồn vật lý nào khác, ngoài âm thoa đã đề cập ở trên. Những âm điệu (tone) ngắn gọn nghe được ở các điện thoại, những tone thử nghiệm liên tục phát ra bởi sóng của đài truyền hình, và vài âm thanh của máy chơi game là những thí dụ âm thanh khác, mặc dù nó được tạo ra bằng điện tử. Do tình trạng như viên gạch, sóng sine có ích cho việc thử nghiệm (nó dùng cho hầu hết những trải nghiệm về thính giác cũng như trong thử nghiệm thiết bị âm thanh nói chung). Sóng sine nguyên bản không thay đổi tần số và biên độ thường được coi là vô hồn, đơn điệu (nghĩa đen là monotone), buồn tẻ, hay đơn giản là tinh khiết, nguyên bản (pure). Theo ý nghĩa này, nghe sóng sine có tần số và biên độ không đổi giống như nhìn vào một viên gạch đơn thuần, không thuộc cái nhà nào cả.

Những âm thanh chúng ta nghe được, thường tạo thành từ hỗn hợp nhiều thành phần sóng sine với nhau, có thể gọi là sự phân bố âm phổ (spectrum) hay sự phân bố năng lượng (energy distribution) của bất kỳ vật thể nào phát ra âm thanh. (*) Trong trường hợp âm thanh âm nhạc, những tần số ăn khớp với nhau theo cách trật tự, có đủ chất lượng đặc biệt làm hài lòng người nghe khi sắp xếp những đoạn nhạc. (Âm thanh đó cũng có nhiều tiếng ồn như không sắp xếp ngăn nắp, chúng ta chỉ xem xét về khía cạnh âm nhạc, thay vì để ý nghe nhiều hỗn hợp tần số ngẫu nhiên). Đàn dây, có lẽ là phần tử dao động (vibrating element) loại thông dụng nhất được xử dụng trên toàn thế giới, là một minh họa tốt khi cần hiểu tạo ra âm nhạc bằng cách nào.

Đầu tiên, hãy xem xét chính sợi dây đàn, chỉ cần kéo dài giữa hai vật chắc chắn. Khi gảy, nó như cái lò xo, trở lại và bật ra rất nhanh, mỗi chuyển động kế tiếp hơi nhỏ hơn trước cho đến khi dừng lại. Sợi dây đàn đã chuyển động theo cách này, thật sự rung cùng lúc nhiều chế độ khác nhau, mỗi một trong những cái đó được nhận dạng là chuyển động của sóng sine trong một tần số đặc biệt (xem hình 2.7).

Chế độ rung bao trùm toàn bộ chiều dài dây đàn, chuyển động ở giữa sợi dây tối đa, là họa âm đầu tiên (first harmonic), gọi tắt là âm gốc (fundamental). Những âm gốc này tạo ra cao độ chính, nghe như nốt nhạc của dây đàn.

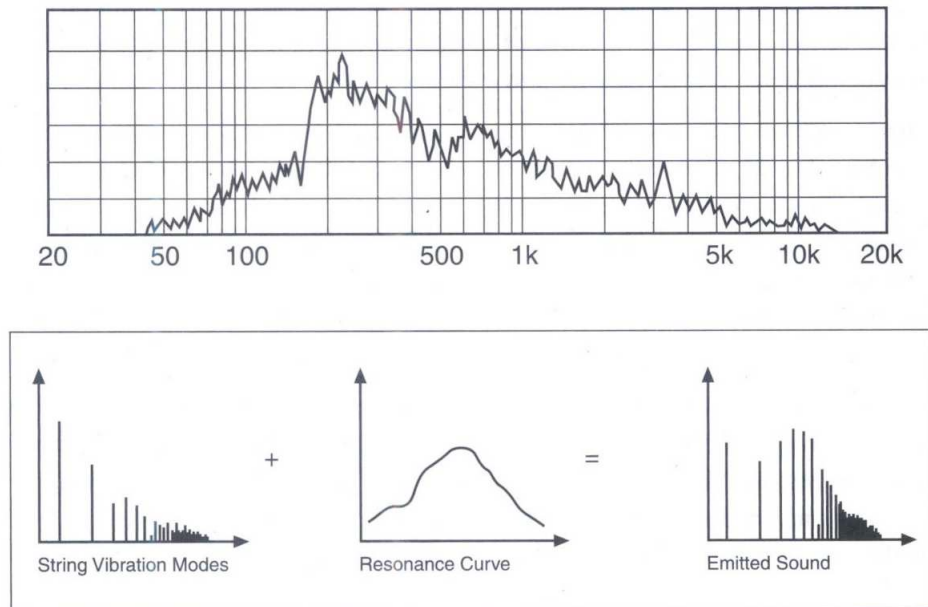
Những họa âm khác (2, 3, 4, 5, v.v. gọi là bội âm của dây đàn (*string's overtones*) là kết quả của chế độ rung có liên quan đến sự chia nhỏ tổng chiều dài dây đàn. Định nghĩa, họa âm là tần số, là bội số nguyên (có nghĩa, nhân với một số nguyên: 1, 2, 3, 4, 5, v.v.) của âm gốc.

Giống như răng, nhánh của âm thoa, bản thân dây đàn cửa trong không khí mà không cần nhiều năng lượng để tỏa ra không khí. Nếu dây đàn gắn với guitar thùng (hay những nhạc cụ thân rỗng), thùng đàn sẽ tạo ra sự cộng hưởng để đáp ứng với dao động của dây đàn. Không giống như hộp cộng hưởng của âm thoa, chỉ cần đáp ứng có một tần số, thùng guitar phải cộng hưởng cho rất nhiều tần số. Hình dạng cong đặc biệt của nó là để thực hiện điều này.

Tuy nhiên, thùng guitar vẫn dễ đáp ứng với vài tần số hơn là những vật khác. Kết hợp của cộng hưởng bao gồm tất cả rung động của tấm gỗ và khoang bên trong được vẽ dưới dạng đường biểu diễn đáp ứng tần số (frequency response curve), hay đường biểu diễn cộng hưởng (resonance curve). Đồ thị dưới đây (hình 2.9), cho thấy mức độ thùng đàn sẽ đáp ứng với dao động của bất kỳ tần số nhất định nào.

(*) Mỗi âm thanh (sound) đã đã có phổ tần số (spectrum of frequencies) riêng của nó, không nên nhầm lẫn với phổ âm (audio spectrum), là tất cả những tần số nghe được của con người. Spectra là dạng thức số nhiều của âm phổ (spectrum).





Hình 2.9

Đường cộng hưởng như thế này mô tả cho mức độ mà mỗi tần số tạo ra bởi dây đàn hay loại dao động khác, được khuếch đại bởi một nhạc cụ hay nguồn âm thanh khác. Đặc tính này là khía cạnh chính của những gì được sửa đổi bởi EQ và / hay microphone. (những bảng này là hiển thị tiêu biểu của guitar thùng hay viola).

Những yếu tố rung (dây đàn-string) và cộng hưởng (thùng guitar) kết hợp với nhau để tạo ra âm phổ của một nốt nhạc nhất định cho guitar. Chính sợi dây đàn tạo ra âm gốc của cao độ âm nhạc và bổ sung thêm nhiều họa âm, có tần số thay đổi tỷ lệ với nhau, giống như những nốt nhạc khác nhau đang chơi, do đó duy trì sự tương quan về họa âm của nó. Thùng guitar sau đó sẽ xác định mức độ tần số nào sẽ được tăng cường thêm cho tần số đó nằm trên đỉnh của đường biểu diễn sự cộng hưởng. Kết quả là âm phổ cho ra những âm thanh của nốt nhạc, chơi trên đàn guitar có chất lượng âm sắc đặc thù, theo truyền thống gọi là âm sắc (timbre) (phát âm là "tamber"). Những âm sắc của âm thanh một nhạc cụ đóng vai trò quan trọng trong việc cho phép (plays a vital role in allowing), thí dụ, nốt Mi (E) chơi trên guitar nghe khác với cùng nốt đó chơi trên bất kỳ loại nhạc cụ nào (hay guitar) khác mà chính đặc tính vật lý dẫn tới việc âm phổ bị khác đi).

Trong vài nhạc cụ, chẳng hạn nhạc cụ hơi bằng gỗ (woodwinds), không dùng sự cộng hưởng riêng biệt; lưỡi gà là phần tử dao động và nhạc công xác định nốt nhạc được bằng cách điều chỉnh chiều dài của cột không khí trong nhạc cụ (gần tương đương với việc kiểm soát nốt nhạc cộng hưởng của ống nghiệm, chai lọ hay ấn định bằng cách cho vào số lượng nước nhất định). Trong những nhạc cụ khác, chẳng hạn như trumpet và trombones cử động môi của nhạc công là phần tử dao động. Nhưng trong những loại khác, như sáo (flute) và ống tiêu (recorders), không có sự dao động vật lý nào, tất cả những rung động tạo ra là do luồng không khí xoay chiều nhanh qua ống. Trong mỗi trường hợp, đặc biệt là cấu trúc vật lý và cách chơi nhạc cụ đem lại những phổ âm riêng và do đó nó có chất lượng âm điệu riêng. Sự khác biệt giữa khái niệm về phần tử rung và cộng hưởng này, mặc dù cần hiểu về những khía cạnh của âm thanh, có thể được kiểm soát bởi hệ thống âm thanh, nhưng cũng có những khía cạnh khác có thể không như vậy (xem lại hình 2.9). Điều này sẽ thảo luận thêm phần nào trong chương 6 và 17

Phase và sự can thiệp (Phase and Interference)

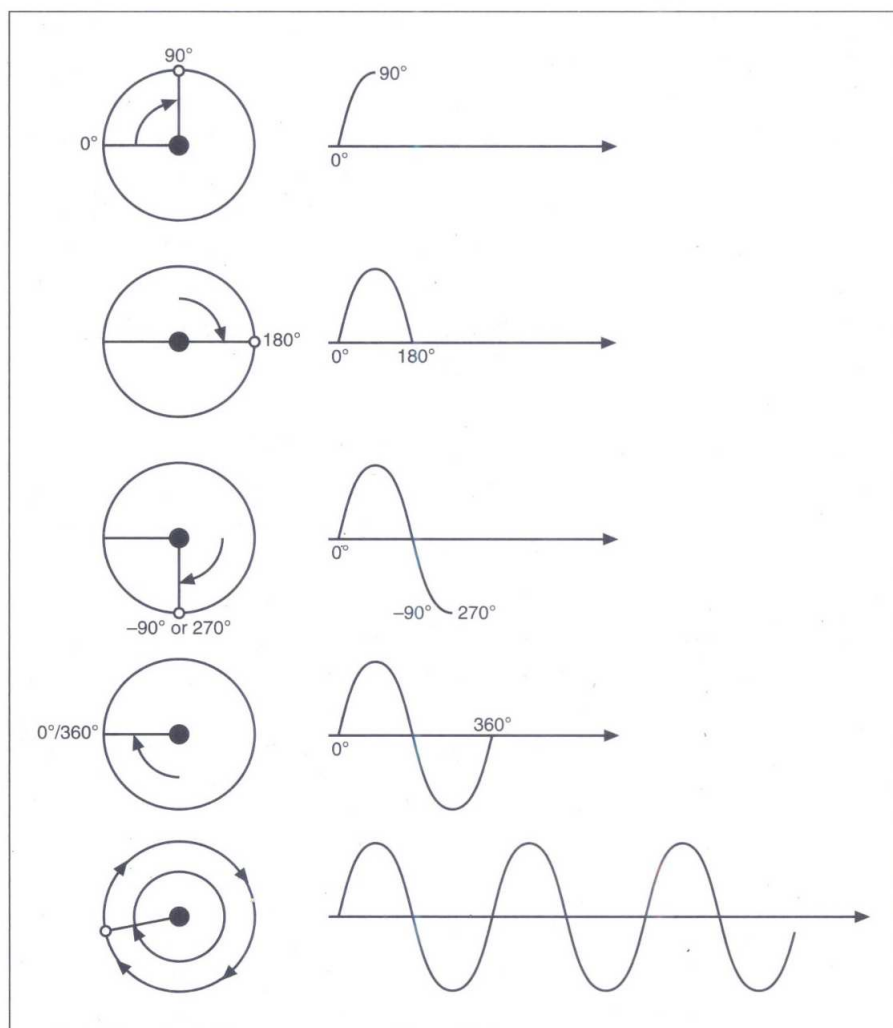
Một đặc điểm thú vị và quan trọng về chuyển động của sóng sine là sự quan hệ chặt chẽ với chuyển động vòng quanh. Đây là cơ sở cho việc đo lường phase của sóng (wave's phase). Nghiên



cứu giữa sự quan hệ đặc biệt của phase với sóng âm thanh có thể rất phức tạp, nhưng mục đích của giáo trình này là chỉ cần hiểu được những ý tưởng cơ bản.

Hình 2.10 cho thấy đồ thị của một sóng sine, vẽ giống như chiều quay của vòng tròn có bán kính bằng biên độ đỉnh (peak) của sóng. Trong hình minh họa này, điểm X_1 trên vòng tròn được cho là quay theo vòng tròn tại tần số là điểm X_2 trên sóng sine. Nếu cả hai bắt đầu chuyển động cùng lúc ở không độ, vị trí thẳng đứng của nó (biên độ) sẽ giống hệt nhau ở mọi thời điểm trong chu kỳ tương ứng.

Khi chu kỳ đạt đến 90 độ, biên độ tích cực (nén) đạt đỉnh giá trị. Ở 180 độ, biên độ lại là không; ở biên độ 270 độ âm (mở rộng) lại đạt đỉnh giá trị. Tại 360 độ (giống như không độ), một lần nữa biên độ là không và lại bắt đầu chu kỳ tiếp theo.



Hình 2.10

Sự liên quan giữa hình tròn và sóng phase.

Sóng sine (tần số) thật tế là một dạng thức chuyển động vòng tròn mở rộng ra bên ngoài cùng một trục, như thời gian hay khoảng cách. Quan hệ về sự chuyển động của vòng tròn (từ góc độ vật lý học, là dạng chuyển động tịnh khiết nhất) giải thích tại sao nó có khuynh hướng độc lập với nhau, mặc dù trên thật tế nó kết hợp với nhau theo vô số cách. Những khái niệm về phase rất quan trọng trong pro-sound. Phase viết tắt là Φ . Một chức năng phổ biến trên mixer chất lượng cao, vài thiết bị delay, và crossover cho phép đảo ngược pha (còn gọi là phân cực ngược *reversed polarity*) 180°. Cũng có thể thực hiện cách đảo chiều này bằng cách đảo ngược một đầu dây tín hiệu của cáp XLR loại balance, thể hiện trong chương 16. Một vấn đề quan trọng khác về phase là phải nối dây loa trong cùng một loại phân cực, nhất là khi gắn nó vào cùng một thùng loa hay cùng một array loa, nếu không, nó sẽ có khuynh hướng hủy bỏ tác động output của nhau (triệt tiêu), đặc biệt ở tần số thấp. (Trong trường hợp xấu nhất, nó có thể dập tắt (blow out) toàn bộ, sẽ giải thích thêm trong chương 9 về phần acoustic loading).

Khi hai hay nhiều sóng tương tác với nhau, biên độ của nó được bổ sung về mặt đại số. Trong thí dụ đơn giản (hình 2.11), khi hai sóng sine có cùng tần số và biên độ chồng lên nhau bắt đầu cùng lúc ở không độ (cùng phase - in phase), kết quả cho ra sóng sine với biên độ gấp đôi biên độ của mỗi sóng. Sóng này gọi là sự can thiệp xây dựng lẫn nhau. Nếu cũng hai sóng đó, chồng lên nhau với một sóng bắt đầu từ không độ và sóng khác ở 180 độ, biên độ của nó sau đó sẽ đối xứng nhau chính xác (lệch phase 180 độ, out of phase), gọi là sự can thiệp phá hoại lẫn nhau (destructively), trong trường hợp này nó hoàn toàn triệt tiêu lẫn nhau. Nếu hai sóng có tần số và biên độ đồng đều chồng lên bất kỳ sự quan hệ phase khác liên quan đến nhau (*with respect to one another*), nó sẽ có lúc là can thiệp xây dựng, và có lúc khác là can thiệp phá hoại. Nói cách khác, điều này như hoàn thiện một phần hay toàn phần (sự can thiệp xây dựng) hay triệt tiêu một phần hay toàn phần (sự can thiệp phá hoại). Trong môi trường âm thanh nghe được, sóng ít khi triệt tiêu nhau hoàn toàn, trải nghiệm của chúng tôi thường chỉ triệt tiêu một phần. Những quan hệ đại số cùng loại cũng như vậy cho tất cả loại tương tác của sóng âm thanh.

Sóng âm từ hai nguồn khác nhau tương tác theo cách so sánh với những sóng tạo ra bởi hai rối loạn riêng biệt trên mặt nước (Hình 2.11). Lưu ý, những loại can thiệp xây dựng và phá hoại khác không làm thay đổi đường đi của một loạt sóng. Sự can thiệp của nó tại bất kỳ điểm nào chỉ cần cộng thêm mức độ của biên độ tích cực hay tiêu cực cần thiết để vượt qua sóng dọc theo trên hành trình đi ra ngoài. Tuy nhiên, thính giả ở bất kỳ vị trí nào, sẽ nghe thấy những tần số khác nhau đến mức độ mà họ nghe thấy tăng hay giảm ở những vị trí lắng nghe cụ thể. Điều này rất quan trọng, vì với hệ thống có nhiều vị trí đặt loa, chúng ta có thể mong những âm thanh này thay đổi phần nào khắp khán giả, ngay cả khi âm thanh được loa phát tán hiệu quả.

Những dạng sóng phức tạp (Complex Waveforms)

Như đã giải thích, mỗi âm thanh đều có phổ tần riêng mà tiến trình nghe có khả năng xác định là âm điệu đặc biệt của âm thanh đó. Mặc dù vậy, những tần số tương ứng với mỗi âm thanh sẽ truyền đồng lúc qua không khí ra sao? Để trả lời điều này, có lẽ nên nhìn piston loa một lần nữa, trong trường hợp này, nó sẽ nhân bản ra dạng sóng phức tạp như note nhạc chơi trên piano.

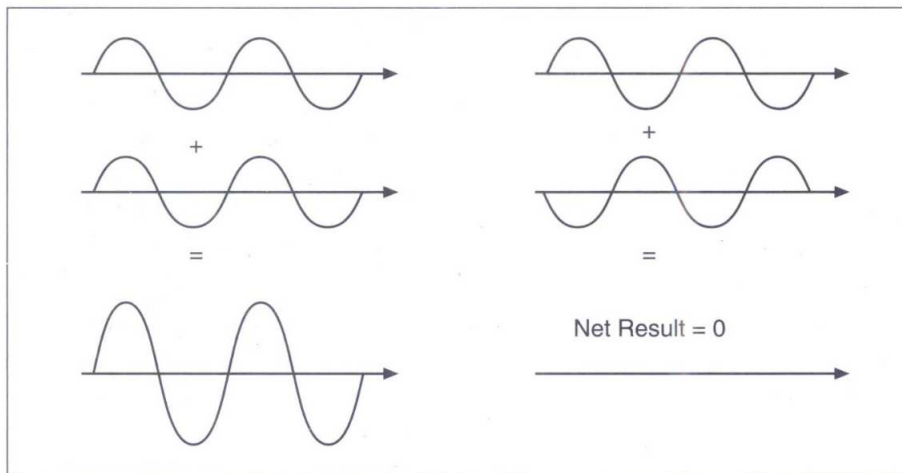
Hình 2.12 cho thấy phổ tần số tiêu biểu liên quan đến nốt nhạc La (A), 220Hz (dưới nốt nhạc A một bát độ) chơi trên đàn piano. (Ngẫu nhiên, họa âm thứ bảy ở đây rất nhỏ, vì điểm gõ búa đối với dây đàn piano trong trường hợp này loại bỏ bội âm đặc biệt này có hiệu quả). Khi âm gốc và tất cả bội âm bị chồng lên như đã mô tả trong phần trước về phase và sự can thiệp, nó kết hợp lại để cho ra một dạng sóng phức tạp, có thể xuất hiện hơi giống như thể hiện trong hình 2.12. Dạng sóng này cũng gần như sẽ tiêu biểu cho chuyển động của vành loa (cone) khi nhân bản ra âm thanh tương tự.

Trên thật tế, dạng sóng trong thí dụ minh họa dưới mang theo rất nhiều dạng thức, người nghe đều thấy nó có âm thanh tương tự như nhau, nếu không nói là giống nhau. Điều này xảy ra khi những tần số liên quan đến âm thanh của nhạc cụ được loa nhân bản trong sự quan hệ lệch phase với nhau. Ngoài ra, mỗi tần số trong âm thanh thường bao gồm nhiều sóng sine chung một tần số kết hợp trong rất nhiều sự quan hệ phase. Đây là kết quả của những âm thanh phát ra từ khu vực rộng, không chỉ từ một điểm, và cho biết thêm sự tinh tế và tính cách tự nhiên đầy đủ (fullness) nhất định về âm thanh. Tuy nhiên, trong thật tế, hình dạng đặc biệt của dạng sóng phức tạp, gần như không quan trọng bằng phổ tần số chứa nó.

Lưu ý, loại dạng sóng như sóng vuông, sóng tam giác và sóng răng cưa thật tế không đơn giản. Sóng vuông, rất thông dụng để thử nghiệm trong phòng thí nghiệm thiết bị âm thanh, và những dạng sóng đơn giản khác có thể tổng hợp bằng nhạc cụ điện tử cơ bản nhất. và nó cũng chứa âm phổ và những thành phần sóng sine của riêng nó.. Sóng vuông, trên thật tế bao gồm một sóng cơ bản và kế tiếp là dãy họa âm số lẻ (1, 3, 5, 7, 9, v.v. như trong hình 2.13). Thí dụ khác, sóng răng cưa, là mô hình lý thuyết của một sợi dây cong và hợp âm giọng hát của con người (mặc dù trong thật tế nó phức tạp hơn nhiều).

Hình 2.14 cho thấy có thể chia sóng răng cưa ra nhiều thành phần sóng sine cụ thể. Một khi đã tạo ra, dạng sóng như vậy thật sự hoạt động đơn giản theo âm phổ tần số (thành phần sóng sine) liên quan, như bất kỳ âm thanh nào khác.

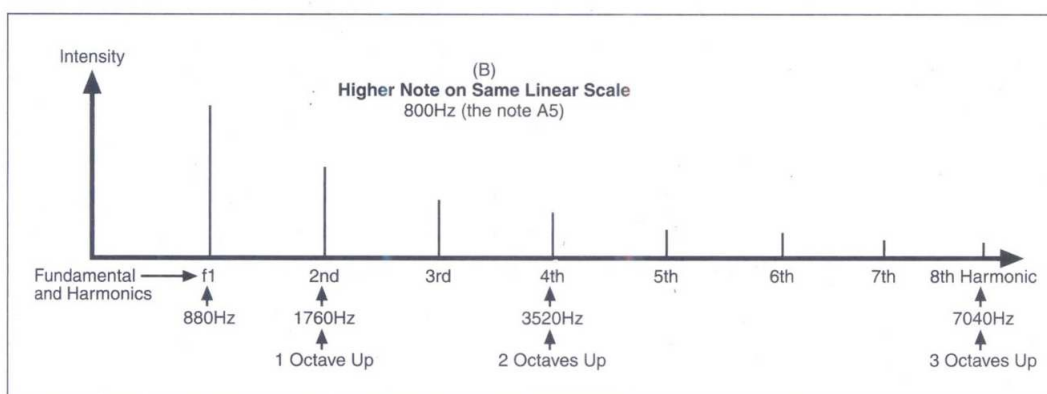
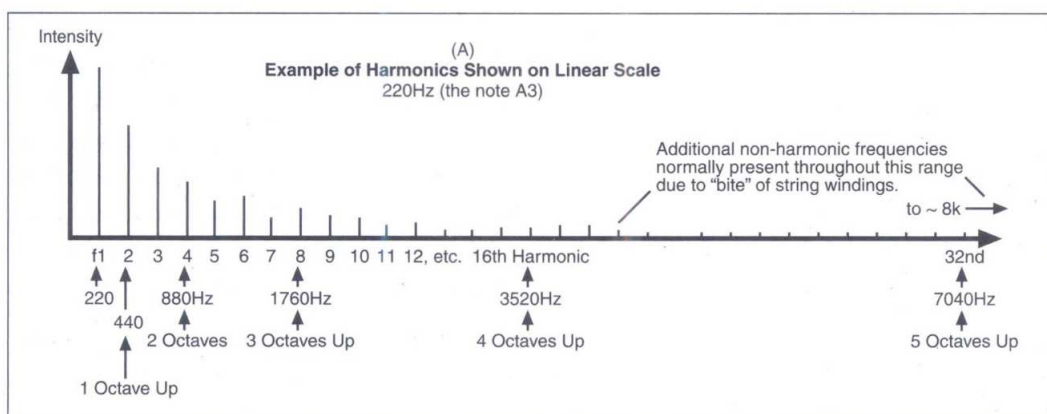
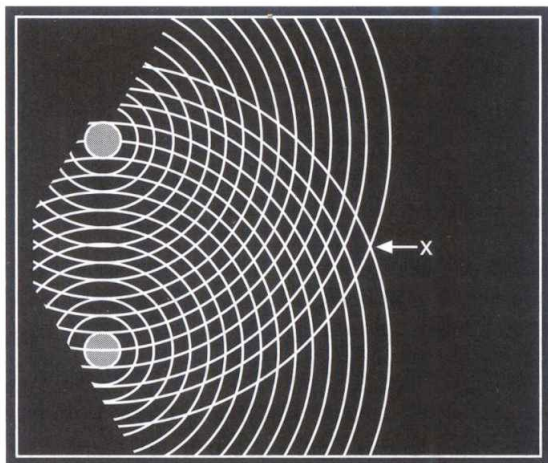




Hình 2.11

Những sóng tương tác cơ bản với nhau.

Khi di chuyển xuyên qua không khí hay xuyên qua tín hiệu điện, những phase sóng đồng nhất tăng gấp đôi cường độ (+3 dB về độ âm (acoustically), đôi khi là 6 dB về điện từ, tùy thuộc vào loại mạch điện). Sóng ngược phase dĩ nhiên bị triệt tiêu hoàn toàn. Khi sóng đồng nhất phát ra từ hai nguồn riêng biệt, nó thường cắt nhau ở một vị trí của người nghe nào đó, nằm trong rất nhiều quan hệ phase ở giữa hai thái cực, một phần sẽ tăng lên hay một phần sẽ triệt tiêu lẫn nhau. (Đồng thời, thường có sự chùng chéo đáng kể bởi sự phản dội từ bề mặt chung quanh). Chỉ khi một người đứng xa từ giữa hai nguồn (như hình dưới) nghe được tất cả các tần số đã củng cố. Trong bất kỳ vị trí khác, vài tần số sẽ tăng lên, trong khi những tần số khác bị triệt tiêu. Điều này rất có ý nghĩa cho người vận hành hệ thống, là những âm thanh có thể dự kiến sẽ thay đổi đáng kể tùy theo từng vị trí trong khán giả, dù nó luôn được loa phát tán.



Hình 2.12

(A) Họa âm của dây đàn Piano hiển thị trên tỉ lệ tuyến tính. Đây là một note nhạc tương đối thấp, họa âm của nó cũng mở rộng ra thành nhiều âm phổ, ngoài những tần số khác, có thể tương trưng cho ảnh hưởng

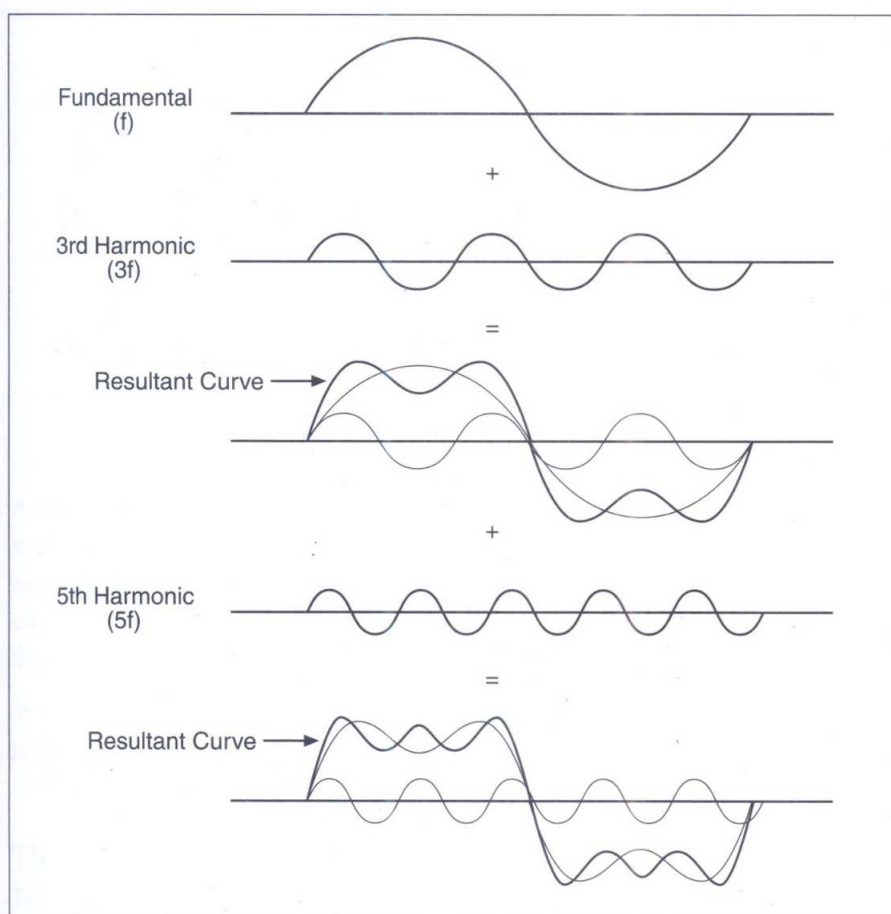
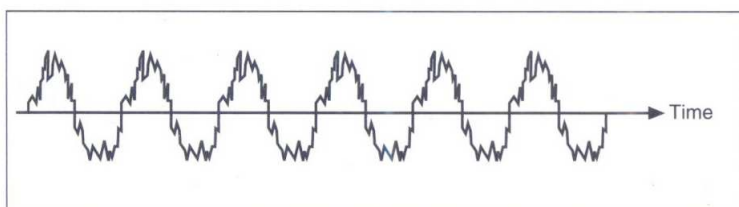


Sound & Lighting

giữa những sợi dây đàn với nhau (không hiển thị). Chú ý, cách những bội âm sẽ ăn nhịp với mỗi bát độ liên tiếp trên biểu đồ ra sao.

(B) Với nốt nhạc cao hơn, những họa âm sẽ đặt cách xa nhau hơn, có rất ít tần số liên quan. Nếu những nốt nhạc cao hơn, dây đàn thường cũng được thiết kế không có cuộn dây xoắn bao quanh, được tính toán để cho âm thanh có đặc tính tinh khiết hơn.

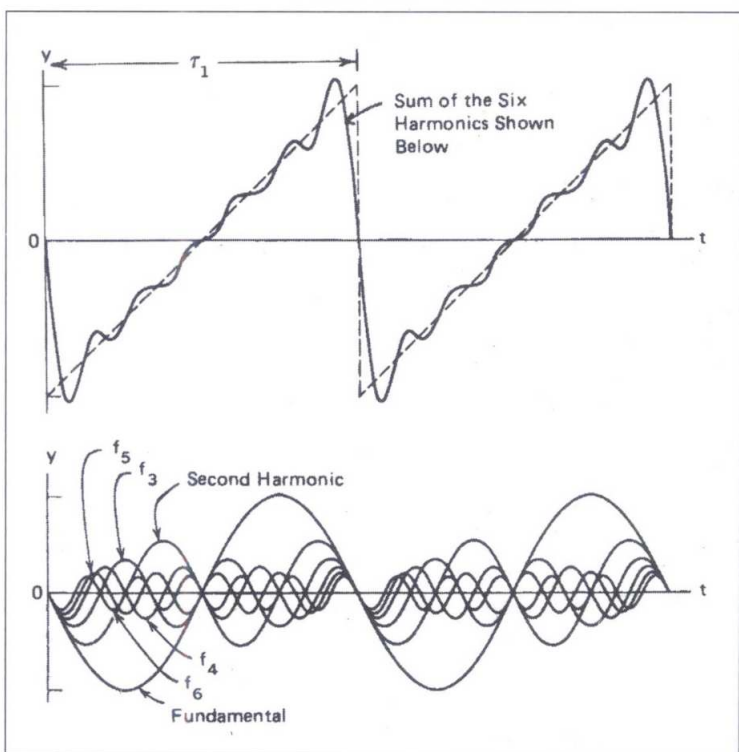
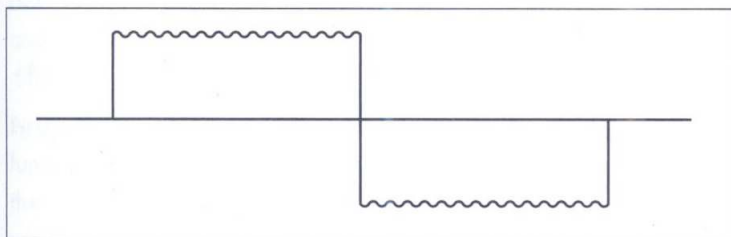
(C) “Rough” mô tả một dạng sóng phức tạp, thu được từ sự kết hợp nhiều tần số liên quan. Điều này cũng sẽ tượng trưng cho chuyển động của một vành loa đã tái tạo ra âm thanh như vậy.



Hình 2.13

Lưu ý ở đây, khi thêm họa âm lẻ có phase thích hợp và cân đối, những cạnh bên sẽ dốc hơn và bắt đầu trải phẳng ra. Khi những họa âm lẻ đã đủ số lượng đúng theo tỉ lệ, kết quả cho ra một sóng vuông.

Sóng vuông hoàn hảo sẽ có những họa âm lẻ vượt ra ngoài phần cuối phía trên phổ âm thanh (đến vô cực). Dưới đây hiển thị kết quả lên tới 29 họa âm.



Hình 2.14

Những thành phần sóng sine của sóng răng cưa.

Giản dị, ở đây chỉ hiển thị sáu họa âm đầu tiên. Khi thêm vào tần số cao hơn, sự xung đột (wiggles) có thể dần xẹp để cho ra sóng răng cưa nhọn, thể hiện bằng đường chấm chấm. Tương tự như vậy, một sóng răng cưa nguyên bản cũng dễ chia nhỏ thành nhiều thành phần sóng sine, về cả hai mặt, âm học lẫn điện tử.

----- Hết chương 2 -----

CHƯƠNG 3

Bản chất của thính giác (The Nature of Hearing)

Một câu hỏi cổ điển, "Nếu có cây ngã đổ trong rừng và không ai ở đó để nghe, sẽ có âm thanh nào không?" thường dùng để minh họa cho ý nghĩa kép của câu hỏi này, có thể được trả lời đúng bằng một trong hai "âm thanh": "có" hay "không". Câu trả lời là "có", nếu coi âm thanh là việc tạo ra mặt vật lý của sóng áp lực không khí, đất chung quanh v.v. Nếu coi âm thanh là cảm giác tạo ra trong tiến trình nghe, câu trả lời là dĩ nhiên là "không".

Trong chương 2, chúng ta tập trung chủ yếu vào tính chất vật lý của âm thanh. Chương này cũng thảo luận về âm thanh, chủ yếu từ quan điểm về tiến trình nghe của con người.

Tai (The Ear)

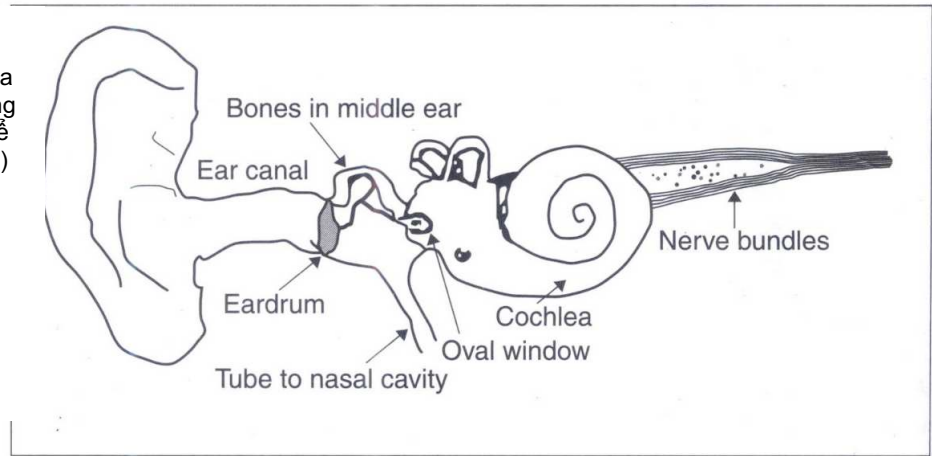
Chức năng của tai đôi khi giống như microphone, vì cả hai, tai và micro đều chuyển đổi những sóng âm thanh thành tín hiệu điện. Nếu điều này đúng, tai là microphone tuyệt vời nhất. Nó có tác dụng như bộ phân tích tần số, phá bỏ những dạng sóng phức tạp tạo bởi thành phần sóng sine, và gửi những xung điện này đến não kèm theo những cái tiêu biểu cho tần số của những âm thanh nó nhận được. Nó cũng có khả năng nghe ở mức độ lớn hơn nghìn tỷ lần những âm thanh nhỏ nhất. Nó có dải năng động (dynamic range) lớn hơn hàng ngàn lần so với những hệ thống âm thanh chuyên nghiệp tốt nhất hiện nay. Tuy nhiên, tai cũng có đặc thù và giới hạn riêng của nó, và nếu ta hiểu biết của tường tận, có thể có nhiều hướng giải quyết những rắc rối thường gặp khi thiết kế và xử dụng hệ thống âm thanh.

Trước tiên, mô tả ngắn gọn về cách hoạt động của tai (xem hình 3.1): Âm thanh vào tai ngoài, đều phải đi qua ống tai, làm rung động màng nhĩ, là màng da rất mỏng bịt kín ở cuối ống. Màng nhĩ được gắn vào, bằng một đòn bẩy là ba xương rất tinh vi, chuyển những rung động sang lỗ mở khác nhỏ hơn nhiều (cửa sổ hình bầu dục - *oval window*), dẫn vào tai trong. Chúng ta đã nghe tất cả điều này trước đây rồi. Nhưng những cái xảy ra ngoài cửa sổ bầu dục chắc chắn làm cho tai trong là một trong những tuyệt tác kỳ lạ của thiên nhiên.



Hình 3.1

Thành phần cơ bản của tai. (Hình thật sự, không có tỷ lệ, ốc tai sẽ có thể vừa trên đầu móng tay)

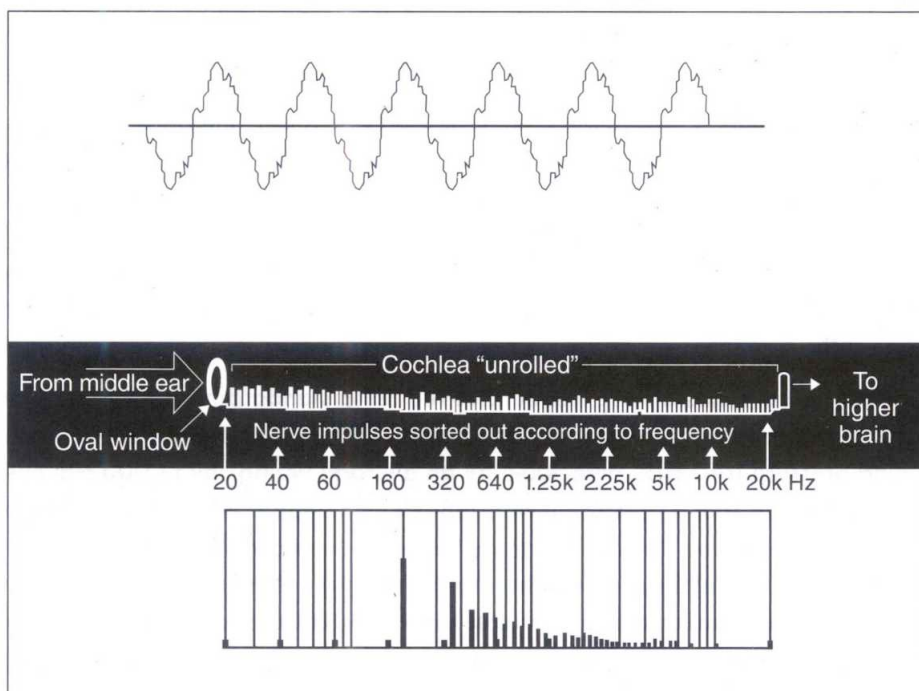


Tai trong bọc trong vỏ xương rất nhỏ (ốc tai), cuộn lại thành hình gần giống như con ốc sên. Bên trong vỏ, ngâm trong dịch lỏng, có nhiều tế bào nhỏ như sợi tóc nằm trên một màng (màng nền – *basilar membrane*) chạy dọc theo đường xoắn ốc vào bên trong vỏ. Tóc giống như tế bào, có nhiệm vụ chuyển đổi những rung động sinh ra trong dịch lỏng thành những xung điện.

Mỗi thành phần sóng sine (tần số) của một âm thanh gây ra sự đáp ứng tối đa tại một vị trí đặc biệt dọc theo chiều dài của màng nền, nó sẽ gây ra xung lực để gửi đến bộ não từ vị trí đặc biệt này. Bằng cách này, bộ não sẽ nhận được nhiều xung tiêu biểu riêng biệt của những tần số liên quan đến âm thanh chúng ta đã nghe, sắp xếp, phân loại từ nhiều dạng sóng phức tạp nhận được ở tai ngoài. Trong thật tế, nếu được đào tạo đầy đủ, vài người nghe sắc sảo có thể nhận ra cao độ bội âm khác nhau của một nốt nhạc chơi trên nhạc cụ rất chính xác. (Hầu hết chúng ta đều đơn giản, chỉ tích hợp nó vào những cái chúng ta gọi là chất lượng âm sắc (tonal quality)).

Tần số thấp nhất của phổ âm thanh (phổ âm) tạo ra sự đáp ứng tối đa ở một đầu màng nền, trong khi tần số cao nhất lại tạo ra đáp ứng tối đa ở đầu kia. Cách thức màng tế bào đáp ứng với những tần số giữa hai cực giải thích lý do tại sao chúng ta nghe thấy tần số trong âm nhạc, hay nhận thức được tỷ lệ tương xứng giữa nó với nhau.

Lưu ý một điều thú vị về hoạt động của tai. Hình 3.2 cho thấy đồ thị mô tả màng nền của tai, vẽ trải ra theo chiều dài thật sự của nó. Dọc theo chiều dài của ốc tai, như trên đồ thị, mỗi lần tăng gấp đôi tần số (tăng 1 bát độ-octave) cũng là bao gồm một khoảng cách theo thang chia độ (scale), bất kể trị số của nó. Điều này được gọi là sự quan hệ *logarithmic*, theo đó cũng có thể biểu diễn tỷ lệ bất kỳ trên tỷ lệ tuyến tính đặc biệt để xử lý dễ hơn. (Nói cách khác, tai là vật chất, được hình thành để làm việc theo logarithmically). Sự quan hệ logarithmic rất có ích không những chỉ trong những phép đo so sánh về tần số, mà còn trong những phép đo so sánh về cường độ.



Hình 3.2

Tai có thể nhận được dạng sóng khi vẽ đồ thị bằng máy hiện sóng (oscilloscope), nhưng nó sẽ gửi đến những xung não chứa từng tần số tiêu biểu liên quan đến dạng sóng.

Decibel

Hai khía cạnh rất đáng chú ý trong việc nhận thức về cường độ âm thanh và làm cho nó thích hợp khi xử dụng đơn vị đo lường đặc biệt là decibel.

Thứ nhất, năng lượng âm thanh có phạm vi 10,000,000,000,000 trên một (to-one) mà tai có thể nghe thấy sẽ rất khó nghĩ khi làm việc những các trị số quá đơn giản. Thứ hai và quan trọng hơn, thính giác nhận thấy cường độ khác nhau cách chính xác hơn, giống như chia độ logarit hơn là độ tuyến tính.

Hãy tưởng tượng hệ thống âm thanh cho ra một âm sắc (tone) có cường độ ổn định và có một người nghe nằm gần đó. Nói rằng: output của amplifier đo được 1 watt. Nếu mức độ đo được của âm sắc đó tăng gấp đôi tới 2 watt, người nghe sẽ không cảm nhận được âm thanh sẽ lớn lên hai lần. Thực ra, sự khác biệt này chỉ hơi lớn hơn sự khác biệt để nhận thức ở mức tối thiểu (ở cấp độ âm thanh vừa phải) của một người nghe trình độ trung bình, và hầu như không được để ý tới.

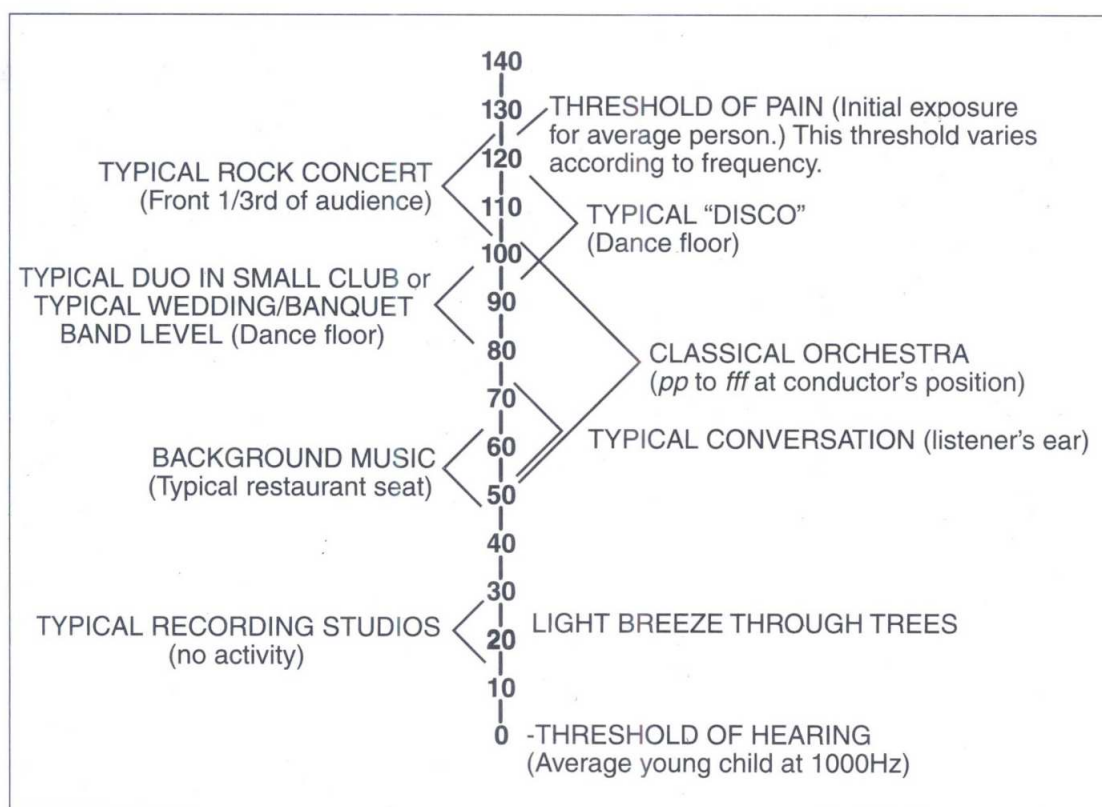
Hãy tưởng tượng trên cùng hệ thống đó lần nữa, tăng tone đó để output của amplifier đo được 5 watt. Một tone giống y vậy ở amplifier phát ra 6 watt (cũng tăng 1 watt, như trong thí dụ trước) nói chung sự khác biệt đáng để ý sẽ ít hơn rất nhiều. Mức độ gia tăng cường độ được đánh giá là tương tự như thí dụ đầu tiên, tone 5 watt sẽ cần phải nhân gần gấp đôi, lên khoảng 10 watt. Điều này giải thích nếu tăng gấp đôi cường độ âm, như trong thí dụ đầu tiên, sự phân biệt tối thiểu của hầu hết người nghe chỉ có hơi bằng hay hơn một chút.

Giống như bát độ (octave) của âm nhạc đã giới thiệu từ nhiều thập niên trước đây, decibel là số lượng tương đối, mặc dù nó dựa trên tỷ lệ giữa cường độ âm thanh hơn là tần số. Thường xử dụng Decibel khi đề cập đến tín hiệu âm thanh tại mỗi điểm trong đường đi của nó qua lĩnh vực điện tử là tốt nhất, vì nó tiêu biểu cho sức mạnh của tín hiệu mà cuối cùng được tái tạo và đưa vào lĩnh vực thính giác. Thực hành việc xử dụng những phép đo decibel sẽ giới thiệu trong chương 4. Cần lưu ý, khi tăng mỗi 3dB, ở output yêu cầu tăng gấp đôi công suất ra loa. (Xem tỷ lệ công suất trong hình 4.7).



Cũng như tỷ lệ giữa những tần số âm nhạc, thường đòi hỏi điểm tham chiếu tiêu chuẩn (thường là nốt La (A), 440Hz), do đó, decibel cũng vậy. Điểm tham chiếu cho cường độ âm thanh đã được chấp nhận là áp suất âm thanh tối thiểu (tại 1kHz) được nghe bởi một đứa trẻ trung bình (0,0002 dynes / cm²). Đây được coi là mức áp suất âm thanh ở 0dB (0dB SPL). Cường độ âm cao nhất được đặt ở khoảng 140dB SPL, mặc dù âm thanh xảy ra mức này, là tiếng súng nổ, động cơ phản lực v.v. (Mức vượt quá xa ngưỡng đau tai cho tất cả mọi người, và trong vài trường hợp có thể xảy ra thiệt hại nghiêm trọng đến cơ chế nghe, ngay cả khi chỉ tiếp xúc tương đối ngắn).

Hình 3.3 cho thấy mức độ đo áp suất âm thanh tiêu biểu trong vài tình huống thường gặp.



Hình 3.3

Mức độ áp suất âm thanh tiêu biểu.

Đáp ứng tần số của tai người

Thống kê thường thấy (và thường khá cường điệu) cho những thiết bị âm thanh là: "Phẳng (*flat*), từ 20Hz đến 20kHz". Ngay cả khi loại bỏ sự cường điệu sang một bên, nó cũng vẫn rất thuận tiện khi so sánh giữa phép đo điện tử và một người có tai nhạy nghe được, trên tất cả tần số, đều giống nhau qua toàn bộ âm phổ này. Tuy nhiên, trường hợp này không như vậy.



Sound & Lighting

Khả năng nghe tốt hơn trong khoảng giữa hơi cao, và ít nhạy ở cả hai cực âm phổ. Tính đến sự khác biệt riêng, độ nghe nhạy nhất bình quân trong khoảng 2.5kHz đến 4kHz, phần lớn vì cộng hưởng trong tai và ống tai, đã khuếch đại ảnh hưởng của dải tần số này vào màng nhĩ. (Đối với người lớn, độ nhạy tối đa về tần số có thể thấp hơn; ở trẻ em thường cao hơn).

Giới hạn tần số thấp có thể thay đổi nhiều theo từng người, và tại cực thấp nhất nó có thể phân biệt rất khó, cho dù đang nghe hay cảm nhận âm thanh. Nói chung, sự nghe sắc sảo bắt đầu rơi xuống mạnh khi bắt đầu dưới 100 Hz.

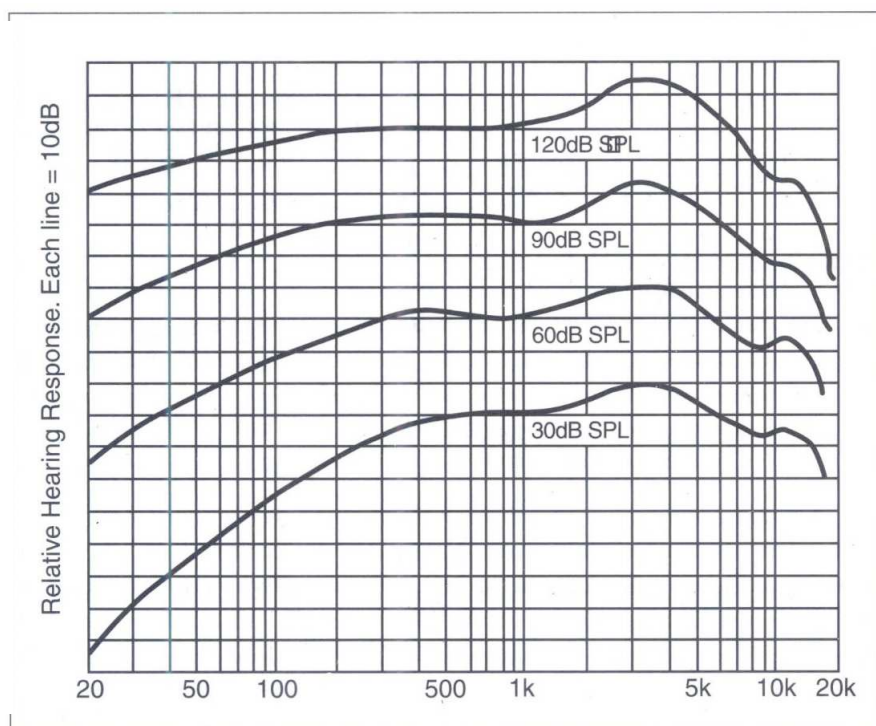
Giới hạn tần số cao cũng mỗi người mỗi khác, thông thường giảm dần theo tuổi. Trẻ em đôi khi có thể nghe thấy ở trên 20kHz, trong khi người rất già thường không thể nghe thấy trên 5kHz. Trong những người trẻ, tiếp xúc với âm thanh lớn nhất quá nhiều và lâu dài thường giảm độ nhạy về tần số cao, mặc dù thiệt hại cho khả năng nghe có thể xảy ra ở bất kỳ khu vực nào của phổ âm thanh, tùy theo tính chất của sự tiếp xúc quá mức.

Đáp ứng tần số của tai không hề phẳng (flat), nó cũng bị thay đổi đáng kể theo cường độ âm thanh. Hình 3.4 cho thấy đường biểu diễn đáp tần của tai trung bình, tại vài cấp độ cường độ khác nhau (hãy nhớ, mỗi cá nhân có thể rất khác với chuẩn trung bình). Lưu ý, độ nhạy giảm, hay tụt xuống, bên dưới 1kHz sẽ ít triệt để hơn so với sự tăng cường độ.

Hình 3.4

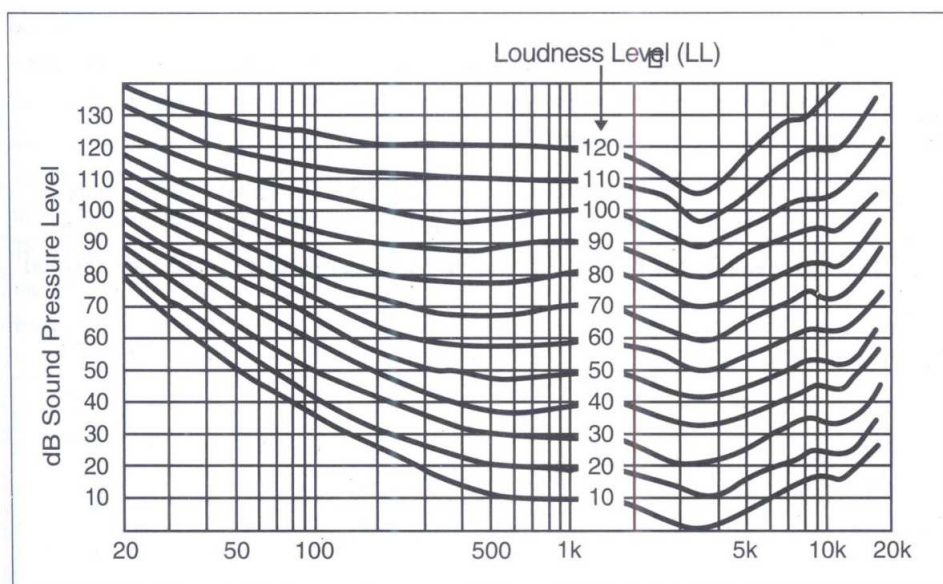
Đáp tần của tai trung bình.

Hiện thị này là đặc điểm của người trung bình ở mức độ áp lực âm thanh 30dB, 60dB, 90db và 120dB. Lưu ý, những đường biểu diễn có khuynh hướng san bằng ở cấp độ cao trong tất cả nhưng phần cao nhất của âm phổ thì ra sao. Thật thú vị, mặc dù ở tần số rất cao, đáp ứng có khuynh hướng tương đối giảm ở mức độ âm thanh rất cao.



Những đường biểu diễn đáp ứng cho sự nghe này thường bị đảo ngược để hiển thị những đáp tần của thiết bị âm thanh ra sao, dùng với một âm lượng định sẵn, phải để cho tất cả tần số đang xuất hiện đều lớn. Khi trình bày theo cách này, những đường này gọi là đường nét âm lượng cân bằng. (*equal loudness contour*). Những đường nét này hiển thị đồ họa cho những thiết bị âm thanh có đáp tần phẳng (flat) sẽ có khuynh hướng đều thiếu cả tần số thấp lẫn tần số rất cao, và dư tần số tầm trung (mid-range) quá nhiều. Khi tăng mức độ (level) của hệ thống lên, tác động này dần dần ít nổi bật, và âm thanh ở cả tần số thấp lẫn cao sẽ xuất hiện phong phú hơn khi vặn nhỏ âm thanh lại. (Công tắc loudness trên hệ thống âm thanh hifi dân dụng là để bù đắp mức âm lượng thấp đặc trưng này bằng cách nâng tần số thấp).

Ở mức độ cao, lại có sự quan tâm quan trọng. Thí dụ, 110dB SPL tại 50Hz rất lớn, nhưng mức 110dB SPL trong khoảng 2kHz đến 4kHz có thể làm tất cả mọi người vượt qua ngưỡng đau tai. (Xem đường biểu diễn trong hình 3.5 ở 120dB loudness level, thường coi là giới hạn của sự đau tai cho người trung bình. Tham khảo thêm thảo luận trong "Nhận thức về cường độ" (The Perception of Intensity) trong chương này).



Hình 3.5

Đường nét âm lượng quân bình. (equal loudness contour)

Những đường biểu diễn cho thấy những gì thính giả nghe trung bình cảm nhận lớn như nhau ở nhiều tần số khác nhau, khi đo mức độ áp lực âm thanh thật tế. Âm lượng cũng có thể gọi là phons (đơn vị âm lượng). Thí dụ: 90db LL = 90 phons.

Đường biểu diễn 120dB LL thường được coi là ngưỡng đau tai cho người trung bình, cho dù tiếp xúc nhiều lần hay lâu dài ở cấp thấp hơn cũng vẫn có thể gây thiệt hại cho thính giác. (Thế nào là tiếp xúc nhiều và ở mức độ là bao nhiêu? điều này vẫn đang được thảo luận và tranh luận rộng rãi giữa bộ môn thính học (audiologists), kỹ sư âm thanh (audio engineer) và âm học (acousticians)). Những đường biểu diễn rất quan trọng. Lưu ý, trong khoảng 3kHz, chỉ cần 90db SPL là đạt được 100db LL, trong khi ở 50Hz, sẽ là 110dB SPL. Lưu ý thêm, giải tần có khuynh hướng đạt mức bão hòa của nó qua phần âm phổ còn lại xa và nhanh hơn (thường cộng hưởng trung bình của ống tai người lớn trong khoảng 2.5kHz đến 3kHz).

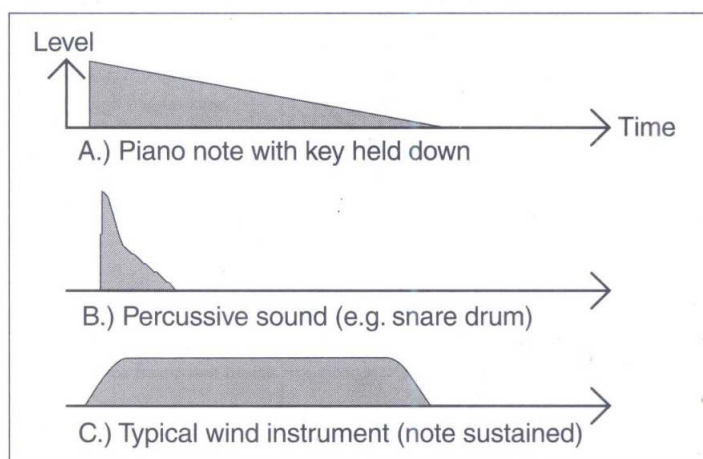
Trình tự của thính giác (The Timeline of Hearing)

Như vậy đến giờ, những thảo luận đã tập trung vào hầu hết những cái có thể gọi là tầm nhìn vi mô về âm thanh và thính giác. Một chu kỳ của sóng đơn giản hay phức tạp trong âm phổ xảy ra nhanh hơn 0,05 giây (1/20 của một giây), khoảng thời gian quá nhỏ, trong nhiều trường hợp, để người nghe nhận ra âm thanh (ngoại trừ có lẽ tự hỏi "Cái gì vậy?"). Hiểu theo phương diện nào đó, điều này là hành động ngăn chặn quan niệm về âm thanh. Chúng ta sẽ cố đưa tầm nhìn vi mô này vào viễn cảnh có phần lớn hơn.

Đã giải thích trước đây, chất lượng âm sắc của âm thanh, xác định bằng âm phổ của tần số chứa nó là yếu tố quan trọng trong việc cho phép thính giác phân biệt giữa âm thanh này với âm thanh khác. Âm thanh nào về bản chất cũng không kém quan trọng, tuy nhiên lại là cách thức những dạng sóng thay đổi (hay không) trong suốt thời gian âm thanh hoạt động. Tầm quan trọng của những thay đổi như vậy trong việc ghi nhận âm thanh để thể hiện qua nhiều kinh nghiệm của chúng ta khi cố

nhận ra những âm thanh khác nhau, khi nghe lại băng, đĩa.

Trước tiên, hãy xem xét những dạng sóng tương đối đơn giản liên quan tới âm nhạc. Cách rõ nhất, phần lớn âm thanh âm nhạc thay đổi đều do cường độ tổng thể của nó. Điều này thể hiện bằng đồ thị thích hợp nói về sự phát triển của âm thanh. Hình 3.6 cho thấy sự phát triển đặc trưng của âm thanh của vài nhạc cụ.



Hình 3.6

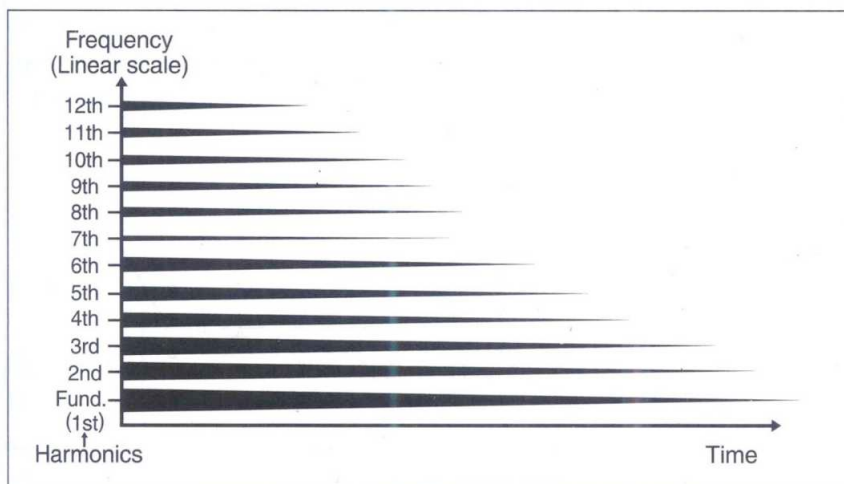
Sự phát triển tổng thể tiêu biểu của vài âm thanh.

Đây là loại đồ thị thể hiện cách đơn giản sự năng động tổng thể của âm thanh, từ khoảng 1/20 một giây đến vài giây. Ở đây, sóng tự nó bị bỏ qua, thay vì hình dung đơn giản là những đường gần mức tổng thể có thể đo hay nghe thấy.

Ngoài sự phát triển tổng thể của loại này, loại âm thanh khác biến thiên theo tần số cũng như vậy (xem hình 3.7). Thông thường, âm thanh nhạc cụ liên quan đến hàm lượng của âm thanh có tần số cao hơn mức tăng và hàm lượng ít tần số cao khi giảm mức độ của nó.

Về cơ bản, sự tiến triển có thể được chia thành ba phương diện: tấn công, duy trì và phân hóa (*attack, sustain, decay*). Tấn công (*attack*) dùng để chỉ thời gian cần cho cường độ âm thanh đạt đến cao điểm ban đầu của nó. Duy trì (*sustain*) mô tả việc duy trì mức độ tương đối ổn định, trong khi phân rã (*decay*) mô tả cách thức âm thanh giảm cường độ dần. Vấn đề này thường có trong sự thay đổi các kết hợp khác nhau. Thí dụ, *attack* nhanh và *decay* ban đầu có thể được theo sau bằng *sustain* và sau đó *decay* hơn nữa, v.v. (Trên các bảng điều khiển của nhạc cụ điện tử, đôi khi từ ngữ *sustain* và *decay* dùng để nói về các chức năng hơi khác với mô tả ở đây).

Biểu đồ phát triển âm thanh sẽ có hữu ích khi thể hiện sự năng động tổng thể của âm thanh, dù sao đó là giới hạn trong đó tất cả tần số liên quan thường không thay đổi cường độ theo cùng một cách. Sự thay đổi này có thể gọi là động lực nội bộ (*internal dynamic*) trong sự phát triển. Hình 3.7 cho thấy đồ thị, gọi là phân tích âm phổ (*spectral analysis*), một nốt nhạc chơi trên piano có cần đạp chân *sustain*. Phân tích âm phổ giới thiệu vài dạng thức trong loại đồ thị biểu diễn cường độ của mỗi tần số hiện diện trong một âm thanh, được chỉ định bằng đường tiêu biểu mờ dần (*darkness*). Những bội âm cao hơn những âm thanh của piano có thể thấy rõ đã phân rã (*decay*) nhanh hơn những bội âm cơ bản và thấp hơn. Đây là loại mô hình có sự hiện diện tương đối của nhiều tần số cao bị làm giảm bớt so với việc giảm cường độ chung, đúng với hầu hết nhạc cụ acoustic.



Hình 3.7

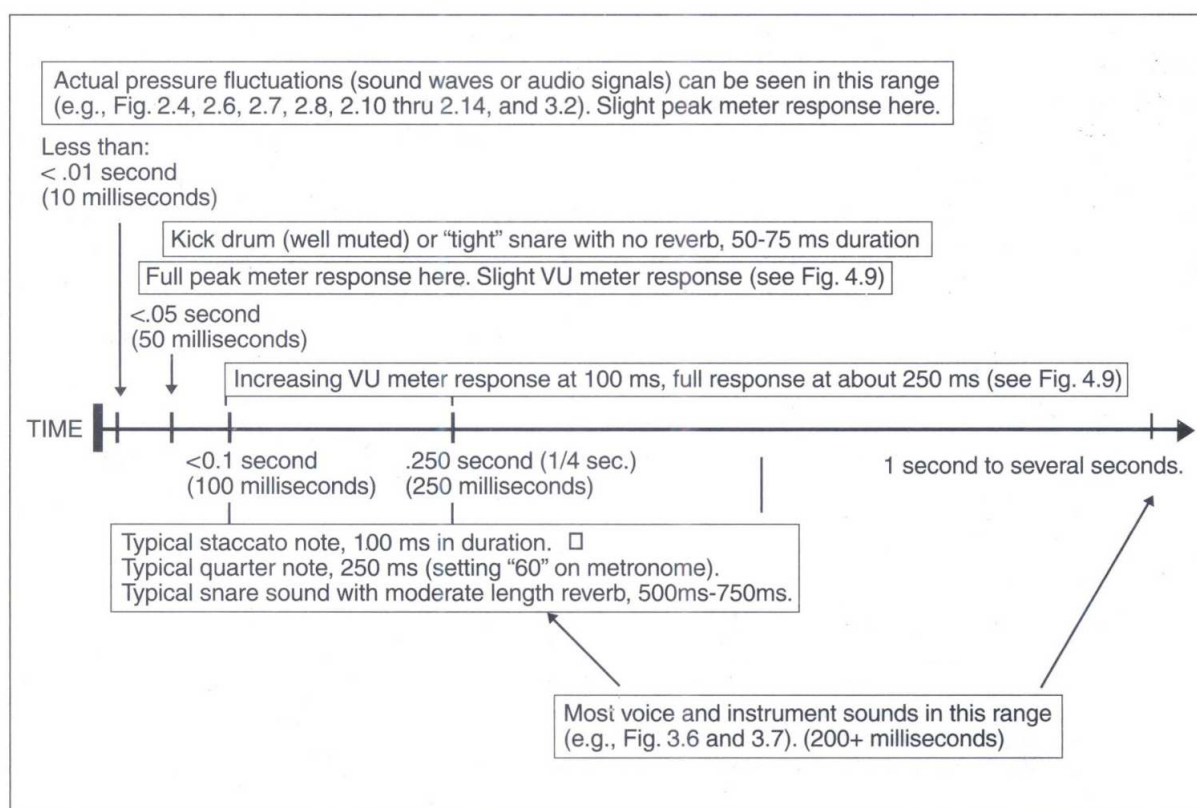
Đơn giản hóa việc phân tích âm phổ của một nốt nhạc trên piano hay guitar.

Chú ý, những họa âm (harmonic) cao decay nhanh hơn họa âm thấp. Sự hiện diện của những họa âm cao là một trong những dấu hiệu thính giác xử dụng nó như là một chỉ số của cả hai : cường độ lẫn độ gần với nguồn. Đây là một trong những lý do chúng ta có thể nén (compress) âm thanh âm nhạc lại để giảm những biến thể năng động (dynamic) rộng nhưng vẫn cho phép nhạc cụ hay voice tiến đến âm thanh năng động, miễn là cường độ tương đối của những họa âm còn nguyên vẹn, không bị ảnh hưởng. (Nén (compress) sẽ được giới thiệu trong chương 8). Hiểu biết về tầm quan trọng của sức mạnh tương đối của những họa âm bắt đầu gợi ý cho chúng ta, việc nâng volume của voice hay nhạc cụ không phải là cách duy nhất để tăng độ rõ.

Cho dù, trong vài trường hợp gần như trái ngược (opposite), có thể lại là sự thật. Hai thí dụ dễ thấy là những âm thanh ở đàn sitar và cái chiêng. Trong cả hai thí dụ, cường độ tối đa của tần số cao hơn bị trì hoãn (delay) cho đến sau khi sự lựa chọn ban đầu hay hành động ấn tượng. Đó là đặc điểm để giải thích cho nhiều tính chất lập dị của chính âm thanh. Tương tự như đánh lừa sự quan hệ giữa sự hiện diện tần số cao và cường độ chung, thường thực hiện với nhạc cụ điện tử tổng hợp (synthesize), là một trong những yếu tố để giải thích nó thường không tự nhiên hay là đặc trưng cho âm thanh điện tử.

Âm thanh phát âm (vocal) thường phức tạp hơn nhiều so với âm thanh nhạc cụ, bao gồm khá nhiều khởi đầu, dừng lại và lướt qua nhiều cao độ và sự cộng hưởng đi lên lẫn xuống, để biến thành cơ sở cho ngôn ngữ nói và cho lời nhạc của bài hát.

Khả năng của hệ thống pro-sound là thu nhận âm thanh, nhân bản và phân phối cho khán giả một phổ tần số cần thiết có trong những âm thanh nó đã đảm nhận, trong nhiều trường hợp có thể khá quan trọng không chỉ cho chất lượng âm (tonal), mà còn cho chất lượng năng động. Thí dụ, những âm thanh va chạm (attack) của dùi trống chạm với mặt trống có liên quan đến giải tần số rất khác so với những rung động của chính mặt trống. Nếu, cho thí dụ rất cơ bản, những tần số liên quan đến những âm thanh liên hệ với hệ thống đang thiếu âm thanh output, tiếng bộ trống gõ mạnh trong toàn bộ âm thanh có thể thường bị như vậy.



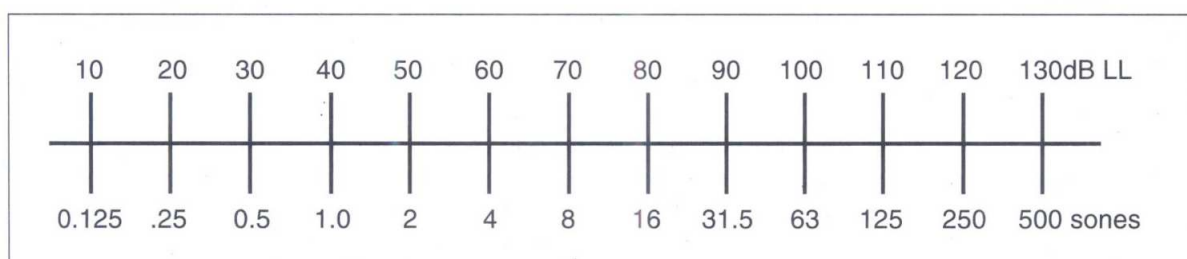
Hình 3.8

Trình tự của âm thanh (The timeline of sound)

Sự nhận thức về cường độ (The Perception of Intensity)

Trước tiên, và rất quan trọng, sự nhận thức về cường độ phụ thuộc vào thời gian rất nhiều (tức là, vào thời gian âm thanh duy trì (sustain)). Đây là một đặc tính khá tốt, tiêu biểu là những đồng hồ đo VU tiêu chuẩn (xem chương 4 và hình 4.9). Về cơ bản, những âm thanh nhanh (tạm thời) không được công nhận là lớn như là âm thanh duy trì (sustained sound) ở mức độ giống nhau.

Ngoài vấn đề thời gian âm thanh duy trì, những thông tin cơ bản về độ lớn (loudness) cho người trung bình đã có đề cập, mô tả bằng độ lớn của những đường nét cân bằng (Hình 3.4 và 3.5). Tuy nhiên, những đường biểu diễn không giải thích toàn bộ câu chuyện có ý nghĩa gì. Bảng chia độ bên dưới trong hình 3.9 là bảng chia độ tiêu chuẩn mà mức âm lượng (loudness) gần như có liên quan đến sự nhận thức cường độ. Có thể thấy, mỗi lần tăng mức độ lớn trung bình 10dB, được coi là tăng gấp đôi âm lượng (chỉ trong phòng thí nghiệm).



Hình 3.9.

Nhận thức về loudness tăng cũng có thể biểu diễn bằng đơn vị *sones*.

Sones nói chung, không được chấp nhận là đơn vị đo lường trong âm thanh, nhưng cũng phục vụ như một công cụ nghiên cứu cho âm học (acousticians), và được hiển thị ở đây cho mục đích minh họa. Trong thuật ngữ thô thiển, output của hệ thống phải tăng lên mười lần (10dB) để đạt được việc tăng gấp đôi độ lớn (loudness) để người nghe loại trung bình nhận biết được. (Mức độ lớn theo sau những đường biểu diễn được thể hiện trong hình 3.5). Khi thực hiện thật tế, sự cảm nhận độ lớn (loudness) của một hệ thống âm thanh cũng rất phức tạp bởi sự che đậy – (masking) (thể hiện trong hình 3.10) và những yếu tố tâm lý âm học (psych-acoustic) khác. Một sự thay đổi ngưỡng tạm thời ở cấp độ âm thanh cao cũng có thể làm thay đổi nhận thức về sự tăng loudness. Hãy xem cẩn thận những câu viết bên trên.

Bảng chia độ trong hình 3.9 là một hướng dẫn rất hợp lý, nhưng trong đời sống thật tế, sự quan hệ này thường không hoàn toàn trực tiếp trong live pro-sound. Sự gia tăng mức độ ngõ ra (output level) cho hệ thống âm thanh ở mức độ thấp là một cảm nhận khác với sự gia tăng tương đương cùng một hệ thống, đạt đến cho người nghe ở mức âm thanh có áp suất cao hơn. Một trong những lý do cho điều này là hệ thống phải đạt đến một mức độ nhất định đối với những âm thanh đã hoàn thiện trước mức độ tự làm tăng, tạo ra nhiều sự khác biệt, ngoài việc điều chỉnh phụ nhỏ ngày càng quan trọng. Nhưng ngay cả khi tính toán cho điều này, sự gia tăng mức tổng thể nhanh (kết hợp âm lượng sân khấu và âm lượng hệ thống) ở mức độ vừa phải (gọi là từ 85dB LL đến 90dB LL) có thể không đáng kể như sự gia tăng tương tự ở mức độ rất cao (từ 105dB LL đến 110dB LL), vì âm thanh mức cao đang tiến tới một giải mà hầu hết người nghe sẽ bị bão hòa.

Điều gì sẽ xảy ra khi gia tăng mức độ cao vào tai người nghe, thí dụ, 100dB, 110dB LL trở lên (không có gì lạ trong âm nhạc công suất lớn, nơi khán giả thường xuyên yêu cầu âm lượng như vậy?). Oh, trong thời gian ngắn, tai sẽ điều chỉnh lại. Xương ở tai giữa hơi dờn chỗ đi để giúp bảo vệ dây thần kinh khỏi bị thiệt hại, cái này gọi là sự dịch chuyển ngưỡng tạm thời (*temporary threshold shift*). (Chuyển động này có thể là một phần lý do tại sao độ nhạy tần số rất cao, có khuynh hướng thoát đi nhanh hơn ở những mức độ cao như vậy). Lâu dài, (giả sử nghe biểu diễn ngày qua ngày, đêm qua đêm, hay tại nhà cũng thường xuyên có những sự kiện như vậy) việc thay đổi ngưỡng thường xuyên có thể dẫn tới dễ bị mất thính lực (điếc). Rõ ràng, phải thường xuyên thận trọng để đối phó với những hệ thống âm lượng cao.

Trong ngắn hạn, cho hệ thống chạy ở mức độ rất cao có thể làm khán giả nghe mệt mỏi và sẽ phản tác dụng cho buổi biểu diễn âm nhạc hay bài diễn văn đạt được hiệu quả. Đạt được âm thanh mạnh, trong tình huống cường độ của sự biểu diễn cho phép, không có nghĩa cho ra âm thanh làm điếc tai người nghe. (Đề tài này được xử lý trong chương 17). Cảm nhận cường độ cho phép của con người chỉ ở mức độ tương đối khiêm tốn. (Dĩ nhiên âm thanh này có thể rất khác nhau, tùy thuộc vào đối tượng và loại âm nhạc).

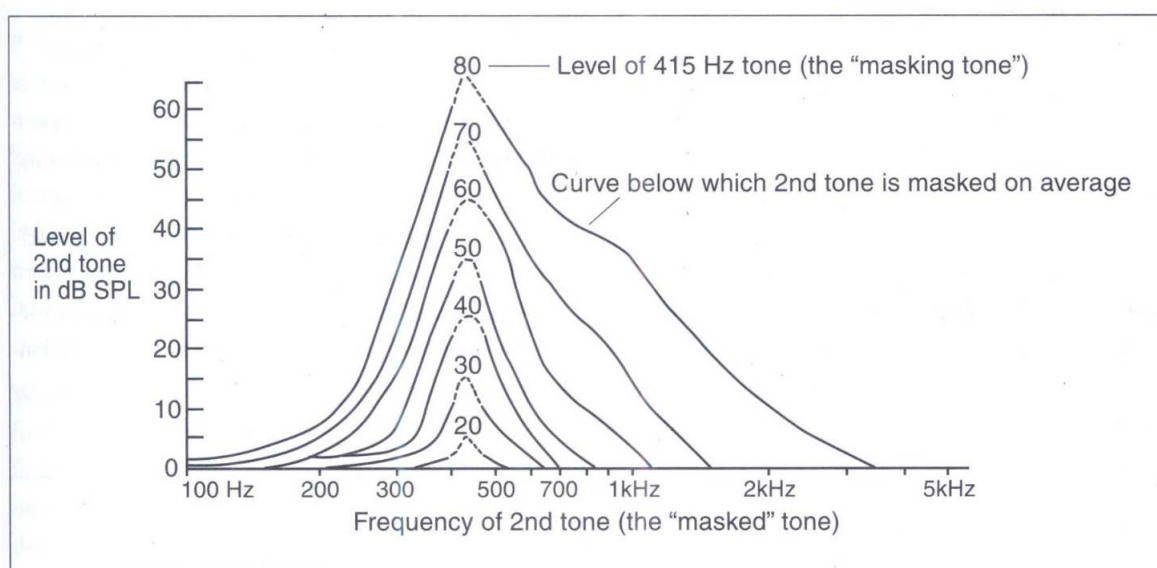
Xử dụng j nhữngj đường nét có độ lớn cân bằng là đã đi quá xa để hướng tới mục tiêu này. Cơ chế nghe của con người xử dụng tín hiệu mạnh với cường độ đáng chỉ trích, có liên quan đến những tần số cạnh (edge frequency), có khuynh hướng tập trung tại khu vực 4kHz đến 8kHz. Xử dụng sáng tạo những thảo luận trong chương 17, "Các kỹ sư là nghệ sĩ" (The Engineer as Artist) là phương pháp đạt sự tăng cường độ chính xác khác. Xử dụng thiết bị Aphex (giới thiệu trong chương 8) là một cách trộn thêm tiếng zip hay sizzle khác.

Cũng có thể thêm vài loại méo tiếng (distortion) để tạo cường độ rõ rệt (apparent intensity). Dĩ nhiên, đó là tại sao người chơi guitar điện xử dụng nó thường xuyên. Một phần, vì tần số cạnh (edge) cũng tăng lên khi méo tiếng. Khi đó, tai không chỉ nghe những họa âm bình thường trong giải tần số cạnh, nhưng cũng còn nghe sự méo họa âm (harmonic distortion). (Điều này, tình cờ, cũng là lý do tại sao phần lớn hợp âm rất du dương thường không phải là âm thanh đúng khi chơi méo tiếng mạnh (strong distortion). Những hợp âm méo tiếng tốt thường có *khoảng thời gian mở lớn âm nhạc*



(*large open musical interval*) ở giữa khoảng hợp âm thứ 4 và thứ 5, trong khi những hợp âm du dương của hòa âm méo tiếng cao hơn có khuynh hướng làm cho người khác nghe chói tai). Lý do có lẽ hiển nhiên khác để cảm nhận thêm cường độ do méo tiếng, là tất cả mọi người trong thế giới hiện đại đã từng nghe hệ thống PA hay hệ thống âm thanh stereo bị méo, do đó khuynh hướng tự nhiên sẽ thích cảm nhận cái gì đó như quá tải. Không ai khuyên bạn nên làm sai lệch hệ thống PA để đạt được hiệu ứng này. (Đừng cười quá lớn, nó có thể tuyệt vời, có rất nhiều người điều khiển hệ thống âm thanh cho nhạc rock và nhạc strong dance đều không hài lòng cho đến khi hệ thống PA bị bắt làm quá sức và quá tải. Điều này là cái bẫy chung, thường gây ra phần lớn sự thay đổi ngưỡng tạm thời ở mức cường độ cao. Tai có điều chỉnh cho một cấp độ cường độ, khuynh hướng này thường để tăng gain hệ thống đạt nấc tiếp theo, mà tai đã điều chỉnh, v.v.).

Một yếu tố quan trọng liên quan đến việc nhận thức về cường độ, cũng có rất nhiều tần số phụ thuộc, nhưng theo cách khác. Chẳng hạn, nếu bạn tạo một âm sắc (tone) 10.000Hz cùng với tone 500Hz ở mức thấp hơn nhiều, bạn vẫn có thể nghe rõ cả hai tone. Nhưng nếu chúng ta đồng thời tạo một tone 600Hz ở mức độ cao hơn nhiều so với tone 500Hz, những tone cường độ thấp hơn sẽ khó nghe hơn. Điều này phần lớn do đặc tính gọi là tính che đậy (mặt nạ-masking). Bất cứ khi nào hai hay nhiều âm thanh được nghe cùng một lúc, đến gần tần số nó có được với nhau, càng ít khả năng chúng ta nghe thấy tone nào đó có cường độ thấp hơn. Đặc tính này rất quan trọng, cần ghi nhớ khi mix âm thanh lại với nhau, vì âm thanh khi nghe một mình nó thường hoàn toàn khác khi nghe nó như một phần của hỗn hợp mix. Điều này là do giải tần số nào đó bị che đậy bằng nhạc cụ khác hay tiếng nói (voice). Sự che đậy cũng tham gia trong nhiều cách khác. Một thí dụ rõ, hệ thống tiếng noise trong môi trường yên tĩnh dễ nghe hơn trong môi trường ồn ào. Che đậy (masking) là đặc tính khá phức tạp. Thí dụ, tần số thấp sẽ có khuynh hướng che đậy tần số cao hơn, hiệu quả hơn những cách khác..



Hình 3.10

Đường biểu diễn sự che đậy (masking curve) điển hình.

Hiện thị ở đây là những khu vực xảy ra sự che đậy khi tone 415Hz (tần số cơ bản của nốt La giảm (A_b) trên nốt Do (C) giữa) được tái tạo cùng với một tone thứ hai. (Với những tần số khác, đường biểu diễn này sẽ có khuynh hướng chuyển sang trái hay phải cho phù hợp). Đặc tính này có tầm quan trọng sống còn trong âm thanh pro, và trong sự hiểu biết về việc nghe nói chung. Âm thanh nghe một mình nó hoàn toàn khác so với khi nghe nó như là một phần của sự pha trộn âm nhạc. Đồng thời, tiếng noise hay tiếng nói nhanh khác trong môi

trường có thể tác động nghiêm ngặt đến các yêu cầu phải có tiếng noise thấp cho hệ thống, mặc dù nó phụ thuộc vào những gì có liên quan đến tần số của noise, và trong mức độ tương đối. Ngoài ra, bất kỳ sự méo tiếng nào đó rơi xuống dưới những đường biểu diễn này sẽ có khuynh hướng không còn quan trọng nữa.

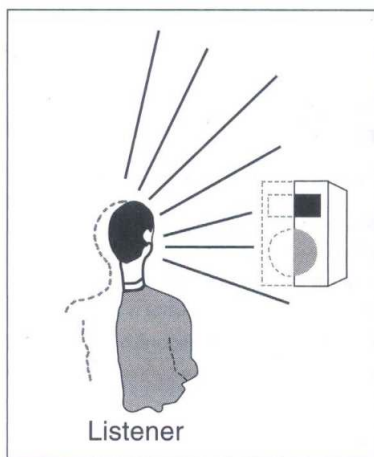
Nhận thức về Hướng (The Perception of Direction)

Khả năng cảm nhận được hướng âm thanh đến là kết quả của cả hai: sự quan hệ phase lẫn cường độ tương đối của những âm thanh ở mỗi tai nhận được. Ở tần số cao nhất, trong bóng tối tai nhận ra cường độ âm thanh thấp hơn nhiều, vì sóng cao tần không thể uốn cong hiệu quả chung quanh đầu. Ở giải tần số giữa (mid), có phase khác trong thời điểm đến tai, do sự phân chia thứ hai phải mất thêm một tích tắc để những âm thanh uốn cong chung quanh đầu đến tai hơi xa hơn. Kết hợp với khác biệt nhỏ về cường độ giữa hai tai, cho phép chúng ta xác định vị trí gần đúng của nguồn tần số tầm trung (mid-range). Tần số thấp (low), thì chúng ta chỉ có thể phân biệt một hướng tổng quát, còn khuynh hướng thì gần như không thể xác định vì có rất ít sự khác biệt trong cả hai: phase lẫn cường độ cho tiến trình nghe chọn lựa. Bước sóng 20ft / 6 mét, (55Hz) là một thí dụ, nó dễ uốn cong hoàn toàn trên đầu và về cơ bản không có lệch phase xác đáng nào cho hai tai nghe chênh lệch để có thể giải mã (hầu hết ở khoảng 10°).

Tai của người nghe trung bình điều chỉnh khá tinh vi, trước khi đến tuổi đi học, chúng ta có thể xác định hướng, ngay cả trong mặt phẳng thẳng đứng (tức là chiều cao của nguồn), nơi sự khác biệt của phase và cường độ giữa hai tai mỏng manh hơn. Tuy nhiên vẫn có khu vực, nơi mà tiến trình nghe hơi khó cảm nhận được vị trí của nguồn âm thanh theo chiều dọc (xem hình 3.11). Sự lắng nghe âm thanh đến từ mặt phẳng trực tiếp ở phía trước, trên đầu và phía sau có khuynh hướng khó xác định vị trí theo chiều dọc hơn. Điều này đã biết, nói cách khác, mặt phẳng (plane) không phân biệt theo chiều dọc (plane of vertical indiscrimination). (Thông thường phải có chuyển động rất nhẹ ở trên đầu mới nhận biết hướng thẳng đứng. Trong cuộc sống, nếu như ngày nào cũng gặp phải âm thanh, và có sự ghi nhận vô thức vị trí rồi sau đó khóa lại nó ở đó). Đặc tính này cho phép những người thiết kế hệ thống âm thanh công cộng, đặc biệt khi cài đặt ở vị trí chết, sẽ có lợi thế trong nhiều trường hợp. Nó cho phép cài đặt một hay nhóm loa cùng ở trên một bức giảng, bậc thờ hay vị trí diễn giả, và vẫn cho phép tăng cường một phần những ảo ảnh, bởi ngày nào cũng gặp phải những hình ảnh trực quan và âm thanh của người nói, nên nghe âm thanh phát ra từ vị trí khán đài, hơn là từ vị trí của loa.

Một đặc tính quan trọng liên quan đến việc nhận thức về hướng, gọi là hiệu ứng thứ bậc, đã hoạt động khi có lượng thời gian trễ giữa sự xuất hiện của âm thanh từ hai nguồn riêng biệt. Đặc tính này, được giới thiệu sau trong chương này và cũng thảo luận trong chương 12, để tiến chắc vào đề mục: những hệ thống phân phối liên quan đến nhiều vị trí loa.





Hình 3.11

Mặt phẳng định vị hóa nguồn âm thanh đơn giản.

Chiều cao của nguồn âm thanh ở bất cứ đâu trong mặt phẳng thể hiện trong hình này (chia đều ra hai tai) tương đối khó phân biệt. Khi kết hợp với hình ảnh của người nói (giả định loa gắn bên trong mặt phẳng này), kết quả là những ảo giác thường cảm nhận những âm thanh thật sự đến từ bản thân người nói. Cách tiếp cận này đã được chứng minh là rất hiệu quả trong việc lắp đặt loa cố định cho bức phát biểu.

Nhịp và sự khác biệt âm sắc (Beats and Difference Tones)

Hiểu biết rõ phần này rất quan trọng để hiểu đầy đủ phần "The Missing Fundamental" của chương này. Tưởng tượng đang sắp đặt thử nghiệm, trong đó hai máy phát sóng sine cho ra tone pha trộn với nhau cho người nghe. Nếu máy phát sóng âm đều xác lập cùng một tần số và biên độ, rồi trộn đồng phase với nhau hoàn hảo, kết quả có thể đo được biên độ của mỗi tone riêng lẻ gấp hai lần. Khi tiến trình thính giác nén (compress) với cường độ khác nhau, biên độ bị nhân đôi này sẽ được cảm nhận (khi nghe ở mức độ vừa phải) là chỉ tăng rất nhẹ (+3 dB).

Nếu một trong hai máy phát sóng âm thay đổi tần số rất nhẹ, sóng sẽ dần dần rơi vào trạng thái trùng và khác phase với nhau như trong hình 3.12. Điều này đưa đến sự luân phiên tăng giảm âm lượng, gọi là nhịp (beat). Nhịp xảy ra theo chu kỳ bằng sự khác biệt về tần số giữa hai tone. Thí dụ, nếu một âm là 440Hz và âm khác là 442Hz, sóng sẽ rơi vào trạng thái trùng và khác phase với nhau hai lần mỗi giây. Thứ tự của sự khác biệt này giữa hai tần số quá nhỏ để cho tai có thể tách biệt nó, do đó, kết hợp những gì nghe được là một trong những tone của sự thay đổi cường độ. Nhịp thường dùng để hỗ trợ cho thiết bị điều chỉnh tone (tuning) cho nhạc cụ, lý do khi nhịp chậm lại, hai tone gần trùng tần số, nên cuối cùng dừng lại khi nó hoàn toàn đồng âm sắc (tone) với nhau.

Trong tình huống thí nghiệm này, tần số của một tone đang dần dần di chuyển càng lúc càng xa một tần số khác, điểm đến cuối cùng, tại đó nó có thể, lúc đầu hơi xơ ra (fuzzily) và sau đó rõ hơn, nghe như hai âm sắc khác biệt khá rõ. Làm sao tăng khoảng cách giữa những tần số để thính giác thấy nó phụ thuộc vào vài đánh giá riêng, cũng như sự thay đổi tùy thuộc vào những cái có liên quan đến giải tần số. Nói chung, có thể giả định là khoảng trên 1 / 3 bát độ giữa 2 cực của âm phổ, một ít trong giải tần số mid-range. (Sự phát hiện khoảng thời gian tối thiểu này giữa sóng sine thuần túy (không được nhảm với những nốt nhạc chơi trên nhạc cụ) có vài ngụ ý quan trọng trong pro-sound. Vài trường hợp khác, nó có nghĩa là biến thể nhỏ trong đáp tần khoảng 1 / 3 bát độ với nhau, ít tác động đến sự nhận thức về chất lượng âm thanh. Ở đây chúng ta không nói về đáp ứng cộng hưởng

triệt để và có đỉnh quá mạnh khác, mà là biến thể có lẽ khoảng 3dB, cho dù có làm gì đi nữa. Chuẩn dung sai cộng hay trừ 3dB thường đưa ra trong thông số kỹ thuật không hoàn toàn không liên quan đến điều này).

Nếu những tone này di chuyển chưa xa nhau, sẽ có điểm khác tại tone thứ ba mà thính giả có thể nghe ngoài hai tone thật sự đang được tổng hợp (synthesized). Như đã đề cập, tiến trình thính giác tương đối vô cảm đối với những phase cụ thể quan hệ với những tần số nó nghe được. Đây là lý do tại sao một dạng sóng phức tạp có thể có vài cấu hình khác nhau mà vẫn còn âm thanh cơ bản, miễn là phổ tần số nó chứa vẫn như nhau. Tiến trình thính giác là, cho dù, khá nhạy cảm với sự quan hệ giữa sự thay đổi phase.

Khi nghe hai tone xa nhau vừa đủ, nhịp sẽ xảy ra nhanh, đủ cho tiến trình thính giác cảm nhận những thay đổi phase của sóng sine như một tone riêng biệt (có cường độ thấp hơn nhiều so với hai tone thật tế). Điều này gọi là âm sắc khác biệt (difference tone). Thông thường, cần phải phân cách những tone ít nhất là 40Hz đến 50Hz để nghe rõ được sự khác biệt giữa những tone.

Sự mất tích nốt nhạc gốc (The Missing Fundamental)

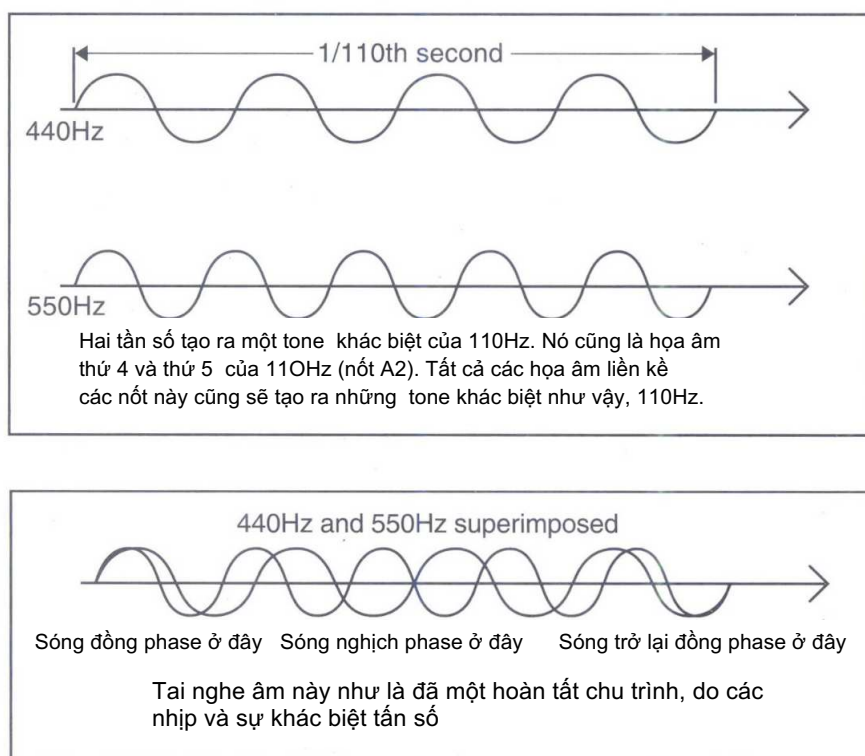
Trong chương 2 cho thấy âm nhạc có cấu trúc bội âm (overtone) chịu trách nhiệm về chất lượng âm nốt nhạc của nhạc cụ. Đối với đại đa số âm thanh âm nhạc, bội âm có quan hệ họa âm với cao độ âm nhạc cơ bản của bất cứ nốt nhạc nào đang chơi, nghĩa là, bội âm rơi vào tần số đó là toàn bộ số bội số của (âm) cơ bản. Như vậy, nốt nhạc như La A 110Hz sẽ có bội âm là 220Hz, 330Hz, 440Hz, 550Hz, 660Hz, và cứ vậy trở lên. Tần số sẽ là họa âm thứ 2, 3, 4, 5, và thứ 6, hay 2x, 3x, 4x, 5x và 6x lần tần số cơ bản của 110Hz.

Nếu tạo ra âm sắc thuần túy (sóng sine) của 220Hz, 330Hz, 440Hz, 550Hz, 660Hz, v.v đồng thời cho thính giả, nó sẽ được nghe như là nốt nhạc La (A) 110Hz, ngay cả khi những tone 110Hz vắng mặt! Nếu loại bỏ âm 110Hz và 220Hz từ series trên, ảnh hưởng ít rõ rệt, nhưng thính giả vẫn nhận biết khá rõ như nốt La (A) 110Hz. Nếu loại bỏ âm 330Hz, ảnh hưởng chưa ít khác biệt, và cũng như vậy trở lên khi loại bỏ những họa âm liên tiếp. Trong thật tế, thường chỉ sau khi loại bỏ năm hay sáu họa âm đầu tiên, hầu hết mọi người bắt đầu khó nhận ra nốt nhạc chính xác.

Trong chừng mực nào đó, hiệu ứng này là kết quả rỗng của những tone khác biệt giữa tần số họa âm liên quan (lưu ý, âm 110Hz cũng là sự khác biệt giữa những tone kế tiếp trong series trên). Trong thật tế, mặc dù, thính giả nghe những nốt nhạc gốc có cường độ lớn hơn nhiều, sẽ phân bổ cho một tone khác. Não / đầu óc của con người, tự mình thích nghi với mệnh lệnh tự nhiên của môi trường, biết rằng bất kỳ series họa âm cụ thể nào sẽ thuộc về một tần số cơ bản cụ thể, và chắc chắn đã có tần số đó, như thể đã nghe nó thật sự bằng tai ngoài !

Khả năng nghe sự mất tích nốt gốc có những hệ quả quan trọng trong lĩnh vực âm thanh. Khía cạnh tai người tuyệt vời này là lý do chúng ta vẫn thể rõ ràng những nốt nhạc chính xác được chơi bởi, thí dụ, một guitar (có tần số gốc nhỏ nhất là Mi (E) 82Hz) trên cái radio nhỏ, mà loa của nó không thể nào cho ra tần số thấp, chẳng hạn dưới 250Hz. Thật lý thú...





Hình 3.12

Sự khác biệt âm sắc giữa những họa âm cung cấp cho tiến trình thính giác một tín hiệu quan trọng về cao độ âm nhạc cơ bản (nốt nhạc thực tế), ngay cả khi chỉ chủ yếu dưới giải tần số hiệu năng của hệ thống. Một hệ thống không có khả năng tái tạo cơ bản không loại bỏ nốt thấp. Chỉ có chất lượng âm sắc bị ảnh hưởng. Hiểu biết này cho chúng ta cơ sở hợp lý để hiểu rõ hơn những biểu đồ trong chương 17, sẽ cho thấy giải tần số của những nhạc cụ khác nhau ra sao.

Trong hệ thống pro-sound, cũng cùng nguyên tắc kết cấu như vậy. Một hệ thống không có khả năng sinh ra cực phổ âm thấp nhất sẽ không loại bỏ những nốt nhạc thấp thông thường. Những cái phải hy sinh mất đi là chiều sâu chất lượng âm. Điều này rất quan trọng để có đủ kiến thức về những giải tần số của nhạc cụ hay voice, sẽ mô tả trong Phần III. Không nhất thiết phải là tần số dao động thật tế của từng nhạc cụ hay voice, nhưng thay vì phân phối năng lượng cụ thể theo phổ âm, lại có khuynh hướng quan trọng nhất trong việc cung cấp âm thanh dễ chịu. (Trên toàn bộ, việc phân phối năng lượng có khuynh hướng có nhiều chức năng của bộ cộng hưởng, giống như phần tử dao động riêng của nó, đã giới thiệu trong chương 2). Mỗi voice hay nhạc cụ đều có khuynh hướng có những nhu cầu riêng về mặt này, Đây là lý do tại sao sự lựa chọn microphone và equalizer có hiệu quả cực kỳ quan trọng đến những khía cạnh nghệ thuật cho kỹ thuật âm thanh sống (live).

Sự sai lệch về tần số / độ lớn (The Frequency / Loudness Warp)

Ý thức về cao độ, khả năng nghe thấy những nốt nhạc có mức cao hay thấp, tương ứng chặt chẽ với tần số. Thật thú vị, khi thu nhận tiềm năng cho những hoạt động của hệ thống pro-sound cao cấp, sự quan hệ này chưa chính xác nhất.

Xuyên suốt hầu hết giải năng động (dynamic range) nghe được, khoảng thời gian âm nhạc có thể nghe thấy, đều quan hệ trực tiếp đến tần số ít nhiều. Thí dụ, khi chơi ở mức độ vừa phải, nốt La (A) 110Hz có thể nghe và dễ nhận ra là một bát độ dưới nốt La (A) 220Hz, hai bát độ dưới La (A) 440Hz, ba bát độ dưới La (A) 880Hz, v.v.

Ở mức cường độ cao, cho dù sự quan hệ giữa tần số và nhận thức cao độ bắt đầu xuống cấp. Sẽ có cảm giác, hai đầu cao và thấp của phổ âm thanh hơi bị nở dài ra ngoài khi nghe bằng âm lượng rất lớn. Ở mức độ cao, thì nó là nghĩa đen của tone 110Hz tới âm thanh giống như nó, lạc điệu với đối tác 220Hz của nó, và thậm chí lạc điệu xa hơn với những đối tác 880Hz, ở cách xa ba bát độ.

Thông thường, khi nghe sự pha trộn (mix) âm nhạc tổng thể, loại sai lệch này được xem là một sự gia tăng cao độ nhỏ khi nghe ở mức độ (level) rất cao.

Thí dụ thính giác, có thể tham gia ở khía cạnh này khi thực hiện thật tế. Khi xử dụng hệ thống cao cấp, diễn viên trên sân khấu thường không được tiếp xúc đồng bộ với âm thanh tần số thấp có mức độ cao phát ra từ hệ thống loa hướng vào khán giả (FOH) (giải thích lý do tại chương 9). Nếu những âm thanh này có đủ cường độ, nó có thể ảnh hưởng thật sự đến cảm giác về cao độ của nghệ sĩ biểu diễn, và có thể làm cho họ hay hát hơi nhẹ đi những nốt nhạc chính xác. Trong vài tình huống, nó sẽ biến thành quan trọng, khi người biểu diễn nghe thấy đủ một hay nhiều nhạc cụ treble trên sân khấu, để tham chiếu cao độ hiệu quả cho tiếng hát của họ, hơn là tham khảo cao độ từ note nhạc bass. Sự thiết lập sân khấu tốt, cùng với thiết kế tốt và xử dụng thành thạo hệ thống monitor sân khấu, sẽ thảo luận trong chương 15, có thể loại bỏ phần lớn vấn đề này.

Môi trường nghe (The Listening Environment)

Môi trường âm thanh, biết đến bởi soundpersons (soundman), nhạc sĩ có kinh nghiệm và người nghe sâu sắc khác, có thể có gây ảnh hưởng bức thiết về việc nhận thức được chất lượng âm thanh. Những nghiên cứu về âm thanh trong nhà là môn học phức tạp, vượt ra ngoài phạm vi dự định của giáo trình này. Nhưng ở đây chúng ta sẽ xem xét ngắn gọn những cái xảy ra trong môi trường trong nhà, có kích cỡ cần nhu cầu âm thanh.

Như đã đề cập ở chương trước, cộng hưởng âm thanh tồn tại trong phòng, đặc biệt là những phòng nhỏ, do kích cỡ và hình dạng của phòng. Nó có thể có khuynh hướng nêu bật tần số nào đó ở từng vị trí trong phòng. Thông thường, sẽ có khuynh hướng nổi bật tần số thấp khi có bước sóng phù hợp với kích thước của phòng. Trong khi xảy ra cộng hưởng ở những tần số tầm trung (mid-range), cộng hưởng thường có khuynh hướng tập trung quá gần ở tần số không nổi bật hơn những cái khác, ít nhất không do phòng có tính cộng hưởng.

Có hai điều rất cơ bản liên quan đến cộng hưởng mà người vận hành hệ thống âm thanh (không đề cập đến trình cài đặt hệ thống) nên xem là quan trọng. Thứ nhất: Thể mạnh rõ ràng của bất kỳ cộng hưởng nào sẽ có khuynh hướng thay đổi, tùy thuộc vào vị trí của những người trong phòng, đặc biệt tại vài vị trí, tần số cộng hưởng thật sự có khuynh hướng triệt tiêu. (Thật tế này cho tất cả, nhưng cộng hưởng là mối lo hiển nhiên nhất, nếu không nói là không thể cân bằng (equalize)). Và ngay cả những người có khả năng nghe sắc sảo nhất, cũng không thể phân biệt được từ một vị trí trong căn phòng có những đặc điểm cộng hưởng, nhưng lại ở vị trí khác. Hiệu quả của cộng hưởng sẽ khác nhau từ một trong những điểm sau, rõ ràng, người vận hành hệ thống không cần lôi kéo bất cứ ai để có kết luận về cộng hưởng (hay cũng thực vậy, về âm thanh tổng quát) chỉ từ một vị trí. Thứ hai: người nghe tiếp giáp với tường hay góc có khuynh hướng phải chịu cường độ tối đa của phòng cộng hưởng ở nhiều tần số. Điều này có nghĩa, trong vài chuyện khác, mà một trong số là người vận hành hệ thống âm thanh thường quay lưng áp vào tường, đó là vị trí mixer ít phù hợp nhất, đặc biệt nếu nó là tường có độ dội cao, và cũng đặc biệt nếu nó nằm ngang trực tiếp qua phòng từ vị trí loa (trái ngược với nghiêng về một bên). Thậm chí nếu tường rất hấp thụ (chẳng hạn như trải thảm hay màn trang trí), cộng hưởng ở tần số thấp thường vẫn sẽ có khuynh hướng dồn lại ở đó. (Có lẽ chỗ vận hành hệ thống âm thanh tồi tệ nhất là giấu mình trong phòng nhỏ có cửa sổ mở bên cạnh, đặc điểm của loại phòng này thường sẽ có khuynh hướng bị cộng hưởng trầm trọng, khác hẳn khi so với những người ở khu vực khán giả. Hệ thống monitor có thể giúp cân bằng tỷ lệ tại phòng như vậy, nhưng sẽ không lập lại tiếng vang mà khán giả nghe được, chuyện này đặt soundperson (man) và người biểu diễn ở thế bất lợi).

Khía cạnh âm học trong phòng khá quan trọng tiếp theo là quan tâm đến những cái thường gọi là phản dội sớm (early reflection). Đây là vấn đề ít quan trọng nếu kích cỡ môi trường nghe lớn trung bình, nhưng cũng có thể xảy ra trong hội trường lớn có vòm phản dội trên sân khấu. Hình 3.14

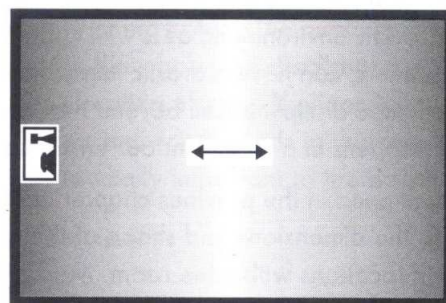


minh họa sự phát triển của những phản dội nghe đầu tiên của khán giả. Về mặt kỹ thuật, không được coi như tiếng vang (reverberation) (ít nhất là không từ quan điểm của người làm âm học) vì nó xảy ra rất nhanh— như tiếng bật ngón tay—, nhưng nó đóng vai trò rất quan trọng trong cách chúng ta cảm nhận được âm thanh phối hợp với môi trường.

Hình 3.13

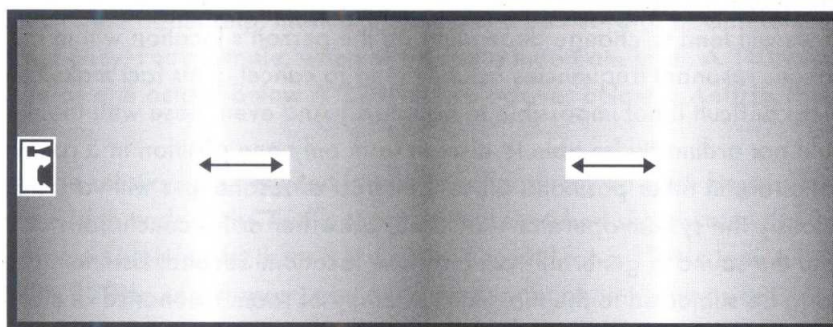
Phòng cộng hưởng cơ bản.

Sẽ xảy ra cộng hưởng trong phòng khi sóng bị phản dội trở lại theo cách nó củng cố sức mạnh lẫn nhau ở vị trí trong phòng nào đó và gần như hoàn toàn triệt tiêu lẫn nhau ở những vị trí khác. Tần số cộng hưởng xảy ra ở chỗ bước sóng bằng kích cỡ một vật liệu cụ thể của phòng, hay nhiều vật bất kỳ. Cái này còn gọi là sóng đứng (*standing waves*) hay chế độ phòng (*room modes*). Sóng đứng quan trọng hơn, có khuynh hướng xảy ra ở những tần số thấp.



A) \ (A) Bước sóng bằng chiều dài của phòng. có thể
ravn kích thích sóng đứng lớn bằng âm thanh tối
nis f thiểu tương đối tại tần số này.

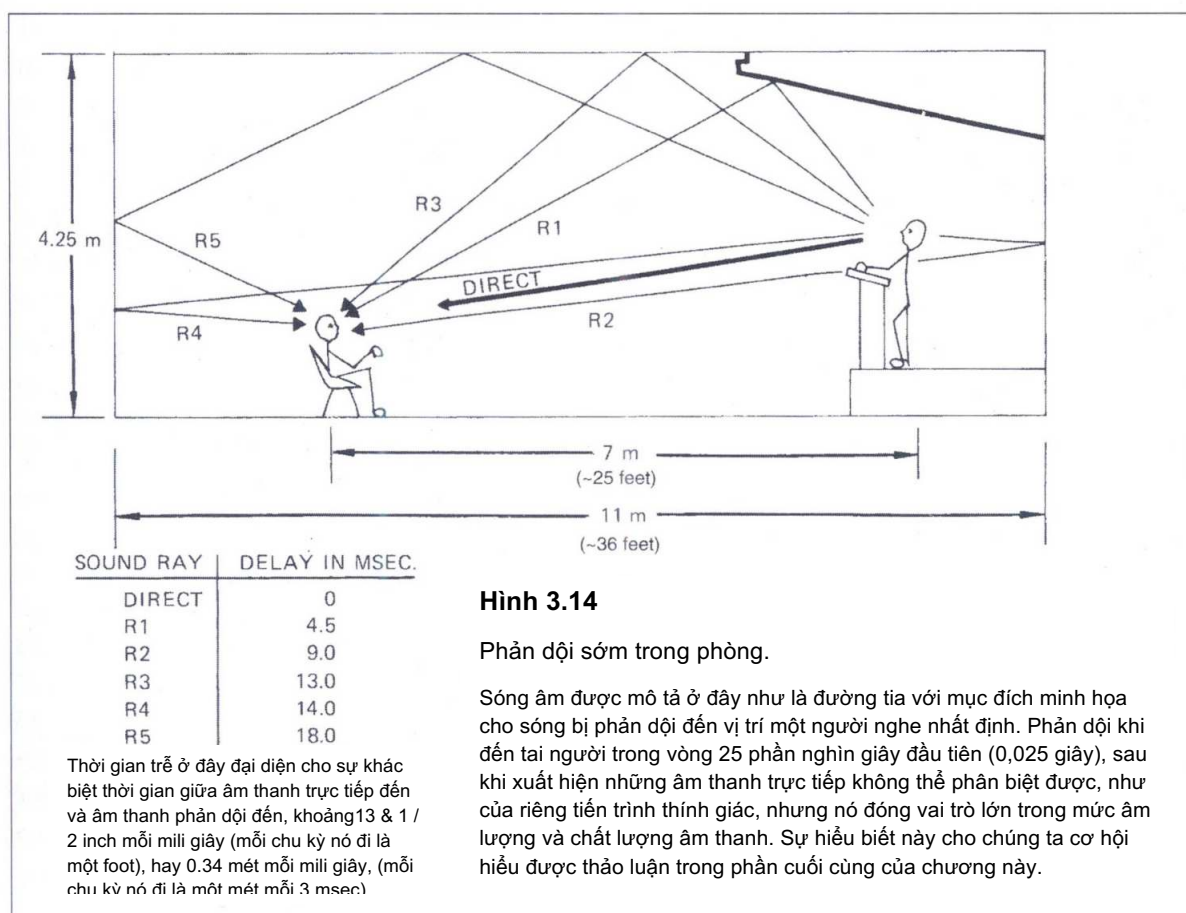
(B) Bước sóng bằng $1/2$, $1/3$, $1/4$, $1/5$, v.v lần chiều dài phòng. Sóng đứng xảy ra giữa sàn và trần nhà hay những bề mặt. Phần màu sáng trong minh họa là điểm vô giá trị trong phòng, là giao điểm của sóng đứng.



Về cơ bản, tiến trình thính giác tích hợp bất kỳ sự phản dội nào trong 25-30 milli giây đầu tiên (một phần nghìn của một giây) sau khi nghe âm thanh trực tiếp, và nhận thức được bản chất của nó cùng với những âm thanh trực tiếp của chính nó. Đôi khi những phản dội đầu tiên, kết hợp rất nhiều dB lớn hơn những âm thanh trực tiếp từ nguồn, và có thể đóng vai trò chủ yếu trong cách làm lớn âm thanh nói chung ở trong phòng cụ thể.

Phần quan ngại âm thanh còn lại, ngoài sự cộng hưởng và phản dội sớm, âm thanh có khuynh hướng xoay quanh lâu hơn, có thể nhận thức tiếng vang (reverberation) rõ ràng hơn. Tiếng vang, tất nhiên cũng rất khác nhau tùy từng loại phòng, và chính điều này, kết hợp với cộng hưởng, cho chúng ta ý tưởng trực quan của môi trường không gian và cách xây dựng. Đôi khi những khía cạnh cụ thể này có thể khá phức tạp và mang tính kỹ thuật nào không?. Có, với ngoại lệ tương đối ít, sự quan tâm chủ yếu liên quan đến độ vang lâu hơn, có thể tổng kết bằng câu hỏi "Làm sao vang lâu nhất?" Thông thường, điều này đã quy định bằng thời gian vang (reverberation time). Thời gian vang trong một phòng đặc biệt được chấp nhận là chiều dài của thời gian cần cho mức độ âm thanh trong phòng giảm xuống chỗ 60dB, sau khi nguồn âm thanh đã ngừng phát. Điều này được xác định chủ yếu bởi hai yếu tố, kích cỡ phòng và độ phản dội bề mặt bình quân. Rõ ràng, trong hầu hết trường

hợp, thời gian vang dài là, nhiều âm thanh trực tiếp và phản dội sớm sẽ có khuynh hướng bị che phủ bằng tiếng vang, và sẽ hiểu và đánh giá âm thanh khó hơn. Vì lý do này, hệ thống phân phối loa lớn phải đặt tương đối gần khán giả, thường dùng trong những môi trường có thời gian vang dài. Nói chung, không khoan dung cho tiếng vang dài khi cần hoàn thiện tiếng nói trong âm nhạc, nhưng có điểm tại đó âm nhạc cũng biến thành quá lộn xộn do tiếng vang. May thay, có vài điều có thể làm cho vấn đề này ít nghiêm trọng đi, như minh họa trong hình 3.15, thảo luận trong chương 9 và tại phần III



Hình 3.14

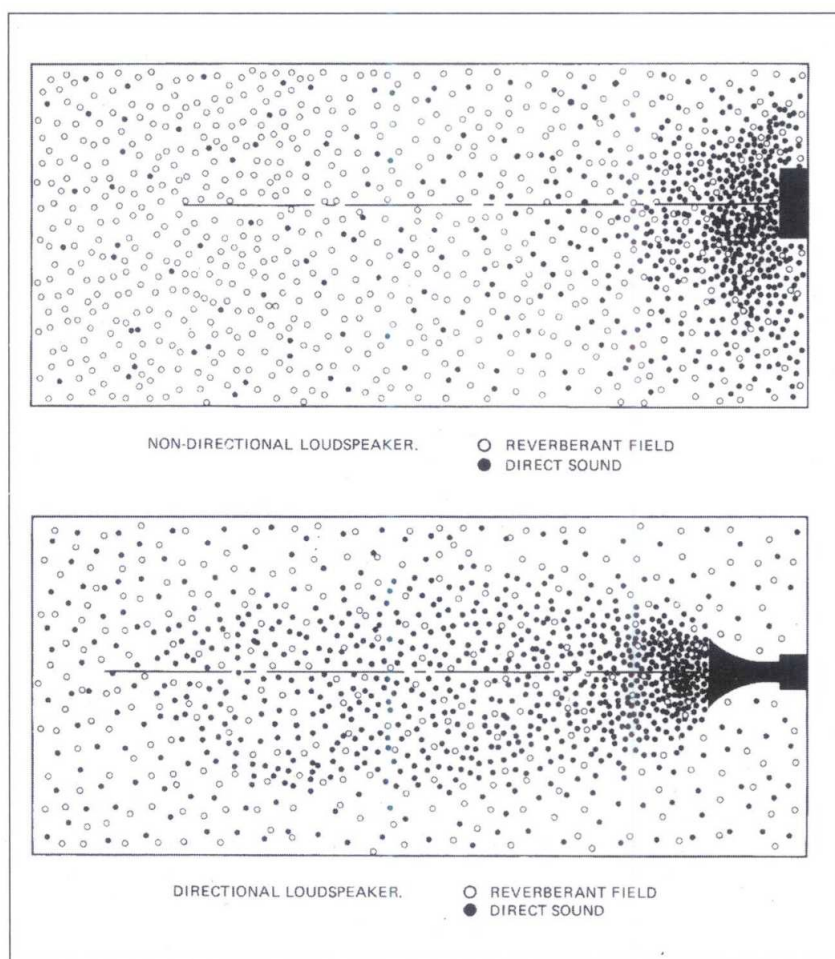
Phản dội sớm trong phòng.

Sóng âm được mô tả ở đây như là đường tia với mục đích minh họa cho sóng bị phản dội đến vị trí một người nghe nhất định. Phản dội khi đến tai người trong vòng 25 phần nghìn giây đầu tiên (0,025 giây), sau khi xuất hiện những âm thanh trực tiếp không thể phân biệt được, như của riêng tiến trình thính giác, nhưng nó đóng vai trò lớn trong mức âm lượng và chất lượng âm thanh. Sự hiểu biết này cho chúng ta cơ hội hiểu được thảo luận trong phần cuối cùng của chương này.

Trong số ít trường hợp ngoại lệ được đề cập là khi đã xác định rõ tiếng vọng lại của một bức tường cụ thể, có thể là thảm họa cho chất lượng âm thanh. Đôi khi, tất cả gì chúng ta có thể làm ở đây là cố gắng chịu đựng và cố gắng vượt qua sự kiện này, hay chúng ta có thể giữ vững lập trường và nhấn mạnh bằng rèm cửa hay vài dạng vật liệu hấp thụ khác đặt trên bức tường đã làm bức mình. Cuối cùng, ngoài tất cả sự quan tâm, dù chỉ là giới thiệu, che chắn âm thanh bằng những vật lớn cũng sẽ đóng một vai trò trong việc đạt được sự bao quát có hiệu quả cho hệ thống pro-sound.

Hiệu ứng thứ bậc (The Precedence Effect)

Có khía cạnh quan trọng, sự nhận thức về hướng đã không thảo luận trong phần "Nhận thức về hướng" "The Perception of Direction", gọi là hiệu ứng thứ bậc, hay hiệu ứng Haas, sau khi những người nghiên cứu đầu tiên công bố dữ liệu hiệu quả về hiện tượng này. Trong phần trước đã mô tả ngắn gọn sự xảy ra phản dội nhanh trong vòng 30 phần nghìn giây đầu tiên, v.v có khuynh hướng được tích hợp vào bản thân những âm thanh trực tiếp. Như đã đề cập, sự kết hợp của những phản dội như vậy thường có thể cộng thêm nhiều dB trên những âm thanh trực tiếp, đặc biệt trong phòng rất nhỏ. Tuy nhiên, thính giác của con người đã học từ rất sớm trong cuộc sống, để bảo vệ định hướng hình ảnh của âm thanh dựa trên hướng từ đó âm thanh đến trực tiếp.

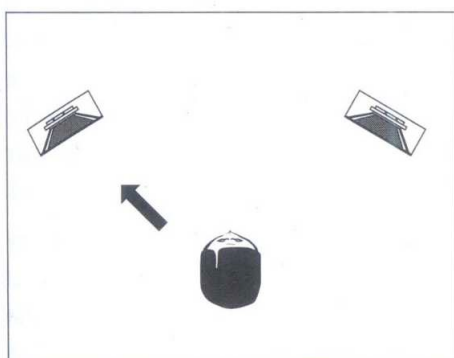


Hình 3.15

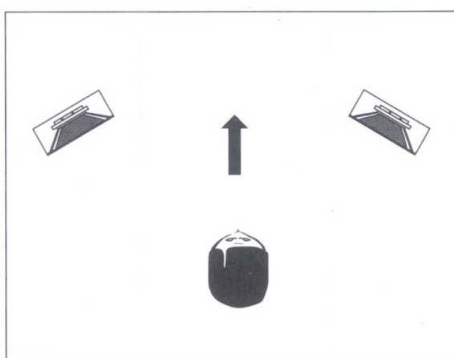
Âm thanh trực tiếp và dội lại với loa non-directional (vô hướng) và directional (định hướng). Một cách để đối phó với môi trường vang dội cao liên quan đến sự kiểm soát hiệu quả của một phòng với một hay nhiều loa,

một chủ đề dành riêng cho chương 9. Lưu ý những tỷ lệ khác nhau giữa âm thanh trực tiếp đến âm thanh vang dội lại trong hai hình trên.

Mô phỏng điều này bằng hai loa. Hình 3.16 sắp xếp thử nghiệm chỗ nào hai loa phát ra âm thanh tương tự như nhau, thiết lập như hệ thống âm thanh stereo, ngoại trừ chúng ta đã giới thiệu khả năng trì hoãn một trong những tín hiệu. Bây giờ, gần như tất cả mọi người trong thế giới công nghiệp hóa hiện đại bằng trực giác đã nhận thức được cách chúng ta định vị một âm thanh phát ra từ hai loa như vậy ra sao (hay có thể lay hoay với bộ điều khiển cân bằng (EQ) tiêu chuẩn trong một hệ thống âm thanh stereo). Nếu tín hiệu có chất lượng và cường độ giống hệt nhau (trong âm thanh mono), có vẻ nó phát ra từ trung tâm. Tuy nhiên, nếu chúng ta trì hoãn một trong những âm thanh giống hệt nhau từ 5 đến 25 phần nghìn giây, người nghe cảm nhận rõ ràng những âm thanh đến từ những loa này không bị trì hoãn (undelayed) nữa. Không chỉ vậy, chúng ta thậm chí có thể tăng mức độ âm thanh bị trì hoãn bằng mức lượng đáng kể (thường lên đến 4 hay 6dB) trước khi những hình ảnh âm thanh rõ bắt đầu di chuyển ra khỏi loa phát ra âm thanh trước đó (tức là những âm thanh trực tiếp). Chỉ khi làm trễ (delay) âm thanh gốc đi khoảng 10dB mới có vẻ phát ra từ trung tâm (ngoài việc âm thanh loa bị delay sẽ di chuyển ngày càng tăng). Nếu chúng ta tăng delay hơn khoảng 30 phần nghìn giây, nó bắt đầu cho âm thanh ngày càng giống như tiếng echo nhanh, và hiệu ứng kết thúc.



(A) Nguồn biểu kiến khi loa bên phải bị trì hoãn (delay) 5ms đến 25ms. Cả hai loa được cung cấp một âm thanh cùng mức độ giống hệt nhau.



(B) Nguồn biểu kiến khi loa bên phải bị trì hoãn 5ms đến 25ms và tăng khoảng 10dB trên loa bên trái.

Hình 3.16

Hiệu ứng thứ bậc.

Trong pro-sound, hiệu ứng thứ bậc cho phép hệ thống âm thanh bố trí loa bổ sung để hỗ trợ việc cải thiện chất lượng âm thanh, trong khi vẫn bảo tồn những hình ảnh âm thanh vẫn được phát ra từ phía trước phòng (như sân khấu, bục giảng, v.v.). Hiệu ứng khó tin đến nỗi khi nó có cảm giác, người ta sẽ thề rằng loa bị delay đã tắt, tuy thật tế những âm thanh từ những loa thường bị trì hoãn có độ lớn ít nhất như nhau, có thể đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng âm thanh ở vị trí người nghe. (Xem thêm chương 12, hình 12.3 và 12.15).

----- Hết Chương 3 -----

Chương 4

Đo lường âm thanh (Audio Measurement) Thuật ngữ và khái niệm (Terms and Concepts)

Việc đo lường âm thanh và tín hiệu điện đại diện cho nó đã có từ khi khởi đầu lĩnh vực âm thanh, đưa ra những thách thức đặc biệt. Tính chất phi tuyến và bản chất của thính giác rất cá biệt làm cho việc chia sẻ những số đo - khía cạnh thậm chí cho đến ngày nay- là nhiệm vụ gian nan nhất. Mặc dù đã có, nói chung, đã chấp nhận những phương pháp trao đổi dữ liệu về âm thanh, tín hiệu âm thanh và đặc điểm nghe, một công việc rất khách quan (objectifying) về luồng thông tin kỹ thuật trong lĩnh vực này. Chương này tập trung vào vài chuyện đó, và cũng cung cấp nền tảng vật chất bổ sung. (Chúng ta sẽ cố tỏ ra khoan dung (merciful). Vài người có thể muốn bỏ qua vài phần trong chương này, và xử dụng ngay, thay vì để nói sau này khi cần)..

Đáp ứng tần số (Frequency Response)

Khả năng thiết bị sản xuất ra âm thanh trong một dải tần số cụ thể (có nghĩa, để đáp ứng với những tần số đó) gọi là đáp ứng tần số (đáp tần). Đồ thị đo lường đầu ra của thiết bị theo tần số, so với tín hiệu đầu vào, trình bày trong hình 4.1, gọi là đường biểu diễn đáp ứng tần số. Đây là loại đường biểu diễn, khi mô tả chính xác, cho phép người dùng thiết bị biết trước khoảng cách gần đúng, thiết bị sẽ ảnh hưởng đến chất lượng âm của âm thanh hay tín hiệu đến với nó ra sao.

Khi thiết bị tái tạo tần số trong dải tần nhất định, với tầm quan trọng ngang nhau, so với cường độ của tần số có trong tín hiệu input, đường biểu diễn đáp ứng của thiết bị này gọi là phẳng (*flat*) trong dải tần đó (vì đường biểu diễn đáp ứng cho dải đó đi ngang, hay phẳng, trên loại đồ thị này). Bạn sẽ hiếm thấy đường biểu diễn đáp ứng phẳng trong phổ âm thanh, thường là đặc trưng duy nhất của bộ khuếch đại (amplifier). Loa gần như không bao giờ đạt được điều này trong dung sai rất nhỏ (ngoại trừ trong dải tần giới hạn). May thay, đó không phải là điều cần thực hiện hoàn toàn. Vài micro condenser gần đạt độ lý tưởng này, nhưng như đã nói ở trên (trong chương 1), micro thường không cần phải có đáp ứng tần số phẳng.



Những thiết bị như mixer và thiết bị xử lý tín hiệu lý tưởng khác sẽ hiển thị đặc tính này trong suốt toàn bộ phổ âm thanh, nhưng trong thực tế, nhiều thiết bị thay đổi chất lượng âm đáng kể, thậm chí khi đã thiết lập EQ ở vị trí flat. (Nói cách khác, đáp ứng của nó không nhất thiết phải flat, mặc dù những mixer chất lượng cao và thiết bị xử lý tín hiệu khác có khuynh hướng rất gần tới điều này).

Vậy làm sao có được điều đó, có hai thiết bị của hãng sản xuất khác nhau, cả hai đều yêu cầu phải có đáp ứng tần số phẳng (flat) (và lần lượt đưa vào trong một hệ thống đồng nhất với trở kháng phù hợp), trong vài trường hợp, âm thanh ra có rất khác biệt khi nó được cung cấp tín hiệu input giống nhau không? Hầu hết câu trả lời đơn giản là, nó có đường biểu diễn đáp ứng tần số thật tế khác nhau, bất kể thông số kỹ thuật có thể khẳng định vấn đề gì. (Và trong vài trường hợp, trong những thiết bị rẻ tiền, đáp ứng tần số có thể thay đổi đáng kể, như thay đổi mức độ tín hiệu).

Rất cơ bản, bất kỳ đặc điểm kỹ thuật đáp ứng tần số không được hiển thị như đồ thị trong hình 4.1 đều có dung sai tối thiểu, ở loa thường là $\pm 3\text{dB}$ (cộng thêm hay trừ đi 3dB). Qui cách kỹ thuật cũng phải hội đủ điều kiện đáp ứng toàn dải (full-range) để vẫn trong giới hạn dung sai quy định. (Với thông số $\pm 3\text{dB}$, đây sẽ là một tổng 6dB lên xuống trong dải tần số trích dẫn). Trong trường hợp bộ khuếch đại, hay bộ xử lý tín hiệu chất lượng rất cao, dung sai quy định có thể nhiều hơn khoảng $\pm 1\text{dB}$ khắp hầu hết phổ âm thanh.

Sẽ xảy ra vài vấn đề phức tạp với thông số kỹ thuật của micro và loa. Điều này do đường biểu diễn đáp ứng thường được đo trực tiếp trên trục. Rời khỏi trục đáp ứng, có thể đi chệch rất nhiều so với những đường biểu diễn trên trục đã công bố, ngay cả những đường biểu diễn chính xác và trung thực tiêu biểu. Sẽ tập trung xử lý điều này nhiều hơn nữa trong chương 5 và 10. Những dạng thức đo dB cơ bản liên quan được giới thiệu sau trong chương này.

Việc âm thanh bị giảm cường độ như: người nghe di chuyển xa nguồn hơn là do hai yếu tố: (1) sự lan truyền hình học của âm thanh, và (2) tổn thất do ma sát giữa những hạt không khí. Qua khoảng cách ngắn ở (1) (được mô tả bởi luật bình phương nghịch đảo) có khuynh hướng chiếm ưu thế. Qua khoảng cách dài hơn ở (2) (suy giảm trong không khí) ngày càng quan trọng.

Luật bình phương nghịch đảo (Inverse Square Law)

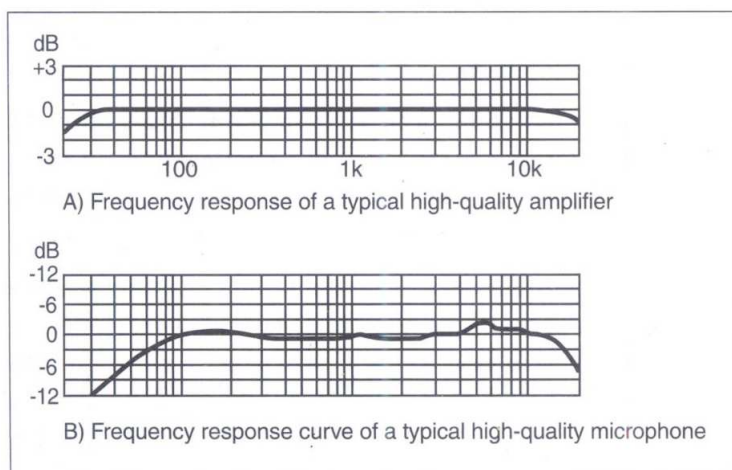
Mỗi lần tăng xa gấp đôi khoảng cách đến nguồn âm thanh dẫn đến giảm đi bốn lần công suất âm thanh (bằng 6dB). (Chính xác hơn, mỗi sự gia tăng tỷ lệ khoảng cách từ nguồn cho ra kết quả giảm mức âm thanh theo tỷ lệ nghịch với bình phương của sự gia tăng khoảng cách tương đối). Điều này được minh họa trong hình 4.2, gọi là luật bình phương nghịch đảo.

Vì vậy, trong khu vực mở (có mặt đất dễ hấp thụ), nếu nguồn âm thanh di chuyển ra xa từ 4ft sang 8ft, mức độ bị giảm 6dB. Nếu di chuyển một lần nữa từ 8ft sang 16ft, lại giảm thêm 6dB nữa (tổng cộng là 12dB). Lại di chuyển một lần nữa từ 16ft sang 32ft, tổng cộng giảm tất cả 18dB, v.v.. Nếu ngay bây giờ di chuyển từ 32 ft sang 64ft, sự khác biệt là bạn nghĩ ra chưa?.

Rõ ràng, một trong những âm thanh cách xa nguồn, di chuyển gần hơn hay xa hơn một chút, sự khác biệt sẽ tương đối ít. (Bắt đầu, vào khoảng 1.000 feet, khoảng một phần năm mile, cường độ vẫn chỉ giảm 48dB, có thể đưa ra để xem xét về lý do tại sao âm thanh được mang đi quá xa. Ngoài 48dB đã đề cập trên, âm thanh sẽ giảm thêm phần nào, đặc biệt ở tần số cao hơn, bằng sự suy giảm sẽ mô tả trong phần sau).

Trong nhà, khi khoảng cách tăng vượt quá một điểm nhất định, phản dội từ những bề mặt chung quanh góp phần tạo nên cường độ tổng thể. Vì vậy, sự kết hợp của âm thanh trực tiếp và phản dội cho ra kết quả của sự giảm cường độ càng lúc càng ít đi cho mỗi lần nhân đôi khoảng cách, khi những âm thanh phản dội đến càng ngày càng phát huy tham gia.





Hình 4.1

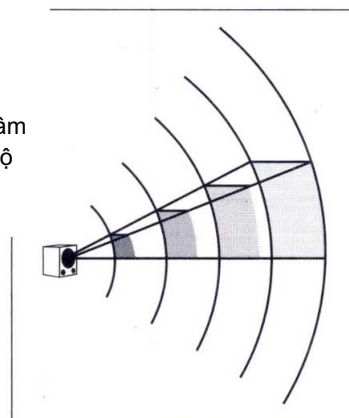
Thông số kỹ thuật tần số đáp ứng không biểu diễn trên đồ thị nên có dung sai tối thiểu khi xử dụng từ ngữ "phẳng" "flat". Trong đồ thị ở trên, chú ý cẩn thận, thường xử dụng sự phân ranh giới giữa dB khác nhau. Kiểm tra những đường biểu diễn mà không chú ý đến sự phân ranh giới này, có khuynh hướng khá vô nghĩa.

Vài hãng sản xuất bảo thủ và trung thành với thông số kỹ thuật tiêu biểu của họ hơn những hãng khác. Thông thường, đường biểu diễn, vào lúc chúng ta nhìn thấy nó, phải trải qua những lời nói đùa gọi là "bộ phận tiếp thị người dầm phẳng (flattener) đường biểu diễn". Nhưng giống hay không, thậm chí trong trường hợp kỹ thuật tốt nhất cũng thường gây hiểu nhầm vì nhiều lý do. Trong lĩnh vực này, những công ty nổi tiếng thường hay vì lý do tốt, trước khi đưa ra một quyết định quan trọng dựa trên sự công bố thông số kỹ thuật, nên hỏi thăm những người đang làm công tác thật tế trong lĩnh vực pro-sound thường có ích, hay thật sự nghe nhiều thiết bị để so sánh với những cái bạn đã quen dùng.

Hình 4.2

Luật bình phương nghịch đảo.

Mỗi lần nhân đôi khoảng cách giảm khoảng -6dB. Trong nhà, sẽ phát huy âm thanh phản dội, việc giảm mức độ âm thanh đi bị phản tác dụng bởi mức độ âm thanh phản dội.



Sự suy giảm tần số cao trong không khí (High Frequency Attenuation in Air)

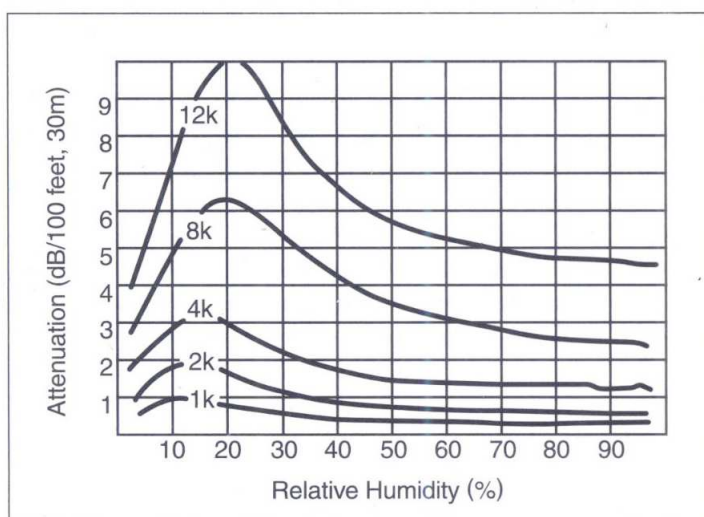
Sự suy giảm tần số cao là yếu tố đặc biệt quan trọng trong môi trường lớn. Những tần số cao bị mất nhiều hơn, do đó nó khó phát tán có hiệu quả qua khoảng cách xa hơn. Nói đơn giản, tần số

thấp được mang đi xa hơn tần số cao. Hình 4.3 cho thấy tỷ lệ sự hao hụt gần đúng, trên mỗi đơn vị khoảng cách, cho những dải tần số ở phần trên cao phổ âm thanh.

Loại hao hụt này do ma sát giữa những phân tử không khí, xảy ra ngoài sự lan truyền hình học của âm thanh, đã mô tả bằng luật bình phương nghịch đảo. Năng lượng này được biến đổi thành nhiệt năng (thật tế, giá trị nhiệt rất nhỏ, ước tính sản lượng toàn bộ công suất âm thanh của một trận bóng đá trong một sân vận động đông người chỉ cho ra khoảng năng lượng đủ nung nóng một tách trà). Sự suy giảm này xảy ra theo đơn vị khoảng cách, không theo tỷ lệ khoảng cách.

Loại hao hụt này làm tăng mức độ nghiêm trọng khi tần số gia tăng vì có sự tương tác nhiều hơn giữa những phân tử riêng làm tăng tần số. Số lượng suy giảm tần số cao cũng thay đổi đáng kể theo độ ẩm ướt, như minh họa trong hình 4.3.

Ảnh hưởng thật tế của loại suy giảm này, trong môi trường rất lớn như sân vận động ngoài trời và công trường lớn khác, khán giả ở xa hơn sẽ có khuynh hướng nghe âm thanh thiếu tiếng suýt (zip) đáng kể. Một cách tiếp cận phổ biến khá hiện đại để giải quyết vấn đề này (thể hiện trong chương 14) là xử dụng những thiết bị bổ sung tần số cao, đặt tương đối gần những bộ phận khán giả phía sau, có output bị delay, do đó, nó sẽ đồng bộ với sự xuất hiện của âm thanh từ những cụm loa chính.



Hình 4.3

Sự suy giảm âm thanh trong không khí trên 100ft (30m).

Sự suy giảm tần số cao, cần phải xem xét hoạt động của hệ thống âm thanh trong môi trường rất lớn. Loại suy giảm này gia tăng trầm trọng trong những tần số cao nhất. Nó cao đáng kể trong khoảng độ ẩm tương đối 10% đến 25% (ít hơn mức này chỉ thấy trong khí hậu khô cằn nhất). Lưu ý, thí dụ, ở 12kHz bị suy giảm nhiều, đến hơn 10dB, ít nhất là 100ft, tùy thuộc vào độ ẩm. Thật thú vị, khi không khí ẩm hơn, lượng suy giảm thật sự giảm.

Đo điện cơ bản (Basic Electric Measurement)

Với người đọc không quen, đây là sự mô tả về vài khía cạnh điện rất cơ bản. Trong hình 4.4, nước chạy bằng cánh gàu dùng để cung cấp năng lượng cho động cơ vào điểm cuối đối diện nó. Bằng cách này, nó tạo ra dòng chảy liên tục theo một hướng, do đó năng lượng áp dụng ở một nơi bị chuyển đến thiết bị ở nơi khác. Điều này cũng tương tự như dòng điện một chiều (*Direct Current*) (DC).



Trong hình 4.4, cánh gàu di chuyển liên tục theo nhiều hướng thay đổi, trước tiên hướng tới, rồi ra phía sau, để cung cấp điện cho thiết bị được thiết kế để đáp ứng với sự thay đổi như vậy. Điều này tương đương với dòng điện xoay chiều (*Alternating Current*) (AC). Máng và đường đôi của nó khá tiêu biểu cho cable điện có hai dây dẫn dòng tải, do đó có thuật ngữ mạch điện (circuit).

Có sự quan hệ khá trực tiếp giữa những lực bị tác dụng bởi nguồn điện và luồng dẫn của những điện tử đi qua mạch điện. Điều này mô tả bằng công thức nổi tiếng, gọi là định luật Ohm:

$$V / (R \text{ hay } Z) = I$$

V = Voltage (điện thế tính bằng volt)

R hay **Z** = điện trở hay trở kháng (tính bằng ohms, ký hiệu là Ω)

I = dòng cảm ứng (dòng chảy điện tử, tính bằng ampe)

Ở đây, dòng chảy điện tử (dòng, cường độ) được thể hiện tỷ lệ thuận với năng lượng phát sinh (điện thế, voltage) và tỷ lệ nghịch với điện trở hay trở kháng trong mạch. Bằng công thức thông thường, sự tăng gấp đôi điện thế –voltage- (điện năng, hay áp lực) sẽ gây ra dòng (cường độ) tăng gấp đôi (số lượng điện tử chảy qua mạch). Khi nhân đôi trở kháng (hay điện trở) sẽ cắt giảm một nửa dòng điện.

Thuật ngữ điện trở (*resistance*) áp dụng đối với dòng điện một chiều. Impedance (trở kháng) (ký hiệu là **Z**) áp dụng cho bất kỳ loại dòng điện xoay chiều nào, bao gồm cả tín hiệu âm thanh. Với ý nghĩa đó, trở kháng có thể hiểu là sức đề kháng của mạch điện với sự chuyển động sóng sine (sine-wave motion) của một tần số nhất định. Nó bao gồm điện trở DC kết hợp với mạch điện kháng bổ sung tới dòng điện xoay chiều. Kết quả, trở kháng đo được sẽ cao hơn điện trở.

Trong khi định luật Ohm mô tả sự quan hệ giữa điện thế, trở kháng và kết quả của những điện tử, một công thức cơ bản khác được sử dụng để hiển thị giá trị thật tế của công suất-power (rất khác với từ áp lực-pressure) sinh ra, đi vào một mạch điện. Power (năng lượng-công suất) có khả năng làm một số công việc (chẳng hạn như di chuyển cone loa hay truyền động mạch điện tử). Điều này được thể hiện bởi:

$$V \times I = P$$

V = điện thế (tính bằng volt).

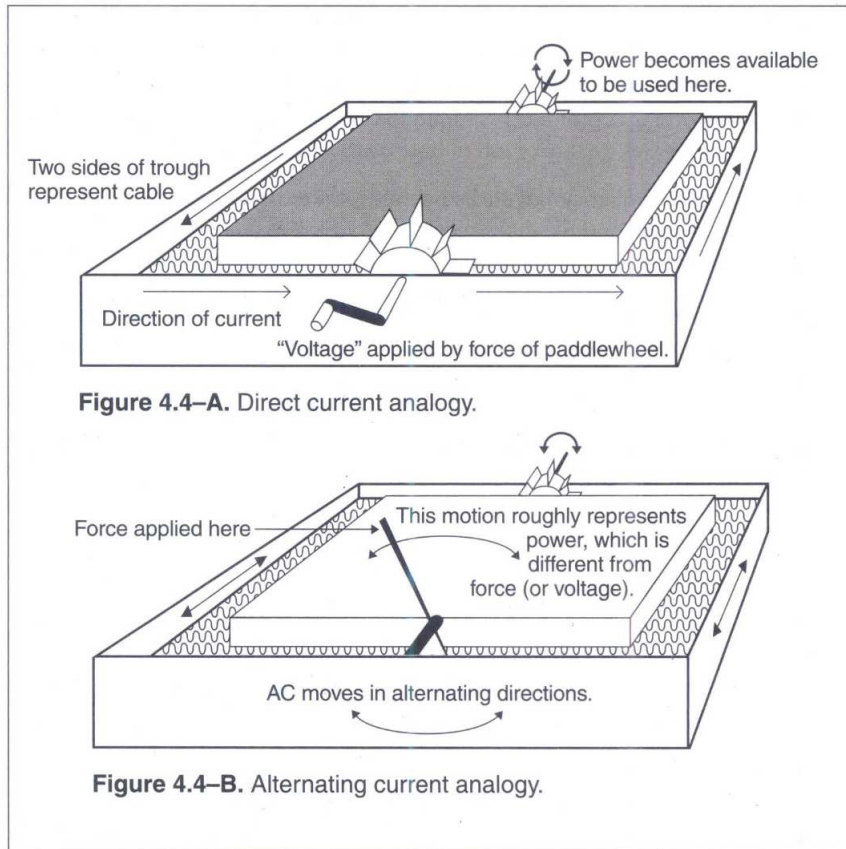
I = dòng cảm ứng (đo bằng ampe) A

P = Power-công suất (đo bằng watt)

Công thức này cho thấy lượng điện năng trong mạch điện tiêu tan thật sự (sử dụng hết) tại thời điểm nhất định sẽ cân xứng với cả áp lực điện (điện thế) lẫn dòng điện tử (cường độ). Bằng sự quan hệ này, tín hiệu có điện thế tương đối cao / dòng thấp có thể liên quan đến mức công suất tương tự như tín hiệu có điện thế tương đối thấp / dòng cao. Nếu có liên quan cùng một công suất, nó có thể là cả hai, khi khai thác đúng cách, sẽ thực hiện cùng một số lượng công việc.

Có thể chuyển đổi một lượng công suất nhất định để thay đổi tương đối số lượng điện thế và dòng điện. Thường sử dụng loại chuyển đổi (transforming) này trong việc phân phối hệ thống âm thanh có liên quan đến nhiều loa có mức độ từ thấp đến trung bình, cũng như trong nhiều khía cạnh hoạt động âm thanh khác, đặc biệt trong thiết bị điện tử.



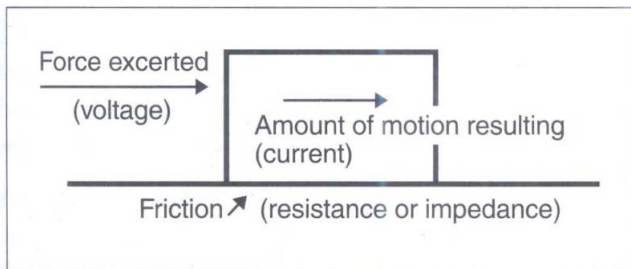


Hình 4.4

Một mô phỏng tương tự (analogy) cho người chưa quen với những thuật ngữ điện cơ bản.

Máng A dùng ở đây để dễ minh họa. Dòng điện sẽ so sánh phần nào với nước qua ống (mặc dù sự so sánh này chưa hoàn hảo). Áp lực nước sẽ tiêu biểu cho điện thế. Số lượng dòng chảy thật tế sẽ tiêu biểu cho cường độ, đo bằng ampe hay milli ampe (một phần nghìn ampe).

Tín hiệu âm thanh là một dạng điện AC, mặc dù thường ở mức điện thế thấp hơn nhiều so với hệ thống điện 115 (hay 230) volt (trừ đầu ra loa của ampli công suất cao, một số có thể cho ra điện thế hơn 115 volt khi đẩy lên công suất tối đa, có khả năng xảy ra nguy hiểm và có thể bị sốc khi xử lý vật liệu không cách điện hay tiếp xúc với thiết bị nối đầu cuối của dây loa trong hệ điều hành). Trong thảo luận tình cờ liên quan với pro-sound, mặc dù điện AC được hiểu là sự cung cấp nguồn điện 115 volt. Tần số điện AC chuẩn ở Mỹ là 60Hz, và một hệ thống có dây nối đất không đúng cách thường có khuynh hướng tạo ra tần số này, cùng với nhiều họa âm của nó sẽ xuất hiện tại những output âm thanh. (60Hz, 120Hz, 180Hz, v.v thường biểu hiện như hum (ù), và những họa âm cao hơn là những tiếng rì rầm-buzz).



Hình 4.5

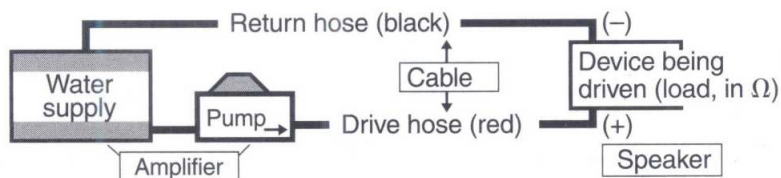
Vật lý tương tự (analogy) đơn giản của định luật Ohm.

Đẩy một thùng chạy dọc sàn nhà liên quan đến năng lượng có phần so sánh với định luật Ohm. Với một số lượng áp lực (điện thế) nhất định, khi tăng gấp đôi ma sát (trở kháng) sẽ giảm sự chuyển động của một cái thùng (hay loa) đi một nửa. Theo decibel, sự khác biệt này tương đương với 3dB.

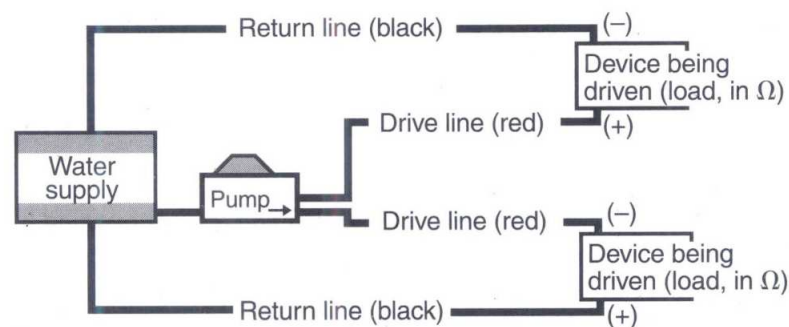
Hình 4.6

Mạch nối tiếp và song song (Series and parallel circuit).

Để hiểu trở kháng là gì khi kết nối nhiều loa, sự tương tự (analogy) trong hình 4.5 không hữu ích lắm. Ở đây, nếu tưởng tượng ra một cặp ống nước có thể làm sáng tỏ vấn đề hơn.

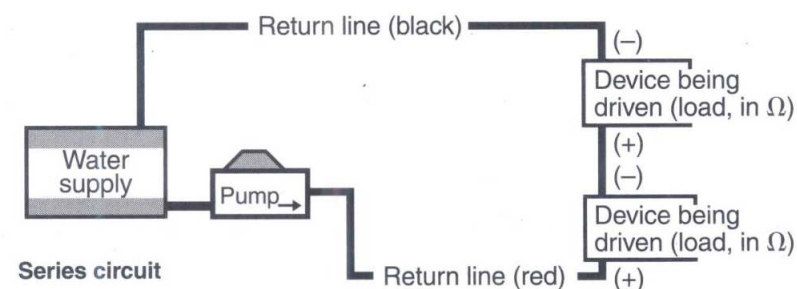


Simple hookup (one amp channel with single speaker)



Parallel circuit

Trong mạch song song, với lượng áp suất nhất định (bộ khuếch đại điện thế), chứa nước gần gấp đôi (cường độ). Dòng chảy qua hệ thống, chia đều giữa hai thiết bị (loa). Hãy giả định máy bơm (amplifier) có khả năng cung cấp đủ nước (công suất output). Ngoài điểm giảm trở kháng gần đúng, khả năng cung cấp nước (công suất output) bắt đầu giảm (giống như quay bánh xe của nó). Tổng số trở kháng ở đây bị giảm một nửa.



Series circuit

Trong một mạch nối tiếp có hai loa giống nhau, trở kháng tăng gấp đôi. Tổng trở kháng của mạch phải phù hợp với khả năng trở kháng thấp nhất của bộ khuếch đại, vì vậy cần làm thường xuyên cho series mạch. Điều này sẽ tiếp tục thảo luận trong chương 10.

Áp lực và công suất (Pressure and Power)



Sound & Lighting

Cho cả sóng âm thanh lẫn tín hiệu điện (cũng như cho tất cả loại chuyển động khác), có sự quan hệ cơ bản giữa số lượng của lực (áp lực) ứng dụng theo một hướng nhất định và sự đo lường của công suất thật tế (khả năng sản xuất ra điện hay chuyển động âm thanh) dẫn tới.

Cho dạng điện này, có thể trình bày bằng cách kết hợp định luật Ohm với những công thức đã giới thiệu trước đây để tính toán công suất. Định luật Ohm cho thấy, nếu điện thế bị thay đổi một lượng nhất định, nó sẽ tạo ra kết quả cường độ sẽ thay đổi có tỷ lệ thuận với lượng đó. Thí dụ, nếu điện thế tăng gấp đôi, dòng điện cũng tăng gấp đôi. Và theo công thức $P = E \times I$, nhân điện thế này với dòng (cường độ) để tìm sự gia tăng năng lực (công suất), trong trường hợp này tăng gấp bốn lần.

Nói cách khác, mọi cái khác đều không thay đổi, chỉ có công suất sẽ liên quan đến bình phương áp lực. Bằng phương pháp tương tự của máy tính, gia tăng điện thế gấp ba lần sẽ gây ra tăng công suất chín lần (3^2); gia tăng điện thế gấp bốn lần sẽ gây ra tăng công suất mười sáu lần (4^2); tăng điện thế gấp mười lần sẽ gây ra tăng công suất gấp trăm lần (10^2), v.v. (dĩ nhiên phải giả định trở kháng vẫn không đổi).

Công suất âm thanh tương tự liên quan đến bình phương áp lực âm thanh. Công suất không đo được trực tiếp. Nó thường phát sinh bằng cách đo áp lực và sau đó xử dụng công thức số học trên.

Decibel, cơ bản là xoay quanh tỷ lệ công suất. Mỗi mười decibel (một bel) tương đương với tỷ lệ của một khoảng dưới dạng lũy thừa 10 (tỷ lệ công suất 10-1).

Đối với tỷ lệ áp lực, phải điều chỉnh sự chia độ. Ưu điểm của decibel (khi chia độ logarithm) là nó có thể dùng để đối phó với tỷ lệ áp lực bằng cách tăng gấp đôi số lượng decibel. Sự liên quan bình phương với áp lực công suất là như vậy, đã được tự động tính đến. Điều này được minh họa trong hình 4.7.

Khi decibel được dùng để mô tả điện thế trong hệ thống âm thanh, nó được thực hiện với giả định một tỷ lệ điện năng chính xác liên quan đến tỷ lệ bình phương của điện thế. Sự quan hệ này cần cẩn thận lưu ý, không phải lúc nào cũng chính xác. Thông thường là gần đúng, trừ khi thiết bị hoạt động gần giới hạn tối đa. Sự gia tăng dòng điện có thể gây ra sự tăng trở kháng, đặc biệt khi mức năng lượng cao do tăng nhiệt độ. (Đây là một trong vài yếu tố có thể làm giảm hiệu quả việc xử dụng ở mức độ cao-high level). Tình huống như thế này làm giảm tỷ lệ công suất dẫn đến quan hệ bình phương ít chính xác hơn. Ngoài ra, trở kháng thường thay đổi rất trầm trọng theo tần số (điều này được thảo luận thêm trong chương 9, 10).

Cũng có thể có sự thay đổi trong trở kháng âm học (acoustical impedance), tương tự như nguyên tắc để tính trở kháng của điện. Sự thay đổi này là sự kiện xảy ra tự nhiên trong và chung quanh loa horn và thùng loa, và cũng có khi âm thanh gặp trở ngại nào đó, bao gồm cả những cấu trúc vật lý bao quanh nguồn của nó. (Nói chung, trị số decibel bắt nguồn từ những tỷ lệ áp lực âm thanh hợp lý khá chính xác cho sóng âm trong không gian lộ thiên).

Hình 4.7

Bảng chia của tuyến tính sang trị số logarithm.

Lưu ý sự quan hệ bình phương của áp lực đối với công suất ở đây. Điều này được tính vào decibel bằng cách tăng gấp đôi số lượng decibel theo một tỷ lệ đã cho, thể hiện trong biểu đồ dưới đây.

Sự quan hệ bình phương của áp lực để phá vỡ công suất xuống rất đáng kể tại điểm hay gần điểm giới hạn của thiết bị hay khả năng hiệu quả bình thường của hệ thống. Khi thiết bị tiếp cận giới hạn hoạt động hiệu quả của nó, mức tăng áp lực (hay điện thế) của công suất càng lúc càng ít hơn và thường là tăng độ



Sound & Lighting

méo dạng.

Lẽ ra, khỏi cần biết đến tỷ lệ điện thế, trừ khi phải đối phó với khía cạnh khá phức tạp khi vận hành thiết bị và / hay thiết kế hệ thống (mặc dù nó có thể tham gia khi dùng nhiều loa phóng thanh, đặc biệt là trong tần số thấp).

Tỷ lệ công suất, mặc dù rất quan trọng cho mục đích của chúng ta trong giáo trình này. Chẳng hạn như, nếu yêu cầu tăng 6dB sản lượng của một hệ thống sẽ bao gồm tăng gấp bốn lần số lượng amplifier và đầu ra loa, v.v theo biểu đồ bên trái dưới đây.

POWER			PRESSURE or VOLTAGE		
RATIO BETWEEN:		DIFFERENCE:	RATIO OF:		DIFFERENCE
ACOUSTIC or AMPLIFIER		in decibels	VOLTAGES		in decibels
POWER LEVELS		(dBm or dB SPL)	or PRESSURES		(dBV, dBu)
	1.25 to 1	= 1.0dB		1.25 to 1	= 2.0dB
	1.6 to 1	= 2.0dB		1.6 to 1	= 4.0dB
Double	2 to 1	= 3.0dB		2 to 1	= 6.0dB
Triple	3 to 1	= 4.8dB		3 to 1	= 9.5dB
Quad	4 to 1	= 6.0dB		4 to 1	= 12.0dB
Etc.	5 to 1	= 7.0dB		5 to 1	= 14.0dB
"	6 to 1	= 7.8 dB		6 to 1	= 15.6dB
"	7 to 1	= 8.5dB		7 to 1	= 16.9dB
"	8 to 1	= 9.0dB		8 to 1	= 18.0dB
"	9 to 1	= 9.5dB		9 to 1	= 19.1dB
"	10 to 1	= 10dB		10 to 1	= 20dB
"	100 to 1	= 20dB		100 to 1	= 40dB

Lưu ý: Thuật ngữ áp lực âm thanh (sound pressure) ở đây rất khó hiểu với người có không có kỹ thuật cao, ngay cả ở người kinh doanh pro-sound. Bất kỳ phép đo dB nào áp dụng trong lĩnh vực này, trong một nghĩa nào đó, đều từ hai bảng chia trên. Thí dụ, với phép đo dB SPL, nếu thực hiện đo tuyến tính bằng watt âm thanh (một phép đo công suất), sẽ áp dụng bảng chia bên trái, nếu thực hiện đo tuyến tính bằng dynes / cm² (áp lực), áp dụng bảng chia bên phải.

Lưu ý bổ sung: Khi hai thiết bị loa giống hệt nhau hoạt động trong cùng một giải tần số đặt gần nhau, có thể áp dụng bảng chia áp lực bên phải. Điều này xảy ra ở tần số có bước sóng lớn hơn nhiều so với khoảng cách giữa hai thiết bị giống hệt nhau. Thường thì sự gia tăng SPL sẽ rơi đầu đó giữa hai bảng chia, một đề tài dành riêng cho chương 9,13 và 14.

Trở kháng đầu ra (Nguồn) và trở kháng đầu vào (Tải)

Output (Source) Impedance and Input (Load) Impedance

Trở kháng trong mạch điện là kết quả của sự kết hợp giữa trở kháng và cả thiết bị dẫn dây dẫn. Trong dây nối loa, trở kháng của dây dẫn có thể đáng kể, vì nó tăng lên khi điện thế output cao hơn. Trong mạch điện ở mức độ thấp, trở kháng của dây dẫn có khuynh hướng khá nhỏ, trừ phi một trong những jack nối hay chính bản thân dây dẫn bị lỗi.



Sound & Lighting

Nguồn (*source*), hay trở kháng đầu ra (*output impedance*), Tải (*Load*), hay trở kháng đầu vào (*input impedance*), chạm trán ở chặng input của những thiết bị mà tín hiệu đã gửi đến. Nói chung, trở kháng tải phải lớn hơn đáng kể so với trở kháng ở nguồn. Trở kháng từ tải đến nguồn có tỷ lệ 10:01 hay nhiều hơn thường được coi là tối ưu giữa các thiết bị trong một hệ thống. Vài khía cạnh cụ thể của sự kết hợp trở kháng hữu hiệu giữa các thiết bị được xử lý trong phần hai và ba.

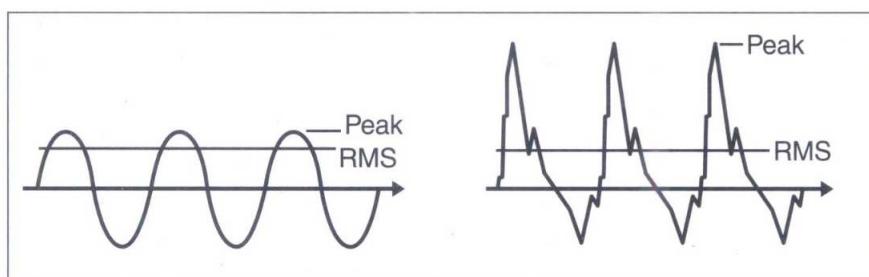
Như đã chỉ thị, đường đi của loa gần như là câu chuyện riêng. Khi tham gia ở mức công suất cao (nghĩa là rất nhiều cường độ), việc tăng thêm dòng tải phụ bằng cách dùng dây dẫn cho đường dây loa đúng qui cách. (Đây là thí dụ về sự quan hệ bình phương điện thế công suất có thể làm suy giảm hay tăng trở kháng với công suất. Chuyện này có phần giống như sự cố ép buộc nhiều nước xuyên qua một ống hẹp sẽ xuất hiện áp lực mà tất cả các bạn đều thích làm. Nhưng việc thúc ép ngày càng nhiều nước thông qua nó rất khó và vất vả hơn nữa). Sẽ bị mất một số năng lượng điện thật tế trong trường hợp này, đưa đến tăng nhiệt. (Chương 16 bao gồm biểu đồ về tổn thất điện năng của dây loa). Tỷ lệ trở kháng từ tải đến nguồn, của loa đến amplifier là một hướng dẫn ngoại lệ 10-1 đã cho biết. Ở đây, tỷ lệ lý tưởng là vào khoảng từ 100 trên 1 hay nhiều hơn nữa, tùy thuộc vào tần số. (Điều này được quy định như hệ số làm giảm âm (*damping factor*) trong bộ khuếch đại công suất-*power amplifier*).

Giá trị RMS (RMS Value)

Để xác định sự thay đổi biên độ nhanh của sóng như một loại cường độ đặc biệt, phải xử dụng một giá trị trung bình. Bình quân đơn giản về biên độ tích cực và tiêu cực trong sóng bình thường sẽ cho ra kết quả cuối cùng bằng zero. Yêu cầu là phải có phương pháp đánh giá sự quân bình biên độ có ý nghĩa, dù là tích cực hay tiêu cực. Thuật ngữ *root mean square* (RMS) (bình quân thành hình sóng vuông) có nghĩa là phương pháp tính toán cách xử dụng mức cường độ tương đương với điện DC, trong một chu kỳ đầy đủ hay nhiều hơn, để mô tả năng lực sóng quân bình (xem hình 4.8).

Giá trị RMS của sóng sine là khoảng 0,7 lần so với biên độ đỉnh của sóng đó. Trong khi sự quan hệ giữa RMS và giá trị đỉnh (*peak*) luôn luôn như nhau đối với sóng sine thuần khiết, giá trị đỉnh của một dạng sóng phức tạp có thể khác xa so với giá trị RMS của nó. Kết quả, giá trị đỉnh có thể là chỉ báo vô cùng sai lệch cho điện thế hay công suất của thiết bị có khả năng cung cấp trên cơ sở liên tục. Con số RMS có khuynh hướng chỉ là đánh giá khách quan hơn là cho mức cường độ.

Tuy nhiên, đánh giá RMS mà không xác định thêm nữa có thể gây ra sự hiểu lầm, vì thiết bị có thể chịu đựng được một vụ nổ âm sắc ngắn và nếu đo bằng giá trị RMS, có thể không phản ánh chính xác những cái thiết bị có khả năng chịu đựng được trên cơ sở lâu dài.



Hình 4.8

Đỉnh cao tức thời (instantaneous peak) so với RMS.

Giá trị đỉnh tức thời của sóng sine luôn bằng 1,4 lần giá trị RMS. Tuy nhiên, dạng sóng phức tạp có mức đỉnh cao tức thời cao nhất có thể khác xa so với giá trị RMS. Cơ bản nhất, đây là lý do tại sao phải xử dụng giá trị RMS khi định giá trị mức độ tín hiệu âm thanh. Thí dụ, bằng cách dùng giá trị đỉnh như ở bên phải sẽ cho phép dễ phóng đại khả năng của thiết bị. Nhưng sự tồn tại của dạng sóng như ở bên phải là một trong những lý do quan trọng để có hệ thống headroom như mô tả trong hình 4.12. không nên nhầm lẫn các đỉnh tức thời (instantaneous) với công suất đỉnh RMS (peak power) (còn gọi là peak program). Công suất đỉnh RMS chỉ đề cập đến đỉnh tạm thời như đã mô tả trong hình 3.6.

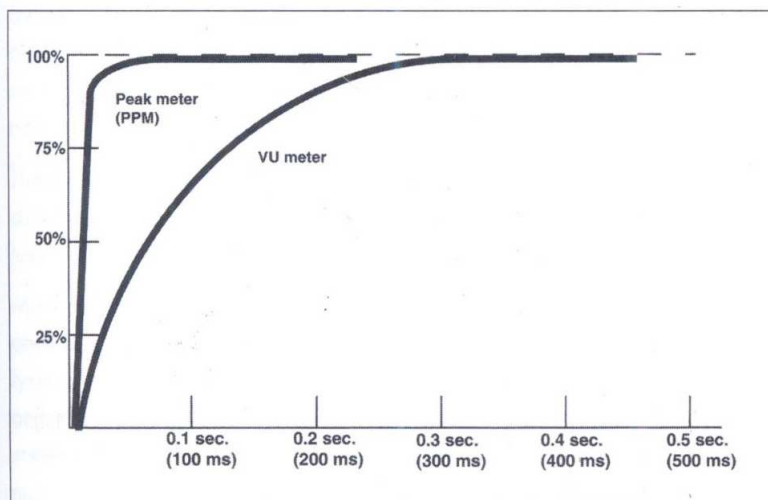
Tìm hiểu sự khác biệt giữa RMS và program, đánh giá program liên tục liên quan đến một quan điểm khác. Trong nhiều năm, những hãng sản xuất đã hiểu sóng sine quét tần số hay sóng sine liên tục đã cung cấp một cơ sở đánh giá khả năng có thể xử lý công suất của loa phát ra trong lĩnh vực này cho hợp lý. Kinh nghiệm đã dạy, việc compress mix (trộn nén) khi thu âm có nhiều đỉnh ít nghiêm trọng hơn so với tình huống thổi phồng hoạt động khuếch đại điển hình. Vì vậy, những program xếp hạng cao cũng vẫn trích dẫn thiết bị loa âm thanh của hầu hết hãng sản xuất.

Đơn vị âm lượng (Volume Units)

Đơn vị âm lượng dựa trên khuynh hướng của tiến trình thính giác nén những cường độ khác biệt và bỏ qua hay hạ thấp rất nhanh đỉnh (tạm thời). Bảng chia này được điều chỉnh để hiển thị giá trị decibel trong cách chúng ta nghe sự khác biệt về cường độ. Bằng cách xử dụng sự thỏa hiệp giữa những giá trị liên tục và đỉnh, khuynh hướng của tai là bỏ đi những đỉnh cao đã giải thích qua. VU viết tắt ở đây là đơn vị tham chiếu, dùng cho máy đo VU.

Máy đo VU (VU meter) là chỉ thị trực quan của mức tín hiệu tại một hay nhiều điểm trong mạch điện của thiết bị âm thanh. Trong khi +4dBm là tiêu chuẩn cho 0 VU, máy đo thường được hiệu chuẩn cho mức vận hành thích hợp với thiết bị mà nó tạo nên.

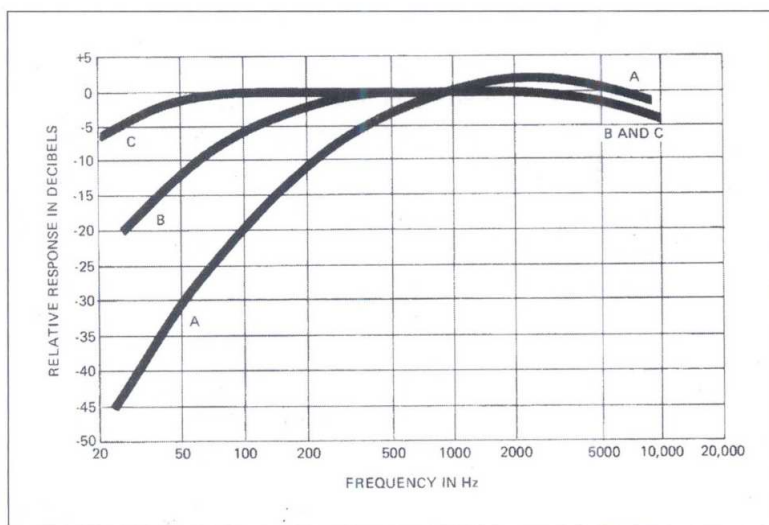
Trên thỏa hiệp hoàn toàn rất khả thi, phương pháp đo lường này cũng có nhược điểm của nó, thật tế trong tiến trình thính giác có khuynh hướng bỏ qua đỉnh (peak) rất nhanh, đôi khi có thể gây ra sự biến dạng tạm thời có thể dễ dàng nhận thấy sự thay đổi trong chất lượng âm thanh, chẳng hạn như bộ trống jazz. Vì lý do này, VU meter thường được bổ sung bằng một chỉ báo mức cao nhất, thường gọi là *Peak Program Meter (PPM)*.



Hình 4.9

Đáp tuyến của máy đo VU và peak.

Lưu ý tại sao âm thanh thoáng qua như của bộ trống không hiển thị đầy đủ trên VU meter. Đáp tuyến của VU khá tiêu biểu sự nhận thức âm lượng theo thời gian của con người cho một âm thanh nào đó. (thuật ngữ *peak program* có nghĩa khác biệt đáng kể so với đỉnh tức thời (*instantaneous peak*), như thể hiện trong hình trước. Nếu cần thiết, xem lại chú thích đi kèm với hình đó).



Hình 4.10

Đường biểu diễn sự đề (weight) của máy đo mức độ âm thanh

Những đường biểu diễn gần đúng được dùng trong máy đo SPL gần giống đáp tần nghe của người trung bình (theo hình 3.4). Đường biểu diễn A được dự định để tiêu biểu cho thính giác ở 40 phons, đường biểu diễn B tiêu biểu cho 70 phons, và đường biểu diễn C 100 phons. (Định nghĩa của phon được minh họa trong hình 3.5). Phép đo được thực hiện bằng cách dùng những đường biểu diễn này thường được gọi là dBA, dBB và dBC.

Đường biểu diễn tương ứng với dBA đã chính thức trở thành tiêu chuẩn đo lường mức độ áp lực âm thanh, mặc dù thật tế là thính giác thay đổi đáp tần theo SPL. Chắc chắn điều này là lợi ích đơn giản cho những người thiết lập tiêu chuẩn và những người cần xử dụng nó. Có thể hình dung, một tiêu chuẩn thay đổi cuối cùng sẽ được nhất trí nhờ vào nó tiếp cận đặc điểm của người nghe trung bình. Nhưng trong tương lai gần, đường đề (weight) A sẽ là chuẩn chính thức.

Mức độ lớn (Loudness Level)

Phương pháp đo lường dựa trên những đường âm lượng cho người nghe loại trung bình. Mức âm lượng được đo bằng *phons*. Khi đó khó đo lường chính xác (vì lý do những đường nét âm lượng này có trị số đo không rõ ràng), mức âm lượng có tác dụng như là một hướng dẫn hợp lý trong việc trao đổi thông tin về sự nhận thức cường độ ở những tần số khác nhau (Hình 4.10).

Máy đo mức âm thanh thường được thiết kế để đề (weight) thang chia độ cho xấp xỉ với những mức độ lớn. Weight tiêu biểu xử dụng đường biểu diễn dựa trên đường độ lớn bằng nhau cho 40 phons (đường A), 70 phons (đường B) và 100 phons (đường C) như mô tả trong hình 4.10. Trong khi mức độ âm lượng khác xa thính giác con người tiêu biểu hơn là đo SPL đơn giản, đáng nhớ nó là phép tính gần đúng dựa trên mức thống kê trung bình, do đó nó không nhất thiết phải chính xác cho một người nhất định. Cho dù thế nào, nó vẫn là hướng dẫn rất hữu ích.

Decibel

Như đã giải thích trong chương 3, decibel là một số lượng tương đối. Về mặt kỹ thuật, việc xử dụng các phép đo bằng decibel (dB), không có tiêu chuẩn nào khác, chỉ đơn giản là so sánh hai mức cường độ trên bảng chia logarithm.



Sound & Lighting

Thông thường, mặc dù, thuật ngữ này được hiểu là đề cập đến một trong những bảng chia giới thiệu trong những phần sau. Thí dụ, khi nói: "hệ thống sản xuất khoảng 100dB tại 10 feet" là suy đoán của một kỹ sư khi chỉ số dB SPL tại 10 feet. Tương tự như vậy, khi nói: "đầu ra (output) danh định của mixer là 4 dB", thường sẽ được đoán là +4 dBu (hay tương đương).

dB SPL

Bảng chia trước đã giới thiệu những mức áp lực âm thanh xử dụng một điểm tham chiếu tiêu chuẩn, để từ đó có thể thực hiện sự đo lường và dễ chia sẻ. Điều này được lập ra để có 0,0002 dynes trên mỗi cm vuông, tương đương với mức ngưỡng thính giác trung bình của trẻ em tại 1kHz. Mức công suất ở ngưỡng này là vào khoảng 10^{-16} watts âm lượng/cm² (bằng mười triệu, của một triệu, của một phần triệu của một watt / cm²) của công suất âm thanh. Ngưỡng cảm giác, mức độ xấp xỉ trung bình mức nghe bão hòa, là khoảng 2000 dynes/cm², tương đương với công suất âm thanh khoảng một phần nghìn watt âm / cm², hay 1 / 10 watt âm cho mỗi mét vuông (không nên nhầm lẫn với watt điện). Những phép đo trên thang điểm này thường được xác định bởi chữ viết tắt dB SPL.

Những phần sau đây về dBu, dBm, dBV và dBv giới thiệu những tiêu chuẩn thường dùng để xác định mức độ tín hiệu trong hệ thống âm thanh. Nếu lối hành văn có vẻ tối nghĩa (gobbledygook), không nên quá nản lòng, vì nó đã làm điên đầu nhiều kỹ sư giỏi nhất trong lĩnh vực này.

Phần lớn sự nhầm lẫn tồn tại vì nhiều tổ chức khác nhau ban đầu đã làm việc độc lập với nhau, và mỗi tổ chức đó cho ra nguyên tắc đo sức mạnh tín hiệu riêng trong loại hình cụ thể mà họ đang làm việc. Ngoài ra, khi công nghệ thay đổi, phương pháp đo lường quá cần thay đổi, để có ý nghĩa hơn với kỹ sư đang xử dụng thiết bị. Đương nhiên, một số phương pháp đo lường trước đây được thực hiện qua trong quá khứ và đôi khi còn được trích dẫn khi hãng sản xuất quyết định nó thích hợp. Đồng thời, nhiều đơn vị và thông số kỹ thuật cũ hơn vẫn tiếp tục được phát hiện trong lĩnh vực này.

Nhưng sự nhầm lẫn không hoàn toàn lớn như đôi khi nó có vẻ vậy. Thông thường, trừ khi thiết bị này không phù hợp với những thiết bị khác trong hệ thống, hay trừ khi thông số kỹ thuật bị gian lận để che giấu những khiếm khuyết trong thiết kế của thiết bị hay để cường điệu hóa khả năng của nó, thì các hình thức qui cách khác nhau, đánh đồng vẫn khá tốt. Thí dụ, đơn vị thiết bị có năng lực xuất ra đã biết, gọi là, +4 dBm, hay +4 dBu, hay +4 dBv (với một lượng ngưỡng headroom nhất định) sẽ có khuynh hướng có sẵn mức độ output tương tự (ít nhất là cho tai nghe). Và sự khác biệt giữa những điều này và dBV (chú ý chữ viết hoa V) dưới trường hợp tiêu biểu chỉ có 2.2dB.

Trong thật tế, những cái có khuynh hướng quan trọng nhất là trở kháng phù hợp thích đáng giữa những thiết bị, mixer, EQ ngoài (outboard) và / hay output của crossover phải đủ mức cần thiết để khởi động amplifier công suất. Hầu hết các thiết bị hiện đại, âm thanh chuyên nghiệp (trái ngược với hi-fi, thiết bị âm thanh stereo dân dụng) thường có khả năng tương thích với nhau khá tốt. Rất hiếm sự bất xứng trở kháng triệt để giữa những thiết bị hiện đại, mặc dù sau đó kết quả thường không nghe được. Xử dụng thiết bị có trở kháng phù hợp, thường chỉ cần thiết khi dùng thiết bị tube amp loại lớn hay thiết bị có ghi rõ output trở kháng cao ở đâu đó trong chuỗi tín hiệu hiện nay là trường hợp cực kỳ hiếm có. Do đó chủ đề chính có khuynh hướng tạm đạt hiệu quả (hay cấu trúc lại) giữa các thiết bị trong hệ thống, sẽ thảo luận trong phần "Basic Gain Structures" của chương này và trong chương 7.

dBu

Đơn vị dBu là phép đo dựa trên điện thế, dùng để báo mức độ hoạt động bình thường và khả năng tối đa của thiết bị. Đây là thuật ngữ khá hiện đại, hữu dụng nhất trong việc xử lý vừa phải trở



kháng input vô cùng cao, khoảng 2.000 ohms trở lên (bao gồm hầu hết những hãng hiện đang sản xuất thiết bị âm thanh). 0dBu tương đương 0,775 volt RMS.

dBm

Phép đo dựa trên đơn vị dBm rất hữu ích trong khả năng thể hiện công suất trong mạch điện trở kháng thấp. Đơn vị dBm là tính toán dựa trên công suất. 0dBm = 1 miliwatt (0,001 watt) RMS. Con số này tương đương với 0,775 V RMS trong một mạch điện có trở kháng 600 Ohm. Con số 600 ohm là điểm tham chiếu được chấp nhận chung cho những mạch trở kháng thấp, mặc dù thật tế mạch 600 ohm hiếm khi được sử dụng nữa ngoại trừ trong vài hệ thống âm thanh pro rất lớn và trong vài khía cạnh của công việc phát sóng. Trong nhiều năm, thuật ngữ dBm giữ vai trò chuẩn trong ngành, và gần đây ngày càng được thay thế bằng dBu, có khuynh hướng là một phép đo sức mạnh tín hiệu thích hợp hơn với trở kháng hơi cao hơn trở kháng thường sử dụng hiện nay. (Điều này không nên nhầm lẫn với từ “trở kháng cao” “high impedance”, được sử dụng để mô tả micro unbalance sử dụng trong nhiều hệ thống PA nhỏ, rẻ tiền. Xem giải thích trong chương 5).

dBV và dBv

Đơn vị dBV dựa trên số đo điện thế, tham chiếu với 1 volt RMS (0dBV). Điều này thể hiện áp lực điện độc lập của mạch trở kháng. Đơn vị này ngày nay thường sử dụng bởi những hãng sản xuất hifi, thiết bị âm thanh nổi tại nhà, và thường không phải là thỏa thuận khi tham khảo cho thiết bị âm thanh chuyên nghiệp (mặc dù nó có thể thỉnh thoảng vẫn được thấy trong thông số kỹ thuật của những thiết bị khá cũ).

Đơn vị dBv (chú ý v chữ thường) cũng là một phép đo điện thế, nhưng được tham chiếu với 0,775 volt RMS. Phép đo này là một cách thể hiện dBu; dịch thuật chính xác trong mọi hoàn cảnh. (dBv là cách sử dụng chuyển tiếp trước đây đã được thay thế bằng tiêu chuẩn dBu hiện hành).

Sự khác biệt giữa dBv (hay dBu) và dBV là 2.2dB. Nói cách khác, phép đo của 0dBV bằng 2.2dBu hay 2.2dBv. Những cái liên quan ra sao đến dBm phụ thuộc rất nhiều vào trở kháng mạch thật tế đã tận cùng (nổi trội) khi thực hiện phép đo. Như đã đề cập trước đây, chùng nào làm đúng cách các yêu cầu trở kháng của thiết bị, những dạng qui cách khác nhau có khuynh hướng đánh đồng khá tốt, nếu những hãng sản xuất trung thành với mức độ trích dẫn mà thiết bị có khả năng hoạt động.

Cấu trúc gain cơ bản (Basic Gain Structure)

Tín hiệu âm thanh mạnh có thể được nhóm lại thành một giải cường độ cơ bản: (1) mức độ micro (mic level), (2) mức độ đường dẫn (line level), và (3) mức khuếch đại công suất output hay mức độ ra loa.

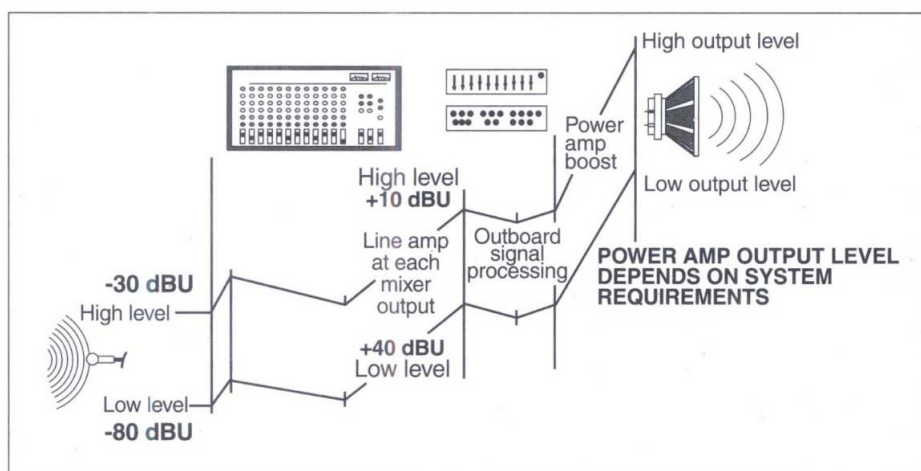
Mức độ đầu ra (output level) của microphone thường đo bằng millivolts (mV = 1 phần nghìn volt). Micro thường có mức output trong khoảng -70dBu đến -30dBu.

Mức độ đường dẫn (line level) được coi là từ giữa 1 và 2 volt RMS (+2 dBu đến 8 dBu) trở lên trong các thiết bị chuyên nghiệp. Điều này nói đến mức độ vận hành danh nghĩa (*nominal*), hay đề nghị trung bình; mức đỉnh (peak level) có thể có trong vài trường hợp mở rộng lên đến hơn 10 volt RMS (22 dBu). Nói chung, tiêu chuẩn đã được công nhận cho các mức vận hành danh nghĩa cho thiết bị âm thanh pro là +4 dBu. Dù muốn hay không, mặc dù nhiều thiết bị rẻ tiền vẫn nằm trong mức độ này, vì vậy nếu sử dụng bất kỳ cái nào trong số đó bạn có thể cần phải nuông chiều (baby) mức



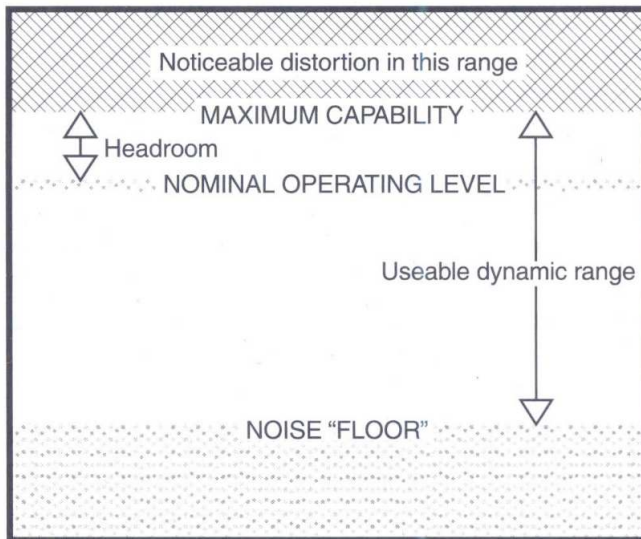
độ và tìm cách khác để có được cường độ tín hiệu cần thiết khi dùng bộ khuếch đại công suất “power amplifier”, chẳng hạn như tại crossover điện tử.

Mức độ output của *power amplifier* dĩ nhiên phụ thuộc vào yêu cầu của máy biến năng lượng (transducer) đã sử dụng. Những mức này đôi khi có thể mở rộng lên đến 1000 watt (khoảng 90 volt tại 8 ohms) hay nhiều hơn cho mỗi loại power amplifier, nhưng phụ thuộc rất nhiều vào ứng dụng và mức cường độ yêu cầu. Việc tổ chức một cấu trúc thích hợp trong hệ thống âm thanh pro (một tiến trình đôi khi được gọi là gain staging) là sự quan trọng sống còn đối với sự hoạt động hiệu quả của nó. Đơn giản, nếu sự tăng mức độ (gain level) trong một hay nhiều thiết bị quá thấp, tiếng nhiễu (noise) hệ thống có thể được nghe trong những âm thanh output trong phần nghe nhỏ hơn so với chương trình âm thanh (audio program), nếu gain quá mạnh, một hay nhiều điểm trong hệ thống mạch có thể tạo ra sự biến dạng âm thanh khi hiện diện tín hiệu mạnh. Do đó nhiệm vụ là cố gắng đưa vào input của mỗi thiết bị một tín hiệu đủ mạnh để nó cao hơn mức độ nhiễu của thiết bị (còn gọi là sàn nhiễu – *noise floor*), trong khi rời khỏi ngưỡng headroom đủ cho đỉnh tức thời (rapid peak) và các tín hiệu mạnh nhất có thể sẽ đứng độ bởi mỗi channel riêng biệt của thiết bị tại một sự kiện nhất định. Tiến trình này rất quan trọng vì tiếng nhiễu hệ thống điện tử được tích lũy qua hệ thống. Thêm vào đó, toàn bộ dải động (dynamic range) của hệ thống không bao giờ tốt hơn so với liên kết yếu nhất của nó. Hình 4.11 minh họa một cấu trúc đặc trưng cơ bản cho một hệ thống âm thanh.



Hình 4.11

Cấu trúc gain cơ bản trong một hệ thống đơn giản.



Hình 4.12

Giải động (dynamic range) hữu dụng của một thiết bị âm thanh.

Thực chất lượng headroom có khả năng trên mức vận hành danh nghĩa (hay vận hành ở mức độ trung bình theo trích dẫn của hãng sản xuất) nằm trong số những điều khác có thể phản ánh khả năng của thiết bị xử lý đỉnh peak tức thời, chẳng hạn như âm thanh của bộ trống, mà không có sự biến dạng (distortion) đáng chú ý. Thông thường, mức độ vận hành danh nghĩa tiêu biểu là 0dB trên máy đo (unit's meter). Mức độ hoạt động danh nghĩa +4 dBu, có lẽ là 20dB của headroom, thường xem là tối ưu cho những thiết bị hiện đại, mặc dù nhiều thiết bị rẻ tiền đột ngột rơi xuống những mức này (hay hy sinh headroom trên mức độ danh định của nó). Khi gặp loại thiết bị bị hạn chế này, bạn có thể cần nuông chiều (baby) bằng cách giảm số lượng tín hiệu cung cấp cho nó từ các thiết bị trước trong chuỗi tín hiệu, sau đó tạo nên sự khác biệt ở một nơi nào đó như là EQ phụ outboard hay crossover điện tử.

Distortion (Méo dạng)

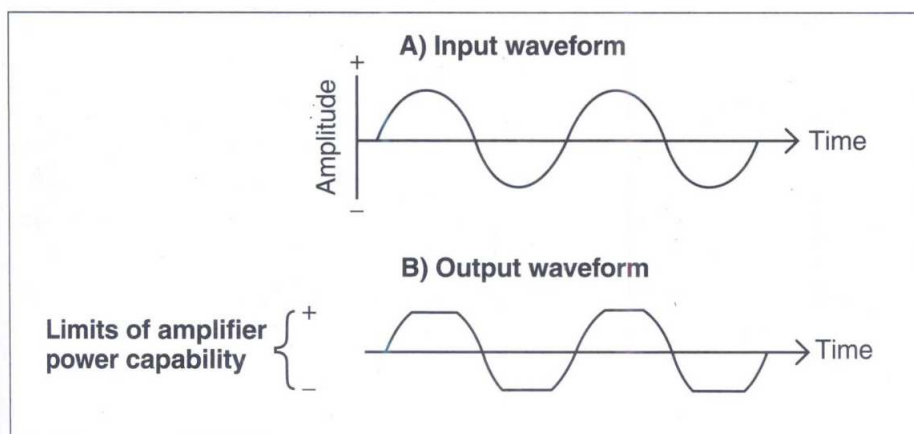
Tín hiệu âm thanh bị méo (distortion) có thể nằm trong vài dạng thức, phát sinh từ bất cứ nguyên nhân nào trong hệ thống âm thanh. Nói đúng ra, bất kỳ loại biến thể nào giữa một tín hiệu input và tín hiệu output của âm thanh đều là một dạng thức biến dạng. Từ góc độ thật tế, mặc dù, sự biến dạng nghĩa là bất kỳ sự thay đổi nào có thêm những tần số không có trong âm thanh gốc hay sự thay đổi thời gian duy trì bất kỳ của những tần số đó, hay những đặc tính nào khác làm thay đổi tính chất của âm thanh ngoài ý muốn.

Sự méo họa âm (*harmonic distortion*) là việc bổ sung các tần số không hiện diện trong dạng sóng gốc, nó có sự quan hệ về họa âm với những tần số trong dạng sóng input. Méo họa âm thường kết hợp với sự quá tải của mạch điện, mặc dù nó vẫn có thể xảy ra ở các mức độ tốt bên dưới giới hạn tối đa của mạch nữa.

Khi mạch điện bị quá tải, đỉnh dạng sóng bị hạn chế một cách triệt để, như thể hiện trong hình 4.13. Điều này thường được gọi là cắt (*clipping*) phần đỉnh của sóng, là nghĩa đen của việc cắt bớt đồ thị (graph) của tín hiệu output. Kết quả của *clipping* là cộng thêm nhiều tần số họa âm bổ sung không có trong dạng sóng input. Ở mức độ bên dưới sự quá tải trọn vẹn, cả hai: méo họa âm lẫn họa âm phụ (subharmonic) cũng thường xảy ra trong loa. Sự cố xảy ra này được chấp nhận như là tự nhiên, nhưng giữ chúng vào sự hợp lý tối thiểu là mục tiêu cơ bản của việc thiết kế loa hợp lý.

Méo tạm thời (*transient distortion*) là một thiết bị bất lực để tái tạo sự thay đổi nhanh chóng trong cường độ tín hiệu. Đây là kết quả của méo dạng từ sự chậm trễ (delay) thời gian của dạng sóng output cần để hoàn thành sự thay đổi cường độ tương đương với dạng sóng input. Vì không có

thiết bị nào là hoàn hảo, sẽ xảy ra vài mức độ biến dạng quá độ tại mỗi công đoạn. Thông thường, trong các thiết bị mức độ thấp, méo tạm thời không đáng kể.



Hình 4.13

Cắt (Clipping).

Amplifier làm việc quá tải có thể cho ra gấp đôi mức công suất tối đa của năng lượng cho loa, và trong vài trường hợp, xảy ra rủi ro thiệt hại hay cháy loa hoàn toàn.

Trong khi có thể xảy ra méo tạm thời trong bất cứ thiết bị nào, nó là đặc tính có khuynh hướng xảy ra hầu hết trong power amplifier và bộ chuyển đổi (transducer), thường nặng nhất trong loa. Bởi khối lượng vật chất của phần tử dao động tương đối lớn, đặc biệt là ở sự tác động trên cone loa, lực chuyển động của cone loa có thể làm nó có thêm thời gian để bắt kịp với những thay đổi triệt để trong cường độ của những dạng sóng input. Loại biến dạng này cũng có thể do lỗi cấu trúc hay cộng hưởng trong loa horn hay thùng loa. Đã được xác lập vào chuyển động, nó có thể tiếp tục trong một thời gian ngắn ngay cả sau khi driver ngưng di chuyển.

Vì trước đây, đã giả định không thể tránh khỏi vài mức độ méo tạm thời, nó thường được đo như là đáp ứng tạm thời (*transient response*). Đáp ứng tạm thời ở mức độ cao có nghĩa là có sự méo tạm thời ít hơn. Thiếu đáp ứng tạm thời tốt cũng có thể xảy ra ở một mức độ đôi khi đáng chú ý bởi sự di chuyển cuộn dây micro, và trong các amplifier tương đối rẻ tiền. Trong power amplifier, đáp ứng tạm thời được đo như tỷ lệ vận, quay (*slew rate*). Về cơ bản, công suất của power amplifier cao hơn slew rate của nó có được.

Méo điều biên (*intermodulation distortion-IM*) xảy ra khi tạo ra cùng lúc nhiều tần số khác nhau, và thường xảy ra ở amplifier và loa. Khi loa xảy ra méo IM, nó thường là kết quả của hiệu ứng Doppler (Doppler effect)^{***}. (Đôi khi méo doppler được coi là một dạng thức distortion hoàn toàn khác, mặc dù về mặt kỹ thuật nó là dạng thức méo IM). Khi amplifier xảy ra méo IM, nó là kết quả của sự khó khăn cơ bản, liên quan đến việc phát tán rộng rãi nhiều tần số khác nhau, đồng thời mức sản lượng điện output cao, và nguyên nhân là tạo ra những tần số mới không liên quan hài hòa (non-harmonically-related).

Méo phase (*phase distortion*) là bất kỳ thay đổi nào giữa sự quan hệ phase của tần số với thiết bị. Méo phase có thể là quỷ quyệt nhất trong tất cả các loại méo. Loại méo này có thể có trong bất cứ thiết bị nào, nhưng có khuynh hướng hiện diện trong hầu hết đặc tính của crossover điện tử, thường thay đổi phase output của nó. Kết quả là đôi khi nghe như những đáp ứng bị giảm nhẹ trong giải tần chung quanh những điểm crossover (giao nhau). Khi xảy ra méo phase trong amplifier hay equalizer, hiệu quả nói chung không đáng kể và có khuynh hướng thành tối thiểu, đặc biệt là khi so sánh với sự lệch phase đó là một phần tự nhiên của môi trường âm thanh tiêu biểu.

^{***} *Doppler effect*. Sự thay đổi tần số sóng âm thanh do khoảng cách giữa người nghe và vật phát sóng thay đổi. Chẳng hạn, chiếc xe cứu thương đang hụ còi thì càng đến gần bạn thì tiếng còi có tần số càng lớn, càng xa bạn thì tiếng còi có tần số càng nhỏ dần. Còn gọi là Doppler shift.