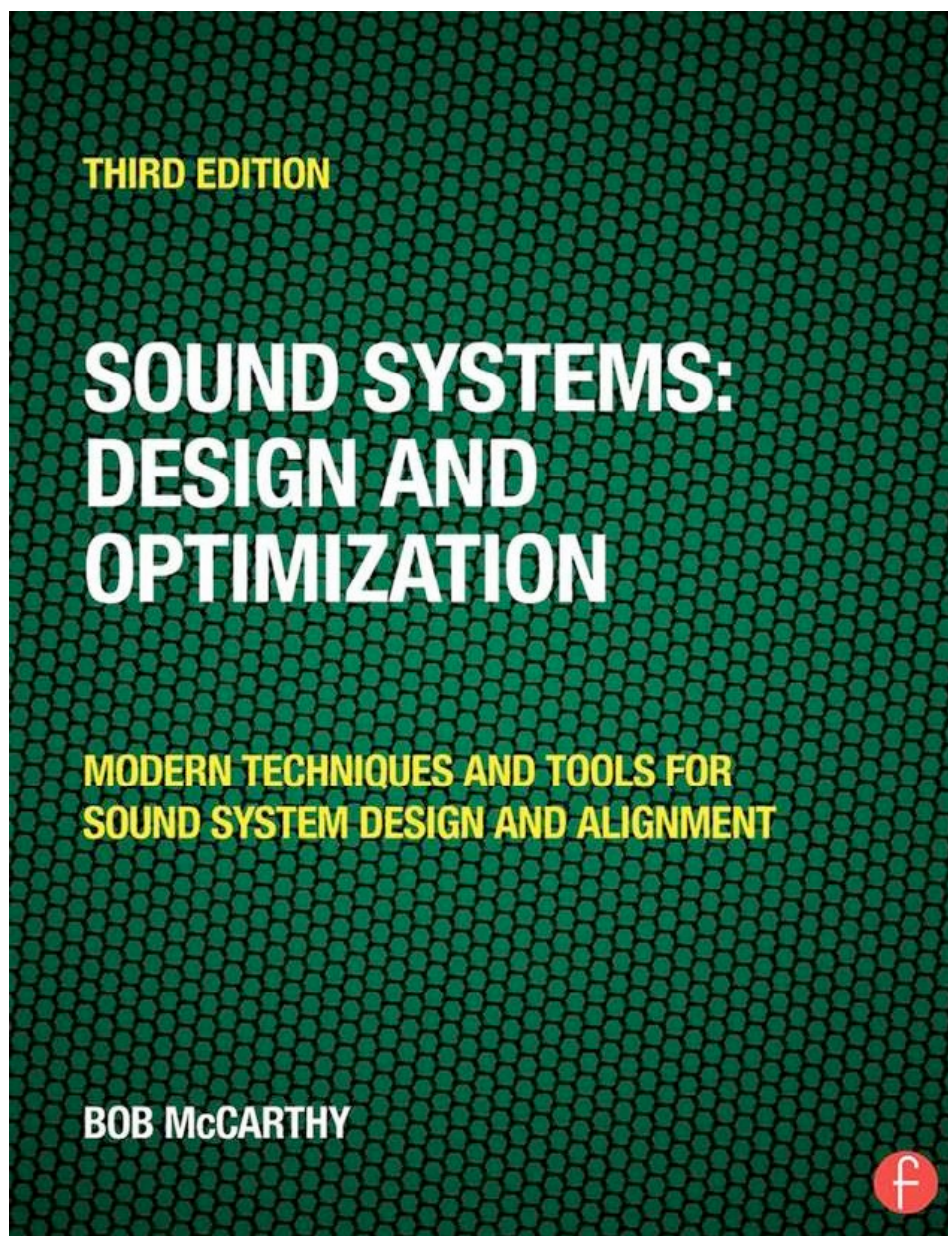




Giới thiệu

Sau khi bạn đã đọc xong 2 cuốn sách AT tôi đã chia sẻ trước đây, nếu hiểu được trên 70% thì bạn đã có kiến thức khá rồi đó. Nếu còn thiếu, mời bạn đọc tiếp cuốn thứ 3, sách này mới đúng là pro-sound, không dành cho người yếu tim, mới lơ lơ bước vào lĩnh vực này. Nó sẽ trả lời cho các bạn (cũng như tôi) những thắc mắc chi tiết về âm thanh rắc rối, trước nay chưa ai giải thích được.

Hệ thống Âm thanh: Thiết kế và Tối ưu hóa, ấn bản thứ III, xuất bản năm 2016, tác giả là Bob McCarthy, giám đốc bộ phận của công ty Meyer Sound danh tiếng toàn cầu. Chỉ bấy nhiêu thôi là bạn cũng biết giá trị của nó rồi.

Trong này không nhắc lại những kỹ thuật đã trình bày trong 2 cuốn sách kia nữa. Sẽ không giới thiệu về cách điều chỉnh, thiết bị, thương hiệu, model nào cả. **Kỹ thuật và công cụ hiện đại cho thiết kế và sắp xếp hệ thống âm thanh** chính là slogan của sách này. Về phần giới thiệu nội dung, tiêu chí, mời bạn đọc kỹ bài viết của chính tác giả trong phần này sẽ hiểu rõ hơn.

Cũng như tất cả sách viết về kỹ thuật nói chung, tác giả đều là dân kỹ thuật, có lẽ chưa viết văn bao giờ nên cách viết rất gò bó, lối hành văn tối mò mò. Sách này cũng vậy, tác giả cố tình viết theo đúng ngữ pháp, văn phạm tiếng Anh tiêu chuẩn. Vì vậy, nếu dịch sát từ sẽ rất khó đọc, nhất là, vì muốn câu, đoạn nào cũng có chủ từ, tác giả thêm rất nhiều từ như: chúng ta, của chúng ta, đây là, đó là v.v. Tôi đã cố lược bỏ 70% rồi nhưng vẫn còn khá nhiều. Chưa kể tác giả còn hà tiện việc ngắt câu bằng dấu phẩy, chấm, đậm ra có những câu rất dài đến nỗi, khi dịch, tôi cũng không biết nên ngắt ở chỗ nào nữa.

Vì ngôn ngữ Việt vẫn khiếm khuyết, không thể dịch đúng những thuật ngữ kỹ thuật tiếng Anh cho chính xác. Thí dụ, tiếng Anh có 4 từ: Audio, Sound, Acoustic, Sonic mà tự điển Anh-Việt nào cũng dịch ra chung một từ là Âm thanh (sẽ giải thích kỹ trong những chương sau). Hướng chi trong sách này sẽ có rất nhiều thuật ngữ mới, hiện đại hơn nữa, chính tôi cũng chưa hề nghe qua. Nếu trong ngôn ngữ Việt không có từ thay thế, hay có mà quá dài, làm sao dịch ngắn gọn cho các bạn hiểu bây giờ? Tôi bèn nghĩ ra cách dịch mới: Về thuật ngữ, tôi cố chọn ra từ tương đương gần đúng rồi cứ theo đó mà dịch trong suốt cuốn sách, chỉ 1 từ duy nhất, không theo ngữ cảnh. Như vậy, nếu bạn đọc từ đó hoài, sẽ quen dần dần, không cần để ý đến nghĩa của nó nữa. Đến lúc nào đó, chúng ta sẽ nhập tâm từ đó luôn, nó sẽ thành thuật ngữ mới về âm thanh bằng tiếng Việt (tôi hy vọng vậy). Giúp bạn mau nhớ hơn, những tiêu đề (title) trong sách, hầu hết là thuật ngữ kỹ thuật, tôi đều viết bằng song ngữ Việt – Anh. Bạn nên thuộc lòng những thuật ngữ này, vì chỉ có cách đó, bạn mới có thể coi và hiểu rõ những đồ thị trong sách này được. Thuật ngữ nào dịch ra quá dài dòng hay trùng với từ khác, tôi chỉ dịch vài lần rồi để nguyên bản tiếng Anh.

Cũng vì muốn phổ biến cho các bạn những công nghệ mới sớm nhất có thể, trong ấn bản này, tạm thời, tôi chưa dịch những chú giải trong hình vẽ, đồ thị (dịch hơn 600 tấm hình này, có lẽ còn lâu hơn dịch sách, vì phải làm đồ họa). Nếu đã thuộc thuật ngữ rồi, nếu có trình độ tiếng Anh tương đối, bạn sẽ hiểu ngay thôi. Trong ấn bản tới, tôi sẽ dịch lại đầy đủ và chau chuốt từ ngữ hơn (đến lúc đó, chưa chắc các bạn đã đọc xong và hiểu sách này tường tận – Sic). Trong lần dịch này, tôi cố gắng chuyển toàn bộ ngữ pháp tiếng Anh sang ngữ pháp Việt trong sáng, dễ hiểu, thịnh hành cách đây vài chục năm. Đó là viết xuôi theo sự việc, đọc đến đâu hiểu đến đó (vì vậy mới gọi là văn xuôi). Cũng nói thêm, trong sách này, tôi không bao giờ viết sai chính tả, ngoại trừ lỗi type. Nếu bạn thấy sai, thì chính bạn hiểu sai đó. Xin mời bạn tham khảo thêm về chính tả và ngữ pháp trong web-site khác cũng của tôi, www.khoiphucnguphapviet.net.

Cuối cùng, vì dịch quá gấp và khi dịch không tham khảo hình ảnh, nên tôi cũng chưa hiểu hết sách này. Vì vậy, thế nào cũng có vài (nhiều) điểm sai, xin thành thật cáo lỗi.

Lê tuyên Phúc. (08-2017) www.soundlightingvn.com

Hệ thống âm thanh: Thiết kế và tối ưu hóa

Ấn bản thứ III.

Hệ thống âm thanh: Thiết kế và tối ưu hóa - cung cấp quan điểm về cách tiếp cận và triển vọng độc đáo về hành vi của hệ thống âm thanh trong thế giới thật. Ấn bản thứ ba phản ánh khuynh hướng hiện đại trong lĩnh vực âm thanh, từ đó cho độc giả những phương pháp và kỹ thuật mới nhất.

Trong phiên bản mới mở rộng rất nhiều này, bạn sẽ tìm thấy lời giải thích rõ ràng hơn, tổ chức hợp lý hơn, tăng độ bao gồm nhiều công nghệ hiện đại và nghiên cứu toàn diện về trường hợp những công việc của tác giả đã được trao giải trong lĩnh vực này.

Cuốn sách này chỉ dành riêng cho những công cụ và kỹ thuật hiện đại đang trỗi dậy trong lĩnh vực này, Hệ thống âm thanh: Thiết kế và tối ưu hóa - cung cấp nhiều hướng dẫn chuyên môn cần thiết để hoàn thiện kỹ năng thiết kế của bạn.

Cuốn sách này sẽ giúp bạn:

- Cải thiện quyết định thiết kế và tối ưu hóa của bạn bằng cách tìm hiểu cách khán giả thưởng thức việc tăng cường âm thanh ra sao.
- Xử dụng phân tích hiện đại và chương trình dự đoán để chọn cách bố trí vị trí loa, cân bằng (EQ), độ chậm trễ (delay) và mức độ âm lượng dựa vào cách loa tương tác trong không gian.
- Xác định cấu hình loa array và chiến lược thiết kế nhằm tối đa hóa tiềm năng về tính đồng nhất trong không gian.
- Đạt được sự hiểu biết toàn diện về những công cụ và kỹ thuật cần thiết để tạo ra thiết kế sẽ làm ra mô hình truyền dẫn/tiếp nhận (transmission/reception) thành công.

Bob McCarthy là Giám đốc của hệ thống Tối ưu hóa tại Meyer Sound và là Chủ tịch Alignment & Design, Inc. Là người phát triển hệ thống phân tích FFT, ông đi tiên phong trong phương pháp điều chỉnh hiện đại hệ thống loa, đã thành tiêu chuẩn thực hành trong ngành công nghiệp này. Ông là người mô phạm hàng đầu trong lĩnh vực tối ưu hóa hệ thống âm thanh và tiến hành nhiều khoá đào tạo trên toàn thế giới trong hơn ba mươi năm qua. Bob nhận được giải USITT Distinguished Achiever về thiết kế âm thanh trong năm 2014. Khách hàng của ông bao gồm nhiều công ty nổi tiếng như Cirque du Soleil và Walt Disney Entertainment, cũng như nhiều người thiết kế âm thanh giỏi nhất trên thế giới, bao gồm Jonathan Deans, Tony Meola, Andrew Bruce và Tom Clark.



Lời nói đầu

Cuốn sách này là về cuộc hành trình. Một mặt, chủ đề là hành trình của âm thanh khi nó di chuyển qua hệ thống âm thanh, rồi xuyên qua không khí, và chắc chắn đến tai người nào đó biết lắng nghe. Mặt khác, nó cũng là hành trình, nhiệm vụ riêng của tôi để hiểu được bản chất phức tạp của sự truyền âm này. Nội dung của sách này sẽ mô tả chi tiết, kỹ thuật của sự vật rất nghiêm chỉnh. Tuy nhiên, trước hết, tôi cho bạn biết vài điểm về mặt cá nhân tôi.

Tôi đã được yêu cầu xây dựng nhiều tòa nhà. Tôi không biết tại thời điểm đó, cuộc gọi điện thoại này đã bị trật vệt vào ngày 09 tháng 02 năm 1964 vì sự xuất hiện của The Beatles trong The Ed Sullivan Show. Giống như rất nhiều người trong thế hệ của tôi, sự kiện mang tính bước ngoặt này đã mang âm nhạc nổi tiếng và cây guitar điện vào cuộc sống của tôi. Tôi trở thành người có đam mê về ca nhạc live rất lớn, mà tôi tham dự thường xuyên trong suốt cuộc đời tuổi trẻ của mình, khi có cơ hội trình diễn bất kỳ. Trong nhiều năm, tôi vẫn kỳ vọng mình sẽ gia nhập doanh nghiệp xây dựng của gia đình. Tầm nhìn này đã kết thúc trên một đường đua ở Des Moines, Iowa vào ngày 16, 1974. Kinh nghiệm của người nghe hệ thống âm thanh lớn tại show ca nhạc Grateful Dead này đã đưa đẩy cuộc sống của tôi theo hướng mới. Ngày hôm đó, tôi đã quyết định, mình sẽ làm việc về âm thanh cho ca nhạc live. Tôi muốn đem loại kinh nghiệm này cho những người khác. Tôi sẽ là kỹ sư mix và giấc mơ của tôi là ngày nào đó sẽ mix trên console cho show lớn. Tôi đặt tầm nhìn vào việc chuẩn bị cho sự nghiệp như vậy trong khi học Đại học Indiana. Vấn đề này không đơn giản vì tôi không có bằng cấp về âm thanh. Tôi đã phát hiện những chương trình học tập độc lập. Dưới sự bảo trợ của bộ phận đó, tôi kết hợp nhiều khóa học có liên quan từ nhiều ngành khác nhau và tốt nghiệp với bằng cấp đại học trong chương trình về kỹ thuật âm thanh tự tạo của tôi.



Hình 0.1: Cường vé từ ngày 16 tháng sáu năm 1974, show ca nhạc Grateful Dead ở Des Moines, Iowa đã dẫn đến cuộc sống tội lỗi của tôi.

Đến năm 1980, tôi đã có một vài năm kinh nghiệm đi lưu diễn thành công và đã chuyển tới San Francisco. Ở đó, tôi thắt chặt quan hệ với John Meyer, Alexander Yuill-Thornton II (Thorny) và Don Pearson. Việc này sẽ trở thành mối quan hệ quan trọng cho việc phát triển nghề nghiệp của tôi. Mỗi người trong chúng tôi đã dự định góp thanh danh của mình trên cùng mảnh thiết bị: dual-channel FFT analyzer.

Tôi muốn nói, tôi đã tham gia đo lường show ca nhạc với dual-channel FFT analyzer ngay từ lần đầu, nhưng không phải như thế. Đó là lần thứ hai. John Meyer bắt đầu quy trình này vào một đêm thứ bảy tháng 05, 1984. John đã lấy bộ phân tích (analyzer), analog delay line và vài cái kẹp cá sấu đến show ca

Giới thiệu

nhạc Rush ở Phoenix, Arizona, nơi ông thực hiện phép đo đầu tiên cho hệ thống âm thanh ca nhạc, xử dụng âm nhạc như nguồn với khán giả tại chỗ. Tôi không dự định sẽ tham gia vào dự án này cho đến sáng thứ Hai sau đó.



Hình 0.2: Tác giả với bộ prototype SIM analyzer ở Grateful Dead tháng Bảy năm 1984 tại nhà hát Greek ở Berkeley, California.

Từ ngày đó trở đi, tôi đã không khi nào tham gia vào show ca nhạc hay cài đặt hệ thống âm thanh nào mà không cần xử dụng bộ dual-channel FFT analyzer. Cũng từ hôm đó, tôi đã không mix một show nào cả, đặt lại tầm nhìn của tôi bằng nhiệm vụ giúp kỹ sư mix thực hành nghệ thuật của họ. Đối với Don, John, Thorny và nhiều người khác, ý tưởng về việc thiết lập hệ thống mà không có bộ FFT analyzer là điều không tưởng. Nhìn thấy hệ thống âm thanh đáp ứng độ chính xác cao, có phase đầy đủ, đáp ứng chặt chẽ và có xung lượng (impulse), là tiếng chuông mà không thể thiếu tiếng ngân nga. Chúng tôi đã thấy tầm quan trọng và ý nghĩa thật tế của nó ngay từ đầu và biết sẽ đến ngày này, khi điều này sẽ là tiêu chuẩn thực hành. Chúng tôi đã sờ thấy sự hứng thú, với kết quả của mỗi buổi biểu diễn, kiến thức đều tăng trưởng theo cấp số nhân. Chúng tôi giới thiệu nó cho tất cả những người đã mở tâm trí để lắng nghe. Sản phẩm đầu tiên đến từ quy trình phân tích FFT là một equalizer tham số. Sự trùng hợp ngẫu nhiên về đáp số thời gian của tôi đã khắc sâu trên board mạch bộ EQ của tôi vào cuối tuần qua rằng John đã có mặt Phoenix với Rush. Dự án phụ này (một preamp guitar bass) cho người bạn của tôi Rob Wenig đã được sáu tháng rồi, và thậm chí đã định sẵn sau này. Đã ép EQ vào dịch vụ ngay lập tức khi John gần té ngựa khi thấy nó có thể tạo ra những đáp ứng bổ sung (trong cả biên độ lẫn phase) với những cái ông ta đã đo ở Phoenix. Bộ CP-10 đã làm tranh cãi nhiều hơn mọi người có thể tưởng tượng. Equalization luôn có cảm xúc là "nút nóng- hot button", nhưng đề xuất EQ có khả năng chống lại những thuộc tính tổng về độ tương tác loa/phòng là đủ nguyên tố để chúng tôi có được sự hỗ trợ của tiến sĩ Julius Smith ở Stanford, chắc chắn học thuyết này sẽ lên đỉnh cao.

Don Pearson là người ngoài công ty chúng tôi đầu tiên áp dụng những khái niệm về phân tích trong show ca nhạc trong lĩnh vực này. Don là chủ sở hữu của Ultrasound và đi lưu diễn như kỹ sư hệ thống cho Grateful Dead. Lập tức, Don và ban nhạc nhìn thấy lợi ích, nhưng lại thiếu kiên nhẫn để chờ sự phát triển của những cái sẽ trở thành Meyer Sound SIM System, ông nhận được FFT analyzer cho riêng

Giới thiệu

mình và không bao giờ nhìn lại. Không lâu sau đó, dưới sự hướng dẫn của người thiết kế âm thanh Roger Gans ở San Francisco Opera, chúng tôi đã tham gia biểu diễn ở sân khấu quy mô cho Luciano Pavarotti. Chúng tôi nghĩ, đây là vấn đề của tháng, trước khi những kỹ thuật này sẽ trở thành quy trình thao tác chuẩn cho toàn ngành công nghiệp. Chúng tôi không tưởng tượng ra sẽ phải mất gần hai mươi năm! Cuộc hành trình, cũng như sự truyền âm thanh, phức tạp hơn chúng ta từng mong đợi. Có nhiều lực lượng mạnh lên tiếng chống lại chúng tôi theo nhiều dạng thức khác nhau: Sự chống đối chung lớn của cộng đồng âm thanh với sound analyzers và nhiều lực lượng chính trị mạnh ủng hộ cho nền tảng đo đạc thay thế khác, đó là chỉ mới kê ra một ít.

Nói chung, cộng đồng âm thanh live đã làm ồ ạt, trái ngược với những cái họ nhận thức là chính sách analyzer đưa ra mệnh lệnh cho lực lượng sáng tạo, liên quan đến mặt kinh nghiệm về âm nhạc. Trong hầu hết hệ thống ca nhạc live, cụm loa ngày càng đơn giản hơn, chỉ có hai channel, trái và phải (L/R). Điều này có nghĩa, quy trình sắp xếp bao gồm ít phải cân bằng (EQ) hơn. Vì tất cả việc thực hiện hiệu chỉnh hệ thống chỉ một địa điểm duy nhất, vị trí mix, vị trí khoa học và nghệ thuật, đã đặt nặng câu hỏi chính xác ở trên cùng tại cùng một điểm trong không gian. Sau đó, cuộc tranh luận này gây tranh cãi bất tận về những gì đã cân bằng (EQ) "đúng", vì cân bằng âm cho hệ thống âm thanh, luôn là nỗ lực nghệ thuật. Đó là một cấu trúc vô lý. Cái nào tốt hơn, bằng tai hay bằng bộ phân tích (analyzer)?



Hình 0.3: Tháng 11 năm 1984, hình Luciano Pavarotti, Roger Gans, tác giả (hàng sau), Drew Serbia, Alexander Yuill-Thornton II và James Locke (hàng đầu)

Điều này đã dẫn tới hướng đi đầy thách thức và thú vị cho chúng tôi: truy tìm ngoài vị trí mix. Di chuyển micro ra vào không gian đưa chúng tôi đến tình thế khó xử kinh khủng: Vị trí mới tiết lộ, tất cả phiên bản của hệ thống EQ đều mù mịt. Việc điều chỉnh bộ lọc tham số chính xác với việc thực hiện chăm sóc cho vị trí mix chu đáo không biện minh cho những địa điểm khác. Tương tác của những bộ phận linh tinh trong hệ thống loa tạo ra nhiều đáp ứng rất khác nhau trong khắp phòng. Chúng tôi tập trung lại, chuyển từ việc phải tìm ra cách, từ EQ hoàn hảo sang nhiệm vụ tìm sự đồng nhất trong không gian.

Làm vậy đòi hỏi phải phân khu (vực) cho hệ thống âm thanh đều định rõ và có thể điều chỉnh riêng từng hệ thống phụ, mỗi khu đều có khả năng chỉnh mức độ, cân bằng và delay riêng. Sau đó kết hợp những hệ thống phụ này thành một thể thống nhất. Cộng đồng rock and roll đã chống đối ý tưởng này, chủ yếu là vì nó liên quan đến vài diễn viên bị xuống mức độ. SPL Preservation Society kiên quyết phản đối bất cứ điều gì có thể giảm khả năng công suất tối đa. Tính đồng nhất của phân khu không phải là giá trị theo

Giới thiệu

đuổi nếu nó tiêu tốn công suất (khá nhiều, không có gì khác là chỉ cần một trong hai). Nếu không có phân khu, việc phân tích bị gặp khó ở vị trí mix. Nếu chúng ta không thay đổi bất cứ cái gì, tại sao phải nhìn xa hơn?

Có những thể loại khác đã mở ra ý tưởng. Quy trình này đòi hỏi di động micro quanh phòng và cách tiếp cận có hệ thống để phân chiết và xây dựng lại hệ thống âm thanh. Chúng tôi bắt đầu phát triển phương pháp này với tour lưu diễn Pavarotti. Pavarotti đã xử dụng khoảng mười hệ thống phụ, đã đo và cân bằng tỷ lệ riêng rồi hợp nhất với nhau như một tổng thể. Chúng tôi đã mài dũa tiến trình này để đưa vào, thậm chí còn phức tạp hơn nhiều khi chúng tôi bước vào thế giới sân khấu âm nhạc với Andrew Bruce, Abe Jacob, Tony Meola, Tom Clark và nhiều người thiết kế âm thanh khác như vậy. Tầm quan trọng của chúng tôi thay đổi, từ việc cung cấp từ đáp ứng âm điệu có khoa học đến tối đa hóa độ đồng nhất của âm thanh khắp không gian nghe, chỉ để lại đặc tính âm trong tay kỹ sư mix. Nhiệm vụ của chúng tôi là "cảnh sát-police EQ" đã kết thúc khi tầm quan trọng của chúng tôi thay đổi từ chất lượng âm điệu (tonal) sang quân bình âm điệu. Do đó, quy trình này đã biến thành tối ưu hóa, nhấn mạnh tính đồng nhất trong không gian, trong khi vẫn bao gồm cân bằng, thiết lập mức độ, thiết lập delay, định vị loa và hàng loạt loại kiểm tra trên hệ thống. Đã rút ra đường đi rõ ràng giữa lĩnh vực nghệ thuật và khoa học.

Thời sơ khai, mọi người đánh giá sự thành công của việc điều chỉnh hệ thống qua việc đục lỗ bộ lọc (filter) của EQ. Giờ đây, với quy trình phức tạp hơn, chúng tôi không thể diễn lại trước và sau kịch bản. Để nghe "trước-before" âm thanh, có thể yêu cầu đổi vị trí loa, việc tìm cách đổi phân cực, thiết lập góc mở mới, đặt lại mức độ và thời gian delay, và cuối cùng là hàng loạt equalizations cho những hệ thống phụ khác. Cuối cùng, vai trò của kỹ sư tối ưu trở thành rõ ràng: phải chắc chắn khu vực khán giả cũng nhận được âm thanh tương tự như vị trí mix.

Vào năm 1987, chúng tôi giới thiệu hệ thống đo nguồn độc lập "Source Independent Measurement" (SIM). Đây là hệ thống phân tích đa channel FFT đầu tiên, thiết kế đặc biệt để tối ưu hóa hệ thống âm thanh (lên đến sáu mươi bốn channel). Nó bao gồm một analyzer, nhiều micro và switchers để truy cập vào ngân hàng của EQ và delay. Toàn bộ đều dưới sự kiểm soát của máy tính, mà còn lưu giữ thư viện dữ liệu có thể gọi lại để so sánh, lên đến mười sáu vị trí hay kịch bản khác nhau. Do đó nó có thể giám sát hệ thống âm thanh từ nhiều chỗ và thấy rõ sự tương tác giữa những hệ thống phụ. Nó cũng có thể làm nhiều phép đo micro trong khi thực hiện và xem ảnh hưởng của khán giả hiện diện khắp không gian ra sao.

Vào thời điểm này, không thể nói chúng ta đang trên đường dễ (Easy Street). Nó là nhiệm vụ rất chóng mặt khi quản lý việc mô tả đặc điểm của đáp ứng tần số, phải đo bảy phần tần số tuyến tính riêng biệt. Thiết lập ra dữ liệu duy nhất để mô tả đầy đủ một vị trí tại một thời điểm, cũng như phải ráp sáu mươi ba dấu vết (trace), trong đó chỉ có thể nhìn thấy hai ở bất kỳ thời điểm nào trên màn hình 4-inch nhỏ xíu. Phải thực hiện so sánh vị trí micro này đến cái khác trên từng dấu vết cơ sở một (lên đến 63 hoạt động). Giống như đang cố vẽ phong cảnh trong khi nhìn qua kính ngắm.

Hệ thống đo nhiều channel mở cửa hệ thống phân khu vực. Biện pháp này làm vỡ rào cản âm thanh nhạc pop với cảm giác Nhật, Yuming Matsutoya theo hướng dẫn của Akio Kawada, Akira Masu và Hiro Tomioka. Trên sân khấu khắp Nhật Bản, chúng tôi đã chứng minh, kỹ thuật của chúng tôi đã phát triển cho sân khấu âm nhạc và Pavarotti (mức độ giảm hình thon- level tapering, EQ quy vùng và mix hệ thống phụ cẩn thận) cho đến nhạc rock công suất cao trong ứng dụng lưu diễn đều như nhau.

Sự ra đời của hệ thống đo lường như một sản phẩm, đã theo sau những hội thảo đào tạo đầu tiên vào năm 1987. Một khoảnh khắc hạt giống (seminal) đến từ hướng bất ngờ trong hội thảo đầu tiên này, khi tôi giải thích quy trình của hệ thống phân khu và bố trí micro để tối ưu hóa hệ thống. Dave Robb, một kỹ sư giàu kinh nghiệm, đã thách thức cách bố trí micro của tôi là "tùy tiện" Trong suy nghĩ của tôi, việc lựa chọn

Giới thiệu

không độc đoán. Tuy nhiên, ngay lúc đó, tôi không thể đưa ra bất kỳ tiêu chí nào đó để bác bỏ khẳng định này. Kể từ hồi bị bế tắc đó, nhiệm vụ của tôi là tìm ra phương pháp bảo vệ cho mỗi quyết định thực hiện trong quy trình tối ưu hóa hệ thống âm thanh. Chỉ là chưa đủ để biết, khi có cái gì đó đang hoạt động; chúng ta phải biết lý do tại sao nó hoạt động. Những phương pháp tối ưu hóa và thiết lập này kèm theo phương pháp thiết kế hệ thống âm thanh là nền tảng của sách này.

Tôi không biết gì về thiết kế hệ thống âm thanh khi bắt đầu nhiệm vụ này vào năm 1984. Hầu như tất cả mọi điều tôi đã học về thiết kế hệ thống âm thanh đều xuất phát từ quy trình tối ưu hóa của họ. Quy trình giải cấu trúc và xây dựng lại thiết kế của người khác đã cho tôi khả năng/quan điểm duy nhất để coi những khía cạnh mà phổ biến là tốt, tệ hay xấu. Tôi rất may khi được tiếp xúc với tất cả loại thiết kế khác nhau, xử dụng nhiều thương hiệu và model loa khác nhau, với tất cả loại tài liệu chương trình và cân lường. Phương pháp của tôi đã từng tìm giải pháp chung cho những tình huống này hình như khác nhau và nhỏ giọt nó vào chiến lược có thể lập lại để chuyển sang ứng dụng tiếp theo.

Bắt đầu bằng chính lớp học đầu tiên, ít bị gián đoạn, tôi đã tối ưu hóa hệ thống âm thanh và giảng dạy cho ai muốn tham dự hội thảo tất cả mọi điều tôi đã học. Trong khi đó, Thorny, đã tiến lên trên và thành lập công ty tập trung chủ yếu vào dịch vụ tối ưu hóa hệ thống âm thanh bằng cách xử dụng hệ thống FFT dual-channel. Tối ưu hóa như là đặc sản, đã bắt đầu nổi lên.

Sự ra đời của SIA-Smaart năm 1995 là kết quả của sự hợp tác giữa Thorny và Sam Berkow với đóng góp quan trọng của Jamie Anderson và những người khác trong những năm sau đó. Giải pháp thay thế giá rẻ này đã mang bộ dual-channel FFT analyzer vào chủ đạo và chuẩn bị cho nó có sẵn cho những chuyên gia âm thanh ở mọi cấp độ. Dẫu vậy, phải mất nhiều năm trước 1984, khi tầm nhìn của chúng tôi về analyzer FFT, là thiết bị FOH tiêu chuẩn, sẽ trở thành hiện thực. Rõ ràng, thời điểm đó đã đến. Mô hình đã đảo ngược đến điểm, sẽ xem xét việc điều chỉnh hệ thống không cần thiết bị đo khoa học có nhiều bất ngờ, như ngược lại với trước đây.

Từ những ngày đầu, chúng tôi đã tiến về phía trước liên tục với công cụ tốt hơn, hệ thống âm thanh tốt hơn, công cụ thiết kế âm thanh tốt hơn và bộ phân tích tốt hơn. Tuy nhiên, thách thức chưa bao giờ thay đổi. Khó tin nó sẽ thay đổi, vì thử thách thật sự chủ yếu rơi vào những đặc tính phân bố không gian của vật lý âm thanh. Chúng tôi xử dụng loa để lấp đầy căn phòng đã cải thiện đáng kể và khả năng xử lý tín hiệu nằm ngoài bất cứ cái gì chúng tôi mơ trong những ngày đầu. Hiện nay có sẵn phần mềm dự đoán, để minh họa tương tác của loa, và chúng tôi có bộ phân tích nhanh và giá cả phải chăng để cung cấp dữ liệu tại chỗ.

Và chúng tôi đang chiến đấu trong trận chiến rất giống nhau, chúng tôi đã luôn chiến đấu: tạo ra trải nghiệm âm thanh đồng đều cho khán giả ngồi ở khắp nơi trong địa điểm. Đây là một thách thức không thể vượt qua hoàn toàn, không thể đạt được. Không có cấu hình hệ thống hay cách điều chỉnh nào hoàn hảo. Cái tốt nhất có thể hy vọng là sẽ tiếp cận sự đồng nhất. Tôi tin sẽ tốt hơn khi có sự lạnh lùng thật tế về viễn cảnh của chúng tôi. Chúng tôi sẽ phải ra quyết định mà biết mình sẽ làm suy giảm mức độ tại vài khu vực để cho chỗ khác hưởng. Chúng tôi muốn họ được bảo quyết định, không độc đoán.

Sách này kể về đường truyền đầy đủ từ console đến khán giả. Con đường đó đã trải qua những thay đổi đáng kể, dọc toàn bộ hành trình điện tử của nó. Nhưng một khi dạng sóng đã biến thành dạng âm thanh, nó đi vào thế giới rất giống như Jean-Baptiste Joseph Fourier tìm thấy trong thế kỷ thứ mười tám và Harry Olson tìm thấy trong thập niên 1940. Digital, schmigital. Một khi nó rời khỏi loa, dạng sóng analog tinh khiết và ở lòng khoan dung của định luật vật lý âm thanh. Những khía cạnh bất biến về truyền âm là tiêu điểm của 90% trên sách này.

Hãy dành chút thời gian để coi trước thách thức mà chúng ta phải đối mặt. Hệ nghe nhạc chính là sự tương tác giữa loa này với loa khác và với phòng. Tương tác này cực kỳ phức tạp trên một mặt, và vẫn

Giới thiệu

có thể tinh chế thành hai quan hệ chi phối: mức độ (level) tương đối và phase tương đối. Sự kết hợp của hai nguồn âm thanh có liên quan sẽ tạo ra sự phân bố không gian độc đáo về những phép cộng và trừ trên không gian. Thách thức thật tế là mỗi tần số đều kết hợp khác nhau, tạo ra bố cục độc đáo. Hệ thống âm thanh tiêu biểu có dải tần số từ 30 đến 18.000Hz, kéo dài qua tỷ lệ bước sóng 600:1. Một phòng đơn, từ quan điểm về phân bố không gian trên tần số, giống như tòa nhà chọc trời 600 tầng, có nhiều kế hoạch sàn khác nhau ở mọi cấp độ. Công việc của chúng ta là tìm ra sự kết hợp cho loa và hình học phòng đó, rồi tạo ra tính đồng nhất có mức độ cao nhất cho những kế hoạch 600 sàn này. Mỗi phần tử và bề mặt loa sẽ là hệ số đưa vào không gian phân phối. Mỗi phần tử đóng vai trò tương ứng với năng lượng mà nó mang lại độ cân bằng tại một điểm trong không gian. Mức độ kết hợp sẽ phụ thuộc vào quan hệ giữa đáp ứng của từng phase riêng trong từng vị trí, tại mỗi tần số. Làm sao chúng ta thấy những kế hoạch sàn này? Với chương trình dự đoán âm thanh, chúng ta có thể coi cách bố trí của mỗi tầng, so sánh nó và sẽ thấy sự khác biệt. Đây là quan điểm của một dải tần số duy nhất, phân tích trên toàn bộ không gian. Với bộ phân tích âm thanh, chúng ta có được nhiều tầm nhìn khác nhau. Chúng ta thấy một điểm duy nhất trên mỗi sàn, từ mặt đất đến sân thượng, thông qua mảnh ống lớn bao quanh ngón tay chúng ta. Đây là quan điểm về một điểm duy nhất trong không gian, phân tích trên toàn bộ dải tần số.

Đây là nhiệm vụ để làm nản chí, nhưng khá dễ hiểu. Sách này sẽ cung ứng cho bạn những thông tin cần để có được tầm nhìn như tia X, để nhìn xuyên qua tòa nhà 600 tầng từ trên xuống dưới, và có thể thực hiện mà không cần tính toán, tính tích phân hay phương trình vi phân. Chúng ta để việc này cho những chương trình phân tích và dự đoán làm việc nặng nhọc. Trọng tâm của chúng ta là làm sao đọc được tia X, không phải cách chế tạo ra máy X-ray.

Bí quyết để hiểu vấn đề này và chủ đề dai dẳng của sách này, là nhận dạng nguồn âm thanh. Mỗi phần tử loa, dù lớn hay nhỏ, đều đóng vai trò riêng và không bao giờ mất dạng tính đơn độc. Giải pháp là ban hành cục bộ trên cơ sở từ phần tử này đến phần tử khác. Chúng ta phải học cách nhận ra cách mỗi bên tham gia đến mỗi kết hợp ra sao, vì nó nằm trong giải pháp tương tác phức tạp của nó.

Đây không phải là cuốn tiểu thuyết bí ẩn, vì vậy không cần phải giấu kết luận cho đến trang cuối cùng. Bí quyết đồng nhất không gian là kiểm soát sự chùng chéo của nhiều phần tử. Trong trường hợp kết hợp hai phần tử, nó phải đồng phase với nhau để đạt được sự đồng nhất không gian. Nếu không thể duy trì những phần tử có quan hệ đồng phase, thì phải giảm sự chùng chéo và chia nhỏ không gian để mỗi phần tử có vai trò chi phối trong một khu vực nhất định. Có hai cơ chế chính để tạo ra việc cô lập: tách biệt và di dời góc. Có thể xử dụng việc này riêng rẽ hay kết hợp và có thể hỗ trợ thêm bằng cách kiểm soát mức độ độc lập để chia nhỏ phòng ra. Điều này giống như nuôi con: Nếu tụi nó chơi với nhau không tốt, hãy tách riêng tụi nó ra. Sự tương tác của loa đến phòng tương tự như sự tương tác của loa này với loa khác. Bề mặt nào dội năng lượng về phía loa sẽ được quan tâm lớn nhất. Sức mạnh của phản dội bên trong sẽ tỷ lệ nghịch với sự đồng nhất không gian của chúng ta.

Không có thiết kế duy nhất cho một không gian. Có nhiều cách tiếp cận thay thế và mỗi cách đều liên quan đến sự cân bằng. Tuy nhiên, hướng dẫn thiết kế nào đó mà mở ra khả năng đồng nhất không gian và nhiều cái khác cũng tạo ra niềm hy vọng đó không thể thống kê được. Phần lớn sách này sẽ dành cho việc xác định cấu hình cho loa và chiến lược thiết kế tối đa hóa tiềm năng về tính đồng nhất không gian.

Khi thiết kế và cài đặt, phải tối ưu hóa hệ thống. Nếu thiết kế đã giữ cửa mở cho tính đồng nhất về không gian, nhiệm vụ của chúng ta sẽ điều hướng hệ thống xuyên qua cánh cửa đó. Bí quyết tối ưu hóa là những kiến thức về những địa điểm, kiên quyết trong cuộc chiến cho sự đồng nhất không gian. Sự tương tác của loa và phòng đi theo tập quán, tập hợp những chuỗi không gian lại. Sự phân lớp cho những tác dụng lên nhau cung cấp thử thách tối thượng, nhưng không có ngẫu nhiên về tương tác của gia đình này.

Giới thiệu

Nó rất hợp lý và có thể học được. Micro đo của chúng ta là những cổng thông tin để giải mã những biến thể giữa hàng trăm kế hoạch sàn và đưa ra quyết định. Thời gian và nguồn lực của chúng ta khá hạn chế. Chúng ta chỉ có thể phân biệt được ý nghĩa của dữ liệu đo nếu chúng ta biết mình đang ở trong hoàn cảnh tiến triển tương tác nào.

Chúng ta thường thấy tác phẩm của nhà khảo cổ, nơi hoàn chỉnh hình dạng khủng long, tạo ra từ mẫu của mảnh xương nhỏ. Kết luận của họ dựa hoàn toàn vào những đầu mối theo ngữ cảnh thu thập từ những kiến thức về cấp số tiêu chuẩn của giải phẫu động vật. Nếu cấp số như vậy là ngẫu nhiên, có thể cho ra câu trả lời, đó quả là mẫu hóa thạch 100%. Từ việc thống kê quan điểm, ngay cả với hàng trăm vị trí micro, chúng ta sẽ không bao giờ có thể xem nhiều hơn vài mảnh nhỏ khi giải phẫu hệ thống loa trong phòng. Chúng ta phải xác định mỗi vị trí đo đếm, cho việc thu thập dữ liệu, chúng ta cần phải xem bức tranh toàn cảnh. Điều này đòi hỏi có kiến thức tiến tới những mốc tiến triển để chúng ta có thể xem đáp ứng trong bối cảnh của những cái được mong chờ tại vị trí nhất định. Rồi chúng ta sẽ thấy, gần như có thể kết luận, sẽ không có gì từ một địa điểm duy nhất. Việc xác minh tính đồng nhất không gian dựa trên sự so sánh trên nhiều địa điểm.

Cuốn sách này là về việc, loa đã xác định trong cấu hình array đã xác định, với chiến lược tối ưu hóa đã xác định, đo đạc tại vị trí đã xác định. Sách này không có ý định nhân bản tài liệu về nguồn âm thanh nói chung. Sách như vậy có sẵn rất nhiều và tôi đâu muốn bao gồm cả chiều rộng lẫn bề ngang của hình ảnh âm thanh hoàn chỉnh. Hy vọng của tôi là cung cấp cái nhìn độc đáo mà không nói trước, theo cách dễ hiểu với những chuyên gia âm thanh đã quan tâm đến sự hiểu biết về hành vi của hệ thống âm thanh trong thế giới thật sâu sắc hơn.

Tôi muốn giải quyết một vài điểm trước khi chúng ta bắt đầu. Đáng ghi nhận nhất, có thật tế là sẽ vắng mặt phần lớn những thực tại vật chất của việc xây dựng, sản xuất và lắp đặt loa. Việc mô tả loa, chủ yếu về tính hiệu suất âm thanh, không phải xử dụng bản chất vật lý về hình dạng horn hay bộ biến năng. Điều này cũng đúng với những thiết bị điện tử. Tất cả mọi cái ở đây đều không trọng lượng, không màu và không mùi. Trọng tâm là đặc tính truyền dẫn chung, không phải là tính năng độc đáo của model này nọ.

Mục thứ hai liên quan đến việc tiếp cận với nhiều loại chương trình cụ thể như âm nhạc, sân khấu âm nhạc, dịch vụ tôn giáo, và những địa điểm tương ứng như sân vận động, phòng ca nhạc, phòng trưng bày, nhà thờ. Trọng tâm ở đây là hình dạng vùng bao quát âm thanh, có thể điều chỉnh quy mô để phù hợp với kích cỡ của những địa điểm, có mức độ âm thanh thích hợp cho từng chương trình nhất định. Đây là việc thực hiện địa điểm và chương trình cùng nhau để tạo ra ứng dụng. Định luật vật lý đều không khác nhau cho bất kỳ ứng dụng nào, và rất dễ hoán đổi chương trình và địa điểm lẫn nhau, nếu cố mô tả nó theo cách này, sẽ đòi hỏi lập lại bất tận. Rốt cuộc, nhà thờ ngày nay cũng vậy, cũng giống tính năng âm nhạc phổ biến trên sân khấu, vì cũng chỉ để có bài nói chuyện và hát thánh ca trong nhà thờ vang dội tiếng của đá.

Khía cạnh nổi bật thứ ba là ở đây có nhiều thuật ngữ độc đáo, và trong vài trường hợp, việc sửa đổi những thuật ngữ tiêu chuẩn đó đã xử dụng rộng rãi. Trong hầu hết trường hợp, khuôn khổ khái niệm là duy nhất và không tìm thấy biểu thức tiêu chuẩn hiện hành. Lĩnh vực tối ưu hóa hệ thống âm thanh rất non trẻ, vẫn chưa phát triển phương pháp hay thuật ngữ cho biểu thức phù hợp với quy trình đang nói ở đây. Trong trường hợp của vài điều khoản, đặc biệt là từ "crossover", có nhiều lý do phải thay đổi việc xử dụng hiện có rất thuyết phục, sẽ tiết lộ trong sách này.

Sách này chia thành ba phần. Phần đầu, "hệ thống âm thanh," khám phá cách vận hành của hệ thống truyền dẫn âm thanh, tiếp nhận thính giác của con người và tác động của loa. Mục tiêu của phần này là sự hiểu biết toàn diện về con đường tín hiệu sẽ hao hụt, những nguy hiểm nó sẽ gặp trên đường và cách cảm nhận kết quả cuối cùng khi đến đích của nó ra sao. Phần thứ hai, "Thiết kế", áp dụng những

Giới thiệu

thuộc tính của phần input để tạo ra thiết kế hệ thống âm thanh. Mục tiêu là sự hiểu biết toàn diện về công cụ và kỹ thuật cần thiết để tạo ra thiết kế sẽ đạt mô hình truyền dẫn/tiếp nhận thành công. Phần cuối, "Tối ưu hóa", liên quan đến việc đo lường hệ thống đã thiết kế và lắp đặt, kiểm tra và hiệu chỉnh trong không gian.

Nội dung

Lời nói đầu

PHẦN I • Hệ thống âm thanh

...4

Chương 1: Nền tảng

- 1.1 Thuộc tính của audio phổ quát
- 1.2 Quy mô của audio
- 1.3 Biểu đồ và đồ thị
- 1.4 Nền tảng của analog audio điện tử
- 1.5 Nền tảng của digital audio
- 1.6 Nền tảng của âm học (acoustical)

Chương 2: Phân loại

- 2.1 Microphones
- 2.2 Input và output (I/O)
- 2.3 Mix console (desk)
- 2.4 Xử lý tín hiệu
- 2.5 Networks digital
- 2.6 Amplifiers
- 2.7 Loa

Chương 3: Truyền dẫn

- 3.1 Đường dẫn của analog audio
- 3.2 Truyền tải từ acoustic đến acoustic
- 3.3 Truyền tải từ acoustic đến analog điện tử
- 3.4 Truyền tải từ analog điện tử đến analog điện tử
- 3.5 Truyền tải từ analog đến digital
- 3.6 Truyền tải từ digital đến digital
- 3.7 Truyền tải của digital network
- 3.8 Truyền tải từ digital đến analog
- 3.9 Truyền tải từ analog điện tử đến analog công suất
- 3.10 Truyền dẫn từ analog công suất đến acoustic
- 3.11 Truyền dẫn đầy đủ

Chương 4: Cộng âm

Giới thiệu

- 4.1 Thêm và bớt audio
- 4.2 Cộng âm tần số phụ thuộc
- 4.3 Acoustic crossover
- 4.4 Loa array
- 4.5 Cộng âm loa/phòng

Chương 5: Nhận thức

- 5.1 Độ lớn
- 5.2 Định vị
- 5.3 Quan điểm về âm điệu, không gian và echo
- 5.4 Quan điểm về stereo
- 5.5 Phát hiện âm thanh khuếch đại

PHẦN II • Thiết kế

Chương 6: Đánh giá

- 6.1 Âm thanh tự nhiên & âm thanh khuếch đại
- 6.2 Kỹ sư acousticians và audio
- 6.3 Vị trí trung tâm
- 6.4 Tiến lên phía trước

Chương 7: Dự đoán

- 7.1 Vẽ
- 7.2 Chương trình lập mô hình tính âm (acoustic)

Chương 8: Biến thể

- 8.1 Tiến trình phương sai của loa đơn
- 8.2 Mức độ phương sai (Loa đơn)
- 8.3 Phương sai âm phổ
- 8.4 Phương sai hình âm (sonic)
- 8.5 Phương sai gợn (sự chài)
- 8.6 Hình dạng bao quát của loa
- 8.7 Hình dạng phòng

Chương 9: Kết hợp

- 9.1 Tiến trình phương sai của loa kết hợp
- 9.2 Mức độ phương sai của array ghép
- 9.3 Mức độ phương sai của array không ghép

Giới thiệu

9.4 Phương sai âm phổ của array ghép

9.5 Phương sai âm phổ của array không ghép

9.6 Liệt kê phương sai tối thiểu

Chương 10: Sự triệt tiêu

10.1 Array subwoofer

10.2 Array subwoofer cardioid

Chương 11: Thông số kỹ thuật

11.1 Phân vùng hệ thống

11.2 Định tỷ lệ công suất

11.3 Loa đơn: bao quát và nhắm hướng

11.4 Array ghép: bao quát, nhắm hướng và góc mở

11.5 Array không ghép: bao quát, nhắm hướng và góc mở

11.6 Hệ thống chính

11.7 Hệ thống lấp đầy (fill)

11.8 Hệ thống hiệu ứng (Fx)

11.9 Hệ thống tần số thấp (Lf)

PHẦN III • Tối ưu hóa

Chương 12: Kiểm nghiệm

12.1 Công cụ đo vật lý

12.2 Microphone đo lường

12.3 Công cụ đo audio đơn giản

12.4 Bộ phân tích phép biến đổi Fourier nhanh (fast fourier transform analyzer) (FFT)

12.5 Cố định điểm/bát độ (constant q transform)

12.6 Bộ phân tích single-và dual-channel

12.7 Chức năng chuyển giao biên độ

12.8 Chức năng chuyển giao phase

12.9 Tín hiệu trung bình

12.10 Chức năng chuyển giao gắn kết

12.11 Chức năng chuyển giao đáp ứng xung

12.12 Đưa bộ phân tích vào hoạt động

Chương 13: Kiểm tra

Giới thiệu

- 13.1 Kiểm tra cấu trúc
- 13.2 Kiểm tra thư mục
- 13.3 Thủ tục tự kiểm tra analyzer
- 13.4 Thủ tục kiểm tra điện tử
- 13.5 Thủ tục kiểm tra tính âm (acoustic)
- 13.6 Tùy chọn kiểm tra bổ sung

Chương 14: Hiệu chỉnh

- 14.1 Phương pháp
- 14.2 Truy cập đo lường
- 14.3 Bố trí microphone
- 14.4 Thủ tục
- 14.5 Tự hoạt động
- 14.6 Ứng dụng thực tiễn
- 14.7 Sách thủ tục hiệu chỉnh
- 14.8 Hoàn thiện quy trình
- 14.9 Tối ưu đang thực hiện

Chương 15: Ứng dụng

- 15.1 Địa điểm # 1: Hội trường nhỏ
- 15.2 Địa điểm # 2: Vuông nhỏ, array chính AB
- 15.3 Địa điểm # 3: Hộp nhỏ, L/R, downfill và delay
- 15.4 Địa điểm # 4: Hội trường vừa, hai cấp độ, L/C/R với fill
- 15.5 Địa điểm # 5: Hình quạt vừa, một cấp độ, L/C/R
- 15.6 Địa điểm # 6: Hội trường vừa, L/R với centerfill
- 15.7 Địa điểm # 7: Hội trường vừa, L/R với nhiều hệ fill
- 15.8 Địa điểm # 8: Hội trường vừa, L/R, biến acoustics
- 15.9 Địa điểm # 9: Hội trường lớn, hệ chính cao/thấp
- 15.10 Địa điểm # 10: Hình quạt rộng với nhiều hệ chính
- 15.11 Địa điểm # 11: Hội trường ca nhạc, ba cấp độ
- 15.12 Địa điểm # 12: Bảng điểm sân vận động
- 15.13 Địa điểm # 13: Sân vận động, hệ chính L/R
- 15.14 Địa điểm # 14: Lều lớn, nhiều delay
- 15.15 Địa điểm # 15: Bảng điểm sân vận động, một cấp độ

Giới thiệu

15.16 Địa điểm # 16: Hội trường ca nhạc, center, 360°, nhiều cấp độ

15.17 Địa điểm # 17: Hội trường vừa, một cấp độ

Lời cuối



Phần I

Phần 1

Hệ thống âm thanh



Phần I

Chương 1

Nền tảng -- Foundation

Chúng ta bắt đầu với việc thành lập nền tảng vững chắc, nhờ đó xây dựng cấu trúc cho việc nghiên cứu thiết kế và tối ưu hóa hệ thống âm thanh. Ở đây chúng ta chuẩn hóa định nghĩa và thuật ngữ để sử dụng suốt sách này. Nếu đây không phải là ngày đầu làm âm thanh, bạn đã hiểu nhiều khái niệm trong chương này, vì phần lớn đều là tài liệu nền tảng phổ quát thấy trong sách, Internet và kiến thức bộ lạc truyền từ người lớn trên đường. Tuy nhiên, tôi có chỉnh sửa chọn lọc danh sách nguyên tắc cơ bản đến những khái niệm thích hợp với thiết kế và tối ưu hóa hiện đại. Chúng ta sẽ không bao gồm hiệu ứng Doppler, âm học dưới nước, tạp âm công nghiệp, và bất cứ lĩnh vực khác mà chúng ta không thể đưa vào sử dụng thật tế ngay lập tức.

Phần kế tiếp sẽ giống như bảng chú giải, theo truyền thống, đặt ở phía cuối sách, nơi bạn thường đọc cuối cùng.

Tuy nhiên, đây là những khái niệm chúng ta cần thành lập và lưu giữ trong đầu. Nền tảng đặt ở đây sẽ giảm bớt quy trình xây dựng khi chúng ta tiến lên chuyện phức tạp hơn.

Chúng ta bắt đầu bằng nền tảng của sách này.

Âm thanh

Âm thanh là sự rung động hay sóng cơ học, là dao động áp lực (rung động qua lại) truyền qua vài phương tiện (như không khí), bao gồm tần số nằm trong phạm vi nghe được.

Hệ thống

Hệ thống là tập hợp những thành phần tương tác hay phụ thuộc lẫn nhau, tạo thành thể thống nhất. Hệ thống âm thanh bao gồm bộ sưu tập của nhiều thành phần kết nối có mục đích tiếp nhận, xử lý và truyền tín hiệu âm thanh.

Những thành phần cơ bản bao gồm micro, xử lý tín hiệu, bộ khuếch đại, loa, cable nối và mạng digital.

Thiết kế

Thiết kế là quy trình sáng tạo kế hoạch xây dựng vật thể hay hệ thống. Chúng ta thiết kế hệ thống âm thanh trong phòng bằng cách chọn thành phần, chức năng, vị trí và đường dẫn tín hiệu của nó.

Tối ưu hóa

Tối ưu hóa là quy trình khoa học, có mục tiêu đạt được kết quả tốt nhất khi đưa ra hàng loạt lựa chọn. Trong trường hợp của chúng ta, mục tiêu là tối đa hóa hiệu suất hệ thống âm thanh cho đúng với mục đích thiết kế. Và chúng ta đã từng có hàng loạt lựa chọn! Tiêu chuẩn tối ưu hóa chính là tính đồng nhất của đáp ứng trên không gian.

1.1 Đặc tính của Universal Audio

Hãy xác định tính chất phổ quát trong lĩnh vực nghiên cứu hạn chế của chúng ta: hành vi điện âm và analog của âm thanh và bản dịch toán học của nó ở dạng digital.

Nền tảng

1.1.1 Âm thanh (Audio)

Audio là luồng dữ liệu bắt đầu và/hoặc kết thúc như âm thanh (sound). Phiên bản âm thanh nghe được (audible) nổi trực tiếp đến tai của chúng ta qua không khí. Âm thanh cũng có thể tồn tại bằng mặt mã, không thể nghe được cho đến khi giải mã. Bước đột phá hoành tráng về máy hát đĩa của Edison đã mã hóa âm thanh vào đường rãnh trên hình trụ sơn mài rồi phát lại qua bộ giải mã cơ khí (màng chắn gắn vào cây kim di chuyển). Mã hóa âm thanh tồn tại dưới nhiều dạng thức: từ thông (trong băng (tape), máy biến thể, micro hay loa), tín hiệu điện tử trong dây dẫn và ngay cả chuỗi số digital.

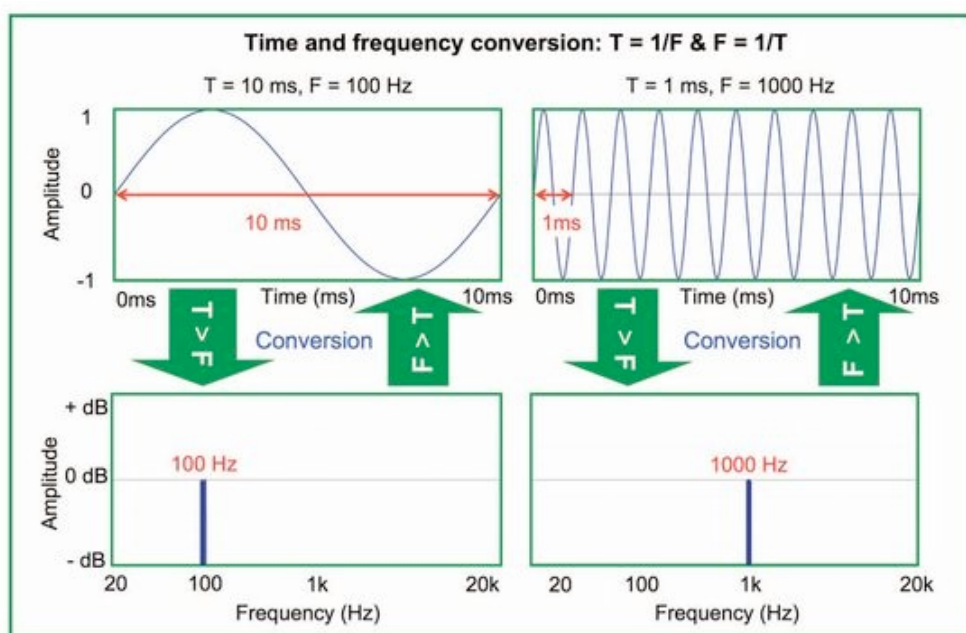
Có thể biểu hiện dao động trong luồng âm thanh như tập hợp tuần tự nhiều giá trị biên độ theo thời gian. Bản dịch âm thanh analog là hàm bất biến (tức là giá trị biên độ và thời gian vô hạn, có thể chia được). Bản dịch âm thanh digital là hữu hạn chia được (tức là giá trị một biên độ sẽ trả lại cho mỗi khoảng thời gian nào đó).

1.1.2 Tần số và thời gian -- Frequency (f) and time (T)

Tần số (f hay Hz) là số dao động hoàn thành trong một giây (nghịch với khoảng thời gian). Thời kỳ (period) (T) là khoảng thời gian để hoàn thành một chu kỳ. Tần số là chu kỳ/giây và thời gian là giây/chu kỳ ($f = 1/T$ và $T = 1/f$). Mỗi thuật ngữ đều mô tả sự dao động, để thuận tiện lựa chọn. Xử dụng thành thạo bản dịch của thời gian và tần số là rất cần cho việc thiết kế và tối ưu hóa (Hình 1.1). Công thức thời kỳ cho T tính bằng giây, nhưng trong thực tế, chúng ta gần như luôn xử dụng mili-giây ($1\text{ms} = 0,001\text{giây}$).

1.1.3 Chu kỳ (Cycle)

Chu kỳ là sự hoàn thành dao động, một chuyển đi vòng, rồi trở về trạng thái bắt đầu cân bằng. Khác biệt giữa chu kỳ và thời gian chỉ là đơn vị. Thời kỳ đo bằng thời gian (thường là ms) và chu kỳ đo bằng chuyển đi hoàn thành. Chu kỳ tại 250Hz có khoảng thời gian 4ms. Chu kỳ @ 125Hz (hay hai chu kỳ @ 250 Hz) có 8ms thời kỳ. Chúng ta thường chia nhỏ chu kỳ bằng phân số hay độ của thời kỳ, với 360° đại diện cho một chu kỳ hoàn chỉnh. Thường xử dụng thuật ngữ "chu kỳ" khi đối phó với những đáp ứng phase, thí dụ như $1\text{ms} @ 250\text{Hz}$, là $\frac{1}{4}$ chu kỳ (90°).



Hình 1.1 Quan hệ giữa thời gian và tần số

Chương 1

1.1.4 Dao động (Oscillation)

Dao động là quy trình qua lại, chuyển giao năng lượng qua vật trung gian (medium). Đây có thể là cơ khí (thí dụ như sần lắc), âm thanh (thí dụ âm thanh trong không khí) hay điện từ (thí dụ: tín hiệu âm thanh điện từ). Vấn đề dao động bị giới hạn bởi môi trường và trở về trạng thái cân bằng sau khi hoàn thành. Xảy ra chuyển giao năng lượng qua vật trung gian.

1.1.5 Biên độ (độ lớn) -- Amplitude (magnitude)

Biên độ là thước đo định lượng của năng lượng dao động, mức độ dịch chuyển cơ khí (m, cm, v.v), thay đổi áp lực âm thanh (SPL), thay đổi điện thế điện (V), từ thông (B) và vài loại khác. Giá trị biên độ có thể biểu diễn tuyến tính- linearly (thí dụ volt) hay hàm mũ như một tỷ lệ (thang đo dB). Biên độ là một trong những khía cạnh âm thanh đơn giản hơn: lớn hơn là lớn hơn. Biên độ (áo pull đen) và độ lớn (áo trắng phòng thí nghiệm) là những thuật ngữ thay thế cho nhau. Chúng ta sẽ giới thiệu biên độ âm thanh dưới nhiều dạng thức khác nhau rồi bao gồm chi tiết tỷ lệ-scaling (như thang đo-scale dB) ở mục 1.2. Có lẽ cần trở lại giữa những phần đó nếu bạn hoàn toàn xa lạ với scale.

1.1.5.1 Phân cực DC (phân cực tuyệt đối) -- DC Polarity (Absolute Polarity)

Phân cực DC (dòng điện một chiều- direct current) là phần định hướng của tín hiệu (dương hay âm - positive or negative) liên quan đến trạng thái cân bằng. Điện: điện thế +/-, áp lực âm thanh +/- (áp suất cao/loãng) v.v. Áp dụng điều này trong điều kiện nghiêm ngặt khi chỉ tín hiệu DC, vì tín hiệu AC có cả hai giá trị dương lẫn âm. Cục pin 9V minh họa phiên bản điện. Nối pin với loa sẽ minh họa cho phiên bản âm thanh, vì nó chỉ di chuyển theo một hướng.

1.1.5.2 Biên độ tuyệt đối -- Absolute Amplitude

Biên độ tuyệt đối là mức năng lượng tương đối cân bằng (âm thanh im lặng -- audio silence). Âm thanh im lặng của điện là 0VAC, cho dù có mặt DC hay không. Chỉ AC mới có thể làm ra âm thanh. DC cũng chuyển màng loa nhưng tiếc là, âm thanh duy nhất nó có thể làm là cháy loa. Hệ thống âm thanh tham chiếu đến những thay đổi trên hay dưới áp suất không khí chung quanh (tương đương với không khí của DC). Giá trị biên độ tuyệt đối không thể nhỏ hơn không, vì chúng ta không thể có di chuyển nhỏ hơn so với trạng thái cân bằng. Dấu hiệu "-" trước giá trị biên độ chỉ ra phân cực âm. Trong âm thanh, giá trị biên độ tương đối phổ biến hơn biên độ tuyệt đối.

1.1.5.3 Tham chiếu tương đối tới cố định -- Relative to a Fixed Reference

Mức độ âm thanh thay đổi trên cơ sở theo từng thời điểm. Vì vậy hầu hết phép đo biên độ đều liên quan đến tài liệu tham chiếu (cố định hay di động). Thí dụ về tài liệu tham chiếu cố định bao gồm 1V (điện) hay ngưỡng của người nghe (âm thanh) (Hình 1.2). Có thể thể hiện mức độ tham chiếu bằng nhiều đơn vị và thang đo khác nhau, miễn là chúng ta đồng ý về giá trị. Có thể thể hiện giá trị biên độ của 2volt như 1volt trên tham chiếu 1V (chênh lệch tuyến tính) hay gấp đôi mức tham chiếu (nhiều tuyến tính).

Nhiều tiêu chuẩn tham chiếu cho âm thanh, quy định bằng giá trị decibel (dB), cho thấy sự thay đổi biên độ bằng thang đo log tương đối (như thính giác của chúng ta). Một volt, 0dBV và 2.21dBu là cùng một lượng điện thế, thể hiện bằng đơn vị hay thang đo khác nhau. Có thể theo dõi đoạn nhạc có mức độ khác nhau theo thời gian chống lại tham chiếu cố định, chẳng hạn, có bài nhạc nào đó đạt đến mức độ tối đa là 8 volt (18dBV, 20.21dBu) và mức độ âm thanh của 114dB SPL (114dB trên ngưỡng thính giác).

1.1.5.4 Tương đối đến tham chiếu biến (Chức năng chuyển giao biên độ)

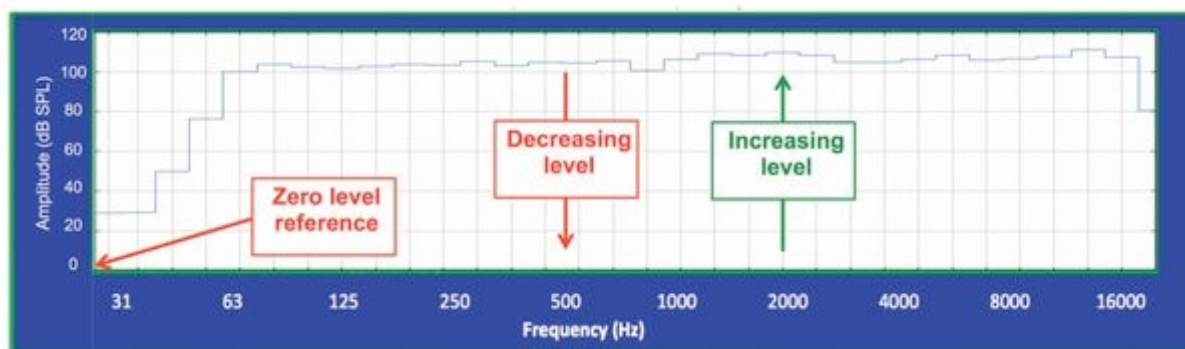
Chúng ta có thể theo dõi biên độ của tín hiệu thay đổi liên tục theo hình thức họ hàng (second cousin), nghĩa là tương đối đến tương đối (Hình 1.3). Chúng ta so sánh tín hiệu vào và ra thiết bị, chẳng

Nền tảng

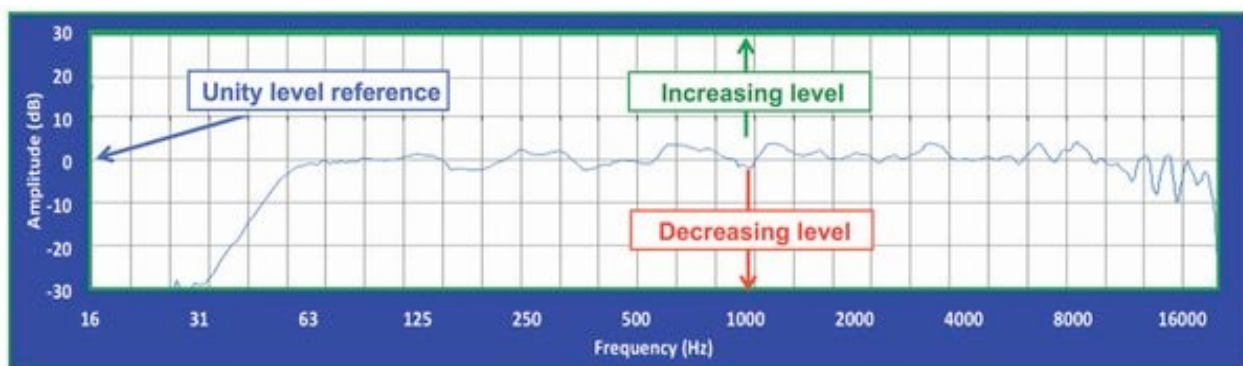
hạn như âm nhạc đi qua bộ xử lý. Phép đo tương đối/tương đối (so sánh output/input 2 channel) gọi là "chức năng đo lường chuyển giao", hình thức phân tích chủ yếu sử dụng trong tối ưu hóa hệ thống. Dấu vết biên độ tần số đáp ứng trong sách này là biên độ tương đối (chức năng chuyển giao), trừ khi có quy định khác.

Chúng ta hãy quay lại thí dụ trên. Mức âm nhạc đang thay đổi, nhưng dạng sóng output và input (output & input) vẫn liên tục miễn là gain bộ xử lý vẫn ổn định. Nếu output & input ở mức phù hợp (tỷ lệ 1:1), thiết bị có chức năng chuyển giao điện thế thống nhất (0dB). Nếu điện thế luôn tăng gấp đôi, hàm truyền của nó tăng $2 \times (+6\text{dB})$. Chúng ta có thể mở rộng lĩnh vực điện từ và âm thanh bằng cách so sánh output bộ xử lý với mức độ âm thanh trong phòng. Điều này cho thấy quan hệ điện thế/SPL, chẳng hạn như 0dBV (1V) tạo ra 96dB SPL (và 6dBV (2V) tạo ra 102dB SPL, v.v).

Vẻ đẹp của chức năng đo lường chuyển giao là khả năng mô tả thiết bị (hay nhiều thiết bị) với dữ liệu input ngẫu nhiên trên nhiều phương tiện (media), miễn là dạng sóng ở cả hai đầu có tương quan với nhau. Sẽ đề cập điều này rộng hơn trong chương 12.



Hình 1.2 Biên độ tuyệt đối so với tần số. Biên độ được tham chiếu đến 0dB SPL ở dưới cùng của thang dọc.



Hình 1.3 Chức năng chuyển giao biên độ so với tần số. Tham chiếu biên độ đến gain đồng nhất ở giữa thang dọc.

1.1.5.5 Đỉnh và Đỉnh-tới-Đỉnh -- Peak (PK) and Peak-To-Peak (PK-PK)

Đỉnh (pk) giá trị biên độ là mức độ tín hiệu cực đại, nằm trên hay dưới trạng thái cân bằng trong khi đỉnh-đỉnh (pk-pk) là khoảng giá trị giữa trên và dưới. Bất kỳ thiết bị nào trong đường truyền đều phải có khả năng theo dõi mức độ đầy đủ của biên độ pk-pk. Kết quả khi thất bại có dạng thức méo dạng họa âm, gọi là "cắt-cụt" (vì đầu của đỉnh bị san phẳng). Dạng sóng thấy trên máy hiện sóng-oscilloscope hay trạm âm thanh digital là biểu diễn của giá trị pk-pk.

Chương 1

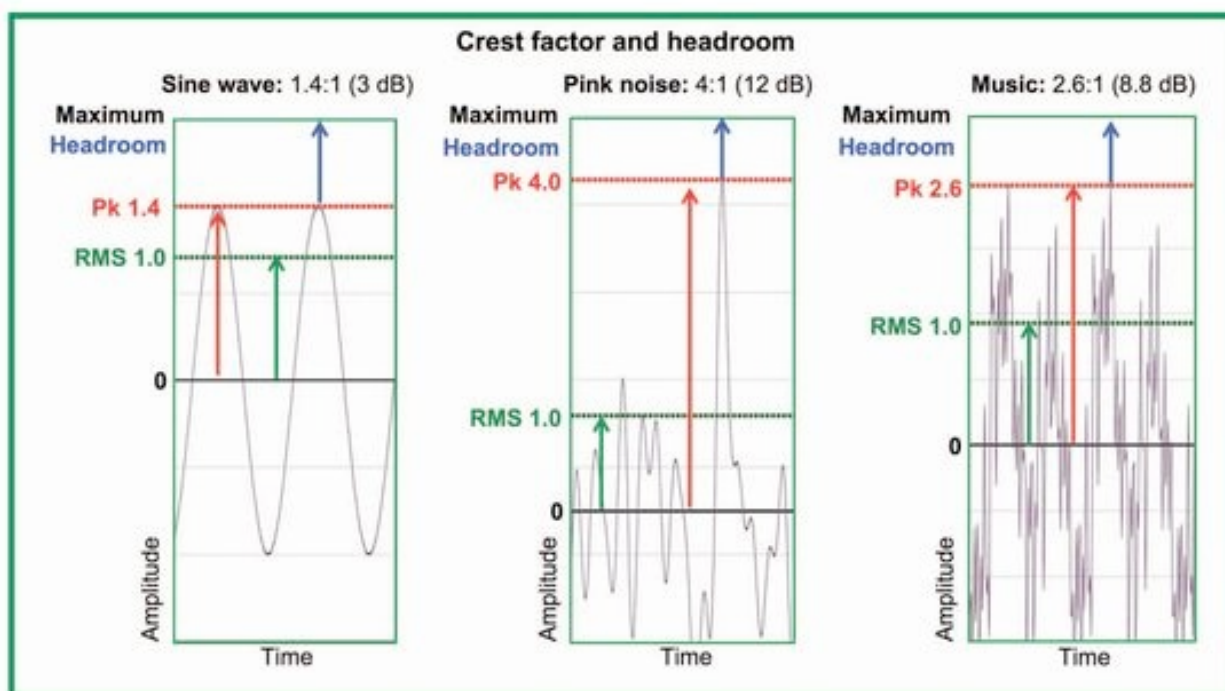
1.1.5.6 RMS (Root Mean Squared)

Giá trị RMS (root-mean-squared) là biên độ của dạng sóng "quân bình-average-ish". Việc tính toán RMS cho AC (+ và -) tương đương với DC (+ hay -). Thí dụ pin 9VDC và máy phát điện 9Vrms cho ra điện như nhau. Chúng ta xử dụng RMS thay vì quân bình đơn giản vì tín hiệu âm thanh di chuyển cả trên và dưới trạng thái cân bằng. Sóng sine (chẳng hạn dòng điện thế AC) trung bình bằng không vì nó quân bình giữa positive và negative. Đưa ngón tay bạn vào ổ cắm điện là minh họa điện giật, là khác biệt giữa "quân bình" và RMS. Trẻ em, đừng thử nó ở nhà.

Giá trị RMS tính theo ba bước: dạng sóng vuông, lớn lên và "tuyệt đối", làm ra tất cả giá trị positive, (m) tìm giá trị trung bình của sóng vuông và (r) lấy căn bậc để rescale nó trở lại kích cỡ bình thường. Tên đầy đủ thích hợp của nó là "gốc của giá trị quân bình của hình vuông-the root of the mean of the square". Lưu ý, giá trị RMS là biểu hiện toán học chặt chẽ. Chúng ta không bao giờ nghe thấy tín hiệu RMS (ít khi nhận ra nó là âm thanh hơn là file MP-3). Dạng sóng chúng ta truyền, chuyển đổi, về digital và nghe là peak-peak.

1.1.5.7 Yếu tố đỉnh -- Crest Factor,

Yếu tố crest là tỷ lệ giữa biên độ thật tế bắt nguồn từ dạng sóng (peak hay crest) và mô phỏng tải nhiệt (heat-load-simulating) của giá trị RMS (Hình 1.4). Đối với tín hiệu DC (chẳng hạn như pin) sự khác biệt là gì: yếu tố crest của 1 (0dB). Tín hiệu âm thanh đơn giản, sóng sine, có yếu tố crest 1.414 (3dB). Tín hiệu phức tạp có thể có tỷ lệ peak/trung bình cao hơn (và yếu tố crest cao hơn). Tạp âm hồng-Pink noise (xem mục 1.1.8.3) là khoảng 4:1 (12 dB), trong khi đó tín hiệu thoáng qua như tiếng trống có thể từ 20-40dB.



Hình 1.4 Thí dụ yếu tố Crest với nhiều tín hiệu khác nhau

Nền tảng

1.1.5.8 Khoảng trống trên đầu -- (Headroom)

Headroom là biên độ peak-peak còn lại trước khi quá tải tại thời điểm nhất định, giải hoạt động (dynamic range) dự trữ, và chế độ bảo vệ chống quá tải của chúng ta. Mỗi thiết bị điện tử hay điện đều có giới hạn biên độ của nó. Truyền tải âm thanh tuyến tính đòi hỏi cho toàn bộ giải tín hiệu peak-peak đi qua mà không đạt giới hạn trên của thiết bị (không bị cắt (clipping), hạn chế (limiting) hay nén (compression)). Headroom là phần còn lại giữa giới hạn của thiết bị và đỉnh dương hay âm của tín hiệu. Điều này trước đây bị khó hiểu, một phần, vì kim đồng hồ đo giá trị peak-peak tạm thời xuống quá chậm. Điều này khiến kỹ sư phải quan tâm (chính đáng) về tiềm năng bị clipping, ngay cả khi đồng hồ cho thấy vẫn còn dynamic range. Oscilloscope thấy rõ headroom/clipping vì nó sẽ hiển thị dạng sóng peak-peak. Headroom digital là những bit cao còn lại khi dựng hình dạng sóng pk-pk.

1.1.6 Phase

Phase là hình đồng hồ hướng tâm (rẽ quạt), biểu thị sự tiến triển của phase qua một chu kỳ. Một chu kỳ hoàn tất là 360° , nửa chu kỳ là 180° v.v. Tính toán giá trị phase bằng cách tham chiếu đến một tần số cụ thể. Giá trị phase không có giới hạn, nghĩa là chúng ta có thể đi xa hơn 360° . Vị trí phase là 0° , 360° và 720° đều tương đương nhưng phase delay thì không phải, cho thấy mọi cái đã giảm một và hai chu kỳ sau tương ứng. Bố trí hai xe đua trên hình tròn hướng tâm phù hợp sẽ đến đích cùng nhau, nhưng có sự khác biệt hàng triệu đô la giữa 0° và 360° . Điều này làm ra sự khác biệt tương tự cho hệ thống âm thanh, chúng ta sẽ thấy thôi.

1.1.6.1 Phase tuyệt đối -- Absolute Phase

Phase tuyệt đối là giá trị tại một thời điểm nhất định, liên quan đến việc tham chiếu thời gian cố định, thường là đồng hồ nội bộ của bộ phân tích. Yes, bạn đã đọc đúng điều đó. phase tuyệt đối là tương đối với phase tham chiếu, chẳng hạn như sự khởi đầu của thời gian đo, sẽ trở thành tham chiếu thời gian 0ms và phase 0° . Chúng ta không cần thấy những con số phase tuyệt đối, cho dù bộ phân tích tính toán ra nó. Nó giống như đồng hồ đeo tay với chỉ có kim giây, sẽ không giúp chúng ta có được hợp đồng biểu diễn đúng thời hạn. Bộ phân tích của chúng ta cho thấy phase tương đối (so sánh giữa hai channel của tính toán phase tuyệt đối nội bộ). Lưu ý, thường áp dụng sai thuật ngữ "phase tuyệt đối" để chỉ khái niệm về phân cực tuyệt đối (phần 1.1.7.1).

1.1.6.2 Tương đối (Chức năng chuyển giao phase) -- Relative (Phase Transfer Function)

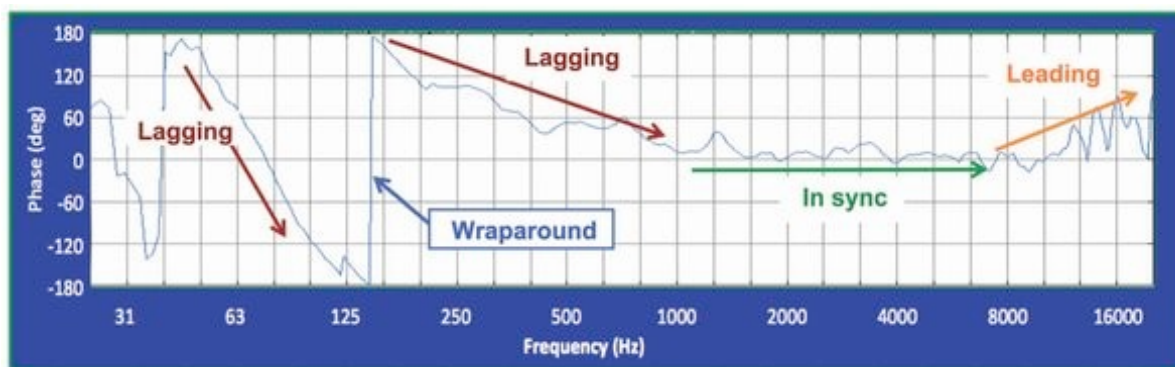
Như đã nêu ở trên, phase tương đối là sự khác biệt giữa hai giá trị phase tuyệt đối (Hình. 1.5). Phase tương đối (bằng độ) là phiên bản đáp ứng phase duy nhất, có trong sách này, vì vậy chúng ta có thể rút ngắn cụm từ phase tương đối cho đơn giản là "phase". Nhiều giá trị phase theo tần số ghép nhau tạo ra độ dốc phase, có thể dịch là trễ phase (phase delay) (phần 1.1.6.6). Phase có chức năng hướng tâm, có thể làm đầu của chúng ta quay mòng mòng khi nói đến cách đọc biểu đồ 2-D. Đáp ứng thường chứa "bao quanh- wraparound", đó là cách chúng ta biểu thị đáp ứng phase vượt quá giới hạn thang dọc 360° (xem phần 1.3.4).

1.1.6.3 Lệch (Dịch) phase -- Phase Shift

"Shift" trong câu hỏi ở đây là thay đổi phase theo tần số (Hình 1.6). Việc này có thể ổn định và bất biến (như gây ra dịch phase bằng bộ lọc-filter) hay không ổn định và biến thiên (như là gió). Quan tâm thiết thực của chúng ta là tần số trễ phụ thuộc (thí dụ tần số thay đổi khác nhau bởi số lượng khác nhau). Hệ thống có sự lệch phase này có đáp ứng thoáng qua về thời gian kéo dài (thường gọi là "thời gian nhòe-time smearing"). Thí dụ phiên dịch: Sự lên xuống khi va chạm vào trống sẽ làm thành vòng tròn và mở rộng ra, vì những phần thoáng qua nằm sau những phần khác. Quan tâm thứ hai liên quan đến lệch phase là

Chương 1

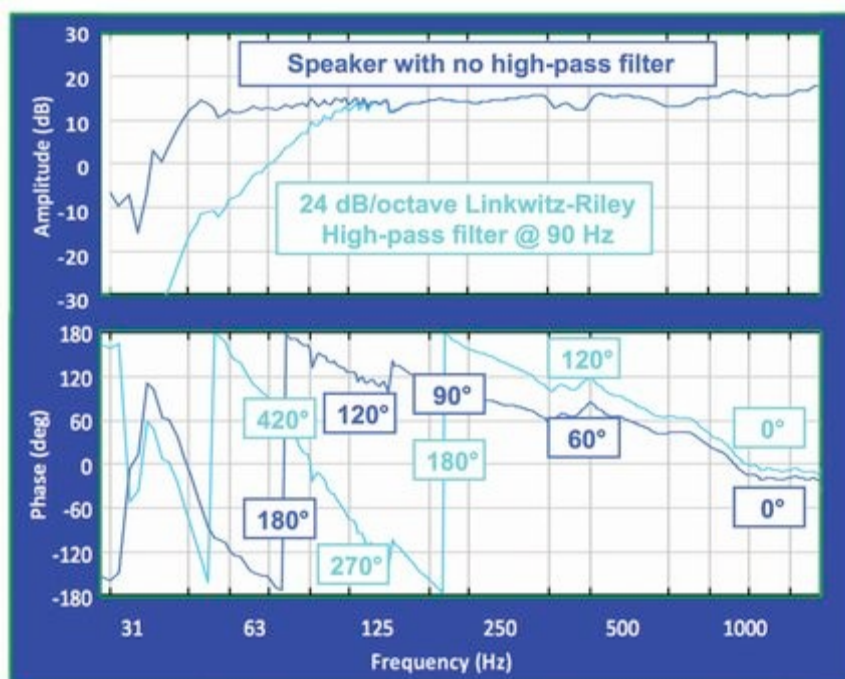
khả năng tương thích với những thiết bị khác, chia sẻ tín hiệu chung và tổng hợp lại với nhau (đưa vào không khí hay bên trong thiết bị của chúng ta). Thí dụ, kết hợp hai model loa khác nhau, chưa từng có đặc tính lệch phase. Khi gom với nhau, chúng ta có độ lệch phase giữa những dịch phase này, chúng ta gọi là bù phase (chủ đề tiếp theo).



Hình 1.5 Chức năng chuyển giao phase so với tần số. Phase được tham chiếu đến thời gian đồng nhất (0°) ở giữa thang đọc.

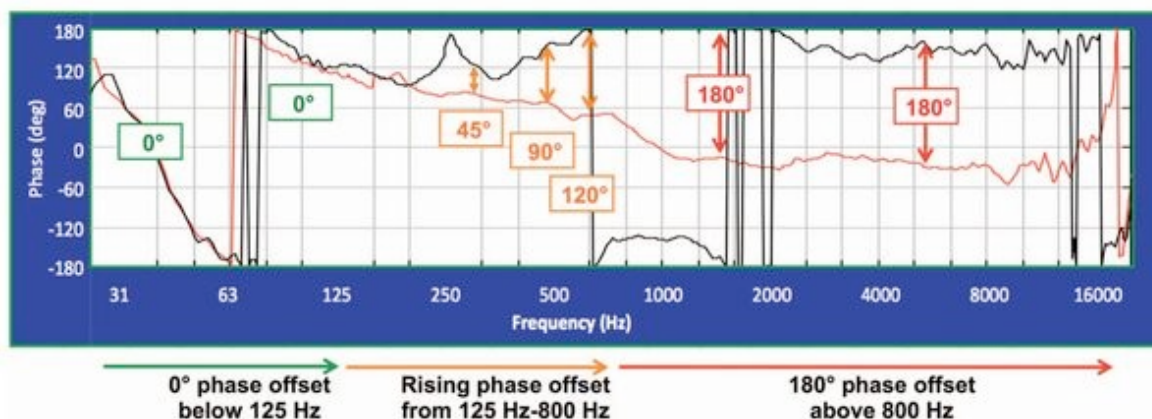
1.1.6.4 Bù phase -- Phase offset

Bù phase là thuật ngữ ưa thích khi có chênh lệch phase giữa hai hệ thống đo (Hình 1.7) và hội phụ nữ (sorority?) về âm thanh nổi tiếng (Δ -Phi). Độ bù phase đã biết (bằng độ trong một khoảng tần số) có thể đổi thành bù thời gian- time offset (hay ngược lại). Đưa bù phase vào xử dụng thật tế khi tổng hợp nguồn tương quan. Với phase và mức độ bù đã biết, chúng ta có thể dự đoán đáp ứng tổng hợp ở tần số nhất định rất chính xác. Bù phase đòi hỏi đặc điểm kỹ thuật của tần số và do đó được ưa thích cho sự khác biệt thời gian tần số phụ thuộc, chẳng hạn như điểm crossover giữa loa (driver) HF và LF.



Hình 1.6 Thí dụ về lệch phase, cộng thêm bởi filter Linkwitz-Riley 24dB/octave @ 90Hz. Filter chỉ ảnh hưởng đến đáp ứng biên độ dưới 100Hz nhưng phase này lệch trên giải rộng hơn nhiều.

Nền tảng



Hình 1.7 Thí dụ bù phase cho thấy hai model loa khác nhau. Giải LF phù hợp nhưng phải bù giải HF bằng 180°.

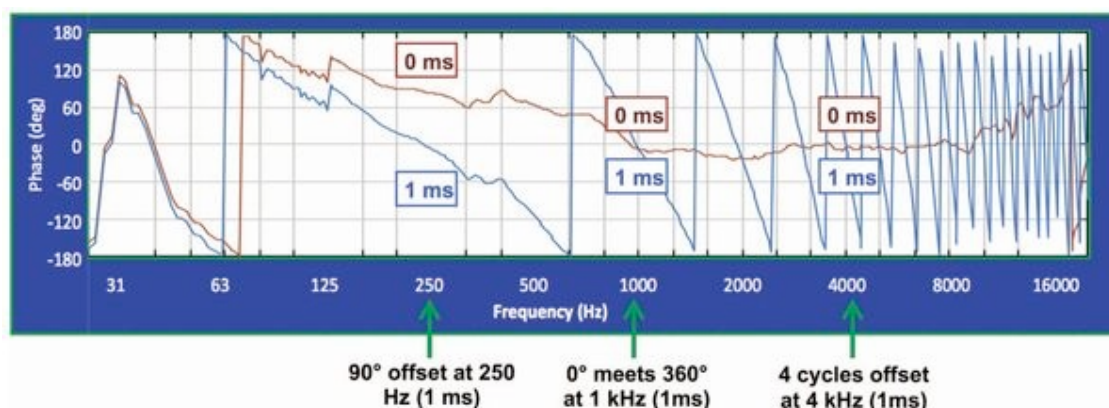
Ở đây, chúng ta không sử dụng thuật ngữ "bù phase" và "lệch pha" thay thế cho nhau. Phân biệt như sau: Chỉ xảy ra lệch phase bên trong một thiết bị hay hệ thống duy nhất. Bù phase là ở giữa những thiết bị hay hệ thống. Filter tạo ra lệch phase. Di chuyển hai loa xa ra tạo ra bù phase.

1.1.6.5 Bù thời gian -- Time Offset

Bù thời gian (ms) là số đo tần số độc lập cho những đường truyền (Hình 1.8). Độ chờ (latency) trong đường dẫn tín hiệu hay thời điểm đến khác nhau giữa loa chính và delay là những thí dụ thật tế của bù thời gian.

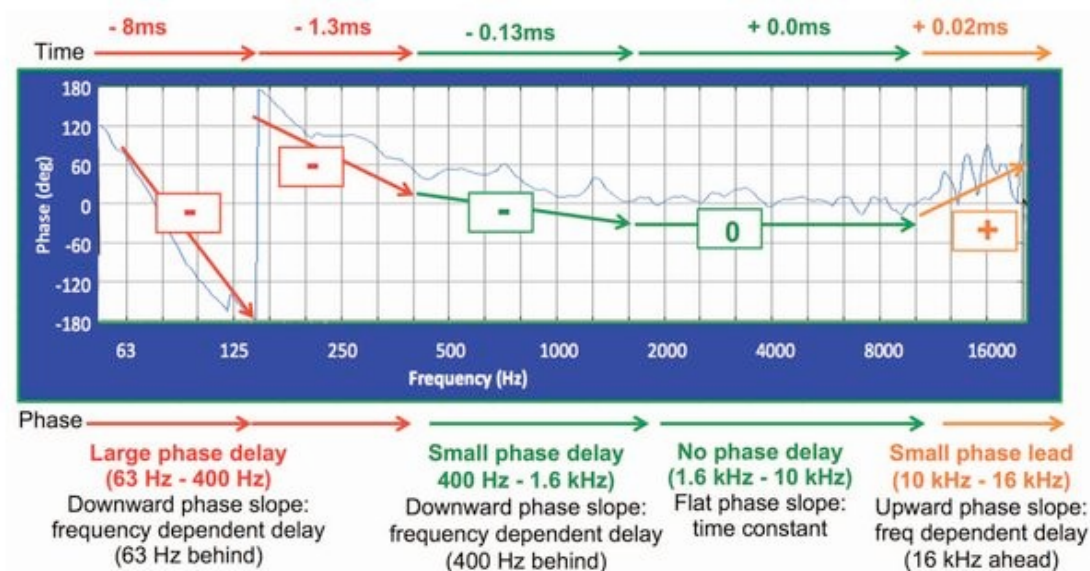
Bù thời gian là thuật ngữ ưa thích để mô tả thời gian tần số độc lập khác nhau. Mô tả bù thời gian cho tần số phụ thuộc tốt hơn bằng cách làm trễ phase (bên dưới). Có thể phiên dịch bù thời gian (bằng ms) sang bù phase (bằng độ cho tần số nhất định), và ngược lại. Thời gian bù cố định ở tất cả tần số tạo ra lượng của bù phase ngày càng tăng như tần số tăng.

Chúng ta rất quan tâm đến bù thời gian trong đường dẫn tín hiệu, đặc biệt là ở những đường dẫn điện tử analog và digital, ngay cả lượng nhỏ rất dễ nghe. Chiến lược quản lý thời gian bù giữa nhiều loa đóng vai trò lớn trong việc tối ưu hóa hệ thống.



Hình 1.8 Thí dụ bù thời gian cho thấy 1.0 ms giữa hai loa phù hợp cách khác. Bù phase là 90° @ 250Hz, 360° @ 1kHz và 1440° @ 4kHz.

Chương 1



Hình 1.9 Thí dụ về tần số phụ thuộc bị trễ phase. Giải LF có một phase xuống dốc, chỉ thị trễ phase đằng sau khu vực HF.

1.1.6.6 Trễ phase -- Phase Delay

Trễ phase, phiên bản thời gian dịch của lệch phase, là thước đo dùng để mô tả hệ thống có độ trễ tần số phụ thuộc (Hình 1.9). Tính toán trễ phase bằng cách tìm độ lệch phase trên một giải tần số phase dốc (slope)). Phải biết giá trị phase ở hai tần số để thực hiện phép tính. Trễ phase để trao đổi với "trễ nhóm- group delay", là khác biệt không quan trọng cho quyết định tối ưu.

Bất kỳ thiết bị hạn chế băng tần của tần số nào cũng sẽ phô bày vài loại trễ phase, nghĩa là có vài tần số sẽ truyền đi trễ hơn những tần số khác. Điều này bao gồm tất cả loại loa, bất kể thương hiệu. Trừ khi thực hiện biện pháp đặc biệt, loa thật tế biểu lộ tăng trễ phase trong giải LF. Nhiều model có độ trễ phase khác nhau đáng kể. Điều này có thể gây ra vấn đề tương thích khi kết hợp, vì chỉ một giá trị thời gian duy nhất không thể đồng bộ hóa hai loa trên toàn bộ âm phổ. thường xur dụng trễ phase để mô tả và khắc phục hiệu số bù phase giữa nhiều loa trong tối ưu hóa.

1.1.7 Phân cực -- Polarity

Phân cực là thuật ngữ nhị phân, đại diện cho biên độ giữa cực dương (positive) và cực âm (negative) của dạng sóng. Hệ thống có phân cực "bình thường-normal" (+), đầu tiên tiến triển theo hướng positive, tiếp theo là negative và trở lại trạng thái cân bằng (trong khi hệ thống phân cực ngược làm ngược lại). Loa, nếu áp điện dương cho thấy phân cực normal sẽ đẩy màng loa về phía trước (nén khí) và khi phân cực âm thì đẩy về phía sau (giãn khí).

Phân cực có cái nôi lịch sử trong âm thanh chuyên nghiệp. Quan tâm hàng đầu, sáng lập công ty JBL James B. Lansing, vào năm 1946 đã chọn đảo cực loa của ông để tương thích với chủ cũ của mình, Altec Lansing. Cuộc chiến về phân cực kéo dài hơn bốn mươi năm. Chúng ta đều bị mất. Tiêu chuẩn về jack nổi tín hiệu của chúng ta cũng thiếu tiêu chuẩn phân cực (jack XLR, pin 3 là nóng-hot ở Mỹ và pin 2 là nóng cho châu Âu và Nhật). Chúng ta có thật sự bước vào thời đại âm thanh digital chưa, trước khi thành lập tiêu chuẩn analog, pin 2 là hot trên toàn thế giới.

Thuật ngữ phân cực thường thay thế làm lẫn cho "phase" vì khi đảo cực chỉ tạo ra một trường hợp duy nhất là phase shift, nơi tất cả tần số đều dịch đi 180°. Tuy nhiên, phân cực không có bù thời bù

Nền tảng

hay trễ phase và tần số độc lập. Dịch phase (mô tả ở trên) là tần số phụ thuộc và sinh ra bởi tín hiệu bị delay.

Thật thú vị khi lưu ý, chúng ta có nhiều thuật ngữ về phân cực hơn tùy chọn: +/-, bình thường hay đảo ngược, không nghịch đảo hay nghịch đảo, đúng hay sai.

1.1.7.1 Phân cực tuyệt đối -- Absolute Polarity

Ở đây, "Tuyệt đối" đề cập đến định hướng phân cực của hệ thống với nguồn nguyên bản, thường được audiophile (dân mê âm thanh) gọi là "phase tuyệt đối". Phải xác nhận giá trị phân cực dương tuyệt đối, nếu dạng sóng vào cuối chuỗi phù hợp với phân cực với nguyên bản. Hãy xử dụng thí dụ để đi theo phân cực tuyệt đối từ đầu đến cuối. Trống kick di chuyển về phía trước (+). Sóng áp lực positive di chuyển màng micro vào trong (+). Console và bộ xử lý tín hiệu duy trì phân cực normal cho input của amplifier (+). Output của amplifier khiển điện thế dương trên cực nóng-hot (+) và màng loa chuyển về phía trước tạo ra sóng áp lực dương (+). Thành công! Nhưng đã thực hiện vài giả định lớn: Micro hoàn hảo, thiết bị điện tử và loa có đáp ứng phase phẳng. Pssst! Mấy cái này thì không.

Có trễ tần số phụ thuộc trong loa, đủ làm cho những bộ phận của nó khác với những loa khác 180°. Phân cực bỗng nhiên bị mơ hồ. Highpass filter, lowpass filter, phản dội trong thùng và đặc tính phát xạ của driver LF, tất cả đều thêm độ trễ phase tần số phụ thuộc. Cái nào đúng?

Đáp ứng phase của dạng sóng vào cuối chuỗi không phù hợp với nguyên bản, có nghĩa có thể không còn gọi sự phân cực này là tuyệt đối. Tôi sẽ không cãi lộn là liệu con người có thể phát hiện ra phân cực tuyệt đối hay không. Tuy nhiên, có điều rõ ràng: Một biên độ phẳng hoàn toàn và hệ thống truyền tải phase phẳng hoàn toàn sẽ đưa chúng ta đến gần việc tái tạo âm thanh của bộ trống ban đầu, có thể đến điểm mà phân cực có đủ độ tuyệt đối cho chúng ta làm vài kết luận. Tuy nhiên nó là chân lý (gospel) cho audiophile, điều này là *cực kỳ* quan trọng. Dưới đây là phần tốt nhất về điều đó. Audiophiles nghe băng đĩa (recording).

Recording có thể chấp nối từ hàng trăm bài nhạc thu âm tại nhiều thời điểm khác nhau, từ nhiều studio khác nhau, phát trên nhiều phương tiện (media) khác nhau, chế tác từ chỗ này đến thế giới bên kia bằng trạm âm thanh digital, gửi đến phòng thí nghiệm hàng đầu trên khắp đất nước, sao chép để đúc đĩa sơn, đúc khuôn và sau đó ép nhựa vinyl, quay trên đầu phono và cuối cùng ra loa có nhiều driver ở hai bên và phía sau rồi bao vây bằng surround-oscopic tuyệt vời và tạo ra âm thanh stereo ở khắp mọi nơi.

Bạn có thể vui lòng cho tôi biết chính xác cái gì là tham chiếu tuyệt đối cho phân cực của tôi không ạ?

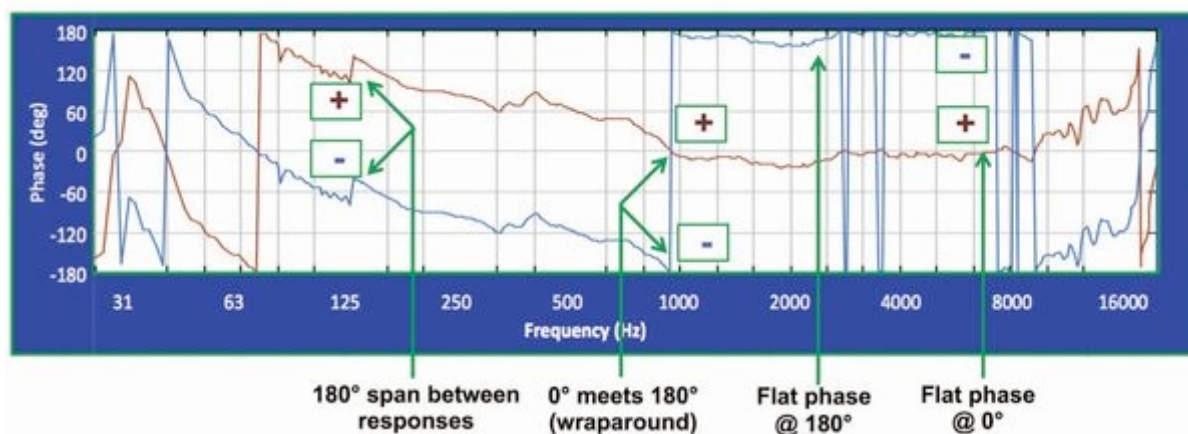
1.1.7.2 Phân cực tương đối -- Relative Polarity

Phân cực tương đối là điều quan trọng: Quan hệ cực giữa thiết bị âm thanh (hình 1.10). Thật ra, không có tranh chấp là tổng cộng thiết bị có phân cực tương đối khác nhau gây ra triệt tiêu và nhiều kết quả bất ngờ khác. Ngăn ngừa lỗi phân cực tương đối tốt nhất bằng cách chắc chắn tất cả thiết bị đều phù hợp (và tình trạng đều bình thường).

1.1.7.3 Kết hợp phân cực và trễ phase -- Polarity and Phase Delay Combined

Những hệ thống biểu hiện tần số phụ thuộc vào trễ phase (thí dụ loa và hầu hết filter) có thể tiếp tục sửa đổi đáp ứng phase của nó bằng cách thay đổi tính phân cực. Những giá trị phase dẫn trên tần số là sự kết hợp của hai bổ nghĩa này (phase trễ là tần số phụ thuộc trong khi đảo cực thay đổi tất cả tần số đi 180°). Xử dụng thật tế trong filter âm thanh trong crossover và thiết lập độ trễ, và array loa subwoofer cardioid.

Chương 1



Hình 1.10 Thí dụ về phân cực đúng và phân cực ngược trên tần số

1.1.8 Dạng sóng -- Waveform

Dạng sóng là hàng hóa, truyền tải qua mạng phân phối: hệ thống âm thanh. Đó là hình dạng của biên độ theo thời gian, là dấu vân tay của tín hiệu âm thanh, có tất cả sự đơn giản hay phức tạp của nó. Sóng sine là dạng sóng đơn giản. "In-a-Gadda-da-Vida" có 17 phút dạng sóng phức tạp với nhiều tần số và ba hợp âm.

Dạng sóng của dòng chảy âm thanh (audio stream) là hàm liên tục, là hàng loạt thứ tự thời gian của giá trị biên độ. Dạng sóng phức tạp là kết quả của sự kết hợp sóng sine ở nhiều tần số khác nhau có chung biên độ và giá trị phase. Chúng ta có thể tính toán xây dựng dạng sóng một khi đã biết giá trị biên độ và phase cho mỗi tần số. Ngược lại, chúng ta có thể tháo gỡ một dạng sóng đã đi vào thành phần tần số, biên độ và giá trị phase tương ứng của nó.

Chúng ta đều quen thuộc với từ "tổng hợp- synthesizer", là thiết bị âm nhạc tạo ra dạng sóng phức tạp bằng cách kết hợp dao động và phase riêng ở mức độ tương đối, có thể lựa chọn. Chúng ta đã có bộ synthesizer Moog rất sớm tại Đại học Indiana (SN 0005 #), bắt buộc phải có cable nối để kết hợp dao động và xây dựng âm thanh cùng nhau. Đây là nguyên liệu của dạng sóng tổng hợp. Ngược với nó (phục hồi tín hiệu phức tạp thành những thành phần sine của nó) là nguyên tắc của Fourier Transform, trái tim của bộ phân tích âm thanh, xử dụng cho tối ưu hóa.

1.1.8.1 Sóng sine

Một dạng sóng sine, dạng sóng đơn giản, mô tả như là một tần số duy nhất với biên độ và giá trị phase. Sóng sine "tinh khiết- pure" là cấu trúc lý thuyết không có phân lượng tần số nào khác hơn là dạng cơ bản.

Sóng sine tạo ra có vài phân lượng họa âm (harmonic) ngoài ý muốn (họa âm là bội số tuyến tính của tần số cơ bản), nhưng có thể thực hiện đủ tinh khiết, đủ dùng làm tín hiệu kiểm tra để phát hiện méo họa âm trong thiết bị của chúng ta.

Sóng sine là khối xây dựng cơ bản của tín hiệu âm thanh phức tạp, kết hợp của sóng sine với nhiều tần số khác nhau có biên độ và giá trị phase tiêu chuẩn.

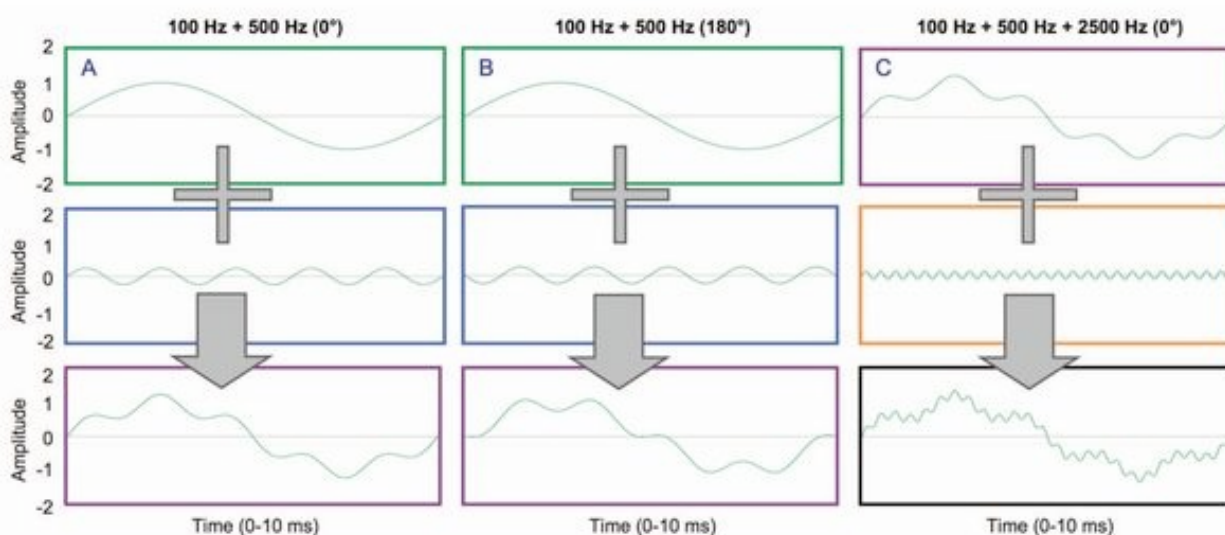
Trạng thái ổn định của sóng sine làm nó phù hợp với mức độ hiệu chuẩn trong hệ thống điện tử (analog hay digital) có đáp ứng tần số phẳng, cho phép một tần số duy nhất chứng minh cho phạm vi hoạt động dồi dào của nó. Không thể mô tả loa như là tổng thể của sóng sine đơn nhất, vì đáp ứng của nó có tần số phụ thuộc rất cao và cách giải thích có thể bị ảnh hưởng mạnh bởi sự phản dội.

Nền tảng

1.1.8.2 Kết hợp tần số không phù hợp -- Combining Unmatched Frequencies

Nhiều tần số cùng tồn tại trong dạng sóng khi trộn lẫn nhiều phase với nhau (Hình 1.11). Biên độ và đặc điểm phase của từng tần số sẽ chồng lên nhau trong dạng sóng. Biên độ tăng lên trong phần của dạng sóng nào có tín hiệu và phase phù hợp trong giây lát, do đó làm tăng crest factor vượt quá 3dB của từng sóng sine riêng.

Có thể tách từng tần số riêng bằng filter hay bằng cách tính toán (thí dụ Fourier Transform). Phase tương đối của tần số hỗn hợp ảnh hưởng đến biên độ sóng kết hợp nhưng không ảnh hưởng đến từng tần số riêng. Nói cách khác, tần số 10kHz không thể thêm vào, hay hủy bỏ tần số 1kHz, bất kể phase tương đối ra sao. Tuy nhiên, dạng sóng kết hợp khác với phase tương đối.



Hình 1.11 Trộn dạng sóng: sự kết hợp của tín hiệu với tần số không phù hợp

1.1.8.3 Tạp âm trắng và hồng -- White and Pink Noise

Có vài dạng sóng đặc biệt luôn trở lại với chúng ta. Tạp âm trắng có thể nói là âm thanh tự nhiên nhất trên thế giới: Có tất cả tần số, tất cả thời gian, với phase ngẫu nhiên và mức độ thống kê làm phẳng. Tạp âm trắng là sản phẩm của phân tử chuyển động ngẫu nhiên trong thiết bị điện tử của chúng ta, cũng gọi là tạp âm sàn (noise floor) và thậm họa âm thanh của mic radio. Năng lượng trải đều trên dải tần số tuyến tính, do đó có nửa số năng lượng mà con người có thể nghe được là dưới 10kHz và một nửa ở trên. Tạp âm trắng được coi là âm phổ, nghiêng về phía HF (và gọi là "rít-hiss" vì tai của chúng ta đáp ứng trên cơ sở log theo tần số).

Tạp âm hồng, là tín hiệu âm thanh kiểm tra âm phổ thường gặp nhất, là dao động tạp âm trắng, lọc âm thanh đến tai chúng ta. Tần số cao bị suy giảm 3dB/bát độ. "Log" này là tạp âm tuyến tính và phân phối năng lượng quân bình cho bộ phận/bát độ, 1/3/bát độ (octave) v.v.

1.1.8.4 Xung lực -- Impulse

Chúng ta chỉ gặp tạp âm ngẫu nhiên: tất cả tần số, mức độ quân bình, liên tục với phase ngẫu nhiên. Xung lực là dạng sóng đặc biệt: có tất cả tần số, mức độ quân bình, một chu kỳ, đồng phase. Hãy nghĩ đến xung lực như tất cả tần số tại vạch xuất phát của đường đua. Tiếng súng nổ lên và mọi người chạy một vòng rồi dừng lại. Thật ra, khẩu súng khởi động là máy phát xung âm thanh, được Acousticians xử dụng để phân tích. Lắng nghe xung trong phòng bọ cạp thời điểm và vị trí của đường dẫn phản dội. Máy phát xung đó sẽ không làm bạn gặp rắc rối với an ninh sân bay vì nó chỉ là hai tay vỗ vào nhau.

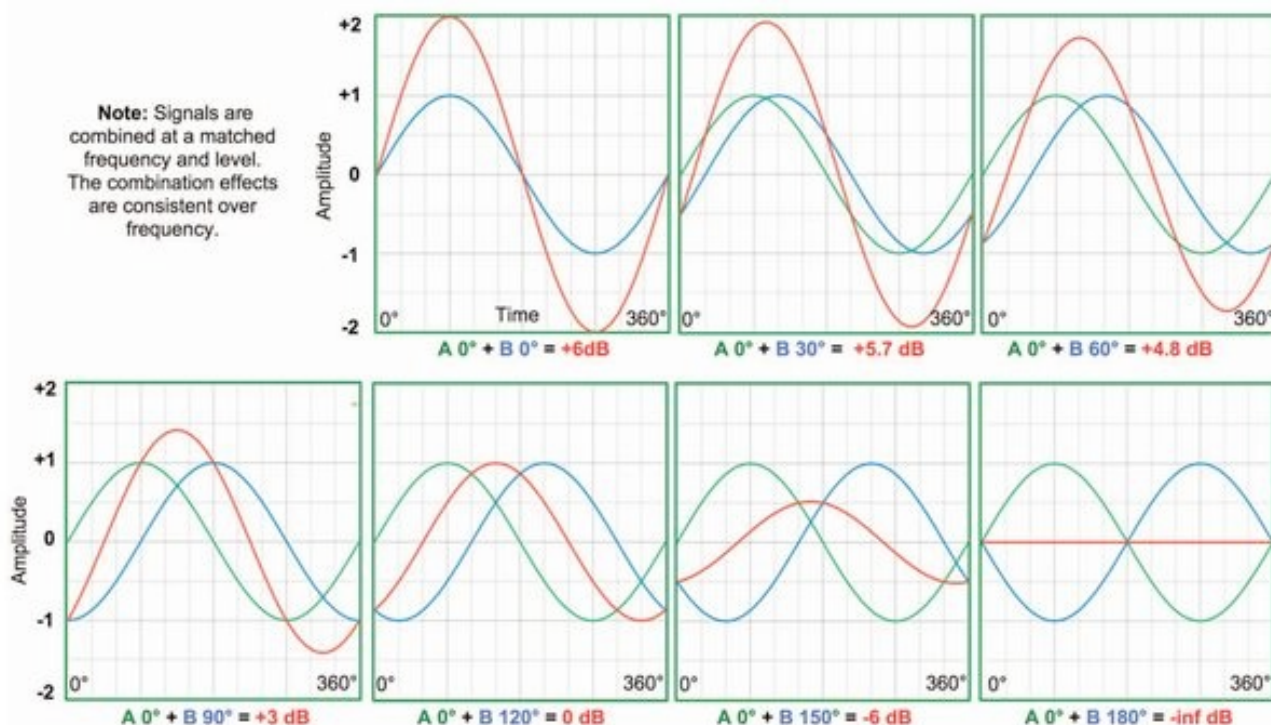
Chương 1

1.1.8.5 Kết hợp nhiều tần số phù hợp -- Combining Matched Frequencies

Tín hiệu có nhiều tần số phù hợp, hợp nhất để tạo ra dạng sóng mới, chỉ khác nhau ở biên độ từ tín hiệu ban đầu, bao gồm chính nó (Hình 1.12). Kết quả dạng sóng phụ thuộc vào đặc tính biên độ và phase tương đối của nó, có thể lớn hơn, nhỏ hơn hay bằng với những tần số đóng góp riêng. Sự kết hợp của tín hiệu tần số mức độ kết hợp quân bình nói chung sẽ tăng lên khi bù phase $< \pm 120^\circ$ và giảm đi khi ở giữa $\pm 120^\circ$ và $\pm 180^\circ$. Trên thực tế, không thể tách tín hiệu ban đầu bằng filter hay tính toán. Kết hợp dạng sóng của hai tín hiệu có biên độ và phase phù hợp thì không thể phân biệt là từ một tín hiệu duy nhất có mức độ gấp đôi. Ngược lại, kết hợp dạng sóng của hai tín hiệu có biên độ phù hợp với bù phase 180° là không thể phân biệt với unplugged (không cắm điện?).

1.1.8.6 Kết hợp dạng sóng không tương quan -- Combining Uncorrelated Waveforms (Mixing)

Kết hợp dạng sóng không phù hợp-unmatched (không tương quan) phức tạp với nhau để tạo ra dạng sóng mới có sự liên đới ngẫu nhiên đến mỗi bộ phận ban đầu. Phải đánh giá sự kết hợp nhiều dạng sóng phức tạp không phù hợp (nhiều tần số) trên cơ sở từng thời điểm. Thí dụ rõ ràng của tín hiệu không tương quan là hai bài nhạc khác nhau: tần số đang đồng phase ở một thời điểm và lệch phase ở thời điểm tiếp theo. Đây có thể là bài nhạc khác nhau, nhạc cụ khác nhau chơi cùng một bài nhạc hay thậm chí violin chơi cùng phần nhạc đó trong bản giao hưởng. Trong tất cả trường hợp, quan hệ giữa những tín hiệu này không ổn định, do đó không có khả năng bổ sung hay giảm đi phù hợp với một tần số nào đó. Kết hợp nhiều dạng sóng không phù hợp là bản chất của "trộn-mix", do đó nó tách biệt với sự kết hợp của dạng sóng phù hợp (tổng tương quan), quan tâm chính khi tối ưu hóa hệ thống.



Hình 1.12 Kết hợp tín hiệu với tần số phù hợp (tổng tương quan): Những ảnh hưởng của phase tương đối về đáp ứng kết hợp, hiển thị ở đây.

Nền tảng

1.1.8.7 Kết hợp dạng sóng tương quan (Cộng âm) -- Combining Correlated Waveforms (Summation)

Kết hợp dạng sóng phù hợp (tương quan) phức tạp cũng tạo ra dạng sóng mới, nhưng mối quan hệ có trật tự và dự đoán được, đến phần gốc nguyên bản. Tín hiệu phase phù hợp tạo ra dạng sóng phù hợp có hình dạng tương tự đến từng cá thể, nhưng với biên độ cao hơn. Nếu có bù thời gian giữa những tín hiệu, dạng sóng mới sẽ biến đổi một cách ổn định và dự đoán được, xen kẽ việc bổ sung và giảm đáp ứng biên độ theo tần số (còn gọi là "comb filtering-lọc lược").

Thí dụ là bản sao của dòng nhạc cùng kết hợp trong bộ xử lý tín hiệu. Với không bù thời gian, sự kết hợp sẽ có thêm toàn dải (full-range). Sẽ tạo ra comb filtering (hiệu ứng lọc lược) bởi việc bù thời gian giữa những tín hiệu. Sự tương tác của loa mang cùng một tín hiệu trong phòng thì phức tạp hơn vì đánh giá sự tương tác phải trên cơ sở từng tần số và từng vị trí một (chuyên sâu hơn trong chương 4).

1.1.8.8 Dạng tương tự -- Analog Form

Dao động là hàm liên tục. Chúng ta không thể đi từ điểm A đến điểm B mà không đi qua tất cả điểm ở giữa. Đó là bản chất của âm thanh analog: chuyển động của âm thoa, lò xo, kim hát đĩa, loa hình nón và nhiều hơn thế nữa. Một bài nhạc, trong dạng analog, là hàng loạt chuyển động trong dạng sóng theo thời gian, luôn luôn đi theo cách này hay cách khác (+/-, trong/ngoài, v.v). Nếu dừng di chuyển, thì bài nhạc cũng vậy. Nếu chúng ta có thể theo dõi chuyển động liên tục này trên thiết bị và chuyển nó đến thiết bị âm thanh, chúng ta sẽ nhận ra đó là cùng một bài nhạc, ngay cả khi một phiên bản đến bằng từ thông (băng cassette) và một đến từ chuyển động cơ học của cây kim trong rãnh đĩa. Âm thanh analog sẽ giống như bài tập vẽ liên tục, một bản chép không bao giờ nhấc bút chì khỏi giấy.

Di chuyển dạng sóng giữa phương tiện điện, từ trường và âm thanh giống như vẽ lại phác thảo bút chì bằng phương tiện khác như sơn, đá hay bất cứ cái gì. Chú ý, thuật ngữ "mediums-phương tiện-môi trường" có nhiều ý nghĩa như nhau trong cả hai lĩnh vực.

1.1.8.9 Dạng digital -- Digital Form

Âm thanh digital là hàm không liên tục. Chúng ta chỉ có thể nhận được từ điểm 0 đến điểm 1 mà không đánh giá bất kỳ điểm nào ở giữa. Lắng nghe 0 và số 1 có vẻ khá nhàm chán, ngay cả đối với những người có điểm ưu việt. Dạng sóng digital là bản sao của dạng sóng analog, nhưng hoạt động khác với quy trình dẫn truyền giữa những phương tiện tương tự thảo luận ở trên. Analog-to-digital xắt mỏng tín hiệu liên tục thành từng mẫu nhỏ (ba-da-boom), mỗi trong số đó đại diện cho những giá trị biên độ nhất thời phù hợp nhất. Tính trung thực của việc biểu hiện digital phụ thuộc vào cách chúng ta cắt nhuyển cả biên độ lẫn phase (thời gian) ra sao. Xác định độ chính xác của biên độ bằng số bit (24-bit là tiêu chuẩn hiện hành), và độ chính xác của thời gian (còn gọi là tỷ lệ mẫu- sample rate) thường là 48kHz (khoảng 0,02ms).

Coi như chúng ta đang có bản vẽ bút chì vẽ ban đầu. Nếu bạn nhìn bức vẽ đủ gần, bạn có thể thấy không có đường liền nét, chỉ có rất nhiều chấm nhỏ mà thôi. Đó là bản chất của digital. Audio pixel (điểm âm thanh). Vẽ đẹp của nó là, một khi chúng ta có những bản sao digital, chúng ta có thể gửi nó trên toàn thế giới mà không cần thay đổi nó, miễn là chúng ta phải rất cẩn thận. Đây không phải là giả thuyết có thật về tín hiệu analog, vì tất cả phương tiện âm thanh đều có vài dạng suy thoái (biến dạng, biến đổi tần số đáp ứng, dịch phase, v.v). Ghi nhớ, chúng ta không bao giờ có thể nghe thấy âm thanh digital. Chúng ta chỉ nhận được niềm vui sau khi chuyển đổi dạng sóng trở lại analog, vì vào cuối ngày, chúng ta phải xử dụng phương tiện không khí analog để đến được đôi tai analog của chúng ta. Lần chuyển đổi này đòi hỏi người ghi chép lấy bút chì ra một lần nữa và vẽ một đường ngang, nối liên tục giữa tất cả dấu chấm trong bức ảnh digital của chúng ta thành những nét vẽ ban đầu.

Chương 1

1.1.9 Phương tiện, môi trường -- Medium

Dạng sóng âm thanh analog truyền qua môi trường. Trong sách này, những phân tử không khí sẽ là phương tiện âm thanh; điện tích điện tử và từ thông phục vụ như là phương tiện điện từ. Mỗi phương tiện đều có tính chất độc đáo như tốc độ truyền tải, đặc điểm lan truyền, tỷ lệ hao hụt, đáp ứng tần số, phạm vi hoạt động (dynamic range) và còn nhiều nữa. Âm thanh digital (giữa chuyển đổi analog) truyền theo một phương tiện (không xuyên qua nó).

1.1.9.1 Tốc độ lan truyền -- Propagation Speed

Lan truyền qua môi trường là phản ứng dây chuyền. Mỗi chuyển giao năng lượng mất thời gian (độ trễ cộng dồn) do đó, chúng ta đi qua nhiều môi trường phải mất rất nhiều. Tốc độ truyền dẫn không đổi theo tần số nhưng biến theo phương tiện. Lan truyền điện từ là quá nhanh, chúng ta có thể coi nó là tức thời. Tốc độ truyền âm thanh có liên quan đến mật độ phân tử của môi trường (mật độ cao mang lại tốc độ cao hơn). Âm thanh truyền qua một thanh kim loại (rất dày) nhanh hơn nước (mật độ trung bình), nhanh hơn không khí (mật độ thấp). Tuy nhiên, âm thanh truyền cùng một tốc độ, đối với thanh kim loại nặng và show ngoài trời (ba-da-boom).

1.1.9.2 Bước sóng (λ) -- Wavelength

Tần số âm thanh có kích thước vật lý khi nó tồn tại trong môi trường truyền dẫn. Bước sóng (λ) là truyền tải tốc độ/tần số, hay truyền tải tốc độ $\times$ thời gian (T). Bước sóng tỷ lệ nghịch với tần số (nhỏ hơn khi tần số tăng).

Bước sóng âm thanh trong không khí có kích thước từ lớn nhất là tàu vận chuyển container so với chiều rộng ngón tay của đứa trẻ, khoảng 1000:1. Tại sao chúng ta nên quan tâm về bước sóng? Rốt cuộc, không có bộ phân tích âm thanh nào cho ra cái này, và không có nút bấm nào trên console của chúng ta có thể điều chỉnh nó. Trong thật tế, chúng ta có thể sung sướng vì không biết gì về bước sóng, miễn là chúng ta chỉ xử dụng một loa duy nhất trong một môi trường phản dội tự do.

Bước sóng là tham số quyết định trong tổng âm thanh của array loa và phòng. Một khi có thể hình dung ra bước sóng, chúng ta có thể di chuyển loa và biết sẽ xảy ra cái gì.

Transmission mediums				
Medium	Transmission	Speed (m/s)	Wavelength @ 1kHz	Transducers
Air	Pressure change	342	0.342	Microphone, loudspeaker
Water	Pressure change	1484	1.484	Hydrophone, loudspeaker
Iron	Mechanical vibration	5102	5.102	Accelerometer, vibrator
Electrical	Electrical charge	200k+	200+	Transformer, mic, speaker
Magnetic	Magnetic flux	200k+	200+	Transformer, mic, speaker

Hình 1.13 Thuộc tính cơ bản của phương tiện truyền dẫn âm thanh.

1.1.9.3 Dẫn truyền, chuyển đổi và độ nhạy – Transmission, transducer and sensitivity

Dẫn truyền là quy trình chuyển đổi dạng sóng giữa phương tiện (Hình 1.13). Transducer là chuyển đổi phương tiện. Thí dụ bao gồm âm thanh đến điện từ-electromagnetic (micro), và ngược lại (loa). Giá trị biên độ và bước sóng trong phương tiện (thí dụ áp lực cho âm thanh) được thu nhỏ và chuyển đổi thành

Nền tảng

phương tiện khác (thí dụ điện thế cho điện từ). Chìa khóa xác định cho dẫn truyền gọi là "độ nhạy", cái này vốn đã mang đơn vị từ cả hai phía của chuyển đổi. Độ nhạy của micro nối điện thế output đến áp lực input (SPL), với đơn vị chuẩn bị mv/pascal. Độ nhạy của loa liên quan đến áp lực âm thanh output vào input để khiến công suất. Dạng thức tiêu chuẩn là dB SPL @ 1 mét với input 1-watt.

1.2 Thang đo âm thanh – Audio scales

Cuốn sách này có đầy đủ biểu đồ và đồ thị, tất cả đều có thang đo. Sớm thôi, chúng ta sẽ xác định nó dễ hơn, sẽ đưa vào xử dụng nó. *(Scale có quá nhiều nghĩa: ở ngữ cảnh này nó là: tỷ lệ, độ chia, phạm vi, thang đo, quy mô v.v – ND).*

1.2.1 Biên độ tuyến tính -- Linear amplitude

Biên độ là tất cả về kích cỡ. Có một triệu cách đặt tỷ lệ cho nó (hay tôi nên nói có cách 120dB). Ít khi xử dụng đơn vị mức độ tuyến tính trong âm thanh mặc dù nó tương ứng trực tiếp đến sự thay đổi áp suất điện và âm thanh trong thế giới vật lý (nhận thức mức độ của chúng ta là logarit). Nhiều kỹ sư đi hết toàn bộ sự nghiệp của họ mà không nghĩ đến mức độ âm thanh tuyến tính. Chúng ta có thể làm show rock với hệ thống âm thanh mà chỉ có thể đạt 20pascal (120dB SPL)? Console của tôi bị clip tại 10Vrms. Đây có phải là bình thường? (Có, đó là 20dBV). Tôi biết một người gửi 42 dBV @ 60Hz như một giai điệu kiểm tra cho vài người mà hẳn không thích. Bạn có thể nhận ra phiên bản tuyến tính: 120Vrms @ 60Hz. Tìm thấy điện thế trong nhiều lĩnh vực ngoài con đường âm thanh, do đó, nó sẽ giúp bạn có thông thạo song ngữ giữa tuyến tính và log.

Hãy đếm bằng tuyến tính. thay đổi gia tăng từ 1volt đến 2, 3 và 4 volt là thay đổi tuyến tính tuần tự của +1volt. Nếu chúng ta bắt đầu tại 101V và tiếp tục hướng tuyến tính này, chúng ta sẽ thấy 101V, 102, 103 và 104V.

Bây giờ chúng ta hãy đếm cùng một chuỗi điện thế bằng log (ước tính): 1V 2V (+6dB), 2V 3V (+4dB), 3V 4V (+2 dB). Tổng quãng chạy từ 1V đến 4V là 12dB. Ngược lại, toàn bộ chuỗi 4-volt bắt đầu từ 101V sẽ không, ngay cả tổng là 0.5dB. Biên độ tuyến tính bao gồm volt (điện), microbars hay pascal (âm thanh), chuyển động cơ học (lệch trục- excursion), từ thông và còn nhiều nữa.

1.2.2 Biên độ Log -- Log amplitude (20 log₁₀ decibel scale)

Thang đo biên độ log đặc trưng là một tỷ lệ (dB), liên quan đến tham chiếu (cố định hay biến số) (Hình 1.14). Thí dụ như dBV (điện) và dB SPL (âm thanh). Gấp đôi liên tiếp (6dB) của áp suất âm thanh được coi là gia số tăng ngang của sự thay đổi (nhận thức về thang log). Do đó mức độ âm thanh (và những thiết bị điện từ mà nó khiến) có đặc điểm tốt nhất như log. Gấp đôi tuyến tính liên tiếp của 1 microbar (2, 4 và 8microbars) sẽ thay đổi liên tục khoảng 6dB (94, 100, 106 và 112 dB SPL).

1.2.2.1 Decibel điện (DBV và DBU) -- Electronic Decibel

Một trong những tiêu chuẩn bắt buộc nặng nhất trong âm thanh chuyên nghiệp là không bao giờ chỉ có một tiêu chuẩn (Hình 1.15). Có ít nhất hai mươi thang đo dB cho điện thế. Chỉ có xử dụng có hai là đủ, đáng ghi nhớ: dBV (1volt tiêu chuẩn) và dBu (0,775volt tiêu chuẩn). Sự khác biệt giữa nó là hằng số 2,21dB (0dBV = +2,21dBu và 0dBu = -2,21dBV). Có lịch sử sâu rộng về tiêu chuẩn điện thế dB quay trở lại điện thoại, có thể đọc ở chỗ nào đó khi bạn khó ngủ.

Thang đo dB được ưa chuộng vì tín hiệu âm thanh của chúng ta đang ở trong tình trạng thay đổi liên tục (bất biến). Chúng ta không thể kiểm soát âm nhạc hay nhạc sĩ. Chúng ta đang cưỡi lên mức độ cường độ tương đối với nhau liên miên, đến một thời điểm gần hay đến mức độ hợp pháp, trước khi cảnh

Chương 1

sát từ chối thẳng thừng. Thang đo dB phức tạp nhưng dễ hơn tuyến tính khi cố theo dõi mức độ tương đối có tỷ lệ 1.000.000: 1.

Decibel scale ratio reference							
20*log ₁₀ (Output / Input)				10*log ₁₀ (Output / Input)			
Pressure (SPL), voltage (V), current (I)				Power (P)			
Gain +		Loss -		Gain +		Loss -	
Log (dB)	Ratio (Out/In)	Log (dB)	Ratio (Out/In)	Log (dB)	Ratio (Out/In)	Log (dB)	Ratio (Out/In)
0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00
1.0	1.12	-1.0	0.89	0.5	1.12	-0.5	0.89
2.0	1.26	-2.0	0.79	1.0	1.26	-1.0	0.79
3.0	1.41	-3.0	0.71	1.5	1.41	-1.5	0.71
4.0	1.59	-4.0	0.63	2.0	1.59	-2.0	0.63
5.0	1.78	-5.0	0.56	2.5	1.78	-2.5	0.56
6.0	2.00	-6.0	0.50	3.0	2.00	-3.0	0.50
7.0	2.24	-7.0	0.45	3.5	2.24	-3.5	0.45
8.0	2.51	-8.0	0.40	4.0	2.51	-4.0	0.40
9.0	2.82	-9.0	0.35	4.5	2.82	-4.5	0.35
10	3.16	-10	0.32	5.0	3.16	-5.0	0.32
12	4.00	-12	0.25	6.0	4.00	-6.0	0.25
14	5.00	-14	0.20	7.0	5.00	-7.0	0.20
15	5.63	-15	0.18	7.5	5.66	-7.5	0.18
18	8.00	-18	0.13	9.0	8.00	-9.0	0.13
20	10	-20	0.10	10	10	-10	0.10
26	20	-26	0.05	13	20	-13	0.05
32	40	-32	0.025	16	40	-16	0.025
38	80	-38	0.013	19	80	-19	0.013
40	100	-40	0.010	20	100	-20	0.010
60	1,000	-60	0.001	30	1,000	-30	0.001
80	10,000	-80	0.0001	40	10,000	-40	0.0001
100	100,000	-100	0.00001	50	100,000	-50	0.00001

Hình 1.14 Thang đo tham chiếu Decibel cho thấy tỷ lệ chuyển đổi cho 20log 10log

Audio system voltage level reference									
Audio signal level			Mic level		Line level		Speaker level		
Voltage (Volts)	dBV	dBu	250 Ω (Watts)	1k Ω (Watts)	16 Ω (Watts)	8 Ω (Watts)	4 Ω (Watts)		
89	39	41.2			512	1024	2048		
63	36	38.2			256	512	1024		
45	33	35.2			128	256	512		
32	30	32.2			64	128	256		
22	27	29.2			32	64	128		
16	24	26.2			16	32	64		
11	21	23.2			8	16	32		
8.0	18	20.2			4	8	16		
5.6	15	17.2			2	4	8		
4.0	12	14.2			1	2	4		
2.8	9	11.2			500 m	1	2		
2.0	6	8.2			250 m	500 m	1		
1.4	3	5.2			125 m	250 m	500 m		
1.0	0	2.2			63 m	125 m	250 m		
707 m	-3	-0.8			31 m	63 m	125 m		
500 m	-6	-3.8			16 m	31 m	63 m		
356 m	-9	-6.8			8 m	16 m	31 m		
250 m	-12	-9.8			4 m	8 m	16 m		
178 m	-15	-12.8			2 m	4 m	8 m		
125 m	-18	-15.8			1 m	2 m	4 m		
89 m	-21	-18.8				1 m	2 m		
63 m	-24	-21.8					1 m		
45 m	-27	-24.8							
32 m	-30	-27.8							
22 m	-33	-30.8							
16 m	-36	-33.8							
11 m	-39	-36.8							
8.0 m	-42	-39.8							
5.6 m	-45	-42.8							
4.0 m	-48	-45.8							
2.8 m	-51	-48.8							
2.0 m	-54	-51.8							
1.4 m	-57	-54.8							
1.0 m	-60	-57.8							
707 μ	-63	-60.8							
500 μ	-66	-63.8							
356 μ	-69	-66.8							
250 μ	-72	-69.8							
178 μ	-75	-72.8							
125 μ	-78	-75.8							
89 μ	-81	-78.8							
63 μ	-84	-81.8							
45 μ	-87	-84.8							
32 μ	-90	-87.8							
22 μ	-93	-90.8							
16 μ	-96	-93.8							
11 μ	-99	-96.8							
8.0 μ	-102	-99.8							

Hình 1.15 Mức độ hoạt động điện tử analog: mức độ micro, line và loa

Nền tảng

Ít nhất, chúng ta cần nên biết mức điện thế cực đại cho thiết bị của chúng ta, thường khoảng 10volt (thí dụ: 20dBV, 22,21 dBu). Tụ âm sàn phải ở trong phạm vi -100 dBV. Ở giữa, chúng ta tìm giá trị "danh định-nominal" 0dBV (hay dBu), bố trí mục tiêu cho dòng chính âm thanh (audio mainstream). Cái này nằm trên headroom 20dB và dưới tụ âm sàn 100dB.

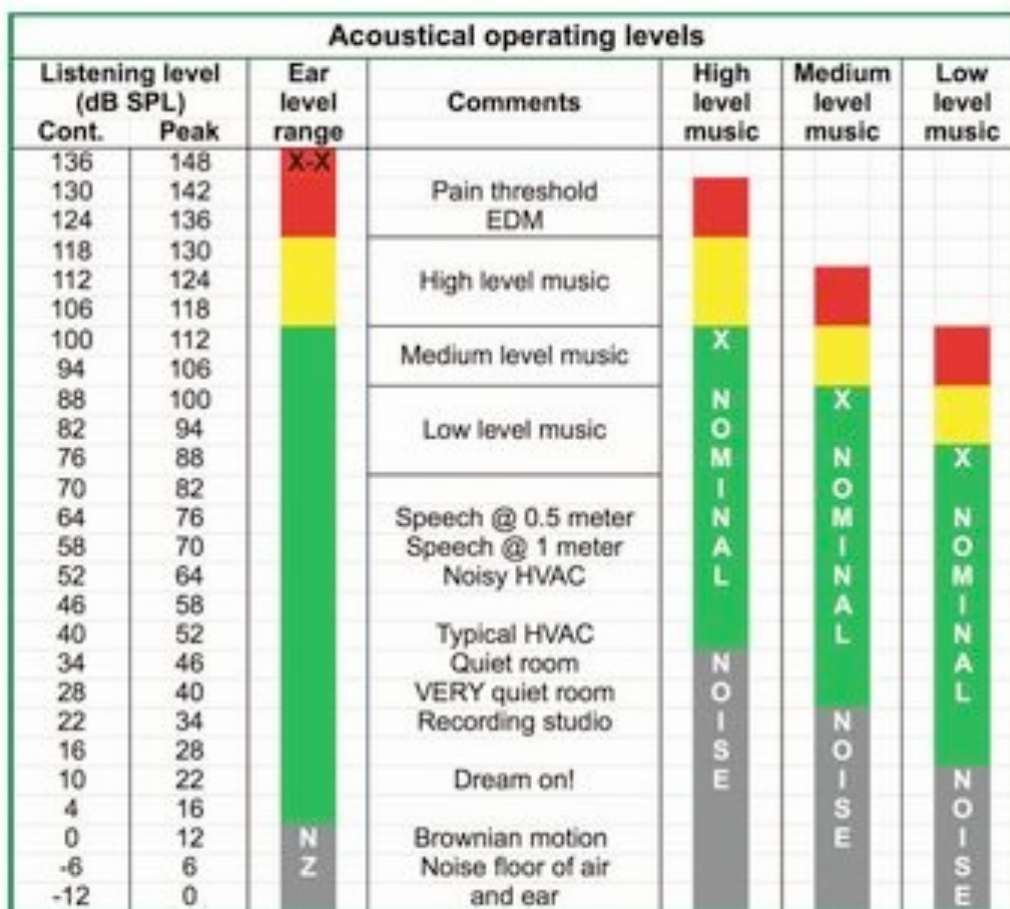
$$\text{Mức độ (dBV)} = 20 \times \text{mức độ log10 } 1/1 \text{ V}$$

$$\text{Mức độ (dBu)} = 20 \times \text{mức độ log10 } 1/0.775 \text{ V}$$

1.2.2.2 Decibel âm thanh (dB SPL) -- Acoustic Decibel

Thuật ngữ phổ biến cho mức độ âm là dB SPL (Mức áp suất âm thanh), thước đo của của biến thể áp lực bên trên và dưới áp suất không khí chung quanh.

Mức độ (dBSPL) = $20 \times \log_{10} P/0.0002$, trong đó P là áp suất RMS tính bằng microbars (dynes/cm²). Tiêu chuẩn tham chiếu là 0dB SPL, ngưỡng tai nghe được của người trung bình (Hình 1.16). Giới hạn của độ nghe được tiếp cận mức độ tạp âm của môi trường không khí, nghĩa là mức độ của phân tử chuyển động tạo ra tạp âm ngẫu nhiên của riêng nó. Thật an ủi khi biết chúng ta không bỏ lỡ bất cứ điều gì. Ngưỡng đau tai khoảng lớn hơn 3 triệu lần tại 130dB SPL. Ngưỡng của âm thanh loạn trí đã đạt 170dB SPL bởi người cuồng tín âm thanh trên xe hơi. Giá trị sau đây là những biểu thức tương đương với ngưỡng nghe: 0dB SPL, 0.0002 dynes/cm², 0.0002 microbars và 20micropascals (μPa). dB SPL là log và tất cả cái khác là tuyến tính. Cho hầu hết việc tối ưu hóa chúng ta chỉ cần thỏa thuận với dạng thức log.



Hình 1.16 Mức độ âm hoạt động: yên lặng, lớn và phát điên.

Chương 1

Đơn vị dB SPL phụ

dB SPL có mức độ trung bình (average) và peak tương tự như đơn vị điện thế. Giá trị SPL khác nhau, tuy nhiên, trong đó có thể có hằng số thời gian, liên quan đến việc tính toán.

- dB SPL peak: Mức cao nhất đạt được trong khoảng thời gian đo là peak (dB SPLpk).
- dB SPL liên tục (nhạy): SPL trung bình theo tích hợp thời gian 250ms. Thời gian tích hợp nhanh bắt chước hệ thống thính giác của chúng ta về SPL/độ lớn-loudness xuất hiện đột nhiên tương đối ngắn. Mất khoảng 100ms cho tai tích hợp đầy đủ mức độ âm thanh.
- dB SPL liên tục (chậm): Một phần của tích hợp thời gian, mở rộng đến 1giây, có nhiều đại diện của tải nhiệt và tiếp xúc lâu dài.
- dB SPL LE (dài hạn): Đây là SPL trung bình trong khoảng thời gian rất dài, thường vài phút. Xử dụng thiết lập này để theo dõi mức độ cho điểm ca nhạc ngoài trời có hàng xóm phàn nàn về tiếng động. Số chỉ LE quá mức có thể tiêu tốn của bạn nhạc rất nhiều tiền.

Trọng số dB SPL -- Weighting

Có nhiều phiên bản filter theo thang đo SPL (Hình. 1.17), tìm cách bù cho sự biến đổi tần số đáp ứng mức độ phụ thuộc vào nhận thức thính giác con người (những "đường biểu diễn tạp âm quân bình" mô tả trong phần 5.1).

- dB SPL Z (trọng số "Z"): Đây là một khuynh hướng gần đây để chỉ những đáp ứng không trọng số. Để đánh vắn hơn.
- dB SPL A (trọng số "A"): Tương ứng với đáp ứng của tai ở mức độ nhỏ. Hầu như không tồn tại giải LF. Áp dụng cho phép đo tạp âm sàn. Thường xử dụng như thông số SPL tối đa để truyền tiếng nói. Không phát hiện ra loa subwoofer đã mở hay tắt với chế độ A-weighted.
- dB SPL B (trọng số "B"): Tương ứng với đáp ứng của tai ở mức trung bình. Giải LF tự giảm xuống nhưng không nhiều như trọng số A (-10dB @ 60 Hz). Áp dụng cho phép đo xử dụng tài liệu chương trình âm nhạc.
- dB SPL C (trọng số "C"): Tương ứng với đáp ứng của tai ở mức độ cao. Gần như đáp ứng phẳng. Áp dụng cho phép đo mức cực đại. Xử dụng như là một đặc điểm kỹ thuật cho các cấp hệ thống truyền dẫn âm nhạc toàn giải (full-range). Loa subwoofer mở hay tắt sẽ có tác động đáng chú ý khi xử dụng trọng số C.

1.2.3 Công suất (thang đo decibel 10 log10) -- Power

Công suất bắt nguồn từ sự kết hợp nhiều thông số (thí dụ điện thế và cường độ, hay áp suất và diện tích bề mặt). Công thức 10 log10 là chuyển đổi log của tỷ lệ công suất (như hình 1.14). Hiếm khi xử dụng nó trong tối ưu hóa hệ thống vì bộ phân tích chỉ theo dõi thông số số ít như điện thế và SPL hơn là năng lượng (tính theo watt). Tốt nhất là dành ưu tiên không gian bộ nhớ giới hạn của chúng ta cho công thức 20 log10 và bỏ lại 10 log10 cho Google.

1.2.4 Phase

Thang đo tiêu chuẩn cho phase kéo dài từ 0° đến 360°. Những nơi hiển thị phổ biến nhất là 0° tại trung tâm và ±180° tại hai cực trên và dưới, nhưng cũng có sẵn tùy chọn khác. Thang đo phase mở rộng là tròn và do đó rất khác với biên độ. Khi chúng ta có được biên độ nhiều hơn, đơn giản chỉ là mở rộng thang đo. Chúng ta không đi lên đến 10volt rồi bắt đầu lại ở mức 0 nếu chúng ta đi cao hơn. Phase thì khác vì nó lên đến 360°. Khi phase dịch vượt quá 360° nó kết thúc tốt chung quanh như một giá trị biệt

Nền tảng

đang trong giới hạn 360° (thí dụ lại xuất hiện 370° như 10°). Điều này cũng tương tự như cuộc đua xe mà xe đi đầu không thể phân biệt với xe đi chậm một vòng đua phía sau. Chúng ta chỉ biết ai sẽ giành chiến thắng từ dấu hiệu khác, chẳng hạn như xem toàn bộ cuộc đua, không chỉ vòng cuối cùng. Phase âm thanh sẽ cho dấu hiệu tương tự, nhưng trong trường hợp này, nó xem giá trị phase trong đáp ứng toàn bộ tần số chứ không phải chỉ một tần số.

Phase phục vụ chúng ta nghèo nàn như đơn vị đo tọa hình quạt. Radian là đơn vị nhiều "tính toán thân thiện" hơn, cho góc tọa thấy trong công thức, cần định vị phase cho chính xác. Kỹ sư âm thanh hiếm khi xử dụng radian để tối ưu hóa hệ thống. Một chu kỳ hoàn toàn (360°) có giá trị là 2π radian nên hãy cẩn thận hủy radian đi nếu hai nguồn mất đồng bộ π radian (180°).

Chúng ta học cách ghi nhớ thang đo phase 360° mặc dù nó có vẻ như tự ý chia hàm số vòng. Đó là vết tích của sai số quy tròn đầy khoan dung của nhà toán học người Ai Cập cổ đại. Hãy biết ơn nó vì không phải là 365° , có bước nhảy độ mỗi bốn chu kỳ.

1.2.5 Trục tần số tuyến tính -- Linear frequency axis

Thang tần số tuyến tính cho thấy khoảng cách băng thông-bandwidth bằng nhau (khoảng cách bất quân bình trong bát độ). Thang đo tuyến tính rất khó chịu, xây dựng dựa trên thật tế, gây phiền nhiễu tương xứng với cách tần số và phase tương tác trong thế giới vật chất. Khoảng cách giữa 1kHz, 2kHz, 3kHz và 4kHz (băng thông liên tiếp của 1kHz) thể hiện như khoảng cách bằng nhau. Phase, họa âm và lọc lược (comb filter) điều hòa tất cả khoảng cách theo trục tần số tuyến tính. Phép phân giải tần số của Fourier Transform (động cơ toán học cho phân tích của chúng ta) là tuyến tính. Thí dụ, bộ lọc rộng 100Hz có khoảng cách 100Hz gọi là "độ chính xác 100Hz".

1.2.6 Trục tần số Log

Thang tần số log cho thấy khoảng cách quân bình bằng tỷ lệ phần trăm băng thông (bát độ-octave), và khoảng cách bất quân bình trong băng thông. Điều này tương ứng chặt chẽ với nhận thức của chúng ta về khoảng cách giữa những tần số. Khoảng cách tuyến tính quân bình giữa 1kHz, 2kHz, 3kHz và 4kHz là băng thông tỷ lệ 1 octave, tương ứng $\frac{1}{2}$ và $\frac{1}{3}$ octave. Đáp ứng tần số log làm quân bình khoảng cách log của filter log. Thí dụ, bộ filter $\frac{1}{3}$ octave ở $\frac{1}{3}$ khoảng cách octave gọi là "độ chính xác $\frac{1}{3}$ octave".

1.2.7 Trục tần số Quasi-log

Thang tần số quasi-log là lai giữa log/tuyến tính (log khoảng cách của băng thông tuyến tính). Kéo căng một đáp ứng tuyến tính trên âm thanh full-range là không thiết thực khi tối ưu hóa, vì không có đủ dữ liệu ở tần low và/hay quá nhiều ở tần high. Thay vào đó là (thường) ghép hàng loạt tám octave tuyến tính với nhau để tạo ra màn hình quasi-log. Thực hiện việc này ở hầu hết bộ phân tích hiện đại dùng để tối ưu hóa. (Chi tiết đầy đủ trong Chương 12). Mỗi octave đáp ứng tần số quasi-log bắt nguồn từ khoảng cách log của độ chính xác tuyến tính (thí dụ khoảng cách $\frac{1}{48}$ octave của 48 điểm dữ liệu). Cái này gọi là "độ chính xác 48 điểm-point/octave".

1.2.8 Thời gian -- Time

Tick, tick, tick. Có vẻ lạ khi phải viết thời gian là tuyến tính (gia số cách đều nhau) và không phải log (gia số khoảng cách tương xứng). Đề cập đến điều này chỉ vì hiệu ứng đáp ứng tần số của hiệu số thời gian là tuyến tính hoàn toàn nhưng lại được cảm nhận bởi bộ não log của chúng ta. Vì vậy, chúng ta hãy yên tâm về cái này: Không có thời gian log.

Chương 1

1.3 Biểu đồ và đồ thị -- Charts and Graphs

Hãy đặt thang đo với nhau để làm ra biểu đồ và đồ thị mà chúng ta sử dụng cho thiết kế và tối ưu hóa. Sử dụng thành thạo trong việc đọc đồ thị là kỹ năng bắt buộc trong lĩnh vực này. Đồ thị 2-D, với trục x và trục y. Chúng ta thường thấy tần số và thời gian trên trục x và biên độ, phase và sự gắn kết trên trục y.

1.3.1 Biên độ (y) với thời gian (x) -- Amplitude (y) vs. time (x)

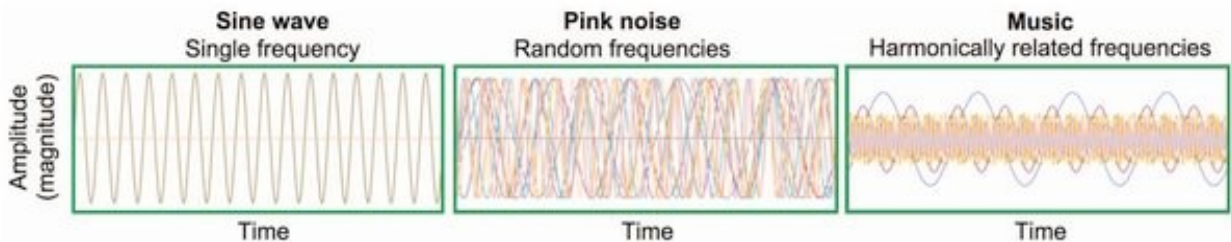
Biên độ so với thời gian là dạng sóng peak–peak thường thấy trên oscilloscopes hay biên tập âm thanh digital (Hình 1.18). Thang biên độ có thể là đường thẳng hay log nhưng thời gian chỉ là đường tuyến tính.

1.3.2 Biên độ (y) với tần số (x) -- Amplitude (y) vs. frequency (x)

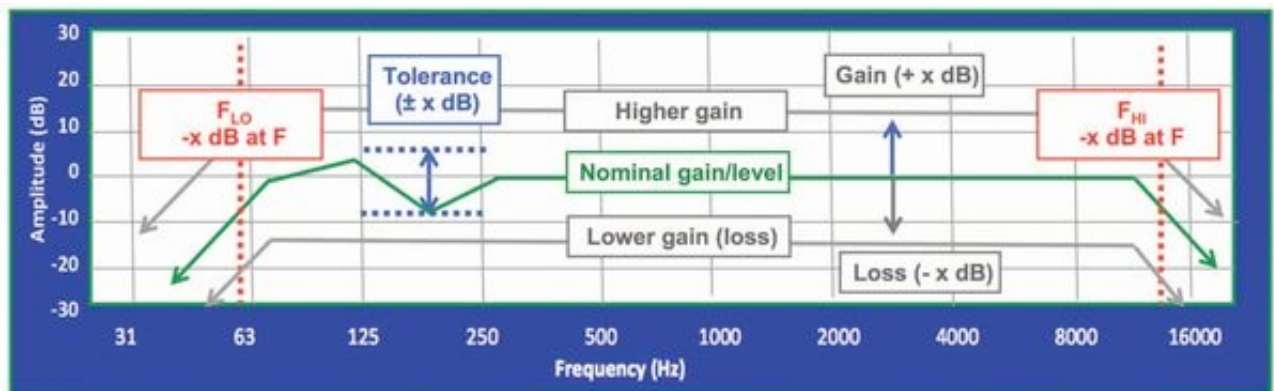
Dùng mức độ tuyệt đối trên tần số để kiểm tra tạp âm sàn-noise floor, âm phổ đến, méo họa âm, output tối đa và còn nhiều nữa. Trục y cho thấy mức độ chống lại một tiêu chuẩn cố định. Chúng ta có thể quan sát từng channel riêng, sử dụng để thực hiện tính toán hàm truyền (trong mục tiếp theo).

1.3.3 Biên độ tương đối (y) với tần số (x) -- Relative amplitude (y) vs. frequency (x)

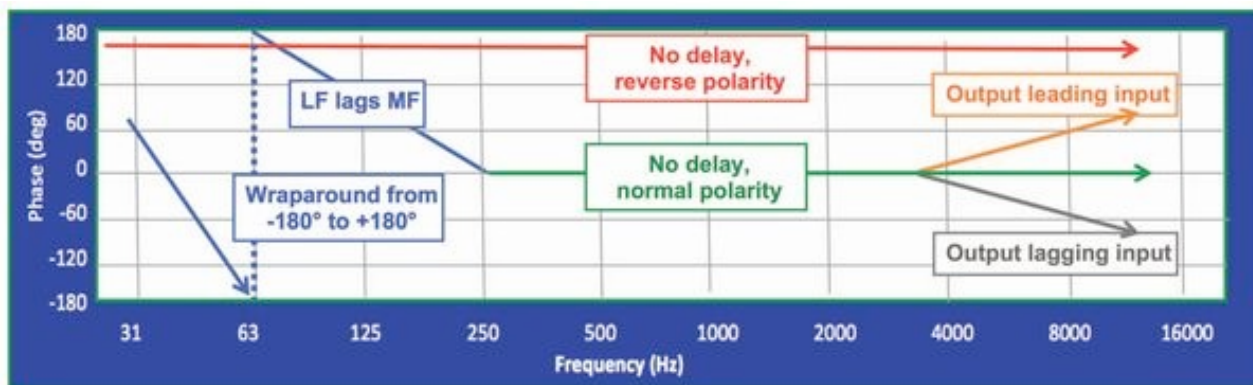
Mức độ tương đối trên thang tần số quasi-log là đồ thị phổ biến nhất trong hệ thống tối ưu hóa (Hình 1.19). Sử dụng chức năng đáp ứng chuyển giao này để thiết lập mức độ, sắp xếp crossover, cân bằng (EQ), định vị loa và còn nhiều nữa. Thang trục y đồng nhất mức độ với trung tâm và cho thấy cái được-gain ở trên và cái mất-loss ở dưới (dB). Thang tần số quasi-log được ưa thích vì độ chính xác của nó cao liên tục (24 đến 48 point/octave) và kết hợp chặt chẽ với nhận thức nghe của con người. Lựa chọn thay thế, thang tần số tuyến tính có thể giúp xác định những cơ chế liên quan đến thời gian (chẳng hạn như phase, comb filtering, phản dội, v.v).



Hình 1.18 Sơ đồ biên độ với thời gian cho nhiều dạng sóng khác nhau



Hình 1.19 Giới thiệu về biên độ tương đối với tần số (quasi-log)



Hình 1.20 Giới thiệu về phase tương đối với tần số (quasi-log)

1.3.4 Phase tương đối (y) với tần số (x) -- Relative phase (y) vs. frequency (x)

Đây là màn hình phase tiêu chuẩn của chúng ta (Hình 1.20). Trục y cho thấy giải 360°. Giữa chiều dọc thường là 0° nhưng có thể bình thường hóa chung quanh bất kỳ giá trị phase nào. Đáp ứng phase phẳng (đường ngang) cho độ dịch phase và bù thời gian bằng zero trong giải tần số hiển thị. Biến thể từ đáp ứng phase phẳng chỉ ra vài loại bù thời gian, hay là đầy đủ band (nghĩa là độ chờ- latency) hay (phase trễ) của tần số phụ thuộc. Đường dốc xuống (từ trái sang phải) chỉ ra độ trễ positive trong khi dốc lên chỉ độ trễ negative.

Quay hằng số phase theo chu kỳ tần số tuyến tính chỉ độ chờ (độ trễ tần số độc lập). Hình quasi-log cho thấy độ dốc, dốc với tần số (hàm tuyến tính trong màn hình log). Comb filtering (lọc lược) có vẻ như ngày càng thu hẹp khoảng cách giữa peak và dip khi tần số tăng (một lần nữa, hàm tuyến tính, hiển thị log). Filter làm trễ tần số phụ thuộc. Đáp ứng phase của filter có Q nhất định sẽ duy trì hình dạng (độ dốc) tương tự khi tần số tăng.

Lưu ý: Đừng sợ nếu bạn vẫn chưa hiểu về phase. Phần này chỉ nhằm cung cấp đủ thông tin để giúp đọc ra dấu vết phase để chúng ta đi tiếp tục. Nếu phase mà dễ, sách này chỉ dày năm trang.

Phase tương đối trên thang tần số tuyến tính ít phổ biến, nhưng trực quan hơn log. Độ dốc phase trên thang tần số tuyến tính cho thấy rõ quan hệ giữa phase và thời gian (cơ chế tuyến tính trên thang tuyến tính). Đáp ứng phase phẳng cho thấy không chênh lệch thời gian tại bất kỳ tần số nào, giống như màn hình log. Độ chờ tạo ra phase dốc liên tục như tần số tăng.

Xuất hiện comb filter như khoảng cách cố định của peaks và dips khi tần số tăng. Thuật ngữ "lọc lược- comb filter" xuất phát từ sự xuất hiện thang tần số tuyến tính của nó.

1.3.5 Đáp ứng xung: biên độ tương đối (y) với thời gian tương đối (x) --

Impulse response: relative amplitude (y) vs. relative time (x)

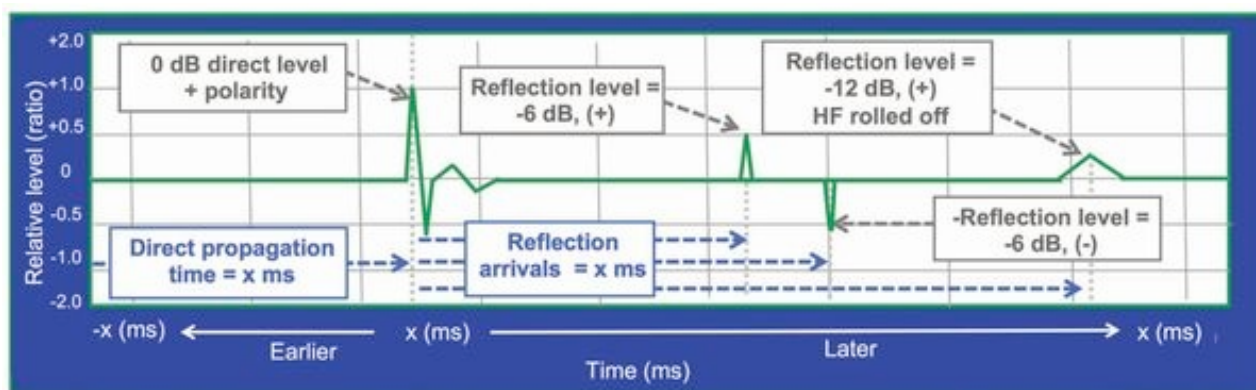
Đáp ứng xung là ưa thích của bộ phân tích hiện đại (Hình. 1.21). Chúng ta có thể tìm thấy bù trễ (delay offsets) giữa loa với độ chính xác cực kỳ trong vài giây. Theo dõi những peak nhảy múa, đọc ra số liệu bằng ms. Làm xong rồi! Ma thuật! Và nó có vẻ giống như ma thuật cho hầu hết chúng ta, thậm chí còn hơn vậy khi chúng ta dừng suy nghĩ về tính toán này là cái gì.

Đáp ứng phân tích xung FFT là công trình toán học về hình ảnh chúng ta sẽ thấy trên oscilloscope giả định (biên độ so với thời gian) với một xung đơn giả định. Trong thật tế, chúng ta có được biên độ tương đối so với thời gian tương đối. Chuyện đầy đủ về có cái gì ở dưới mũi xe sẽ phải đợi cho đến phần 12.12. Còn bây giờ chúng ta sẽ tập trung vào việc đọc nó ra sao.

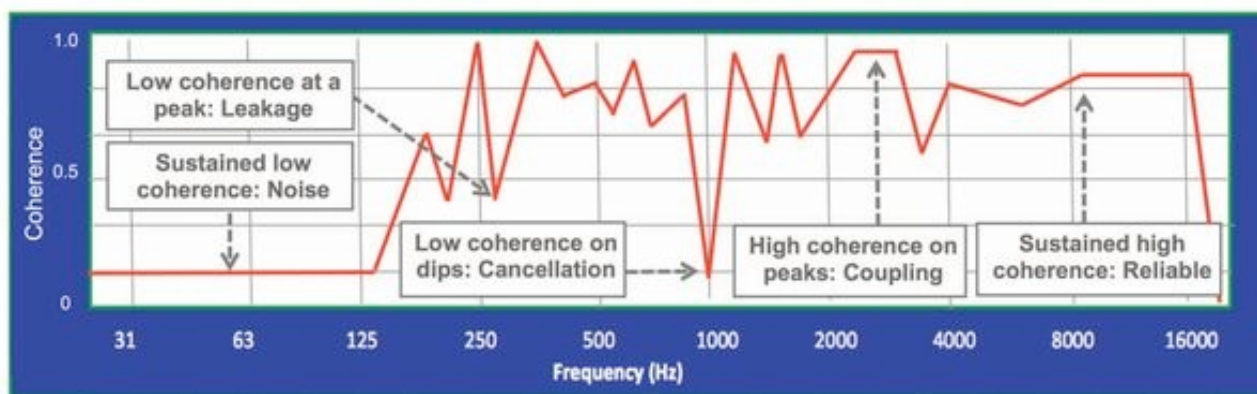
Chương 1

Mức độ tương đối (trục y) không phải là như biên độ theo tần số của chúng ta. Ở giữa chiều dọc là sự yên lặng, không đồng nhất được. Gain đồng nhất (phân cực bình thường), thể hiện như đỉnh (peak) thẳng đứng hướng lên với giá trị 1 (0dB) và gain positive có đỉnh lớn hơn (và mất-loss ít hơn). Đỉnh đi xuống chỉ thị phân cực ngược.

Thời gian (trục x) là tương đối, so sánh thời gian đến của output-input. Xung nằm giữa chỉ thị sự đồng bộ. Đỉnh-peak quay sang phải khi output bị trễ và ngược lại. Có, trong phép đo có thể có output trước khi input, vì chúng ta có thể delay tín hiệu bên trong bộ phân tích.



Hình 1.21 Giới thiệu về màn hình hiển thị đáp ứng xung



Hình 1.22 Giới thiệu về sự gắn kết so với màn hình tần số

Đáp ứng tần số phẳng hoàn toàn (biên độ và phase) tạo ra dạng xung đặc biệt (một đường thẳng, đi lên và xuống). Xung sẽ có dao động, nhô ra và biến dạng khác nhau về hình dạng nếu đáp ứng của thiết bị đo không phẳng. Xuất hiện nhiều phản dội như xung thứ hai trên màn hình. Giống như phase, đây là thông tin đủ cho phép chúng ta có thể đọc màn hình tiến về phía trước.

1.3.6 Gắn kết so với tần số -- Coherence vs. frequency

Chức năng gắn kết là chỉ số chất lượng dữ liệu, chỉ thị cách gắn chặt tín hiệu output liên quan đến input ra sao (Hình 1.22). Biên độ và dữ liệu phase coi là đáng tin cậy khi độ gắn kết cao và không tin cậy khi thấp. Độ gắn kết (Coherence) cảnh báo nên đặt miếng đệm bằng gỗ trước loa thay vì nâng HF trên EQ. Có, chuyện này có thật.

Nền tảng

Gắn kết có nguồn gốc từ đáp ứng tần số trung bình dual-channel và cho thấy sự ổn định dữ liệu. Giá trị 0-1 được trao dựa trên cách gắn chặt từng mẫu riêng biệt, phù hợp với giá trị trung bình về biên độ và phase. Chi tiết trong phần 12.11.

1.4 Nền tảng âm thanh điện tử analog -- Analog Electronic Audio Foundation

1.4.1 Điện thế (E hay V) – Voltage

Điện thế, áp suất điện, có thể đặc trưng tuyến tính (bằng volts) hay log dB (dBV, dBu, v.v). Dạng sóng điện tử là sự vạch dấu điện thế so với thời gian. Điện thế tương tự như áp lực âm thanh.

1.4.2 Cường độ (I) – Current

Cường độ là mật độ dòng chảy tín hiệu xuyên qua mạch điện tử. Nếu tăng cường độ, lượng dòng electron sẽ tăng theo. Âm thanh analog truyền tải giữa những thiết bị điện tử (trừ ampli và loa) đòi hỏi cường độ tối thiểu.

1.4.3 Điện trở (R) -- Resistance

Điện trở hạn chế dòng điện trong mạch điện tử. Khi tăng điện trở lên, cường độ tụt xuống (với điện thế nhất định). Điện trở độc lập với tần số (trở kháng thì không).

1.4.4 Trở kháng (Z) -- Impedance

Trở kháng là tần số, phụ thuộc vào tính đối kháng của mạch, sự kết hợp của điện trở, điện dung-capacitance và điện cảm-inductance. Đánh giá trở kháng mà không có tần số xác định thì chưa đầy đủ. Tỷ lệ trở kháng ở output/input đóng vai trò quan trọng trong việc kết nối những thiết bị điện tử analog, ampli và loa, xác định chất lượng tối đa của thiết bị, cable hư và giới hạn giải tần số trên và dưới.

Loa 8Ω (trở kháng danh định) minh họa sự khác biệt giữa trở kháng và điện trở. Điện trở DC là 6Ω. Trở kháng thấp nhất trong phạm vi hoạt động của nó vào khoảng 8 Ω. Trở kháng tăng lên (và giảm mức độ output) tại tần số bên trên giải tần hoạt động.

1.4.4.1 Điện dung (capacitive Reactance)

Tụ điện cho tín hiệu đi qua, dẫn điện nhưng không nối, bản cực song song. DC không thể chảy qua khoảng trống trong bản cực. Tuy nhiên, tín hiệu AC có thể chảy qua bản cực (điện trở tụt thì tần số tăng). Tụ điện gần giống mạch DC mở (trở kháng tối đa) và đoạn mạch (trở kháng tối thiểu) đến AC. Điện dung trong lần khởi đáp ứng LF (điện trở tỷ lệ nghịch với tần số). Điện dung song song (như giữa những dây dẫn của cable âm thanh) lần khởi HF qua con đường chuyển hướng xuống đất.

1.4.4.2 Điện cảm (cảm ứng điện kháng) -- Inductance (Inductive Reactance)

Cuộn dây cuộn cảm-inductor chống lại điện thế thay đổi trong tín hiệu. Tín hiệu không đổi (DC) đi tự do nhưng cuộn cảm trở nên ngày càng kháng tần số tăng (tỷ lệ thay đổi điện tăng). Đáp ứng của cuộn cảm trái ngược với tụ điện: trở kháng tối đa đến tín hiệu AC và trở kháng tối thiểu đến DC. Nhiều điện cảm thì càng lần ra khỏi đáp ứng HF. Điện cảm song song chuyển hướng LF xuống đất.

1.4.5 Công suất (P) -- Power

Công suất điện (tính theo watt) là sản phẩm kết hợp điện thế, cường độ và trở kháng. Định luật Ohm thể hiện quan hệ của ba thông số trên (Hình 1.23). Hầu hết truyền tin điện tử đều liên quan đến năng lượng không đáng kể (điện thế thấp, cường độ thấp và trở kháng cao). Truyền mức độ loa yêu cầu công suất đáng kể (điện thế cao, cường độ cao và trở kháng rất thấp). Công suất âm thanh, cũng bằng watt,

Chương 1

được sản xuất bởi áp lực, diện tích bề mặt và trở kháng âm. Tai của chúng ta (và micro) là cảm biến áp suất, không phải cảm biến điện, mô tả mức độ âm thanh bằng áp suất (SPL).

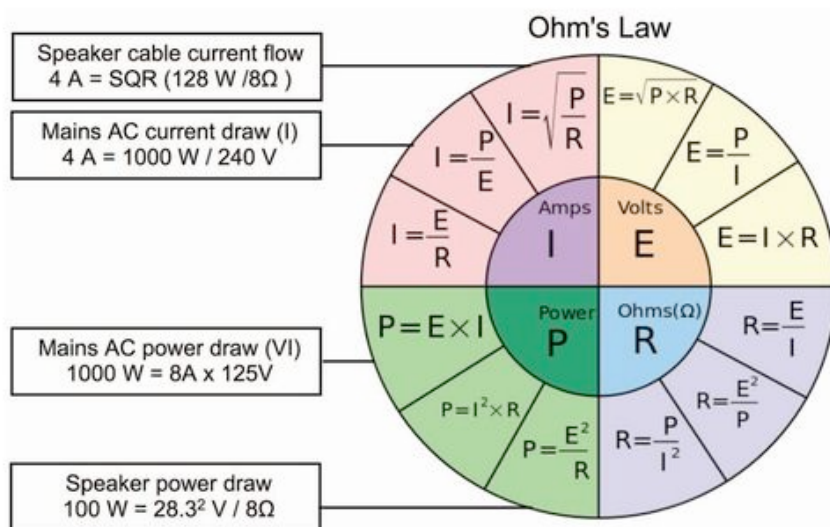
1.4.6 Mức độ vận hành

Mức tín hiệu chia thành ba loại bằng điện thế và trở kháng. Dạng sóng may mắn có thể trải nghiệm tất cả ba (quay về hình 1,15) nếu bắt đầu ở mức độ micro, đi qua một "pre" ampli đến mức độ line và tăng lên mức độ loa trong ampli công suất.

1.4.6.1 Mức độ micro -- Mic Level

Tín hiệu mức độ micro thường tạo ra bởi những thiết bị thụ động nhỏ như cuộn dây micro, pickups guitar, đầu kim máy quay đĩa, v.v. Mức độ micro là vấn đề cần thiết, không lựa chọn. Có rất ít ưu điểm và nhiều khuyết khi hoạt động trong phạm vi micro-volt. Tín hiệu rất dễ bị nhiễu tạp âm và biến chứng khác liên quan đến điện thế và cường độ cực thấp (thí dụ jack nối lỏng và chuyển tiếp bị hở). Chiến lược chiến thắng là đưa tín hiệu từ mức độ micro đến mức độ line càng sớm càng tốt.

Trường hợp xấu nhất, mức độ micro không cân bằng-unbalanced, trở kháng cao (thí dụ pickup guitar), đòi hỏi phải có đường dẫn tiền khuếch đại-preamp ngắn nhất có thể. Nguồn mức độ micro phát tín hiệu trong phạm vi từ μV đến 100 mV, có trở kháng nguồn danh định khoảng vài trăm ohms (micro) và vài k Ω (pickup).



Hình 1.23 Biểu đồ hình tròn về định luật Ohm với vài thí dụ áp dụng cho hệ thống âm thanh

1.4.6.2 Mức độ đường dẫn -- Line Level

Thiết bị hoạt động-active, chẳng hạn như consoles, bộ xử lý-processor, nhạc cụ out trực tiếp, thiết bị phát và còn nhiều nữa, thường tạo ra tín hiệu mức line. Đây là phạm vi hoạt động tiêu chuẩn, với mức danh định trong phạm vi 1V và mức độ tối đa hơn 10V. Line-level input trở kháng thấp (điển hình 150 Ω) khiến output trở kháng cao (điển hình 10k Ω) nên có khả năng miễn dịch tạp âm tốt và hao hụt tối thiểu.

1.4.6.3 Mức độ loa -- Speaker Level

Ampli công suất là máy phát độc quyền của tín hiệu. Không có mức độ loa "danh định". Thay vào đó, xếp hạng mức độ loa tham chiếu khả năng công suất tối đa (W). Xếp hạng công suất đòi hỏi hai thông

Nền tảng

số đã biết: điện thế và trở kháng. Thí dụ, ampli 100-watt có tải loa 8Ω có thể tạo ra 28.3volt, trong khi amp 400watt sẽ đạt 56.6volt.

1.4.7 Số liệu âm thanh điện tử analog

Đây là tổng quan về vài thông số kỹ thuật tiêu chuẩn có liên quan đến thiết bị âm thanh analog chuyên nghiệp (Hình 1.24).

1.4.7.1 Tần số/phạm vi đáp ứng ($\pm$ dB/Hz) -- Frequency Response/Range ($\pm$ dB/Hz)

Tần số đáp ứng có hai loại chính: giải tần và độ lệch. Giải (phạm vi) là vùng âm phổ giữa những giới hạn, thường là điểm nửa công suất (điểm -3dB) ở những hai cực LF và HF. độ lệch đáp ứng được cho là $\pm$ x dB cho khu vực trong giải tối ưu. Độ lệch của thiết bị điện tử thường là $< \pm 1$ dB.

1.4.7.2 Mức độ cực đại (dBV, dBu) -- Maximum Level

Bất kỳ thiết bị điện tử nào cũng có giới hạn điện thế tối đa: điểm clipping, thường quy định tại 1kHz. Tham số này giúp bảo đảm khả năng tương thích giữa những thiết bị nối với nhau để bảo đảm đầy đủ mức hoạt động qua chuỗi tín hiệu. Đây là ưu điểm vì tất cả thiết bị đều bị clip vào khoảng cùng mức độ, kéo điện thế nhô bị giới hạn bởi những liên kết yếu nhất.

1.4.7.3 Tạp âm sàn (dB) -- Noise Floor

Hãy đo một thiết bị không cắm vào đầu hết-unplugged (hay chập input của nó). Những cái còn lại là tạp âm sàn tự tạo của thiết bị. Điều này thường cho là trường hợp xấu nhất trên âm phổ và rơi vào hai loại: hum (bội, họa âm của tần số line) và tạp âm (tạp âm trắng). Đo tạp âm sàn thường hiển thị như giá trị trọng số-weighted "A".

1.4.7.4 Giải hoạt động (dB) -- Dynamic Range

Phạm vi (giải) hoạt động là khoảng giữa khả năng mức độ tối đa và tạp âm sàn. Thiết bị với một phase tăng duy nhất có thông số giải hoạt động (dynamic range) đơn giản. Thiết bị đạt được nhiều gain (stage) có thể khác nhau tùy dynamic range của nó bằng cách bù thiết lập nội bộ và do đó làm giảm tối đa khả năng và/hay tăng tạp âm sàn. Nói cách khác, đưa input lên trong khi đưa output xuống là khả năng thay đổi qua thiết bị.

1.4.7.5 Phân cực (+/-) -- Polarity

Mỗi thiết bị đều có một trong hai cực: đúng (bình thường) hay sai (ngược). Đây không phải là vấn đề cho thiết bị balanced-input/balanced-output có mức độ line. Phải xác định phân cực cho những thiết bị có input (thí dụ mixer DJ) hay output unbalanced (thí dụ ampli công suất).

1.4.7.6 Điện thế đạt được (độ nhạy) -- Voltage Gain (Sensitivity)

(VN không có từ nào tương ứng với từ "gain", dịch thành "đạt được" chỉ là tóm tắt ý của từ này. Bên điện tử, nó có nghĩa là độ lợi, độ khuếch đại. Bạn nên dùng nguyên bản tiếng Anh cho dễ nhớ - ND)

Thiết bị cho âm thanh qua có gain điện thế, ngay cả nếu nó mất. Âm thanh lạ? Thuật ngữ "gain điện thế" có nghĩa là tỷ lệ điện thế giữa input/output. Nó là gain positive khi output lớn hơn input và là gain negative khi nhỏ hơn. Đơn vị (0dB) là gain mặc định, dự kiến trong thiết bị mức line. Ampli công suất cần gain điện thế positive, xác định trực tiếp bằng dB hay như độ nhạy, tức là mức điện thế input cần để đạt công suất output đầy đủ.

Chương 1

1.4.7.7 Công suất danh định cực đại (Watts) -- Maximum Power Rating

Đây là lượng công suất tối đa cho input của thiết bị, có thể dẫn đến input của thiết bị khác (tài). Chi xử dụng đặc điểm kỹ thuật này cho ampli công suất và loa nó khiển.

1.4.7.8 Tổng méo họa âm -- Total Harmonic Distortion (THD)

(Harmonic, bên âm nhạc gọi là âm hài hòa. Bên âm thanh chúng ta phải dịch là họa âm mới đúng, cũng như harmonic frequency phải là họa tần – ND)

Méo họa âm là cộng thêm nhiều tần số không mời vào dạng sóng nguyên bản. Họa âm là bội số tuyến tính của tần số truyền nguyên bản. Mỗi hệ thống truyền tải thêm biến dạng; câu hỏi là bao nhiêu, và câu trả lời được đưa ra trong tỷ lệ phần trăm của tổng méo họa âm (%THD). thiết bị điện tử analog thường biểu hiện tỷ lệ THD khá nhất quán bằng mức độ và tần số. Do đó, đặc điểm thường đưa ra tại 1Vrms (mức line) hay công suất output danh định (amplifier) tại 1kHz.

1.4.7.9 Hệ số tương quan (méo) biến điệu -- (Intermodulation Distortion IMD)

Tín hiệu âm thanh nói chung (và hy vọng) phức tạp hơn sóng sine đơn giản. Do đó hệ thống của chúng ta phải tuyến tính tiếp tục trong khi tái tạo dạng sóng phức tạp cũng như sóng sine đơn giản. Có khả năng phát sinh méo biến điệu khi có hai hay nhiều âm điệu-tone sine tái tạo đồng thời. Nơi méo họa âm tạo ra tần số giả vì phép nhân, biến điệu cũng làm vậy bằng cách cộng và trừ. Sản phẩm IMD có âm điệu khác biệt, liên quan đến khoảng cách tuyến tính giữa những tín hiệu. Thí dụ, khi kết hợp 60Hz và 1kHz sẽ cho thấy sản xuất IMD tại 940Hz và 1060Hz. Trong trường hợp này 60Hz, về bản chất, sẽ biến điệu 1kHz, do đó có tên này. Chuyển động loa phải theo dõi dạng sóng phức tạp này để thử nghiệm IMD, là cách phân biệt những người già với người trẻ (hay dưới máy phát FX từ loa thật).

Analog electronic metrics				
Category	Measurement	Typical	Results	Applications
Range/tolerance	Amplitude vs. frequency	± 3 dB points relative to nominal, ± 1 dB	F_{LOW} to $F_{HI} \pm x$ dB	Sets the operating range for design
Maximum input/output	Sine wave input at maximum output	Clip point of either input or output	x dBV, dBu or volts for the input and output	Provides design info regarding interconnection and cable runs
Noise	Residual noise with no input (or shorted input)	White noise and hum	x dB (A weighted)	Provides performance criteria for design
Phase	Phase shift or phase delay over frequency	$< \pm 60^\circ$ within operating frequency range	$\pm x$ degrees (or ms) over a specified frequency range	Provides performance criteria for design
Distortion	THD, IMD, TIM	$< 0.05\%$ at nominal level	x % @ nominal level (e.g. 1v) at 1 kHz or other freq	Provides performance criteria for design
Impedance	Input and output	Input $> 5k\Omega$, Output $< 250\Omega$	Input = x Ω , Output = x Ω	Provides design info regarding interconnection, cable runs, and parallel options

Hình 1.24 Số liệu chuẩn cho việc đánh giá thiết bị điện tử analog

Tiêu chuẩn của The Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) về thử nghiệm IMD là trộn 60Hz và 7kHz với tỷ lệ 4:1 (-12dB).

1.5 Nền tảng âm thanh digital -- Digital Audio Foundation

Âm thanh digital là dạng sóng analog biểu hiện bằng số, xây dựng từ nhiều khoảng cách đều nhau, ghi lại thời gian từ đầu đến cuối. Dữ liệu truyền đi trong những gói dữ liệu không liên tục và tập hợp lại để xử lý thêm, truyền lại hay đổi sang analog.

Nền tảng

1.5.1 Giá trị bằng số (analog sang biên độ) -- Numerical value (analogous to amplitude)

Biểu hiện dạng sóng như hàng loạt giá trị số, nghĩa là byte (thuật ngữ hiện đại hơn là "octet" vì byte thường là những từ 8-bit), cách nhau đều đặn theo thời gian (tỷ lệ mẫu-sample rate). Con số có thể giới thiệu đến điểm tiêu chuẩn cố định hay trôi nổi. Giá trị điểm cố định có thể là đường thẳng hay log (dB), liên quan đến tài liệu tham khảo cho thang đo đầy đủ (full-scale).

1.5.1.1 Điểm cố định -- Fixed-Point

"Điểm cố định" mô tả quy trình mang giá trị biên độ sang số nguyên, giới hạn bởi tổ hợp bit có thể. Độ gia tăng là năng lực 2^n th, với n là số bit. Âm thanh 16-bit, xử dụng một bit dấu (+/-) và bit của 15 mức độ tín hiệu với tổng số 65.536 giá trị có thể (từ 0000000000000000 sang 1111111111111111). Hai mươi bốn-bit có 16.777.216 phép lặp lại. Cấu trúc liên kết (topology) của điểm cố định có giới hạn tuyệt đối cao hơn, gọi là "fullscale digital", và giới hạn thấp hơn, do "chiều sâu bit-bit depth".

1.5.1.2 Điểm trôi nổi -- Floating-point

Phép tính điểm trôi nổi biểu hiện giá trị biên độ là một số nguyên có độ dài cố định, số mũ và hướng vector (+/-). Khả năng nhân cho phép con số vượt quá giới hạn bit nhị phân topo đơn giản của điểm cố định. Hệ thống điểm trôi nổi có thể mang con số "ngoài thang đo" cho chức năng xử lý nội bộ, nhưng phải trở lại với "đúng thang đo" tại điểm giải mã D/A hay truyền đến thiết bị âm thanh có điểm cố định. Con số điểm trôi nổi có kích cỡ gần như không giới hạn, nhưng chính xác về độ không giới hạn.

Độ chính xác bị giới hạn bởi độ chính xác của phần định trị-mantissa (số đứng trước số mũ, thí dụ 1.3×10^6 , so với 1.33×10^6 so với $1,33333333333333333333 \times 10^6$).

Này con, con số lớn nhất trong vũ trụ là gì? Đưa con điểm cố định trả lời "10gazillion". Đưa con điểm trôi nổi trả lời "10GAZILLION".

1.5.2 Cường độ, điện trở, trở kháng và công suất

Âm thanh digital có thể truyền đi dưới dạng điện tử nhưng chúng ta sẽ không thể xử dụng đồng hồ ohm để kiểm tra tính liên tục. Có điện thế và dòng điện giữa những thiết bị digital, nhưng nó liên quan đến việc truyền tải bit, không phải là dạng sóng. Về bản chất, hệ thống âm thanh digital điện tử có hai trạng thái điện (thí dụ 0 hay 5VDC), trái ngược với dải 120dB liên tục của analog. Kết nối âm thanh digital thường là số ít, theo từng điểm và thực hiện qua cable có trở kháng đặc trưng 75Ω hay 100Ω. Điều quan trọng là khi kết nối thiết bị tương thích với cable phải có trở kháng phù hợp và phải dưới chiều dài tối đa danh định của nó.

1.5.3 Số liệu âm thanh digital

Dưới đây là tổng quan về thông số thiết lập cho thiết bị âm thanh digital (Hình 1.25).

1.5.3.1 Tỷ lệ mẫu -- Sample Rate

Tỷ lệ mẫu đặt giải tần số giới hạn cao hơn. Tần số xử dụng cao nhất không vượt quá một nửa tỷ lệ mẫu (tần số Nyquist) để ngăn lỗi tính toán. Do đó, bộ lọc dốc (steep filter) đang làm việc chung quanh tần số Nyquist để ngăn bị lỗi rối loạn. Tỷ lệ mẫu 48kHz đặt giải tần lên đến 24kHz và tỷ lệ mẫu 96kHz đặt đến băng thông âm thanh 48kHz.

1.5.3.2 Digital Full-scale -- Full-scale Digital

Chương 1

Giá trị con số tối đa cho thiết bị tại điểm chuyển đổi hay truyền đến thiết bị khác gọi là "full-scale digital". Giá trị tối đa cho tín hiệu 24-bit là 16.777.215. Digital full-scale tương đương với điểm clip của analog.

1.5.3.3 Bit quan trọng thấp nhất -- Least Significant Bit

Chất bán dẫn và linh kiện điện tử analog khác, phát ra vài mức độ tạp âm cấp độ phân tử liên tục. Nếu là 1s và 0s của digital thì không như vậy. Sàn digital là âm thanh của của bit thấp nhất, bắt lực khi đưa ra quyết định dứt khoát, sai số quy tròn gọi là tạp âm lượng tử. Bit trọng số thấp nhất (LSB) có nhiệm vụ khó về việc xác định liệu nên làm tròn tín hiệu nhỏ nhất, đưa lên hay xuống. Tạp âm lượng tử là âm thanh bấp bênh-flipflopping, có thể là đáng lo ngại cho người nghe hơn tiếng rít analog kiểu cũ. Thêm tạp âm trắng cấp thấp đến tín hiệu, là quy trình gọi là "dithering-phối màu?", có thể che âm thanh tạp âm lượng tử. Hệ thống 20-bit và 24-bit hiện nay đã chuyển tạp âm lượng tử xuống dưới sàn tạp âm analog, làm giảm sự cần thiết phải dithering.

1.5.3.4 Chiều sâu bit -- Bit Depth

Chiều sâu bit là analog cho dynamic range. Trong điểm digital, cố định việc này là sự khác biệt giữa mức khả năng tối đa (full scale) và tạp âm sàn (LSB). Chúng ta tính xấp xỉ full scale là số bit $\times$ 6dB. Mỗi lần thêm một bit để giải quyết, chúng ta có thể cắt một nửa lượng tăng tốt nhất, tương đương với 6dB trong điều kiện liên quan đến biên độ. Thí dụ, âm thanh 16 bit có thể đạt dynamic range đến 96dB ($16 \times 6\text{dB}$), nhỏ hơn mạch analog thiết kế tốt. Ngược lại, hệ thống 24-bit có tiềm năng lên đến 144dB, thang rất cao đối với mạch analog muốn đạt được.

1.5.3.5 dB Full Scale (dBFS)

Nhớ lại độ nhạy, đó là hệ số chuyển đổi cho việc truyền âm thanh/điện. dBFS đóng vai trò này giữa analog và digital. Quy trình này có ba giai đoạn: điện thế đến con số, đến điện thế (dBV đến full scale, đến dBV). dBFS là câu trả lời cho câu hỏi: "Bao nhiêu volt thì cân bằng với tất cả bit thiết lập đến 1?" Hãy thiết lập thí dụ, chuyển đổi A/D với full scale tại 14.14VPK (10Vrms đối với sóng sine). Đây là +20dBV = 0dBFS, lựa chọn hợp lý phù hợp với digital tối đa đến analog tối đa điển hình. Thật dễ có bối rối về điều này, vì bên analog của chúng ta nghĩ 0dB là "danh định-nominal" (với headroom còn lại 20dB cho peak) trong khi thế giới digital thấy 0dBFS là tối đa với chỗ duỗi chân bên dưới cái này 20dB để đạt giá trị "nominal" (xem hình 3.29 để tham khảo). Lầm lẫn về khái niệm này có thể chi phí cả đồng dynamic range. Chúng ta có thể giữ đơn giản bằng cách làm theo tiêu chuẩn cho dBFS, là... giỡn thôi. Có quá nhiều cái để đếm.

Digital audio metrics				
Category	Measurement	Typical	Results	Applications
Sample frequency	Number of samples taken for A/D conversion	48 kHz, 96 kHz	HF limits of 22 kHz and 44 kHz respectively	Higher resolution more closely approximates the analog signal but also requires more data transfer speed
Bit depth	Number of bits sets dynamic range	20-24 bit	Seconds, octave bands 125 Hz to 8 kHz	Bit depth sets the digital dynamic range limit. Ideally this will equal or exceed the analog limits
dB FS	Sensitivity conversion factor for voltage to full scale digital	No standard	$x \text{ dBV, dBu or Volts} = \text{Full scale digital}$	Standardized dB FS values enables maximization of dynamic range of both analog and digital systems
Format	The standard packet for audio file transmission	AES3 or multichannel compatible versions	Standard AES3 64-bit audio packet	Industry wide

Hình 1.25 Số liệu tiêu chuẩn cho việc đánh giá thiết bị âm thanh digital

Nền tảng

RMS và peak

Nhớ lại, dãy số digital là dấu vết cấu trúc peak-peak của dạng sóng. Không có cái gọi là dạng sóng âm thanh rms, hay analog hay digital: CHỈ có peak (negative và positive). Giá trị RMS được tính toán toán học cho tần nhiệt hay tích hợp âm lượng. Có phải chúng ta đang lo về việc nấu những con số không? Đó là công việc của kế toán. Độ lớn không quan trọng trong trò chơi con số. Nó chỉ đơn giản là vấn đề phù hợp dạng sóng trong giới hạn của bộ đếm (ống digital). Quan tâm của chúng ta là headroom, phần còn lại giữa 2 đỉnh dương hay âm và số full-scale. Bây giờ chúng ta liên quan đến nó ra sao?

DBFS gặp hệ thống âm thanh -- dBFS meets the sound system

Điều quan trọng là bảo đảm chúng ta phù hợp với những điểm tham chiếu bằng thuật ngữ. Chúng ta phải liên kết nominal với nominal và/hay tối đa với tối đa. 0dBV là mức line nominal và +20dBV analog tối đa. 0dBFS là số digital tối đa và -20dBFS là "nominal-danh định". Sẽ sai lầm nếu liên kết 0dB analog này với 0dB digital này vì nó có nominal và tối đa tương ứng. Chúng ta có thể liên kết tối đa đến tối đa khi cài đặt +20dBV = 0dBFS, thường biểu diễn bằng 1 VRMS (0dBV) = -20dBFS.

Chúng ta có thể mong đợi có cách tìm hệ thống trong giải từ -16 đến -20dBFS hợp lý.

1.6 Nền tảng âm thanh -- Acoustical Foundation

Bây giờ chúng ta bước vào thế giới của âm thanh. Vì chúng ta chỉ bao gồm âm thanh nằm trên mặt nước, nên có thể cô đặc nó đến hai điều: không khí và bề mặt. Không khí, môi trường, là quá dễ, tương đối ít thông số đưa vào trò chơi. Phần bề mặt mới là thách thức: sàn nhà, trần nhà, tường, dầm chữ I, rạp chiếu phim, mặt ban công và thậm chí khách hàng quen trả tiền của chúng ta. Bất cứ cái gì mà âm thanh chạm đến, uốn cong chung quanh, phản dội hay đẩy nó đi qua trước khi bị phân rã dưới ngưỡng nghe của chúng ta đều nằm trong danh mục của bề mặt âm thanh.

1.6.1 Truyền âm thanh -- Sound propagation

Âm thanh di chuyển xuyên qua những phương tiện như không khí thay đổi áp lực lan truyền theo hình cầu từ nguồn ở tốc độ khoảng 1 mét mỗi 3ms (1.1f/ms). Diện tích bề mặt tăng lên và mức độ áp suất âm thanh giảm giống như sóng biển lan truyền ra ngoài. Không có giới hạn khoảng cách lan truyền nhưng có hao hụt do ma sát và áp suất, cuối cùng sẽ làm giảm biến thiên áp suất đến điểm không thể nghe được và tạp âm sàn của chính không khí (Hình 1.26).

1.6.1.1 Biên độ âm thanh -- Acoustic Amplitude (SPL)

Mức độ áp suất âm thanh (SPL) tương tự với điện thế trong dạng sóng điện từ. Tỷ lệ hao hụt trên môi trường tự do là 6dB/mỗi lần tăng gấp đôi khoảng cách từ nguồn.

1.6.1.2 Cường độ âm thanh (Diện tích bề mặt) -- Acoustic Current (Surface Area)

Dạng sóng trải dài trên diện tích ngày càng lớn giống như âm thanh lan truyền ra ngoài. Công suất âm thanh vẫn không đổi (bỏ qua sự mất nhiệt do ma sát) cho nên áp suất giảm khi mở rộng diện tích bề mặt.

1.6.1.3 Trở kháng âm thanh (Độ ì) -- Acoustic Impedance (Inertance)

Trở kháng âm là áp suất tĩnh, chống việc truyền sóng qua môi trường đàn hồi của không khí. Loa phải tạo ra công suất thật tế để vượt qua sức cản này (không giống như micro, chỉ có thể cảm nhận được áp lực). Trở kháng không khí thay đổi nhẹ theo nhiệt độ và độ cao, nhưng không đủ để làm cho chúng ta thiết kế hệ thống âm thanh thung lũng thành hệ thống âm thanh đỉnh núi. Trở kháng âm thanh trong không gian bên ngoài là thấp vô cùng (chân không), nó cho loa dễ di chuyển, nhưng khó làm ra tạp âm.

Chương 1

1.6.1.4 Công suất âm thanh -- Acoustic Power (Watts)

Công suất âm thanh tương tự như điện, bắt nguồn từ đặc tính âm thanh của áp suất, diện tích bề mặt và độ ì -inertance (điện thế, cường độ, trở kháng). Tạo ra công suất âm thanh bằng loa tiêu tán dần dần bởi mất nhiệt ma sát, nhưng nếu không vẫn gần như không đổi khi nó lan truyền theo hình cầu ra ngoài. Thật dễ bỏ lỡ việc này vì tai chúng ta cảm nhận được áp lực (giảm nhanh theo khoảng cách), không phải công suất. Một quả lựu đạn gây choáng có gần như có nhiều công suất âm thanh ở khu vực xa hơn khu vực gần, nhưng độ gần tạo ra sự khác biệt lớn trong cách chúng ta cảm nhận (175dB SPL peak @ 1m).

Sự khác biệt về công suất âm thanh giữa nơi gửi và nhận, thấy trong khu vực bề mặt (cường độ âm thanh), không phải là SPL. Cái loa tạo ra 94dB SPL tại 10m phủ đầy diện tích bề mặt 1.256 sq/m. Ngược lại, micro cảm nhận cùng SPL như vậy trên bề mặt màng chắn của nó.

1.6.2 Âm thanh trực tiếp -- Direct sound

Thuật ngữ "âm thanh trực tiếp" đề cập đến sự xuất hiện đầu tiên, tự do và rõ ràng của bất kỳ con đường phản dội bề mặt nào. Đó là con đường thẳng, trừ khi bị bề cong bởi gió, khúc xạ hay nhiễu xạ chung quanh một đối tượng tương đối nhỏ. Đường dẫn âm thanh trực tiếp là quỹ đạo quan trọng nhất trong thiết kế hệ thống âm thanh do ảnh hưởng mạnh của nó trên nhận thức sự đồng nhất. Đánh giá việc xử dụng bộ phân tích để tối ưu hóa hệ thống rất cao, tập trung vào đáp ứng âm thanh trực tiếp và phản dội sớm, với mức độ bao gồm nhiều phản dội trễ khác nhau.

Acoustical propagation		
Parameter	Properties	Notes
Spherical propagation	Propagates at equal speed and loss rate in all directions	Directional speakers have an initial pressure imbalance over surface area, which holds over distance
Speed	Set by elasticity of air, approximately 344 m/sec	Changes slightly with temperature and ambient pressure
Loss rate	Pressure falls as surface area expands. 6 dB loss (pressure) for each doubling of distance	Changes in the HF range with humidity. Affected by boundaries and reflections
Power	Power required to overcome the inertance of the medium (acoustic resistance)	Remains constant over distance except for frictional losses. Pressure loss is traded for expanded surface area
Dynamic limits	Reduced linearity at extreme high pressures. Brownian noise (air molecule noise floor). Cannot transmit in a vacuum.	The negative side of the waveform at 194 dB SPL is -1 atmosphere. Therefore essentially a vacuum for the negative side of the waveform, causing acoustical clipping
Reflection	Sound bounces off large surfaces (relative to wavelength)	Angle of incidence = angle of reflection (like a mirror)
Refraction	Propagation path bends when passing through medium at different speeds	Air temperature affects speed so sound bends when passing through cold and warm air gradients
Diffraction	Large wavelengths bend around small objects or through openings	Otherwise we could hear our neighbor's television.

Hình 1.26 Thông số của độ lan truyền âm thanh

1.6.3 Âm thanh phản dội

Phản dội là con cái của âm thanh trực tiếp. Nó không thể phủ nhận liên quan, luôn luôn trễ và gián đoạn lời nói. Mặc dù chỉ có một con đường âm thanh trực tiếp duy nhất, số lượng đường phản dội âm thanh có thể gần như vô hạn.

Nền tảng

Kỹ sư âm học và âm thanh phân loại phản dội âm thanh vào việc "sớm" và "trễ" khác nhau. Của Âm học tập trung vào mô hình thống kê phản dội dài hạn, của căn phòng đơn nhất có phân rã đặc trưng. Họ yêu thích sự phân dội vì họ sẽ không có việc làm nếu không có nó. Kỹ sư âm thanh thấy sự phân bố âm thanh trực tiếp là chủ yếu và hy vọng phản dội không gây thiệt hại quá nhiều.

1.6.3.1 Phản dội sớm -- Early Reflections

Phản dội sớm đến gần sau âm thanh trực tiếp. Thiểu số nhỏ nhưng rất quan trọng của phản dội tổng thể có hiệu ứng mạnh về nhận thức âm và gain acoustic. Phân tích đường đi của nó riêng rẽ hơn là chung (đặc biệt do kỹ sư âm thanh).

1.6.3.2 Phản dội trễ -- Reflections Late

Phản dội trễ là đuôi của âm thanh. Có rất nhiều khu vực màu xám chung quanh việc phân chia giữa phản dội sớm và trễ (xem mục 5.3). Còn bây giờ chúng ta hãy chỉ cần nói, phản dội sớm hợp nhất đủ chặt với tín hiệu trực tiếp để cảm nhận như cộng thêm âm lượng. Phản dội trễ chỉ kéo dài thời gian, đó là đặc điểm thống kê. Lý tưởng nhất là đặc điểm phản dội trễ phù hợp với trang bị vật chất của địa điểm.

1.6.4 Số liệu âm thanh phòng

Thông số của âm thanh phòng cũng có từ lâu. Những số liệu này mô tả phòng "unplugged", tức là không có hệ thống âm thanh. Những con số này rất hữu ích khi thiết kế phòng, đặc biệt là đối với loại đang bị đe dọa tuyệt nọc này: phòng không có hệ thống âm thanh. Tuy nhiên, điều này là mấu chốt cho việc thiết kế và tối ưu hóa hệ thống âm thanh: có rất ít con số này liên quan đến quy trình ra quyết định của chúng ta. Biết "sức mạnh" hay "tỷ lệ trầm" hay sự phân rã là đôi thay đổi dốt không có gì cho chúng ta. Chúng ta vẫn chĩa loa vào khán giả, không phải vào tường. Thêm chi tiết về chủ đề này khi chúng ta đi tiếp (Hình 1.27).

1.6.4.1 Thời gian reverb -- Reverb Time (RT60)

Thời gian reverb là khoảng thời gian cho tín hiệu phân rã về 60dB sau khi ngừng. Đây là số liệu về đặc tính phòng lâu đời nhất và phổ biến nhất. Phép đo thực hiện trong lịch sử bởi việc kích thích trong phòng bằng xung lớn như trái banh hay âm (súng khởi động) và biểu đồ đáp ứng sự phân rã. Hiện nay có thể tính toán việc này bằng nhiều phương pháp và phân tích.

1.6.4.2 Thời gian reverb -- Reverb Time (T30, T20, T15)

Chúng ta có thể đo mẫu thời gian ngắn hơn và sau đó suy ra kết quả với khung thời gian RT60. T30 cắt thời gian xuống một nửa, T20 đến 1/3 v.v. Giả định là khuynh hướng phân rã xuống 15, 20 hay 30dB đầu tiên sẽ tiếp tục bằng phép đo lâu hơn. Phép đo ra độ phân rã ngắn có thể làm tăng sự tự tin, chúng ta đang ở trên tạp âm sàn của phòng, trong đó có thể là thách thức phân rã cho đủ 60dB.

1.6.4.3 Thời gian phân rã sớm -- Early Decay Time (EDT)

Phép đo thời gian phân rã sớm (EDT), sẽ xử dụng điểm khởi đầu khác nhau (phản dội đầu tiên) so với series RT (âm thanh đến trực tiếp). Như tên gọi của nó, đây là phân tích thống kê của những phản dội sớm. Giá trị công bố có nguồn gốc từ phân rã 15dB và tính chung cho 60dB tương đương. EDT nêu bật những quan điểm khác nhau của kỹ sư âm học (Acousticians) và âm thanh. Phép đo đặc trưng EDT cho phòng không có âm thanh trực tiếp và đo khu vực tự do, đặc trưng cho âm thanh trực tiếp không cần phòng.

1.6.4.4 Sàn tạp âm (Tiêu chuẩn tạp âm) -- Noise Floor (Noise Criteria)

Tạp âm cho phòng nói chung, quy định bằng đánh giá "NC". Đây là viết tắt chữ tiêu chuẩn tạp âm-noise criteria, liên quan đến việc nhận thức tạp âm của nó. Đánh giá NC là một trong số ít mức độ âm

Chương 1

thanh bạn sẽ thấy quy định mà không có từ dB trong câu trả lời, thí dụ phòng yên tĩnh có đánh giá NC20. NC có nguồn gốc từ những band octave từ 63 đến 8kHz và có thể tích hợp với một giá trị duy nhất, có thể mô tả như "trọng số quá mức" ở mức thấp hơn, có nghĩa nó ít nhạy với giải LF. Trọng số (weighted) phụ thuộc mức độ cao (như đường viền độ lớn bằng nhau). Đánh giá NC25 tương ứng với khoảng 35 dBA. Ứng dụng chính là kiểm soát tạp âm (sưởi ấm, thông gió và điều hòa không khí (HVAC), cô lập, v.v).

Acoustical metrics				
Category	Measurement	Inclusive	Results	Applications
RT 60	60 dB of measured decay	Direct sound to 60 dB decay	Seconds, octave bands, 125 Hz to 8 kHz	Optimal times are application dependent
T 10	Initial 10 dB decay extrapolated to the 60 dB decay rate	-5 dB to -15 dB decay		
T 20	Initial 20 dB decay (to 60 dB rate)	-5 dB to -25 dB decay		
T 30	Initial 30 dB decay (to 60 dB rate)	-5 dB to -35 dB decay		
Early decay time (EDT)	10 dB decay from first reflection (60 dB rate)	0 dB to -10 dB decay		Favors early arrivals, so this is one of the more relevant acoustical numbers when sound systems are used.
Clarity (C50)	Ratio of early to late sound energy	Before and after 50 ms	0 dB is equal. + x dB indicates early is greater than late	Used for vocal intelligibility analysis. Positive clarity (in dB) aids intelligibility
Clarity (C80)	Ratio of early to late sound energy	Before and after 80 ms		Used for musical applications. -2 and below are favored for musical support

Hình 1.27 Chỉ số chuẩn để đánh giá âm thanh trong phòng

1.6.5 Số liệu âm thanh loa -- Speaker acoustical metrics

Ngoài ra còn có thông số cũng như xác minh để mô tả khu vực hành vi âm thanh tự do của loa (không bao gồm phòng) (Hình 1.28). Ở đây, chỉ thảo luận những cái cơ bản nhất, sẽ trình bày chi tiết trong phần 2.7.

1.6.5.1 Đáp ứng tần số/Phạm vi -- Frequency Response/Range

Đáp ứng tần số có hai loại chính: phạm vi hoạt động và dung sai. Có ít tiêu chuẩn giới hạn phạm vi cho loa hơn điện tử đơn giản, vài hãng sản xuất xử dụng 3dB, 4dB, 6dB và thậm chí 10dB. Lựa chọn giới hạn hợp lý nhất là -6 dB vì đó là giá trị thấp nhất mà vẫn có thể kết hợp với crossover đồng nhất.

Dung sai được cho là $\pm x$ dB trong phạm vi hoạt động. Dung sai của loa thường $< \pm 4$ dB, nhưng chưa tiêu chuẩn hóa đặc tính này và có thể không có độ chính xác tần số (1/3 octave, 1 octave, v.v).

1.6.5.2 SPL tối đa -- Maximum SPL

Thông số SPL tối đa tách biệt loa bằng mức độ hoạt động. Một tần số là đủ đánh giá mức độ tối đa trên thiết bị điện tử. Nhưng 1kHz có thể cho chúng ta biết cái gì về subwoofer, hay bất kỳ loa nào cho vấn đề đó? cần phải đánh giá mức tối đa của loa trên cơ sở từng trường hợp cụ thể (theo từng tần số). Rõ ràng, vài con số SPL tối đa không thể mô tả loa chính xác, nhưng không có nghĩa là bạn sẽ không thấy nó trên tờ spec.

Tiêu chuẩn là xếp hạng SPL trên khoảng cách 1m (ngay cả khi đo thật tại 2m hay 4m). Tiêu chuẩn tín hiệu input là mức độ pink noise tối đa. Từ đây nó thành mơ hồ. Cho phép có bao nhiêu độ distortion? Compression? Limiting? Không có tiêu chuẩn nào hết. Làm sao chúng ta biết loa sẽ tồn tại thêm 3 giây ra

Nền tảng

sao? Cuối cùng chúng ta chỉ nhận được vài con số: tối đa liên tục, peak, "âm nhạc", "chương trình" và còn nhiều hơn nữa. Đồ thị trọng số âm phổ "A" và "C" hay "Z" khác nhau sẽ điều chỉnh đặc điểm SPL theo tần số.

Điều quan trọng là phải hiểu, đồng hồ chỉ 120dB SPL không có nghĩa là loa tạo ra 120dB SPL ở tất cả tần số. Giá trị 120dB là sự tích hợp tất cả tần số (trừ khi có quy định khác) và không thể có kết luận cho một dải tần số cụ thể nào. Có thể đo SPL tối đa cho dải tần số cụ thể nào đó bằng cách giới hạn khiến input cho phổ tần mong muốn, thật tế gọi là phép đo dải SPL. Không thể nào đạt cùng một dữ liệu bằng cách phân tích có giới hạn band post process (tiến triển sau). Năng lượng lan truyền trên toàn bộ band khi áp tín hiệu fullrange cho thiết bị. Phép đo band-limited cho thấy mức độ tối đa cho band nhất định thấp hơn nếu tái tạo tần số thiết bị ngoài band đã đo.

1.6.5.3 Góc bao quát -- Coverage Angle

Góc bao quát là độ lan truyền hình quạt giữa điểm -6dB (tham chiếu tại khoảng cách tương đương với điểm nằm trên trục), thường đưa ra cho mặt cắt dọc và ngang. Không có loại loa nào đã biết có thể duy trì góc độ bao quát không đổi theo tần số, nhưng việc xác định góc bao quát "danh định" không được chuẩn hóa. Không áp dụng góc bao quát 1kHz làm giá trị danh định cho loa. Thay vào đó, chúng ta sử dụng góc bao quát trung bình trong vài octave bên trên (thiết bị có góc bao quát tương đối ổn định trong dải HF) hay dải hẹp nhất (bước sóng góc bao quát cân xứng). Đặc điểm KT này giúp phù hợp cho loa bao phủ hình dạng mục tiêu và xây dựng array loa.

1.6.5.4 Độ rộng luồng âm -- Beamwidth

Beamwidth là góc bao quát trên tần số. Góc bao quát, con số mô tả loa duy nhất, có thể không đủ cho nhiều ứng dụng. Sơ đồ beamwidth cho phép chúng ta so sánh hình dạng góc bao quát phụ thuộc vào tần số của nhiều loa khác nhau (trong đó có thể có góc bao quát cùng có "danh định"). Đặc điểm KT này trợ giúp rất nhiều cho quy trình kết hợp loa với hình dạng góc bao quát dự tính và xây dựng array loa.

1.6.5.5 Độ nhạy (1Watt/1m) -- Sensitivity

Độ nhạy là yếu tố điện và chuyển đổi âm thanh, quy định là SPL cách loa 1m với mức độ khiển 1watt. Đánh giá độ nhạy giúp người sử dụng ghép từng cặp loa chung chung và amplifier. Khuynh hướng ngành công nghiệp này ưu tiên về ghép cặp loa hay loa tự cấp nguồn (self-powered), bỏ quan tâm về độ nhạy cho hãng sản xuất.

1.6.5.6 Đánh giá công suất cực đại (Watts) -- Maximum Power Rating

Đây là công suất tối đa mà loa có thể tiêu tán trước khi bị bốc cháy, lặp lại nhiều lần như liên tục, âm nhạc, FTC, cực đại và tiếp thị watt. Có thể giả định, loa 800watt có thể chạy ở mức độ đủ bằng ampli 800watt, nhưng sự tiện lợi của bạn có thể thay đổi (rất nhiều). Đặc tính KT này có dụng ý giúp bạn phù hợp loa và ampli một cách khái quát.

1.6.5.7 Tổng méo họa âm (THD) -- Total Harmonic Distortion

Mức độ méo họa âm trong loa rất khác với mức độ và tần số, làm cho việc kiểm chứng đặc điểm kỹ thuật này rất khó. Nhiều hãng sản xuất cung cấp nhỏ giọt hay không có số liệu về điều này, và nếu bạn đo loa của họ, bạn sẽ biết tại sao. *(Không dám cho biết đâu vì con số % rất lớn- ND).*

1.6.6 Số liệu kết hợp âm thanh loa/phòng

Và cuối cùng chúng ta có số liệu mô tả hiệu suất của loa trong phòng. Nó bao gồm đáp ứng tần số, tỷ lệ trực tiếp/phản dội, độ dễ hiểu và vài cái khác. Cái này có dụng ý như là biện pháp cuối cùng để cài đặt hệ thống/phòng cho hiệu quả (Hình 1.29).

Chương 1

Loudspeaker metrics				
Category	Measurement	Inclusive	Results	Applications
Range/tolerance	Amplitude vs. frequency	Typically -6 dB points relative to nominal	F_{LOW} to $F_{HI} \pm x$ dB	Application dependent. e.g. Fills can have reduced LF range, higher tolerance
Maximum SPL	Full range level at maximum output at 1m	Max level with < 3 dB of limiting (Not standardized)	Seconds, octave bands, 125 Hz to 8 kHz	Provides power scale for designing with the speaker
Coverage angle	Amplitude vs. angle	0 dB to -6 dB in the HF range	x degrees over a nominal range	Provides coverage data for speaker selection (solo and array applications)
Beamwidth	Coverage angle vs. frequency	0 dB to -6 dB in octave or 1/3rd octave bands	Graph of coverage angle vs. frequency	Provides coverage data particularly relevant for array applications
Phase	Phase shift or phase delay over frequency	No industry standard	$\pm x$ degrees (or ms) over a specified frequency range	Provides performance and compatibility data for speakers
Sensitivity	Speaker efficiency	Calculated on a per driver basis	x dB (1 watt, 1 meter)	Provides info for pairing speakers with amplifiers
Rated power	Power capability of the speaker	Maximum level before fire for each driver	x watts (peak, continuous, burst, long term)	Provides info for pairing speakers with amplifiers
THD	Distortion over level	Calculated on a per driver basis	x % THD at F_x at x dB SPL	Provides info for whether a speaker sounds like s#&%.

Hình 1.28 Chỉ số chuẩn cho việc đánh giá loa

1.6.6.1 Đáp ứng tần số -- Frequency Response

Đây là đáp ứng tần số (đáp tần), kết hợp giữa loa (âm thanh trực tiếp) và phòng (âm thanh phản dội). Bộ phân tích sự khác biệt trong cách tiếp cận của nó, kể cả đáp ứng phản dội. Bộ phân tích âm phổ tuyến tính xử dụng thời gian ghi nhớ duy nhất. Bao hàm phản dội đều như nhau cho tất cả tần số trong khoảng thời gian quy định và bao gồm nhiều bước sóng của âm thanh phản dội khi tần số tăng lên.

Bộ phân tích Quasi-log FFT xử dụng nhiều cách ghi nhớ độ dài thời gian khác nhau, thay đổi theo tần số (LF là lâu nhất). Bao hàm trong phản dội tỷ lệ thuận với bước sóng, nghĩa là đáp ứng bao gồm những âm thanh trực tiếp và vài lượng bước sóng nhất định xa hơn nữa. Điều này phù hợp với khu vực nhận thức âm điệu của hệ thống thính giác chúng ta.

1.6.6.2 Tỷ lệ trực tiếp/phản dội -- Direct/reverberant ratio

Tỷ lệ trực tiếp đến vang dội là chính xác những cái mà tên đã bao hàm. Tỷ lệ cao hơn tương quan đến độ rõ và tăng tỷ lệ tín hiệu/tạp âm hơn. Kết quả theo tần số sẽ khác nhau rất nhiều và do đó kém phù hợp để đại diện cho giá trị số duy nhất. HF sẽ thường có tỷ lệ cao hơn LF nhiều. Những công bố thông số kỹ thuật D/R tiêu chuẩn đều quay quanh band 1kHz.

Có nhiều phiên bản khác nhau, C50, C7 và C35 nhưng tất cả kết hợp chi trong giải độc nhất này. Tỷ lệ D/R có hạn chế nữa là nó kết hợp rất ít thông số cho hiệu suất hệ thống âm thanh. Gộp thêm việc méo dạng và sự quản lý kém về thiết lập tối ưu hóa chỉ là vài điều có thể trượt theo radar của số liệu này.

1.6.6.3 Khoảng cách tới hạn -- Critical Distance

Khoảng cách tới (giới) hạn liên kết một vị trí trong phòng với tỷ lệ trực tiếp/vangdội. Đó là khoảng cách từ loa mà D/R đã đạt đến độ đồng nhất. Vị trí gần hơn được cho là có nhiều trực tiếp (và reverb tương đương) và vị trí xa hơn thì ngược lại. Vài kỹ sư phát hiện ra giá trị này khi đặt mốc vị trí, nhưng tôi không thể cung cấp bất kỳ hướng dẫn nào về cách tìm ra nó hay phải làm gì với nó. Lý do, tỷ lệ D/R là con số có 1000 mặt (20 kHz/20 Hz) và do đó khoảng cách tới hạn ở vị trí thứ 1000. Khoảng cách mà đặt 1kHz trong tình trạng tới hạn rồi bỏ 10kHz với vết trầy xước và 100Hz với cái thẻ đeo ở chân. Không thể nói có

Nền tảng

một cỡ nào đó phù hợp với tất cả con số cho hệ thống full-range của chúng ta và một chỗ nào đó phù hợp cho tất cả vị trí đều là phiên bản của cùng một điều. Tôi không bao giờ đặt micro trong phòng và nói: "Như bạn có thể thấy, chúng ta đang ở khoảng cách tới hạn".

1.6.6.4 Gắn kết -- Coherence

Coherence là thước đo chất lượng dữ liệu, xử dụng để tối ưu hóa hệ thống. Đây là một tính năng tiêu chuẩn của tất cả hệ thống phân tích FFT dual-channel. Sẽ mô tả nó chi tiết (phần 12.10) nhưng ở đây chúng ta sẽ đề cập về nó thật ngắn gọn. Coherence có thể phân biệt tỷ lệ tín hiệu/tạp âm so với tần số (thường là 48 point/octave). Điều này cho phép chúng ta nhìn thấy những ảnh hưởng suy thoái của phản dội, hao tổn vì không khí và gió trên tỷ lệ S/N ở độ chính xác cao. Nó cũng phát hiện ra distortion, compression và combing giữa những yếu tố về phía loa. Yếu tố gắn kết là 50% chỉ ra tỷ lệ S/N là 0dB tại vị trí đó, ở tần số đó.

1.6.6.5 Độ dễ hiểu -- Intelligibility

Dễ hiểu là số liệu phức tạp, tìm cách tương quan đến hiệu suất hệ thống với khả năng truyền tải lời nói dễ hiểu của nó. Đây là nhật ký riêng của nó (hay là nhật ký từ khi có quá nhiều tranh luận về nhiều phương pháp khác nhau). Có thỏa thuận rộng về một khoản: Còn phải thực hiện nhiều việc để tìm thấy số liệu đáng tin cậy tương quan đến độ dễ hiểu trong khi kết hợp cả hai, phòng lẫn hệ thống âm thanh. Đây là nhiệm vụ rất phức tạp, nhưng mức chất lượng hợp lý nhất mà chúng ta có thể cung cấp cho hệ thống tại thời điểm này là "không hoàn toàn".

% Alcons (cách phát âm rõ, tỷ lệ mất phụ âm)

Kết hợp dữ liệu tỷ lệ D/R và EDT để tạo ra một chỉ số chất lượng dựa trên tỷ lệ phần trăm về mất phụ âm. Tỷ lệ hao hụt có thể chấp nhận được dự kiến sẽ là <10% cho ứng dụng PA nói chung. Chỉ có một band 1/3 octave ở giữa 2kHz sẽ bao gồm trong dữ liệu nên kết quả của nó sẽ không được James Earl Jones công nhận (*nghe sĩ có cách phát âm dễ hiểu nổi tiếng ở Mỹ-ND*).

Chỉ số truyền lời nói (STI) -- Speech Transmission Index

STI xử dụng tín hiệu kiểm tra chuyên dụng bắt chước lời nói. Điểm đánh giá đang trên thang điểm từ 0 đến 1. Kết quả lời nói con người từ những tần số cơ bản được điều chế bằng dây thanh âm và cử động miệng của chúng ta. Tín hiệu thử STI được điều chế để bắt chước phản ứng này. Điểm số chỉ số hệ thống truyền dẫn bằng chiều sâu điều chế bị mất trong khi vượt qua là bao nhiêu.

Rapid Speech Transmission Index (RASTI).

RASTI dựa trên nguyên tắc của STI nhưng đóng gói như là hệ thống kiểm tra thương mại. RASTI vận hành và diễn dịch đơn giản hơn STI nhưng với biểu hiện âm phổ thấp (hai band octave, điểm giữa tại 500Hz và 2kHz). RASTI rất kinh tế và đã xử dụng rộng rãi. Tuy nhiên nó có thiếu sót nghiêm trọng đối với những ai trong chúng ta thiết kế hệ thống có biên độ ngoài giải tần điện thoại. Distortion, equalization, thời gian lỗi, compression và limiting, tất cả đều có thể ảnh hưởng đến (hay không ảnh hưởng) tới lời nói trong những cách bất ngờ. Thí dụ, limiting làm giảm điểm số, nhưng clip thì không. Hãy đặt mua Spinal Tap và bật nó lên đến 11!

SII

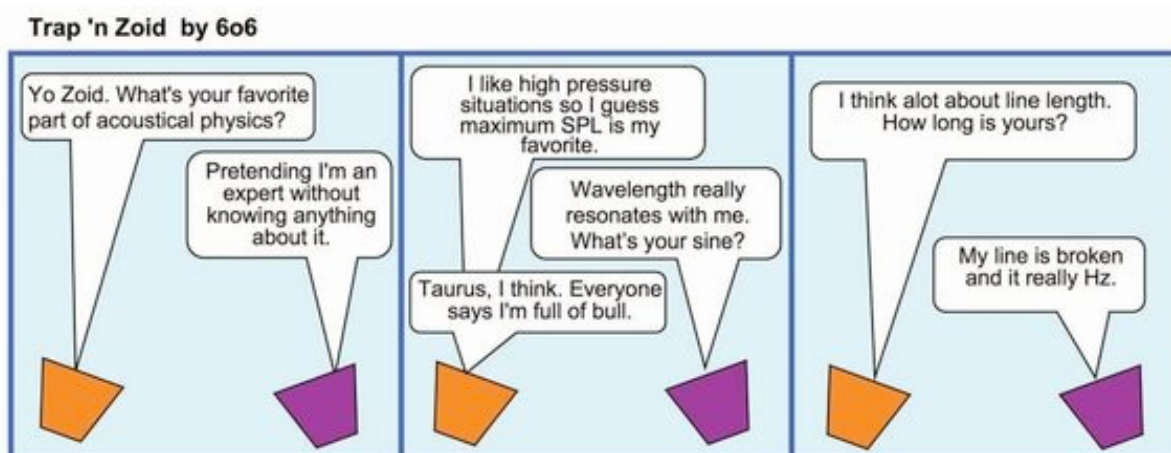
SII, như tên đã bao hàm, là STI thế hệ thứ 2. Hiện nay đang xây dựng tiêu chuẩn cho cái này và có sự hứa hẹn về tương quan cao với kinh nghiệm của chúng ta hơn thế hệ trước. Nó không hoàn hảo nhưng đã giải quyết được nhiều thiếu sót của những phương pháp trước đây. SII có bảng thông rộng

Chương 1

(150Hz đến 8.5kHz) và độ chính xác tần số cao hơn những phương pháp trước đây. Cũng bao gồm những hiệu ứng của reverberation, noise và distortion. Bỏ Spinal Tap đi !!!.

Loudspeaker/room combination metrics				
Category	Measurement	Typical	Results	Applications
Maximum SPL	Maximum level for the whole system	Too loud	x dB SPL at a given position, typically FOH	Match power scale to program material. Evaluate need for delays, fills etc.
Frequency response	Spectral response	Many specs say ± 2 dB though unrealistic	Seconds, octave bands, 125 Hz to 8 kHz	Overall curve is artistically determined. Used to evaluate acoustic treatment, speaker aiming, needs for fills etc.
Level uniformity	Relative level over the seating area	Many specs say ± 2 dB though unrealistic	x dB over and under the target	Evaluation of level distribution, need for fills and speaker aiming
Direct/Reverb ratio	Various methods. Most common in the modern era is coherence	Venue dependent	> 50%-80% in favorable situations.	Used to evaluate acoustic treatment, speaker aiming, needs for fills etc.
Intelligibility	STI		Rating system of 1 to 5	Evaluation of speech quality for the combination of room and speakers
% ALCons	Modulation transfer function (loss of modulation depth)	Loss of 10 % or less is considered acceptable for PA applications	x % ALCons	Evaluation of speech quality for the combination of room and speakers

Hình 1.29 Số liệu tiêu chuẩn để đánh giá việc kết hợp loa/phòng



Nền tảng

(Trang trắng)

