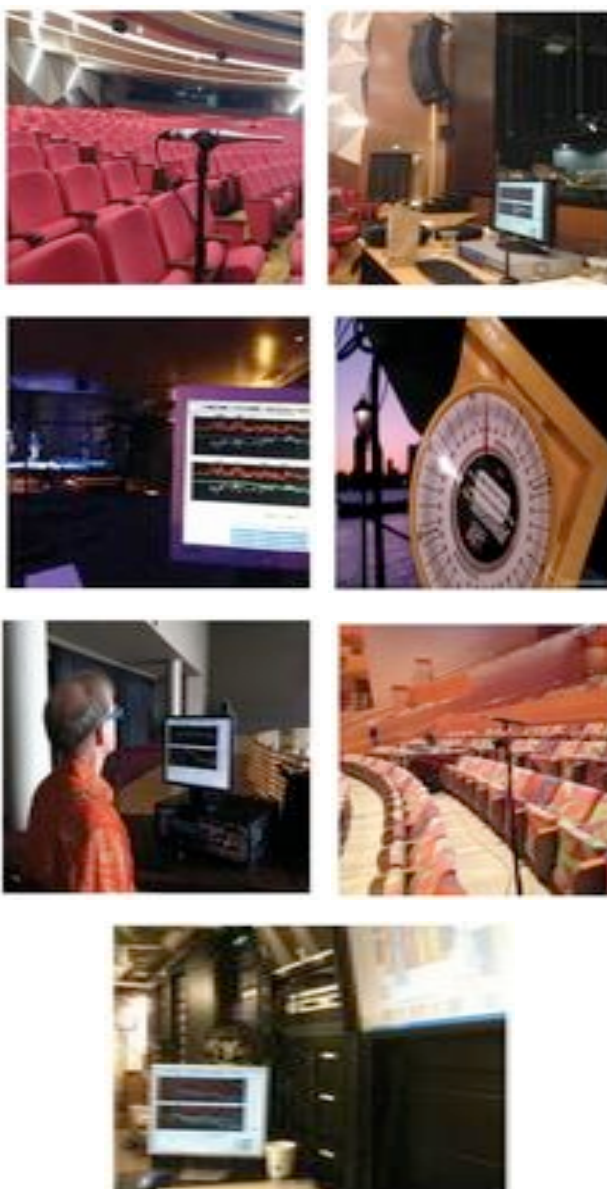


Phần III

Phần III

Tối ưu hóa – Optimization



Phần III

(Trang trắng)

Chương 12

Kiểm nghiệm – Examination

Đã đến lúc phải thử thách thiết kế âm thanh của chúng ta. Có rất nhiều câu hỏi cần trả lời. Hệ thống đã cài đặt có theo quy cách của chúng ta không? Có treo loa chính xác không? Đã đi dây cho nó chưa? Tín hiệu chạy vào đúng chỗ không? Chúng ta cũng sẽ chất vấn về thiết kế của chúng ta. Chúng ta phải, một là chứng minh thiết kế, hai là cải tiến thiết kế khi cần.

Quy trình kiểm tra yêu cầu nhiều công cụ đo lường khách quan. Nếu không có sự kiểm tra, thì mê tín và khoa học cũng như nhau. Việc kiểm tra chấm dứt những thảo luận lòng vòng về có thể xảy ra cái gì thay đổi cái gì đó và hay cái gì có thể là nguyên nhân của vài vấn đề cụ thể. Có thể kiểm tra lý thuyết, giải quyết những câu hỏi và chúng ta có thể tiến lên khi đã học cái gì đó.

Công cụ kiểm tra có nhiều dạng thức khác nhau, từ công cụ vật lý đơn giản, sử dụng để đo góc loa đến bộ phân tích âm thanh phức tạp. Mỗi cái đều có vai trò trong bức tranh toàn cảnh. Thách thức lớn nhất là bộ phân tích âm thanh, là công cụ chẩn đoán, sử dụng để giám sát phương sai trong tín hiệu điện tử và âm thanh khi nó di chuyển qua đường truyền đến người nghe. Vai trò chính của bộ phân tích là giúp chúng ta hiểu những cái chúng ta nghe. Những công cụ này thông báo cho người thiết kế và kỹ sư tối ưu hóa về phương sai mức độ, âm phổ và gợn trên không gian và cho chúng ta biết đã bảo toàn tín hiệu ban output sao.

12.1 Công cụ đo lường vật lý -- Physical Measurement Tools

12.1.1 Máy đo độ nghiêng -- Inclinomometer

Máy đo độ nghiêng, sử dụng trọng lực để đo góc thẳng đứng. Đây là công cụ chỉnh hướng loa tiêu chuẩn, có sẵn trong nhiều mô hình cơ học (analog) và digital. Ứng dụng iPhone là rẻ và mắc tiền nhất. Nó chỉ có giá 1 đô la cho đến khi bạn thả nó từ trên đỉnh cụm loa.

Bạn đã biết làm sao và tại sao nên sử dụng máy đo độ nghiêng. Ở đây vài gợi ý chỉ trong trường hợp.

- Hãy chắc chắn bạn đang ở trên mặt phẳng của loa. Hãy cẩn thận với hình thang!
- Hãy chắc chắn bạn đang ở trên một mặt phẳng của máy đo độ nghiêng. Hãy coi chừng trường hợp iPhone!

12.1.2 Laser

Laser là công cụ chỉnh hướng phổ biến. Những phiên bản chính xác và đáng tin cậy được sử dụng rộng rãi. Laser đặt trên loa hay giàn khung cho thấy chính xác vị trí của nó. Chúng ta có thể định vị ONAX trong nhà trước khi gửi tín hiệu.

Một lần nữa không cần hướng dẫn chi tiết ở đây, chỉ cần vài gợi ý.

- Hãy chắc chắn bạn đang ở trên mặt phẳng của loa. Hãy cẩn thận với cái thang!
- Con trỏ laser chiếu chưa chính xác. Nếu nó giống cây bút, đừng dùng nó.
- Laser đặt trên loa (thí dụ trên giàn khung) chiếu đến vị trí trên loa thật tế, nhắm hướng bằng khoảng cách cố định theo chiều dọc (theo mét, không phải độ).

Chương 12

■ Giống như bên trên cho laser đặt ở cạnh loa cho mặt phẳng ngang.

12.1.3 Bộ đo khoảng cách -- Disto

Laser khoảng cách hay công cụ laser tìm khoảng cách, sẽ gửi tia sáng đi và đọc phản dội của nó. Nó có thể xác định khoảng cách di chuyển với độ chính xác cao. Tôi không khuyên bạn lấy cái này để đo thời gian delay. (Chúng ta có công cụ cho việc này tốt hơn).

12.1.4 Nhiệt kế/ẩm kế -- Thermometer/hygrometer

Tốc độ âm thanh phụ thuộc vào nhiệt độ. Nhiệt kế có thể cho bạn biết hôm nay hệ thống của bạn đang chạy nhanh hay chậm. Chúng ta không tối ưu hóa hệ thống theo một nhiệt độ cụ thể vì vậy công cụ này không đóng vai trò quan trọng trong quy trình này. Biến đổi nhiệt độ là quan tâm lớn hơn cho những hoạt động liên tục như lễ hội và chương trình biểu diễn dài hay địa điểm có hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC). Có thể bù động lực cho việc nhiệt độ thay đổi tỷ lệ lớn trong quy trình biểu diễn bằng cách điều chỉnh thời gian delay tương ứng với sự thay đổi. Cũng có thể giám sát độ ẩm bằng ẩm kế vì những lý do tương tự vì nó ảnh hưởng đến hao hụt HF trong không khí. Có thể quan sát độ ẩm và có thể dự kiến và bù cho những thay đổi trong đáp ứng tần số cao.

12.2 Micro đo lường -- Measurement Microphones

Micro thay thế cho tai của chúng ta. Lòng trung thành với đáp ứng của tai chúng ta hình như là yếu tố định rõ. Tuy nhiên, thật tế không đơn giản như vậy.

12.2.1 So sánh micro với tai của chúng ta

Microphone khác với hệ thống âm thanh của chúng ta theo cách rất rõ. Ứng dụng sân khấu có nhiều yếu tố ủng hộ micro có độ xa khác tai chúng ta. Thứ nhất, tai là hệ thống hai tai tách biệt bởi đầu của chúng ta. Phải mất cặp micro đặt trên đầu nhân tạo để tạo lại kinh nghiệm này, cách thực hiện gọi là "đầu giả" hay thu âm hai tai. Bản thu hai tai hấp dẫn, nhưng phải phát lại trên hệ thống loa tương tự: headphone. Nó hoạt động tốt cho những ứng dụng thật tế ảo và vài dạng nghiên cứu âm học, nhưng không áp dụng cho tối ưu hệ thống.

Phương pháp mô phỏng thính giác của con người khác là một cặp thu âm stereo. Micro đặt gần nhau và tách xòe ra ngoài. Từng micro riêng có nhiều hướng hơn hai tai của chúng ta nhưng nó tạo ra kinh nghiệm quen thuộc. Phải đặt micro trong khu vực xa để nguồn trên sân khấu trộn lẫn với nhau. Điều này tốt cho thu âm nhưng chỉ xử dụng một cách tiết kiệm cho pro-sound do rò rỉ cao và gain âm thanh thấp. Vị trí micro bắt chước thính giác của chúng ta đang ở ngoài sân khấu. Cái gì sẽ làm việc?

Kiểm soát hướng là ưu tiên hàng đầu cho micro pro-sound sân khấu. Nguồn sân khấu và loa chính sẽ tìm thấy lối vào ở tất cả micro đang mở, thêm chài và sắc thái cho tín hiệu. Có vài cách phòng vệ chống lại việc chài. Bố trí gần bằng micro directional cô lập. Việc này tạo ra cách nhìn sai (phần 5.5.4), chẳng hạn như vận chuyển người nghe bên trong trống kick. Console mix có nhiệm vụ khôi phục lại cái nhìn thật tế, thường qua EQ.

Phòng vệ thứ hai là cô lập vật lý trên sân khấu bằng màn che, nhốt nhạc công trong ao cá hay yêu cầu nhạc sĩ hạn chế mức độ của họ trong khu vực nội bộ. Tất cả nhạc sĩ đều muốn nghe chính mình và muốn nghe người khác. Điều này lại thêm phức tạp: monitor sân khấu. Những nguồn âm thanh này giới thiệu đường rò rỉ bổ sung khiến chúng ta lại muốn tối đa hóa việc điều khiển định hướng micro.

Nhóm nhạc pop trên sân khấu là vùng chiến sự về âm thanh. Bắt đầu biện pháp đối phó của chúng ta với cô lập tối đa và kế hoạch lắp ráp những mảnh này trong mixer, tức là sửa nó trong mix. Microphone mô phỏng thính giác con người hiếm khi thực hiện được nhiệm vụ này.

12.2.2 Quy cách micro đo lường -- Measurement microphone specifications

Micro xử dụng để tối ưu hóa hệ thống là những mô hình thu âm đặc biệt. Không cần cô lập. Chúng ta đang theo dõi thụ động việc truyền ở nhiều vị trí khác nhau, không thêm tín hiệu vào luồng. Kinh nghiệm nghe của chúng ta bị ảnh hưởng bởi cả âm thanh trực tiếp lẫn tiếng reverb, và loa monitor phải phản ánh ra điều đó. Một micro đa hướng, nhắm vào nguồn âm thanh, là sự ước lượng hợp lý cho đáp ứng của một tai. Cả hai, loa tai và micro đa hướng điển hình có lượng hướng ra trước/sau trong dải HF tương đối nhỏ.

Ngược lại, micro cardioid, định hướng hơn tai nhiều và đối đáp ứng tần số thấp của theo khoảng cách (hiệu ứng gần). Micro đa hướng đơn cung cấp mạnh mỗi định vị, nhưng đáp ứng tần số tổng hợp xấp xỉ gần với đáp ứng âm sắc cảm nhận được. Do đó, tai thay thế để theo dõi truyền dẫn của chúng ta sẽ là một micro đa hướng, đặt ở vị trí chiến lược.

Phân loại micro tối ưu hóa hệ thống là loại "lĩnh vực tự do". Nó mang lại đáp ứng phẳng trên trục và hơi lặn HF đáp ứng như tăng tần số. Loại micro đo thay thế là loại "góc tới ngẫu nhiên" (còn gọi là "lĩnh vực khuếch tán"), thiết kế để mô tả những không liên kết nguồn hoàn toàn như HVAC, tạp âm môi trường, ... sẽ cho thấy có đỉnh HF lớn trên trục và không thể xử dụng để tối ưu hóa hệ thống.

Tiêu chuẩn thực hiện cho micro đo lường vượt xa đáp tần phẳng một mình. Chúng ta cần độ méo dạng nhỏ, và khả năng năng động (dynamic) đủ để đo đỉnh của hệ thống mà không bị cắt. Tạp âm nội bộ phải ở dưới mức tạp âm trong môi trường của chúng ta. Moving light có cách tốt đẹp để làm cho tạp âm trong microphone phải học tập. Thông số quan trọng khác là ổn định theo thời gian và nhiệt độ. Micro đo giá rẻ \$20 có thể hợp với mô hình \$2000 vào sáng thứ Ba, nhưng vào buổi tối không chắc nó sẽ vậy.

Theo dõi truyền dẫn đòi hỏi phải di chuyển micro quanh phòng. Tốt hơn, di chuyển nhiều micro đi chung quanh. Điều này làm cho micro phù hợp với vấn đề vô cùng quan trọng. Không cần phải phù hợp micro để thiết lập thời gian delay, nhưng mọi khía cạnh khác của tối ưu hệ thống đòi hỏi nó. Micro nên phù hợp với độ nhạy và đáp ứng tần số. Hầu hết hệ thống phân tích có thể bù độ nhạy qua phần mềm. Điều này giúp hợp nhất bộ micro của chúng ta vào chỗ làm và tăng số lượng. Vài hệ thống cho phép phần mềm bù sai lệch đáp ứng tần số. Cần thực hiện việc này thận trọng vì chỉ điều chỉnh lĩnh vực trên trục. Chín mươi phần trăm hành động trong việc phù hợp micro chất lượng cao là trên 4kHz. Micro phân tán bên dưới đáng kể làm tăng quan tâm. Cuối cùng, lựa chọn của chúng ta là xử dụng bộ micro phù hợp hay mang giày đi bộ vào (hay cả hai).

Quy cách micro đo lường

- Đáp ứng tần số: 27Hz đến 18kHz $\pm 1,5$ dB
- Mô hình bao quát: đa hướng (omnidirectional)
- Loại: lĩnh vực tự do (không lĩnh vực khuếch tán/góc tới ngẫu nhiên)
- SPL tối đa không quá tải: >140dB SPL
- Tạp âm nội bộ: <30dB SPL (weighted A)
- Độ nhạy phù hợp: ± 0.5 dB SPL (1kHz)
- Đáp ứng tần số: ± 0.5 dB <4kHz và trên ± 1.5 dB.

12.3 Công cụ đo âm thanh đơn giản -- Simple Audio Measurement Tools

12.3.1 Đồng hồ Volt/Ohm (VOM)

Chương 12

Đồng hồ volt/ohm (VOM) là bộ phận tiêu chuẩn của bộ công cụ âm thanh. Chúng ta thường sử dụng nó nhiều cho nguồn điện AC (điện) hơn hệ chính L/R (audio). VOM kiểm tra điện thế AC và DC, liên tục và phát hiện đoản mạch. Đo điện thế và dòng điện xoay chiều có thể là phép đo trung bình, đã định chuẩn thành RMS, hay RMS thật (root mean square). Vai trò chính của VOM là trong giai đoạn trước khi xác minh hệ thống.

12.3.2 Máy kiểm tra phân cực

Máy kiểm tra phân cực, còn gọi là "phase popper", là bộ phát và thu xung. Bộ phát khiển đường dây và bộ thu giải mã tín hiệu điện (hay âm thanh) ở đầu kia. Phép đo điện phải có độ tin cậy lâu khi đáp ứng phẳng trên tần số full-range. Bộ tìm phase dễ bị đánh lừa khi đo cái gì đó không có đủ băng thông và/hay có độ delay phụ thuộc tần số. Điều đó giúp loại bỏ tất cả loa, vì vậy chúng ta có thể tổng hợp rất đơn giản: Chỉ sử dụng bộ kiểm tra phân cực cho dây cable. Sử dụng pin và bộ phân tích FFT để kiểm tra phân cực của loa.

12.3.3 Hộp nghe -- Listen box

Đây là thiết bị kiểm tra âm thanh, là bộ khuếch đại thu nhỏ, sử dụng pin và loa, sẽ nghe tín hiệu ở bất kỳ đâu trên đường dẫn. Trở kháng input cao giúp giảm thiểu tải. Đây là công cụ nhanh và hiệu quả, hữu ích trong giai đoạn trước khi xác minh để xác định vị trí tín hiệu của chúng ta đang ở đâu, và không.

12.3.4 Máy kiểm tra trở kháng -- Impedance tester

Máy kiểm tra trở kháng là công cụ tiên tiến để kiểm tra cable âm thanh đã cài đặt. Nó đo trở kháng AC chứ không chỉ là điện trở DC trong đường dây. Ưu điểm chính của nó so với VOM là khả năng khắc phục sự cố cable đã cài đặt với loa, biến thế và tụ điện trong đường dây. Máy kiểm tra trở kháng có thể nhìn thấy trở kháng của máy biến thế và cho phép đọc chính xác. DC chặn những tụ điện đã cài đặt để bảo vệ driver HF sẽ xuất hiện như một mạch hở cho VOM, có thể gây hiểu lầm làm chúng ta sẽ kết luận đã cháy driver. Tuy nhiên, máy đo trở kháng, sẽ qua tụ điện đến driver. Máy đo trở kháng được khuyến dùng cho hệ thống 70volt.

12.3.5 Máy hiện sóng -- Oscilloscope

Oscilloscope là thiết bị phân tích dạng sóng, hiển thị điện thế theo thời gian. Cả hai trục đều được điều chỉnh độc lập, cho phép giám sát hầu hết tín hiệu điện. Có thể xem các điện thế DC, điện thế line và tín hiệu âm thanh. Thường không sử dụng nó để hiệu chuẩn hệ thống, nhưng là công cụ hữu ích để khắc phục và xác minh sự cố. Oscilloscope theo dõi đáp ứng peak-to-peak của dạng sóng ở bất kỳ giai đoạn nào bao gồm output bộ khuếch đại. Trong kỷ nguyên hiện đại, chức năng này được thực hiện bởi những mạng thông tin kỹ thuật số đồng thời giám sát output bộ khuếch đại.

12.3.6 Đồng hồ đo mức độ âm thanh (đồng hồ SPL)

Đồng hồ SPL tích hợp mức độ tần số và thời gian vào một bảng đọc dB SPL duy nhất. Các đơn vị SPL phụ tương ứng với thiết lập của người sử dụng đối với trọng số (weighting) tần số (A, B, C và Z) và hằng số thời gian (nhanh, chậm, liên tục, đỉnh- fast, slow, continuous, peak). Đồng hồ SPL là hoạt động chứ không phải là công cụ tối ưu hóa. Không có thông số hiệu chuẩn theo đó đồng hồ SPL không thực hiện được bằng những loại khác (chủ yếu là bộ phân tích FFT). Thực hiện quyết định hiệu chuẩn bằng phân tích từng tần số riêng (FFT) chứ không phải tích hợp chung (đồng hồ SPL). Tuy nhiên, đồng hồ đo mức âm thanh là công cụ hàng đầu cho kỹ thuật mix và luật prosound ca nhạc ngoài trời.

Kiểm nghiệm

12.3.7 Bộ phân tích thời gian thật -- Real-time analyzer (RTA)

RTA tiêu chuẩn là bộ phân tích âm thanh 1/3 octave. Nó đã xử dụng để điều chỉnh hàng chục ngàn hệ thống âm thanh trong nhiều năm. Tất cả đều trong quá khứ. RTA là DOA. Hiếm có giá trị để viết về nó vì vậy tôi sẽ nói ngắn gọn. RTA là bộ phân tích âm thanh tiêu chuẩn trong ngành công nghiệp vào thập niên 1980. Điều chỉnh hệ thống âm thanh là một quy trình một bước: equalization.

Quy trình này có hai bước: equalization khi xem xét RTA, tiếp theo là cân bằng trong khi không nhìn vào RTA, tức là bằng tai. Quy trình này là tranh luận nội bộ giữa RTA và tai của người vận hành.

Bây giờ chúng ta làm việc khác vậy. Chúng ta tối ưu hệ thống. Cân bằng chỉ là một phần của quy trình đòi hỏi dữ liệu mà RTA không bao giờ có thể cung cấp cho chúng ta. RTA không thể cung cấp cho chúng ta đủ thông tin rõ để xác định phản dội, nhắm hướng loa, đặt góc mở, thiết lập mức độ, delay. Nó không thể nói ra thời gian, tính toán phase hay thậm chí cả phân cực. Nó không biết trực tiếp từ reverb, chương trình từ xe nâng. Độ chính xác của nó chỉ như vậy thôi, thậm chí nó không thể EQ tốt. Thậm chí nó còn không rẻ tiền nữa!

Không có lý do chính đáng để mua RTA độc lập. Bộ phân tích FFT hiện đại trùng lập chức năng với RTA và cũng có những tính năng thật tế cần để thực hiện tối ưu hóa hoàn chỉnh. Số lượng những cái mà RTA có thể làm tốt hơn bộ phân tích FFT hiện đại là số không.

12.4 Bộ phân tích biến đổi Fast Fourier -- Fast Fourier Transform Analyzer (FFT)

Cách đây không lâu, việc điều chỉnh hệ thống âm thanh đã thấy gần như dành riêng cho mặt nghệ thuật. Những kỹ sư sẽ đóng băng hay nói vào micro, đi bộ chung quanh và đưa ra những quyết định quan trọng về cách hệ thống nhắm vào mức độ tương đối, điểm crossover, thời gian, EQ v.v ra sao. Đã thừa nhận hệ thống hồi đó không phức tạp như bây giờ. Hay nó phức tạp hơn? Đúng là hầu hết hệ thống đều có ít channel, hệ thống phụ và xử lý tín hiệu hơn hiện nay, nhưng theo cách khác, nó lại phức tạp hơn nhiều. Đường dẫn tín hiệu hiện đại thường là chuyển bay một chiều, từ console mix đến loa, đã hỗ trợ đầy đủ với việc thời gian nghỉ tại bộ xử lý tín hiệu. Hồi xưa, nó giống như đi dọc theo bờ biển trên Southwest Airlines. Console đến EQ đến delay line đến crossover đến limiter đến ampli và cuối cùng là loa. Và đó chỉ là một con đường dẫn đến driver cao cấp! Chính sự đơn giản hóa và tiêu chuẩn hóa của xử lý tín hiệu hiện đại và loa, đã làm cho những người thiết kế âm thanh nghệ thuật dễ đắm mình trong nhánh hoa âm thanh (soundscape) phức tạp, lớn hơn bao giờ hết. Nếu thành phần của hệ thống siêu phức tạp này không thể tối ưu hóa để hoạt động cùng nhau theo cách dự đoán được, thì ít người thiết kế có thể gây nguy hiểm cho chương trình của mình trên những hệ thống phụ ương ngành, có khái niệm sáng tạo riêng của họ. Bộ phân tích âm thanh hiện đại là công cụ đã lựa chọn để đảo ngược nội chuyển lực (entropy) trong hệ thống âm thanh.

Dĩ nhiên, bộ phân tích đã sẵn sàng giúp thời gian dài. Nhưng trong quá khứ, nó chỉ là những dụng cụ thô sơ, khả năng chỉ có những nhiệm vụ hạn chế. Hệ thống âm thanh của nó cũng thô sơ, và trong nhiều cách, nó đã lớn lên cùng nhau. Hệ thống âm thanh đã chuyển ra khỏi garage và bộ phân tích đi ra khỏi phòng thí nghiệm vào thập niên 1980, và nó đã cùng nhau đi chung đường. Xử dụng bộ phân tích để cân 100 pounds và chi phí nhiều hơn console mix. Bây giờ nó không cân cái gì và rẻ tiền hơn cả micro. Mọi người đều có một cái, nhưng có rất nhiều người trong chúng ta không thật sự biết những cái gì đang đi vào bên trong của những công cụ này và những dữ liệu có ý nghĩa thật sự ra sao. Cơ hội đưa ra quyết định điều chỉnh tốt sẽ tăng đáng kể nếu chúng ta hiểu cách nhìn của bộ phân tích âm thanh hiện đại. Phần này là cái nhìn dưới mui xe. Chúng ta sẽ không đào sâu đủ để sẵn sàng thiết kế bộ phân tích riêng cho bạn, nhưng với mục tiêu làm cho bạn trở thành tài xế tốt hơn.

Chương 12

12.4.1 Fast và Fourier

Bộ phân tích FFT là công cụ tối ưu hóa tiêu chuẩn công nghiệp. Trước hết, chúng ta hãy dịch ngược tên của bộ phân tích. "Biến đổi-Transform" là chuyển hóa dạng sóng mẫu, từ biên độ so với thời gian sang hàng loạt giá trị biên độ và phase theo tần số. Biểu thức đơn giản cho điều này là chuyển đổi từ miền thời gian sang miền tần số, thí dụ: Một dòng chảy âm nhạc đi vào liên tục và chia thành nhiều lát mỏng theo tần số.

Fourier Transform (FT) là ứng dụng thật tế của định lý Fourier, đặt tên theo nhà toán học thế kỷ 18 Jean-Baptiste Joseph Fourier. Định lý Fourier đi theo cả hai hướng: miền thời gian đến miền tần số và ngược lại. Không có dạng sóng nào bị tổn hại trong quy trình biến đổi này (trong dạng lý thuyết thuần túy). Đã thể hiện lại trong hình. 1.1.

Phần "Fast" là nơi mà mọi cái có thủ thuật. Định lý Fourier đòi hỏi lập đi lập lại vô tận phải chính xác gấp bội. Chúng ta có buổi trình diễn lúc 8 giờ sáng. Chúng ta không thể chờ câu trả lời chính xác nhất mãi để ngừng tính toán khi chúng ta có đủ độ chính xác. Đó là phần "Fast", chuyển động từ chuyển đổi lý thuyết sang thế giới thật và thành ra thuật toán chúng ta có thể lập trình vào máy tính. Máy tính ghét vô tận lắm!

Bộ phân tích FFT cho chúng ta biên độ và phase theo tần số cụ thể hơn mà chúng ta có thể xử dụng. Tuyệt quá. Thật không may, xử dụng dữ liệu thô không đáng kể trong thế giới thật của tối ưu hóa. Chúng ta phải xây dựng rất nhiều tính năng đặc biệt để điều chỉnh công cụ này cho thương mại. Dưới đây là vài thí dụ về những hạn chế của bộ phân tích FFT đơn channel cơ bản. Đáp ứng tần số tuyến tính không khớp với hệ thống thính giác của chúng ta. Cần phải có tín hiệu input đã biết (đã xây dựng chính xác). Đáp ứng phase giống như cái đồng hồ chỉ có kim thứ hai. Danh sách cứ kéo dài.

Làm sao chúng ta quan sát nó? Chúng ta ném tiền vào nó. Chúng ta chồng nhiều bộ phân tích và nối song song để tạo ra hệ thống tổng hợp, phù hợp với chúng ta. Những tần số chuẩn và đáp ứng phase của bộ phân tích hiện đại, xuất hiện dưới dạng đường đơn, nhưng thật sự bắt nguồn từ việc tính toán khoảng mười sáu module phân tích FFT. Chi tiết để làm theo.

12.4.2 Biến đổi -- Transform

Những bước biến đổi cơ bản từ dạng sóng mẫu đến ghi nhớ thời gian thành số thật và số ảo đến độ lớn và phase theo tần số. Mục công việc đầu tiên: Số thật và số ảo là trên cơ sở "cần biết". Chúng ta không cần phải hiểu điều này để điều chỉnh hệ thống âm thanh. Điều này để lại cho chúng ta với hai bước chuyển tiếp: input đến bản ghi thời gian (time record) rồi vào miền tần số. Lấy mẫu dữ liệu input chạy bằng quy tắc tương tự như âm thanh digital mà chúng ta giải quyết mỗi ngày, nghĩa là lấy mẫu ở $> 2 \times$ tần số cao nhất mà chúng ta muốn xử dụng. Chúng ta sẽ xử dụng 50kHz làm thí dụ để có được băng thông 22kHz có thể xử dụng được.

Tần số mẫu 50kHz cho phép tăng thời gian 0,02ms. Hãy bắt đầu trò chơi đếm. Một bộ 250 mẫu tải luồng dữ liệu 5ms vào bộ đệm ($250 \times 0.02\text{ms}$). Giai đoạn thử mẫu 5ms cho phép chu kỳ 200Hz để khớp vào bộ đệm thật chính xác. Việc chuyển đổi tên miền thời gian/tần số bắt đầu thẩm vấn dữ liệu đã lưu trữ của nó.

Hãy nghe đàm thoại: "Có ai ở đây hoàn thành chính xác một chu kỳ không? Nếu có, (a) bạn lớn cỡ nào? Và (b) bạn đã ở chu kỳ phase nơi bạn ở giữa bộ đệm thời gian là gì?". Câu đầu cho chúng ta biết độ lớn ở tần số 200Hz, và câu hai cho chúng ta biết phase. Bước tiếp theo là yêu cầu nếu có ai hoàn thành hai chu kỳ, mà cho chúng ta báo cáo tình trạng trên 400Hz. Tiếp tục kéo dài quy trình này đến chừng nào chúng ta muốn (cho đến khi chúng ta đạt đến tần số cao nhất cho phép theo tỷ lệ mẫu). Tóm lại, mẫu 5ms chia âm phổ thành nhiều khoảng tăng 200Hz (khoảng cách tuyến tính) (Hình 12.1 và 12.2). Khoảng cách

Kiểm nghiệm

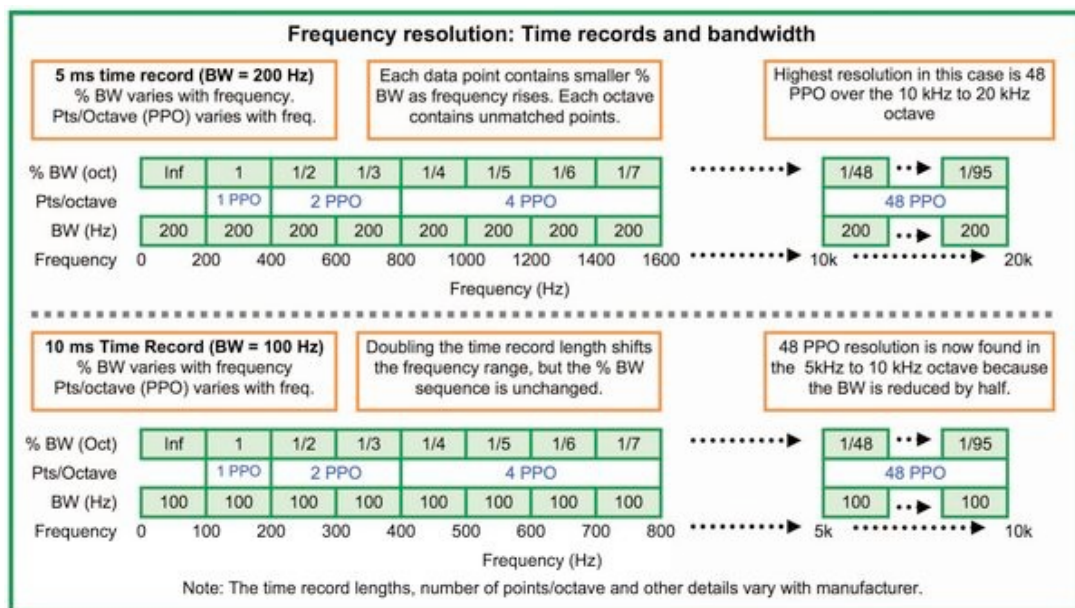
tuyến tính cung cấp độ chính xác không đều cho thính giác của chúng ta (khoảng 1 octave giữa 200Hz và 400Hz, 1/2 octave giữa 400Hz và 600Hz, 1/3 octave giữa 600Hz và 800Hz, v.v ...).

12.4.2.1 Vô tận và vượt xa -- Infinity and Beyond

Thách thức đầu tiên là dữ liệu tuyến tính trong thế giới log (một trong những cái đầu của chúng ta). Thứ hai là tinh tế (subtler). Cái gì về tần số mà không phải bội số nguyên của 200Hz? Làm sao chúng ta đếm 300Hz? Liệu chúng ta có lan truyền biên độ của nó qua những ngăn 200Hz và 400Hz không? Giá trị phase cho tín hiệu hoàn thành 1.5 chu kỳ sẽ không giống nhau ở đầu và cuối bản ghi thời gian. Cái nào đúng? Chúng ta có thể làm gì? Chúng ta có thể cắt nó ra nhiều bước nhỏ bằng cách giành được dạng sóng dài hơn. Mười mili giây cho phép chúng ta đếm theo bước tăng 100Hz. Chúng ta có thể thấy 300Hz ngay bây giờ, nhưng cái gì về 350Hz? Có thể luôn có cái gì đó ở giữa nên không có vấn đề chúng ta cắt nó ra sao cho tốt. Độ chính xác vô hạn đòi hỏi bản ghi thời gian vô hạn (thách thức vô hạn của FT, đã thảo luận ở trên).

Giá của phép đo hữu hạn đang giả định nó phù hợp với việc chúng ta sẽ thấy cái gì nếu đo tiếp tục. Mẫu được coi là "luôn là và mãi mãi sẽ là". Điều chúng ta thật cần là sự tự tin mà nó đại diện chính xác ngay bây giờ và tương lai sắp tới. Tin vui! có thể làm ra nó.

Hãy nhìn vào thách thức này tương tự như trên. Nếu mẫu thời gian là bài hát hoàn chỉnh "Stairway to Heaven", chúng ta sẽ hoạt động theo giả định, nó đã phát liên tục, mãi mãi. Có, tôi biết nó cảm thấy như vậy. Nhưng vòng lặp phải có toàn bộ bài hát, để kết thúc âm thầm, đáp ứng sự im lặng, êm ả. Nếu cắt bản ghi thời gian trước khi kết thúc bài hát (trong khi Jimmy Page vẫn khóc với thiết lập ampli của anh ta là 11), quy trình khởi động lại sẽ đột ngột và chúng ta sẽ biết bài hát không giữ nguyên. Vâng, đó là sự tương đồng dài, nhưng phương án thay thế là phương trình toán học không tách rời.



Hình 12.1 Quan hệ giữa độ dài của bản ghi thời gian và độ chính xác của tần số trong bộ phân tích FFT.

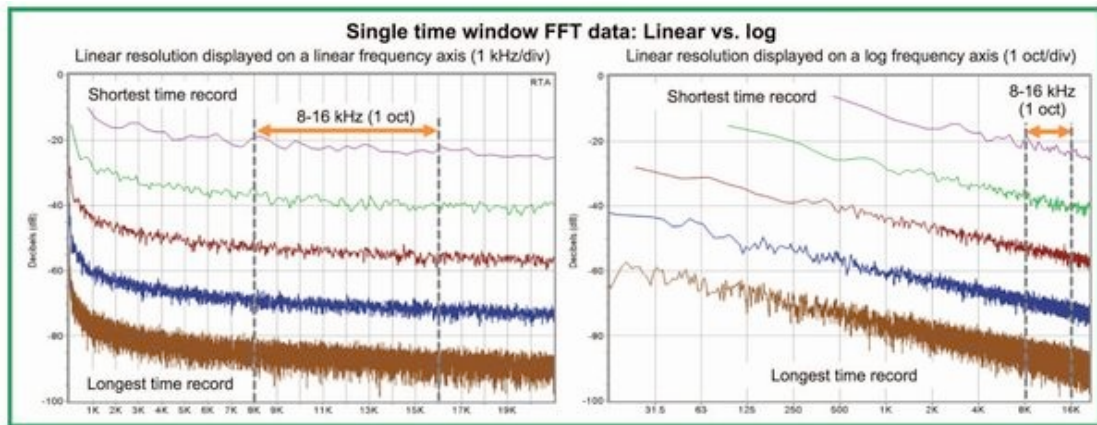
12.4.2.2 Chức năng cửa sổ -- Window Functions

Đây là chỗ mà phần giữa, bản ghi thời gian, đi vào hoạt động. Bản ghi thời gian (time record) là phiên bản sửa đổi của mẫu sóng nguyên mẫu, làm nó sẵn sàng cho biến đổi. Chúng ta không thể đặt giới hạn về tài liệu chương trình và chúng ta không có cả ngày. Bản ghi thời gian là đại diện hợp lý của tất cả

Chương 12

tần số trong băng thông. Chúng ta có thể bỏ sự hoàn hảo cho những tần số là bội số nguyên để đạt bình đẳng cho tất cả.

Phương pháp khắc phục là thời gian "cửa sổ", mô phỏng toán học của kiểm soát gain giữa những dạng sóng đệm và phase thứ hai: Bản ghi thời gian. Bản ghi thời gian coi như là mẫu của chuỗi lặp lại vô tận. Xây dựng này vẫn duy trì nếu kết thúc của bản ghi thời gian phù hợp với bắt đầu. Bản ghi thời gian phải là hình tròn, giống như vòng băng từ. Kỹ sư âm thanh có thể hình dung chức năng cửa sổ như là cổng VCA hay cổng ngưỡng thời gian. Hãy tiếp tục với thí dụ bản ghi thời gian 5ms. Nó đóng ở đầu (0ms) rồi bắt đầu mở. Cửa sổ cuối cùng sẽ mở ra hoàn toàn rồi đóng lại khi 5ms đã trôi qua. Sản phẩm cuối cùng là phiên bản sửa đổi của dạng sóng ban đầu với trọng số (weighting) biên độ ưu ái ở chỗ giữa bắt đầu và kết thúc.



Hình 12.2 Độ chính xác của tần số tuyến tính và log: Đáp ứng FFT đơn tính toán dữ liệu với khoảng cách tần số tuyến tính, đã hiển thị ở đây với cả việc mở rộng tần số tuyến tính và tần số log. Màn hình tuyến tính/tuyến tính (trái) cho thấy khoảng cách bằng nhau giữa những ngân tần số. Phiên bản khoảng cách tuyến tính/log cho thấy khoảng cách LF rộng và khoảng cách nhỏ dần theo tần số. Độ chính xác tần số tuyến tính phụ thuộc vào độ dài băng thu thời gian, trình bày theo tuần tự bốn. Lưu ý độ chính xác LF thấp (bản ghi thời gian ngắn) và độ chính xác HF cao (bản ghi thời gian dài nhất).

Làm sao cái này giúp bây giờ? Trước tiên, chúng ta đã chắc chắn, giả thuyết biến đổi Fourier (có thể lặp lại bản ghi thời gian) đã thỏa mãn. Thứ hai, chúng ta có thể thấy có vài chi phí để sửa đổi dạng sóng. Chi phí thay đổi theo tài liệu chương trình. Sóng sine đã cộng thêm biến dạng vào nó. Tạm thời có thể bỏ qua nếu nó đến đầu hay cuối, trong số những cái khác.

Có nhiều phiên bản chức năng cửa sổ khác nhau và từng cái có nguồn tài liệu ưa thích của riêng nó. (mặc dù không có fan của Zeppelin). Tất cả cửa sổ đóng lại ở đầu, mở hoàn toàn ở giữa và đóng vào cuối. Nó giống như một người đi theo đường bao quanh, nơi có loại cửa sổ có độ dốc tăng và giảm độc đáo. Thường xử dụng cửa sổ Hann và Blackman-Harris cho những nguồn ngẫu nhiên (tiếng động hay âm nhạc), trong khi ưa chuộng cửa sổ Flattop để kiểm tra sóng sine. Những lỗi này lớn bao nhiêu? Hầu hết đều giảm 40-60dB từ tín hiệu đầy đủ. Hoàn hảo? Không. Tận thế? Không chắc. Chúng ta phải đo đến vô tận mới biết.

12.4.2.3 Tìm phase -- Finding Phase

Bây giờ chúng ta có bộ dữ liệu đáp ứng tần số tuyến tính với biên độ và phase. Phần biên độ thì đơn giản. Lớn hơn là lớn hơn. Phần phase, không quá nhiều. Giá trị phase chúng ta đã thu chỉ là một vị trí trên vòng tròn tương đối. . . Um, cái gì đó. Một sóng sine ổn định sẽ có chuỗi giá trị phase lặp đi lặp lại, nhưng tín hiệu ngẫu nhiên sẽ có phase ngẫu nhiên. Tóm lại, chúng ta không thể làm bất cứ điều gì với dữ

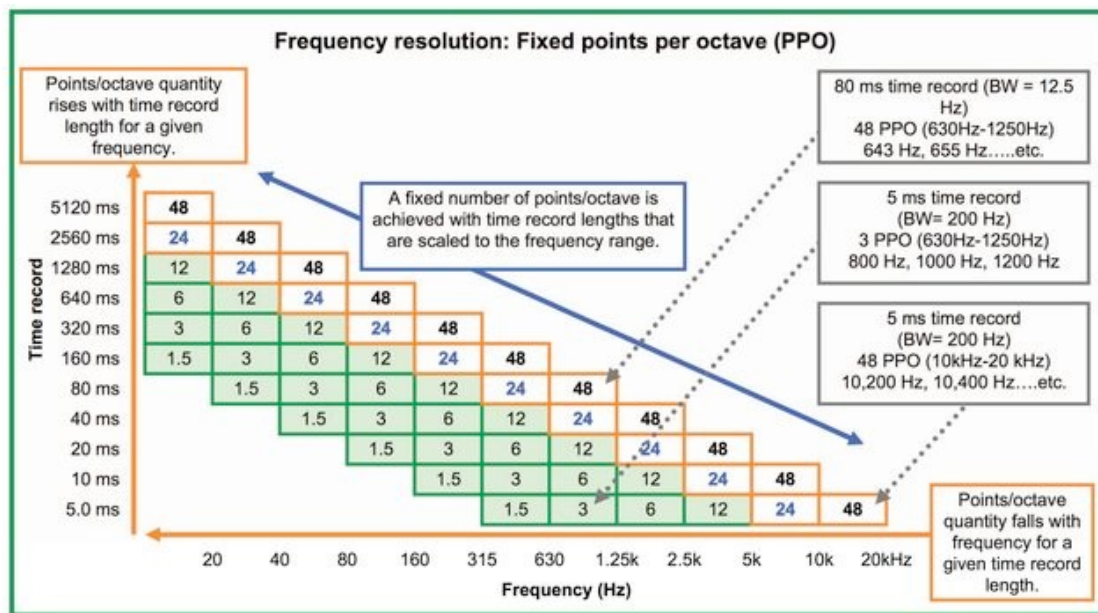
Kiểm nghiệm

liệu phase cho đến khi chúng ta có tài liệu tham khảo thời gian để so sánh, có nghĩa là phase tương đối. Bộ phân tích channel đơn có thể đặt ra tham chiếu thời gian cố định. Bộ phân tích channel đôi xử dụng một channel làm tài liệu tham khảo cho channel khác, cho phép chúng ta theo dõi chính xác phase tương đối với những nguồn đã biết hay ngẫu nhiên như âm nhạc. Đây là lợi ích quan trọng cho bộ phân tích channel đôi.

12.5 Điểm/octave cố định (Biến đổi hằng số Q) -- Fixed Points/Octave (Constant Q Transform)

Bộ phân tích tối hậu sẽ có dữ liệu có độ chính xác cao ở dạng phức tạp với màn hình hiển thị trực quan đến tai của chúng ta. Nó có thể bắt nguồn từ dữ liệu tuyến tính (bao gồm cả phase), nhưng hiển thị độ chính xác tần số bất biến trên mỗi octave: lai giữa tuyến tính/logarit (lin/log). Quyền lựa chọn là chỉ cần kéo căng và bóp màn hình đáp ứng tần số để làm cho dữ liệu tuyến tính phù hợp với màn hình log. Hình dung ra Slinky. Đây là giải pháp video cho vấn đề âm thanh. Thách thức là độ chính xác, không cho thấy: độ chính xác rất thấp trong giải LF và rất cao trong HF. Thí dụ 5ms của chúng ta có điểm dữ liệu tần số cho mỗi 200Hz. Đó là 0Hz, 200Hz, 400Hz. . . 19.600, 19.800, 20.000. Lưu ý, chúng ta có bỏ qua loa subwoofers không? Mặt khác, chúng ta có năm mươi lát trong octave đỉnh (10k-20kHz).

Bản ghi thời gian dài làm tăng độ chính xác cho giải LF (điều tốt) và độ chính xác HF (quá nhiều điều tốt). Đây là lại thêm trận chiến với vô tận. Thay vào đó, hãy thử cách tiếp cận thỏa hiệp: Lấy cả hai cửa sổ ngắn và dài hạn. Chúng ta sẽ làm hết sức và để lại phần còn lại. Chúng ta thực hiện nhiều phép FFT song song và nối những đáp ứng lại với nhau thành màn hình "quasi-log" duy nhất. Thực hiện từng bản ghi thời gian, kích cỡ riêng để nhắm đến octave nào đó.



Hình 12.3 Những điểm/octave cố định (PPO), còn gọi là biến đổi hằng số Q

Kế hoạch là tăng bản ghi thời gian gấp đôi liên tục (5ms, 10ms, 20ms v.v) (hình 12.3). Hình dung ra hàng loạt máy chụp có tốc độ màn trập khác nhau, kích hoạt bằng một nút bấm duy nhất. Mỗi một nửa tăng gấp đôi tần số mẫu, dẫn đến một số điểm dữ liệu phù hợp xuống thấp hơn một octave. Chúng ta sẽ chỉ xử dụng một octave của mỗi điểm, trong trường hợp này, thí dụ của chúng ta là 48 điểm/octave. Chọn octave từ mỗi band, nối với nhau để tạo ra đáp ứng toàn diện phức hợp với độ chính xác trên mỗi octave

Chương 12

phù hợp. Kéo dài độ chính xác tuyến tính trong mỗi octave để tạo ra màn hình log. Có thể phát hiện độ dài của một octave đơn (nhất là khi so sánh với việc kéo dài full-range, có được nếu chúng ta chỉ xử dụng bản ghi thời gian). Có thể tiếp tục quy trình này vô hạn nhưng sẽ đạt đến giới hạn thật tế do tăng chiều dài bản ghi thời gian.

Cửa sổ đo điểm/octave cố định (PPO) bao gồm tỷ lệ tần số/bước sóng tương ứng của âm thanh trực tiếp và đến trễ. Độ chính xác cơ bản là 24PPO bao gồm tín hiệu trực tiếp và đến trễ trong khoảng thời gian 24 giây. Điều này làm cho nó dễ nhớ: $24PPO = 24\lambda$. Những cái đến trễ (phản dội hay cộng âm khác) vượt quá giới hạn này sẽ coi là không tương quan với tín hiệu ban đầu, tức là tạp âm. Do đó, chúng ta đang chứng kiến tỷ lệ âm thanh trực tiếp tương đối hẹp tới những phản dội sớm theo tần số. Tương phản với bất kỳ bản ghi thời gian cố định duy nhất nào, ở đó, chúng ta sẽ thấy vài bước sóng khác cho mỗi tần số (nhiều HF hơn LF). Xem xét bộ phân tích chỉ có một bản ghi thời gian duy nhất có chiều dài 24ms. Đó là cửa sổ 24λ ở 1kHz, tương ứng với cạnh của giữa nhận thức độ rộng lớn và tách biệt (phần 5.3). Nó cũng bao gồm 240λ ở 10kHz (cảm nhận như echo) và chỉ có 2λ ở 80Hz (cảm nhận biến đổi âm sắc mạnh). Bộ phân tích lý tưởng của chúng ta cho thấy nhận thức mức độ, không gian và echo đều ngang bằng theo tần số. Việc này cần nhiều biến đổi PPO cố định.

Độ chính xác tần số, bao nhiêu là đủ? Câu trả lời tùy vào câu hỏi chúng ta muốn bộ phân tích phải trả lời. Câu hỏi về góc mở đòi hỏi độ chính xác thấp hơn câu hỏi EQ rất nhiều. Độ chính xác quá cao tốt hơn không đủ, vì vậy chúng ta sẽ tập trung vào nhu cầu tối thiểu cho một quyết định nào đó.

Nhận diện equalization và lọc lược (comd filter) cần độ chính xác cao nhất. Những vùng nhận thức âm sắc/không gian/tách biệt đóng vai trò quan trọng trong quyết định này. Chúng ta từng thấy, độ chính xác $1/6$ octave được coi là "bằng thông quan trọng" cho nhận thức về sự biến đổi âm sắc. Chúng ta cũng thấy đáp ứng tần số gọn vượt qua độ chính xác $1/24$ octave (24λ), nhận thức tách biệt hơn là rộng lớn hay đã sửa đổi âm sắc. Do đó độ chính xác $1/24$ đến $1/48$ octave sẽ đủ cho nhu cầu chính của chúng ta trong miền tần số (xem hình 5.10)

Độ chính xác tần số đề nghị cho nhiệm vụ đặc trưng

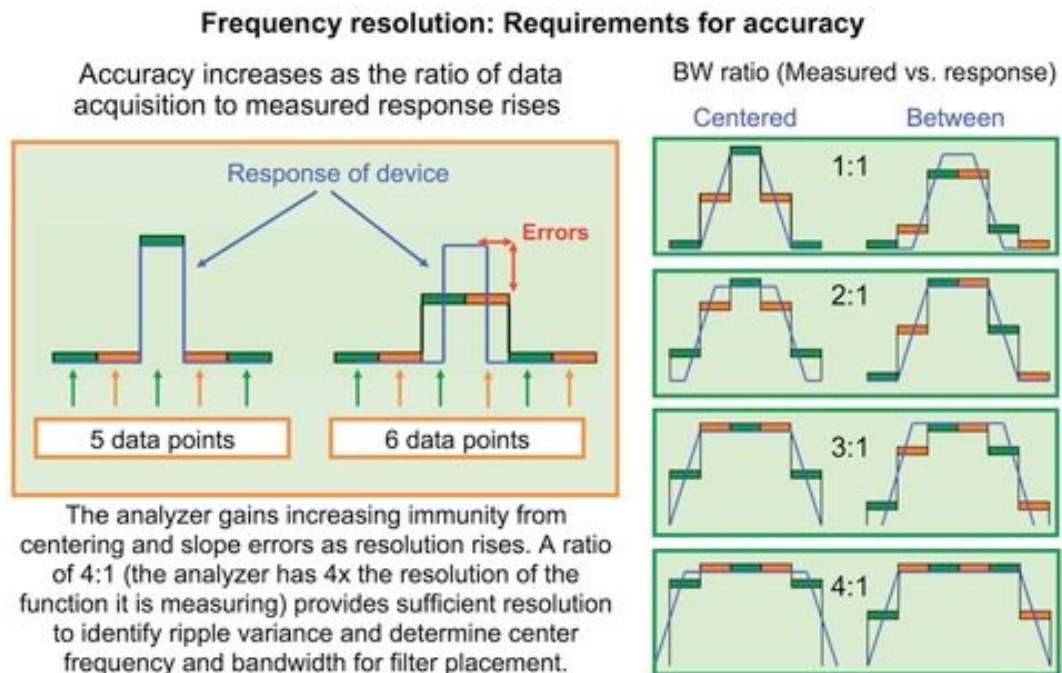
- Tạp âm sàn: độ chính xác thấp ($1/3$), OK để xử dụng chung.
- Hum và dao động: độ chính xác cao ($1/24$), để xác định từng tần số riêng.
- Xác định gọn: độ chính xác cao ($1/24$), cần để coi chi tiết.
- Equalization: độ chính xác cao ($1/24$), tốt nhất để xác định tần số trung tâm, bằng thông và cân bằng mức độ peak và dips.
- Sắp xếp phase: độ chính xác cao ($1/24$), cần để theo dõi sự ghép nối tốt nhất.
- Cài đặt mức độ: độ chính xác trung bình ($1/6$), đủ để xác định điểm 0dB.
- Xác định OFFAX: độ chính xác trung bình ($1/6$), đủ để xác định điểm -6dB.
- Xác định XOVR: độ chính xác trung bình ($1/6$), đủ để xác định điểm -6dB.

Chúng ta phải xác định ba tham số để mô tả peak hay dip: tần số trung tâm (F_c), độ lệch cực đại ($\pm$) và tỷ lệ phần trăm băng thông (BW). Điều này đòi hỏi ít nhất ba điểm dữ liệu tần số: F_c và những điểm mà đáp ứng đã trở lại đồng nhất (ở trên và dưới). Độ chính xác bổ sung lấp đầy hình dạng giữa những điểm này.

Bộ phân tích chia âm phổ thành nhiều điểm dữ liệu, "ngăn-bin". Mỗi ngăn có một F_c và hiệu quả BW nối với ngăn lân cận tại gain đồng nhất. F_c và BW của peak hay dip của thiết bị đo có thể (hay không)

Kiểm nghiệm

khớp với F_c và/hoặc BW của bin. Hai biến mở này tạo ra hàng loạt khả năng. F_c có thể phù hợp với một ngăn hay rơi chỗ nào đó giữa hai cái. BW của thiết bị có thể khớp với BW của ngăn hẹp hay rộng hơn.



Hình 12.4 Những vấn đề về ngăn/độ chính xác

Chuỗi kịch bản với nhiều tỷ lệ về độ chính xác của bộ phân tích so với những biến thể của thiết bị, thể hiện trong hình 12.4. Chúng ta có thể may mắn và phù hợp (độ chính xác cao) hay rơi giữa những vết nứt (lỗi) khi độ chính xác của chúng ta bằng với những biến thể bằng thông của thiết bị đã đo (quan hệ 1:1). Cửa sổ lỗi sẽ co lại khi tỷ lệ tăng lên. Tỷ lệ "lấy mẫu" 4:1 làm giảm tỷ lệ lỗi, đủ để mô tả đặc trưng F_c và BW mà không quan tâm dù nó có nằm trong trung tâm không. Do đó bộ phân tích 1/24 octave chắc chắn đủ độ chính xác để thực hiện cân bằng trong vùng nhận thức âm sắc 1/6 octave (lấy mẫu 4:1 * 1/6 octave = 1/24 octave).

12.6 Phân tích channel đơn và channel đôi -- Single-and Dual-Channel Analysis

12.6.1 Phân tích âm phổ channel đơn -- Single-channel spectral analysis

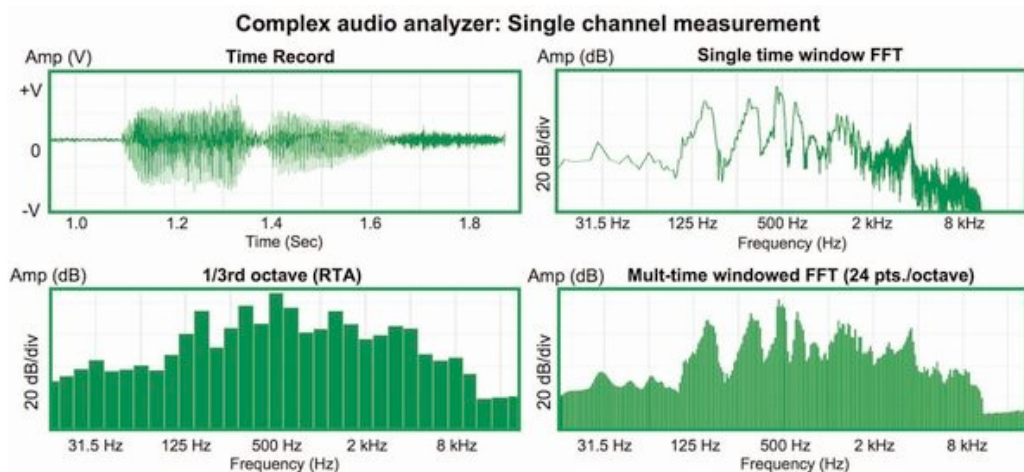
Bộ phân tích channel đơn so với tiêu chuẩn cố định (Hình 12.5). Đại lượng chưa biết tham chiếu đến cái đã biết (vài giá trị tiêu chuẩn). Phép đo channel đơn, đã đề cập ở đây là âm phổ, đòi hỏi một đại lượng chưa biết: đáp ứng output. So sánh cái này với mẫu tham chiếu nội bộ như 0volt hay 0dB SPL.

Ứng dụng chính của bộ phân tích channel đơn

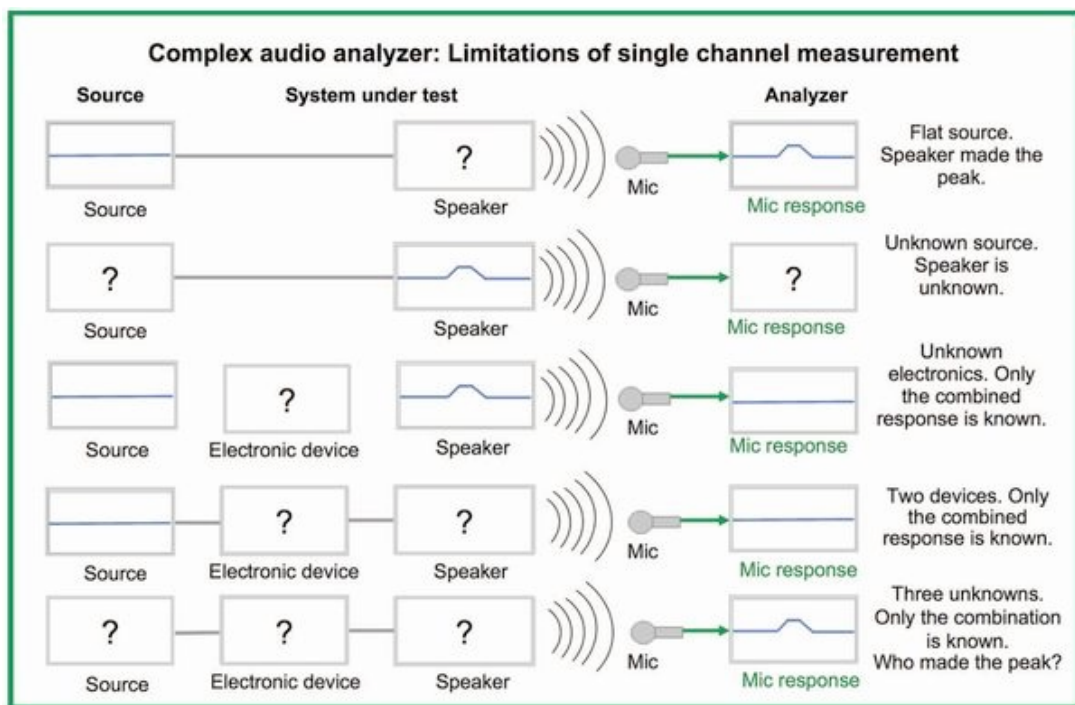
1. Giám sát nội dung tần số, mức độ và dynamic range.
2. Tổng méo họa âm (THD).
3. Khả năng input và output tối đa.
4. Hum và tạp âm sàn.

Những thủ tục xác minh ở trên sẽ trình bày chi tiết từng bước trong chương 13.

Chương 12



Hình 12.5 Âm phổ channel đơn của giọng nói, đo bằng nhiều cửa sổ thời gian, điểm cố định trên mỗi octave của bộ phân tích FFT (24PPO) (của SIA-SMAART).



Hình 12.6 Hạn chế của phép đo âm thanh một điểm.

Phép đo channel đơn bị giới hạn ứng dụng vì nó cần tín hiệu đã biết (Hình 12.6). Phân tích âm nhạc chảy qua EQ bằng âm nhạc và EQ. Phần nào là nhạc, và phần nào là EQ? Phương trình có hai ẩn số: input (âm nhạc) so với output (âm nhạc và EQ). Nó chỉ tốt nếu chúng ta chỉ muốn thấy âm phổ chảy qua hệ thống. Xử dụng nó hạn chế trong việc quyết định phải làm cái gì về nó. Đây là quan sát, không phải tối ưu.

Phép đo đáp ứng tần số channel đơn xử dụng pink-noise hay tín hiệu nguồn khác đã biết là có âm phổ phẳng. Đo THD xử dụng sóng sine méo dạng nhỏ, trong khi phép đo tạp âm không yêu cầu nguồn nào cả.

Kiểm nghiệm

Phát sinh giới hạn thứ hai với nhiều thành phần trong chuỗi, tức là mỗi hệ thống âm thanh. Nguồn đã biết khiến input đầu tiên và chúng ta không nhìn thấy nó cho đến output cuối cùng. Hệ thống đo điểm đơn không thể phân biệt tác dụng riêng của nhiều thành phần khác nhau mà không gián đoạn chuỗi tín hiệu hay giả định. Chúng ta biết đã xảy ra điều gì đó nhưng không biết thiết bị nào đã làm. Thiết bị đầu tiên vượt qua output không rõ cho mọi cái ở cuối nguồn. Thiết bị thứ hai có input và output không rõ. Bzzt! Cảm ơn cho trò chơi.

12.6.2 Phân tích channel đôi (phép đo chức năng chuyển giao) -- Dual-channel analysis (transfer function measurement)

Chúng ta đã gặp nhiều rắc rối để tạo ra đáp ứng tần số cao có độ chính xác cao. Về bản chất, nó là phân tích thời gian thật có độ chính xác cao, cho đến khi chúng ta thêm channel thứ hai. Sau đó, nó là một việc khác hẳn. RTA không biết bộ xử lý từ loa hay từ phòng, show của chúng ta từ cái xe nâng hay âm thanh trực tiếp từ tái chế phản dội. Ngược lại, bộ phân tích FFT channel đôi cho chúng ta biết nó có biết câu trả lời hay đoán qua chức năng gắn kết (coherence function). Điều này không chắc chắn sẽ quyết định tốt, nhưng chắc chắn sẽ tăng khả năng. RTA chỉ trả lời về biên độ, dẫn người dùng tin EQ là câu hỏi duy nhất. FFT channel đôi hiện đại hướng dẫn chúng ta nhìn thấy những thách thức về hệ thống âm thanh có đủ độ phức tạp của nó. Chẩn đoán tốt sẽ làm cho điều trị tốt hơn. Nhắm hướng loa, góc mở, khoảng cách, delay, sắp xếp crossover và mức độ lên xuống đều được hỗ trợ bởi nhiều thông tin, cung cấp bởi phép đo chức năng chuyển giao. Chúng ta có thể cho biết thời gian, phát hiện méo dạng, compressor và thay đổi tốc độ âm thanh trong khi ban nhạc chơi và khán giả nhảy múa (hình 12.7).

Thuật ngữ "chức năng chuyển giao" mô tả hành vi của thiết bị tuyến tính trong đường dẫn tín hiệu. Thiết bị có thể thụ động, chẳng hạn như dây điện, hay hoạt động, chẳng hạn như EQ. Chức năng chuyển giao phân tích thấy bất cứ cái gì xảy ra giữa input và output của thiết bị. Sự khác biệt giữa gozinta và gozoutta (*đọc trệch hai từ go into và go out to-ND*).

Tính toán chức năng chuyển giao là phức tạp dưới nắp che nhưng trực giác ở bề ngoài. Với phân tích mức độ, nó được mô hình hóa như là chia ra: output trên input. Với phân tích thời gian (thời gian và phase) nó trừ đi: output trừ đi input.

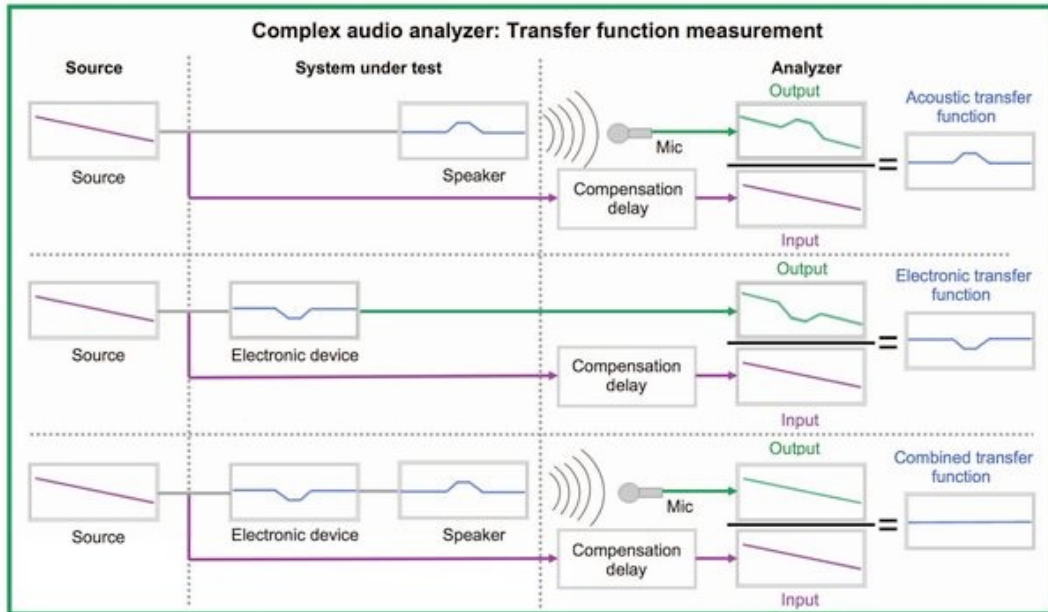
Hãy bắt đầu đơn giản. Chúng ta có tỷ lệ biến đổi biên độ +6dB khi input 1V tạo ra output 2V (out/in = 2:1). Chúng ta có thời gian chức năng chuyển giao là 1ms khi input 1ms tạo ra output 2ms (output trừ đi input = 2-1 = 1ms). Thiết bị tuyến tính duy trì mức độ chuyển giao và thời gian chuyển giao bất biến, và sẽ có hành vi input có thể dự đoán tương đối với output của nó. Chúng ta có thể nghĩ output của 8V @ 11ms khi đặt trong 4V @ 10ms. Hoạt động này diễn ra 48 lần/octave để cho chúng ta biên độ chuyển giao và thời gian chuyển giao (phase) ở mỗi tần số.

Về đẹp của phân tích chức năng chuyển giao là tính di động. Chọn bất kỳ điểm bắt đầu và điểm dừng nào trong đường dẫn tín hiệu và sẽ thấy khác biệt về mức độ và thời gian. Chúng ta có thể mở rộng từ input của console sang âm thanh ở hàng cuối cùng, thiết bị đơn hay điện trở đơn trong mạch. Đó là vật lý, hai điểm que đo song song (trong và ngoài) "Y'd" vào bộ phân tích. Tín hiệu chảy qua hệ thống như bình thường và chúng ta lấy ra bản sao để phân tích.

Hãy cho khái niệm quan hệ tuyến tính đi ngủ bằng vài thí dụ. Một kilohertz đi vào một mình, 1kHz đi ra một mình: tuyến tính. Một kilohertz đi vào, xuất hiện 1kHz và 2kHz ở output: phi tuyến tính (méo họa âm). Pink-noise vào và pink-noise ra: tuyến tính. Pink-noise vào và (như nhau) pink-noise ra: tuyến tính. Jazz vào và Kenny G ra: phi tuyến tính. Chúng ta có thể có chức năng chuyển giao hợp lệ, xử dụng nguồn ngẫu nhiên vì nó không phải ngẫu nhiên với chúng ta. Chúng ta có bản sao của input. Thậm chí hệ thống tốt nhất chúng ta đo lường cũng có vài hành vi không tuyến tính. Nó có tạp âm sàn và vài biến dạng. Nếu

Chương 12

hệ thống có quá nhiều tạp âm, hay quá nhiều biến dạng, dữ liệu chức năng chuyển giao sẽ không ổn định, đáng tin cậy hay có thể lập lại.



Hình 12.7 Đo dòng chảy chức năng chuyển giao hai điểm. Có thể tìm thấy đáp ứng âm thanh, điện tử hay kết hợp giữa hai điểm truy cập đo lường.

Thuận lợi là nguồn độc lập, tức là có thể xử dụng những tín hiệu ngẫu nhiên như âm nhạc, rất rõ ràng, đặc biệt là khi đèn vệt tắt. Có sự bất kịp: phải đồng bộ hai channel khi nó đến input của bộ phân tích. Quan hệ giữa những tín hiệu phù hợp sẽ trở thành (vì thiếu từ tốt hơn) ngẫu nhiên, khi nó không đồng bộ. Bất kỳ chức năng chuyển giao nào với loa sẽ không đồng bộ vì việc truyền âm thanh luôn bị thua trong cuộc đua. Xử lý cái này bằng cách đặt line delay trong chuỗi với input bộ phân tích và bù cho bất kỳ sự khác biệt trong thời gian đến. Delay ảnh hưởng đến phân tích của chúng ta nhưng không phải là một phần của hệ thống âm thanh.

Chúng ta có thể minh họa cho thách thức bằng vài chuỗi biến thể. Chúng ta đặt "aaaaaaaa" vào và lấy "aaaaaaaa" ra ngoài. Phân tích cho thấy thiết bị này khuếch đại tín hiệu sang dạng in đậm. Dễ thôi. Sẽ không thành vấn đề nếu chúng ta chỉ lấy mẫu "a" hay cả tám. Và sẽ không thành vấn đề nếu chúng ta so sánh bốn chữ output đầu tiên với output bốn chữ giữa. Chúng ta có thể mất đồng bộ và không quan tâm, miễn là chúng ta có một trình tự lặp lại vô tận.

Thay đổi chuỗi input bằng "abcdefgh" và chúng ta có được "abcdefgh." Vẫn không quan trọng nếu chúng ta lấy mẫu một chữ cái hay tất cả chữ cái, miễn là chúng ta đồng bộ và so sánh cùng một chữ cái. Nếu chúng ta không đồng bộ thì "cdef" ở input có thể cho ra "abcd" ở output. Bây giờ bộ phân tích của chúng ta bị lằm lẩn về kẻ nói dối chữ đậm do nó đo. Vì vậy, ít nhất với âm nhạc, nó là loại không phải là chuỗi lặp lại vô tận.

Chức năng chuyển giao của hệ thống truyền dẫn hoàn hảo giả định sẽ là 0. Không thay đổi mức độ, độ trễ bằng không và tạp âm bằng không ở tất cả tần số. Thiết bị thật tế có vài sai lệch về mức độ chuyển giao và thời gian, và thêm tạp âm. Đo chức năng chuyển giao sẽ phát hiện sự thay đổi và hiển thị nó bằng nhiều cách khác nhau. Nhớ lại cách âm phổ channel đơn liên quan đến output của tiêu chuẩn cố

Kiểm nghiệm

định ra sao. Đo chức năng chuyển giao là tương đối so với tiêu chuẩn biến thiên (tín hiệu nguồn) và do đó xử dụng thuật ngữ tương đối: biên độ tương đối, phase tương đối, thời gian tương đối và tỷ số S/N.

Tín hiệu nguồn tại input channel (thường gọi là tham chiếu) gọi là "đã biết" và tín hiệu output là "không rõ" (thường gọi là phép đo). Nguồn này trở thành tiêu chuẩn, xử dụng để so sánh cho dù đó là âm nhạc, giọng nói hay tiếng động ngẫu nhiên. Điều này sẽ giúp làm sáng tỏ chức năng chuyển giao, phân biệt giữa "tín hiệu" và "tạp âm". Khi nguồn là pink-noise, chúng ta gọi nó là "tín hiệu" (tín hiệu hồng-pink signal?) Khi xuất hiện tín hiệu không liên quan (bất kỳ màu nào) xuất hiện ở output, chúng ta gọi nó là "tạp âm-noise".

Nguồn phải chứa năng lượng ở tần số nhất định để chúng ta có thể kết luận về nó. Chúng ta không biết gì về 1kHz cho đến khi gửi nó đi và thấy xuất hiện cái gì đó. Cần có tín hiệu full-range nhưng nó không xảy ra tất cả cùng lúc. Có thể tính dữ liệu trung bình theo thời gian, cho phép xử dụng tín hiệu input ít dày đặc hơn.

Cần phải đáp ứng vài điều kiện để có phép đo chức năng chuyển giao hợp lệ. Có thể tiếp cận nó, nhưng không bao giờ gặp gỡ hoàn toàn, vì vậy chúng ta sẽ nhìn nó trong thật tế.

Điều kiện cho chức năng chuyển giao hợp lệ

1. Tính ổn định: Thiết bị dưới thử nghiệm (Device under test-DUT) phải có mức độ và thời gian chuyển giao ổn định trong suốt khoảng thời gian riêng. Thí dụ, chúng ta không thể đo loa trên tàu cao tốc.
2. Thời gian bất biến: Không được thay đổi đáp ứng DUT theo thời gian. Điều này đề cập đến thời gian trung bình của nhiều mẫu. Đáp ứng của loa sẽ thay đổi theo nhiệt độ, nhưng, nếu thời tiết không đổi trong thời gian trung bình, phép đo có hiệu lực trong thời kỳ đó.
3. Tính tuyến tính: DUT phải là tuyến tính. Output phải tỷ lệ thuận với input. Chúng ta có thể có gain hay mất, filter, delay và nhiều hơn nữa nhưng nó phải ổn định. Clipping, distortion, compression, limiting, companding và bất kỳ xử lý dynamic nào đều là phi tuyến tính.

Chúng ta sẽ không bao giờ thực hiện chức năng chuyển giao hợp lệ cho hoàn hảo nhưng chúng ta có thể làm được nhiều dữ liệu không hoàn hảo. Môi trường nơi loa sống động là rừng rậm rạp và phép đo chức năng chuyển giao đã chứng tỏ hiệu quả trong việc thu thập đáp ứng và thuần hóa nó. Nhiều khía cạnh làm cho môi trường này trở nên thù địch. Có tạp âm, rất nhiều tạp âm. Nó không tuyến tính và thay đổi theo điều kiện thời tiết. Tuy nhiên, thù địch nhất trên tất cả, khán giả đang phải chịu đựng pink-noise. (Thay vào đó xử dụng nhạc của Pink).

Tính năng chính của FFT channel đôi

1. Tính độc lập nguồn: Có khả năng xử dụng tài liệu chương trình làm nguồn. Phân tích tiếp tục với khán giả hiện diện. Bạn có thể nghĩ ra ứng dụng nào cho điều đó không?
2. Truy cập không xâm nhập: có thể cung cấp hai điểm đo (input và output) từ bất kỳ hai điểm nào trong hệ thống mà không gián đoạn đường dẫn tín hiệu.
3. Đáp ứng tần số phức tạp: Phương pháp hai channel cung cấp mức tương đối, phase tương đối, thời gian tương đối và tín hiệu liên quan đến dữ liệu tạp âm.
4. Phù hợp cho dữ liệu không tuyến tính nhất: Phát hiện đáp ứng phi tuyến tính và cho thấy theo dõi chặt chẽ. Bộ phân tích có bản sao tín hiệu nguồn để so sánh với output.
5. Hạn chế tạp âm: Có khả năng xác định tạp âm (như hành vi không tuyến tính ở trên). Giảm thiểu sai sót trong đáp ứng chuyển giao bằng cách tính trung bình.

Chương 12

12.7 Chức năng chuyển giao biên độ -- Transfer Function Amplitude

Thường biểu diễn mức độ tương đối giữa output và input bằng dB. Chức năng chuyển giao biên độ đơn giản là mô hình hóa như phân chia:

Output/Input = Chức năng chuyển giao biên độ

Hiển thị gain khi output > input. Hiển thị hao hụt/suy giảm khi output < input. Chức năng chuyển giao biên độ là nguồn độc lập. Mức độ nguồn hay tần số nguồn của nguồn sẽ không ảnh hưởng đến kết quả phép đo, miễn là nó đủ để vượt lên trên tạp âm sàn và dưới điểm cắt. Đáp ứng sẽ không thay đổi miễn là output/tỷ lệ là hằng số, bất kể tín hiệu output ra sao.

12.8 Chức năng chuyển giao phase -- Transfer Function Phase

Đáp ứng tần số là hàng loạt biên độ và giá trị phase đơn độc. Không cần giải thích thêm về giá trị biên độ. Đồng nhất là đồng nhất. Gain của 6dB là chính xác những cái bạn nghĩ. Phase thì khác. Chúng ta không thể kết luận bất cứ cái gì từ giá trị phase đơn độc. Mô tả kỹ thuật đọc đáp ứng phase tốt nhất là "nối những dấu chấm lại". Hãy bắt đầu bằng cái đơn giản nhất: 0°. Có vẻ như 0° nên tương quan với thời gian đồng nhất (không có khác biệt thời gian giữa input và output). Không nhất thiết. Thời gian đồng nhất có thể là một lần đọc 180° nếu có sự đảo cực giữa những channel đã đo. Rất nhiều cái khác nhau có thể dẫn đến việc đọc 0°. Hãy coi trong 60 giây chúng ta có thể nghĩ ra bao nhiêu.

Sáu độ tách biệt (phiên bản 0°)

- Thời gian đồng nhất (0°) + Phân cực thuận (0°) = 0°.
- 1λ phía sau (360°) + Phân cực thuận (0°) = 0°.
- 1λ phía trước (360°) + Phân cực thuận (0°) = 0°.
- 2λ phía sau (720°) + Phân cực thuận (0°) = 0°.
- 0.5λ phía sau (180°) + Phân cực ngược (180°) = 0°.
- 1,5λ phía sau (540°) + Phân cực ngược (180°) = 0°.

Tất cả khả năng này là có thật. Giá trị đơn không cung cấp cho chúng ta ngữ cảnh cần phải phân biệt giữa nó. Nó chỉ là vị trí trên vòng tròn. Nó giống như nhận câu trả lời "22 giây" cho câu hỏi "Thời gian là gì?" Đó là sự thật, nhưng không hữu ích. Chúng ta cần phút, giờ, ngày và năm để đưa "22 giây" vào ngữ cảnh.

Tìm phase của tần số thứ hai cho phép chúng ta liên kết hai giá trị. Đường nối là độ dốc phase, có thể giải mã vào thời gian bằng cách phân biệt tỷ lệ dịch phase theo tần số. Hãy hạ nó xuống. Đầu tiên chúng ta tìm hướng dốc, đọc từ trái sang phải trên trục tần số. Độ dốc xuống là delay (output sau khi input). Điều này là bình thường và trực giác (intuitive). Độ dốc lên cho biết là chống lại (anti) delay (output trước khi input).

Đây cũng là điều bình thường và trực giác vô cùng. Có hai chỗ bạn có thể gặp phải điều này: bất cứ lúc nào chúng ta có delay nội bộ trong bộ phân tích và với filter trong mạch đo. Việc đầu thì dễ. Chúng ta xử dụng bù delay nội bộ để đồng bộ output và input. Độ dốc phase sẽ tăng lên nếu chúng ta đặt quá chậm. Chúng ta thấy điều này khi nhiệt độ trong phòng tăng lên, vì tốc độ âm thanh tăng nhanh và đến micro của chúng ta rất nhanh. Quấn cái đầu của chúng ta chung quanh anti-delay như trong kịch bản filter đòi hỏi có tiến sĩ về lý thuyết filter rồi mặc nó gây tranh cãi. Chỉ cần nói, việc hiển thị phase trong filter là

Kiểm nghiệm

đơn giản hóa của thật tế phức tạp hơn. Tuy nhiên, bạn sẽ thấy cả độ dốc lên lẫn dốc xuống khi bạn coi đáp ứng phase của filter.

Giải mã độ dốc vào thông tin về thời gian sẽ đến kế tiếp. Nó là tuyến tính, do đó phải tính tỷ lệ thay đổi độ dốc bằng Hz, không phải là octave. Thật vô ích khi phân tích toàn bộ băng thông 20kHz trong một lần, vì vậy chúng ta sẽ phá âm phổ thành nhiều phần để tiêu hóa. Hãy chọn một giải tần số và bắt đầu. Dịch chuyển 90° giữa 250Hz và 500Hz sẽ giải mã xuống còn 1ms. Tại sao? Nó di chuyển 90° ($1/4\lambda$) trong khoảng 250Hz (500-250). Ở tỷ lệ đó, nó sẽ dịch đi 180° ($1/2\lambda$ ở 500Hz và 360° (1λ trong khoảng 1kHz). Tỷ lệ thay đổi là $360^\circ/1000\text{Hz}$ (tức là 1msec) cho dù tần số đã khởi động và dừng độ dốc lại.

Độ dốc dốc hơn (dịch phase nhiều hơn trong cùng khoảng tần số) chỉ thị thời gian nhiều hơn. Tỷ lệ thay đổi phase không đổi chỉ thị delay tần số độc lập. Tỷ lệ biến thiên thay đổi chỉ thị delay phụ thuộc tần số. Màn hình có thể gây nhầm lẫn vì chúng ta có hoạt động của thời gian tuyến tính trên trục tần số log. Nó giúp chúng ta nhớ, xuất hiện delay tần số độc lập nếu như độ dốc phase luôn dốc hơn. Độ dốc phase tăng dần (từ LF đến HF) là thời gian phẳng. Độ dốc phase không đổi (từ LF đến HF) là thời gian uốn cong.

Yếu tố cung cấp ngữ cảnh cho cách đọc phase

- Tần số: Cho chúng ta biết khoảng thời gian cho giải tần nhất định.
- Tỷ lệ dốc phase: Dịch phase so với giải mã tần số theo thời gian (delay phase).
- Hướng dốc phase: Cho chúng ta biết cái nào đến đầu tiên (input hay output).

12.8.1 Phân cực và phase tương đối -- Polarity and relative phase

Chúng ta hãy tách riêng hai khái niệm lẫn lộn với nhau và làm phức tạp: phân cực và phase tương đối. Phân cực là chỉ thị định hướng độc lập với tần số. Phân cực dương nghĩa là tín hiệu input và output theo cùng một hướng. Phân cực có thành phần phase nhưng không có thành phần delay. Có dịch phase 180° ở tất cả tần số, hay không có. Chúng ta có thể chạy đua tự động theo chiều kim đồng hồ hay ngược chiều kim đồng hồ mà không thay đổi kết quả. Đây không nói phân cực không có liên quan. Loa và xe đua cần chạy theo cùng một hướng hay có nguy cơ bị va chạm. Phase tương đối phụ thuộc tần số. Số lượng "phase 90° " không có nghĩa không có tần số.

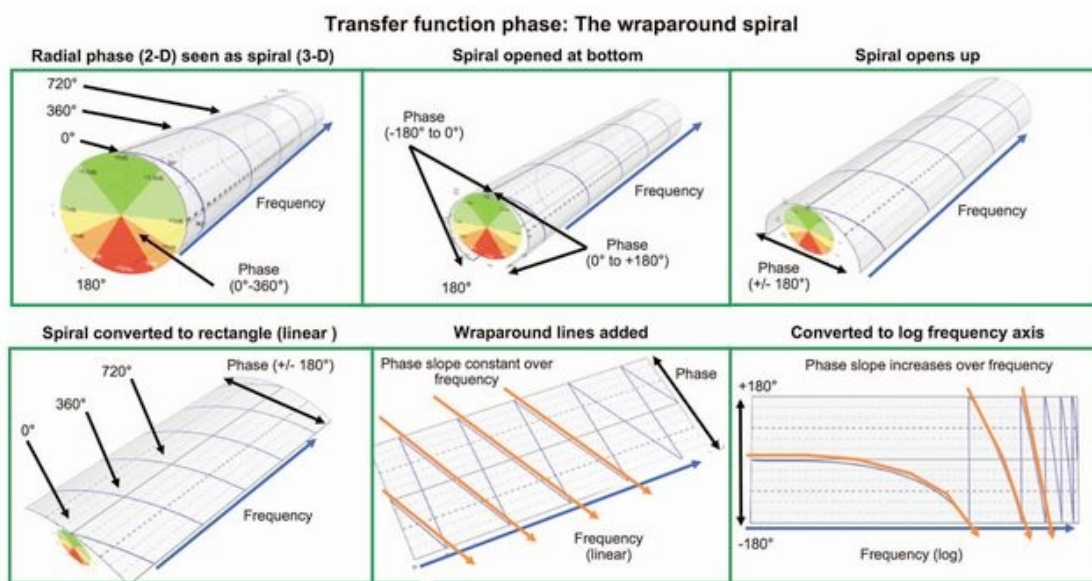
12.8.2 Vòng bao quanh -- Wraparound

Đáp ứng phase trên màn hình hiển thị tần số chứa tính năng hình ảnh bất ngờ và có khả năng gây nhầm lẫn cần phải giải thích. Trục dọc là đường thẳng biểu diễn cho chức năng tròn ($0-360^\circ$). Chúng ta cần phải quấn vòng quanh hướng hiển thị dịch phase lớn hơn 360° . Nó vòng quanh nó từ trên xuống dưới, nối 360° sang 0° giống như đồng hồ của bạn nối 60 giây sang 0.

Nguồn gây nhầm lẫn là 0° và 360° , xuất hiện cùng một điểm khi xem mà không có ngữ cảnh. Tuy nhiên, đọc 360° là bước sóng trễ (hay sớm). Nghiên cứu về cộng âm trước đây của chúng ta đã nói ra khác biệt quan trọng giữa đồng bộ và bù bằng một chu kỳ.

Đường bao quanh vị trí góc hướng tâm giống nhau, như 10° và 370° . Sự bao quanh cung cấp ngữ cảnh với góc hướng tâm. Đáp ứng phase theo tần số không chứa bao quanh đã hạn chế tất cả lần bù thời gian của nó trong một bước sóng duy nhất ở tất cả tần số. Đáp ứng với nhiều bao quanh có vài giải lớn hơn 1λ , phía sau những giải khác. Sự chuyển đổi từ phase hướng tâm từ sang phase theo tần số đã minh họa trong hình 12.8.

Chương 12



Hình 12.8 Đáp ứng phase "tháo ra-unwound" (tác phẩm nghệ thuật 3-D do Greg Linhares cung cấp, nhờ có Meyer Sound)

Màn hình hiển thị phase/tần số phổ biến nhất có 0° ở giữa và $\pm 180^\circ$ ở cạnh. Đường bao quanh đi lên khi đáp ứng đạt đến -180° và nối tới điểm tiếp theo, $+179^\circ$ (góc hướng tâm giống như -181°). Đường bao quanh dọc là hiện vật trực quan và không cho thấy rõ tính không liên tục của phase trong thiết bị được đo.

Đáp ứng phase là vùng liên kết tuyến tính/log. Hoạt động của nó dựa theo thời gian và, do đó, là tuyến tính. Hiệu ứng âm thanh của nó là log. Chúng ta hãy tập hợp hai thế giới lại. Tần số độc lập delay tạo ra khoảng cách hoàn hảo, ngay cả giữa vòng bao quanh. Xem thông số này trên thang tần số tuyến tính, làm cho bản chất tuyến tính của bao quanh tinh khiết, rõ ràng (Hình 12.8). Vòng bao quanh tích lũy với mỗi tần số cơ sở ($F = 1/T$). Độ dốc phase vẫn không đổi, vì độ trễ cũng không đổi. Mặt tiêu cực là nó không giống với cách chúng ta nghe nó.

Điều này trái ngược với đường biểu diễn log, cho thấy tỷ lệ bao quanh và độ dốc phase tăng theo tần số. Chúng ta sẽ phải học cách đọc độ dốc phase bằng cách nghe nó, nghĩa là log, mặc dù khó nhìn thấy hơn.

12.8.3 Trễ phase -- Phase delay

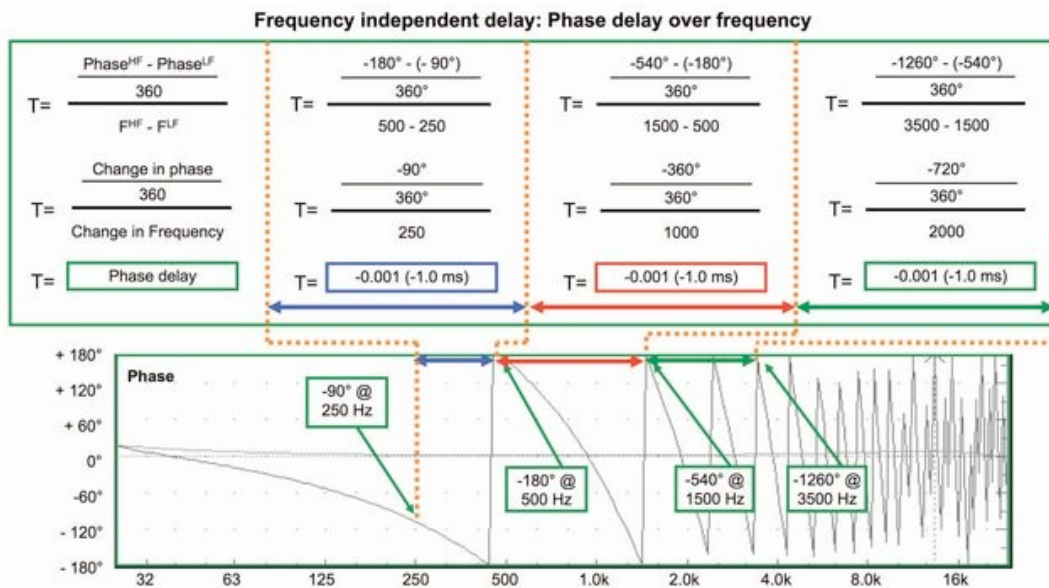
Phase theo tần số có hai dạng chính: 0° và 180° . Cả hai đều không có trễ phase theo tần số. Độ trễ làm cho phase có độ dốc, chúng ta có thể giải mã vào trễ phase. Công thức giải mã là biến thể của $T = 1/F$, chúng ta đã gặp trước đây.

Công thức trễ phase là:

$$T = \frac{\text{Phase}_{\text{HF}} - \text{Phase}_{\text{LF}}}{360 \cdot \text{Freq}_{\text{HF}} - \text{Freq}_{\text{LF}}}$$

Kiểm nghiệm

Trong đó T là độ trễ phase trong vài giây, PhaseHF là góc phase ở tần số cao nhất theo độ, PhaseLF là góc phase ở tần số thấp nhất theo độ, FreqHF là tần số cao nhất, và FreqLF là tần số thấp nhất.



Hình 12.9 Thí dụ áp dụng công thức trễ phase cho thiết bị điện tử có tần số tổng thể trễ 1ms cố định.

Có thể áp dụng công thức này cho bất kỳ giải tần nào, và output trung bình của độ trễ phase theo giải đã chọn. Đó là một ý tưởng tốt để giới hạn khoảng tần số cho tính toán độ trễ phase, đặc biệt là cho loa, đã thay đổi rất nhiều theo tần số. Có thể đơn giản hóa biểu thức này để dịch phase theo khoảng tần số nhất định:

$$T = \frac{\text{Phase change}}{360 \cdot \text{Frequency change}}$$

Thí dụ ứng dụng của công thức cho thấy trễ phase 1ms ở tất cả tần số (Hình 12.9).

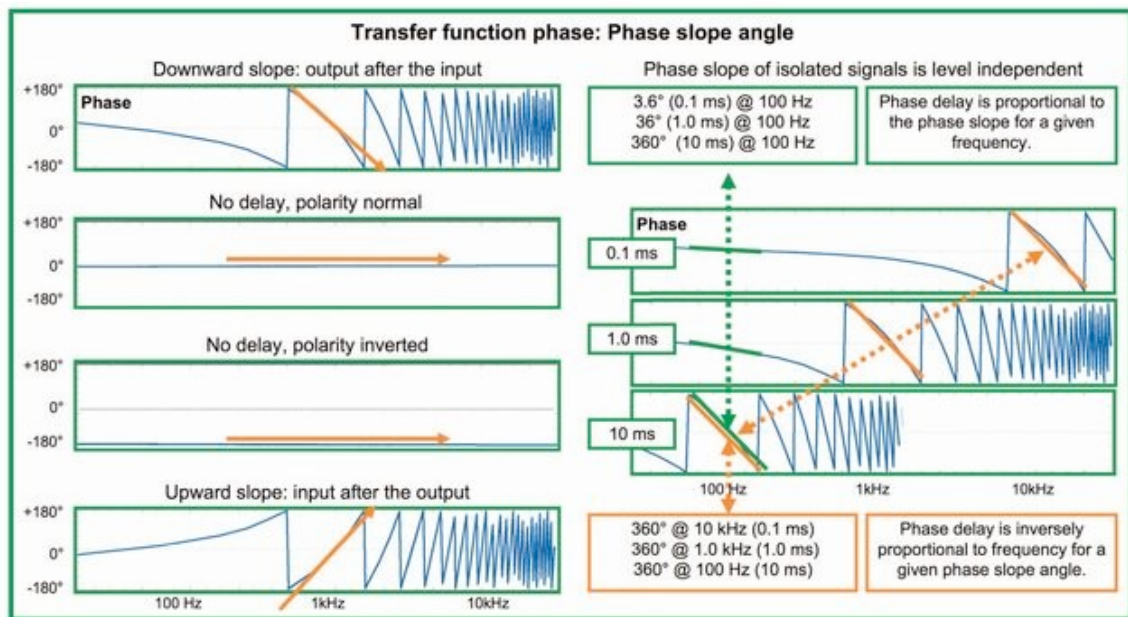
12.8.4 Độ dốc phase -- Phase slope

Độ trễ tần số độc lập tạo ra độ dốc tăng liên tục theo tần số (từ bây giờ sẽ giả định hiển thị log). Mỗi octave kế tiếp tăng gấp đôi số lượng bao quanh vì nó gấp đôi khoảng tần số. Mỗi vòng bao quanh thành công sẽ tăng dốc dần dần so với trước, thí dụ: Nếu độ dốc ở vòng bao quanh đầu tiên là x độ, thì vòng kế tiếp sẽ là 2x độ, tiếp theo là 3x, 4x v.v.

Không may, không thể liên hệ góc dốc với góc phase nào đó vì tỷ lệ dọc sang ngang của đồ thị sẽ biến thiên. Chúng ta không thể thấy độ dốc 45° ở 1kHz và giải mã đó là 1ms. Biểu đồ có thể ngắn và rộng, hay cao và hẹp, vì vậy có thể Photoshop độ dốc bằng tay. Điều này không loại bỏ tính hữu dụng của nó. Góc độ dốc chỉ thị số bước sóng trễ chứ không phải thời gian. Góc độ dốc ở những tần số khác nhau đều tương tự, chỉ thị cùng con số bù bước sóng.

Chương 12

Độ dốc phase cho chúng ta biết khuynh hướng phản đối (Hình 12.10). Điều này có ứng dụng thực tiễn khi kết hợp loa với độ trễ phase theo tần số. Đây là tất cả mọi cái chúng ta cần để xác định độ trễ phase ở bất kỳ tần số nào.



Hình 12.10 Đọc độ dốc phase

12.8.5 Độ trễ phụ thuộc tần số -- Frequency-dependent delay

Nhiều thiết bị âm thanh có độ trễ phụ thuộc tần số (trễ phase theo tần số). Thí dụ: tất cả mọi cái. Ngay cả cable cũng có độ trễ phase do điện dung, tự cảm và chiều dài. Chắc chắn thiết bị có đáp ứng tần số không phẳng trong phạm vi đo sẽ có độ trễ phase phụ thuộc tần số. Ngoài ra, có thể có hiệu ứng trễ phase từ filter mà chúng ta không thể nhìn thấy bên trong passband (filter điều chế tạm thời- transient intermodulation filter (TIM) và những filter chống răng cưa bên trên và mạch ghép AC bên dưới). Bộ lọc chia tần số, EQ tăng và cắt (analog hay digital) cũng làm trễ phase phụ thuộc tần số. Trường hợp kịch tính nhất là loa. Thiết kế hệ thống "điều chỉnh phase- phase corrected" tốt có thể mở rộng giải dịch phase tối thiểu, trong khi phiên bản "điều chỉnh mức tiêu thụ-sales corrected" sẽ có giải nhỏ và biến thể rộng. Cả hai sẽ tụt lại phía sau trong giải LF.

12.8.6 Hiệu ứng phase của filter -- Filter phase effects

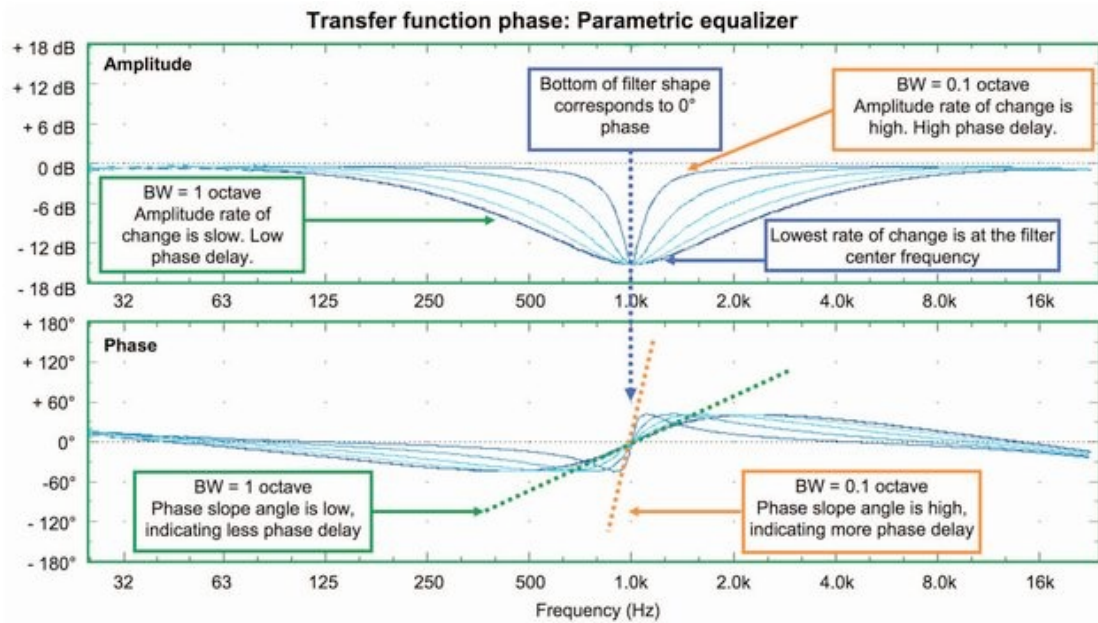
Đáp ứng bị ảnh hưởng bởi filter tần số trung tâm, độ dốc, topology và cường độ.

Tóm tắt độ trễ phase cho filter equalization

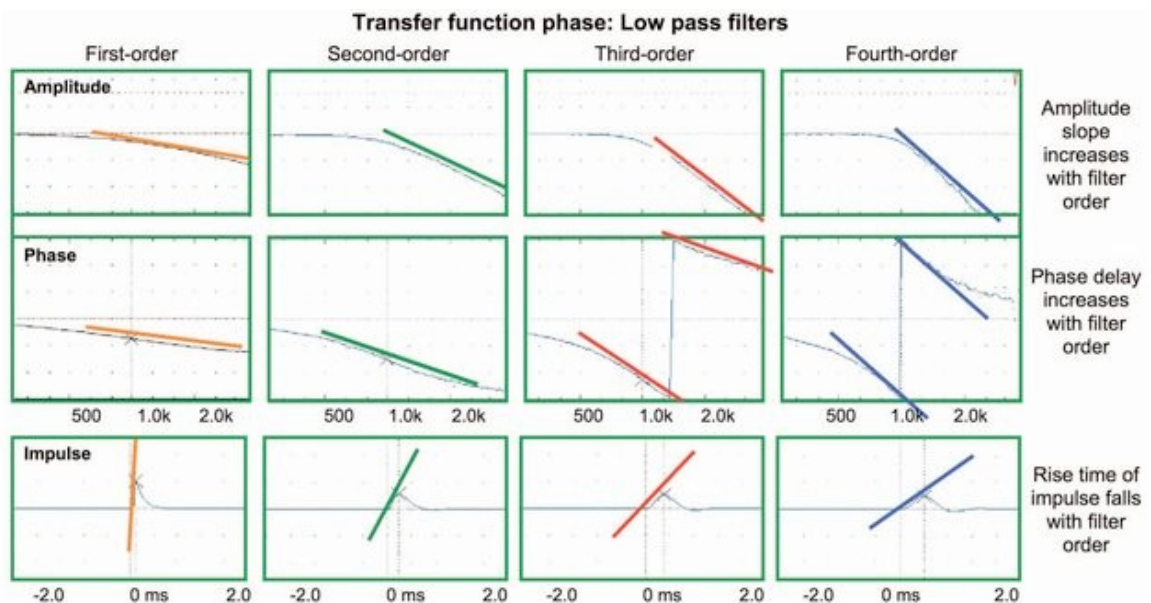
- Trễ phase tỷ lệ nghịch với tần số trung tâm.
- Trễ phase tỷ lệ nghịch với băng thông.
- Mỗi filter topology đều có những đặc tính trễ phase đặc trưng.

Filter trung tâm tại 1kHz sẽ có hai lần trễ phase, một ở 2kHz. Filter có độ trễ phase nhiều hơn (trên giải tần số nhỏ hơn) Filter rộng (trên giải lớn hơn) cho tần số nào đó. Xem hình 12.11.

Kiểm nghiệm



Hình 12.11 Thí dụ độ dốc phase cho filter xử dụng trong EQ tham số



Hình 12.12 Thí dụ độ dốc phase cho filter low-pass xử dụng bộ chia âm phổ

12.8.7 Hiệu ứng phase chia tần số (âm phổ) -- Frequency (spectral) divider phase effects

Đáp ứng phase bị ảnh hưởng bởi filter tần số góc, topology và độ dốc của filter (theo thứ bậc).

Tóm tắt trễ phase cho filter LPF và HPF

- Trễ phase tỷ lệ nghịch với tần số góc.

Chương 12

- Trễ phase tỉ lệ nghịch với thứ bậc filter (độ dốc).
- Mỗi filter topology đều có những đặc tính trễ phase đặc trưng.

Filter bắt đầu ở 1kHz sẽ có hai lần trễ phase hơn cái bắt đầu ở 2kHz.

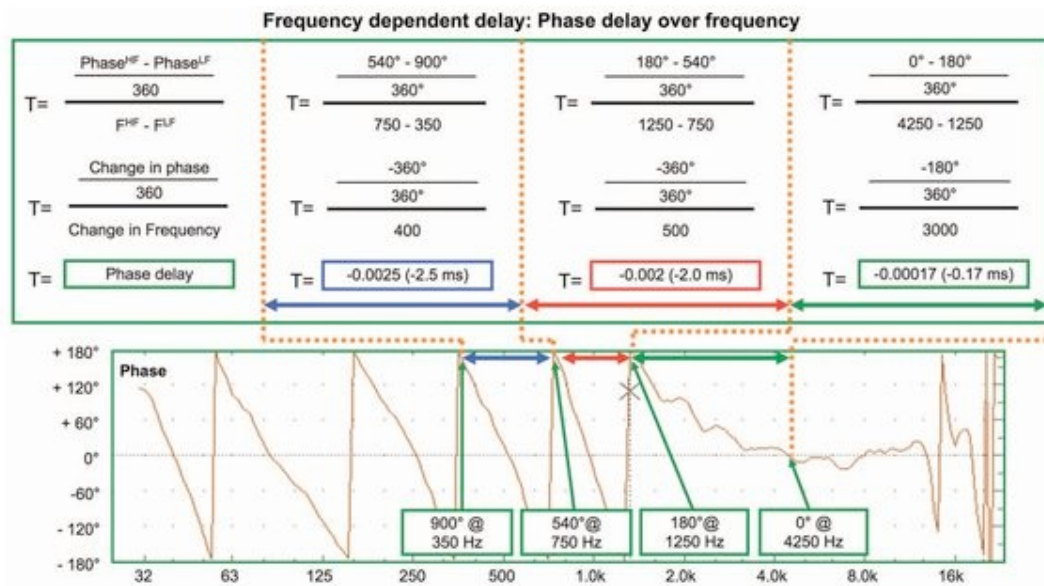
Filter dốc đứng tạo ra nhiều trễ phase hơn (trên phần nhỏ passband) filter rộng (trên phần passband lớn hơn) cho tần số góc nào đó. Xem hình 12.12.

12.8.8 Hiệu ứng phase của loa -- Loudspeaker phase effects

Đưa loa đến thách thức cuối cùng: thiết bị cơ khí phải truyền nhiều bước sóng khác kích cỡ, bằng hệ số 600:1. Sản xuất tất cả tần số có cùng mức độ và thời gian là nhiệm vụ hầu như không thể cho loa đơn. Mong muốn của chúng ta về công suất cao, kiểm soát hướng và biến dạng nhỏ tạo ra nhu cầu cho hệ thống nhiều way và cơ khí hành ra phức tạp hơn. Kết quả không thể tránh khỏi là đáp ứng loa có độ trễ phụ thuộc tần số.

Nguyên nhân có độ trễ phụ thuộc tần số trong loa

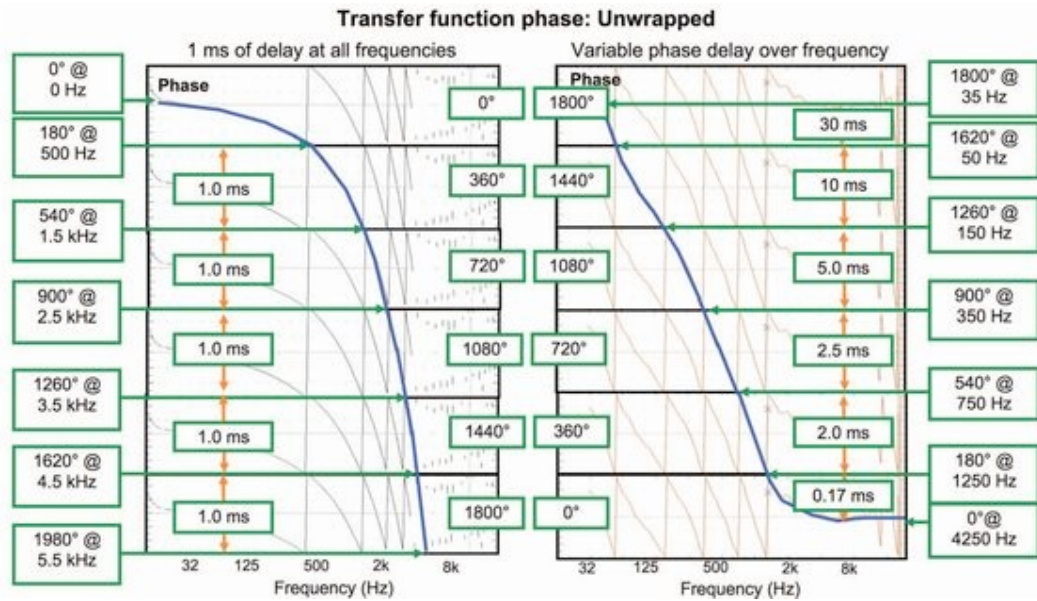
1. Những chế độ bức xạ khác nhau của từng loa theo tần số.
2. Dịch chuyển cơ học trong hệ thống nhiều way.
3. Crossover không đều trong hệ thống nhiều way.



Hình 12.13 Thí dụ về đáp ứng phase của loa có độ trễ phase theo tần số

Hầu như chắc chắn tần số cao nhất của loa sẽ dẫn đến mức thấp nhất của nó. Điều này là do bản chất chế độ bức xạ của loa. Âm thanh phát ra từ loa có chuyển động kiểu piston khi λ nhỏ hơn đường kính của loa. Hệ thống loa thiết kế tốt có khả năng tạo ra đáp ứng phase, ngay cả theo tần số trong giải này. Phong cách bức xạ thay đổi khi λ vượt quá kích cỡ piston. Một trong những vật tạo tác này là trễ phase, tăng lên khi bước sóng/loa tăng. Quan hệ này là vô hướng, do đó, ngay cả tần số mid-range như 1kHz cũng lớn hơn driver HF nhỏ hơn nửa kích cỡ của nó. Với loa subwoofers, toàn bộ giải hoạt động đều có chứa bước sóng rất lớn so với những thiết bị phát ra bức xạ. Kết quả, đáp ứng phase của subwoofer sẽ cho thấy tăng độ trễ phase khi chúng ta đi xuống.

Kiểm nghiệm



Hình 12.14 Thí dụ về mở gói đáp ứng phase theo tần số cho thiết bị điện tử (xem hình 12.9) và thí dụ loa (xem hình 12.13). Những cái tiêu biểu đã mở gói ngữ cảnh rộng cho quan điểm về độ dốc phase theo tần số. Nhìn thấy tương phản giữa độ trễ cố định và độ trễ tần số phụ thuộc rất rõ. Tất cả đáp ứng phase bóng ma thể hiện trong mỗi bảng đều giống nhau. Nó xếp chồng lên nhau và dấu vết không bao bọc bằng cách nối phần dưới cùng của "bao bọc-wrap" đầu tiên vào đầu của cái thứ hai.

Ba yếu tố đóng vai trò quan trọng trong đáp ứng phase của những hệ thống nhiều way: dịch chuyển vật lý của driver, đáp ứng điện tử và yếu tố chuyển động đã mô tả ở trên (điều này tác động đến hai driver khác nhau do đường kính của nó khác nhau). Tất cả những yếu tố này đều trở về nhà đi ngủ-come home to roost (ác giả ác báo?-ND) trong sự kết hợp ở crossover âm thanh.

Sẽ đủ cho bây giờ để quan sát độ trễ phase mà không cần mạo hiểm hơn vào nguyên nhân của nó nữa. Áp dụng công thức trễ phase cho loa nhiều channel để minh họa quy trình giải mã cho độ trễ phụ thuộc tần số (Hình 12.13 và 12.14).

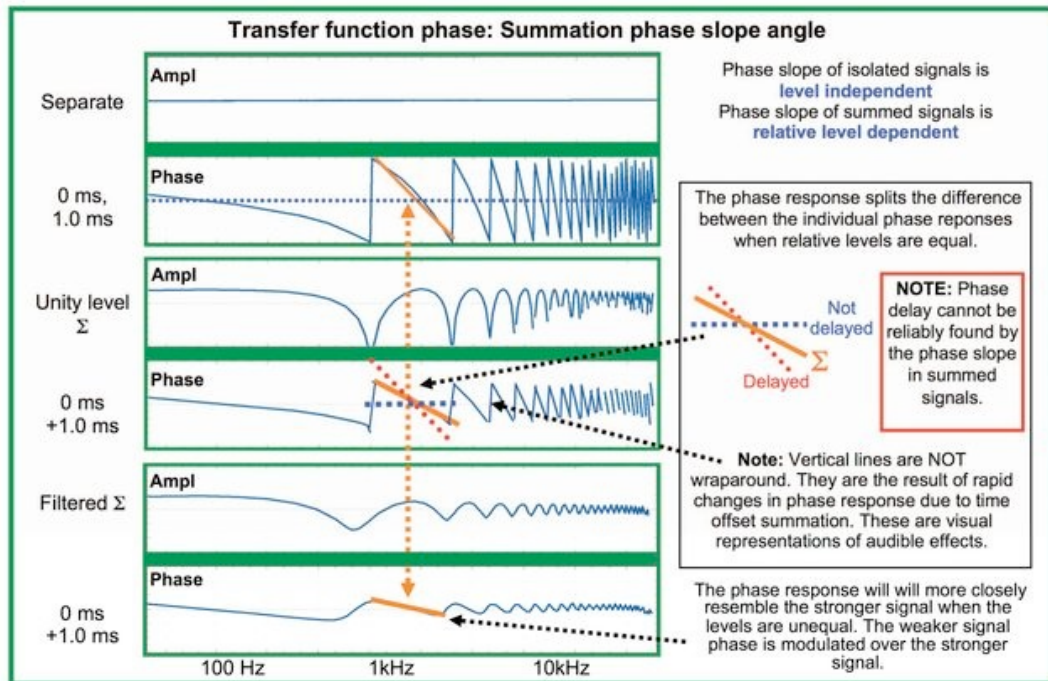
12.8.9 Hiệu ứng cộng phase -- Summation phase effects

Phải phân biệt rõ giữa vòng bao quanh trong loa bị cô lập (chỉ thị trễ phase) và tìm ra phiên bản tương tự như vậy trong đáp ứng tổng hợp (chỉ định bù thời gian lại đến). Chúng ta đã thảo luận chi tiết về cách cộng âm sửa đổi đáp ứng biên độ ra sao rồi, nhưng hầu như không đề cập đến về ngoài của đáp ứng phase tổng hợp. Theo cùng cách đó, biên độ tổng hợp bị ảnh hưởng bởi mức độ và phase tương đối, vì vậy phase cũng vậy. Giá trị phase tổng hợp sẽ không thay đổi, bất kể mức độ tương đối ra sao khi đáp ứng phase đã phù hợp (nơi nào khác có thể được?). Sẽ tìm thấy giá trị phase kết hợp giữa hai cá thể khi đã bù giá trị. Đó là ở điểm giữa (mid-point) khi mức độ bằng nhau. Nó gần với giá trị phase của nguồn nổi trội khi nó không đồng đều. Sự chênh lệch lớn nhất giữa những cá thể (180°) gây ra đáp ứng tổng hợp giống với sự bao phủ, nhưng trong trường hợp này đại diện cho một kết quả âm thanh thật, không phải là hiện vật thị giác của bộ phân tích. Có thể thấy vòng bao quanh (wraparound) và cộng phase trong hình 12.15.

Đốc cộng phase giá trị thỏa hiệp giữa hai (hay nhiều) phần đối lập. Điều này ảnh hưởng đến cách chúng ta áp dụng công thức trễ phase để chuyển đổi độ dốc để làm trễ thời gian. Nói tóm lại, công thức trễ phase chỉ hoạt động trên những đáp ứng bị cô lập. Độ dốc thỏa hiệp có thể gây hiểu lầm. Có thể diễn giải

Chương 12

góc độ dốc phase giảm sai như độ trễ phase giảm, khi đó thật sự có giá trị mâu thuẫn cùng lúc. Bằng chứng về xung đột vẫn còn trên màn hình dưới dạng lọc lược trong đáp ứng biên độ, và cạnh gồ ghề trong đáp ứng phase, nơi đáp ứng phase đã vươn tới xung đột tối đa. Trong trường hợp xảy ra cộng phase đáng kể, chúng ta không còn có thể giải mã góc độ dốc phase trực tiếp đến trễ phase. Độ dốc phase kết hợp cho thấy hiện diện của những bộ phận cấu thành, đã chồng lên nhau. Đây là lý do tại sao tham chiếu đến cộng phase sẽ bao gồm nhiều thành phần thời gian riêng (xem hình 4.13 và 4.14). Giá trị phase thỏa hiệp di chuyển về phía bên nổi trội. Một lần nữa, kích cỡ là vấn đề. Tín hiệu mức độ thấp gây ra sự thay đổi dốc tại tỷ lệ cố định theo tần số (tần số chài), vì xác định điều này bằng bù thời gian. Độ dốc kết hợp cho thấy đáp ứng phase của thành phần đóng góp ở mức độ thấp là sự điều chế ở trên và dưới dấu vết phase nổi trội.



Hình 12.15 Hiệu ứng cộng âm lên dốc phase

Vài bộ phân tích mở rộng quy mô phase theo chiều dọc lên đến hàng ngàn độ để loại bỏ vòng bao quanh, đạt được đáp ứng tương tự như kịch bản không bị bao, thể hiện trong hình 12.14. Những hiển thị như vậy có thể mang tính thông tin nhưng cũng có thể bị lỗi khi dữ liệu phase có kết quả mạnh (phản dội hay loa khác). Giải mã đáp ứng cộng phase là thách thức, ngay cả với người kinh nghiệm nhất và thường đòi hỏi ngữ cảnh (như thấy đường dẫn loa thứ hai).

12.9 Quân bình tín hiệu -- Signal Averaging

Môi trường âm thanh thù địch với đo lường. Bất kỳ phép đo tính âm đơn lẻ nào cũng có thể bị lỗi do tạp âm (noise) chung quanh, phản dội, thay đổi thời tiết và nhiều cái nữa. Quân bình cải thiện độ chính xác của chúng ta bằng cách cung cấp xác nhận thống kê của tín hiệu và pha loãng thống kê của tạp âm. Nhận tín hiệu không tạp âm không có lợi từ quân bình. Tín hiệu là tín hiệu và không có gì để quân bình kết quả. Tạp âm cộng thêm nhiều lớp cộng âm trên đầu tín hiệu, cộng (hay trừ) tín hiệu đến/từ. Tạp âm không tương quan cộng thêm ngẫu nhiên vào tín hiệu (cộng âm không ổn định). Chúng ta quân bình cho tín hiệu và tính ra tạp âm trung bình khi ghép nhiều mẫu với nhau.

Kiểm nghiệm

Quân bình là thống kê vì vậy chúng ta có thể kiểm tra những con số để xem phạm vi khác biệt giữa nó, nghĩa là độ lệch. Điều này cho ra biện pháp ổn định, giúp chúng ta xác định chất lượng dữ liệu. Độ lệch lớn khi tập âm mạnh hơn tín hiệu vì tập âm nổi trội hơn. Tăng lượng trung bình sẽ nâng độ chính xác thống kê của chúng ta. Những phép đo trong môi trường tập âm sẽ hưởng lợi từ số trung bình cao hơn. Đã thống kê tác động giảm cộng tập âm trong tính toán của chúng ta, nhưng trong phòng vẫn còn (khác biệt quan trọng). Đo độ sai lệch là gần kết, sẽ trình bày sớm.

12.9.1 Loại quân bình -- Averaging types

Có nhiều phương trình khác nhau để tính trung bình dữ liệu, nhưng chúng ta sẽ không nhận bức tranh rõ hơn bằng cách tính trung bình với nhau sau đó. Có thể chia sơ đồ thành vài loại chính: tính toán dạng sóng, trọng số mẫu và cách duy trì con số hiện tại (Hình 12.16).

Có hai tùy chọn tính toán chính: RMS và vector. Xử dụng RMS trung bình (root-means-square) cho những mô phỏng loại RTA phổ tần channel đơn và để tính trung bình đáp ứng xung. Quân bình RMS phù hợp để quân bình những tín hiệu ngẫu nhiên. Nó phân biệt ngẫu nhiên từ tín hiệu tương quan khá nghèo, do đó, không phù hợp với hầu hết phép đo chức năng chuyển giao. Vector trung bình, như tên hàm ý, xử dụng giá trị vector giữa những khía cạnh biên độ và phase (thật và ảo) của tín hiệu. Vector trung bình rất nhạy cảm với biến thể trong cả hai, biên độ lẫn phase (và gió), mà nó ưu tiên cho những ứng dụng chức năng chuyển giao.

Sơ đồ trọng số (weighting) (không nên làm với trọng số A cho SPL) chia thành hai loại: trọng số hay không trọng số. Thuật ngữ này đề cập đến giá trị tương xứng của mỗi mẫu góp phần tạo ra mức độ trung bình. Quân bình không trọng số xử lý tất cả mẫu như nhau (mức chuẩn, trừ khi đã ghi nhận). Sơ đồ trọng số thiên về những mẫu nhất định hơn. Hàm mũ (exponential) trung bình cho phép những mẫu mới (theo cấp số nhân), có trọng số cao hơn so với những mẫu cũ hơn, làm cho nó đáp ứng với những thay đổi dynamic nhanh hơn. Quân bình không trọng số đáp ứng chậm vì nó đặt lịch sử ngang hàng với hiện tại. Hàm mũ có độ ổn định thấp hơn nhưng tốc độ cao hơn không trọng số, cho vài mẫu nhất định.

FIFO (first in, first out)

FIFO averaging continually updates. New data arrives that is higher in value than all previous(our example sample # 1), causing the average to rise. The average updates fastest when the number of averages is low. Stability rises as more averages are used.

Sample #	1	2	3	4	5	6	7	8
Value	120	115	110	105	100	95	90	85
Weighting	1	1	1	1	1	1	1	1
Weighted value	120	115	110	105	100	95	90	85
Avg value (8)	102.5 (820 / 8)							
Avg value (4)	112.5 (450 / 4)							
Avg value (2)	117.5							

Accumulate

The average is kept as a single lump value of unlimited accumulations. This scheme has variable speed and stability. It is fast initially and unstable, then becomes slow, stable and increasingly immune to change.

Sample #	1	2-8						
Value	120	700						
Weighting	1	7						
Weighted value	120	100						
Avg value (All)	102.5 (820 / 8)							

Weighted (most recent has highest value)

The new sample has the highest weighting. The average value moves rapidly toward the new value. Weighted averages are the fastest acting, but least stable.

Sample #	1	2	3	4	5	6	7	8
Value	120	115	110	105	100	95	90	85
Weighting	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8
Weighted Value	120	58	36	26	20	16	13	10
Avg value (8)	110 (300 / 2.7)							
Avg value (4)	115.4 (240 / 2.1)							
Avg value (2)	118.3 (178/1.5)							

Hình 12.16 Những loại quân bình

Chương 12

Tham số cuối cùng là sự thích nghi của những mẫu cũ. Vài loại quân bình giữ nó, trong khi những loại khác ném nó đi. Loại tích lũy quân bình cộng mỗi mẫu mới đến kết quả kết hợp trên cơ sở liên tục. Cộng hai mẫu đầu tiên lại và chia cho hai. Mẫu thứ ba chồng lên và trung bình bắt nguồn từ bộ ba này. Tiếp tục việc này mãi mãi như phim Star Wars. Bộ cộng này có ưu điểm (và khuyết điểm) về sự ổn định lâu dài tối đa. Ưu điểm là miễn dịch với tạp âm. Khuyết điểm là giữ thông tin lạc hậu (loa đã ở trong xe tải). Bộ cộng là người tích trữ. Nó không bao giờ phụ thuộc vào bất cứ cái gì nó đã thu thập. Điều đó tốt đẹp miễn là không thay đổi cái gì. Nếu cần, chúng ta phải xua nó ra và khởi động lại tích lũy.

Sơ đồ thứ hai là con số trung bình cố định và tự động khởi động lại, giống như cần gạt nước trong mưa nhẹ. Đáp ứng sẽ xây dựng trong thời gian ngắn và rồi, swish, khởi động lại. Điều này có vị trí của nó khi đang chờ thay đổi, chẳng hạn như thiết lập EQ hay delay line.

Sơ đồ thứ ba là phong cách "vào trước, ra trước-first in, first out" (FIFO). Dữ liệu truyền qua đường ống dẫn mẫu có chiều dài cố định và dữ liệu mới tuần hoàn theo thứ tự. Dữ liệu mới đẩy dữ liệu cũ ra nên không bao giờ có nhu cầu phải khởi động lại. Luôn cập nhật số trung bình, chỉ với những mẫu mới nhất. Đó là số trung bình CNN: mọi cái đều là "Tin mới nhận-Breaking News!"

12.9.2 Tốc độ và ổn định -- Speed vs. stability

Người dùng có thể chọn số trung bình. Số lượng cao hơn sẽ cho độ ổn định lớn hơn, nhưng làm chậm thời gian đáp ứng để thay đổi. Lựa chọn tốt nhất là phụ thuộc vào ứng dụng. Chúng ta xử dụng số cao hơn trong môi trường ồn ào (như đo tính âm), hy sinh tốc độ cho sự ổn định. Phép đo điện từ có tạp âm nhỏ, cho phép có số trung bình thấp hơn mà không mất tính ổn định đáng kể.

12.9.3 Lập ngưỡng biên độ -- Amplitude thresholding

Chúng ta không thể giả định mọi tần số trong tín hiệu input sẽ luôn đủ mức độ, cho dù nhạc công reggae đặt cái này làm mục tiêu. Âm bass tối đa ở mọi tần số. Để thực hiện phép đo chính xác hơn với tín hiệu mạnh hơn những tín hiệu yếu gần sàn tạp âm. Mỗi mẫu tài liệu chương trình đều có vài tần số mạnh và yếu. Chúng ta không vội vã đến mức cần phải xử dụng mọi dữ liệu. Chúng ta có thể chọn lọc trên cơ sở từng mẫu, từng tần số. Cơ chế này là ngưỡng biên độ, hoạt động theo nguyên tắc như noise-gate cho micro trống. Sàng lọc mức độ mỗi mẫu theo tần số. Chúng ta sẽ gửi 1kHz đến bộ quân bình nếu nó mạnh. Chúng ta có thể chờ chuyển xe buýt kế tiếp ở trạm 2kHz nếu nó yếu. Chúng ta hạn chế mức trung bình để làm việc với những mẫu đã chấp nhận trước (những cái đủ mạnh để có dữ liệu tốt). Đã đủ khó để có tỷ lệ tín hiệu/tạp âm tốt trong thế giới âm thanh. Chúng ta không cần phải làm việc này khó hơn bằng cách xử dụng dữ liệu bị mất trong tạp âm.

Lưu ý: Không phải tất cả bộ phân tích FFT channel đều xử dụng khả năng này. Những cái xử dụng nó có tính ổn định cao hơn và miễn dịch tạp âm trong chức năng chuyển giao.

12.10 Gắn kết chức năng chuyển giao -- Transfer Function Coherence

Gắn kết là trả lời cho câu hỏi: "Này bộ phân tích, bạn có biết bạn đang nói về cái gì không?" Giá trị gắn kết từ 1 (đúng, ý tôi là nó) đến 0 (Tôi chỉ làm bộ thôi). Đoán theo kinh nghiệm là ở giữa. Tính toán thật sự vượt quá phạm vi sách này rồi nhưng chúng ta có thể hiểu được nguyên tắc khá dễ dàng. Suy ra, gắn kết là về mặt thống kê, tức là nó đòi hỏi trung bình của nhiều mẫu. Chúng ta đang tìm thỏa thuận giữa nhiều mẫu. Chúng ta có niềm tin vào giá trị trung bình khi tất cả cung cấp cùng giá trị chức năng chuyển giao và mất tự tin khi trả lời trên bản đồ. Tại sao lại có sự bất đồng? Tạp âm. Bất kỳ phép đo chuyển giao nào cũng bao gồm thành phần tạp âm, nghĩa là tín hiệu không tương quan ở output không có trong input

Kiểm nghiệm

ban đầu. Câu hỏi đặt ra là bao nhiêu. Câu trả lời là gắn kết. Ở thiết bị mức độ line tỷ lệ S/N (signal-to-noise) phải cao. Mọi cái đều chuyển động trong sự thiên vị của tạp âm trong thế giới âm thanh.

Đánh giá gắn kết trên cơ sở từng tần số, vì vậy chúng ta có thể thấy những giải nào đang tốt hơn giải khác. Chúng ta xử dụng gắn kết để đưa ra quyết định, và quan trọng nhất là không đưa ra quyết định. Gắn kết rất cao cho chúng ta biết, có thể điều chỉnh một cách tự tin, nó sẽ có hiệu quả có thể dự đoán được. Gắn kết thấp có nghĩa, đang diễn ra nhiều điều ở đây hơn gặp gỡ tai. Chúng ta có thể thấy mình xoay nút trên EQ và nhìn thấy ít hay không có cải thiện điều gì. Những điều chỉnh như bổ sung sự hấp thụ, điều chỉnh góc mở và cài đặt delay có thể tạo ra sự cải thiện độ gắn kết tuyệt vời. Nhiều kỹ sư âm thanh sẽ khác ý kiến về việc liệu một thiết lập EQ cụ thể có cải thiện nó hay không. Mặt khác, gắn kết có tương quan cao với chất lượng kinh nghiệm. Nếu chúng ta thực hiện điều chỉnh để cải thiện gắn kết thì thường là tán thành rộng rãi.

12.10.1 Xác định gắn kết -- Coherence Defined

Gắn kết là giá trị thống kê, xuất phát từ sai lệch giữa những giá trị biên độ và phase trong bộ quân bình (averager). Độ lệch cao và độ kết hợp thấp khi mẫu có tạp âm ngoại lai. Tính toán gắn kết cho mỗi ngân tần số với thang điểm từ 0 đến 1 (1 là ổn định hoàn hảo và không có tạp âm). Cố định sự khác biệt tuyến tính, chẳng hạn như tăng điện thế, không làm giảm độ gắn kết (vì mọi cái vẫn ổn định). Ngược lại, độ trễ giữa input và output của phép đo làm ta sẽ rút ra hai bản ghi thời gian từ nhiều dạng sóng khác nhau. Độ khác biệt (thậm chí là nhẹ) làm giảm sự ổn định chức năng chuyển giao, làm giảm tính gắn kết (trong đo lường, không phải hệ thống). Quan hệ hoàn toàn không tương quan giữa hai channel đã đo làm giảm giá trị gắn kết thành 0. Gọi quan hệ này là nhân quả (causal), tức là đáp ứng output là do input khi output và input đã liên kết tuyến tính. Gọi nó là không nhân quả (noncausal) khi tín hiệu output không liên kết với input.

Gắn kết là thước đo cường độ tín hiệu output, nguyên nhân liên quan đến thành phần tạp âm output không nhân quả. Chúng ta có thể xác định sự mất gắn kết với thiết bị đã đo (không phải lỗi phân tích) một khi chúng ta bù cho bất kỳ khoảng bù thời gian nào giữa những tín hiệu đo được. Độ gắn kết là 1 khi output có tất cả tín hiệu và không có tạp âm. Nó là 0.5 (50%) khi tín hiệu và tạp âm bằng nhau và 0 (0%) khi output có tất cả tạp âm và không có tín hiệu (Hình 12.17).

Hãy đưa vào vài đoạn âm nhạc để minh họa. Đoạn đầu tiên nghe thấy lớn rồi mềm ra. Chúng ta nhận ra âm nhạc đã thay đổi, nhưng có đầy đủ tương quan (gắn kết = 1). Nghe lại 10 giây đầu tiên lần nữa. Sau đó bắt đầu 5 giây và chơi lại trong 10 giây. Đoạn âm nhạc có liên quan một nửa (coherence = 0.5). Cuối cùng, nghe vài đoạn âm nhạc tốt rồi đến Barry Manilow. Hai loại nhạc này nên có 100% không tương quan (gắn kết = 0).

Biểu thị gắn kết bằng thuật ngữ analog

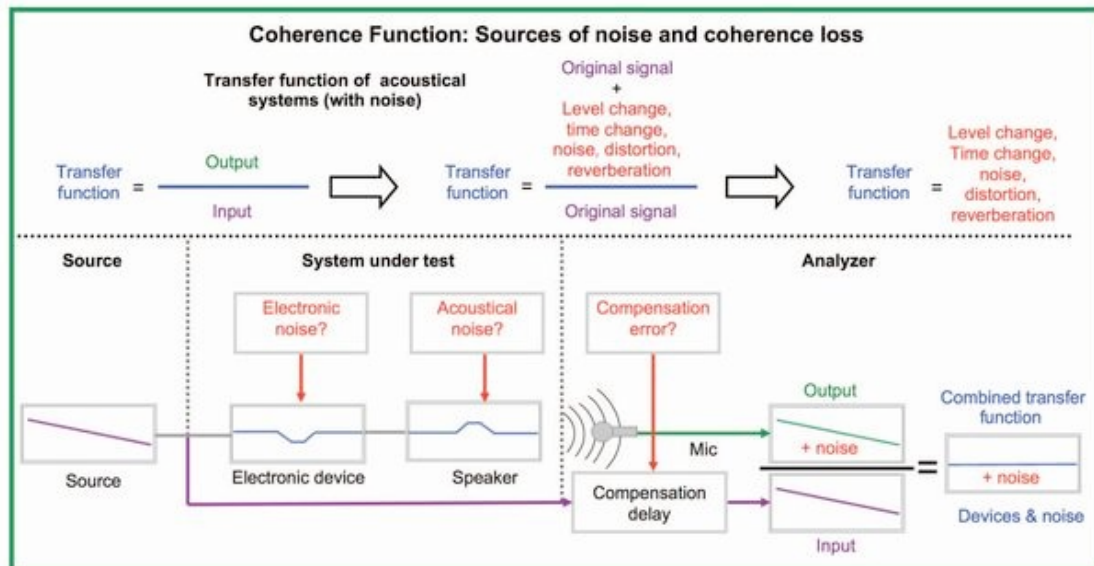
- Chỉ số chất lượng dữ liệu: Độ tin cậy của bộ phân tích với những giá trị biên độ và phase.
- Tỷ lệ tín hiệu/tạp âm: Tạp âm làm giảm giá trị gắn kết.
- Chỉ thị: Chỉ định độ ổn định/lập lại của phép đo.

Chúng ta có thể nhìn vào đáp ứng tần số và đánh giá chất lượng trên hai cấp độ: chất lượng đo lường và hệ thống dưới chất lượng kiểm tra. Kết quả gắn kết thấp không chính xác. Cái gì đó đang gây ra nó. Một là chúng ta đo nó sai hay nó nằm trong hệ thống (chúng ta cần phải biết là cái nào). Gắn kết đòi hỏi tính quân bình, và tìm sự khác biệt giữa từng đáp ứng riêng, bao gồm số trung bình. Gắn kết hoàn hảo bao hàm sự đồng thuận hoàn hảo giữa tất cả mẫu trong bộ trung bình. Độ gắn kết nhỏ giọt xuống khi mẫu thử khác nhau.

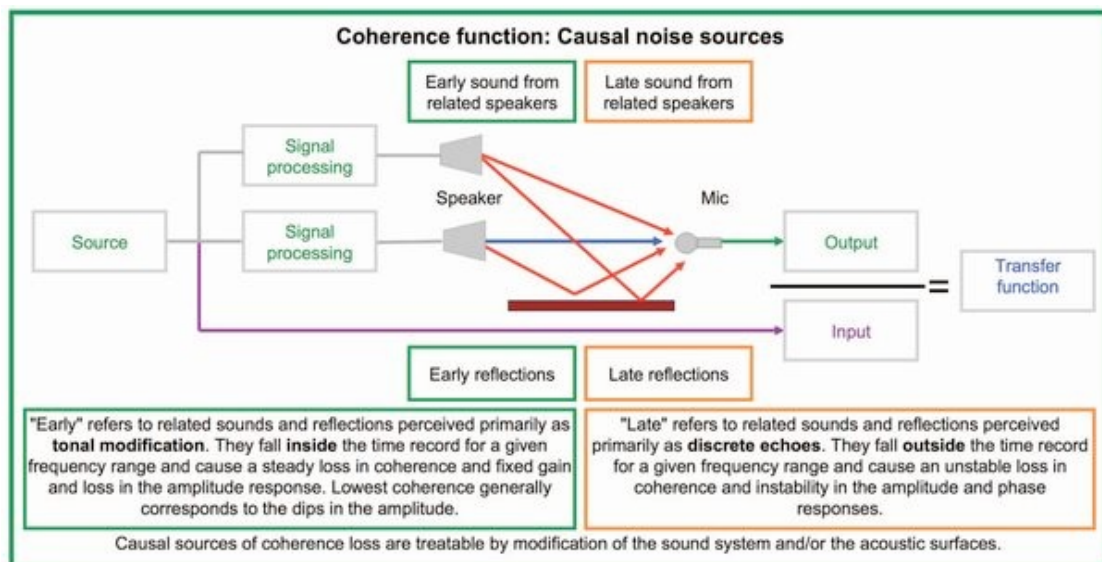
Chương 12

12.10.2 Yếu tố ảnh hưởng đến gắn kết -- Factors affecting coherence

Làm sao chức năng gắn kết phát hiện tạp âm trong phép đo của chúng ta? Như bộ phân tích của chúng ta thấy nó, có hai thể loại tín hiệu output: tín hiệu nhân quả tương quan với input và không nhân quả. Khách mời và không được mời. Chúng ta biết ai đã được mời vì chúng ta có danh sách khách đầy đủ: bản ghi thời gian input. Chúng ta nhận ra dạng sóng output trên danh sách mời (và những dạng không có). Chúng ta không có bảo vệ để quăng nó ra khỏi phòng, nhưng chúng ta có thể xác định nó và theo dõi hiệu quả của nó. Hãy đo cái loa trong phòng (Hình 12.18).



Hình 12.17 Sơ đồ khối dòng chảy của phép đo chức năng chuyển giao với nguồn tạp âm



Hình 12.18 Chức năng gắn kết và tạp âm

Tín hiệu nhân quả tại output bao gồm

- Tín hiệu nguồn.

Kiểm nghiệm

- Bản sao của tín hiệu nguồn từ loa khác.
- Bản sao của tín hiệu nguồn từ phản dội.

Đã công nhận tín hiệu nguồn ở output. Bản sao bao gồm những nguồn thứ cấp như phản dội hay loa bổ sung, điều khiển bởi cùng một nguồn. Chúng ta phải có khả năng phân biệt giữa những tín hiệu nhân quả và không nhân quả, vì chiến lược tối ưu hoá khác nhau rõ rệt cho mỗi loại. Yếu tố gắn kết của tín hiệu nhân quả sẽ vẫn nhất quán trên hàng loạt mức trung bình, như biên độ và phase. Điều này cho thấy quan hệ ổn định giữa tín hiệu output và input và tỷ số S/N ổn định. Chải mạnh làm ra hàng loạt giá trị gắn kết cao và thấp để theo dõi peak (ổn định và cao) và dip (thấp nhất). Sự ổn định của gắn kết xác nhận, những peak và dip là tổng hợp nhân quả, dẫn hướng chúng ta về giải pháp áp dụng (mức độ, độ trễ, góc mở, hấp thụ, v.v).

Tương tác không nhân quả làm cho biên độ và phase không ổn định, làm giảm gắn kết. Quân bình giúp ổn định dữ liệu về mặt thống kê để đo lường (nhưng không có tính âm). Chiến lược tối ưu hóa hiệu quả nhất tách tín hiệu (nhân quả) ra khỏi tạp âm (không nhân quả) và áp dụng nhiều giải pháp khác nhau. Trước hết, giảm thiểu sự mất ổn định của tạp âm trước khi thực hiện chiến lược như EQ với phần còn lại ổn định. Thí dụ minh họa là góc tập trung loa và cách xử lý âm thanh. Chúng ta có thể giảm tạp âm bằng cách nhắm hướng loa một cách chính xác và thêm hấp thụ. Giá trị gắn kết sẽ cho chúng ta biết, nếu tiến hành giảm tạp âm trước khi EQ phần còn lại ổn định.

Kết quả cuối cùng là đáp ứng tần số với yếu tố nhân quả và không nhân quả. Giá trị gắn kết phản ánh tỷ lệ pha trộn tương xứng của nó; Giá trị ổn định cho thấy có tương quan mạnh. Dữ liệu sẽ không bao giờ ổn định đủ để chúng ta có được đáp ứng dứt khoát của hệ thống, nếu tín hiệu không tương quan quá lớn. Điều này sẽ gửi thông điệp rõ ràng, cần thực hiện vài công việc lớn trước khi cố gắng EQ.

Nguồn không nhân quả (bao gồm nhưng không giới hạn)

- Méo, hum, tạp âm và rò rỉ trong hệ thống âm thanh.
- Đèn moving, khán giả tham gia, HVAC, xe nâng và máy nghiền trong phòng.
- Echo trễ (từ quan điểm của bộ phân tích PPO cố định).
- Âm thanh trễ từ những loa khác (từ quan điểm của bộ phân tích PPO cố định).

Những mục ở dòng trên cùng đã xâm nhập vào hệ thống âm thanh nhưng không phải là một phần của truyền tải dự định của chúng ta. Gắn kết cho thấy nó là những kẻ xâm nhập. Dòng tiếp theo chứa người ngoài hành tinh xâm chiếm không gian âm thanh của chúng ta mà không có quan hệ gì với tín hiệu ban đầu. Ảnh hưởng của nó được coi là độ lệch ngẫu nhiên (điều biến) ở trên và dưới đáp ứng tần số tương quan ổn định. Khía cạnh chung cho đến nay là EQ sẽ không hiệu quả. Hai mục cuối cùng là trường hợp đặc biệt, vì tín hiệu là bản cuối của bản gốc. Chính xác khi nào thì trễ? Câu trả lời này đòi hỏi phải xem xét chuyển đổi PPO (Constant Q) cố định.

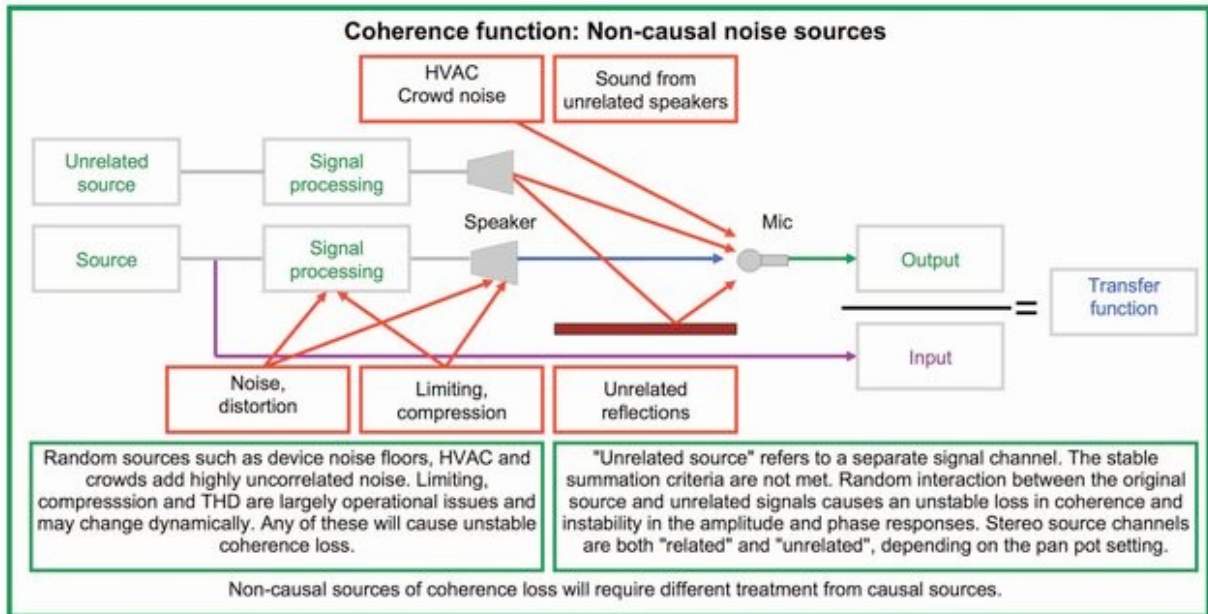
12.10.3 Đến trực tiếp, sớm và trễ -- Direct, early and late arrivals

Đáp ứng PPO cố định tổng hợp gồm nhiều bản ghi thời gian khác nhau, từ vài mili giây đến hơn nửa giây. Chọn lọc thời gian cửa sổ từ thuộc tính âm thanh của hội trường sao cho có tỷ lệ phù hợp với bước sóng trực tiếp đến trễ, phân loại là nhân quả, rồi xếp loại là tạp âm. Về bản chất, PPO có nghĩa là cố định, lượng cố định những bước sóng trễ phù hợp trong cửa sổ thời gian. Nhớ lại cách biến đổi PPO cố định bắt nguồn từ ngưỡng nhận thức âm sắc, không gian và echo của chúng ta. Âm thanh trực tiếp và kết hợp những tín hiệu nhân quả ổn định đến sớm (nguồn nhận thức âm sắc) là những ứng cử viên chính cho cân bằng. Tính năng của nó xuất hiện rõ rệt và ổn định trên bộ phân tích. Tín hiệu nhận thức là echo làm

Chương 12

mất ổn định trong bộ phân tích. Tính năng của nó có vẻ mờ nhạt và không ổn định. Có bằng chứng rõ ràng, giải pháp EQ sẽ thất bại khi đường biểu diễn mục tiêu đáp ứng tần số không ổn định. Màn hình hướng dẫn chúng ta hướng tới giải pháp ưu việt hơn như điều trị bằng âm thanh, quay hướng loa và sắp xếp phase.

Cũng áp dụng điều này cho những tín hiệu liên quan đến từ nhiều loa khác. Nhìn chung quanh phòng và xem xét những tùy chọn điều trị còn lại. Tất cả tùy chọn vẫn mở ra cho loa trong array ghép và những phản dội gần đó. Tùy chọn EQ giảm theo tần số (và thời gian) cho loa nào đến trễ hay bề mặt phản chiếu. Tần số thấp và phản dội ngắn vẫn còn trong trò chơi EQ trong khi tần số cao và phản dội dài tạo ra quá nhiều chài. Màn hình đáp ứng tần số chính xác cao PPO cố định nhấn mạnh đến khu vực làm cân bằng thật tế.



Hình 12.19 Chức năng gắn kết và tạp âm không nhân quả

Đáp ứng ổn định cho thấy tất cả tùy chọn tối ưu vẫn mở cho chúng ta: điều trị bằng EQ, mức độ, delay, góc mở, khoảng cách và âm thanh. Đáp ứng không ổn định, gây ra bởi những phản dội trễ và loa khác, vượt quá đường chân trời cân bằng, nhưng vẫn áp dụng tất cả tùy chọn khác. Những nguồn tạp âm không nhân quả không liên quan đòi hỏi nhiều giải pháp bên ngoài hệ thống âm thanh, như cách ly tính âm, hay lấy chìa khoá xe nâng.

Hãy thêm độ chi tiết hơn: phân biệt giữa những dữ liệu nhân quả trong bản ghi thời gian, và sự việc nằm ngoài. Âm thanh trực tiếp là cái đến trước. Phản dội đơn có thể đến bên trong, bên ngoài cửa sổ thời gian hay xếp chồng lên cả hai (nhớ lại, nhiều chiều dài bản ghi thời gian cũng bao gồm đáp ứng tần số PPO cố định). Công nhận phản dội liên quan đến nhân quả nếu nó đến trong cùng bản ghi thời gian như tín hiệu trực tiếp. Rốt cuộc, phản dội là đứa con của âm thanh trực tiếp vì vậy chắc chắn nó có liên quan. Phản dội nào đến sau khi đóng bản ghi thời gian sẽ bị bộ phân tích loại bỏ, khởi động lại quy trình từ đầu mà không cần biết những sự kiện trước. Phản dội vẫn bao quanh phòng, từ những tín hiệu trước sẽ trở thành người lạ mặt ngay lập tức, tới bộ phân tích coi là tạp âm (Hình 12.19). Ngưỡng phụ thuộc tần số. Chẳng hạn có phản dội 100ms, nằm ngoài bản ghi thời gian HF ngắn và bên trong bản ghi thời gian LF dài. Bộ phân tích thấy phần HF là không nhân quả (bên ngoài cửa sổ thời gian) và phần LF là nhân quả (bên trong cửa sổ).

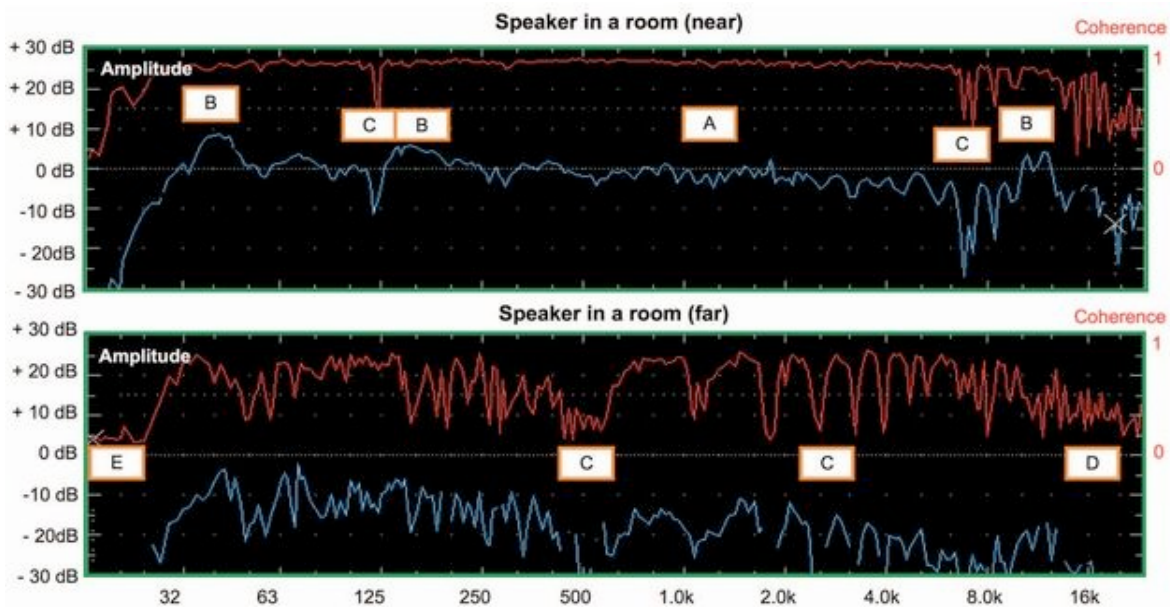
Kiểm nghiệm

12.10.4 Bất ổn trong tín hiệu nhân quả -- Instability in the causal signal

Không có gì bảo đảm tín hiệu nhân quả sẽ không thay đổi, thí dụ: Có thể điều chỉnh EQ trong khi đo. Tín hiệu output được nhận diện là nhân quả, nhưng thay đổi tương đối đến tín hiệu input. Kết quả là mất tính gắn kết, mặc dù thiết bị đang hoạt động bình thường. Gắn kết dựa trên phạm vi biến động giữa những mẫu tạo ra giá trị trung bình. Gắn kết giảm khi thay đổi tăng, cho dù do thay đổi dynamic bên trong hay tạp âm bên ngoài. Gắn kết sẽ tăng lên một khi đáp ứng ổn định. Tóm lại, gắn kết ghét bất ổn, dù cho nó đến từ đâu.

Khuynh hướng cơ bản của dấu vết gắn kết (Hình 12.20)

- Thả tạm thời khi hệ thống có thay đổi dynamic.
- Đáp ứng ổn định lâu bền (cao và thấp) với phương sai gợn nhân quả.
- Hao hụt không ổn định khi thêm tạp âm không nhân quả vào tín hiệu output.



Hình 12.20 Thí dụ thực địa về chức năng gắn kết.

12.11 Đáp ứng xung của chức năng chuyển giao -- Transfer Function Impulse Response

Chúng ta đã từng thấy cách đáp ứng phase đã hiện diện rõ rệt trong miền tần số và mã hóa trong miền thời gian ra sao. Phân cực cho đáp ứng xung sẽ đảo ngược mô hình này: miền thời gian tới trước thẳng tắp và mã hóa đáp ứng tần số. Đáp ứng xung và đáp ứng tần số chức năng chuyển giao xuất phát từ cùng bản ghi thời gian chứa cùng thông tin, mặc dù từ viễn cảnh rất khác nhau. Biểu thị miền thời gian của xung sẽ tách biệt âm thanh trực tiếp và từng phản dội ra riêng, làm cho có thể nhận diện nó dễ dàng. Đáp ứng xung hiển thị số lần đến theo thứ tự nhận được và cho vị trí của nó theo thời gian. Điều này tương phản với đáp ứng tần số, cho thấy ảnh hưởng của phản dội đã đặt lên đáp ứng âm thanh trực tiếp (chải). Có thể tìm thấy trình tự thời gian, cường độ tương đối và cực của mỗi lần đến.

Đáp ứng xung là điều kỳ diệu, đưa vào xử dụng thật tế rất đơn giản. Nó cho thấy những âm thanh và phản dội trực tiếp bằng đơn vị mà chúng ta có thể hiểu dễ dàng: mili giây. Việc đọc đáp ứng xung để

Chương 12

hơn cách hiểu nó phát sinh ra sao rất nhiều. Chúng ta lại đi dưới mui xe lần nữa, với phương pháp tiếp cận "càng đơn giản càng tốt mà không làm nhà toán học thất vọng".

Đáp ứng xung là cấu trúc toán học của thí nghiệm giả thiết mà chúng ta không cần thực hiện thật sự. Tốt đẹp! Đó là câu trả lời cho câu hỏi: "Oscilloscope sẽ hiển thị không nếu chúng ta đặt một xung duy nhất vào hệ thống?" Gõ bộp vào thùng loa woofer và chúng ta đợi nó đến micro rồi đứng quanh quần để thấy nó xuất hiện trở lại, dội ra khỏi sàn và những bề mặt khác lần nữa. Đây là phần dễ. Bây giờ bắt đầu hỏi. Xung "hoàn hảo" là gì? Làm sao chúng ta có thể thấy đáp ứng xung trên bộ phân tích khi chúng ta không nghe thấy cái gì đi ra khỏi loa?

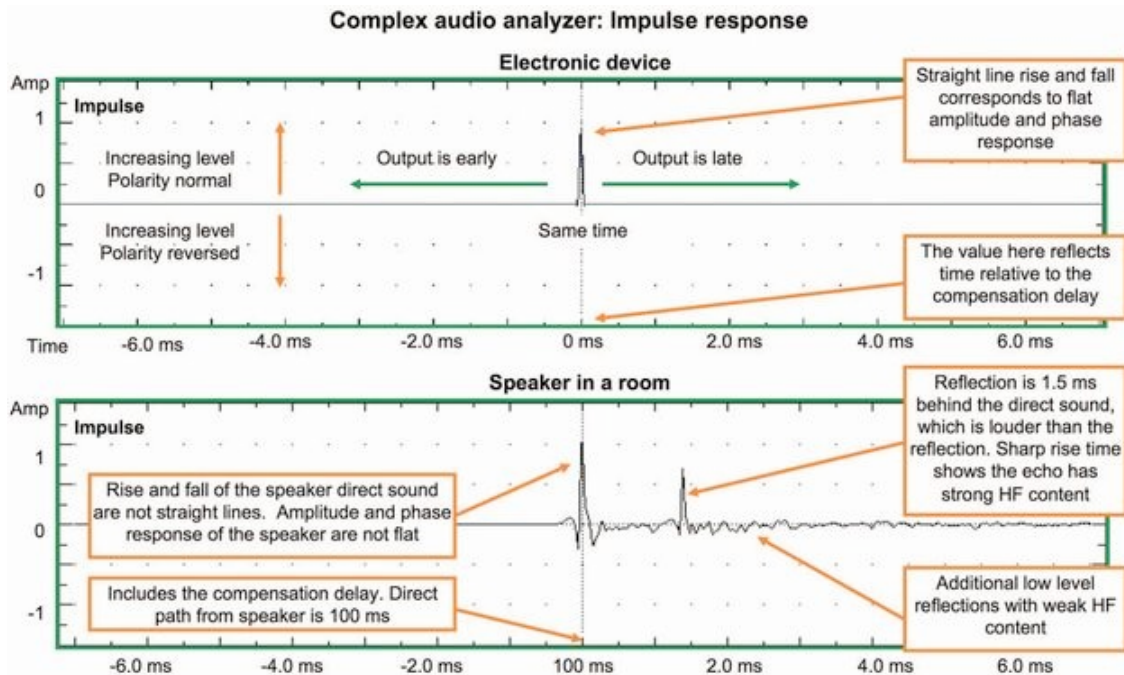
Nhà toán học không ném những từ như "hoàn hảo" chung quanh nhẹ nhàng. Bạn thắng giải nếu đoán đây là công trình vô hạn khác. Bước đột phá nhanh vào hệ thống có giải tần số vô hạn tạo ra xung cao vô cùng, tăng lên, và trở về số không trong ... (bạn đoán đi) khoảng thời gian nhỏ gấp bội. Trong thế giới thật tế, chúng ta loại bỏ vô hạn và giới hạn trong giải tần quan trọng (thí dụ: lên đến 20kHz) do đó độ dốc, chiều cao và chiều rộng xung thành ra hữu hạn. Xung đơn hoàn hảo là tín hiệu kích thích âm thanh theo công thức gần đúng sau: tất cả tần số, mức độ bằng nhau, trùng phase, khoảng thời gian tối thiểu. Hình dung cuộc đua một vòng cho tất cả tần số với mọi người đã sẵn sàng để chạy khi nổ súng. Thật ra, kỹ thuật tính âm cũng xử dụng súng ngắn làm máy phát xung để phân tích phòng! Hệ thống có biên độ phẳng và đáp ứng phase theo tần số sẽ dội xung tăng lên và dội trong thời gian tối thiểu mà không có tính năng cộng thêm như quá mức, dưới mức hay dao động. Đó là cách chúng ta có thể thấy đáp ứng xung hoàn hảo duy nhất. Bất kỳ peak hay dip nào khác biệt biên độ và/hay độ dốc phase sẽ làm biến dạng xung theo những cách đặc trưng, bộc lộ cho chúng ta rất rõ.

Bù thời gian giữa output và input làm thay đổi vị trí trục x của xung. Delay di chuyển nó sang phải (output sau input) và antidelays thì sang trái (output trước input). Chúng ta biết output không thể dẫn input trong vật chất thật tế, nhưng bộ phân tích của chúng ta chỉ đáp ứng hai tín hiệu, có thể đến từ bất cứ nơi đâu. Chúng ta có delay nội bộ trong bộ phân tích, vì vậy đây không phải sự xuất hiện kỳ lạ.

Hãy xem đáp ứng xung phát hiện cái gì. Tính năng tiêu chuẩn là vùng chết trước khi đến, hình dạng của xung và xung bất kỳ thứ hai đến theo sau. Vùng chết là thời gian chuyển giao, tức là độ trễ hay lan truyền âm. Bộ phân tích tìm thấy điều này bằng cách nhận ra nội dung của tín hiệu input và output là tương tự, nhưng bù lại kịp thời. Điều chúng ta chú ý kế tiếp là định hướng của xung, cho thấy phân cực (dương hay âm). Đặc điểm thứ ba là tốc độ tăng và giảm của xung. Một đường dốc dọc không có dao động (ringing) chỉ thị biên độ và phase phẳng. Xung tròn cho thấy hệ thống bị mất sóng HF và/hay dịch phase phụ thuộc tần số. Dao động (trước hay sau) là dấu hiệu bị lọc (filtering) (điện tử hay âm thanh). Phản dội là những bản sao xuất hiện phía sau tín hiệu trực tiếp. Cái này coi như con của input và thể hiện dưới dạng những đỉnh (peak) thoáng qua thứ hai, xếp sau lần đến đầu tiên (Hình 12.21).

Làm sao để bộ phân tích của chúng ta hiển thị đỉnh thoáng qua coi giống như đánh trống snare khi chúng ta đưa vào âm nhạc 101 đây? Đây là nơi phép toán ma thuật tham gia. Nhớ lại, biến đổi FFT ban đầu lấy tín hiệu miền thời gian và chuyển nó sang miền tần số. Sau đó, chúng ta lấy hai channel để tạo ra phase và biên độ chức năng chuyển giao theo tần số. Đáp ứng xung này là kết quả của việc tính toán FFT thể hệ thứ hai, có hiệu lực là FFT của biên độ và phase theo tần số, nó chuyển đổi chúng ta trở lại miền thời gian, gọi là phép biến đổi Fourier ngược (Inverse Fourier Transform-IFT). Kết quả, IFT là mô phỏng của dạng sóng output có thể là kết quả từ một xung hoàn hảo đi qua hệ thống đo. Vì biên độ và phase của chức năng chuyển giao độc lập với nguồn, chúng ta có thể xây dựng mô phỏng xung bằng cách nghe một loại nhạc pop (không chỉ là âm thanh của nhạc pop).

Kiểm nghiệm



Hình 12.21 Đáp ứng xung

Trước đây, chúng ta đã thảo luận về quan hệ vòng tròn giữa miền thời gian và miền tần số. Do đó đáp ứng tần số và đáp ứng xung phát sinh từ cùng một dữ liệu đều có thể hoán đổi cho nhau. Điều này không áp dụng trong trường hợp trên vì chúng ta thu được đáp ứng của miền tần số và thời gian đều khác nhau. Đáp ứng tần số là tổng hợp bán log (quasi-log) của nhiều bản ghi thời gian tuyến tính có độ dài khác nhau. Đó là "tổng hợp (composite) thời gian" cũng như tổng hợp tần số. Chúng ta không thể chuyển đổi thành đáp ứng tổng hợp xung quasi-log 48 PPO. Đáp ứng xung thật sự xuất phát từ bản ghi thời gian tuyến tính duy nhất. Chúng ta có thể chuyển đổi trở lại đáp ứng tần số, nhưng nó tuyến tính, vậy lo làm gì? Chúng ta xử dụng những gì tốt nhất cho từng miền, ngay cả khi nó có nghĩa là không thể hoán đổi dữ liệu cho nhau.

Tìm ra sáu câu trả lời trong đáp ứng xung

1. Thời gian tương đối: thời gian chuyển giao qua hệ thống.
2. Mức độ tương đối: mức độ chuyển giao, nặng, thiên về HF (dữ liệu tần số tuyến tính).
3. Phân cực: bất kỳ driver nào nhìn riêng hay driver HF trong chế độ nhiều way.
4. Delay phụ thuộc tần số: có/không rất rõ rệt. Hơn thế nữa chỉ có cấp độ Jedi.(Stars war-ND).
5. HF roll-off: có/không rất rõ rệt. Xung tròn nghĩa là roll-off.
6. Tín hiệu đến thứ hai: trả lời 1 đến 5 cho phản đối, âm thanh từ những loa khác.

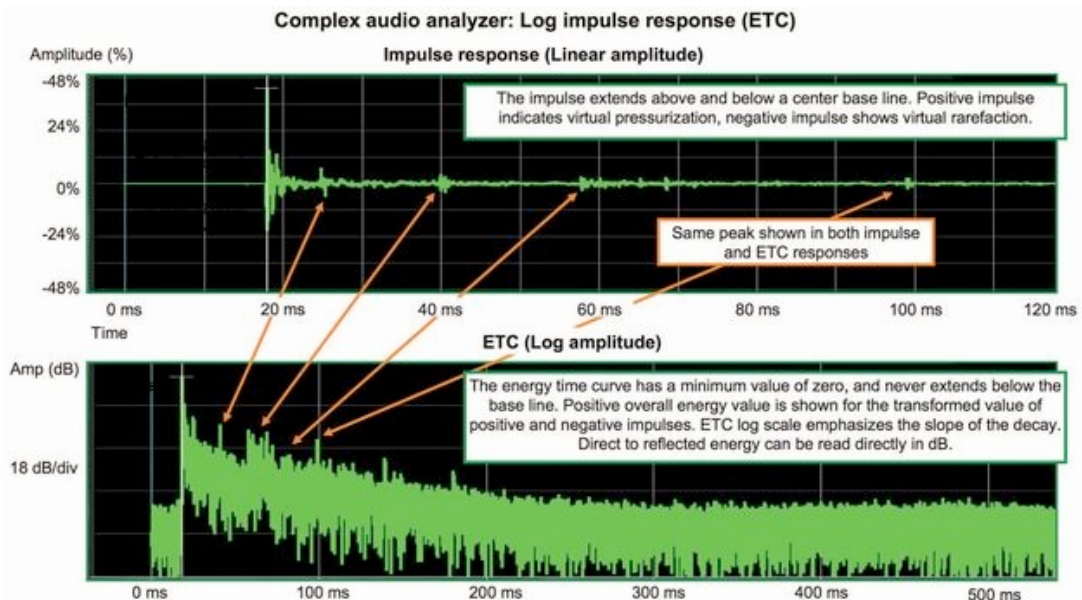
Chỉ thị thời gian phản đối hay nguồn thứ hai đi đến theo vị trí nằm ngang. Thang đo dọc có sơ đồ phân cực xoắn. Gain đồng nhất là 1 nếu cực là normal và -1 nếu cực bị đảo ngược. Xem xét sẽ xảy ra cái gì khi cả hai, gain lẫn phân cực đều thay đổi. Hình dung đơn giản, + 6dB, phân cực normal cho giá trị tăng tuyến tính là +2. Nhưng đảo cực của +6dB là gì? Dĩ nhiên, có thể là -2, có thể bị làm với -6dB, mà rõ ràng là không (-6dB là 0.5). Thành phần định hướng (cực) không phụ thuộc vào mức độ, đó là lý do tại sao thang đo dọc là tuyến tính.

Chương 12

Tóm tắt kết quả đáp ứng xung

- Trung tâm ngang: channel đồng bộ hóa (đã chuẩn hóa thành delay đã bù nội bộ).
- Bên trái trung tâm: output là sớm bởi lượng bù thời gian.
- Bên phải trung tâm: output trễ bởi lượng bù thời gian bù.
- Mức độ biên độ là 1 hay -1: gain đồng nhất.
- Mức độ biên độ từ -1 đến 1: mức độ hao hụt.
- Mức độ biên độ lớn hơn 1, hay nhỏ hơn -1: gain mức độ.
- Đường dọc đi lên: phân cực bình thường.
- Đường dọc đi xuống: phân cực ngược.
- Đường dọc thẳng: không có độ trễ phase (độ trễ độc lập tần số).
- Đường dọc căng hay bị méo: trễ phase (độ trễ phụ thuộc tần số).
- Dao động đẳng sau xung: trễ phase từ filter (độ trễ phụ thuộc tần số).
- Dốc dọc trời/sụt: Đáp ứng tần số toàn giải phẳng.
- Giảm chiều cao và tăng và giảm chiều dọc trời/sụt: HF roll-off.

Những tính năng này phổ biến cho nhiều đáp ứng xung. Tính toán bổ sung có thể tạo ra hàng loạt cải tiến cụ thể cho bộ phân tích. Để xác định là thang đo biên độ tuyến tính không phù hợp và mô tả đặc trưng của echo, điểm yếu của đáp ứng xung tiêu chuẩn. Sự biến đổi Hilbert là chuyển đổi của đáp ứng xung phổ biến (hình 12.22). Mô tả điều này rất đơn giản bằng cách lấy giá trị tuyệt đối của đáp ứng xung tuyến tính và thang dọc là log. Gấp ngược phần âm của đáp ứng xung lên và thêm vào phần dương, giúp giảm thiểu nét nhận diện phản dội. Mức độ bằng dB (làm cho sống dễ hơn) nhưng phân cực mơ hồ trừ khi có ghi chú khác trong màn hình hiển thị (làm cho cuộc sống khó hơn).



Hình 12.22 So sánh đáp ứng xung log và tuyến tính (do SIA-SMAART cung cấp)

12.12 Đưa bộ phân tích vào hoạt động -- Putting the Analyzer to Work

Biên độ chức năng chuyển giao trả lời câu hỏi về tăng hay giảm cả hai, toàn bộ lần theo tần số. Phase trả lời câu hỏi về tần số đến lúc nào. Đáp ứng xung đáp ứng chính xác sẽ xác định thời gian âm thanh trực tiếp và phản dội. Gắn kết cảnh báo chúng ta khi dữ liệu bị nhiễm tạp âm. Đó là rất nhiều thông tin chúng ta có thể đưa vào xử dụng thật tế.

Đáp ứng xung là công cụ để thiết lập delay và xác định bề mặt nào gây ra rắc rối nhất. Hy vọng chúng ta được phép đối xử với nó. Đáp ứng phase là chìa khóa để kết hợp loa với nhau ở crossover: hệ phụ đến hệ chính, MF đến HF và còn nhiều nữa. Đáp ứng phase cũng cho thấy sự tương thích giữa nhiều mô hình loa khác nhau. Có thể nó gặp nhau ở tần số high nhưng còn midle thì sao? Có những filter về phase chuyên dụng có thể giúp việc này.

Biên độ chức năng chuyển giao giúp nhắm hướng, góc mở và khoảng cách tốt nhất. Chúng ta đo mức độ trên trục rồi so sánh nó với mức độ tại những vị trí quan trọng khác. Cho loa đơn, chúng ta so sánh phản dội trên trục với cạnh ngoài vùng bao quát và di chuyển loa cho đến khi tìm ra khác biệt nhỏ nhất. Cho góc mở, chúng ta so sánh từng mức độ trên trục riêng tại điểm giao giữa những cái loa. Có thể điều chỉnh góc để giảm thiểu khác biệt. Thực hiện khoảng hở theo cách tương tự. Di chuyển loa ra xa cho đến khi mức độ ở điểm-giữa phù hợp với mức độ trên trục cho từng cá thể.

Khi EQ, xử dụng chức năng gắn kết để lựa chọn những ứng cử viên tốt nhất và những nỗ lực đó sẽ tốt hơn khi thử nhiều giải pháp khác. Sau đó, biên độ chức năng chuyển giao sẽ cho chúng ta thấy những peak và dip cần điều trị và đã EQ nó ra sao.

Những tính năng trình bày ở đây hầu như chỉ biết tới một phần rất nhỏ của tính toán có sẵn trong FFT channel đôi, hướng gì là toàn bộ thiết bị phân tích âm thanh hiện đại. Có sơ đồ Nyquist, đáp ứng Cepstrum, phân phối Wigner, đồ thị thời gian âm phổ, chức năng điều chế chuyển giao, tính toán cường độ, RASTI, STI II và nó chạy không ngừng. Mỗi trang đều chứa thông tin và trình bày độc đáo. Không có lý do kỹ thuật để loại trừ nó khỏi thảo luận ở đây. Toán học đằng sau nó có thể hơi giống những âm thanh mà chúng ta đã đề cập chi tiết. Kết luận của tôi, người hành nghề tối ưu hóa hệ thống trong hơn ba mươi năm là chúng ta không cần nó để chúng ta đưa ra quyết định và nó đã đủ phức tạp rồi. Mô tả những chức năng cơ bản sẽ cung cấp đủ câu trả lời để đặt EQ, delay, mức độ, tiêu điểm của loa và nơi đặt sợi thủy tinh. Nghề của chúng ta là thực hành, không phải là nền tảng R&D. Điều khiển giai đoạn tối ưu hóa bằng chức năng phân tích FFT cơ bản: đáp ứng âm phổ channel đơn, biên độ chức năng chuyển giao, phase, gắn kết và xung.

12.12.1 Những bộ phân tích tín hiệu phức tạp khác

FFT channel cố định PPO (Constant Q) sở hữu thị trường để tối ưu hóa hệ thống. Đây là bộ phân tích tín hiệu phức tạp duy nhất, xử dụng trong tour lưu diễn. Vẫn còn xử dụng vài nền tảng thay thế cho việc lắp đặt lâu dài, mặc dù thị phần của nó tiếp tục giảm. Ngành công nghiệp đã tiêu chuẩn hóa chung quanh FFT nhưng không phải luôn như vậy.

Lựa chọn quan trọng nhất là gia đình "calculated semi-anechoic response". Bộ phân tích này cố gắng nắm bắt dài đáp ứng âm thanh trực tiếp của hiệu ứng cộng âm phản dội. Ngăn hiệu ứng phản dội bằng cách lọc trong miền tần số hay thời gian. Đáp ứng có tạp âm lớn hơn FFT nhiều, vì đã lấy phản dội ra (trong bộ phân tích, không phải phòng). Điều chỉnh mức độ đè bẹp phản dội được, cho phép người dùng đưa số lượng trong phòng lên xuống, khi họ thích.

Chương 12

Richard Heyser phát triển khái niệm nguyên bản như âm phổ trễ thời gian (TDS- time-delay spectrometry) và sản xuất thành TEF™. Đề án cơ bản là: Sóng sine quét đi lên với tỷ lệ tuyến tính bất biến. Filter band-pass theo dõi quét cùng tỷ lệ với nguồn, điều này sẽ thiết lập tình huống sau: Bộ phân tích chỉ gửi (và nhận) từng tần số một. Cả hai đều đang di chuyển mục tiêu. Chúng ta xếp hàng nó bằng cách delay filter theo thời gian vận chuyển tới micro. Khi phản dội từ một tần số đi đến micro, nó gặp filter ưu ái âm thanh trực tiếp của một tần số cao hơn chỉ mới vừa đến. Cho phép âm thanh trực tiếp vào trong. Cái nào đến trễ sẽ không được ngồi. Bất kỳ phản dội nào chậm hơn tốc độ quét sẽ bị triệt tiêu. Độ quét nhanh ngăn chặn nhiều hơn phòng nhưng với giá: độ chính xác. Khi độ chính xác giảm, chúng ta sẽ mất nhiều peak và dip do phản dội. Con đường trực tiếp được làm mịn hơn (bao gồm filter EQ).

Bộ phân tích âm thanh trình tự dài tối đa (MLSSA-maximum-length sequence sound analyzer) nắm bắt đáp ứng không tiếng vọng mô phỏng với nắm bắt miền thời gian: đáp ứng lọc thời gian xung. Loại FFT có thể đảo ngược, có thể chuyển đổi thời gian thành tần số và ngược lại. MLSSA nhận được đáp ứng xung từ nguồn tuần hoàn đã biết, có chứa tất cả tần số trong mô hình không lặp lại đã tính toán (trình tự dài tối đa). Xung bị cắt ngắn, nghĩa là tất cả giá trị vượt quá khoảng thời gian đã chọn, được đặt thành 0. Nói lời tạm biệt với phản dội! Nhớ lại bản chất tương quan của tần số và miền thời gian. Echo trong miền thời gian hiển thị như là chài trong miền tần số. Ngăn chài giúp làm giảm peak và dip trong miền tần số và cũng giảm độ lớn của những phản dội đã hiển thị trong miền thời gian. Đó là những gì chúng ta sẽ thấy nếu chúng ta bao phủ tường bằng màn. Nếu cắt bỏ echo ra khỏi đáp ứng xung, đáp ứng tần số bắt nguồn từ việc này sẽ không còn chài. Có lẽ chúng ta nên xử lý tường (và chi phí ít hơn). Chi phí là độ chính xác tần số (lần nữa). Chúng ta loại bỏ càng nhiều thời gian ra khỏi xung, độ chính xác càng thấp.

Những hệ thống này có thể hiển thị dữ liệu có vẻ cao hơn điểm FFT cố định độ chính xác cao rất nhiều (vì độ chính xác thấp hơn). Dữ liệu sẽ gần giống FFT nếu chúng ta quét chậm hay cắt xén một ít xung của hệ thống này. Nhưng rồi chúng ta đang mắc kẹt với độ chính xác tần số tuyến tính (loại FFT cổ điển, không thấy từ năm 1991).

Đã có nhiều tranh luận về bao nhiêu phòng để mặc đo lường. Phương pháp tuyến tính (TEF và MLSSA) cắt một đường thẳng theo thời gian. Phương pháp PPO FFT cố định phù hợp với đáp ứng âm thanh tỷ lệ log của chúng ta (phần 5.3). Thị trường đã nói lên, do đó, không cần phải tranh luận nhiều. Có một điều cuối cùng để nói về nó: Quyết định đang lâm nguy duy nhất giữa những nền tảng này là đường cong EQ và xác định vấn đề phản dội. Tất cả hoạt động tối ưu hóa khác (cài đặt hướng loa, góc mở, khoảng cách, độ trễ và mức độ) về cơ bản đều giống nhau (nếu bạn biết cách tìm nó). EQ sẽ trông khác nhau và một trong những hệ thống này sẽ bảo đảm bạn thấy tạo ra những vấn đề bởi phía trước balcon.

12.12.2 Hệ thống phân tích -- Analysis systems

Chỉ bộ phân tích hoàn hảo thôi thì chưa đủ là công cụ thực hiện tối ưu hóa. Hệ thống tối ưu hóa chuyên dụng chứa tất cả mọi cái cần để truy cập vào hệ thống âm thanh mà không gián đoạn dòng tín hiệu, thêm hum hay tạp âm. Chúng ta cần truy cập vào cả tín hiệu mức line lẫn micro để so sánh và phải bù delay để delay góc trễ và truyền tín hiệu âm thanh.

Tính năng của hệ thống phân tích

- FFT channel đôi 24-48 điểm/octave
- Âm phổ so với tần số
- Chức năng chuyển giao biên độ với tần số
- Chức năng chuyển giao phase với tần số

Kiểm nghiệm

- Chức năng chuyển giao gắn kết với tần số
- Đáp ứng xung
- Giao diện mức line để chấp nhận tín hiệu input điện tử (trước xử lý)
- Giao diện mức line để chấp nhận output điện tử (sau xử lý)
- Giao diện preamp bằng micro
- Delay-line nội bộ cho những tín hiệu điện tử có độ chính xác tối thiểu 0.02ms
- Micro tham chiếu tuyến tính đa hướng cao cấp.



Hình 12.23 Khi chúng ta bắt đầu thiết lập, không có ai trong tầm nhìn và yên tĩnh tuyệt đối. Vào thời điểm đã sẵn sàng đo đầu tiên, chúng ta đã có hàng chục công nhân trát vữa, đốt lửa khí để làm nóng gạch, máy thổi khí để làm sạch bụi bẩn và dụng cụ cắt gạch. Đây là thí dụ minh họa về thoái hoá gắn kết "không nhân quả".

Kiểm tra sẽ cung cấp kiến thức về hệ thống của chúng ta nhưng chưa bao giờ chữa được bệnh nào bằng chẩn đoán một mình. Phác đồ điều trị và bằng chứng về ảnh hưởng của nó bao gồm trong phần còn lại của sách này.

Chương 12

