

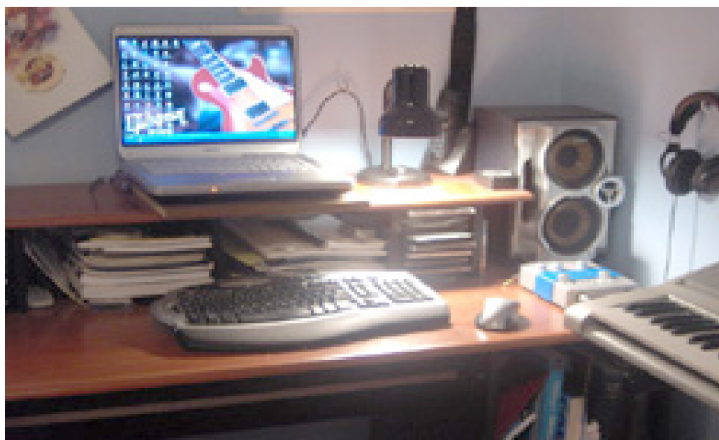
XỬ LÝ ÂM THANH TRÊN VI TÍNH (BÀI 1)

Kỹ thuật điện tử đã chấp cánh cho âm nhạc bay rất cao và rất xa. Chúng ta bây giờ có thể nghe được những âm thanh tổng hợp (synthesized sounds) mà cách đây 50 năm không tồn tại. Một bài hát với ca sĩ và dàn nhạc đệm có thể được phát thanh toàn cầu trong vòng vài giờ ngay sau khi được sáng tác, điều mà trước đây là có lẽ chỉ là chuyện trong mơ của các nhạc sĩ!



Phòng thu âm A (Quad Studio, New York)

và phòng thu âm vi tính (project studio–home studio)



Máy vi tính giúp cho con người viết nhạc, phối hòa âm và thu âm rất dễ dàng ngay tại nhà với chi phí rất rẻ so với một phòng thu âm truyền thống và Internet giúp phổ biến tác phẩm trên toàn cầu một cách nhanh nhất và tiết kiệm nhất.

Với một máy vi tính có soundcard là người sử dụng có thể làm nhạc và thu nhạc được rồi.

Loạt bài "Xử Lý Âm Thanh Trên Vi Tính" tiếp theo đây chỉ là hướng dẫn căn bản về cách thức cân chỉnh (mix) và hoàn chỉnh (master) một bài nhạc bằng phần mềm và các hiệu ứng âm thanh ảo (FX plugins) còn chất lượng bài nhạc hoàn chỉnh tùy thuộc vào nhiều yếu tố: chất lượng ca khúc, chất lượng bài phối, chất lượng thu âm và sau cùng là quan điểm, kinh nghiệm và lỗi tai người cân chỉnh âm thanh.

Trong âm nhạc, tuy không có nguyên tắc hoặc công thức chuẩn nhưng cũng có một định hướng cho các sản phẩm âm nhạc được thương mại hóa: sản phẩm "hay" là sản phẩm được nhiều người chấp nhận chi tiền để nghe.

A. Sơ Lược Về Âm Thanh (Acoustics)

Chung quanh ta luôn có vô vàn âm thanh. Vật phát âm thanh khi rung động tạo ra áp suất trong không khí tạo thành sóng phát tán khắp nơi (wave). Màng nhĩ người nghe tiếp nhận các sóng này và chuyển tín hiệu tần số rung vào bộ não để trở thành cảm nhận âm thanh cho người nghe.

Để ghi lại sóng âm thanh, phải có vật trung gian tiếp nhận sóng từ nguồn phát (micro) và chuyển cho thiết bị ghi chép lại (đầu thu bằng từ, bằng digital, đĩa cứng...).

Khi chưa có kỹ thuật DIGITAL (kỹ thuật số), việc thu và ghi âm được thực hiện theo kỹ thuật ANALOG (kỹ thuật tương tự) và do đó việc sao chép nối tiếp (từ bản 1 sang bản 2, từ bản 2 sang bản 3...) sẽ làm giảm dần chất lượng âm thanh.

Kỹ thuật DIGITAL cho phép sao chép không làm giảm chất lượng âm thanh vì sóng âm thanh đã được chuyển thành tín hiệu số nhị phân (binary).

Khi tiếp cận âm thanh với kỹ thuật DIGITAL, các bạn phải làm quen với:

– Định dạng sóng audio: WAVE dùng trên Windows và AIFF trên Mac. Các phần mềm làm nhạc hiện nay đều được thiết kế để xử lý 2 dạng wave này.

– Mức lấy mẫu (sampling rate) gồm có: chuẩn audio CD là 44.1 KHz, trên nữa ta có: 48 KHz, 88.2 KHz, 96 KHz, 192 KHz. Các tần số này có nghĩa là tần số âm thanh dùng để lấy mẫu âm thanh thực tế.

Theo lý thuyết Nyquist, để có thể tái hiện được âm thanh trong một dải tần (bandwidth) thì mức lấy mẫu âm thanh phải gấp đôi dải tần này. Do đó, audio CD có chuẩn sampling rate là 44.1 KHz để có thể tái hiện âm thanh trong dải tần từ 20 Hz ~20 KHz mà tai con người nghe được.

– Độ phân giải (resolution): chuẩn audio CD là 16 bit, trên nữa ta có 24 bit, 32 bit, 48 bit. Giải thích một cách đơn giản cho dễ hiểu về độ phân giải trong âm thanh digital:

Sóng âm thanh analog có dạng hình sin liên tục khi được mã hóa thành số nhị phân thì sóng này sẽ được cắt thành từng khúc liên tiếp nhau. Số bit thể hiện mật độ của các khúc này, điều này có nghĩa là với số bit càng cao, sóng âm thanh analog sẽ được tái hiện càng liên tục hơn:

2bit (tức 2^1) = 2 ; 8bit (2^3) = 256 ; 16bit (2^4) = 65,536 ; 24bit (2^6) = 16,777,216

I. Các Công Cụ Căn Bản Để Xử Lý Âm Thanh

Trước hết các bạn nên hiểu:

– Âm nhạc chỉ được nghe trong không gian phía trước mặt **người nghe** – 2 chiều (stereo–chiều rộng và chiều sâu). Còn âm thanh surround (5.1, 6.1, 7.1) được lồng trong phim, video tạo hiệu quả bao trùm **người xem**.

– Mix (cân chỉnh âm thanh): pha trộn các âm thanh trong không gian stereo giới hạn bởi 2 loa trái và phải.

– Master (hoàn chỉnh âm thanh): cân chỉnh các tracks audio stereo cho đều nhau về âm sắc và âm lượng trong một chương trình âm nhạc.

Các phần mềm làm âm thanh đều có các công cụ xử lý âm thanh căn bản sau:

– Volume (còn được gọi là Fader) để chỉnh âm lượng to, nhỏ.

- Equalizer (còn được gọi tắt là EQ) để tăng giảm các tần số âm thanh trầm bổng (bass, treble).
- Pan (còn được gọi là Panpot: panorama position) để bố trí âm thanh giữa 2 loa trái và phải.
- Compressor để nén và gom âm thanh lại – ổn định dao động của âm thanh.
- Delay để tạo hiệu quả chiều rộng cho âm thanh.
- Reverb để tạo hiệu quả chiều sâu cho âm thanh.

Ngoài ra còn có các FX plugins khác giúp điều chỉnh hoặc tạo thêm hiệu quả âm sắc cho âm thanh như: vocoder, phaser, flanger, chorus, distortion, overdrive...

II. Volume

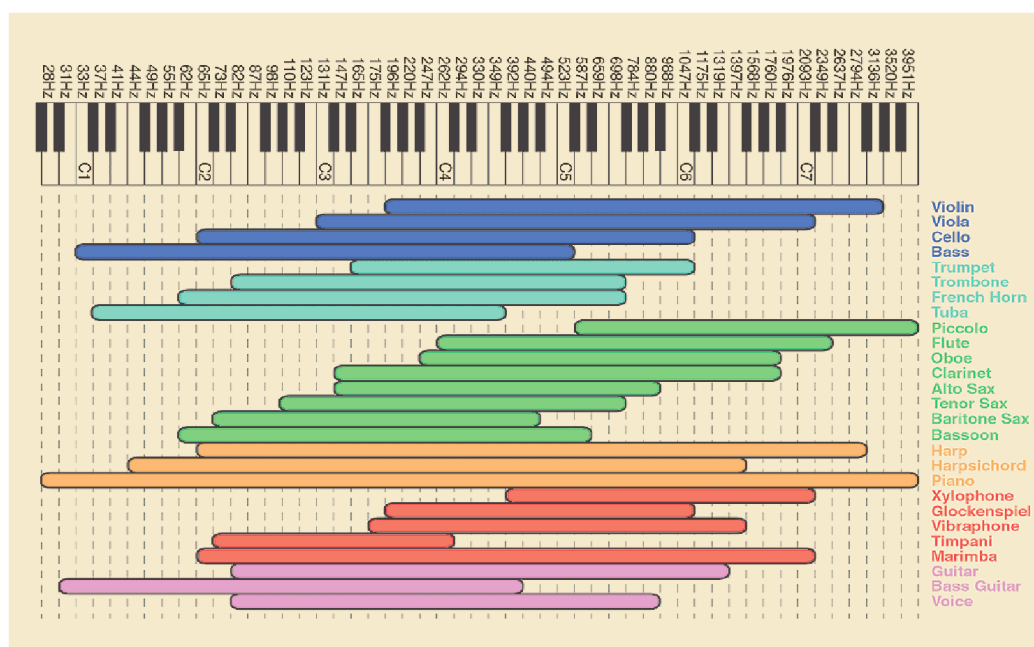
Volume điều chỉnh âm thanh to nhỏ. Âm thanh to tạo cho người nghe cảm nhận âm thanh gần mình và ngược lại. Vậy nếu muốn âm thanh lộ ra phía trước thì nâng volume lên; muốn âm thanh lùi sâu vào phía sau thì giảm volume xuống. Đơn giản quá!

III. Equalizer

Tại sao gọi là âm thanh có tần số cao là bổng và âm thanh có tần số thấp là trầm? Vì khi nghe qua loa, ta nhận thấy âm thanh có tần số cao hình như ở phía cao trên loa và âm thanh trầm ở phía thấp dưới loa. Điều này cũng đúng trong thanh nhạc, các nốt từ thấp đến cao sẽ được hát từ bụng lên đến đỉnh đầu.

Vậy thì equalizer có chức năng làm cho âm thanh bay lên cao hoặc hạ xuống thấp ở chừng mực vì các bạn không bao giờ làm cho tiếng trầm của đàn bass bay lên cao lơ lửng được, cũng như không thể nào kéo tiếng sáo vi vu xuống dưới đất được!

Sau đây là sơ đồ tần số của các nhạc cụ và giọng người so với bàn phím piano:



Sơ đồ tần số audio (www.campneosa.com)

Việc cân chỉnh âm thanh bằng equalizer (theo tần số) đôi khi cần thiết trong khi mix – để nâng hiệu quả âm thanh của các track waves và **rất quan trọng khi làm master** – để nâng hiệu quả âm thanh của bản master stereo trước khi xuất ra thành phẩm để đến tai người nghe.

Tuy nhiên, hãy biết tiết chế việc sử dụng EQ vì nếu âm thanh nhạc cụ đã tốt rồi thì chỉ nên chỉnh EQ khi có lý do như: để phân biệt 2 audio tracks có cùng nhạc cụ và cùng âm sắc, các bạn nên chỉnh EQ của 2 audio tracks này cho khác nhau một chút.

Sau đây là gợi ý của Ô.Robert Dennis, Recording Institute of Detroit (Viện Thu Âm Detroit), Mỹ trên trang web www.recordingeq.com/Subscribe/tip/tascam.htm trong việc sử dụng EQ:

SỬ DỤNG CÁC TẦN SỐ (FREQUENCIES) (EQUALIZER-EQ)

50Hz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để cho các nhạc cụ có tần số thấp thêm đầy đặn hơn (trống kick, toms và bass). 2. Giảm để bớt âm "um" của bass và để tăng các âm bồi và để nghe tiếng bass rõ hơn trong bản mix. Thường được thực hiện đối với tiếng bass to trong nhạc rock.
100Hz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để cho âm bass của các nhạc cụ có tần số thấp nặng hơn. 2. Tăng để cho tiếng guitar, trống snare thêm đầy hơn. 3. Tăng để cho tiếng piano, kèn thêm ấm hơn. 4. Giảm để bớt âm "um" của guitar và làm cho tiếng guitar nghe rõ hơn.
200Hz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để cho giọng hát đầy đặn hơn. 2. Tăng để cho tiếng guitar và trống snare đầy hơn (cứng và nặng hơn). 3. Giảm để bớt âm đục của giọng hát hoặc của các nhạc cụ có tần số trung bình. 4. Giảm để bớt tiếng "cồng" của cymbal.
400Hz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để làm cho tiếng bass rõ hơn đặc biệt khi loa được phát ra ở âm lượng nhỏ. 2. Giảm để bớt âm thanh như đánh trên mặt giấy bìa cứng ("cardboard" sound) của các trống có âm vực thấp (kick và toms). 3. Giảm để tăng không gian (ambience) cho cymbals.
800Hz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Giảm để cho tiếng bass chắc (punch) và rõ hơn. 2. Giảm để loại bỏ âm sắc "rẻ tiền" (cheap sound) của tiếng guitar.
1.5KHz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để cho tiếng bass rõ hơn và nghe có tiếng khảy (pluck). 2. Giảm để loại bỏ âm thanh đục (dullness) của guitar.
3KHz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để nghe tiếng bass có tiếng khảy dây ("pluck"). 2. Tăng để cho tiếng guitar điện và thùng nghe đánh rõ hơn (more attack). 3. Tăng để cho phần âm thấp của piano nghe rõ hơn. 4. Tăng để cho giọng hát rõ hơn và cứng hơn. 5. Giảm để tăng tiếng gió (breath), âm nhẹ của giọng hát nền. 6. Giảm để che giọng hát, tiếng guitar bị lạc giọng.
5KHz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để cho giọng hát rõ hơn. 2. Tăng tần số thấp của của tiếng trống kick và toms nghe rõ hơn (low frequency drum attack). 3. Tăng để cho tiếng bass nghe có âm thanh ngón tay rõ hơn ("finger sound"). 4. Tăng để nghe tiếng piano, guitar thùng rõ hơn và cho tiếng guitar điện sáng hơn (đặc biệt là cho tiếng guitar rock). 5. Giảm để làm cho giọng hát nền nghe xa hơn. 6. Giảm để làm dịu tiếng guitar mỏng ("thin" guitar).
7KHz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để cho tiếng trống nghe chắc hơn (attack) (thêm âm thanh metal). 2. Tăng để cho bộ gõ nghe rõ hơn. 3. Tăng đối với giọng hát đục. 4. Tăng để thêm tiếng "ngón tay khảy" cho bass thùng (more "finger sound" on acoustic bass). 5. Giảm để bớt âm "xì" (âm "s") của giọng hát. 6. Tăng để thêm tiếng "sắc" cho synthesizers, rock guitars, guitar thùng và piano.
10KHz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để làm cho giọng hát sáng hơn. 2. Tăng để cho âm thanh guitar thùng và piano nghe sáng thêm. 3. Tăng để cho tiếng cymbal nghe cứng hơn. 4. Giảm để bớt âm "xì" (âm "s") của giọng hát.
15KHz	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tăng để cho giọng hát sáng hơn (có tiếng hơi thở). 2. Tăng để làm sáng tiếng cymbal, nhạc cụ dây và sáo. 3. Tăng để làm cho âm thanh synthesizer nghe thật hơn.

(Robert Dennis: www.recordingeq.com/Subscribe/tip/tascam.htm)

XỬ LÝ ÂM THANH TRÊN VI TÍNH (BÀI 2)

Kỹ thuật điện tử đã chấp cánh cho âm nhạc bay rất cao và rất xa. Chúng ta bây giờ có thể nghe được những âm thanh tổng hợp (synthesized sounds) mà cách đây 50 năm không tồn tại. Một bài hát với ca sĩ và dàn nhạc đệm có thể được phát thanh toàn cầu trong vòng vài giờ ngay sau khi được sáng tác, điều mà trước đây là có lẽ chỉ là chuyện trong mơ của các nhạc sĩ!

Các thông số của EQ gồm có:

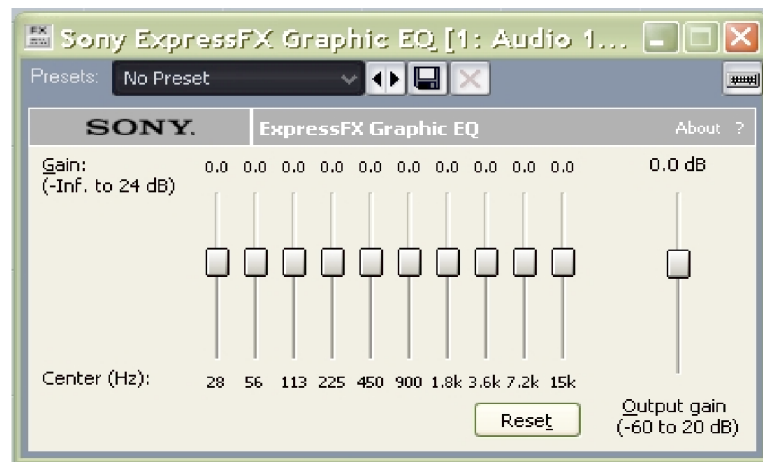
- Frequency Gain: để tăng hoặc giảm âm lượng của tần số.
- Frequencies: các tần số
- Q (Bandwidth): bề rộng của tần số
- Output Gain (Trim): âm lượng tổng hợp của EQ

Khi sử dụng FX plugin (công cụ hiệu quả bổ trợ), các bạn sẽ thấy có thêm 2 thông số:

- Dry: âm lượng gốc của audio track
- Wet: âm lượng của FX

Các bạn có thể pha trộn giữa Dry và Wet để tạo ra hiệu quả nhiều hoặc ít cho audio track nếu FX plugin này được sử dụng riêng cho audio track. Còn nếu bạn dùng FX plugin chung cho các audio tracks (qua cổng FX channel, Aux, hoặc Bus) thì các bạn cài Dry = 0 và chỉ chỉnh âm lượng Wet cho phù hợp.

1. Graphic Equalizer (EQ theo đồ thị)

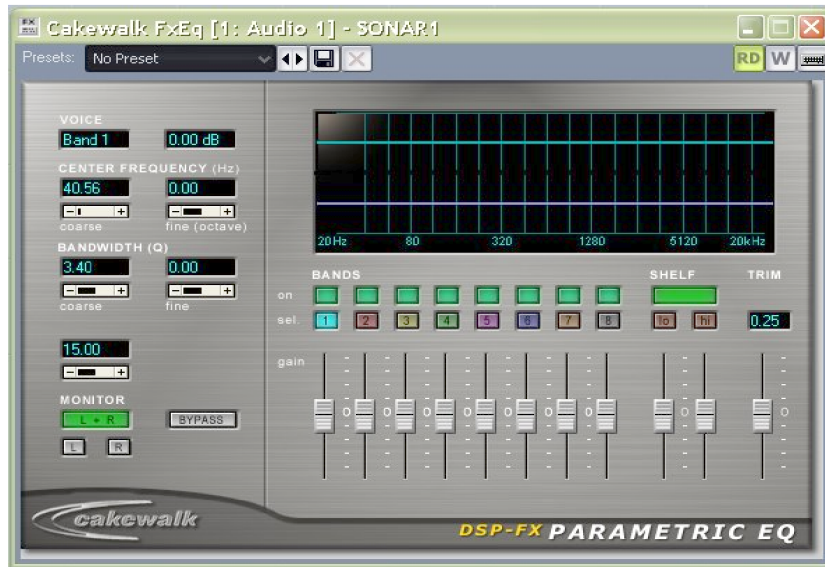


Graphic EQ (Sony)

Hình trên là một loại EQ theo đồ thị đơn giản (Graphic EQ của Sony) gồm có 10 cần chỉnh của các tần số đã được ấn định sẵn. Với loại EQ này, việc nâng cao hoặc hạ thấp một tần số cũng sẽ có ảnh hưởng đối với những dãy tần số gần kề (khoảng tần số rộng).

2. Parametric equalizer (EQ theo thông số)

Khi EQ có thêm thông số Q thì sẽ được gọi là Parametric EQ. Thông số Q – Quality (còn được gọi là Chiều Rộng Dải Tần – Bandwidth) cho phép người sử dụng chỉnh được âm lượng tần số rất chính xác ở dải tần từ rộng cho đến hẹp.



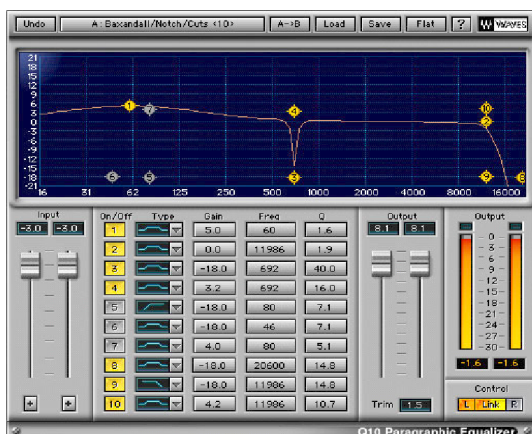
10-band Parametric EQ (Cakewalk)

Giải thích các thông số trong 10-band Parametric EQ của Cakewalk trong hình trên:

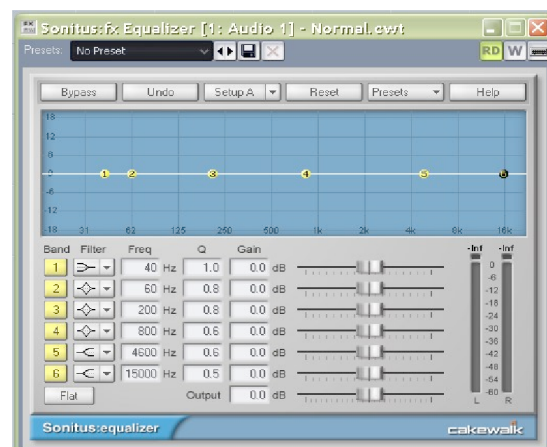
- Voice: chọn tần số. Có 8 tần số mà người sử dụng có thể tự ấn định từng tần số một. Ở bên phải của Voice là âm lượng của tần số được chọn (Band) và được tăng giảm bằng cần "gain" ở phần dưới bên phải tương ứng.
- Center Frequency (Hz): Ở giữa tần số. Chọn Band ở Voice bằng cách click vào nút vuông có ghi số từ 1 đến 8 của phần "set" phía dưới bên phải và bật nút "on" để kích hoạt tần số, tiếp đến click kéo thanh \pm để chọn tần số. Thanh \pm kế bên phải – "fine" dùng để chỉnh tần số chính xác hơn.
- Bandwidth (Q): Bề rộng dải tần. Kéo thanh \pm để mở rộng hoặc thu hẹp dải tần của tần số. Thanh \pm "fine" để chỉnh dải tần cho chính xác.
- Monitor: kiểm soát âm lượng EQ ở kênh phải và trái. Click kéo thanh \pm để kiểm soát âm lượng tối đa từ 0 dB đến 30 dB của các cần "gain".
- Shelf: dùng để chỉnh tần số thấp (lo) và tần số cao (hi). Cách chỉnh giống như chỉnh Voice (band).

3. Paragraphic equalizer (EQ theo thông số và đồ thị): bao gồm cả graphic EQ lẫn parametric EQ. Loại EQ này có thể được gọi là EQ đa năng.

Sau đây là các dạng Paragraphic EQ plugins:



Waves Paragraphic EQ



Sonitus Paragraphic EQ

Equalizer còn được sử dụng với hiệu quả tăng giảm âm lượng của audio track ngoài Volume. Nhiều khi các bạn chỉ cần chỉnh tăng giảm equalizer cũng làm âm lượng audio track lớn thêm hoặc nhỏ lại mà không cần phải sử dụng Volume.

IV. Pan

Sử dụng PAN để sắp xếp vị trí cho các nhạc cụ và giọng hát y như khán giả nhìn thấy diễn viên và nhạc công trên sân khấu và để tạo hiệu quả chiều rộng (width) – các loại nhạc cụ được phân bố từ loa trái qua loa phải và hiệu quả chiều sâu (depth).

Thông thường, trống, bass và giọng hát chính được bố trí ở giữa 2 loa còn các nhạc cụ khác thì tùy tai nghe của người mix. Riêng đối với nhạc acoustic jazz thì trống và bass được bố trí chệch nhau và không ở giữa – trống sẽ nằm chệch về phía trái và bass chệch về phía phải (có lẽ từ thực tế trên sân khấu người chơi contrabass đứng chệch phía bên phải sân khấu còn người đánh trống thì chệch bên trái?).

Có 2 quan điểm PAN âm thanh:

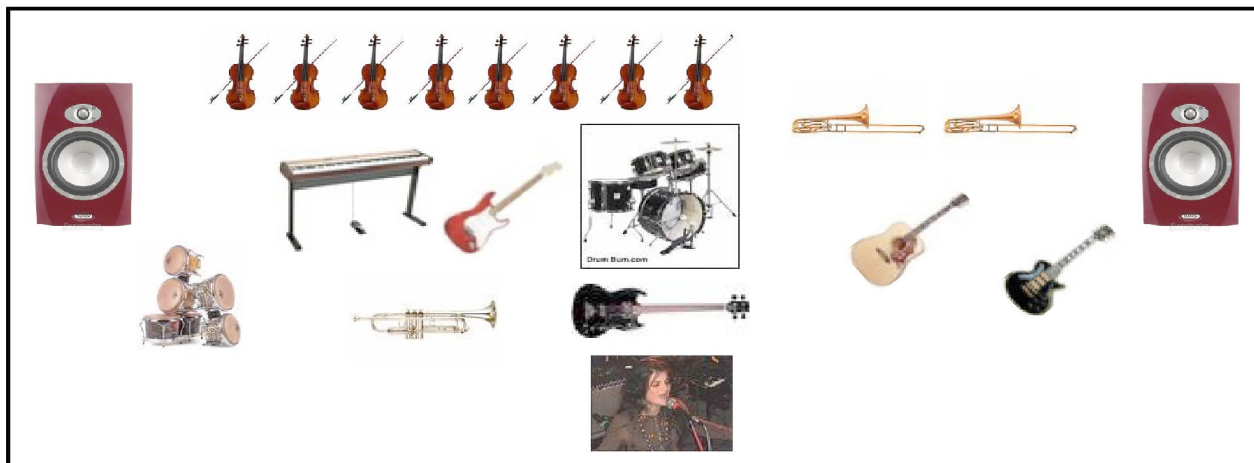
1. Pan âm thanh cân nhau phải trái.
2. Pan âm thanh không cân nhau.

Tuy nhiên, theo kinh nghiệm của các chuyên viên cân chỉnh âm thanh thì:

– Các nhạc cụ cùng bản chất âm thanh (âm sắc) như piano và guitar, saxophone và trumpet không nên bố trí cạnh nhau vì nhạc cụ có âm lượng lớn hơn sẽ “che” mất nhạc cụ có âm lượng nhỏ hơn (được gọi là “masking”).

– Lưu ý hiệu quả triệt tiêu nhau: khi 2 audio tracks được bố trí đối xứng nhau có cùng bước sóng âm thanh như nhau và chẳng may trùng nhau có thể sẽ triệt tiêu âm thanh lẫn nhau nếu ngược phase. Để sửa lỗi này, các bạn chỉ cần làm lệch thời gian của audio track này so với audio track kia – tức là chỉnh cho audio track này trễ hơn hoặc sớm hơn vài mili-giây (phần ngàn giây) so với audio track kia.

Hiệu quả triệt tiêu này cũng thường xảy ra khi các bạn làm nhạc MIDI và quantize (điều chỉnh tín hiệu nốt vào đúng phách nhịp). Ngay đúng phách, có thể có nhiều âm cùng vang lên một lúc (thường gặp đối với trống kick và bass) và do đó sẽ triệt tiêu âm lượng lẫn nhau nếu ngược bước sóng-ngược phase. Để hóa giải trường hợp này, chỉ cần làm lệch thời gian các tracks với nhau vài mili-giây như nêu trên.



Thí dụ về một cách PAN âm thanh

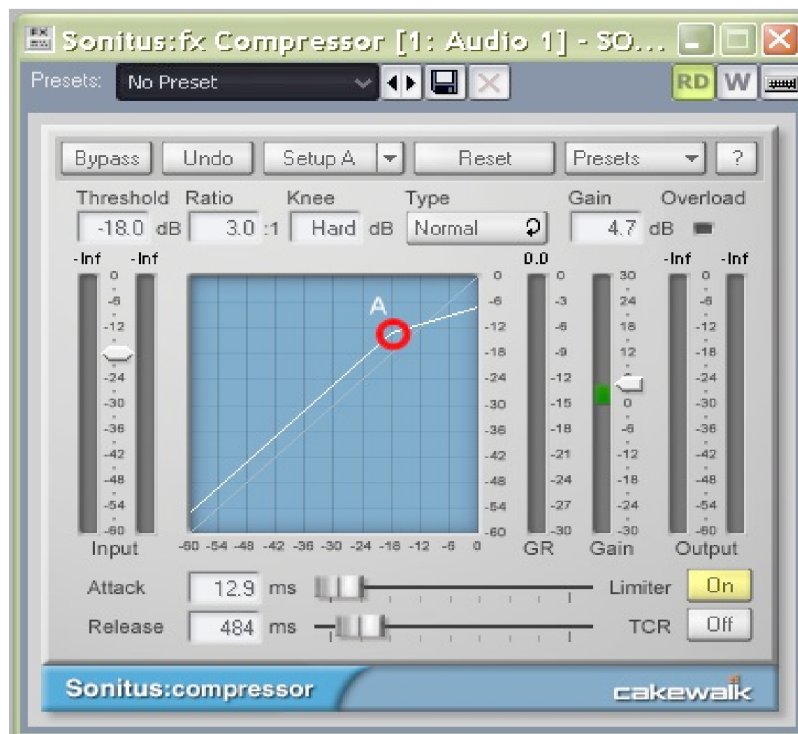
XỬ LÝ ÂM THANH TRÊN VI TÍNH (BÀI 3)

V. Compressor

Trong một bản mix, các âm thanh gốc (chưa được xử lý) được tập trung lại và là một mớ "hỗn độn" dao động, không ổn định. Compressor được sử dụng để nén và ổn định dao động của âm thanh.

Do đó những âm thanh cần được làm rõ cho người nghe sẽ được xử lý qua compressor, thường là: trống kick, tiếng bass, tiếng nhạc cụ solo và giọng hát.

1. Compressor (classic) – Công cụ nén âm thanh dạng cổ điển



Sonitus fx Compressor

Compressor classic (xem hình Sonitus FX Compressor trên) có các thông số sau:

1. Threshold: ngưỡng nén, được tính bằng âm lượng dB (decibel). Từ ngưỡng âm lượng này trở lên (to hơn), âm thanh sẽ bị nén. Trong hình trên, điểm A khoanh đỏ là ngưỡng nén ở -18 dB.

2. Ratio: Tỷ số nén gồm tử số (điều chỉnh theo người sử dụng) và mẫu số bất biến 1. Âm thanh vượt qua ngưỡng nén sẽ bị nén theo tỷ số này.

Thí dụ: khi ngưỡng nén (threshold) được đặt ở -18 dB và tỷ suất nén là 3:1 thì nếu âm thanh vào có âm lượng là -12 dB (to hơn ngưỡng nén là 6 dB) sẽ bị nén và âm thanh ra sẽ chỉ là -16 dB (to hơn ngưỡng nén 2 dB). Như vậy thì âm lượng to hơn ngưỡng nén 6 dB đã bị giảm theo hệ số 3 để chỉ còn to hơn ngưỡng nén là 2 dB.

3. Knee: đầu gối (vì có dạng cong như đầu gối) chỉnh cho độ nén ở ngưỡng nén bị nén ngay tức thì – nén cứng (hard) hoặc bị nén từ từ – nén dịu (soft).

4. Attack: thời gian bắt đầu nén, tính bằng mili-giây (ms). Thí dụ: khi âm thanh to đến ngưỡng nén thì sẽ bị nén ngay tức thì (attack = 0 ms) hoặc bị nén trễ hơn 10 mili-giây (attack = 10 ms). Việc chọn nén ngay tức thì thường gây hiệu quả âm lượng bị giảm đột ngột, do đó nên chọn chế độ attack khác 0 ms.

5. Release: nhả nén, tính bằng mili-giây (ms). Đây là khoảng thời gian mà âm lượng bị nén và được chỉnh tùy theo độ ngân dài ngắn của âm thanh bị nén. Sau thời gian này, âm thanh sẽ không bị nén nữa.

6. Gain: tăng âm lượng của compressor.

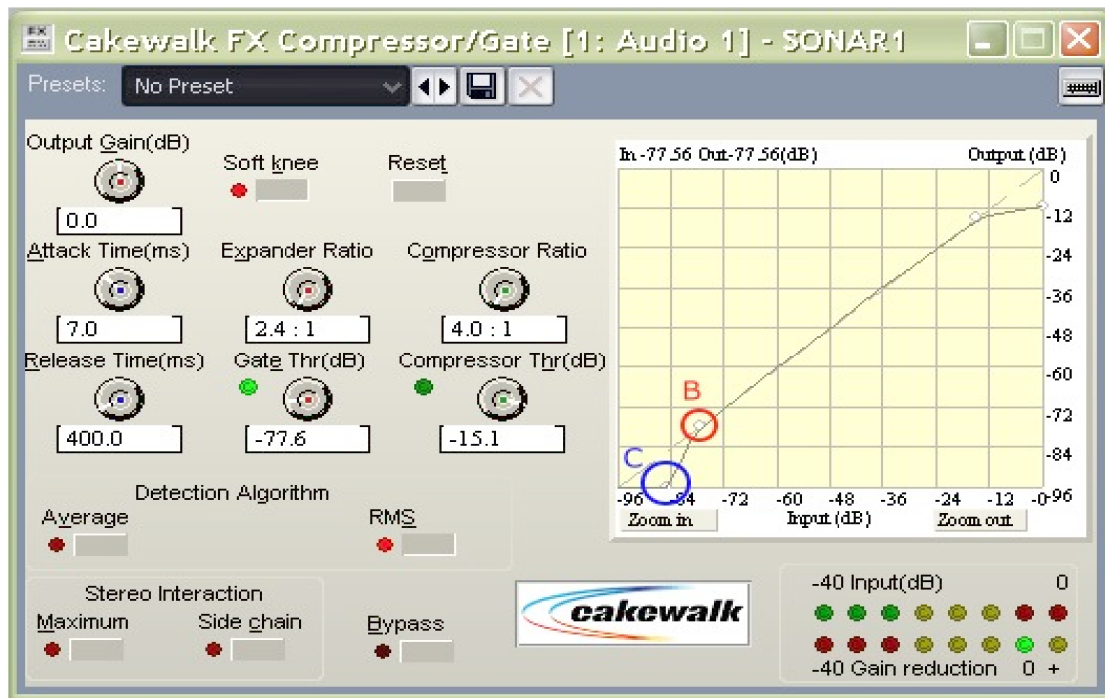
Việc sử dụng compressor tạo các hiệu quả sau:

- Giúp tăng âm lượng tổng thể của bản mix mà không làm "bể" âm thanh và tạo hiệu quả "trọng lượng" cho âm thanh.

- Giúp cân bằng âm lượng đầu ra khi âm thanh đầu vào to nhỏ không ổn định (giọng hát to nhỏ không đều khi thu qua micro).

- Giúp tạo thêm thời ngân dài của âm thanh bằng cách tăng Release Time lâu hơn thời gian ngân gốc của âm thanh.

2. Compressor/Gate



Cakewalk FX Compressor/Gate

Loại compressor này có 2 tính năng: nén âm thanh và ngăn âm thanh. Như plugin Cakewalk FX Compressor/Gate (hình trên), ngoài tính năng nén âm thanh, còn có thêm tính năng ngăn không cho tạp âm nền lọt qua plugin (Gate: cổng) và có thêm các thông số sau:

- Gate Threshold: ngưỡng cổng ngăn. Dưới ngưỡng này, âm thanh bị chặn lại không cho qua plugin. Từ ngưỡng này trở lên âm thanh vào được cho qua plugin với âm lượng gốc. Trong hình trên, điểm C khoanh xanh là điểm ngăn âm thanh: âm thanh vào có âm lượng dB dưới điểm này sẽ bị ngăn không cho vào plugin. Âm lượng của âm thanh vào trên điểm này sẽ được plugin "mở cổng" cho vào với âm lượng được khống chế bởi tỷ số mở rộng (expander ratio) cho tới ngưỡng cổng ngăn. Điểm B khoanh đỏ là ngưỡng cổng ngăn.

- Expander Ratio: tỷ số mở rộng. Tính năng tỷ số này ngược lại với tính năng tỷ số nén (compressor ratio). Âm thanh vào sẽ được làm tăng âm lượng theo tỷ số này từ

điểm ngăn âm thanh C đến ngưỡng cổng ngăn (gate threshold). Từ ngưỡng cổng ngăn trở lên, âm lượng ra bằng âm lượng vào. Đến ngưỡng nén, âm lượng ra sẽ bị nén lại.

Chỉ sử dụng Gate khi nhận thấy âm thanh gốc bị nhiễu, có tạp âm nền (tiếng "rù", tiếng "xì" do ảnh hưởng nguồn điện hoặc dây audio không có chất lượng tốt). Và khi dùng Gate, phải lưu ý là không nên để âm thanh ra bị mất phần tinh tế ở phần đầu so với âm thanh gốc vào.

Nuendo 3 thì có VST Dynamics với tính năng compressor/gate:



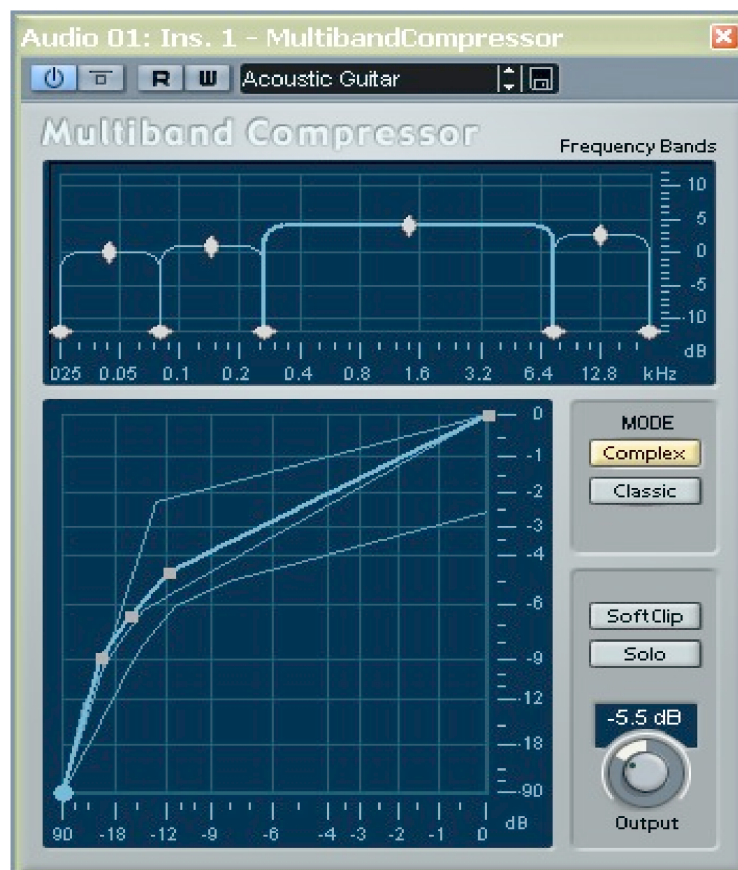
3. Multidynamics (Đa sắc thái)



MultiDynamics của WaveArts 5

Loại compressor này thì tiên tiến hơn và chính xác hơn, cho phép nén âm thanh theo từng dải tần (bandwidth).

Nuendo 3 thì có Multiband compressor:



XỬ LÝ ÂM THANH TRÊN VI TÍNH (Bài 4)

Với hiệu quả stereo, kỹ thuật ghi âm tạo cảm nhận 3 chiều cho người nghe: chiều rộng, chiều cao và chiều sâu. EQ tạo hiệu quả cao thấp (treble, bass – high, low), Delay giúp tạo hiệu quả chiều rộng và Volume + Reverb tạo hiệu quả chiều sâu.

VI. Delay (độ trễ)

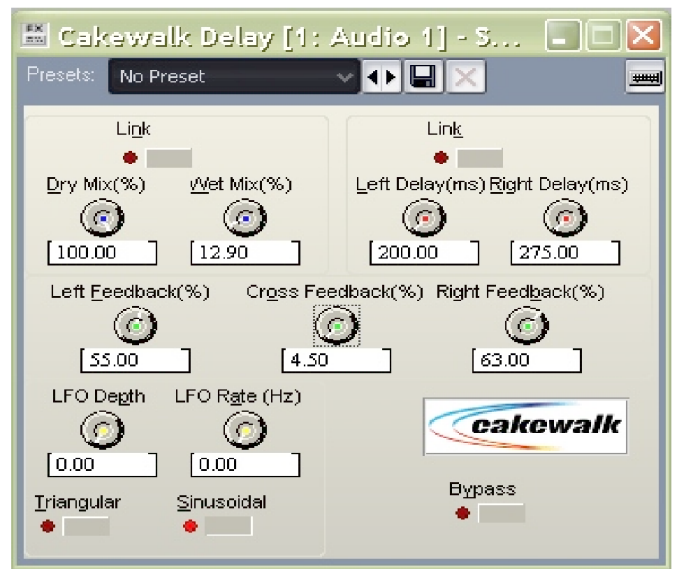
Khi một âm thanh phát ra và có tiếng vọng lại (echo) thì khoảng thời gian từ khi âm thanh gốc được phát ra cho đến khi có tiếng lặp lại đầu tiên được gọi là thời gian trễ (delay time).

– Khi âm thanh phát ra bên phải và có tiếng vọng lại bên trái với thời gian trễ ngắn và với âm lượng nhỏ hơn âm lượng âm thanh gốc sẽ tạo ra bề rộng cho âm thanh này.

– Khi âm thanh phát ra và khi có tiếng vọng lại ở cùng vị trí với âm thanh gốc với thời gian trễ thật ngắn (<30 ms) và với âm lượng gần bằng âm lượng âm thanh gốc sẽ tạo độ dày cho âm thanh gốc. Hiệu quả Chorus (hiệu quả bè) cũng ứng dụng delay nhưng với âm thanh lặp lại có cao độ chênh so với âm thanh gốc (detune).



Cakewalk Delay/Echo (Mono)



Cakewalk Delay Stereo

Các thông số của Delay:

– Delay time: thời gian trễ, tính bằng mili-giây (1.000 mili-giây = 1 giây). Thời gian trễ này càng lớn thì tiếng vọng lại càng chậm.

– Feedback: dội lại, tính bằng %. Tỷ lệ này càng lớn thì âm thanh vọng lại càng nhiều. Đối với delay stereo, feedback được phân thành bên trái (left) và bên phải (right).

– Cross feedback: dội lại đan nhau (chỉ có đối với delay stereo), tính bằng %. Tỷ lệ này càng lớn thì tiếng vọng bên phải và bên trái lẫn vào nhau càng nhiều.

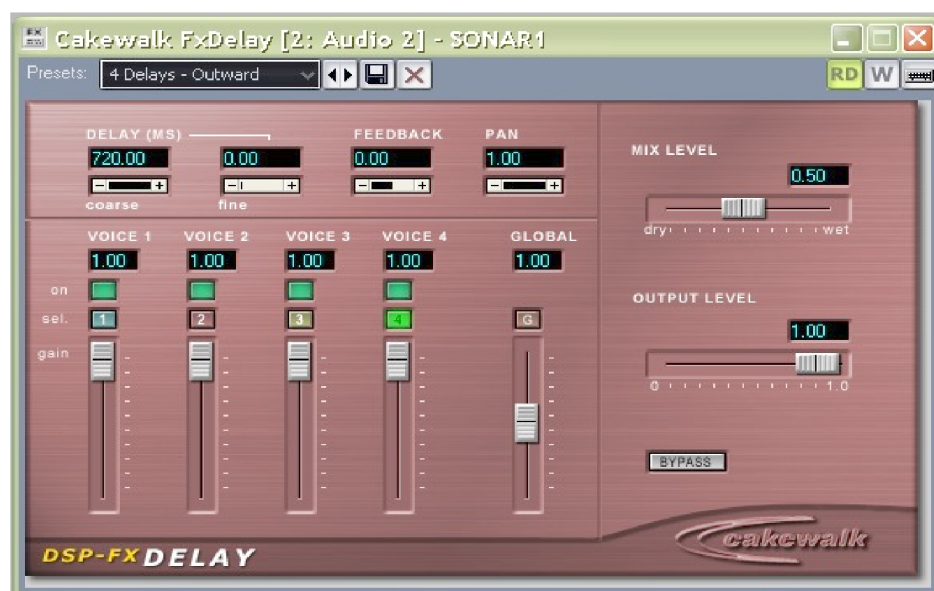
– Modulation rate/LFO (low frequency oscillation) rate: tần số dao động.

– Modulation depth/LFO depth: độ sâu dao động, tính bằng mili-giây, tạo hiệu quả rung (vibrato).

– Triangular: sóng tam giác.

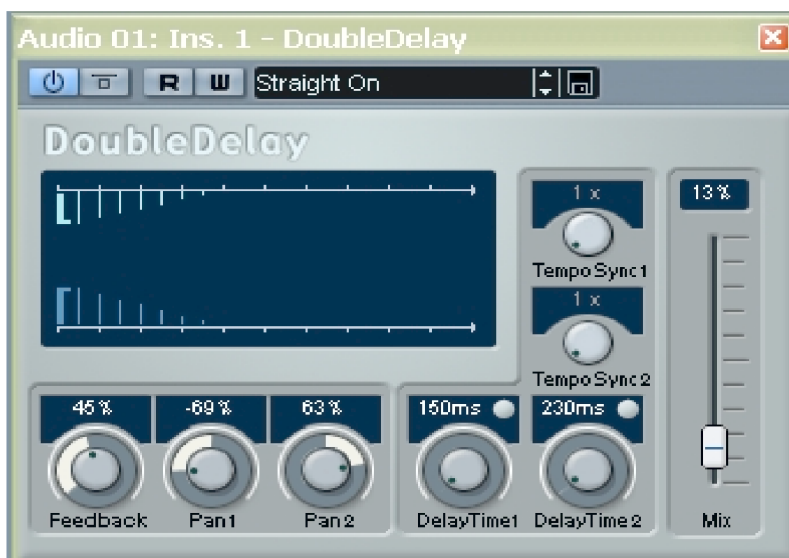
– Sinusoidal: sóng sin.

Các dạng Stereo Delay plugins khác:



Cakewalk FxDelay

Cakewalk FxDelay là delay stereo với 4 âm thanh delay (Voice 1~Voice 4) có thể điều chỉnh riêng biệt nhau thời gian trễ, âm lượng, feedback và Pan.



Hai loại delay trong Nuendo 3 (mono và stereo)



Timeworks Delay 6022

Trong Timeworks Delay 6022: Delay Time = Time còn Feedback = Spin; Link = kết nối. Delay plugin này còn cho phép pha âm lượng delay bên trái và bên phải riêng biệt nhau và chỉnh EQ bên phải và bên trái riêng biệt nhau bằng nút Tone.



Liquid Delays II

Liquid Delays II của Nomad Factory là một delay plugin rất chi tiết (nếu không muốn nói là phức tạp!). Ngoài các thông số mà bất kỳ Delay plugin nào cũng phải có, Liquid Delays II còn cho người sử dụng thêm nhiều thông số như:

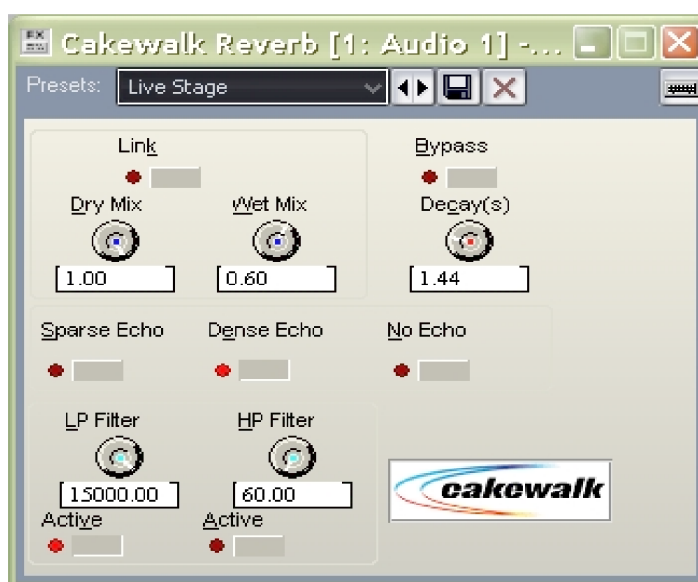
- Filters: Low Cut và High Cut tức là EQ giống như Tone trong Timeworks Delay 6022 nhưng lại có thêm Overdrive.
- Filter Modulation: tức là LFO với nhiều dạng sóng khác nhau (thay vì 2 như trong các plugin delay khác): sin, tam giác, vuông, răng cưa trái và phải.
- Master: gồm có Peak Limiter (giới hạn âm lượng đỉnh) và stereo width (bề rộng của delay).
- Mode: chọn lựa thứ tự trước sau của 3 hiệu quả: Drive (Filters), Filters (Filters Modulation) và Delays.

XỬ LÝ ÂM THANH TRÊN VI TÍNH (bài 5)

Âm thanh được ghi âm đòi hỏi việc xử lý tinh tế các thiết bị xử lý hiệu ứng (FX processors) và các hiệu ứng ảo (FX plugins). Trong lãnh vực digital, các hiệu ứng này – còn được gọi chung là DSP (Digital Signal Processors-phần mềm xử lý tín hiệu số) – sẽ được điều chỉnh sao cho âm thanh này được thể hiện sống động trong không gian mô phỏng và được tái hiện qua loa của bất kỳ máy hát nào – earphones, headphones, loa máy hát xách tay, loa máy hát trong xe hơi, loa dàn máy hát gia đình, loa dàn máy hát trong quán café...

VII. Reverb (tiếng vang)

Ngoài hiệu quả bề rộng, âm thanh được ghi âm còn phải được xử lý hiệu quả độ sâu để mô phỏng môi trường thực tế của âm thanh này, thí dụ như: trong đường hầm, trong nhà thờ, ngoài quảng trường, trong phòng học, v.v... Hiệu quả độ sâu này được tạo từ Volume và Reverb: Volume tạo hiệu quả gần xa còn Reverb tạo hiệu quả môi trường không gian.



Cakewalk Reverb

Plugin Reverb của Cakewalk theo hình trên là một FX plugin đơn giản, dễ sử dụng. Các thông số của nó gồm có:

- Dry Mix: tỷ lệ âm lượng của âm thanh gốc được pha chung với reverb.
- Wet Mix: tỷ lệ âm lượng reverb được pha chung với âm thanh gốc.
- Link: nối Dry Mix và Wet Mix lại với nhau. Chính một thông số này sẽ đồng thời chỉnh thông số kia tương ứng cùng chiều hoặc ngược chiều.
- Decay(s): thời gian vang. Theo đúng nghĩa từ, decay có nghĩa là rửa nát, tan dần. Thông số này điều chỉnh thời gian từ lúc âm thanh bắt đầu vang cho đến khi tiếng vang mất hẳn và được tính bằng mili-giây (ms). Thời gian vang này càng dài tạo hiệu quả không gian càng rộng.
- Sparse Echo: tiếng dội thưa. Các bạn cũng cần phải hiểu là khi echo (delay) rất nhiều và liên tục nhau sẽ trở thành reverb, chính vì vậy mà plugin reverb "ngốn" CPU nhiều nhất so với các plugins khác. Tiếng dội thưa tạo cảm giác không gian có ít tường và rộng, căn phòng trống chằng hạn.

- Dense Echo: tiếng dội dày (nhiều), tạo cảm giác không gian nhiều ngõ ngách và hẹp, tiếng vang dày.
- No Echo: không có tiếng dội. Chọn nút này cũng giống như chọn nút Bypass, âm thanh gốc sẽ không được xử lý qua plugin, tức là không có tiếng vang.
- LP Filter: bộ lọc tần số thấp (Low Pass), tính bằng kHz, dùng để giảm mức độ vang ở tần số thấp, làm cho tiếng vang bớt rền hơn.
- HP Filter: bộ lọc tần số cao (High Pass), tính bằng kHz, dùng để giảm mức độ vang ở tần số cao, làm cho tiếng vang êm hơn.
- Active: hoạt động.

Nuendo 3 có 3 reverbs:

1. Reverb B: tiêu hao ít CPU và đơn giản.



Reverb B của Nuendo 3

- Room Size: kích cỡ phòng. Tỷ lệ càng lớn, phòng càng rộng.
- Reverb Time: thời gian vang, tức là Decay.
- Pre-Delay: đây là thông số cần thiết trong plugin reverb, tính bằng mili-giây (ms). Pre-Delay có nghĩa là thời gian trước khi có tiếng dội lại. Nếu Pre-Delay = 0, âm thanh gốc sẽ được xử lý reverb ngay tức thì và có thể sẽ làm nhòe âm thanh gốc trong reverb. Chỉnh một chút Pre-Delay, từ 5 ms đến 20 ms, để cho âm thanh gốc rõ lại trong reverb (vì được phát ra trước, sau đó mới có reverb). Tăng thời gian Pre-Delay cũng tạo hiệu quả không gian rộng – vì âm thanh phải mất một thời gian di chuyển trong không khí trước khi gặp vật cản và dội lại.
- Damp: đây là hiệu quả LP và HP Filters, đệm tiếng vang êm hơn.
- Mix: tỷ lệ reverb được pha vào âm thanh gốc.

2. Reverb A: tiêu hao CPU nhiều nhưng tạo hiệu quả reverb hay hơn Reverb B.



Reverb A của Nuendo 3

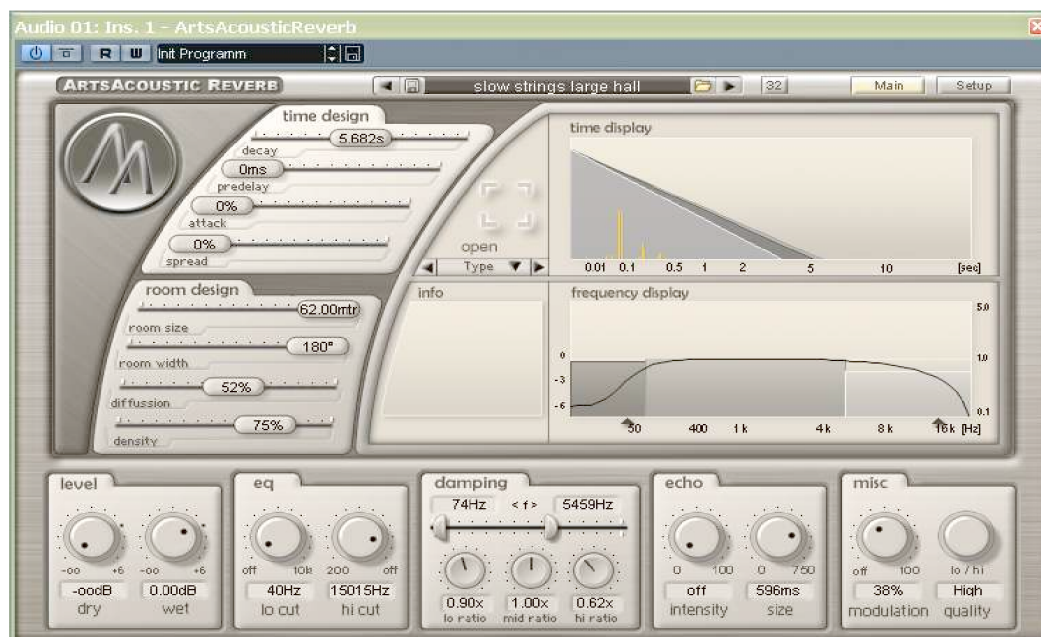
3. RoomWorks: tạo hiệu quả reverb stereo và surround.



Ngoài các thông số thông thường của reverb, RoomWorks còn cho phép người sử dụng:

- Chỉnh EQ của âm thanh gốc trước khi được xử lý reverb: Input Filters.
- Tạo hiệu quả reverb stereo và surround.
- Chỉnh được mức độ và tính chất âm thanh reverb bằng các thông số trong phần Envelope. Amount: lượng reverb được xử lý. Attack: giống như trong Compressor, reverb được xử lý ngay tức thì (attack=0ms) hoặc trễ hơn (attack>0ms). Release: thời gian kéo dài reverb.

ArtsAcoustic Reverb là plugin reverb với các thông số cũng rất chi tiết và chất lượng reverb cũng rất hay.



ArtsAcoustic Reverb

Cakewalk còn có Studioverb với tính năng cũng rất chi tiết và hiệu quả reverb cũng rất hay.



Studioverb của Cakewalk

Xử Lý Âm Thanh Trên Vi Tính (bài 6)

Thu âm, cân chỉnh âm thanh và hoàn chỉnh âm thanh là 3 tiến trình tuần tự nhau trong việc tái tạo âm thanh thật. Hoàn chỉnh âm thanh tùy thuộc vào cân chỉnh âm thanh, và cân chỉnh âm thanh tùy thuộc vào chất lượng âm thanh thu. Âm thanh thu tốt là cơ sở cho bản cân chỉnh âm thanh tốt. Những cách thức sau đây giúp các bạn phân nào trong việc thu âm và hoàn chỉnh phần âm thanh của một bài hát.

Trước khi bước vào lãnh vực thu âm, cân chỉnh âm thanh và hoàn chỉnh âm thanh, điều duy nhất bạn nên hiểu: chính giai điệu và ca từ của bài hát mới là yếu tố quyết định cho sự thành công của bài hát. Một bài hát dở, cho dù bạn có cố gắng phối âm thật cẩn thận, sử dụng thiết bị thu âm và ghi âm tối tân cùng tay nghề cân chỉnh âm thanh và hoàn chỉnh âm thanh giỏi đến đâu đi nữa thì cũng vẫn là bài hát dở. Một bài hát hay nhiều khi chỉ cần một giọng hát bình thường cùng với tiếng đàn được thu và ghi âm một cách cẩn thận cũng vẫn toát ra được cái hay.

Vậy, nếu bạn không “cảm” bài hát được nhờ phối âm và làm âm thanh thì bạn hãy thẳng thắn từ chối vì công sức của bạn cho bài hát này sẽ hoàn toàn vô nghĩa và nhiều khi có thể ảnh hưởng không tốt đến uy tín của bạn nếu bạn là người có tiếng trong giới làm âm thanh. Hoặc giả, nếu bạn đã lỡ nhận thực hiện một bài hát tương tự vì tình cảm hoặc vì tiền thì tôi nghĩ bạn chỉ nên lỡ một lần thôi.

B. Kỹ Thuật Thu Âm

Nguyên tắc bất di bất dịch trong thu âm và mix cũng là nguyên tắc trong kỹ thuật vi tính: VÀO RÁC THÌ RA RÁC – GARBAGE IN, GARBAGE OUT. Âm thanh phải được thu “sạch”, không lỗi, không tạp âm, không nhiễu.

1. Thu âm nhạc cụ điện tử, sampler:

Nếu bạn phối nhạc bằng phần mềm và sử dụng nhạc cụ ảo thì không phải lo lắng gì về tạp âm cả vì tất cả đã được thực hiện khép kín trong môi trường digital của máy vi tính nhưng nếu bạn có sử dụng phần cứng bên ngoài thì bạn phải lưu ý:

- Chất lượng của các dây audio, đầu nối: jack 6 ly mono (tử chuyên môn gọi là đầu cắm 1/4” TS), jack 6 ly stereo (đầu cắm 1/4” TRS), jack “bông sen” (đầu cắm RCA), jack “canon” (đầu cắm XLR). Dây audio và đầu nối rẻ tiền thường không lọc được tạp âm và dễ bị nhiễu.

- Chất lượng các adaptors (bộ chuyển đổi điện). Nên sử dụng adaptor gốc (thường đi kèm theo máy hoặc đúng hiệu và mẫu mã của nhà sản xuất nhạc cụ). Nếu phải mua adaptor tương tự thì phải chọn adaptor loại “regulated” lọc tạp âm nền.

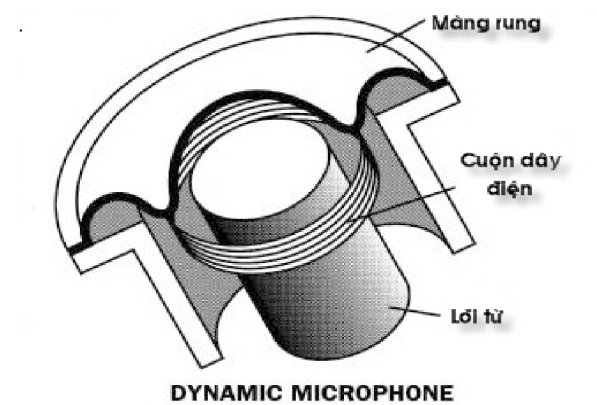
- Không để cho dây audio cặp song song với dây dẫn điện.

- Không dùng đèn ống (neon) vì đèn này làm nhiễu âm thanh. Dùng đèn dây tóc (đèn bóng) hoặc đèn LED.

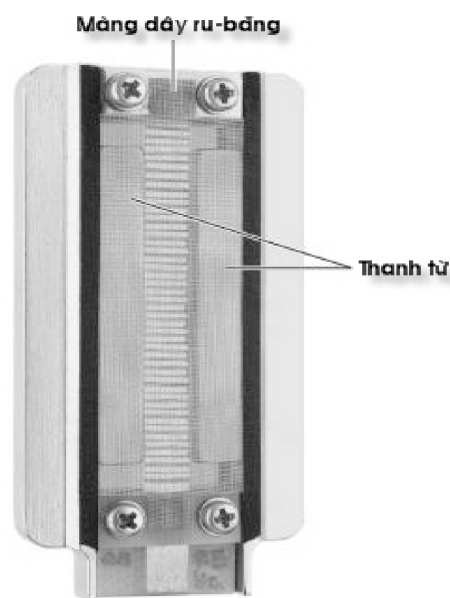
2. Micro:

Bạn nên biết sơ qua về các loại micro (microphone = mic hoặc mike). Micro có 3 loại: Dynamic, Ribbon và Condenser.

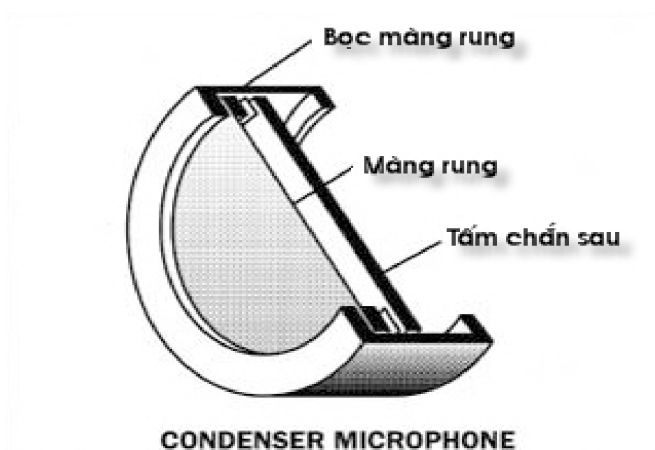
- Dynamic mic: là loại micro có màng bằng nhựa nhận áp suất sóng âm thanh chuyển thành dao động điện từ và truyền về thiết bị tiếp nhận. Loại micro này không nhạy bằng ribbon mic và condenser mic vì có màng nhựa dày nhưng chịu được âm thanh có âm lượng lớn, chịu được va đập, mồ hôi, nước bọt và do đó thích hợp cho sân khấu. Trong phòng thu, loại micro này được sử dụng để thu các tiếng trống. Có giá bán thấp nhất trong 3 loại micro.



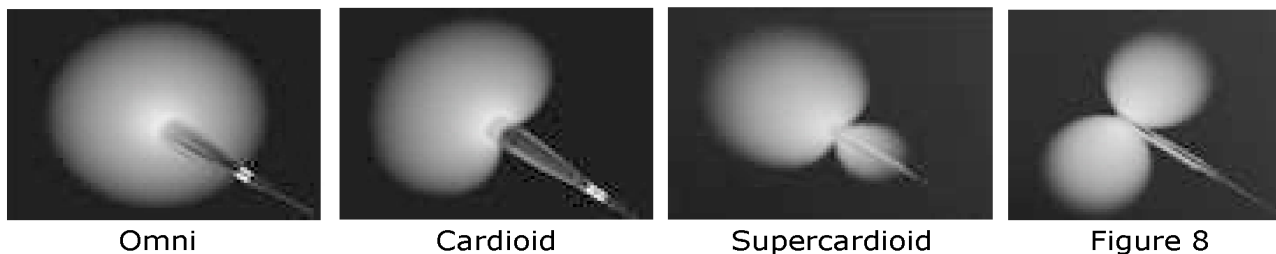
– Ribbon mic: cũng là loại dynamic micro nhưng có màng là ru-băng rất mỏng bằng kim loại. Loại micro này rất nhạy và đắt tiền nhất. Được sử dụng rất tốt để thu các nhạc cụ bộ thau như saxophone.



– Condenser mic: là loại micro thông dụng và đa năng trong phòng thu, có màng kim loại hoặc màng kim loại bọc nhựa cực kỳ mỏng. Micro này cần phải tiếp nhận nguồn “điện ma” (phantom power) 48V mới có thể hoạt động được. Loại micro này đắt tiền hơn loại dynamic nhưng rẻ hơn ribbon mic.



Micro còn được thiết kế với nhiều hướng thu âm thanh: directional – bắt âm thanh ở hướng phía trước, omni – bắt âm thanh chung quanh, cardioid – bắt âm thanh phía trước và quanh phía trước, figure 8 (bi-directional) – bắt âm thanh ở phía trước và sau, v.v... Micro condenser cũng có loại điều chỉnh được nhiều hướng thu.



Ký hiệu hướng thu âm thanh của micro:

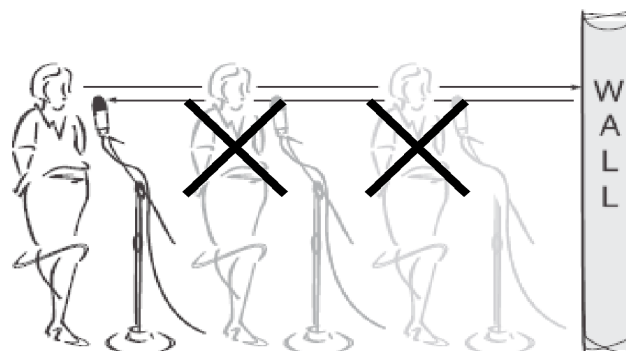


3. Cách bố trí micro khi thu

Để micro hơi nghiêng xuống phía dưới giúp tránh giọng hát “thổi” thẳng vào micro:



Không nên bố trí giọng hát gần vật cản cứng:

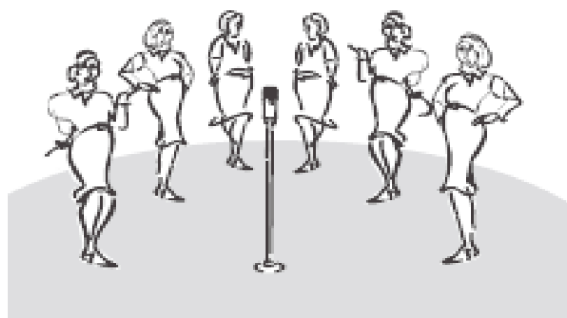


(Hình trích từ “Record Now – Microphone Guide” của M-Audio)

Bố trí song ca với micro có hướng Figure 8:

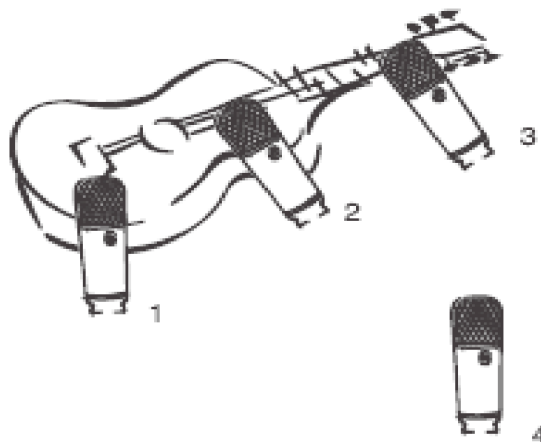


Bố trí nhiều giọng hát với micro có hướng cardioid:

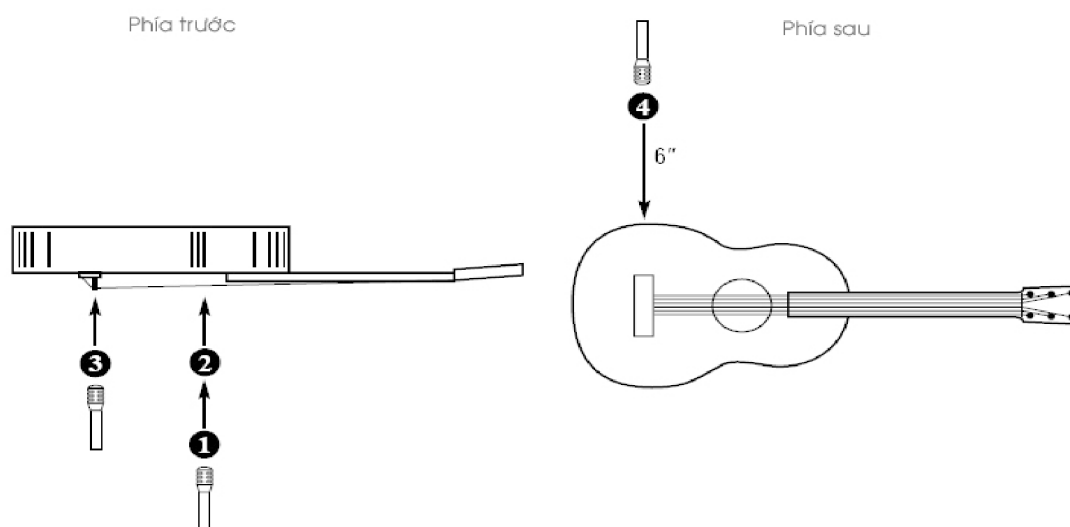


(Hình trích từ “Record Now – Microphone Guide” của M-Audio)

Bố trí micro để thu tiếng guitar thùng ở những vị trí khác nhau (1, 2, 3, 4) mang lại hiệu quả âm thanh khác nhau:



(Hình trích từ "Record Now Microphone Guide" của M-Audio)



(Hình trích từ "Microphone Techniques for Studio Recording" của Shure)

Bạn nên hiểu:

- Không có một máy móc, thiết bị, phần mềm nào giúp loại bỏ hoàn toàn tạp âm lẫn vào âm thanh đã thu. Khi gặp trường hợp này, cách tốt nhất là thu âm lại. Cũng như không có kỹ thuật nào giúp tách bỏ giọng hát ra khỏi bài hát mà không ảnh hưởng đến chất lượng âm thanh của nhạc đệm.

- Thu hoàn toàn "mộc" tức không có effect (hiệu ứng âm thanh), sau này bạn dễ dàng pha thêm effect vào khi cân chỉnh. Nếu khi thu có dính effect thì sau này khi cân chỉnh bạn sẽ không thể nào loại ra được effect này để thay bằng effect khác. Hơn nữa, khi thu "mộc", bạn sẽ dễ dàng phát hiện được những chỗ chưa đạt để thu lại.

Nếu người hát muốn nghe có effect khi thu thì bạn xử lý như sau: thu trực tiếp vào phần mềm rồi pha effect (delay hoặc reverb) ở bus phụ (send) = âm thanh đã được ghi âm rồi sau đó được pha hiệu ứng âm thanh (như khi cân chỉnh âm thanh).

- Khi thu, nên cho âm lượng lớn tối đa nhưng đừng để bị rè, "bể" hoặc "xé" (distortion). Hãy tin vào đôi tai bạn và đừng nhìn đồng hồ VU hoặc đèn dB xem âm lượng thu có vượt qua mức đỏ hay không. Đôi khi âm thanh thu vượt qua mức đỏ, đèn overload sáng lên nhưng nếu âm thanh không bị "bể" (distorted) tức là tốt. Lý do phải thu với âm lượng lớn: âm thanh thu ở âm lượng lớn sẽ che lấp được tạp âm, sẽ có

“trọng lượng” hơn và sau này khi cân chỉnh, bạn nghe quá lớn thì bạn có thể giảm nhỏ lại dễ dàng. Nếu thu với âm lượng nhỏ, âm thanh sẽ “mỏng”, không che lấp được tạp âm và nếu phải tăng cho to hơn khi cân chỉnh thì tạp âm sẽ to lên theo mà âm thanh thì vẫn cứ “mỏng”. Từ chuyên môn gọi phần thu to này là “headroom” dịch nôm na là “đụng trần”.

- Phòng cách âm không đồng nhất về không gian. Hãy tìm vị trí đặt micro để cho âm thanh thu nghe đầy đặn nhất và người hát hoặc nhạc công nên tìm vị trí trước micro để cho âm thanh thu tốt nhất.

- Và... (điều này tốn tiền đây) không phải các nhạc cụ đều như nhau cũng như không có giọng hát nào giống nhau nên cũng không có micro nào đa năng để có thể thu tốt được tất cả các loại nhạc cụ và tất cả các chất giọng. Do đó ít nhất nên có 2 loại micro khác nhau, dynamic và condenser.

C. Cách Thức Cân Chỉnh Âm Thanh

Cách thức cân chỉnh âm thanh được gợi ý dưới đây không phải là nguyên tắc và có thể đúng với người này nhưng sẽ không đúng với người khác. Chính vì vậy mà việc cân chỉnh âm thanh là nghệ thuật vì tùy thuộc vào đôi tai, kiến thức âm nhạc, quan điểm âm thanh của người cân chỉnh âm thanh. Và không bài hát nào được cân chỉnh âm thanh giống bài hát nào.

1. Cân chỉnh âm thanh từ trầm đến cao:

Vì tiếng trống và tiếng bass là âm thanh nền của bài hát nên không có âm thanh nào được phép át hoặc che lấp 2 âm thanh này.

- Tắt tất cả các tracks, sau đó nâng âm lượng trống kick, chỉnh compressor, EQ, delay sao cho tiếng kick này phù hợp với loại nhạc: pop, rock, jazz, blues, hiphop, techno...

- Nâng âm lượng tiếng bass, chỉnh compressor, EQ, delay sao cho tiếng bass nghe nặng và đầy, to hơn nhưng không che lấp tiếng trống kick.

- Sau đó tuần tự chỉnh tiếng snare, tiếng hihat, tiếng toms, tiếng cymbals và bộ gõ.

- Chỉ sau khi hoàn chỉnh phần hòa quyện giữa bộ trống và tiếng bass, bạn tiếp tục cân chỉnh các nhạc cụ khác cũng theo nguyên tắc từ trầm đến cao dựa theo nền âm lượng của trống và bass. Mỗi nhạc cụ đều phải có chỗ của nó trong bài nhạc, không bị nhạc cụ khác che lấp với trống và bass làm nền.

2. Phân bố vị trí các nhạc cụ để tạo hiệu quả không gian stereo (sử dụng DELAY) và hiệu quả độ sâu (sử dụng VOLUME + REVERB). Việc bố trí các nhạc cụ phải, trái, trước sau tùy thuộc vào sở thích cá nhân. Tuy không có công thức mẫu nhưng bạn cũng nên tham khảo cách thức bố trí nhạc cụ theo thể loại nhạc từ các đĩa audio CD của các ban nhạc và ca sĩ Mỹ nổi tiếng.

3. Giọng hát chính sẽ được cân chỉnh sau cùng. Giọng hát phải “lọt” vào chung với không gian của nhạc cụ và không nên quá to. Có thể theo tỷ lệ 50/50 hoặc 60 giọng hát/40 nhạc. Giọng hát quá to sẽ lộ ra phía trước và bị tách ra khỏi dàn nhạc. Bạn hãy nghe audio CD của các ca sĩ Mỹ để có nhận xét về quan điểm cân chỉnh âm thanh này.

Còn audio CD của Việt Nam ta? Giọng hát to, lộ ra phía trước và che lấp nhạc đệm. Lý do? Xin dành cho bạn nhận xét và đánh giá.

4. Hiện nay, có khuynh hướng sử dụng kỹ thuật “Normalize” đến mức lạm dụng (ngay cả các chuyên gia cân chỉnh và hoàn chỉnh âm thanh của Mỹ cũng áp dụng kỹ thuật này) nhằm nâng âm lượng bài nhạc to tối đa để thích hợp cho tất cả các loại máy hát di động cầm tay khi nghe nhạc trên internet.

Bạn có thể chọn lựa cách cân chỉnh âm thanh: hoặc cân chỉnh âm thanh cho dàn máy hát tốt (âm lượng vừa phải với chất lượng âm thanh tinh tế), hoặc cân chỉnh âm thanh nén ré tiền để được nghe từ internet (âm thanh to ồn tối đa).

5. Trong quá trình cân chỉnh âm thanh, bạn hãy chọn một bài hát cùng thể loại đã được sản xuất tại Mỹ (tốt nhất là một bài thuộc hàng top ten) để so sánh với bản âm thanh của bạn, để suy nghiệm và hoàn thiện kỹ thuật cân chỉnh âm thanh của bạn.

6. Điều rất lạ là sau khi tưởng như đã hoàn chỉnh bản âm thanh, vài ngày sau đó hoặc cả tuần sau đó, khi nghe lại bản âm thanh này, bạn sẽ cảm thấy không hài lòng và bị thôi thúc phải cân chỉnh lại. Nếu bạn luôn có cảm nhận này và luôn phải ngồi cân chỉnh âm thanh trở lại thì chắc chắn bạn sẽ trở thành một người cân chỉnh âm thanh giỏi.

D. Mastering (Hoàn Chỉnh Âm Thanh) Và Pre-mastering (Hoàn Chỉnh Tạm)

Một bài nhạc sau khi được cân chỉnh âm thanh xong cũng cần phải được “pre-master” (hoàn chỉnh tạm). Master có nghĩa là Chủ, là Thầy nhưng trong âm thanh thì có nghĩa là “Bản Chánh”, “Bản Gốc”. Bản âm thanh Master sẽ được dùng để in ra các bản thương mại.

Kỹ thuật pre-mastering thường dùng EQ và Compressor để cân chỉnh âm sắc và âm lượng của một bản âm thanh cho đầy đặn và rõ nét hơn.

Và mastering còn được thực hiện để điều chỉnh âm lượng và chất lượng các bài hát trong một chương trình audio CD cho đều nhau về âm sắc và âm lượng.

Thu âm, cân chỉnh và hoàn chỉnh âm thanh vừa là kỹ thuật vừa là nghệ thuật, mà nghệ thuật thì không có công thức mẫu và không thể chỉ dạy được. Vậy thì bạn hãy quên đi những gì đã đọc trong loạt bài “Xử Lý Âm Thanh Trên Vi Tính” và hãy phát huy tài năng và cái riêng của bạn trong việc đi tìm cái “đẹp” trong âm thanh.

Đắc Tâm