

КОМПРЕСІЯ ЗВУКУ В МУЗИЦІ

В статті порушується актуальна проблема компресії звуку та стандартів рівня гучності. Проводиться огляд існуючих студійних компресорів для обробки звуку. Презентується схема мікрофонного компресора.

Ключові слова: компресія, компресор, музика, звук, гучність, якість обробки та запису звуку.

D.M. BARANOVSKY

Vinnytsia National Technical University

DYNAMIC RANGE COMPRESSION IN MUSIC

Introduction. The article violated actual problem and audio compression standards level. At the beginning of the article the historical analysis of sound equipment, namely audio compression devices. A review of existing studio compressors for audio processing. The review parameters of audio compressors. Classification by type compressor compression. Scheme is presented microphone compressor.

Keywords: compression, compressor, music, sound, volume, quality processing and sound recording.

Постановка проблеми

Сьогодні, незважаючи на стрімкий розвиток звукового обладнання, актуальними лишаються проблеми якості обробки та компресії звуку. Сучасна музична індустрія постійно потребує удосконалення пристроїв компресії для створення більш гучних треків, які не завжди кращі за тихіші. І досі йде боротьба за рівень гучності. Серед різних звукозаписуючих компаній, в наш час через велике різномайття жанрів музики, немає чітких стандартів рівня гучності.

Аналіз попередніх досліджень

Як відомо, багато видатних відкриттів здійснено випадково. Історія відкриття процесу запису звуку не є виключенням. У своїх щоденниках, Томас Едісон, винахідник фонографа – першого в світі приладу для запису і відтворення звуку, згадує: Одного разу працюючи над поліпшенням телефону, я заспівав над діафрагмою телефону (тоненькою сталеву мембраною), до котрої була припаяна голка. Завдяки тремтінню платівки, голка вколола мій палець, що змусило мене замислитися. Якби була можливість ці коливання голки записати, і потім знову провести голкою по запису – чому б мембрані не заговорити? [1]. Ця історія уколу пальця стала передумовою створення фонографа. Саме з винаходу фонографа, 12 серпня в 1877 році, і розпочинається історія звукозапису. Цього дня Едісон провів перший у світі звукозапис, зафіксувавши на циліндрі фонографа, що виступав на той час носієм інформації, американську мелодію Mary Had A Little Lamb. Принцип роботи першої машини для запису звуку дуже простий. Фонограф мав циліндр, який повертався за допомогою ручки. Ще в ньому був різок і загуплена голка, вузький кінець різка закрили гнучкою мембраною. Вхідні звуки з широкого боку різка викликали коливання мембрани, до котрої і кріпилася голка. Голка рухалася угору й вниз під впливом звуків. Циліндр покривав шар олов'яної фольги [2].

З того часу змінювались носії записів. Спочатку це були платівки, потім магнітна стрічка, згодом винайшли цифровий звук. Таким чином, кількість носіїв збільшилась. Найпопулярнішими до сьогодні залишаються компакт диски, хоча їх поступово витісняють онлайн магазини: AppStore, GogglePlay, Amazon mp3 і подібні, дозволяючи купувати цифрову музику швидше, в пару кліків.

Мета статті – висвітлення переваг та недоліків існуючих компресорів, огляд їх основних параметрів. Презентація схеми нового мікрофонного компресора.

Виклад основного матеріалу

Компресори широко застосовуються при створенні, записуванні та обробці звуку. Робота компресора полягає в неперервному визначенні рівня вхідного сигналу і, якщо він перевищує задане порогове значення, компресор послаблює його (спрацьовує).

Компресор має чотири основних параметри:

Threshold (пороговий рівень, рівень спрацьовування) – визначає рівень вхідного сигналу, вище котрого компресор починає послаблювати сигнал. Виражається в децибелах.

Ratio (співвідношення, ступінь стиснення) – визначає інтенсивність послаблення сигналу, виражається у форматі «x:1», де «1» - перевищення рівня вхідного сигналу над пороговим рівнем рівне 1 дБ, а «x» - відповідне йому перевищення рівня

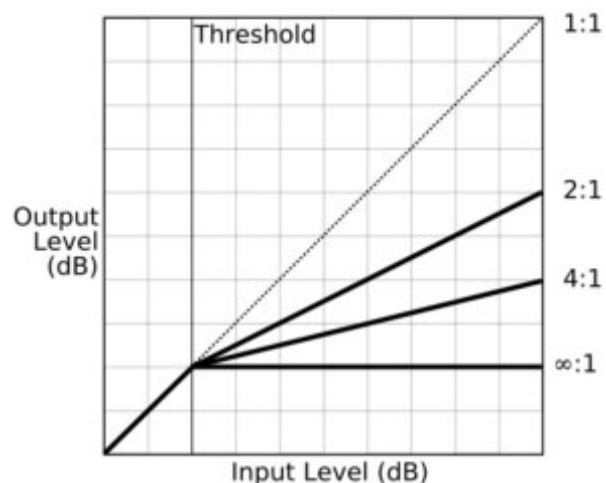


Рис. 1. Параметр Ratio в сучасних компресорах

вхідного сигналу в децибелах над пороговим рівнем. Наприклад, якщо встановлено співвідношення «2:1», то при перевищенні вхідним сигналом порогового рівня на 10 дБ на виході компресора сигнал буде на 5 дБ вище порогового рівня (рис. 1).

Attack (час атаки) – це час, який проходить між перевищенням порогового рівня і моментом досягнення заданого співвідношення. Виражається в мілісекундах.

Release (час спаду, відновлення) – це час, який проходить між тим, як рівень вхідного сигналу впав нижче порогу, і моментом, коли компресор перестає послаблювати сигнал. Також виражається в мілісекундах [3].

Сучасні компресори можуть мати додаткові параметри, а саме:

Knee (коліно, режим переходу) – цей параметр відображає переходи між стисненим і нестисненим аудіо сигналом. Як правило компресори забезпечують один із режимів «soft knee» або «hard knee», проте існують винятки які дозволяють перемикатись між цими режимами [2]. Різницю між цими режимами можна спостерігати на рис 2.

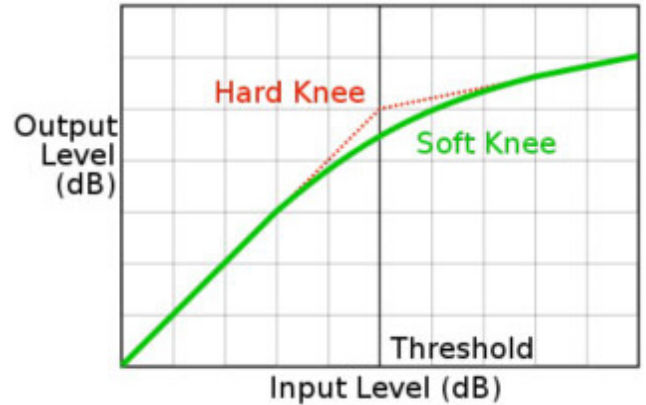


Рис. 2. Режими «soft knee» та «hard knee» в сучасних компресорах

Output Gain (вихідний рівень) – цей параметр використовують, щоб зробити вже скомпресований сигнал гучніше або просто привести його до необхідного рівня. З метою отримання необхідного вихідного рівня використовують вихідний підсилювач для нейтралізації ослаблення сигналу після компресії. Деякі компресори мають індикатор «gain reduction», що дозволяє більш точно використовувати вихідне підсилення [4].

Всі компресори можна поділити на апаратні та програмні. Апаратні ми розглянемо більш детально, програмні оглянемо поверхнево.

Апаратні компресори є на кожній студії звукозапису, в кожному сучасному концертному залі. Використовують компресори в залежності від стилю музики. В таких стилях як: Rock, Metal, Rok-n-Roll, DubStep, Techno, які вирізняються своїм гучним різким звучанням компресори застосовують найбільше. Стили Jazz та Blues не потребують великої сили звуку та мають великий динамічний діапазон, тому компресори застосовують дуже рідко. На живих виступах компресори використовують проте не в повній мірі. В класичній музиці компресори не використовують взагалі.

Всі апаратні компресори можна класифікувати за типом компресії:

1. Лампова компресія – це найстаріший тип стиснення, має саму повільну реакцію ніж інші форми компресії, вносить в сигнал різні окраси і призвуки «вінтажне звучання», яке майже недосягне іншими компресіями. Наприклад: Fairchild 670[5].

2. Оптична компресія – ця компресія впливає на динаміку звукового сигналу за допомогою оптичних елементів включених в схему. З ростом амплітуди сигналу світлові елементи випромінюють більше світла, що призводить до «оптичних пасток», які послаблюють вихідний сигнал. Наприклад: LA-2A Classic Leveling Amplifier [6].



Рис. 3. Компресори VC160, VC76 та VC 2A в Guitar Rig5

3. FET-компресія – ця компресія досягається шляхом емулявання лампового звучання за допомогою схем на польових транзисторах. Такі компресори мають вищу швидкодію та надійність в порівнянні з ламповими, а також характеризуються чистішим звучанням. Наприклад: 1176LN Classic Limiting Amplifier [7].

4. VCA-компресія – будується на основі підсилювача керованого напругою. Виконують такі компресори на мікросхемах. До переваг можна віднести відсутність окрасу звуку та найнижчу вартість. Наприклад: dbx® 160 Compressor / Limiter [8].

Програмні компресори дозволяють емулювати любий тип залізних компресорів, хоча якість подібної емуляції зазвичай середня, в зв'язку з цим всі студії звукозапису мають і використовують апаратні компресори.

На нашу думку, планку першості серед програмних компресорів займають програмні продукти фірми Native Instruments, а саме компресори: VC160, VC76 та VC 2A [9]. Ці компресори можуть працювати як в програмному середовищі Guitar Rig (рис. 3), так і в інших як, окремі плагіни.

Презентуємо схему, яка буде застосована в якості мікрофонного компресора для комплексу створення акустичних ефектів. Цей комплекс складається з мікрофонного та гітарного каналів з окремим лінійним входом. Прилад планується застосовувати як для студійної, так і концертної роботи.

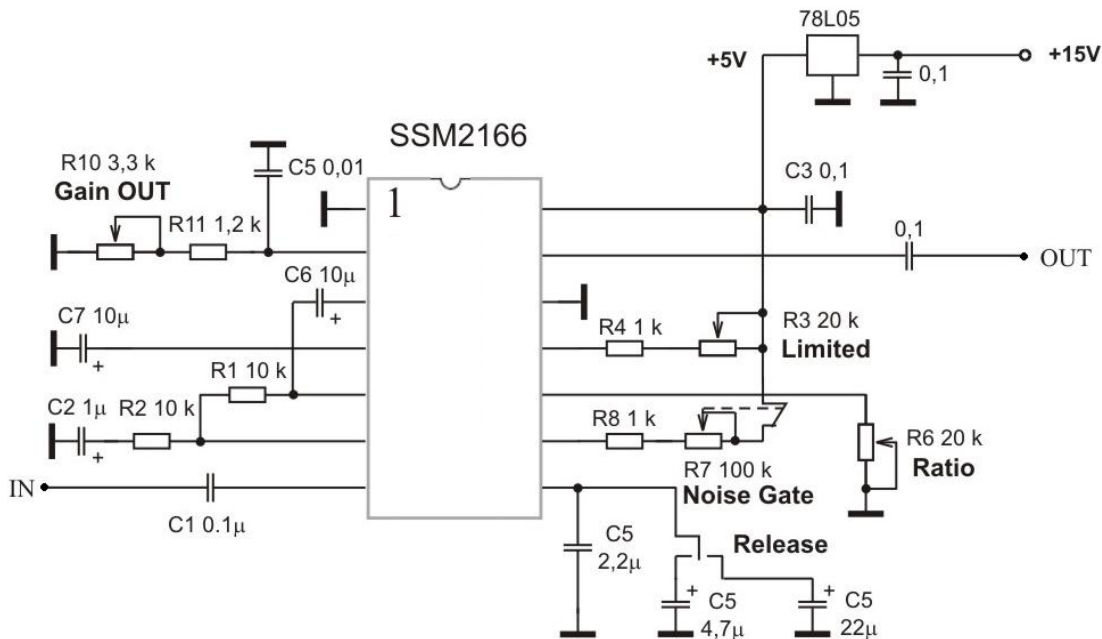


Рис. 4. Схема мікрофонного компресора

Схема мікрофонного компресора представлена на рис. 4, зібрана на спеціалізованій мікросхемі SSM2166, яка призначена для апаратури PEA, але її характеристики і низький рівень шуму дозволяє застосувати в мікрофонному компресорі комплексу для створення акустичних ефектів. Мікросхема потребує стабілізованого живлення, тому використано інтегральний стабілізатор 78L05, який його забезпечує. На передню панель винесені регулятори: Limited, Noise Gate, Ratio, Gain Out, та перемикач Release. Не зважаючи на малу кількість елементів, презентований компресор багатофункціональний.

Функція Noise Gate рідко зустрічається в компресорах хоча і досить необхідна. Вона дозволяє встановити «рівень шуму» або мінімальний рівень вхідного сигналу, що дуже важливо для мікрофонного компресора.

Компресор є невід'ємною частиною на Master каналі фінального, адже там він застосовується в якості максимайзера. Динамічна передаточна функція визначається перехідними процесами, що виникають при вході і виході з регулювання. Відомо, що процеси встановлення і відновлення в аналогових системах описуються функціями:

$$g(t) = e^{-t/\tau} \text{ та } g(t) = 1 - e^{-t/\tau},$$

де t – час, τ - постійна часу. При цьому тривалість встановлення і відновлення визначаються як інтервали часу, за які сигнал змінюється від 0,1 до 0,9 від максимального значення.

Під час цифрової обробки імпульсний відгук в дискретно – часовій області динамічної передаточної функції може бути представлений у вигляді:

$$g(z/f_s) = z\left(\frac{1}{f_s}\right) - e^{-N/\tau} = 1 - z^{-N/\tau}$$

де $z^{-N/\tau} = e^{-N/\tau}$. Це рівняння дозволяє отримати розрахункову формулу для передаточної функції максимайзера у формі z-перетворення.

$$H(z) = \frac{(1 - z_n) \cdot z^{-1}}{(1 - z_n \cdot z^{-1})}$$

В результаті роботи максимайзера сигнал набуває вигляду зображеному на рис. 5.

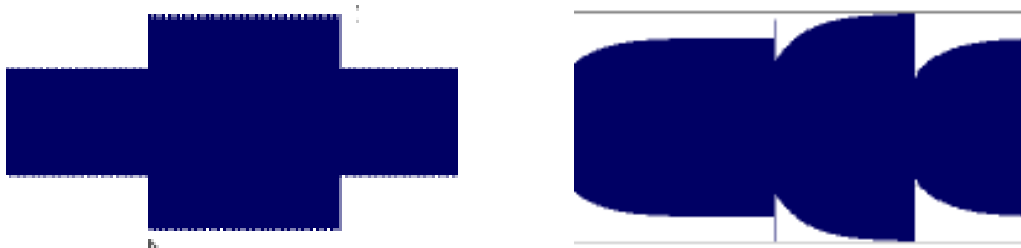


Рис. 5. Вихідний та вихідний сигнал максимайзера

Висновок. Таким чином, наведена вище схема компресора, дозволяє розробити пристрій, який влаштує за параметрами і характеристиками більшість користувачів, адже він частково вирішує проблему якості обробки та запису звуку.

Література

1. Leo Beranek: Concert and Opera Halls – How They Sound. USA: Acoustical Society of America, 1996.
2. Tomasz Hajduk. IK Multimedia Classik Studio Reverb – zestaw wtyczek pogłosowych. „Estrada i Studio”, czerwiec 2006. [dostęp 21 czerwca 2010].
3. DeeT's "What Compressor" Page [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dt.prohosting.com/hacks/what.html>
4. Хабрахабр, компрессия в работе со звуком [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://habrahabr.ru/post/183044/>
5. Википедия — свободная энциклопедия, компрессор аудиосигнала [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/компрессор_аудиосигнала
6. Fairchild® 670 Legacy Compressor Plug-In [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uaudio.com/store/compressors-limiters/fairchild-670.html>
7. Teletronix® LA-2A Classic Leveling Amplifier [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uaudio.com/hardware/compressors/la-2a.html>
8. 1176LN Classic Limiting Amplifier [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uaudio.com/hardware/compressors/1176ln.html>
9. dbx® 160 Compressor / Limiter Plug-In [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uaudio.com/store/compressors-limiters/dbx-160.html>

References

1. Leo Beranek: Concert and Opera Halls - How They Sound. USA: Acoustical Society of America, 1996. '
2. Tomasz Hajduk. IK Multimedia Classik Studio Reverb - zestaw wtyczek pogłosowych. "Estrada i Studio", czerwiec 2006. [dostęp 21 czerwca 2010].
3. DeeT's "What Compressor" Page [electronic resource]. - Access: <http://dt.prohosting.com/hacks/what.html>
4. Habrahabr, kompressyya in the work with Audio [electronic resource]. - Access: <http://habrahabr.ru/post/183044/>
5. Wikipedia - svobodnaya Encyclopedia, compressor audyosyhnala [electronic resource]. - Access: https://ru.wikipedia.org/wiki/компрессор_аудиосигнала
6. Fairchild® 670 Legacy Compressor Plug-In [electronic resource]. - Access: <http://www.uaudio.com/store/compressors-limiters/fairchild-670.html>
7. Teletronix® LA-2A Classic Leveling Amplifier [electronic resource]. - Access: <http://www.uaudio.com/hardware/compressors/la-2a.html>
8. 1176LN Classic Limiting Amplifier [electronic resource]. - Access: <http://www.uaudio.com/hardware/compressors/1176ln.html>
9. dbx® 160 Compressor / Limiter Plug-In [electronic resource]. - Access: <http://www.uaudio.com/store/compressors-limiters/dbx-160.html>

Рецензія/Peer review : 21.5.2015 р.

Надрукована/Printed : 1.7.2015 р.

Стаття рецензована редакційною колегією