This file has been cleaned of potential threats.

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

# الفصل السابع

# الموسيقى الإلكترونية

## مقدمة للصوتيات التمهيدية

الشكل (٧ – ١) تنوع الطبقات الصوتية مع التفاوت السريع في الجهود الكهربائية

يجب على محبي الموسيقي أن يكون لديهم القليل من الفهم لخصائص الصوت ٠ يمكن للمهتمين بموسيقي الكمبيوتر، على وجه الخصوص، الاستفادة بطرق لا تعد ولا تحصى من فهم آليات الصوت وأهدافه وقياساته والمساحة الموضوعية لاستخدامه. ليس فقط الفهم الضروري للاستخدام المناسب المشترك للمعدات والبرمجيات الموسيقية في الأستوديو، ولكن التعرف على الاستراتيجيات التركيبية الجديدة التي يمكن الحصول عليها بطرق كثيرة مختلفة وبالتالي يجب أن يستوعبها المهتمين بتلحين الموسيقى نفسيا.

### ٧ – ١ فيزياء الصوت

الصوت هو مجموعة حركات أو اهتزازات ترسل من خلال الهواء، هذه الاهتزازات تتسبب في اهتزاز طبلة الأذن عند وصولها، والنتيجة هو ما نعتبره الصوت. الصوت لا يمكنه الانتقال من خلال الفراغ حيث أن الصوت ما هو إلا سلسلة من موجات حركية تنتشر من خلال ناقل، حتى لو كان هذا الناقل هو ببساطة الهواء. في الهندسة الكهربائية، ليس من المستغرب أن ينشأ الصوت من الاهتزاز حيث يستخدم مغناطيس كهربائي مع ملف لإنتاج الصوت. عند إرسال تيار كهربائي من خلال الملف المغناطيسي، تنشأ وتنتشر قوة كهرومغناطيسية، إذا تغير التيار الكهربائي بسرعة، يهتز ملف الصوت وتنتج الموجات الصوتية. الطريقة لتكوين الصوت في مكبر هو استخدام الجهد الكهربائي المتغير، وبعبارة أخرى، لا يمكن ببساطة تطبيق الجهد المستمر، ونتوقع أن نسمع أي شيء في حالة تطبيق بعض الجهود من مستويات كهربائية متفاوتة كما يوضح الشكل (١).

## ٧ – ١ – ١ علم الصوتيات المسموعة

الشكل (٧ – ٢) مزمار عزف بقصبة – مزمار حديث بقصبة

فيزياء علم الصوتيات غالبا ما يتم الخلط بينها وبين الطريقة التي ننظر بها إليها فى علم النفس السمعي. حتى يمكن تعريف الصوت بشرح بسيط فنحن نعيش في قاع بحر من الهواء كما هو الحال مع المحيط، تزداد كثافة الجزيئات في اتجاه العمق ويزداد الضغط ويتم قياس الضغط الجوي بالميلي بار وتؤثر ظروف الطقس على مقياس الضغط الجوي (الضغط الجوي المنخفض، على سبيل المثال، كثيرا ما يرتبط مع نظم العواصف) , إذا استمر مستوى الضغط الجزئي المحيط بنا ثابت أو بتغيرات منتظمة ببطء شديد ، يتغير وضع جزيئات الهواء بمعدل الحركة دون أن تتسبب في تغيرات محسوسة فى الضغط. ينتج الصوت عن طريق التغير السريع في متوسط كثافة أو ضغط جزيئات الهواء أعلى أو أقل من الضغط الجوي المحيط. نلاحظ تغير الصوت مع تقلبات الضغط التي تتسبب في اهتزاز طبلة الأذن ويشار إلى التغييرات الدقيقة في الضغط الجوي طبقا لضغط الصوت وتظهر التقلبات في الضغط كموجات صوتية. الموجات الصوتية الناتجة من اهتزاز الأجسام سواء كان من مزمار عزف بقصبة[١]، أو أوتار الجيتار، أو مخروط مكبرات الصوت أو محرك نفاث يسبب مصدر اهتزاز الصوت اضطراب لجزيئات الهواء المحيط به وتنشأ طاقة نتيجة تفاعل تموجات جزيئات الهواء الأكثر كثافة (أعلى قيمة للضغط) إلى الأقل كثافة (أدنى قيمة للضغط) ، مع الضغوط الأعلى

---

١ مزمار عزف بقصبة. **Oboes** are **a family of double reed woodwind musical instruments**. **The most common oboe plays in the treble or soprano range. Oboes are usually made of wood, but there are also oboes made of synthetic materials.**

والأقل في الضغط الجوي العادي عندما يتم دفع جزيئات الهواء لتقترب الى بعضها البعض تعرف بالانضغاط وعندما يتم سحب جزيئات الهواء بعيدا، تعرف بالانبساط .

الشكل (٧ – ٣) عتبة السمع البشري، أو أنعم صوت ملموس، يتوافق مع اختلاف الضغط أقل من جزء من المليار من الضغط الجوي المحيط (على الرغم من أن عتبة السمع تختلف وفقا للتردد)

ينتج عن انضغاط وانبساط الضغط ذهابا وإيابا الموجات الصوتية وتتأثر سرعة انتشار الصوت من مصدره في الوسط الذي ينتشر من خلاله والعوامل المؤثرة على هذا الوسط، مثل الارتفاع والرطوبة ودرجة الحرارة للغازات مثل الهواء ٠ من المهم أن نلاحظ أن تحديد سرعة الصوت في الهواء تعتمد على الظروف الجوية نفسها ولا تعتمد على سعة الموجة الصوتية وترددها أو طولها الموجي. يمكن حساب السرعة التقريبية للصوت في الهواء الجاف عند مستوى سطح البحر، باستخدام الصيغة التالية:

المعادلة (٧ – ١) $V \approx 331.4 + 0.6\ T_c$

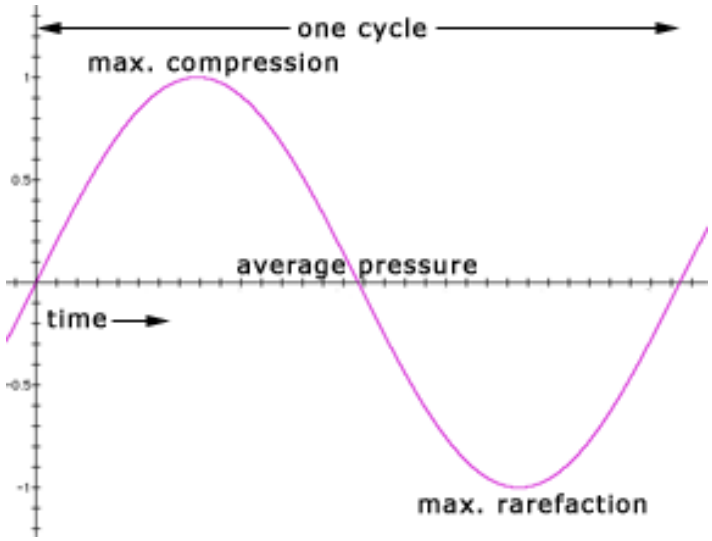
حيث (V) تمثل السرعة (متر/ثانية) و($T_c$) درجة الحرارة المحيطة بالدرجات المئوية وباستخدام هذه الصيغة فإن السرعة التقريبية للصوت عند ٢٠ درجة مئوية تساوى ٣٤٤ متر في الثانية (م / ث).

الشكل (٧ – ٤) قياس سرعة الصوت

تحقق المعادلة الخطية (٧ – ١) تقريب إشارة استغاثة شفرة مورس الدولية [٢] داخل نطاق درجة حرارة محدودة ويلاحظ أن قيم السرعة القياسية عند درجة حرارة أعلى من ٢٠ م° ليست بالدقة باستخدام هذه المعادلة . السرعة الأكثر دقة في أي درجة حرارة مئوية يمكن الحصول عليها بالمعادلة (٧ – ٢):

$$V = 20.1\sqrt{T_c + 273}$$ المعادلة (٧ – ٢)

توضح المعادلة أن سرعة الصوت في الهواء تتناسب مع الجذر التربيعي لدرجة الحرارة. تتميز الموجات الصوتية بصفات أساسية أربعة هي التردد، والسعة، وشكل الموجة ومرحلة الوجه.




الشكل (٧ – ٥) الشكل لموجة جيبيه ما بين حالتي الانقباض والانبساط

---

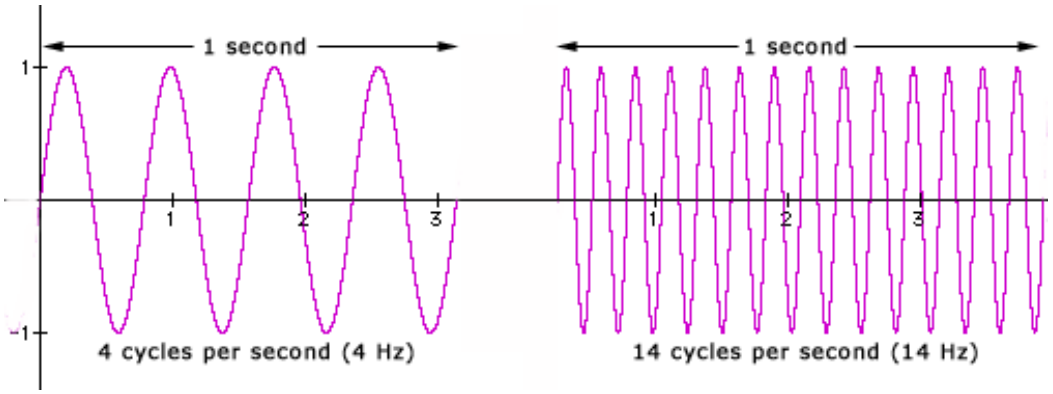
٢ إشارة شفرة مورس الدولية .(· · · – – – · · ·) SOS is the International Morse code distress signal SOS remained the airtime radio distress signal until 1999, when it was replaced by the Global Maritime Distress and Safety System. SOS is still recognized as a visual distress signal. The SOS distress signal is a continuous sequence of three diets, three dashes, and three dots, all run together without letter spacing. In International Morse Code, three dots form the letter *S*, and three dahs make the letter *O*, so "SOS" became an easy way to remember the order of the dots and dahs. In modern terminology, SOS is a Morse "procedural signal" or "prosing",[1] and the formal way to write it is with a bar above the letters: SOS.

على الرغم من أنها ترتبط بالعديد من الصفات الأخرى فإن بعض الموجات الصوتية تتكرر بشكل دوري، ونتيجة لهذا التكرار تتم حالة التوازن (متوسط الضغط الجوي) من أقصى انضغاط إلى أقصى انبساط، والعودة إلى حالة التوازن المتكرر ويسمى الانقباض والانبساط من نقطة البداية إلى نقطة النهاية بالدورة. يمكن قياس التردد في الثانية لكل دورة أو لعدد من الدورات، ولكن الأكثر شيوعا قياس الصوت بعدد الدورات في الثانية كما تعتمد الحركة الدورية على عاملين رئيسيين:

١) المرونة في الوسط التي من شأنها أن تشوه العودة إلى الحالة الأصلية (التوازن)،

٢) مصدر للطاقة لبدء والحفاظ على الحركة

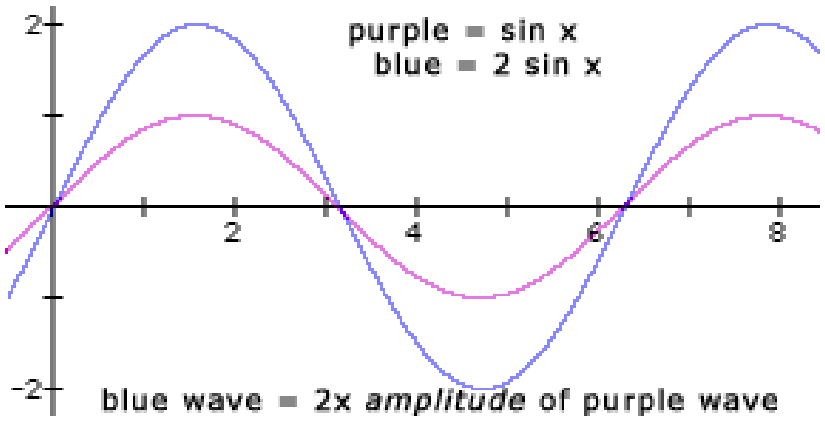
في حالة الموجات الصوتية، فإن الضغط الجوي يعود إلى الضغط المحيط من دون مصدر الطاقة، وأي اهتزاز في السطح سوف يشكل مصدر لطاقة أو الإثارة. تمثل الحركة المتناغمة البسيطة في الصوت كما لو كانت موجة جيبيه، التي تتتبع الشكل الرياضي لموجة جيبيه (والذي يتضمن أيضا موجة جيب التمام) وهو شكل موجة وحيد الذي ينتج تردد واحد، مع أي انحرافات دقيقة في شكل الموجة، ستنشأ ترددات إضافية ويمكن القول أن مرحلة الوجه ليست سمة لموجة واحدة، ولكن فقط على سبيل المقارنة بين موجتين أو أكثر. التردد هو عدد الدورات لكل وحدة زمن وغالبا ما يتم قياس التردد بعدد الدورات في الثانية ذ/ث أو هيرتز (٦٠ ذ/ث = ٦٠ هرتز)، وغالبا ما يشار الى عدد ١٠٠٠ هرتز بكيلو هرتز أو ببساطة ١ كيلو في لغة الاستوديو.




الشكل (٧ – ٦) قياس التردد بعدد الدورات في الثانية ذ/ث أو هيرتز

- **حجم وطاقة وسعة الموجة الصوتية**

**يمكن تعريف حجم الصوت بمقدار الطاقة التي تحملها الموجة الصوتية حيث أن الموجة الصوتية هي حركة للمادة، وبالتالي مطلوب قدرا من الطاقة لتكوين الموجة الصوتية بينما تنتشر الموجة الصوتية، فإنها تحمل الطاقة معها وكلما كان الصوت مرتفع، كلما زادت الطاقة التي تحتويها الموجة الصوتية وبالتالي هناك حاجة لمزيد من الطاقة لتوليد الموجة الصوتية. اتساع الموجة هو مدى انحراف الموجة من النقطة المحايدة في موجة الصوت، كلما زادت السعة، كلما ارتفع الصوت. عند عرض الموجة الصوتية على جهاز أوسلسكوب الذبذبات، فإن الحجم مماثل لارتفاع ذروة الموجة. تزيد الطاقة الكهربائية بارتفاع ذروة الموجة أكثر وترتفع قوة الموجة. في الهندسة الكهربائية، ارتفاع الموجة الكهربائية غالبا ما يسمى سعة الموجة.**




**الشكل (٧ – ٧) الموجة الأعلى تساوى ٢ مضروبة في سعة الموجة الأدنى**

**السعة هي قياس لدرجة التغيير (إيجابي أو سلبي) في الضغط الجوي (انضغاط وانبساط** لجزيئات **الهواء) التي تسببها الموجات الصوتية. مع زيادة السعة يرتفع التغير في الضغط الجوي بشكل أكبر من ضغط مرتفع الى ضغط منخفض. السعة دائما تعبر عن قياس نسبى، الحد الأدنى للسعة هو (الصمت)، هناك بعض جزيئات الهواء في حالة حركة عند نهاية أعلى قيمة لمقدار انضغاط وانبساط جزيئات الهواء ولو محدودة، ويمكن زيادة السعة عن طريق توسيع درجة التغير في تذبذب التيار الكهربائي. عازف آلات النفخ يمكنه زيادة اتساع سعة الصوت من خلال قدر أكبر من قوة النفخ في عمود الهواء. يرتبط شكل الموجة**

المباشرة بمحتواها الطيفي من ترددات وسعة مراحل الوجه لمكوناتها، المحتوى الطيفي هو العامل الأساسي لجودة النوتة الموسيقية أو لون اللهجة [٣]. ونحن على دراية بحقيقة أن الضوء الأبيض عندما ينكسر بشكل صحيح، ينقسم الى الألوان المكونة له، كما هو الحال في قوس قزح. أيضا تتبع موجة الصوت المعقدة التي تتكون من ترددات موجات جيبيه متعددة شكل تخطيطي لدالة الجيب الرياضية. الموجة الجيبية المثالية أو جيب التمام سوف تنتج تردد واحد يعرف باسم الموجة الأساسية، حالما يتم إدخال أي انحراف في شكل الموجة الجيبية (ولكن ليس في زمنها الأساسي)، يتم إنتاج ترددات أخرى، والمعروفة باسم الجزئيات التوافقية أو الترددات الثانوية. الجزئيات هي الترددات الإضافية ولكنها ليست التوافقية بالضرورة حيث أن التوافقيات أو الجزئيات التوافقية هي عدد صحيح لمضاعفات التردد الأساسي (ت) (١ت – ٢ت – ٣ت – ٤ت – و ...). النغمات العالية هي التوافقيات فوق الترددات الأساسية وتناسق الجزئيات القليلة الأولى هي التردد الأساسي وعادة ما يشار إلى التردد الأساسي بالرمز (# ١). تدل مرحلة الوجه على نقطة معينة في دورة الموجة وتقاس بدرجات زاوية وهي عادة ليست سمة مسموعة من موجة واحدة (ولكن يمكن أن تستخدم موجات ذات التردد المنخفض جدا لضبط التوليف). تعتبر مرحلة الوجه عامل مهم جدا في التفاعل بين موجة مع موجة أخرى، سواء كانت موجات صوتية أو كهربائية، على سبيل المثال ارتفاع شدة الكلام أو ارتفاع نصف قطر الموجة يمثل المحور الصادي ويمثل المحور السيني زمن الدورة. يتوافق ارتفاع شدة الكلام مع السعة النسبية للموجة ، يوضح الشكل (٧ – ٧) السعة التخيلية +١ الى –١ لزاوية مرحلة الوجه ، تبدأ مع إشارة الصوت لليمين والرجوع إلى الزاوية صفر° ، كما تتكرر الدورة عكس عقارب الساعة، لتصل الموجة الجيبية الى السعة

---

٣ جودة النوتة الموسيقية أو لون اللهجة In music, timbre (also known as tone color or tone quality from psychoacoustics) is the quality of a musical note, sound, or tone that distinguishes different types of sound production, such as voices and musical instruments, string instruments, wind instruments, and percussion instruments. The physical characteristics of sound that determine the perception of timbre include spectrum and envelope.

**القصوى الموجبة عندما تصل إشارة الصوت الى زاوية قدرها ٩٠° من نقطة البداية (لتحديد الزاوية ٩٠°) والتي تمثل السعة النسبية (+١) عند زاوية ١٨٠° من نقطة البداية يعود اتساع الموجة الجيبية إلى الصفر (لتحديد الزاوية ١٨٠°), عند درجة ٢٧٠° تصل الموجة الجيبية لذروة السعة السلبية (−١) (لتحديد الزاوية ٢٧٠°) ثم تعود الموجة الجيبية إلى الصفر عند نقطة البداية بزاوية ٣٦٠° أو الزاوية الصفر°. الموجة الجيبية الشائعة الأخرى التي تستخدم في التوليف أو القياس هى موجه جيب التمام، ولها نفس شكل الموجه الجيبية بحيث يكون توليف الصوت بذات القدر من المتكلم ، والتي تؤكد بداية الدورة عند زاوية ٩٠° والتي تمثل زاوية مرحلة الوجه عند خروج الموجة الجيبية عند السعة (+ ١) وهناك ما هو أكثر من ذلك بكثير مما يجعل الصوت مماثل للصوت المنبعث من آلة معينة أو يكون صوت المتكلم هو نفس الصوت وليس صوت أحد الجيران، إلى جانب الغلاف الطيفي لمصدر الإثارة .** هناك **أحد العناصر الهامة وهو الرنين، إذا امتدت سلسلة عبر صندوقين من الورق المقوى، فمن المرجح أن تلاحظ جودة اللهجة الناتجة وهي لا تبدو كالنغمة الصادرة من الجيتار الصوتي وذلك لأن صناديق الورق المقوى ليس لها نفس خصائص الرنين على حد سواء المادية وشكل جسم الجيتار. عند اهتزاز أوتار الجيتار، تنشأ مجموعة غنية من الجزئيات التوافقية وتعتبر الأوتار مصدر الإثارة.** تسبب **جزيئات الهواء المثارة اهتزاز جسم الجيتار من خلال الاهتزازات المتعاطفة، تتسبب مساحة السطح المهتز الكبيرة في زيادة السعة من خلال حركة الهواء. جسم الجيتار ليس متناسب مع تضخيم كل من ترددات الأوتار** فبدلا **من ذلك، يتم تضخيم بعض الترددات أكثر من غيرها وتسمى بالرنين إلا إذا كانت الآلات قادرة على تغيير شكلها مع كل نوتة وهذا غير وارد، تشتمل معظم الآلات على مجموعة معقدة من الترددات الرنانة التي لا تتغير، وتسمى مستودع لصفات أصداء أصوات الكلام التي لا تتغير وتسمى صفات أصوات الكلام الثابتة، عندما يتم تطبيق ترددات مختلفة لهذه الأصداء الثابتة يمكن إثارة بعض الجزئيات أكثر للصوت.**

**٧ – ١ – ٢ نظرية الموسيقى (النوتة والترددات الموسيقية)**

**الفرق الوحيد بين النوتات الموسيقية المختلفة هو اختلاف الترددات، وتعرف النوتة الموسيقية بعدد التذبذبات الى تنتجها الموجة الصوتية في الثانية الواحدة. مفهوم آخر للتردد ذات الصلة بالموسيقى هو الأوكتاف وهو فجوة تردد موجودة بين نوتتين موسيقيتين فى نفس العزف بمضاعفة التردد بمعنى نوتة موسيقية منخفضة ولتكن (ب) وذات النوتة الموسيقية المرتفعة نجد أن الفرق بينهما هو عدد الأكتوف في كل منهما ولذلك** يختلف **صوت النوتتين، المثير للاهتمام هو لرفع النوتة الموسيقية أوكتاف واحد، يتم بمضاعفة تردد هذه النوتة الموسيقية. على سبيل المثال، تخيل عزف نوتة موسيقية معينة ذات تردد ١٠٠ هرتز (ولتكن نوتة موسيقية ١) ولرفع هذه النوتة الموسيقية أوكتاف واحد، فهناك حاجة لزيادة التردد الى ٢٠٠ هيرتز (ولتكن نوتة موسيقية ٢) ويمكن إنشاء النوتة الموسيقية التالية بزيادة أوكتاف واحد آخر** بمضاعفة تردد **(النوتة الموسيقية ٢) وبالتالي يرتفع تردد (النوتة الموسيقية ٣) الى** ٤٠٠ هيرتز، وحتى **ترتفع النوتة الموسيقية عدد إثنين أوكتاف مرة واحدة، في الواقع يجب ضرب تردد النوتة الموسيقية في العدد ٤، لذلك يعتبر الأوكتاف لوغاريتم دالة لوغاريتمية. لذلك، ما هي الترددات ذات العلاقة بالنوتة الموسيقية؟ وهذا الأمر به بعض الجدل٠ العديد من الباحثين ليسوا على دراية بالموسيقي بشكل خاص حيث تم استخدام نوتة قياسية "C" ترددها ٢٥٦ هيرتز (والتي غالبا ما يعتقد بأنها النوتة الأساسية في الموسيقى) حيث يمكن مضاعفاتها (حتى يمكن التعرف عليها بسهولة من أنواع الكمبيوتر المستخدمة للعمل بأسلوب التضاعف) ولذلك يمكن مضاعفة ترددات كل النوت الموسيقية "C" بترددات ٥١٢ , ١٠٢٤ هيرتز وما إلى ذلك، المزيد من المهتمين بالموسيقي عادة يصرون على معايرة النوت الموسيقية من حيث النوتة الموسيقية "A" فوق النوتة الموسيقية المتوسطة أو القياسية "C" وتردد النوتة الموسيقية "A" هو ٤٤٠ هيرتز. إذا أستخدم هذا المعيار، فإن تردد النوتة الموسيقية المتوسطة "C" ليس ٢٥٦ هيرتز، ولكن ما يقرب من ٢٦٢ هرتز (في الواقع بين ٢٦١ و٢٦٢ هيرتز). استمرار لهذا المعيار فإن القيم لكامل النطاق للنوت الموسيقية ابتداء النوتة الموسيقية المتوسطة أو القياسية "C" هي: ترددات النوتة الموسيقية "C" هو ٢٦٢ هرتز، تردد النوتة**

الموسيقية المتوسطة "D " هو ٢٩٤ هرتز، تردد النوتة الموسيقية المتوسطة "E " هو ٣٣٠ هرتز , تردد النوتة الموسيقية المتوسطة "F " هو ٣٤٩ هرتز , تردد النوتة الموسيقية المتوسطة "G" هو ٣٩٢ هرتز , تردد النوتة الموسيقية المتوسطة "A" هو ٤٤٠ هرتز , تردد النوتة الموسيقية المتوسطة "B" ٤٩٥ هرتز , تردد النوتة الموسيقية المتوسطة "C" ٥٢٤ هرتز .

- جودة النوتة الموسيقية أو لون اللهجة [٣]

من السهل نسبيا فهم نغمة الصوت. والتي يمكن التحكم فيها ببساطة عن طريق تردد الصوت، وهو عدد دورات الموجة الصوتية في الثانية الواحدة. وبالمثل، من السهل جدا فهم حجم الصوت. ولكن هناك جانب أساسي يبدو أكثر صعوبة لتحليل وفهم الحدث: بكل بساطة، كيف يبدو الصوت في الواقع؟ يمكن تسميته بأسماء مختلفة، بما في ذلك مصطلح "لهجة" الصوت (على الرغم من أن مصطلح "لهجة" يستخدم أحيانا كمرادف لمصطلح "نغمة")، أو "نوعية" الصوت، ولكن المصطلح التقني الأكثر وضوحا هو جرس الصوت. جرس الصوت هو ما يستخدم للتمييز بين الآلات الموسيقية المختلفة. يمكن أن تعزف النوتة الموسيقية المتوسطة "C" على البيانو، ثم عزفها على الجيتار، سوف تبدو مختلفة بشكل ملحوظ. ما هو سبب الاختلاف؟ بكل بساطة، شكل موجة الصوت تسبب جميع الاختلافات ٠ إذا تمكنا من رؤية الموجات الصوتية التي شكلتها النوتة الموسيقية المتوسطة "C" على البيانو ومقارنتها مع الموجات الصوتية للنوتة الموسيقية المتوسطة "C" على الجيتار، سترى على الرغم من ذلك أن الموجتين لهما نفس التردد الأساسي، ولكن شكل الموجتين مختلف بشكل ملحوظ. شكل موجة الصوت هو ما يشكل جرس الصوت. ليس من الصعب أن نفهم أن شكل الموجة الصوتية ينشأ عنه الأصوات المختلفة، ولكنها ليست بديهية بالنظر في شكل موجة صوتية معينة والتخمين، فقط من خلال النظر في اقتفاء أثر الموجة، ما سوف تبدو عليه شكل الموجة الصوتية. إذا كنت تريد حقا تحليل الموجات الصوتية، سوف تحتاج إلى فهم ما وراء تحليل فورييه. على الرغم من أن تحليل فورييه هو الرياضيات الثقيلة إلى حد ما (فهو خارج الحسابات الأساسية– حساب التفاضل والتكامل)، والفكرة الأساسية أبعد من ذلك، يمكن أن تنتج أي موجة

**ليست موجة جيبية عادية عن طريق فرض عدة موجات جيبية على رأس كل منهما الآخر. إذا أنتجت موجة جيبية باستخدام مذبذب إلكتروني، فهي موجة أساسية واحدة ذات تردد واحد. إذا أنتجت نوتة موسيقية بنفس التردد بأوتار الجيتار، فإن الصوت الناتج ليس موجة جيبية بسيطة، ولكن في الواقع موجة أكثر تعقيدا. ومع ذلك، فهو شكل موجة أكثر تعقيدا يمكن استنساخه ببساطة عن طريق خلط عدة موجات جيبية بترددات مختلفة. إذا كنت تفكر في ذلك لحظة واحدة، فسوف ندرك مدى أهمية هذه الفكرة في إنتاج آلات صوت حقيقية مع الموالفة مما يعني في الأساس إذا وجد برنامج موالفة لمزج التركيبة الصحيحة من الموجات الجيبية معا، فإنه بعدد قليل من المذبذبات الإلكترونية البسيطة يمكن أن تنتج الموجات الصوتية التي تبدو تماما مثل أي آلة موسيقية في العالم الحقيقي. هذا المفهوم هو المفتاح لعمل الموسيقى من خلال المزج، حيث يعني أنه يمكن عمل موسيقى تبدو وكأنه تم عزفها من الآلات الحقيقية، حتى لو تم إنشاؤها كليا باستخدام تقنيات المزج.**

- **النغمات**

**"النغمة" هو مفهوم مركب في كثير من الأحيان بالمقارنة مع الآلات الموسيقية الفردية. في الأساس، النغمة هي نمط واحد معين من الصوت والفرق بين النغمتين يمكن أن يحدث فرقا بين الصوتين مثل نغمة الكمان ونغمة الغيتار. تؤثر العديد من المعاملات على نغمات صوت، بما في ذلك إعدادات النغمات في مذبذب، مرشح تصفية، مستوى مكبر للصوت، ومغلف الموجة الصوتية مما يعطى الآلات كلا من جودة اللهجات الشاملة وخصائصها وهي لهجة ملحوظة مختلفة الصفات لنغمات منخفضة عن النغمات العالية، حيث يجري تعزيز الجزئيات المختلفة بأطيافها. يعتاد عازفو الكمان على "لهجة الذئب"، وهي نغمة خاصة لا يوجد بها جزئيات أقل صدى مما يتسبب فى نتيجة غير سارة. (عند شراء آلة موسيقية، يبحث عازفي التشيلو عن لهجة الذئب بين النغمات المتساوية المزاج). يمكن للعينات الرقمية تغيير النغمات ببساطة عن طريق تسريع أو إبطاء معدل تكرار صوت المسجل لتغيير النغمات ومع ذلك، إذا أخذنا نغمة من بيانو ستانواي المنخفضة ونقلها الى أربعة أوكتافات، ستكون النتيجة أقرب إلى أداة هونكي**

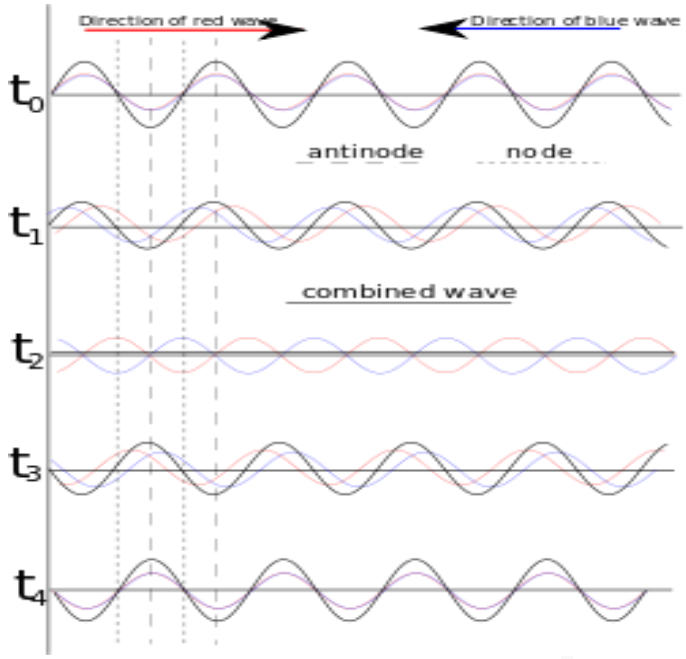
تونك الموسيقية الرخيصة، لأن تأثير الصوتيات الصحيحة يمكن أن يكون بديل لكل الأصداء الثابتة من بيانو ستانواي. نغمات "ألفين والسنجاب" يمثل هذا التبديل. نستخدم كل يوم صفات أصوات الكلام المتحركة التي تنتج عندما نتكلم فأن الأحبال الصوتية هي مصدر الإثارة، لكنها لا تغير شكلها لكل حرف متحرك. بدلا من ذلك، علينا تغيير شكل تجويف الفم ، (جنبا إلى جنب مع الجيوب الأنفية لدينا) لتنشأ مجموعة معينة معقدة من الأصداء الناتجة للحروف 'إيه'، 'أو'، 'يو' وعلى عكس صفات الآلات الثابتة ، عندما ننتج الإدغامات ( الحروف المتحركة تتحول من واحد إلى آخر، مثل – (آى يو) أو ("أو أو–إى إى)، ونحن بسلاسة نغير شكل تجويف الفم لدينا، وبالتالي عند التوليف، فإن المرشحات الرنانة تسمح بتعزيز أو تخفيض بعض مساحات تردد الإشارة٠ أنابيب البامبو المجوف بأقطار وأطوال مختلفة يمكنها إنتاج ترددات الرنين ، سواء كان الأنبوب مفتوح من كلا الطرفين، أو مغلق من نهاية واحدة، أو ذو شكل اسطواني أو مخروطي كل منها سوف يؤثر على تردد الرنين . اهتزاز عمود الهواء الناشئ في مثل هذه المنغمات ينتج موجات دائمة، تنتج كل آلات النفخ النحاسية الصوت بهذه الطريقة. أستخدم في الآونة الأخيرة، برمجيات النمذجة المادية للتوليف أدت الى استخدام المبادئ لجهاز المنغمات لإنشاء ظواهر مماثلة مع البرمجيات، دون القيود المادية للعالم الحقيقي. على سبيل المثال، برنامج نموذج الناي الطويل. تنعكس الموجات الصوتية عند الخروج من الأجسام بنفس الطريقة مثل ارتداد كرات البلياردو بـزاوية سقوط تساوي زاوية الانعكاس. اصطدام موجة الصوت بجدار مستوى بزاوية ٤٥ ° سوف تنعكس بدرجة ٤٥°. تتداخل الموجة المنعكسة مع الموجة الأصلية، وينتج تداخل بناء أو هدام، وبالتالي يمكن زيادة سعة الموجة أو إلغاء مرحلة الوجه، وانخفاض سعة الإشارة. في بيئة استماع نموذجية، تسمع الأصوات المنعكسة من العديد من الأشياء والأسطح، مع تداخل الانعكاسات الناتجة عن هذه الأصوات مع الانعكاسات الأخرى. يتم تحديد اللون التي ينعكس به ترددات الضوء، يتم تحديد الخصائص الصوتية، من بيئة استماع معينة بالزوايا والمواد المسببة لانعكاس الصوت وتعكس المواد المختلفة بعض الترددات بكفاءة أكثر من غيرها، نظرا لخشونتها أو خواص الامتصاص فمثلا مادة الفوم الماصة للصوت لتغطية جدران الاستديو، لا تعكس الترددات العالية بكفاءة

عالية، ولكن لها تأثير بسيط عند الترددات المنخفضة بشكل خاص فنحن بحاجة إلى تحديد المسافة لكل من الصوت الناشئ والمنعكس.

الشكل (٧ – ٨) فلوت البامبو الفلبيني

الصوت هو عنصر أساسي آخر في خصائص البيئة الصوتية، وعادة مع انعكاس الصوت من الأسطح مع اختلاف المسافات من المستمع، وبالتالي يصل الى الأذن في أوقات مختلفة. الموجات الصوتية التي تصل إلى أذن المستمع مباشرة من مصدر الصوت يشار إليها باسم الصوت المباشر. هذه الموجات تصل إلى آذان المستمع أولا في معظم البيئات الصوتية. أول الأصوات المنعكسة للوصول إلى أذان المستمع تسمى انعكاسات مبكرة حيث تنتقل بمسار أطول مقارنة مع الصوت المباشر، ومقدار الوقت الذي تستغرقه أول الأصوات المنعكسة بصل إلى الأذن يعطينا أدلة إلى حجم وطبيعة بيئة الاستماع لأن الصوت المنعكس قد يستمر ترتده من العديد من الأسطح، وهو تيار مستمر لكيان واحد، والذي يستمر حتى بعد توقف الصوت الأصلي. يسمى تيار الصوت المستمر صوت الصدى، ومعدل تراكم كثافة صدى الصوت يتناسب مع الجذر التربيعي لحجم الغرفة. يمثل نطاق الزمن والتردد في البيئة خصائص استجابة النبضات، والتي تعادل طرح تردد الصوت الأصلي من تردد الصدى وتخزينه. عملية جمع ملفات الصوت الرقمية مع ملف استجابة النبضات ينتج عند الاستدعاء التواء يعادل نغمة الصوت في القاعة. يتم تخزين العديد من وحدات التردد الرقمي استجابة لردة الفعل من قاعات الحفلات الموسيقية الشهيرة. بسبب قانون التربيع العكسي السابق توضيحه، نجد أن أصداء الترددات

سوف تفقد في نهاية المطاف ما يكفي من الطاقة وتنخفض دون مستوى الإدراك ويطلق على مقدار الوقت الذي يأخذه الصوت ليختفي بعيدا زمن التردد ومعيار قياس زمن تردد بيئة هو مقدار الوقت اللازم للحصول على صوت متلاشي إلى −٦٠ ديسيبل. قاعات الحفلات عادة ما يكون لها زمن تردد أطول بكثير من الغرف الصغيرة، تسمى الغرف مع الكثير من الترددات "بالمساحات الرطبة" وتلك التي لا تشتمل على ترددات تسمى "بالمساحات الجافة".




الشكل (٧ −٩) الجمع بين موجتين متعارضتين لتشكيل موجه دائمة.

زمن التردد في قاعة للحفلات الموسيقية، مع زمن التناقص المتغير لترددات مختلفة، تبقي مهندسين الصوتيات متيقظين طول الوقت حتى ليلا. الغرف الخاصة للبحث الصوتي، ولتسجيل الصوت أمثلة خاصة، وتسمى غرف كاتمة للصدى (ولا يوجد بها أصداء صوتية)، والتي ينبغي أن يكون لها زمن تردد يساوى صفر وغالبا ما يمثل الانتشار وحدات تردد، ويشير إلى انتشار الترددات العالية والتي تتلاشى بسرعة أكثر من الترددات المنخفضة، جميع الأستوديوهات بها وحدات تردد سواء الأجهزة أو البرامج, تشمل الضوابط زمن التردد (كم من الوقت ستستغرق الانعكاسات حتى تتلاشى بعيدا تماما)، والوقت قبل الإبطاء (كم يستمر وصول أول انعكاس بعد الصوت المباشر)، وينتشر (ما هي السرعة التي تتلاشى فيها الترددات العالية) العديد من وحدات التردد بها مرشحات التي تسمح للمستخدم ضبط الخصائص الصوتية للبيئة

وتسمى الانعكاسات من الأسطح للترددات العادية أصداء. الصدى لسعة بارزة، على مقربة إلى الصوت الأصلي في الوقت المناسب قد يتم الإشارة إليه بوصفه صدى تصادم آخر. قاعات الحفلات الموسيقية مع التركيز على الجدران المستوية قد تنتج أصداء تصادمات أخرى مع الأصوات العالية الحادة، مثل الطبل ٠ يشار الى الموجات الدائمة بنمط معين من التداخل البناء والهدام موجة دائمة [٤]، وهو أمر ضروري لتشغيل الآلات الوترية المنتجة للصوت، ولكنها غير مرغوبة في بيئة الاستماع في الأستوديوهات الإلكترونية.

الشكل (٧ – ١٠) بوق إم وتشوري – مجموعة مختارة من المزامير من جميع أنحاء العالم – الكلارينت (نظام بويهمى) آلات النفخ

وضع مميز لاهتزاز الأوتار ذات النهاية الواحدة الثابتة هو نمط موجة دائمة، في انعكاس طبيعي لموجة صوتية من سطح صلب، لا يتم تغيير وجه الموجة المنعكسة مع موجة متسببة في الأوتار ذات النهاية الثابتة، وخلق أنماط التداخل البناء في بعض الترددات الرنانة. العقدة وإلغاء العقدة [٥] (هي السعة القصوى بين عقدتين متاخمتين في موجه دائمة) [٦] الناتجة في

---

٤ موجة دائمة – In physics, a standing wave – also known as a stationary wave – is a wave in a medium in which each point on the axis of the wave has an associated constant amplitude. The locations at which the amplitude is minimum are called nodes, and the locations where the amplitude is maximum are called antinodes.

٥ العقدة والغاء العقدة nodes and antinodes refer to the minimum (node) and maximum (antinodes) pressure in the tube

٦ العقدة ومنطقة السعة القصوى بين عقدتين متاخمتين في موجه دائمة minimum amplitude is called nodes, and the locations where the amplitude is maximum are called antinodes. Standing waves were first discovered Antinodes definition, the region of maximum amplitude between two adjacent nodes in a standing wave.

الأوتار التي تتوافق مع نقاط الحد الأدنى (عقدة) والحد الأقصى للاهتزازات. أعمدة الهواء في كلا من الأنابيب المغلقة والمفتوحة تحمل خصائص الموجة الدائمة. في هذه الحالة، فإن العقد ومكافحة العقد [٥] تشير إلى الحد الأدنى (عقدة) والحد الأقصى (مكافحة العقد) للضغط في الأنبوب. آلات النفخ أمثلة للمنغمات النصفية أو الربع موجة التي تنتج موجات دائمة متعددة. الاختلافات هي ما إذا كان الأنبوب مفتوح من كلا الطرفين (الفلوت [٧]، يشتمل على فتحة إم وتشوري [٨]) أو الأنبوب المغلق في نهاية واحدة، مثل المزمار أو الكلارينت [٩].

الشكل (٧ – ١١)

يمكن أن تسبب الموجات الدائمة في الغرف بعض الترددات الرنانة إما أن تكون تعزيز بلا مبرر (عقد الضغط) أو تختفي كليا (عقد مكافحة الضغط)، نقاط الحركة الأكبر أو الأصغر من المتوسط. عقد الضغط هي عقد الغاء الانعكاسات العشوائية والعكس بالعكس ولهذا السبب، دائما من الأفضل الاستماع إلى صوتك من عدد قليل من مواقع مختلفة في الاستديو، حيث أنه

---

٧ الفلوت The flute is a family of musical instruments in the woodwind group. Unlike woodwind instruments with reeds, a flute is an aero phone or reed less wind instrument that produces its sound from the flow of air across an opening. According to the instrument classification of Hornbostel–Sachs, flutes are categorized as edge–blown aero phones

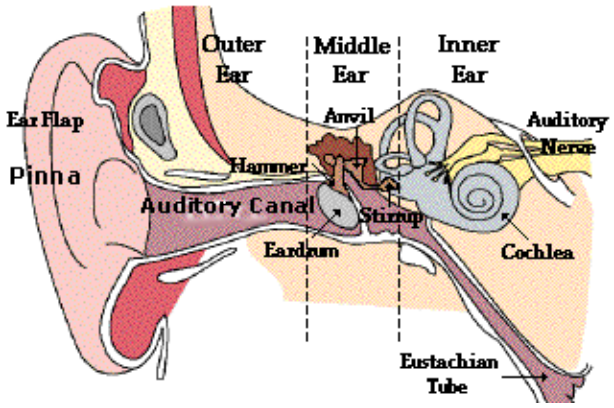
٨ فتحة إم وتشوري The embouchure is the use of facial muscles and the shaping of the lips to the mouthpiece of woodwind instruments or the mouthpiece of the instruments. The word is related to the 'mouth'. The proper embouchure allows the instrumentalist to play the instrument at its full range with a full, clear tone and without strain or damage to one's muscles.

٩ الكلارينت clarinet is a musical–instrument family belonging to the group known as the woodwind instruments. It has a single–reed mouthpiece, a straight cylindrical tube with an almost cylindrical bore, and a flared bell. A person who plays a clarinet is called a clarinetist

يصعب القضاء على طاقة الموجات الدائمة كليا. فيما يلي صورة لأنبوب مغلق مع مكبر للصوت في نهاية واحدة، تشكل الفتحات المستديرة في الأنبوب العقد والغاء العقد لموجة دائمة جيبية من خلال مكبر الصوت وقد تم تصميمها من قبل فريق معرض مختبر العجائب في إنديانا.

٧ – ١ – ٣ كيف تعمل الأذن؟

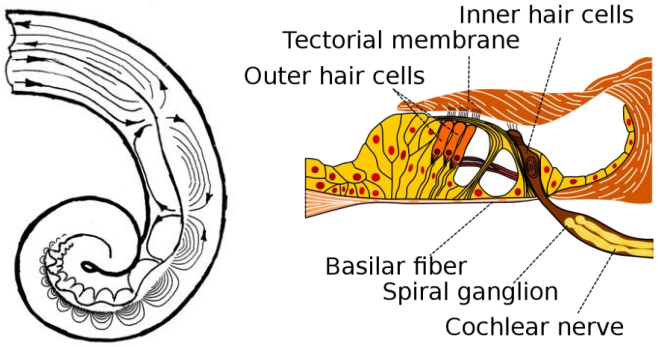
من الواضح أن العضو الأساسي لاستشعار الصوت هو الأذن (على الرغم من أن الجلوس بالقرب من مضخم الصوت في حفل موسيقى يمكن أن يقنع بخلاف ذلك). ينقسم هيكل الأذن إلى ثلاثة أجزاء رئيسية: الأذن الخارجية أو الصيوان، الأذن الوسطى، والأذن الداخلية. الهيكل الخارجي من الأذن هو المسؤول، في جزء منه، لمساعدتنا في تحديد موقع الصوت، سواء كان ذلك أمام أو خلف، فوق أو تحت كما أنه يساعد على قمع وتركيز الموجات الصوتية وهي في طريقها إلى الأذن الوسطى والقناة السمعية.




الشكل (٧ – ١٢) الصورة مجاملة من وكالة ناسا

تحتوي الأذن الوسطى على القناة السمعية والتي تنتهي بطبلة الأذن، وهي غشاء معلق على الجانب الآخر من طبلة الأذن، في مساحة صغيرة من الهواء، يوجد ثلاثة عظام صغيرة أو العظيمات، (المطرقة – السندان – والركاب) المعلقة في بنية مملوءة بسائل، تسمى القوقعة في الأذن الداخلية عند نقطة تسمى النافذة البيضاوية. تصميم نقطة ارتكاز الرافعة للعظيمات في الواقع لتضخيم حركة الانتقال من طبلة الأذن إلى الإطار البيضاوي من القوقعة ١٥ مرة أو نحو ذلك. في القوقعة فإن الاهتزازات المرسلة من طبلة الأذن من خلال

عظام صغيرة يتم تحويلها إلى نبضات كهربائية ترسل على طول العصب السمعي إلى المخ، الأذن الداخلية والتي تحيط بها العظام، تحتوي أيضا على القنوات الهلالية، التي تعمل أكثر لأغراض التوازن أكثر من السمع.




الشكل (٧ – ١٣) حركة الموجة الجيبية خلال الإطار البيضاوي (أعلى) يسبب نقل الموجه من حركة السوائل في الغشاء، الطول الموجي طويل مقارنة لارتفاع مجرى الهواء قرب القاعدة، فيما يسمى منطقة الموجه الطويلة، (٠,٥ إلى ١,٠ مم) بالقرب من المكان حيث تتعاظم قيم الانتشار العشوائي والسرعة، قبل أن تنقطع، في منطقة الموجات القصيرة.

أحد الصعوبات تحديد عتبة الألم حيث أن سلسلة العظيمات يمكنها تكبير أو كتم الصوت بتقلص عضلات الركابي وهذا يوفر نوعا من الحماية ضد الأصوات المستمرة المرتفعة، ولكن ليست الأصوات الحادة المفاجئة، مثل طلقات البنادق. رد الفعل للصوت المنعكس أقل كفاءة عند كبار السن، جنبا إلى جنب مع اختلاف الأذواق، قد يفسر انخفاض التسامح إلى الموسيقى المرتفعة، فضلا عن زيادة مستوى المخاطر لفقدان السمع. الجانب الأروع من التصور يحدث في منطقة من القوقعة تسمى الغشاء القاعدي (غشاء باسيلار) [١٠]. القوقعة هي أنبوب مدبب يقوم بدورة كاملة حول نفسه مثل التمرير على الكمان والغشاء القاعدي يقسم الأنبوب بالطول إلى قناتين مملوءة بسائل تتصل بالنهاية المدببة. تنقل العظيمات الاهتزازات إلى القوقعة المتصلة عند النافذة البيضاوية وتنتقل الموجات الناتجة أسفل الغشاء القاعدي حيث

---

١٠ غشاء باسيلار The basilar membrane within the cochlea of the inner ear is a stiff element structural that separates two liquid–filled tubes that run along the coil of the cochlea, the Scala media and the Scala tympani

أنها تستشعر عن طريق خلايا الشعر حوالي ١٦-٢٠،٠٠٠ (أهداب) الملحقة بها. تصل وخزة خلايا الشعر من القناة الثالثة والتي تسمى جهاز كورتي [١١] وهو العضو الذي يحول تحفيز خلايا الشعر إلى نبضات عصبية حيث أن التصميم المدبب للقوقعة ينقل الأشكال الموجية إلى أسفل ذروة الغشاء القاعدي في السعة في عدة بقع على طول الطريق وفقا لترددتها المختلفة وذروة خروج الترددات العالية على مسافة قصيرة أسفل الأنبوب بالمقارنة بالترددات المنخفضة. تشعرنا خلايا الشعر في نقطة الذروة بتردد معين. يعتقد أن نغمة موسيقية واحدة تتحدد بعدد من ١٠-١٢ من خلايا الشعر ويرجع ذلك إلى شكل القوقعة المدبب، والمسافة بين الترددات تتبع نفس المسافة اللوغاريتمية لتصورنا للنغمة (على سبيل المثال، وضع الأوكتافات على مسافة واحدة). هذا الترتيب هو المسؤول عن حقيقة أن الترددات المنخفضة لها سعة متساوية أو السعة العالية يمكن أن تخفي الترددات المرتفعة، ولكن في معظم الظروف فان الترددات المرتفعة المساوية أو الأقل في السعة لا يمكن أن تختفي (الإخفاء عادة هو ظاهرة معقدة جدا تتأثر بعلاقة المنطقة وسعة النغمات داخل أو خارج النطاق الحرج). يتم استخدام ظاهرة الإخفاء لتميزها في تقليل كمية عرض النطاق الترددي والذاكرة الرقمية اللازمة لإنتاج الموسيقى شبه عالية الدقة في تكوين الصيغ المضغوطة السمعية المشفرة إدراكيا مثل (إم ب ٣)[١٢] . يتم استبعاد الترددات التي عادة ما تكون مخفاة من الترميز تماما، الترتيب في نطاق

---

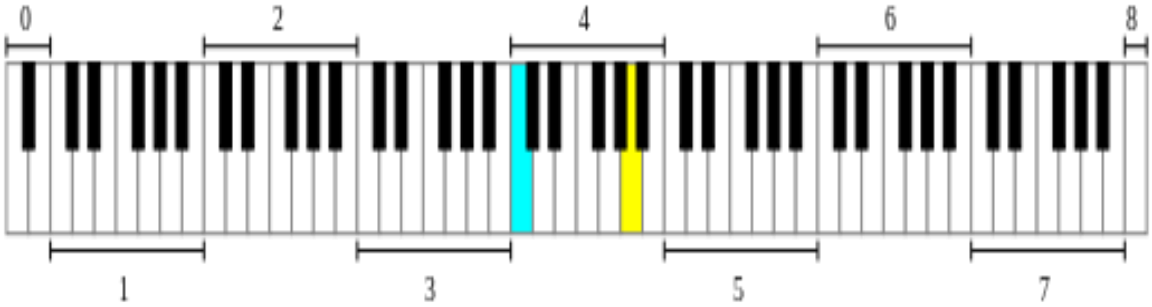
١١ جهاز كورتي The organ of Corti, or spiral organ, is the receptor organ for hearing and is located in the mammalian cochlea. Described as "a masterpiece of cellular micro-architecture", this highly varied strip of cells allows for transduction of auditory signals into nerve impulses' action potential. Transduction occurs through vibrations of structures in the inner ear causing displacement of cochlear fluid and movement of hair cells at the organ of Corti to produce electrochemical signals.

١٢ تكوين الصيغ المضغوطة السمعية المشفرة ادراكيا مثل (إم ب ٣) MPEG-1 and/or MPEG-2 Audio Layer III, more commonly referred to as MP3, is an audio coding format for digital audio which uses a form of loss data compression. It is a common audio format for consumer audio streaming or storage, as well as a de facto standard of digital audio compression for the transfer and playback of music on most digital audio players and computing devices.

الترددات المتصلة [١٣] هو التفسير للإدراك الحسي للتردد. يتراوح سمع الإنسان المثالي من ٢٠ إلى ٢٠،٠٠٠ هرتز. حساسية الإنسان للترددات تقع في نطاق ٢٠٠-٢٠٠٠ هرتز، والتي تستغرق فترة تصل الى ثلثي المسافة على الغشاء القاعدي. أحد الأدلة على ذلك هو "الاختلاف الملحوظ فقط"، وهو أصغر تغيير في تردد لهجة لنغمة جيبية واحدة ملموسة لمتوسط عدد المستمعين.

الشكل (٧ - ١٤) النوتة الموسيقية (A٤٠٠)

معظم الدراسات أوضحت حوالي ٣٪ في نطاق ١٠٠ هرتز، و٠,٥٪ في نطاق ٢٠٠٠ هرتز. يمكن استقراء أن عازف الباس له المزيد من الحرية للعزف خارج النغمة عن عازف الكمان وبشكل عام، ونحن ننظر الى لوغاريتم الترتيب على نطاق الترددات المتصلة فيما يتعلق بالتردد. الصيغة المتتالية تساوي نوتة مزاج متكافئ مع نوتة أشباه النغمات ال ١٢ أوكتاف وهي نسبة تردد واحد من الجذر التربيعي للعدد ١٢ ($2^{1/12}$)، أو ١: ١,٠٥٩٤٦.




الشكل (٧ - ١٥) بيانو ٨٨- مفتاح، مع عدد الفترات بين الترتيب على نطاق الترددات المتصلة والفترات الأخرى المخفية والفترات المتوسطة (ج) (السماوية) و (A٤٠٠) (أصفر)

١٣ الترتيب على نطاق الترددات المتصلة Pitch is a perceptual property of sounds that allows their ordering on a frequency-related scale, or more commonly, pitch is the quality that makes it possible to ...

الجدول (٧ – ١) نطاق الترددات المتصلة

## Equal Temperament Chart

Middle C = MIDI Note #60 • Low Piano A = MIDI Note #21 • MIDI Note # range 0-127

Approximate ideal human hearing range 20-20,000 Hz

Ratio Between Consecutive Semitones = 12th Root of 2 or 2^(1/12), approximately 1:1.05946

Chart Column Format: Pitch | MIDI Note Number | Cycles Per Second (Hertz)

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 0 | 8.175799 | C | 36 | 65.406395 | C | 72 | 523.251160 | C | 108 | 4186.009277 |
| C# | 1 | 8.661957 | C# | 37 | 69.295654 | C# | 73 | 554.365234 | C# | 109 | 4434.921875 |
| D | 2 | 9.177024 | D | 38 | 73.416191 | D | 74 | 587.329529 | D | 110 | 4698.636230 |
| D# | 3 | 9.722718 | D# | 39 | 77.781746 | D# | 75 | 622.253967 | D# | 111 | 4978.031738 |
| E | 4 | 10.300861 | E | 40 | 82.406891 | E | 76 | 659.255127 | E | 112 | 5274.041016 |
| F | 5 | 10.913383 | F | 41 | 87.307060 | F | 77 | 698.456482 | F | 113 | 5587.651855 |
| F# | 6 | 11.562325 | F# | 42 | 92.498604 | F# | 78 | 739.988831 | F# | 114 | 5919.910645 |
| G | 7 | 12.249857 | G | 43 | 97.998856 | G | 79 | 783.990845 | G | 115 | 6271.926758 |
| G# | 8 | 12.978271 | G# | 44 | 103.826172 | G# | 80 | 830.609375 | G# | 116 | 6644.875000 |
| A | 9 | 13.750000 | A | 45 | 110.000000 | A | 81 | 880.000000 | A | 117 | 7040.000000 |
| A# | 10 | 14.567617 | A# | 46 | 116.540939 | A# | 82 | 932.327515 | A# | 118 | 7458.620117 |
| B | 11 | 15.433853 | B | 47 | 123.470825 | B | 83 | 987.766602 | B | 119 | 7902.132812 |
| C | 12 | 16.351599 | C | 48 | 130.812790 | C | 84 | 1046.502319 | C | 120 | 8372.018555 |
| C# | 13 | 17.323914 | C# | 49 | 138.591309 | C# | 85 | 1108.730469 | C# | 121 | 8869.843750 |
| D | 14 | 18.354048 | D | 50 | 146.832382 | D | 86 | 1174.659058 | D | 122 | 9397.272461 |
| D# | 15 | 19.445436 | D# | 51 | 155.563492 | D# | 87 | 1244.507935 | D# | 123 | 9956.063477 |
| E | 16 | 20.601723 | E | 52 | 164.813782 | E | 88 | 1318.510254 | E | 124 | 10548.082031 |
| F | 17 | 21.826765 | F | 53 | 174.614120 | F | 89 | 1396.912964 | F | 125 | 11175.303711 |
| F# | 18 | 23.124651 | F# | 54 | 184.997208 | F# | 90 | 1479.977661 | F# | 126 | 11839.821289 |
| G | 19 | 24.499714 | G | 55 | 195.997711 | G | 91 | 1567.981689 | G | 127 | 12543.853516 |
| G# | 20 | 25.956543 | G# | 56 | 207.652344 | G# | 92 | 1661.218750 | G# | n/a | 13289.750000 |
| A | 21 | 27.500000 | A | 57 | 220.000000 | A | 93 | 1760.000000 | A | n/a | 14080.000000 |
| A# | 22 | 29.135235 | A# | 58 | 233.081879 | A# | 94 | 1864.655029 | A# | n/a | 14917.240234 |
| B | 23 | 30.867706 | B | 59 | 246.941650 | B | 95 | 1975.533203 | B | n/a | 15804.265625 |
| C | 24 | 32.703197 | C | 60 | 261.625580 | C | 96 | 2093.004639 | C | n/a | 16744.035156 |
| C# | 25 | 34.647827 | C# | 61 | 277.182617 | C# | 97 | 2217.460938 | C# | n/a | 17739.687500 |
| D | 26 | 36.708096 | D | 62 | 293.664764 | D | 98 | 2349.318115 | D | n/a | 18794.544922 |
| D# | 27 | 38.890873 | D# | 63 | 311.126984 | D# | 99 | 2489.015869 | D# | n/a | 19912.126953 |
| E | 28 | 41.203445 | E | 64 | 329.627563 | E | 100 | 2637.020508 | E | n/a | 21096.164062 |
| F | 29 | 43.653530 | F | 65 | 349.228241 | F | 101 | 2793.825928 | | | |
| F# | 30 | 46.249302 | F# | 66 | 369.994415 | F# | 102 | 2959.955322 | | | |
| G | 31 | 48.999428 | G | 67 | 391.995422 | G | 103 | 3135.963379 | | | |
| G# | 32 | 51.913086 | G# | 68 | 415.304688 | G# | 104 | 3322.437500 | | | |
| A | 33 | 55.000000 | A | 69 | 440.000000 | A | 105 | 3520.000000 | | | |
| A# | 34 | 58.270470 | A# | 70 | 466.163757 | A# | 106 | 3729.310059 | | | |
| B | 35 | 61.735413 | B | 71 | 493.883301 | B | 107 | 3951.066406 | | | |

على سبيل المثال، للعثور على تردد نصف نغمة (A #) [١٤] فوق(A٤٠٠) [١٥]، ٤٤٠ المتعددة مضروبة في ١,٠٥٩٤٦ للحصول على حوالي ٤٦٦،١٦٣ ٠ ينظر لكل مضاعفة في التردد كما لو كان ما يعادل أوكتاف. ويعتقد أنه بمضاعفة التردد يؤدي إلى استجابة على مسافة متساوية من الغشاء القاعدي ، ونحن نسمع أوكتافات[١٦] ذات الصلة بسبب التباعد اللوغاريتمي من وضع الترتيب على نطاق الترددات المتصلة على الغشاء، ونحن ننظر للفترات الموسيقية وليست الاختلافات في التردد، ولكن كنسبة بين الترددات وينظر الى ( A٢٢٠) إلى ( A٤٠٠) مثل الفاصل الزمني مثل ( A٤٠٠) إلى ( A٨٨٠) ، على الرغم من زوج واحد له اختلاف ٢٢٠ هرتز والآخر بفارق ٤٤٠ هرتز لأنها تشترك في نسبة تردد ١:٢ ٠ موضح أعلاه جدول تردد مقابل الترتيب على نطاق الترددات المتصلة.

- البريق وارتفاع الصوت؟

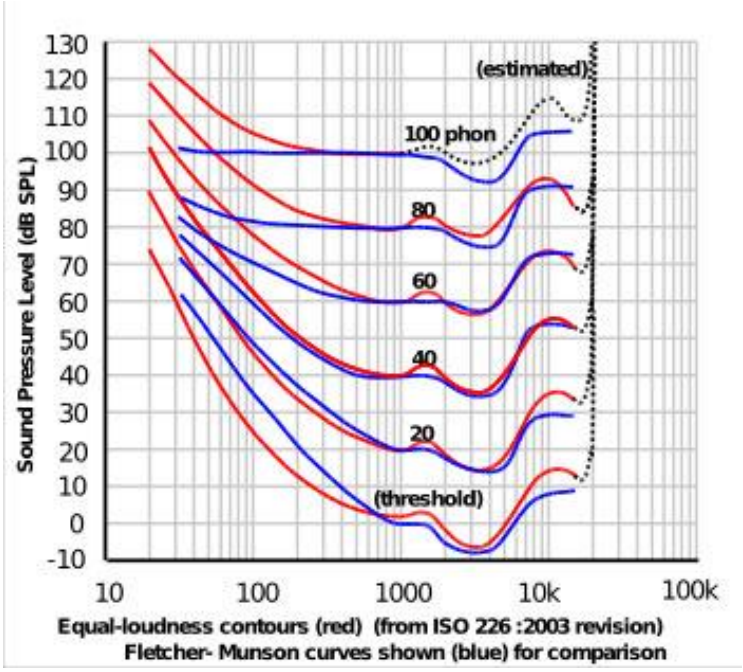
البريق وارتفاع الصوت هو الطريقة التي ننظر بها الى تغيير معين في السعة ليس بالضرورة لكونه التغيير النسبي في ارتفاع الصوت وذلك لأن ارتفاع الصوت يتأثر بكل من التردد وجودة النوتة الموسيقية أو لون اللهجة [٣] للصوت و"الفرق فقط ملحوظ"، في الحد الأدنى من السعة – يختلف بانطلاق السعة والتردد، ولكن بشكل عام فهو يتراوح بين ٠,٢ و٠,٤ ديسيبل.

---

١٤ تردد نصف نغمة (A #) A semitone, also called a half step or a half tone, is the smallest musical interval commonly used in Western tonal music, and it is considered the most dissonant[4] when sounded harmonically. It is defined as the interval between two adjacent notes in a 12-tone scale. For example, C is adjacent to C # ; the interval between them is a semitone.

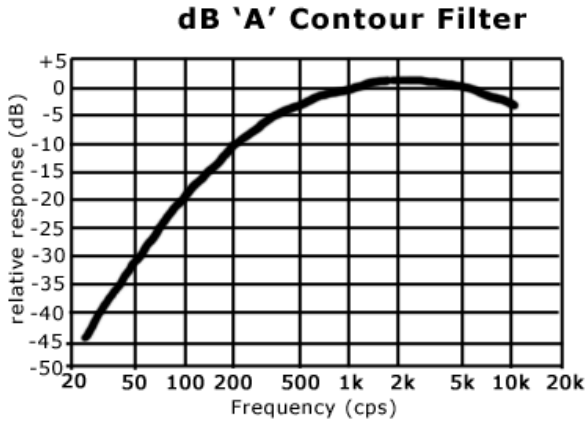
١٥ فوق(A٤٠٠) A440 or A4, which has a frequency of 440 Hz, is the musical note A above middle C and serves as a general tuning standard for musical pitch.

١٦ أوكتاف In music, an octave (Latin: *octavus*: eighth) or perfect octave is the interval between one musical pitch and another with half or double its frequency. It is defined by ANSI as the unit of frequency level when the base of the logarithm is two. The octave relationship is a natural phenomenon that has been referred to as the "basic miracle of music", the use of which is "common in most musical systems




**الشكل (٧ –١٦) منحنى البريق أو ارتفاع الصوت مع تردد النغمات بمنحنى فليتشر – مونسون**

**يتم القياس الأكثر شيوعا من خلال رسم منحنى البريق أو ارتفاع الصوت مع تردد النغمات** مماثل ل**منحنى فليتشر – مونسون، الذي نشر في عام ١٩٣٣ وتحديث الرسوم البيانية في عام ١٩٥٦ وصقلها مرة أخرى في عام ٢٠٠٣، واعتمادها من قبل المنظمة الدولية للمعايير أيزو ٢٢٦. والغرض من الرسم البياني هو إظهار أن للبشر نطاقين بصوت عال على حد سواء، وكمية الطاقة اللازمة لإنتاج النغمة بتردد واحد قد تكون تماما مختلفة مما كانت عليه في آخر عزف.** ال**خطوط المتعددة، متباعدة في تزايد ١٠ ديسيبل، توضح الخلافات فى الطاقة/التردد أكثر انحدارا في مستويات الأقل كثافة وتتسطح عند شدة كثافة عالية. مفتاح التحكم في ارتفاع الصوت في مكبر صوت ستيريو يقصد به زيادة مسار الترددات عند النغمات المنخفضة أما عند تخفيض مستويات الصوت نجد أن المنحنى أكثر انحدارا وعلى الفور يصبح من الواضح أن هناك حاجة أكثر من الطاقة الصوتية في الترددات المنخفضة لخلق أصوات مساوية الارتفاع لتلك الموجودة في الترددات الأعلى مع الحد الأدنى حوالي ٤٠٠٠ هرتز، مطلوب بعض الطاقة الإضافية لمساواة ارتفاع الصوت عند الترددات المرتفعة** ولذا ينصح ب**عدم شراء مكبر للصوت ٥٠٠ وات للترددات في نطاق ٥٠٠٠ كيلو هرتز.**




**الشكل (٧ –١٧) منحنى البريق أو ارتفاع الصوت مع تردد النغمات**

**معظم الأصوات الطبيعية وأصوات الآلات تنحصر طاقتها الصوتية في الجزء السفلي من أطيافها وبالتالي يتبعها طريقة السمع. طرق تركيب معينة، مثل تضمين التردد العالي لإنشاء الطاقة الموزعة بالتساوي في كل أنحاء الطيف، وحتى الصوت المرجح نحو الترددات العالية. أعلاه، كان هناك ذكر للطرق "المرجحة" لقياس الديسيبل الأكثر ارتباطا المتصل بالطرق التي نسمعها بها. الأكثر استخداما على نطاق واسع هو النغمة "A' المرجحة أو مقياس الديسيبل، التي تتحرك باتجاه آخر، أو تدريجيا بتصفية الترددات المنخفضة نسبيا وذلك بإنشاء قياس تتعامل به جميع الترددات المسموعة على حد سواء للأصوات وهو ما يقارب ٤٠ ديسيبل. هذا هو الخيار القياسي لمعظم قياس الديسيبل والقياسات ينبغي أن توضح الإشارة كقياس الديسيبل "A'، وليس ديسيبل ٠ ومن المثير للاهتمام، استند المقياس ديسيبل "A' معتمدا على منحنى فليتشر– مونسون ٤٠ ديسيبل، والتي تحولت إلى منحنى الأيزو ٢٢٦. تصورنا لجودة النوتة الموسيقية أو** جودة النغمة ، **يبدو الأكثر ارتباطا بالظواهر الفيزيائية لكشف الجزئيات في الطيف الصوتي ، يشار له مغلف الطيف[١٧] وهو ما يسمح بالتمييز بين**

---

١٧ **مغلف** الطيف **A spectral envelope is a curve in the frequency–amplitude plane, derived from a Fourier magnitude spectrum. It describes one point in time (one window, to be precise). The curve describes an envelope of the spectrum, i.e. it wraps tightly around the magnitude spectrum, linking the peaks. A certain smoothness or regularity of the curve is required. This means, the spectral envelope must not oscillate too much, but it should give a general idea of the distribution of the signal's energy over frequency.**

نغمتين من آلتين مختلفين بنفس السعة مما نتوقعه من الأصوات المألوفة، مثلا نغمة البيانو، لها بعض الخصائص التي تتغير مع مرور الوقت. إذا كان للمرء أن يستبعد نغمة البيانو وسماع ما تبقى، فقد لا يبدو كنغمة مشابهة للبيانو على الإطلاق, وكما ذكرت الدراسات الكلاسيكية لجودة **النوتة الموسيقية أو لون اللهجة** في القرن التاسع عشر والتي تشتمل على المغلف الشامل الذي يلفها غلاف موجي معقد، تتألف أساسا للحكم على النغمة .

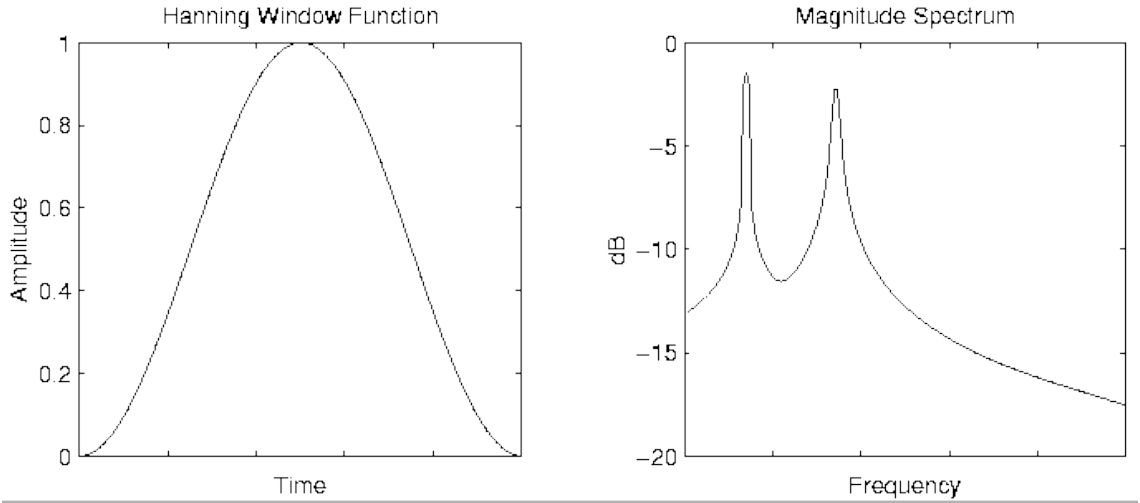



Figure 5.5: The Hanning window function and its effect

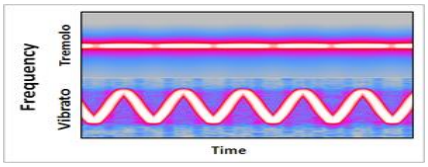
الشكل (٧ – ١٨) نافذة الدالة هانينغ وتأثيرها

تم إنشاء صورة أكثر دقة عن طريق منحنى فورييه: وأوضح أن جميع الموجات المعقدة يمكن التعبير عنها كإجمالي من موجة أو أكثر من الموجات الجيبية. نشير للأصوات التي تشتمل على جزئيات صوت عالي وقوى بمصطلح "إشراقا"، ويشار الى الأصوات التي تشتمل على جزيئات صوت ضعيفة عالية بمصطلح "مملة". والمزيد من الأطياف الطبيعية سوف تلتف مع منحدرات متفاوتة عند الترددات العالية ولكن موسيقى الكمبيوتر قادرة على إنشاء أي منحنى إيقاف مطلوب، وبالتالي فإن الأصوات التوافقية لها طاقة متساوية في الجزئيات العليا، وبالمقارنة مع الجزئيات الأقل منها، وغالبا ما تتميز بأنها طنانة. تتميز الضوضاء ذات مكونات تردد العالية والقوية المتساوية أنها أكثر هستيرية، مضحكة سخيفة [١٨]، **وتشمل جودة**

---

١٨ هستيرية، مضحكة سخيفة **Hysterical, funny, comical, amusing, dippy, outrageous, ridiculous, hissy is short for hysterical.**

النوتة الموسيقية جوانب أخرى منها الاهتزاز (فيبراتو) واهتزاز (تريمولو) [١٩]. الكمان له نطاق أصوات ضيقة جدا (أو ترددات الرنين)، وإضافة الاهتزاز (فيبراتو) قد يدفع اللهجة في الدخول والخروج من منطقة نطاق ذروة الصوت، مما يجعل الصوت أكثر ديناميكية.




الشكل (٧ – ١٩) يوضح الطيف فى الشكل الفرق بين اهتزاز(تريمولو) والاهتزاز(فيبراتو)

وقد تتسبب في تخفيف تصورنا لتعقيدات نغمات زيادة أصوات الكلام أو أصوات الآلات [٢٠] وبصرف النظر عن النغمة المسجلة وعلى الرغم من أنها قد تختلف إلى حد ما، فلا تزال تعتبر نغمة الكلارينت المنخفضة ذات الصلة للنغمة الأعلى. **يعتمد فن التزامن بشكل كبير على قدرة الملحن في خلط أطياف العديد من الآلات، ولا يعزف بالضرورة نفس النغمة أو مضاعفة الأوكتاف وإنشاء** كيان تمييز واحد، وربما لم يسمع به من قبل. معظم الموسيقيين على دراية

---

١٩ جودة النوتة الموسيقية جوانب أخرى منها الاهتزاز (فيبراتو) واهتزاز (تريمولو) The terms vibrato and tremolo are sometimes incorrectly used interchangeably, although they are properly defined as separate effects with vibrato defined as a periodic variation in the pitch (frequency) of a musical note, and tremolo as a fast repetition of the same note (usually a semiquaver) to produce the audible effect of a longer note, especially on instruments which do not have the ability of producing long sustained notes, such as the guitar. In practice, it is difficult for a singer or musical instrument player to achieve a pure vibrato or tremolo (where only the pitch or only the volume is varied), and variations in both pitch and volume will often be achieved at the same time. Electronic manipulation or generation of signals makes it easier to achieve or demonstrate pure tremolo or vibrato. Hysterical, funny, comical, amusing, dippy, outrageous, ridiculous, hissy is short for hysterical.

٢٠ نغمات زيادة لأصوات الكلام أو أصوات آلات A formant, as harmonic of a note that is augmented by a resonance. speech researcher defines formants as " spectral peaks of the sound spectrum |P(f)|". In acoustics, a very similar definition is widely used: The Acoustical Society of America defines a formant as: "a range of frequencies [of a complex sound] in which there is an absolute or relative maximum in the sound spectrum

بالمصطلح الذي يشير الى مضاعفة الأوكتاف المتكررة لخطوط ألحان الناي والمزمار في السمفونيات الكلاسيكية وقد أشارت بعض الدراسات حاجة متوسط عدد المستمعين الى مالا يقل عن ٦٠ مللي ثانية للتعرف على نغمة الصوت كما تم الافتراض أن نسمع الاختلافات في نغمات تصل إلى ٣٠ جزئية. العلاقات الزمنية تشكل جانبا من جوانب النغمة على الرغم من تأثرها بشدة بالمسافة بين النغمات، إذا عزفت سلسلة من النغمات بسرعة كافية، فإنها سوف تندمج في نغمة واحدة في عملية تسمى الانصهار مع صدى صوت كافي، حتى يمكن صهر النغمات المتباينة. استخدم هذا المبدأ لخلق خليط من النغمات الجيبية لتكوين نغمات فريدة من نوعها وأخيرا، فان الآلات لا تشع أطيافها على قدم المساواة في جميع الاتجاهات، مما يجعلها صعبة لجمع صفات النغمات الكاملة.

- **توطين الموسيقى**

يشير مصطلح التوطين قدرتنا على وضع مصدر للصوت في الفضاء فنحن نستخدم عددا من الإشارات المسموعة لهذا الغرض، أحد هذه الإشارات هو الفارق الزمنى (إينتير اورال)[٢١] لإدارة تقنية المعلومات [٢٢] وهو يشير إلى الفرق في الوقت الذي يستغرقه الصوت للوصول إلى أذن واحدة بالمقارنة مع غيرها. الأصوات التي تقع مباشرة أمام أو وراء ظهورنا تصل الى كلتا الأذنين في وقت واحد فإذا تم نقل زاوية المصدر حتى يكون الفرق أكبر من ٢٠ ميكرو ثانية، الفرق في الموقع يمكن أن ينظر إليه على انه كلما ينتقل المصدر أكثر مباشرة إلى جانب واحد من الرأس أو غيرها، فإن قدرتنا على تمييز موقعها باستخدام طريقة إدارة تقنية المعلومات يقل إلى حد ما. الآلية الثانية، هي الفرق في الكثافة (إينتير اورال) [٢٣] التي تستخدم الفرق في السعة التي يسببها إخفاء الأصوات الرئيسية القادمة من جانب واحد أو آخر بسبب

---

٢١ الفارق الزمنى (إينتير اورال) The intraoral time difference is the difference in arrival time of a sound between two ears

٢٢ إدارة تقنية المعلومات ITD method

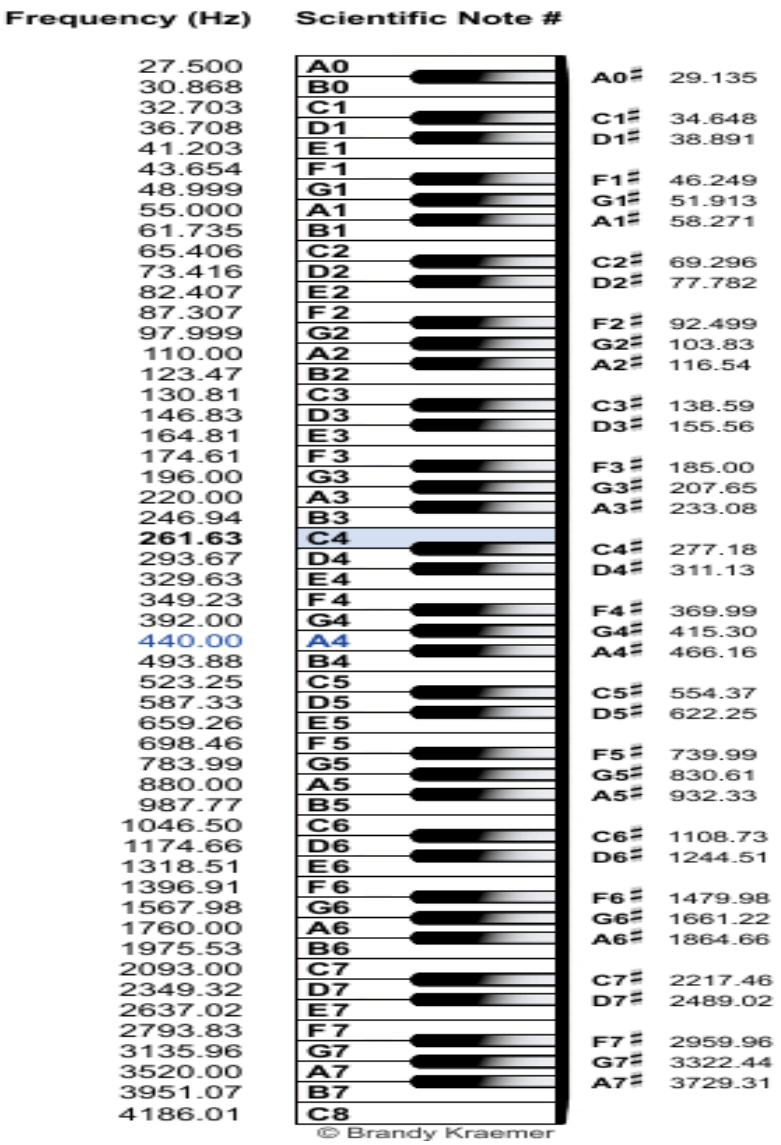
٢٣الفرق فى الكثافة (إينتيراورال) second mechanism, called the interaural intensity difference, or IID

انخفاض الترددات مع طول الموجات الأطول التي تنكسر بسهولة أكبر حول الكائنات، هذه الآلية هي أكثر فعالية للترددات الأعلى، شكل الصيوان (الخارجي للأذن) أيضا يعتبر مرشحات للترددات التي تعتمد على زاوية الحدوث وهو مسؤول أيضا عن قدرتنا على وضع الأصوات في مستوى عمودي للتصفية، كما ان محاولة طي صيوان الأذن مرارا لمعرفة مدى وضع الأصوات. توفر الموجات الصوتية التي تنعكس قبالة الكتف بعض الإشارات للموقع وثمة ظاهرة صوتية فسيولوجية يجب أخذها في الاعتبار عند وضع مكبرات الصوت هو تأثير الأسبقية (المعروف أيضا باسم تأثير هاس)، التي يتلقى المستمع فيها نفس الإشارة من مكبرات صوت متعددة ووضعها الى أقرب المتكلمين، وليس في الوسط، ما لم يكن فرق الوقت بين وصول الإشارات أقل من ٣٥ ميلي ثانية فان أكثر من ٣٥ ميلي ثانية فانه يعتبر وصول الإشارة الثانية بمثابة صدى لأول صوت. هذا هو السبب في محاولة الجلوس في موقع مركزي في الحفل الموسيقى الإلكتروني! في الأستوديوهات، وقاعات الاجتماعات وغيرها من المناطق الواسعة مع أنظمة مخاطبة الجمهور، وغالبا ما يتم وضع مكبرات الصوت بعيدا عن مصدر الصوت، بحيث يستشعر المستمعين الصوت القادم من موقع غير متوقع. في الحكم على حجم واضح للمساحة الصوتية، فتعتمد الإشارات السمعية على العديد من العوامل، بما في ذلك الوقت الذي انقضي من سماع صوت المصدر إلى الاستماع إلى أقرب الانعكاسات، بداية من الصدى، فإن شدة وزمن الصدى، وانتشار الترددات العالية، والترددات الرنانة للصدى مع الصوت متعدد القنوات والسيطرة على تردد اصطناعي، والعديد من الآثار المكانية مثيرة للاهتمام.

### ٧ – ٢ ما هي العلاقة بين التردد وحدة الصوت في النوتة الموسيقية بوحدة أوكتاف؟

بإلقاء نظرة على الجزء الخلفي في لوحة مفاتيح البيانو، حيث تختلط مفاتيح سوداء وبيضاء، حيث إن الفجوة من مفتاح إلى المفتاح التالي تمثل دائما نفس الفرق في حدة الصوت التي تستقبلها الأذن، وتسمى نصف نغمة أو نصف خطوة في النوتة الموسيقية فهناك ١٢ شبه نغمة في أوكتاف واحد. تباعد المسافات بين المفاتيح البيضاء غير منتظمة في أشباه النغمات والنغمات المختلفة.

**الشكل (٧ – ٢٠) الخلفي في لوحة مفاتيح البيانو**




**الشكل (٧ – ٢١) لوحة المفاتيح في التدوين العلمي لحدة الصوت**

**تتعرف آذاننا على هذا النمط ولا سيما يستخدمه الكثير في الموسيقى الغربية، لذلك تطور البيانو مع عدم انتظام التباعد. كل من أشباه النغمات الصوتية المسموعة تقريبا لها نفس العرض وتمثل نفس النسبة من الترددات: $t_{frac}\ \{1\}\ \{12\} = 1.059463094$**

الأوكتاف هو مضاعفة تردد، بتقسيمه الى ١٢ نسبة متساوية وتمثل كل خطوة الجذر الثاني عشر للعدد اثنين. كل نغمة هي بالطبع شبه نغمتين (نصف خطوة) او ١,١٢٢٤٦٢٠٤٨

### ٧ -٢ – ١ جدول السلم الموسيقى وصيغ الخطوات ونصف الخطوات

جداول السلم الموسيقى [٢٤] مبنية على صيغ الفاصل الزمني التي تستخدم فقط النصف خطوات والخطوات كلها. عند تشغيل النغمة الموائمة [٢٥]، والسلم الموسيقى الثانوي [٢٦]، وجداول قياس الإحباط [٢٧] وبعض "الجداول العرقية أو العنصرية"[٢٨] مثل وضع رابا أهافا المستخدمة في الموسيقى المسجلة، ثم تشغيل الجداول التي تحتوي على الخطوات كلها، والنصف الخطوات، والخطوة ونصف وأكثر. فهناك بعض الملاحظات منها الملاحظة الأولى في الجدول التي تسمى الجذور [٢٩]:

- جذر النطاق الرئيسي (C) للسلم الموسيقى (C)
- الجذر لمقياس الرئيسي (Eb) للسلم الموسيقى (Eb)
- الجذر من نطاق (G) للسلم الموسيقى (G)

---

٢٤ جداول السلم الموسيقى A diatonic scale is one that has no added sharps or flats other than what is in the key signature -- the scale's interval pattern could be played using only the white keys on the piano. Diatonic scales are the major scales, natural minor scales (not the harmonic or melodic, because they add sharps!), Dorian, molybdian and all the other so-called "Church Modes"

٢٥ النغمة الموائمة – harmonic minor

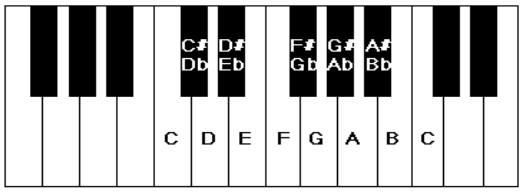
٢٦ السلم الموسيقى الثانوي – melodic minor

٢٧ جداول قياس الإحباط (blues scales) تطوّر في موسيقى الجاز عن أغنية ذات طابع حزين مكتئب وإيقاع بطيء

٢٨ الجداول العرقية أو العنصرية مثل وضع رابا أهافا المستخدمة في الموسيقى المسجلة ethnic scales" like the Ahava Raba mode used in Klezmer music

٢٩ الملاحظة الأولى في الجدول تسمى جذوره (جذر النطاق الرئيسي (C) للسلم الموسيقى (C) – الجذر لمقياس الرئيسي (Eb) للسلم الموسيقى (Eb) – الجذر من نطاق (G) للسلم الموسيقى (G))The first note of the scale is called its root: (the root of the C major scale is a C – the root of an Eb major scale is an Eb – the root of a G minor scale is a G)

باستخدام المفاتيح البيضاء فقط، يبدأ النطاق الأساسي ابتداء من النغمة (C) بدون حدة وهي غير مستوية. بالنظر على لوحة المفاتيح، نرى أن هذا القياس يتبع نمط الخطوة الكاملة/نصف الخطوة. (الجذور، الخطوة الكاملة، الخطوة الكاملة، النصف خطوة، الخطوة الكاملة، الخطوة الكاملة، الخطوة الكاملة، النصف خطوة ((C D E F G A B C




الشكل (٧ – ٢٢) صيغة السلم الموسيقى الأساسي (R, W, W, H, W, W, W, H)

| Major | Minors | Dorian | Mixolydian |
|---|---|---|---|
| C = no sharps, no flats | a | d | G |
| F = Bb | d | g | C |
| Bb = Bb Eb | g | c | F |
| Eb = Bb Eb Ab | c | f | Bb |
| Ab = Bb Eb Ab Db | f | bb | Eb |
| Db = Bb Eb Ab Db Gb | bb | eb | Ab |
| Gb = Bb Eb Ab Db Gb Cb | eb | ab | Db |
| Cb = Bb Eb Ab Db Gb Cb Fb | ab | db | Gb |
| | | | |
| G = F# | e | a | D |
| D = F# C# | b | e | A |
| A = F# C# G# | f# | b | E |
| E = F# C# G# D# | c# | f# | B |
| B = F# C# G# D# A# | g# | c# | F# |
| F# = F# C# G# D# A# E# | d# | g# | C# |
| C# = F# C# G# D# A# E# B# | a# | d# | G# |

الشكل (٧ – ٢٣) جدول مفتاح التوقيعات

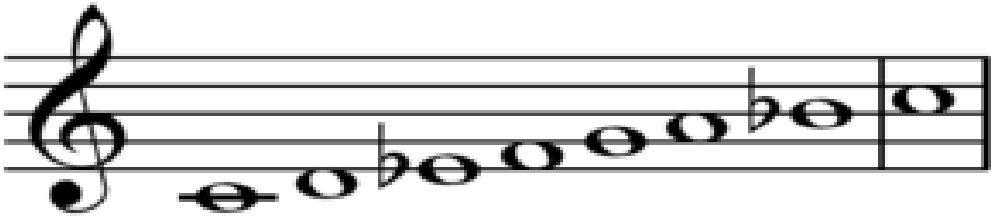
الآن، إذا استخدمت لوحة المفاتيح وعزف السلم الموسيقى الأساسي [٣٠] ابتداء من المفتاح (D)، سوف تحتاج إلى إضافة (F #) و(C#) من أجل نمط الخطوة الكاملة، نمط النصف خطوة، بالنظر على مخطط مفتاح التوقيع [٣١] سوف تعلم أن هذا صحيح! وهذا يوضح كيفية الوصول الى مفتاح التوقيعات الرئيسية الحقيقة – حاول معرفة الجداول الرئيسية القليلة باستخدام لوحة المفاتيح، ثم التحقق من مخطط مفتاح التوقيع لمعرفة ما إذا كانت صحيحة.

---

٣٠ السلم الموسيقى الأساسي music a key or harmony based on a musical scale that has intervals of a semitone between the third and fourth and the seventh and eighth notes major scale

٣١ مخطط مفتاح توقيع – key signature chart

- صيغ السلم الموسيقى [٣٢]
- القياس الأساسي (R, W, W, H, W, W, W, H)
- قياس النغمة الطبيعية (R, W, H, W, W, H, W, W)
- قياس النغمة الموائمة (R, W, H, W, W, H, 1 1/2, H (notice the step and a half))
- قياس السلم الموسيقى الثانوي (R, W, H, W, W, W, W, H going down is: R, W, W, H, W, W, H, W)
- نمط النغمة دورين [٣٣](R, W, H, W, W, W, H, W)



الشكل (٧ – ٢٤) نمط النغمة دورين الحديثة

---

٣٢ صيغ السلم الموسيقى (القياس الأساسي – قياس النغمة الطبيعية – قياس النغمة الموائمة – قياس السلم الموسيقى الثانوي – نمط النغمة دورين – نمط النغمة ميكس وليديان – نمط النغمة أهافا رابا – مقياس البلوز الخماسي البسيط) Scale Formulas (Major Scale: R, W, W, H, W, W, W, H – Natural Minor Scale: R, W, H, W, W, H, W, W – Harmonic Minor Scale: R, W, H, W, W, H, 1 1/2, H (notice the step and a half) – Melodic Minor Scale: going up is: R, W, H, W, W, W, W, H going down is: R, W, W, H, W, W, H, W – Dorian Mode is: R, W, H, W, W, W, H, W– Mixolydian Mode is: R, W, W, H, W, W, H, W – Ahava Raba Mode is: R, H, 1 1/2, H, W, H, W, W – A minor pentatonic blues scale (no sharped 5) is: R, 1 1/2, W, W, 1 1/2, W

٣٣ نمط النغمة دورين – Dorian mode or Doric mode can refer to three very different but interrelated subjects: one of the Ancient Greek *Harmonia* (characteristic melodic behavior, or the scale structure associated with it), one of the medieval musical modes, or, most commonly, one of the modern modal diatonic scales, corresponding to the white notes from D to D, or any transposition of this, for example the scale from C to C with both E and B flattened.

- نمط النغمة أهافا رابا [٣٤] (R, H, 1 1/2, H, W, H, W, W)
- نمط النغمة ميكس وليديان [٣٥] (R, W, W, H, W, W, H, W)
- مقياس البلوز الخماسي البسيط [٣٦](R, 1 1/2, W, W, 1 1/2, W)

- مقياس السلم الموسيقى

هو مقياس سلم موسيقى واحد لا يحتوي على اضافات حادة أو مسطحة خلاف ما هو في مفتاح التوقيع – نمط الفاصل الزمني للجدول يمكن أن يتم عزفه باستخدام المفاتيح البيضاء فقط على البيانو. جداول السلم الموسيقى هي جداول رئيسية وجداول النغمة الطبيعية (الغير متناسقة أو منغمة، لأنها تضيف الحدة!)، نمط النغمة دورين ونمط النغمة ميكس وليديان وجميع ما يسمى "الأنماط الكنسية. مرة أخرى، نقلا عن قاموس هارفارد للموسيقى "، القياس الدقيق لنصف النغمة (النصف خطوة) يختلف قليلا وفقا لنظام الضبط. في المزج المتساوي، كل نصف نغمة تساوي بالضبط ١٠٠ سنت. حيث:

- "سنت"[٣٧] هو وحدة لقياس الفترات الموسيقية.
- "المزج المتساوي"[٣٨] هو الطريقة التي يتم بها ضبط البيانو. كل نصف خطوة ١٠٠ سنتا، لا أكثر ولا أقل.
- "المزج المتوسط"[٣٩] ونظام فيثاغورس لضبط الترنيم" كل منهما يشتمل على فترات غير متساوية. بعض أشباه النغمات هي صغيرة حوالي ٩٠ سنت وغيرها بحجم أكبر ١١٤ سنتا.

---

٣٤ أهافا رابا – THE "*AHAVA RABA*" *MODE*. The most common Jewish scale heard in the performance of traditional instrumental Klezmer music, is known as the "Ahava Raba".

٣٥ نمط النغمة ميكس وليديان – one Mix Lydian mode may refer to one of three things: the name applied of the ancient Greek Harmonia or tonoi, based on a particular octave species

٣٦ مقياس البلوز الخماسي البسيط A minor pentatonic blues scale (no sharped 5

٣٧ سنت" وحدة لقياس الفترات الموسيقية. "Cents" is measurement unit to measure musical intervals

٣٨ المزاج المتساوي"– ""Equal temperament" is the way a piano is tuned. Every half step is 100 cents, no more, no less.

٣٩ "المزاج المتوسط" "Mean temperament" and the "Pythagorean system of tuning" both have unequal intervals. Some semitones are small as 90 cents and others large as 114 cents.

لا تسمع الأذن المزج المتساوي، ولكننا نسمع العلاقات بين النوت التي تكون مختلفة والتي تعتمد على كيفية ملائمة النوتة مع المقياس. مثال: عندما يتم العزف على آلة الرياح [٤٠] أو عزف ألحان مجموعة كمان الفيولين[٤١]، فان اصابع النوتة مثل (D#) أو/ و(Eb) ستكون في الواقع مختلفة قليلا اعتمادا على ما إذا كان (D#) في الجدول، أو (Eb). مثال آخر: ضبط المفتاح (F) بشكل مختلف قليلا اعتمادا على ما إذا كانت الثالثة أو الخامسة في الجدول. في العزف المتقدم، تستشعر الأذن هذا التناقض والعازف لا يفكر في الامر. فلماذا يكون المزج الطبيعي متساوي؟؟ في تاريخ لوحات مفاتيح الآلات في وقت مبكر كان على العازف العودة لكل مفاتيح القيثارة – المفتاح (C)، (E) كان الثالث، ولكن إذا تحولنا إلى مفتاح (D)، المفتاح (E) وهو الآن الثاني يتطلب ضبطه بشكل مختلف. المزج المتساوي كوسيلة لتحديد متوسط الفرق، الذي يشتمل على القليل من اللحن وقليلا في التناغم. تعتاد الأذن استخدام هذا الضبط والذي يعمل بشكل جيد.

### ٧ – ٢ – ٢ الأوكتاف

في الموسيقى[٤٢] ، الأوكتاف[٤٣] الواحد (في اللاتينية :الأوكتاف الثامن) أو الأوكتاف المثالي وهو الفاصل بين نغمة موسيقية ونغمة أخرى بنصف أو ضعف التردد .

---

٤٠ عازف الرياح – A wind instrument is a musical instrument that contains some type of resonator (usually a tube), in which a column of air is set into vibration by the player blowing into (or over) a mouthpiece set at the end of the resonator

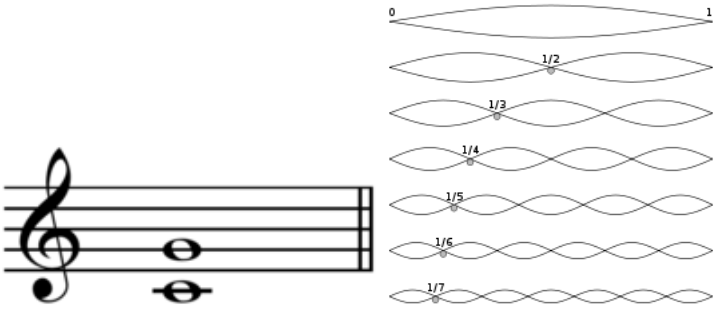
٤١ مشغل ألحان مجموعة الفيولين – *String player* definition, a person who plays an instrument of the violin family

٤٢ الموسيقى– Music is an art form and cultural activity whose medium is sound and silence, which exist in time. The common elements of music are pitch (which governs melody and harmony), rhythm (and its associated concepts tempo, meter, and articulation), dynamics (loudness and softness), and the sonic qualities of timbre and texture (which are sometimes termed the "color" of a musical sound).

٤٣ الأوكتاف The band was named after the music term "Octave", which is the interval between one musical pitch and another with half or double its frequency.

والتي تم تحديدها من قبل معهد المعايير الوطنية الأمريكية [٤٤]كوحدة لمستوى التردد[٤٥] عند قاعدة اللوغاريتم هي سنتان موسيقيتان. الأوكتاف هي ظاهرة طبيعية تعرف باسم "المعجزة الأساسية للموسيقى"، وهي "شائعة الاستخدام في معظم النظم الموسيقية". السلالم الموسيقية الأكثر أهمية عادة ما تكون مكتوبة باستخدام ثماني نوت، والفترة الفاصلة بين النوتة الأولى والأخيرة تمثل أوكتاف. على سبيل المثال، في السلم الموسيقى الرئيسي (C) عادة تكتب ( C D E F G A B C)، الحروف الأولي والنهائية تمثل أوكتاف على حدة.

الشكل (٧-٢٥) أوكتاف متعددة (F) الوتر الرئيسي مع أوكتافات




الشكل (٧ – ٢٦) السلسلة التوافقية هي سلسلة بشروط مكتوبة بمقلوب الأرقام (١/٢ كتب ك ٢/١) – فيثاغورس الخامسة الصحيحة على (C)

---

٤٤ معهد المعايير الوطنية الأمريكية The American National Standards Institute (ANSI) is a private non-profit organization that oversees the development of voluntary consensus standards for products, services, processes, systems, and personnel in the United States

٤٥ كوحدة لمستوى التردد -, Frequency level The octave is a unit of level (specifically, "frequency level", for $r = 2$) though that concept is seldom seen outside of the standard. A semitone is one twelfth of an octave.

مع مراعاة أن نوتتين موسيقيتان مفصولين بأوكتاف لهما نفس اسم الحرف هما من نفس طبقة النغمة. يمكن الاستشهاد بثلاثة أمثلة من الألحان تميز الأوكتاف الصحيح مثل الفاصلة الافتتاحية للأغاني " الغناء تحت المطر في مكان ما على قوس قزح "، و" غريب على الشاطئ ". فان الفاصل الزمني بين التوافقيات الأولى والثانية من السلسلة التوافقية [٤٦] تمثل أوكتاف. يشار أحيانا الى الأوكتاف على أنه التناغم[٤٧]. للتأكيد على أنها أحد الفترات المثالية[٤٨] (بما في ذلك الانسجام، والرابع المثالي[٤٩] ، والخامس المثالي[٥٠] تم تعيين الأوكتاف (P8) . الأوكتاف الأعلى أو الأسفل والمشار إليه بالنوتة يتم اختصارها في بعض الأحيان الى ($8^{a}$) أو ($8^{va}$) والتي تساوى كل الأوكتافات الإيطالية ، ($8^{va}$) باسا تساوى كل أوكتوفات باسا الإيطالية ، وأحيانا أيضا ($8^{vb}$) أو ببساطة (8) لأوكتاف في الاتجاه المشار له بوضع هذه العلامة أعلى أو أسفل.

---

٤٦ السلسلة التوافقية – A harmonic series is the sequence of sounds where the base frequency of each sound is an integral multiple of the lowest base frequency.

٤٧ التناغم – Diapason (interval), the name of the just octave in Pythagorean tuning, In musical tuning theory, a Pythagorean interval is a musical interval with frequency ratio equal to a power of two divided by a power of three, or vice versa. For instance, the perfect fifth with ratio 3/2 (equivalent to $3^1/2^1$) and the perfect fourth with ratio 4/3 (equivalent to $2^2/3^1$) are Pythagorean intervals.

٤٨ الفترات المثالية – In music theory, an interval is the difference between two pitches. An interval may be described as horizontal, linear, or melodic if it refers to successively sounding tones, such as two adjacent pitches in a melody, and vertical or harmonic if it pertains to simultaneously sounding tones, such as in a chord

٤٩ الرابع المثالي – In classical music from Western culture, a fourth is a musical interval encompassing four staff positions (see Interval number for more details), and the perfect fourth is a fourth spanning five semitones (half steps, or half tones).

٥٠ الخامس المثالي – In music theory, a perfect fifth is the musical interval corresponding to a pair of pitches with a frequency ratio of 3:2, or very nearly so. In classical music from Western culture, a fifth is the interval from the first to the last of five consecutive notes in a diatonic scale

على سبيل المثال، إذا كان تردد نوتة موسيقية ٤٤٠ هرتز ، فإن النوتة الموسيقية بأوكتاف واحد أعلى يكون ترددها ٨٨٠ هرتز، والنوتة الموسيقية بأوكتاف واحد أقل يكون ترددها ٢٢٠ هرتز. النسبة بين ترددات نوتتين موسيقيتين يفصلهم أوكتاف واحد هي ٢: ١.

الشكل (٧ – ٢٧) فترات لحني ومتناسق الشكل – اللحن الرابع المثالي – اللحن الخامس المثالي

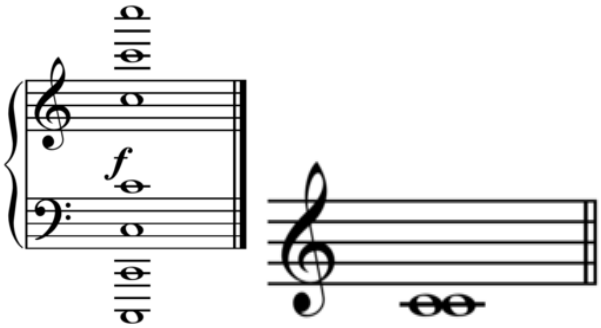
يحدث المزيد من الأوكتافات للتردد المستخدم فى النوت الموسيقية عند ($2^n$) (حيث n عدد صحيح)، مثل ٢، ٤، ٨، ١٦، الخ ومقلوبهم في هذه السلسلة. على سبيل المثال، ٥٥ هرتز و٤٤٠ هرتز هما واحد واثنين أوكتافات بعيدا من ١١٠ هرتز لأنهما (٢/١ أو $2^{-1}$ و (٤ (أو $2^2$) عدد مرات التردد على التوالي.

الشكل (٧ – ٢٨) مثال لأوكتاف من (G4) الى (G5) – على اليسار لحن "وميض وميض ليتل ستار" تضاعف في أربعة أوكتافات: تتفق وما يعادلها

بعد الإنسجام[٥١]، أوكتاف هو أبسط فاصل في الموسيقى. تميل أذن الإنسان إلى سماع كل من النوت الموسيقية نفسها بشكل أساسي، وذلك بسبب ارتباط التوافقيات ارتباطا وثيقا. النوت الموسيقية المنفصلة بأوكتاف تمثل "حلقة" مع بعضها، إضافة الى الصوت

٥١ الإنسجام – In music, unison is two or more musical parts sounding the same pitch or at an octave interval, usually at the same time. Rhythmic patterns which are homorhythmic are also called unison.

المستحسن للموسيقى . لهذا السبب، فان النوت الموسيقية ذات فاصل أوكتاف تعطى نفس اسم النوتة الموسيقية في النظام الغربي لتدوين الموسيقى[٥٢] اسم النوتة الموسيقية أوكتاف فوق (A) هو أيضا A. وهذا ما يسمى تعادل أوكتاف ، الافتراض أن النغمات أوكتاف واحد أو أوكتافات كثيرة على انفراد هي موسيقي متعادلة في نواح كثيرة، مما أدى إلى اتفاقية "بأن جداول تحدد بشكل فريد الفترات داخل الأوكتاف". وتصور ان النغمة لها بعدين اثنين، النغمة المرتفعة ذات (التردد المطلق) وطبقة النغمة النسبية (الوضع النسبي داخل الأوكتاف)، وتشمل بطبيعتها دائرية أوكتاف. وهكذا فإن جميع (C#s)، أو كل المفاتيح الأولى (1s) (إذا كانت C = 0)، في أي أوكتاف هي جزء من نفس طبقة النغمة[٥٣].



الشكل (٧ – ٢٩) نغمة انسجام مثالي – جميع مفاتيح Cs على بيانو (باستثناء C8، متاح في جراند)

---

٥٢ تدوين الموسيقى – Music notation or musical notation is any system used to visually represent aurally perceived music played with instruments or sung by the human voice through the use of written, printed, or otherwise-produced symbols, including ancient symbols or modern musical symbols and including ancient symbols cut into stone, made in clay tablets or made using a pen on papyrus, parchment or manuscript paper; printed using a printing press (ca. 1400s), a computer printer (ca. 1980s) or other printing or modern copying technology.

٥٣ طبقة النغمة – In music, a pitch class is a set of all pitches that are a whole number of octaves apart, e.g., the pitch class C consists of the Cs in all octaves. "The pitch class C stands for all possible Cs, in whatever octave position." Important to musical set theory, a pitch class is, "all pitches related to each other by octave, enharmonic equivalence, or both. Thus, using scientific pitch notation, the pitch class "C" is the set

تعادل الأوكتاف هو جزء من معظم "الثقافات الموسيقية المتقدمة"، ولكنها بعيدة عن العالمية في بداية الموسيقى في وقت مبكر[٥٤]. اللغات التي كتبت بها أقدم وثائق مكتوبة موجودة على ضبط، السومرية والأكادية [٥٥] ، لم يستخدم المصطلح المعروف "أوكتاف". ومع ذلك، يعتقد أن مجموعة من أقراص المسمارية[٥٦] التي تصف بشكل جماعي ضبط آلات الأوتار التسعة الوترية، ويعتقد أن تكون القيثارة[٥٧] البابلية، تصف التضبيط لسبعة من الأوتار، مع

---

٥٤ الموسيقى في وقت مبكر – Early music is music, especially Western art music, composed prior to the Classical era. The term generally comprises Medieval music (500–1400) and Renaissance music (1400–1600), but can also include Baroque music (1600–1760), and, according to some authorities such as Kennedy (who excludes Baroque), Ancient music (before 500 AD). According to the UK's National Centre for Early Music, the term "early music" refers to both a repertory (European music written between 1250 and 1750 embracing Medieval, Renaissance and the Baroque) – and a historically informed approach to the performance of that music. However, today this term has come to include "any music for which a historically appropriate style of performance must be reconstructed based on surviving scores, treatises, instruments and other contemporary evidence."

٥٥ السومرية والأكادية – Sumerian is the language of ancient Sumer and a language isolate which was spoken in southern Mesopotamia (modern Iraq). During the 3rd millennium BC, a very intimate cultural symbiosis developed between the Sumerians and the Akkadians, which included widespread bilingualism. The influence of Sumerian on Akkadian (and vice versa) is evident in all areas, from lexical borrowing on a substantial scale, to syntactic, morphological, and phonological convergence. This has prompted scholars to refer to Sumerian and Akkadian in the third millennium BC as a *Sprachbund* (area of linguistic convergence)

٥٦ المسمارية – Cuneiform script, one of the earliest systems of writing, was invented by the Sumerians. It is distinguished by its wedge-shaped marks on clay tablets, made by means of a blunt reed for a stylus. The name *cuneiform* simply means "wedge shaped"

٥٧ القيثارة – The lyre is a string instrument known for its use in Greek classical antiquity and later periods. The lyre is similar in appearance to a small harp but with distinct differences.

وجود مؤشرات على ضبط الوترين المتبقيين اوكتاف واحد من اثنين من الأوتار السبعة التي تم ضبطها. قد لا يكون تم التفكير في الأوكتاف كوحدة واحدة في حد ذاتها. وقد أظهرت الدراسات ان معادلة اوكتاف في تجربة للقرود، قد يكون لها أساس بيولوجي لمخطط أوكتاف من الخلايا العصبية في المهاد السمعية في دماغ الثدييات منها أيضا الفئران، والأطفال الرضع للإنسان والأطفال من أربع الى تسع سنوات وللموسيقيين والغير موسيقيين ولكن ليس الزرزور.

الشكل (٧ – ٣٠) وميض وميض ليتل ستار "ميلودي تضاعف في الخامس: تتفق إلى حد ما ولكنها ليست معادلة – على اليسار لحن "وميض وميض ليتل ستار" تضاعف في ثوان: لا تتفق ولا تكافئ

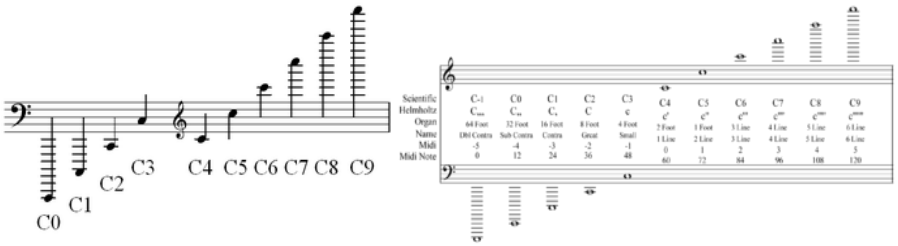
في حين تشير الأوكتافات عادة الى الأوكتاف المثالي (P8)، والفاصل الزمني لأوكتاف في نظرية الموسيقى يشمل التعديلات اللونية داخل طبقة النغمة، وهذا يعني أن المجموعة من (G♮) الى (G♯) (١٣ شبه نغمة أعلى) هو أوكتاف معزز[٥٨] (A8)، وG ♮ إلى G ♭ (١١ شبه نغمة أعلى) هو تقلص أوكتاف[٥٩] (d8). من النادر استخدام الفواصل، كما أن هناك

---

٥٨ أوكتاف معزز – In modern Western tonal music theory an augmented octave is the sum of a perfect octave and an augmented unison or chromatic semitone. It is the interval between two notes, with the same note letter on staff positions an octave apart, whose alterations cause them, in ordinary equal temperament, to be thirteen semitones apart. In other words, it is a perfect octave which has been widened by a half-step, such as B♭ and B♮ or C and C♯; it is a compound augmented unison. It is the enharmonic equivalent of a minor ninth

٥٩ تقلص أوكتاف – In classical music from Western culture, a diminished octave is an interval produced by narrowing a perfect octave by a chromatic semitone. As such, the two notes are denoted by the same letter but have different accidentals. For instance, the interval from C4 to C5 is a perfect octave, twelve semitones wide, and both the intervals from C♯4 to C5, and from C4 to C♭5 are diminished octaves, spanning eleven semitones. Being diminished, it is considered a dissonant interval

تدوين انهار مونيكالي[٦٠] المكافئ للتدوين المتاح، ولكن يجب الاعتراف بهذه الفئات في عدم الفهم الكامل لدور ومعنى للأوكتاف في الموسيقى.




الشكل (٧ – ٣١) أسلوب تدوين المقطوعات الموسيقية – على اليسار العشرة مفاتيح في التدوين للنغمة

- يتم تحديد أوكتافات بأنظمة مسميات مختلفة.

من بينها الأكثر شيوعا هي التعريف العلمي للنغمة[٦١] ، وتعريف نغمة هيلمهولتز[٦٢] ، وأنابيب الجهاز، ووصلات رقمية[٦٣] و أنظمة النوت الموسيقية.

---

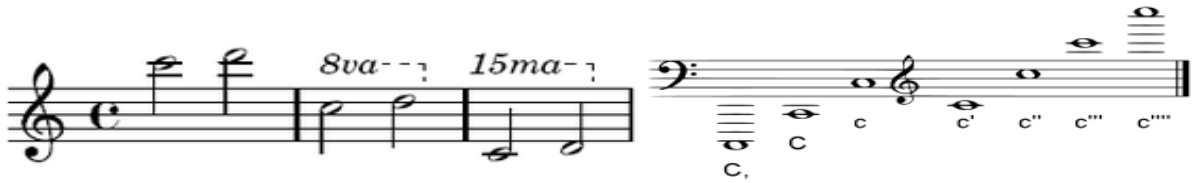
٦٠ انهار مونيكالي – In modern musical notation and tuning, an enharmonic equivalent is a note, interval, or key signature that is equivalent to some other note, interval, or key signature but "spelled", or named differently. Thus, the enharmonic spelling of a written note, interval, or chord is an alternative way to write that note, interval, or chord. For example, in twelve-tone equal temperament (the currently predominant system of musical tuning in Western music), the notes C♯ and D♭ are *enharmonic* (or *enharmonically equivalent*) notes.

٦١ التعريف العلمي للنغمة Scientific pitch notation (or SPN, also known as *American Standard Pitch Notation* (ASPN) and *International Pitch Notation* (IPN)) is a method of specifying musical pitch by combining a musical note name (with accidental if needed) and a number identifying the pitch's octave.

٦٢ وتعريف نغمة هيلمهولتز Helmholtz pitch notation is a system for naming musical notes of the Western chromatic scale. Developed by the German scientist Hermann von Helmholtz, it uses a combination of upper and lower case letters (A to G) and the sub- and super-prime symbols (, ′) to describe each individual note of the scale. It is one of two formal systems for naming notes in a particular octave, the other being scientific pitch notation

٦٣ وصلات رقمية General MIDI describes Digital Interface is a technical standard that 82 KB (10,028 words) (e.g., that pressing keys on a MIDI keyboard will cause an attached MIDI sound module to play musical notes), GM goes further in two ways: it requires – 14 KB (1,671 words

في التدوين، غالبا ما يشار الى أوكتاف محدد من خلال إضافة رقم بعد اسم حرف النوتة. وهكذا فان (C) في الوسط هي ("$C_4$) بسبب مكان النوت مثل المفتاح (C) الرابع على لوحة المفاتيح القياسية للبيانو ذات ٨٨ مفتاح، في حين أن (C) الأعلى تصبح ($C_5$) في نظام يعرف باسم تدوين النغمة العلمي[٣٨].




الشكل (٧ – ٣٢) التسمية على انفراد للمفاتيح ($C_s$) باستخدام نظام هلمهولتز – على اليسار مثال لنفس النوتتين بانتظام في شريحة ($8^{va}$)، وفي شريحة ($8^{va}$)

يرى أحيانا في التدوين لورقة الموسيقى [٦٤] ($8^{a}$) أو ($8^{va}$) بمعنى عزف هذا الأوكتاف أعلى من المكتوب (جميع الأوكتاف يقف عند الأوكتاف ($8^{a}$) [٦٥]). وهذا ترتيب هومورهيثميك من القطعة التقليدية بعنوان أديستا فيديليس"، لأصوات مختلطة [٦٦]. ($8^{a}$) أو ($8^{va}$) تقف على الثامن؛ الأوكتاف أعلاه يمكن أن يحدد ألتا أوتافا أو سوبرا أوتافا. أحيانا يستخدم ($8^{va}$) لتنبيه العازف ليعزف بالمرور بأوكتاف أقل، على الرغم من استخدام تدوين مماثل للثامن (ألتا أوتافا أو سوبرا أوتافا)

---

٦٤ التدوين لورقة الموسيقى Sheet music is a handwritten or printed form of music notation that uses modern musical symbols to indicate the pitches (melodies) , rhythms and/or chords of a song or instrumental musical piece. Like its analogs

٦٥ جميع الأوكتاف يقف عند ($8^{a}$) Glossary of musical terminology mean (play) with some freedom in the time, see rubato all' ottava" at the octave", see ottava alla breve In cut-time; two beats per measure or the equivalent

٦٦ ورقة الموسيقى المكتوبة، ترمز لألحان موسيقية وايقاعات وكلمات (إذا كانت الكلمات موجودة). وهذا ترتيب هومورهيثميك من القطعة التقليدية بعنوان Adeste" فيديليس"، لأصوات مختلطة, Sheet music is a written notated representation of musical melodies, rhythms and lyrics (if lyrics are present). This is a homorhythmic arrangement of a traditional piece entitled "Adeste Fideles", in standard two-staff format (bass staff and treble staff) for mixed voices

**الشكل (٧ – ٣٣) ستة أوكتافات على مونوتشورد**

**الشكل (٧ – ٣٤) الموسيقى المكتوبة، ترمز لألحان موسيقية وايقاعات وكلمات (إذا كانت الكلمات موجودة).**

**وبالمثل، المفتاح ($15^{ma}$) كيندسيما[٦٧] يعني "عزف اثنين أوكتاف أعلى من المكتوب" و($15^{mb}$) (كيندسيما باسا) تعني "عزف اثنين أوكتاف أقل من المكتوب". لأغراض الموسيقى النظرية (وليس على ورقة الموسيقى)، يمكن اختصار الأوكتاف الثامن المثالي بالرمز (P8)، والفاصل الزمني بين ١٢ شبه نغمة او أوكتاف واحد). في نظرية الموسيقى ، الأوكتاف الأول ، يسمى أيضا أوكتاف كونترا، ويتراوح من ($C_1$) ، أو حوالي ٣٢,٧ هرتز ، إلى ($C_2$)**

٦٧ كيندسيما – (quindicesima)

، حوالى ٦٥,٤ هرتز، يستخدم في المزج المتساوي ضبط (A440)[٦٨] . وهذا هو أقل أوكتاف كامل لمعظم أجهزة البيانو . أقل نوتة في الآلات الموسيقية مثل الكمان[٦٩] ، باسون[٧٠]

الشكل (٧ – ٣٥) نغمة المزاج المتساوي (A440)

الشكل (٧ – ٣٦) بيانو ٨٨–مفتاح، مع أوكتاف مرقم والأوسط (C سماوي) و (A440 – أصفر)

الشكل (٧ – ٣٧) منظر أمامي وجانبي لكمان حديث مع نمط القوس الفرنسي – على اليسار منظرين لموديل رينارد باسون طراز ٢٢٠

---

٦٨ (A440) – A440 or A4, which has a frequency of 440 Hz, is the musical note A above middle C and serves as a general tuning standard for musical pitch

٦٩ الكمان – The double bass or simply the bass (and numerous other names) is the largest and lowest-pitched bowed string instrument in the modern symphony orchestra.

٧٠ باسون – The bassoon is a woodwind instrument in the double reed family that typically plays music written in the bass and tenor clefs, and occasionally the treble.

**الشكل (٧١) أداة الجيتار الكهربائي – في الوسط الجيتار الكلارينت طويل المدى- على اليسار الكلارنيت كونترباس الأجهر**

**والجيتار الكهربائي[٧١] ، الجيتار الكلارينت طويل المدى[٧٢] ، الكلارينت الأجهر[٧٣] ، كونتر باسون[٧٤] ، طوبا[٧٥] وسوسافون[٧٦] هي جزء من الأوكتاف الأول.**

---

٧١ الجيتار الكهربائي **The bass guitar (also called electric bass or simply bass) is a stringed instrument played primarily with the fingers or thumb, by plucking, slapping, popping, strumming, tapping, thumping, or picking with a plectrum, often known as a pick**

٧٢ الجيتار الكلارينت طويل المدى. **The bass clarinet is a musical instrument of the clarinet family. Like the more common soprano B♭ clarinet, it is usually pitched in B♭ (meaning it is a transposing instrument on which a written C sounds as B♭), but it plays notes an octave below the soprano B♭clarinet**

٧٣ الكلارينيت الأجهر **The contrabass clarinet and contra-alto clarinet are the two largest members of the clarinet family that are in common usage.**

٧٤ كونترباسون – **The contrabassoon, also known as the double bassoon, is a larger version of the bassoon, sounding an octave lower. Its technique is like its smaller cousin, with a few notable differences.**

٧٥ طوبا – **The tuba** Italian **pronunciation: is the largest and lowest-pitched musical instrument in the brass family. Like all brass instruments, sound is produced by moving air past the lips, causing them to vibrate or "buzz" into a large cupped mouthpiece.**

٧٦ سوسافون – **The sousaphone is a type of tuba designed to be easier to play than the concert tuba while standing or marching. It is widely employed in marching bands and various other musical genres.**

**الشكل (٧ – ٧٢) كونترباسون – في الوسط نموذج كون طوبا J٢٥ – على اليسار سوسافونيس (١٨٩٣)، معروضة في متحف "الموسيقى"**

**الشكل (٧ – ٧٣) نطاق مجموعة صوت بروفوندو باسو (C2 – C4) على لوحة المفاتيح بيانو باللون الأخضر مع دوت تمييز الأوسط (C)**

**قدرة المطربين[٧٧] للغناء بكفاءة في الأوكتاف الأولى نادرة، حتى بالنسبة للذكور. المغني الذي يمكن أن يصل إلى هذا المستوى يعرف باسم باسو براندفو[٧٨] وتعنى بالإيطالية عميق الفهم. والمغنى الروسي يمكن أن يغني في هذا النطاق، والنغمات الأساسية تغنى بها رهبان التبت[٧٩] ومطربين الحلق[٨٠] في سيبيريا ومنغوليا في هذا النطاق.**

---

٧٧ المطربين – Singing is the act of producing musical sounds with the voice, and augments regular speech by the use of sustained tonality, rhythm, and a variety of vocal techniques.

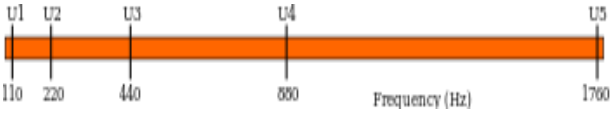
٧٨ باسو براند فو – Basso profondo (Italian: "deep bass"), sometimes basso profundo or contrabass, is the bass voice subtype with the lowest vocal range.

٧٩ رهبان التبت – Tibetan Buddhism is the body of Buddhist doctrine and institutions characteristic of Tibet, the regions surrounding the Himalayas and much of Central Asia.

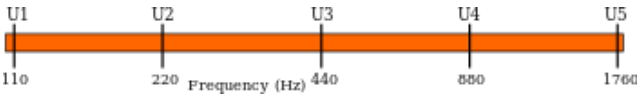
٨٠ المطربين الحلق – Overtone singing—also known as overtone chanting, harmonic singing or throat singing—is a type of singing in which the singer manipulates the resonances (or formants) created as air travels from the lungs, past the vocal folds, and out of the lips to produce a melody.

## السنت الموسيقى

الشكل (٧ – ٧٤) سنت موسيقى واحد مقابل الشبه نغمة على آلة موسيقية قديمة [٨١] مبتورة




الشكل (٧ – ٧٥) تتزايد الأوكتوفات بشكل مضاعف عندما تقاس على مقياس تردد خطي (هرتز).




الشكل (٧ – ٧٦) أوكتوفات منفصلة متساوية عند قياسها على مقياس لوغاريتمي (سنتا).

السنت الموسيقى هو لوغاريتم[٨٢] وحدة القياس المستخدمة للفترات الموسيقية. تقسم اثني عشر[٨٣] نغمة متساوية المزج , والأوكتاف الى ١٢ نصف نغمة من ١٠٠ سنت موسيقى لكل منها. عادة، يستخدم السنت الموسيقى للتعبير عن فترات صغيرة، أو لمقارنة أحجام الفترات

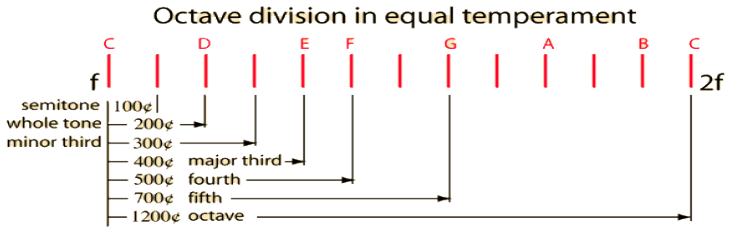
---

٨١ آلة موسيقية قديمة مبتورة A monochord, also known as sonometer (see below), is an ancient musical and scientific laboratory instrument, involving one (mono) string (chord). The term *monochord* is sometimes used as the class-name for any musical stringed instrument having only one string and a stick shaped body, also known as musical bows

٨٢ لوغاريتم A logarithmic scale is a nonlinear scale used when there is a large range of quantities. Common uses include the earthquake strength, sound loudness, light intensity, and solutions. It is based on orders of magnitude, rather than a standard linear scale, so each mark on the scale is the previous mark multiplied by a value.

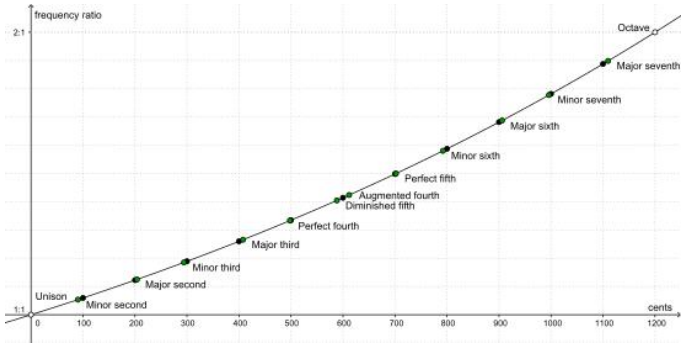
٨٣ تقسم الفترة الموسيقية الى اثني عشر In twelve-tone equal temperament, which divides the octave into 12 equal parts, the width of a semitone, i.e. the frequency ratio of the interval between two adjacent notes, is the twelfth root of two: $\sqrt[12]{2} = 2^{1/12} \approx 1.059463$ , This interval is divided into 100 cents.

المماثلة في مختلف أنظمة الضبط ، في واقع الأمر فترة سنت موسيقى واحد صغير جدا حتى يمكن أن تسمع بين النوت الموسيقية المتعاقبة.




الشكل (٧ – ٧٧) تقسيم الأوكتاف في المزج المتساوي

تم اجراء القياس على اللوغاريتمات الصوتية لنظام نصف نغمة العشري التي وضعت في العام ١٨٣٠، على الآلات الموسيقية من جميع أنحاء العالم، وذلك باستخدام سنت موسيقى على نطاق واسع للتدوين ومقارنة المقاييس المستخدمة،




الشكل (٧ – ٧٨) مقارنة لمزج متساوي (أسود) وفترات فيثاغورس (الأخضر) توضح العلاقة بين نسبة التردد وقيم الفواصل الزمنية بوحدات السنت الموسيقى

وكذلك في وصف واستخدام النظام في ١٨٧٥ وتسجيل الأحاسيس بالنغمة. فقد أصبح الأسلوب القياسي لتمثيل ومقارنة النغمات الموسيقية والفترات مثل علاقة الديسيبل[٨٤] بشدة الصوت، والسنت هو نسبة بين ترددين متقاربين لتظل النسبة ثابتة على مدى الطيف الترددي، يجب أن يكون نطاق الترددات التي تشملها بالسنت الموسيقى ليتناسب مع الترددين. وشبه

---

٨٤ الديسيبل The decibel (dB) is a logarithmic unit used to express the ratio of two values of a physical quantity. One of these values is often a standard reference value, in which case the decibel is used to express the level of the other value relative to this reference.

**نغمة المزج متساوية [٨٥] (الفترة الفاصلة بين مفتحين متجاورين في البيانو) تمتد ١٠٠ سنتا بالتحديد. الأوكتاف هو نوتتين موسيقيتين بنسبة تردد ٢: ١ يمتد اثني عشر نصف نغمة وبالتالي ١٢٠٠ سنتا. لرفع التردد سنت واحد يتم ضرب التردد بقيمة السنت الثابت و١٢٠٠ سنتا تضاعف التردد، نسبة الترددات سنت واحد بالتدقيق [٨٦] والجذر ١٢٠٠ للعدد ٢تساوى ١٢٠٠√٢ وهو ما يقرب من ١,٠٠٠ ٥٧٧ ٧٨٩٥. في النوتتين الموسيقيتين، إذا كان ترددات السنت معروفة لقياس الفترة من (a) الى (b)، فيمكن حسابها بالمعادلة (على غرار تعريف ديسيبل ١٠ لو ١٠): وبالمثل، إذا كانت النوتة الموسيقية (a) والعدد (n) سنت معروفة في الفترة من (a) الى (b)، يمكن حساب (b).**

**٧ – ٢ – ٣ كيفية حساب السنت الموسيقى**

**الحقيقة أن أوكتاف واحد يساوي ١٢٠٠ سنتا واحداً يؤدى إلى نسبة واحد أس أثنين**

$$\frac{f_2}{f_1} = 2^{\frac{¢}{1200}}$$

**وهذا مناسب لحساب التردد المقابل لعدد معين من سنت. لحساب عدد سنت لأي ترددين، يجب عكس العلاقة المذكورة أعلاه وبحساب قيم اللوغاريتم في كلا الجانبين يعطي:**

$$\ln\left[\frac{f_2}{f_1}\right] = \frac{¢}{1200}\ln 2 \qquad or \qquad ¢ = 1200\frac{\ln\left[\frac{f_2}{f_1}\right]}{\ln 2}$$

**للمقارنة بين نظم ضبط مختلفة، وتحويل الأحجام الفاصلة المختلفة الى سنتا.**

---

٨٥ المزج متساوية An equal temperament is a musical temperament, or a system of tuning, in which every pair of adjacent notes is separated by the same interval. In other words, there are equal ratios of the frequencies of any adjacent pair, and, since pitch is perceived roughly as the logarithm of frequency, equal perceived "distance" from every note to its nearest neighbor.

٨٦ نسبة الترددات سنت واحد بالتدقيق The twelfth root of two or $\sqrt[12]{2}$ is an algebraic irrational number. It is most important in music theory, where it represents the frequency ratio of a semitone in twelve-tone equal temperament. Historically this number was proposed for the first time in relationship to musical tuning in 1580 (rewritten 1610) by Simon Stevin.

على سبيل المثال، لمجرد تنغيم[٨٧] الثلث الجوهري يمثله نسبة التردد ٥: ٤. بتطبيق الصيغة أعلاه توضح أنه حوالي ٣٨٦ سنتا. ما يعادل الفترة المقابلة لبيانو المزج المتساوي حوالي ٤٠٠ سنتا. الفرق، ١٤ سنتا، حوالي سبع نصف الخطوة وهي مسموعة بسهولة.

الشكل (٧ – ٧٩) سلسلة توافقية، مرقمة من ١ الى ٥

- دالة متعددة التعريف الخطية التقريبية [٨٨]

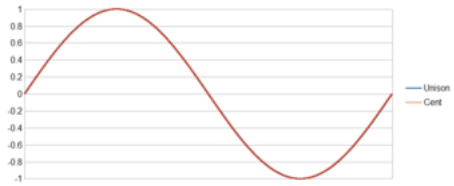
كلما زادت (x) من الصفر إلى ($^{1}/_{12}$) تزيد الدالة ($2^{x}$) خطيا تقريبا من (١,٠٠٠٠٠٠) الى (١,٠٥٩٤٦). يمكن القياس بالتدقيق بالسنت الأسى باعتباره دالة متعددة التعريف الخطية التي هي صحيحة من الناحية العددية مع النصف نغمة. وتساوى (n) حيث قيمة (n) تتراوح من صفر الى مائة وبالتقريب ١ + ٠,٠٠٠٥٩٤٦ (n) بدلا من ($2^{n}/_{1200}$). الخطأ بالتقريب حول الصفر عندما تكون (n) صفر أو ١٠٠، وحوالي ٠,٧٢ سنتا أعلى عند (n) تساوى ٥٠، حيث القيمة الصحيحة للرقم ($2^{1}/_{24}$ تساوى ٣٠ ١,٠٢٩) مقربة بواسطة ١ +٥٩٤٦ ٠,٠٠٠ × ٥٠ = ١,٠٢٩٧٣. قيمة هذا الخطأ أقل بكثير من أي شيء

---

٨٧ مجرد تنغيم In music, just intonation (sometimes abbreviated as JI) or pure intonation is any musical tuning in which the frequencies of notes are related by ratios of small whole numbers. Any interval tuned in this way is called a pure or just interval. Pure intervals are important in music because they correspond to the vibrational patterns found in physical objects which correlate to human perception (see harmonic series). The two notes in any just interval are members of the same harmonic series.

٨٨ دالة متعددة التعريف الخطية التقريبية In mathematics, a piecewise linear function is a real–valued function defined on the real numbers or a segment thereof, whose graph is composed of straight–line sections. It is a piecewise–defined function, each of whose pieces is an affine function. Usually – but not always – the function is assumed to be continuous; in that case, its graph is a polygonal curve.

مسموع إنسانيا، مما يجعل الدالة متعددة التعريف الخطية التقريبية كافية لمعظم الأغراض العملية.




الشكل (٧ – ٨٠) الشكل الموجي للانسجام (أزرق) مقابل سنت (أحمر)، لا يمكن تمييزها تقريبا

- **الإدراك البشري**

من الصعب تحديد عدد السنت الذي يدركه البشر حيث تختلف اختلافا كبيرا من شخص إلى آخر. ذكر أحد المؤلفين أن البشر يمكنهم تمييز الفرق في حدة الصوت من حوالي ٥–٦ سنتا. يختلف القدر القليل الملموس من الناحية التقنية والمعروف باسم **الفرق الذى يمكن ملاحظته**[٨٩] والذى يتغير كدالة مع سعة وجرس التردد[٩٠] . في أحد الدراسات، أوضحت أن التغيرات في نوعية اللهجة تقلل قدرة الطلاب الموسيقيين على التعرف على الخروج عن لحن ما وحيود حدة الصوت عن القيمة المناسبة ± ١٢ سنتا. كما ثبت أن زيادة السياق النغمي يمكن المستمعين الحكم على حدة الصوت بشكل أكثر دقة. مواقع كثيرة على الانترنت للاختبار الذاتي متاحة مجانا، "على الرغم من وجود فترات موسيقية أقل من بضعة سنتات وغير محسوسة للأذن البشرية في سياق لحني، في إطار التغييرات الصغيرة جدا يمكن أن تتسبب

---

٨٩ الفرق الذي يمكن ملاحظته In the branch of experimental psychology focused on sense, sensation, and perception, which is called psychophysics, a just-noticeable difference or JND is the amount something must be changed in order for a difference to be noticeable, detectable at least half the time. This limen is also known as the difference limen, differential threshold, or least perceptible difference

٩٠ جرس التردد In music, timbre (also known as tone color or tone quality from psychoacoustics) is the perceived sound quality of a musical note, sound, or tone that distinguishes different types of sound production, such as choir voices and musical instruments, such as string instruments, wind instruments, and percussion instruments, and which enables listeners to hear even different instruments from the same category as different (e.g. a viola and a violin).

التغيرات الكبيرة في خشونة الأحبال عند الاستماع إلى حدة الصوت مع التأثير الموسيقى [٩١]، هناك أدلة على أن البشر تستوعب متوسط التردد كمركز لحدة الصوت. أحد الدراسات الحديثة للأداء وجدت ان مدى الاهتزاز يتراوح عادة بين ± ٣٤ سنتا و± ١٢٣ سنتا بمتوسط قدره ± ٧١ سنتا. يتعرف البشر البالغين على الفرق في قيم حدة الصوت الصغيرة مثل ٢٥ سنتا بموثوقية. هناك صعوبة في التعرف على الاختلافات أقل من ١٠٠ سنتا للبالغين مع عيوب معالجة حدة الصوت (أماسيا) [٩٢]، ومع ذلك، وفي بعض الأحيان تكون هناك مشكلة مع الفواصل الزمنية الكبيرة.

- نبرة الصوت

مصطلح نبرة الصوت وأيضا الغضب هو فاصل موسيقى ($2^{1}/_{600}$) ويساوي اثنين سنتا ($2^{2}/_{1200}$) تم اقتراحه كوحدة للقياس ٦٠٠ خطوة في الأوكتاف وفي وقت لاحق في نظرية تطور الدرجة اللونية تم اقتراحه كوحدة قياس ١٠٠ خطوة لكل مزج متساوي [٩٣] في النغمة الكلية [٩٤]. على سبيل المثال المزج المتساوي للخمس المثالي يساوى ٧٠٠ سنت وتساوى ١٧٥,٦ سافاأرتس [٩٥] وتساوى ٥٨٣,٣ ميللى أوكتاف[٩٦] وتساوى ٣٥٠ سنتى تون.

---

٩١ التأثير الموسيقى Vibrato (Italian, from past participle of "vibrare", to vibrate) is a musical effect consisting of a regular, pulsating change of pitch. It is used to add expression to vocal and instrumental music. Vibrato is typically characterized in terms of two factors: the amount of pitch variation ("extent of vibrato") and the speed with which the pitch is varied ("rate of vibrato")

٩٢ عيوب معالجة حدة الصوت (أماسيا) Amusia is a musical disorder that appears mainly as a defect in processing pitch but also encompasses musical memory and recognition. Two main classifications of amusia exist: acquired amusia, which occurs because of brain damage, and congenital amusia, which results from a music-processing anomaly present.

٩٣ مزج متساوي An equal temperament is a musical temperament, or a system of tuning, in which every pair of adjacent notes is separated by the same interval.

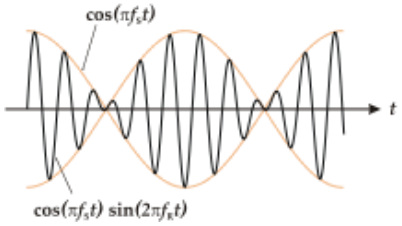
٩٤ النغمة الكلية In Western music theory, a major second (sometimes also called whole tone) is a second spanning two semitones

٩٥ سافاأرتس The savart is a unit of measurement for musical pitch intervals One savart is equal to one thousandth of a decade (10/1: 3,986.313714 cents): 3.9863 cents. Musically, in just intonation, the interval of a decade is precisely a just major twenty-fourth, or, in other words, three octaves and a just major third

٩٦ ميللى أوكتاف The mill octave (mo.) is a unit of measurement for musical intervals. As is

- **ملفات الصوت**

**يعزف العديد من الملفات الصوتية الشائعة بفترات مختلفة. في كل حالة تعزف النوتة الموسيقية المتوسطة (C) الأولى. النوتة التالية هي أكثر وضوحا من القيمة المعينة (C) سنتا. وأخيرا، تعزف النوتتين في وقت واحد. مع ملاحظة أن الدالة متعددة التعريف الخطية التقريبية لفرق الدرجة ٥–٦ سنتا عزفت بشكل منفصل، النوت الموسيقية قد لا تظهر فرق مسموع، ولكن عندما تعزف معا، يجوز أن تسمع الضوضاء[٩٧] (على سبيل المثال إذا تم عزف النغمة المتوسطة (C) والنوتة الموسيقية بأعلى ١٠ سنتا). في أي لحظة معينة، تعزز النغمة الطول الموجي للنوتتين أو إلغاء بعضها البعض تبعا لعلاقة مرحلة الوجه اللحظية. أداة توليف البيانو قد تحقق دقة ضبط عن طريق توقيت العزف عندما يسمع الوترين في آن واحد.**




**الشكل (٧ – ٨١) الرسم التخطيطي لتكرار الضوضاء**

## ٧ – ٣ الموسيقى في أواخر القرن التاسع عشر إلى أوائل القرن العشرين

**في مطلع القرن العشرون ، التجارب مع الإلكترونيات الناشئة أدت إلى ظهور أول الآلات الموسيقية الإلكترونية[٩٨] . الاختراعات الأولية لم تباع ، ولكن بدلا من ذلك استخدمت في**

---

expected from the prefix milli–, a mill octave is defined as $1/1000$ of an octave. From this it follows that one mill octave is equal to the ratio $2^{1/1000}$, the $1000$th root of $2$, or approximately $1.0006934$

٩٧ الضوضاء In acoustics, a beat is an interference pattern between two sounds of slightly different frequencies, *perceived* as a periodic variation in volume whose rate is the difference of the two frequencies.

٩٨ الآلات الموسيقية الإلكترونية An electronic musical instrument is a musical instrument that produces sound using electronics. Such an instrument sounds by outputting an electrical audio signal that ultimately drives a loudspeaker. An electronic instrument might include a user interface for controlling its sound, often by adjusting the pitch, frequency, or duration of each note. However, it is increasingly common to separate user interface and sound–

المظاهرات والعروض العامة وقدمت للجماهير مع إعادة نسخ الموسيقى الموجودة بدلا من تركيبات موسيقية جديدة للأجهزة, بينما اعتبرت بعضها مستجدات لإنتاج نغمات بسيطة، آلة التيلهارمونيوم[٢٧] مزجت بدقة صوت الآلات الأوركسترالية وحققت قابلية لتقدم تجاري في تشغيل ملفات الموسيقى من خلال شبكات الهاتف.

الشكل (٧ – ٨٢) في مقياس نغمة الربع، الرئيسية من الدرجة اللونية التقليدية

رأى النقاد أن الاتفاقيات الموسيقية واعدة مع هذه التطورات مع الوقت وتشجيع تكوين النغمات الموسيقى القصيرة [٩٩] بالآلات الإلكترونية وتوقع زيادة استخدام الآلات الموسيقية في المستقبل، وصممت رسوم مأثرة لشكل جمالي جديد من الموسيقى. بدء أعضاء الحركة الفنية الإيطالية [٣١] بتأليف الموسيقى مع الضجيج الصوتي لاستحضار صوت الآلات بالسماح بتلون الصوت وجودة النغمات بالإلكترونيات في بيان مؤثر لفن الضوضاء[١٠٠] .

---

generating functions into a music controller (input device) and a music synthesizer, respectively, with the two devices communicating through a musical performance description language such as MIDI or Open Sound Control.

٩٩ النغمات الموسيقى القصيرة Microtonal music or micro tonality is the use in music of microtones —intervals smaller than a semitone, which are also called "micro intervals". It may also be extended to include any music using intervals not found in the customary Western tuning of twelve equal intervals per octave.

١٠٠ بيان مؤثر لفن الضوضاء The Art of Noises is a Futurist manifesto, written by Luigi Russolo in a 1913 letter to friend and Futurist composer Francesco Balilla Pratella. In it, Russolo argues that the human ear has become accustomed to the speed, energy, and noise of the urban industrial sounds cape;

- **المؤلفات المبكرة**

**أدى تطور تكنولوجيا الصمامات المفرغة إلى ظهور معدات إلكترونية أصغر حجما، ومضخمة للصوت، وعملية أكثر للأداء ٠ وعلى وجه الخصوص، آلة الثيرمين[٥] ، وأنغام مارتينوت[١٠١] وآلة التروتونيوم[١٠٢] التي أنتجت تجاريا في وقت مبكر من العام ١٩٣٠م . من أواخر العام ١٩٢٠م ، التطبيق العملي المتزايد للأدوات الإلكترونية كان له التأثير على الملحنين وكانت تستخدم عادة من ضمن الفرق الموسيقية ، ومعظم الملحنين كتب أجزاء للآلة الموسيقية الثيرمين التي كان من الممكن القيام بها معا بالآلات الوترية ٠ انتقد الملحنين الأوائل الاستخدام السائد للأدوات الإلكترونية للأغراض التقليدية. قدمت الآلات توسعات في الموارد التي تم استغلالها من قبل المهتمين بموسيقى النغمات القصيرة واستخدمت** آلة **الثيرمين للتخلي عن النغمات الثابتة تماما، في حين أن الملحنين الروس اعتبرها مصدر للضجيج أو الموسيقى الضوضائية .**

- **تجارب التسجيل**

**التطورات المبكرة لـتقنية التسجيل مع نظيراتها من المعدات الإلكترونية, اخترعت أول وسيلة لتسجيل وإعادة إنتاج الصوت في أواخر القرن التاسع عشر مع ظهور الفونوغراف الميكانيكي. أصبح مشغل الأقراص شائع في الاستخدام المنزلي واستخدمها الملحنين لتسجيلات قصيرة في العروض وأعقب إدخال التسجيل الإلكتروني عن طريق زيادة التجريب قام العازفين بتكوين عدة قطع موسيقية لتسجيلات الآلات والغناء بسرعات معدلة , وفي الوقت نفسه، بدأ الملحنين تجربة حديثة متقدمة بتكنولوجيا ربط الصوت على**

---

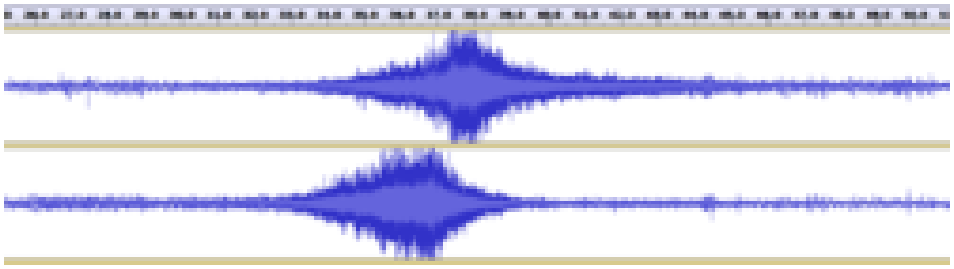
١٠١ وموجات مارتينوت **The ondes Martenot "Martenot waves", also known as the ondium Martenotand ondes musicales, is an early electronic musical instrument invented Martenot, in 1928 by Maurice Martenot. The original design was similar in sound to the Theremin. The sonic capabilities of the instrument were later expanded by the addition of timbral controls and switchable loudspeakers.**

١٠٢ آلة التروتونيوم **The Trautonium is a monophonic electronic musical instrument**

الفيلم . يمكن تقسيم التسجيلات وإعادة ترتيبها لتكوين الفن التصويري للصوت ، وعلاوة على ذلك ، سمحت التكنولوجيا أن يكون الصوت على شكل رسوم وصور وتعديلها وقد استخدمت هذه التقنيات لتأليف الموسيقى التصويرية لعدة أفلام في ألمانيا وروسيا.

- التسجيل الإلكترو صوتى الموسيقى

أول عملية لتسجيل الصوت تم الكشف عنها في عام ١٩٣٥ . تطورت التحسينات على التكنولوجيا باستخدام تقنية التغذية بالتيار المتردد، مما أدى إلى تحسن ملحوظ في عملية التسجيل، في وقت مبكر من العام ١٩٤٢م، تم اختبار المسجلات لتسجيل الصوت الستيريوفونيك[١٠٣] .



الشكل (٧ – ٨٣) فرق التوقيت في تسجيل ستيريوفونيك لسيارة تسير في الماضي.

على الرغم من هذه التطورات كانت تقتصر في البداية على ألمانيا، وكانت هذه هي الأساس لأول جهاز تسجيل منتج تجاريا في عام ١٩٤٨. ساهم الشريط الصوتي المغناطيسي في ظهور مجموعة جديدة واسعة من الاحتمالات الصوتية للموسيقيين والملحنين والمنتجين والمهندسين، وكان الشريط الصوتي رخيص نسبيا وموثوق به للغاية، وكانت قدرته للاستنساخ أفضل من أي وسيلة لتسجيل الصوت حتى تاريخه. الأهم من ذلك، على عكس الأسطوانات، كان الشريط الصوتي يتميز بالليونة في الاستخدام مثل الفيلم حيث يمكن تقليل وزيادة سرعة

---

١٠٣ الصوت ستيريوفونيك Stereophonic sound or, more commonly, stereo, is a method of sound reproduction that creates an illusion of multi-directional audible perspective. This is usually achieved by using two or more independent audio channels through a configuration of two or more loudspeakers (or stereo headphones) in such a way as to create the impression of sound heard from various directions, as in natural hearing

الشريط، او حتى تشغيله إلى الوراء أثناء التسجيل أو العرض، في كثير من الأحيان مع التأثير المذهل أمكن تسجيله بنفس الطريقة التي تتم في تسجيل الأفلام، مما يسمح لإزالة الأجزاء الغير مرغوب فيها من التسجيلات بسهولة أو استبدالها. وبالمثل، يمكن إضافة أجزاء من شرائط من مصادر أخرى، ويمكن أيضا توصيل الشريط بتشكيلات لانهائية التي تعرض باستمرار أنماط متكررة من المواد المسجلة مسبقا. ساهم تطور معدات تضخيم الصوت والخلط في توسيع قدرات الشريط كوسيلة إنتاج، مما يسمح بتعدد تسجيلات سبق تسجيلها (و / أو أصوات حية، والكلام أو الموسيقى) على أن تكون مختلطة معا وتسجيلها في وقت واحد على شريط آخر مع فقدان القليل نسبيا من خواصها. كان مفاجئة غير متوقعة أخرى أن المسجلات يمكن تعديلها بسهولة نسبيا لتصبح معدات لصدى الصوت التي تنتج تأثيرات معقدة، ويمكن السيطرة عليها، وذات جودة عالية لصدى الصوت (معظمها سيكون من المستحيل عمليا تحقيقه بالوسائل الميكانيكية). ساهم انتشار المسجلات في نهاية المطاف إلى تطوير شريط كهرسمعي موسيقى[١٠٤] , أول مثال معروف في عام ١٩٤٤ كان من تأليف حليم عبد المسيح الضبع ، وهو طالب في القاهرة، فى مصر. وسجلت أصوات حفل زار قديمة باستخدام مسجل سلكي وفي إستوديوهات إذاعة الشرق الأوسط عالج المواد باستخدام الصدى، والتحكم في الجهد، وإعادة التسجيل. وكان عنوان العمل الناتج التعبير عن الزار وتم تقديمه في عام ١٩٤٤ في حفل أقيم فى معرض فني في القاهرة , في حين أن تجاربه الأولية على الشريط استنادا إلى التكوين لم يكن معروف على نطاق واسع خارج مصر في ذلك الوقت، وقد نشر عملة في موسوعة الموسيقى الإلكترونية في مركز كولومبيا–برينستون للموسيقى الإلكترونية في أواخر ١٩٥٠م .

---

١٠٤ شريط كهرسمعي موسيقى Electro acoustic music, following the incorporation of electric sound production into compositional practice. The initial developments in electro acoustic music composition to fixed media during the 20th century, the home of music concrete, where tape music, electronic music, and computer music were all explored. Practical electronic music instruments began to appear in the early 1900s, and "electronic sounds" were also produced using animation techniques .

- **الرقص والموسيقى الإلكترونية**

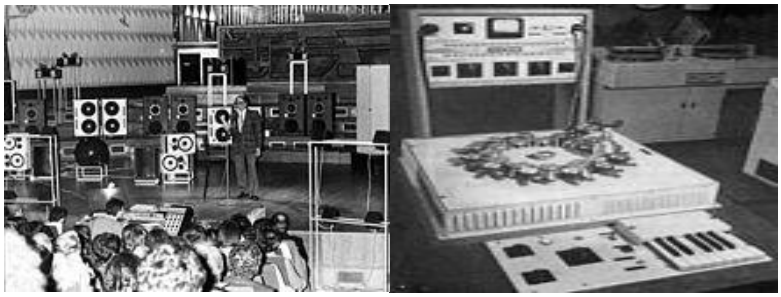
**كانت خواص صوت لو فاي للرقاقة الموسيقية والمعروفة باسم الموسيقى ٨ بت في البداية نتيجة للقيود التقنية لرقاقات الصوت في وقت مبكر، وقد استمر هذا الاتجاه حتى يومنا هذا مع النوادي الليلية الحديثة في جميع أنحاء العالم لتقديم الرقص والموسيقى الإلكترونية بانتظام. في الوقت الحاضر، هناك محطات إذاعة خاصه لموسيقى الرقص الإلكترونية، كما هي متوفرة في المواقع على شبكة التواصل الإنترنت، والمنشورات المتخصصة لهذا النوع وعلاوة على ذلك، قد وجد هذا النوع الأهمية الثقافية والتجارية في الولايات المتحدة. شملت التطورات الأخيرة الأخرى معايير الواجهة الموسيقية الرقمية بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا وبدء التكوين مرة أخرى باستخدام آلة التشيلو [١٠٥]، وهو نظام تفاعلي يتكون من أجهزة الاستشعار لقياس الحركات الجسدية لعازف التشيلو. تم تطوير برنامج "قيادة" في الوقت الحقيقي للمراقبة وديناميكية ووتيرة النغم من الدرجة الإلكترونية قبل الإدخال** وأظهرت **الوسائط المتعددة بالقرص المضغوط كل أصوات الطيور الطنانة.**

- **موسيقى الأوركسترا**

**لم يمض وقت طويل قبل بدء الملحنين في باريس أيضا استخدام الشريط المسجل لتطوير تقنية جديدة للتكوين باسم أوركسترا موسيقية، شاركت هذه التقنية في تحرير أجزاء مسجلة من الأصوات في الحياة الطبيعية والصناعية. في العام ١٩٥٥ تم إنشاء ستوديو للموسيقى الإلكترونية في طوكيو الذي أصبح واحداً من أهم المرافق الموسيقى الإلكترونية الرائدة في العالم ومجهز بتكنولوجيات مثل معدات توليد النغمات واللهجات، ومعدات تجهيز الصوت، معدات التسجيل ومعدل الذبذبات بالموجة الجيبية، أجهزة التسجيل والمعدلات ومرشحات نطاق التمرير وأربع وثماني قنوات لخلط الأصوات.**

---

١٠٥ التشيلو، **Hypercello In addition to bow pressure and string contact, wrist measurements and left-hand fingering-position indicators create measurements which are evaluated and processed in response to the performance.**



**الشكل (٧ – ٨٤) الفونوجين [١٠٦] هي آلة قادرة على تعديل بنية صوت سليمة إلى حد كبير، تقدم للملحنين وسيلة التكيف مع الصوت للوفاء بالسياقات التركيبية. في العام (١٩٧٤) ظهرت آلة الأكوسمونيوم [١٠٧] التي تتألف من ٨٠ مكبر صوت لتشغيل الشريط**

## ٧ – ٤ الموسيقى الإلكترونية

**الموسيقى الإلكترونية هي التي توظف الآلات الموسيقية والتكنولوجيا الموسيقية[١٠٨] الإلكترونية في إنتاجها، بشكل عام يمكن التمييز بين الصوت المنتج باستخدام الوسائل الكهرو ميكانيكية وبالتكنولوجيا الالكترونية٠ ومن أمثلة أجهزة الصوت الكهرو ميكانيكية خلال الأعوام ١٩٢٠ و١٩٣٠م ، تم استخدام الأجهزة الإلكترونية وتألفت المؤلفات الأولى بالأجهزة الإلكترونية من العام ١٩٤٠م ، ظهر جهاز التسجيل المغناطيسي الصوتي مما سمح**

---

١٠٦ الفونوجين **The phonogène was a machine capable of modifying sound structure significantly, it provided composers with a means to adapt sound to meet specific compositional contexts.**

١٠٧ الأكوسمونيوم **The Acousmonium is the sound diffusion system designed in 1974 France. It consists of 80 loudspeakers of differing size and shape, and was designed for tape playback. it was pure "listening" ... as a penetrable "projection area", arranged with a view to immersion in sound, to specialized polyphony, which is articulated and directed.**

١٠٨ التكنولوجيا الموسيقية **Music technology is the use of any device, mechanism, machine or tool by a musician or composer to make or perform music; to** compose, notate, **play back or record songs or pieces; or to analyze or edit music. The earliest known applications of technology to music were prehistoric peoples' use of a tool to hand-drill holes in bones to make simple flutes. Ancient Egyptians developed stringed instruments, such as harps,** lyres and **lutes, which required making thin strings and some type of peg system for adjusting the pitch of the strings. Ancient Egyptians also used wind instruments such as double clarinets and percussion instruments such as cymbals.**

للموسيقيين تسجيل الأصوات ومن ثم تعديلها عن طريق تغيير سرعة الشريط أو اتجاهه ، مما دي إلى تطوير شريط كهرسمعي موسيقى[١٠٩] في ١٩٤٠م في مصر وفرنسا. التيلهارمونيوم[١١٠] ، جهاز البيانو[١١١] ، والجيتار الكهربائي . يمكن تحقيق إنتاج صوت إلكتروني نقى باستخدام أجهزة مثل الثيرمين[١١٢] ، مازج الصوت[١١٣] ، والكمبيوتر , وقد استخدمت أول الأجهزة الإلكترونية لأداء الموسيقى في نهاية القرن التاسع عشر، وبعد فترة وجيزة بقليل استكشف أعضاء الحركة الفنية الإيطالية"[١١٤] الأصوات التي سبق عدم

---

١٠٩ شريط كهرسمعية موسيقى. The work of Halim El-Dabh is the earliest example of tape music. El-Dabh's *The Expression of Zaar*, first presented in Cairo, Egypt, in 1944, was an early work using *musique concrete*–like techniques similar to those developed in Paris during the same period. El-Dabh would later become more famous for his work at the Columbia-Princeton Electronic Music Center, where in 1959 he composed the influential piece *Leila and the Poet*

١١٠ التيلهارمونيوم, The Telharmonium (Dynamo phone) was an early electrical organ, Developed in 1897. The electrical signal from the Telharmonium was transmitted over wires; it was heard on the receiving end by means of 'horn' speakers

١١١ جهاز البيانو. The Hammond organ is an electric organ, first manufactured in 1935. Use sliding drawbars to create a variety of sounds. Until 1975, Hammond organs generated sound by creating an electric current from rotating a metal tone wheel near an electromagnetic pickup, and then strengthening the signal with an amplifier so that it can drive a speaker cabinet

١١٢ الثيرمين The Theremin (known as phone or termenvox ether phone, theremino Termenvox / thereminvox) is an early electronic musical instrument controlled without physical contact by the Theremins (performer). An Ether wave-Theremin, assembled from Robert Moog's kit: the loop antenna on the left controls the volume while the upright antenna controls the pitch.

١١٣ مازج الصوت A sound synthesizer is an electronic musical instrument that generates electric signals that are converted to sound through instrument amplifiers and loudspeakers or headphones. Synthesizers may either imitate instruments like piano, Hammond organ, flute, vocals; natural sounds like ocean waves, etc.; or generate new electronic timbres

١١٤ أعضاء الحركة الفنية الإيطالية Futurism was an artistic and social movement that originated

اعتبارها موسيقية. أنشئت الفرق الموسيقية في باريس في عام ١٩٤٨، واستندت على كتابة وتسجيل مقاطع للأصوات الطبيعية والصناعية وقد أنتجت المولدات الإلكترونية الموسيقية لأول مرة في ألمانيا واليابان والولايات المتحدة من العام ١٩٥٠. وحدث تطور مهم وجديد بظهور أجهزة الكومبيوتر لغرض تأليف الموسيقى باستخدام التكوين الحسابي لأول مرة في أستراليا في عام ١٩٥١. كانتا أمريكا وأوروبا، رواد الإلكترونيات الحية في وقت مبكر من العام ١٩٦٠م وخلال الأعوام ١٩٧٠م إلى أوائل ١٩٨٠م، أصبحت أجهزة المزج الصوتي المنطقية الفردية [١١٥] مرة واحدة الأكثر استخداما على نطاق واسع في ذلك الوقت في الفن والموسيقى الشعبية والإلكترونية على حد سواء. في العام ١٩٧٠م وجدت الموسيقى الإلكترونية تأثير كبير على الموسيقى الشعبية ، مع إمكانية استخدام مزج الألحان المجسمة[١١٦] ، والطبول الإلكترونية ، من خلال ظهور موسيقي جديدة مثل كراوتروك[١١٧] ، ديسكو ، الموجة الجديدة[١١٨]وسينثبوب[١١٩] . في العام ١٩٨٠م، أصبحت الموسيقى الإلكترونية أكثر انتشارا في نطاق الموسيقى الشعبية، مع زيادة الاعتماد على المزج الصوتي، وآلات الطبل المبرمجة،

---

in Italy in the early 20th century. It emphasized speed, technology, youth, and violence, it was largely an Italian phenomenon

١١٥ أجهزة المزج الصوتي المنطقية الفردية A monophonic synthesizer is a synthesizer that produces only one note at a time, making it smaller and cheaper than a polyphonic synthesizer which can play multiple notes at once

١١٦ مزج الألحان المجسمة Polyphony is a property of musical instruments that means that they can play multiple notes simultaneously. Instruments featuring polyphony are said to be polyphonic.

١١٧ كراوتروك Krautrock is a broad genre of experimental rock that developed in Germany in the late 1960s. The term was originated by music journalists as a humorous name for a sector of German bands, whose music drew from varied sources such as psychedelic rock, avant-garde electronic music, funk, minimalism, jazz improvisation, and world music styles

١١٨ الموجة الجديدة New wave music is a musical genre of pop/rock created in the late 1970s to mid-1980s with ties to 1970s punk rock

١١٩ سينثبوب Synthpop (also known as electro pop and techno pop) is a genre of popular music that first became prominent in the late 1970s which features the synthesizer as the dominant musical instrument.

وتكوين باس[١٢٠] . انتشرت في أوائل العام ١٩٨٠م التقنيات الرقمية للتكوين الموسيقى ومزجها بما في ذلك المزج الرقمي ، وطورت مجموعة من الموسيقيين والمهتمين الأجهزة الرقمية الموسيقية[١٢١]. أصبحت الموسيقى المنتجة إلكترونيا منتشرة في الأوساط الشعبية من العام ١٩٩٠م وتشمل الموسيقى الإلكترونية المعاصرة العديد من الأصناف وتتراوح بين موسيقى الفن التجريبي إلى الأشكال الشعبية مثل الرقص والموسيقى الإلكترونية . اليوم، موسيقى البوب الإلكترونية هى الأكثر تميزا في شكلها وإلى حد كبير أكثر ارتباطا مع الثقافة السائدة في مقابل النماذج السابقة والتي كانت منتشرة في الأسواق المتخصصة.

الشكل (٧ –٨٥) الهاموند والثيرمين كمثال للآلات المنتجة للصوت باستخدام الوسائل الكهرو ميكانيكية وبالتكنولوجيا الالكترونية

- الموسيقى العشوائية

حدث تطور مهم وجديد بظهور الحواسيب لغرض تأليف الموسيقى، بدلا من العزف أو إنشاء الأصوات وبدأت ما تسمى الموسيقى العشوائية [١٢٢] ، وهي أسلوب تلحين باستخدام نظم الاحتمالات الرياضية. استخدمت خوارزميات احتمالات مختلفة لتكوين قطعة موسيقية في

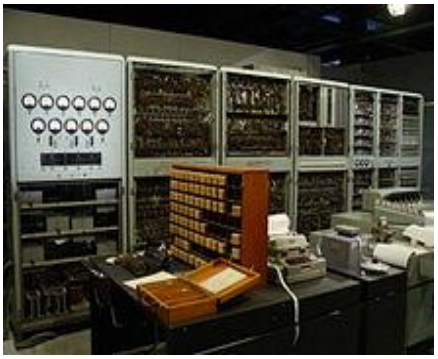
---

١٢٠ تكوين باس The bass synthesizer is used to create sounds in the bass range, from simulations of the electric bass or double bass to distorted, buzz-saw-like artificial bass sounds, by generating and combining signals of different frequencies

١٢١ الأجهزة الرقمية الموسيقية MIDI for Musical Instrument Digital Interface is a technical standard that describes a protocol, digital interface and connectors and allows a wide variety of electronic musical instruments, computers and other related devices to connect and communicate with one another.

١٢٢ الموسيقى العشوائية A stochastic event or system is one that is unpredictable due to the influence of a random variable.

**إطار مجموعة من المعاملات. تم تطوير نظام الكمبيوتر** لترجمة **الصور البيانية إلى مقطوعات موسيقية وكان أول حاسوب في العالم لتشغيل الموسيقى يعرف باسم (سيسارك)** [١٢٣]**، تم برمجة الكومبيوتر لتكوين الألحان الموسيقية الشعبية وظهر أول تكوين لعمل كامل بمساعدة الحاسوب باستخدام التكوين الحسابي بفرض أن الكمبيوتر يمكن أن يتعلم قواعد نمط معين ثم يستدعى لتكوينه وفقا لذلك. كانت تكنولوجيا التشفير** [١٢٤] **أيضا تطورا كبيرا في هذا العصر المبكر وكان أحد التطورات التكنولوجية الهامة اختراع لوحة المفاتيح لمزج الأصوات** [١٢٥].



**الشكل (٧ – ٨٦) أول كمبيوتر رقمي في أستراليا، عرض في متحف ملبورن**

- **الكمبيوتر والموسيقى**

**يعتبر جهاز الكومبيوتر (سيسارك) ، أول جهاز كمبيوتر في العام ١٩٥١ لتشغيل الموسيقى، أول ظهور على نطاق واسع من الكمبيوتر والموسيقى كان من خلال بث الإذاعة الوطنية المسجلة مسبقا على شبكة راديو شركة الإذاعة الوطنية**[١٢٦] **في ١٩٦٢.**

---

١٢٣ سيسارك (CSIRAC (Council for Scientific and Industrial Research Automatic computer، originally known as CSIR Mk 1, was Australia's first digital computer, and the fifth stored program computer in the world. It is the oldest surviving first-generation electronic computer (but was electro-mechanical, not electronic), and was the first in the world to play digital music

١٢٤ تكنولوجيا التشفير A vocoder (short for *voice encoder*) is a category of codec that analyze and synthesizes the human voice signal for audio data compression, multiplexing, voice encryption, voice transformation, etc.

١٢٥ اختراع لوحة المفاتيح لمزج الأصوات The Clavivox was a keyboard sound synthesizer and sequencer

١٢٦ شركة الإذاعة الوطنية National Broadcasting Company (NBC) American commercial broadcast television network

- **الإلكترونيات الحية**

**في أوروبا في عام ١٩٦٤، استخدمت الميكروفونات المحمولة باليد، والمرشحات، ومقاومات الجهد المتغيرة ، والمازج للأوركسترا، لأربعة مولدات موجات جيبية ، وأربعة حلقات لمعدلات . في الأعوام ١٩٦٦-١٩٦٧، تم اكتشاف " دائرة الانحناء " وبدأ تطبيق الدائرة المغلقة الإبداعية، وهي عملية لوقت قصير في الدائرة، وتطوير الأدوات الإلكترونية التجريبية، واستكشاف العناصر الصوتية أساسا.**

**٧ – ٥ المزج والتكوين والتوليف**

**ظهر في العام ١٩٧٠ آلة موغ الموسيقية، وكانت أول تصنيع متاح على نطاق واسع وهي صغيرة الحجم ومحمولة وبأسعار معقولة نسبيا. وأصبحت تقنية المزج الأكثر استخداما على نطاق واسع في ذلك الوقت في كل من الفن والموسيقى الشعبية والإلكترونية. شهد العام ١٩٨٠م ظهور المزج باس[١٢٧] ، والأكثر تأثيرا ، تنظيم المزج باس بدأ في أواخر عام ١٩٨١ في وقت لاحق أصبح تكنولوجيا أساسية في الرقص والموسيقى الإلكترونية . في عام ١٩٧٥، رخصت أحد الشركات خوارزميات للتوليف وتضمين التردد (التوليف الترددي)[١٢٨] للتكيف مع**

---

١٢٧ المزج باس The bass synthesizer (or "bass synth") is used to create sounds in the bass range, from simulations of the electric bass or double bass to distorted, buzz-saw-like artificial bass sounds, by generating and combining signals of different frequencies. Bass synth patches may incorporate a range of sounds and tones, including wavetable-style, analog, and FM-style bass sounds, delay effects, distortion effects, envelope filters. A modern digital synthesizer uses a frequency synthesizer microprocessor component to generate signals of different frequencies. While most bass synchs are controlled by electronic keyboards or pedal boards, some performers use an electric bass with MIDI pickups to trigger a bass synthesizer.

١٢٨ التوليف الترددي In audio and music, frequency modulation synthesis (or FM synthesis) is a form of audio synthesis where the timbre of a simple waveform (such as a square, triangle, or saw tooth) is changed by modulating its frequency with a modulator frequency that is also in the audio range, resulting in a more complex waveform and a different-sounding tone that can also be described as "gritty" if it is a thick and dark

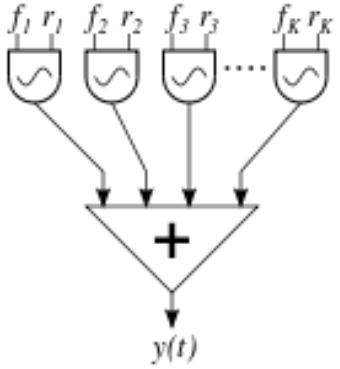
خوارزمية كونينج[١٢٩] للاستخدام في المزج الرقمي ، مشيرا الى التحسينات مثل طريقة مفتاح القياس "لتجنب التشويه الذى يحدث في الأنظمة التناظرية خلال تعديل التردد ومع ذلك، فإن أول أجهزة المزج الرقمي التجارية بدأت في العام ١٩٧٩، كأول نظام مجسم للمزج الرقمي مع نظام أخذ العينات. باستخدام تقنية المزج الموسيقي، يمكن تكوين الأصوات الغير ممكن عزفها على البيانو والكمان، أو حتى من المزمار. في الواقع، كان لهذا السبب بالذات في العام ١٩٧٠م، العديد من الفرق الشعبية غيرت بالدرجة الأولى الموسيقى القائمة على التوليف الموسيقى. وهذا لا يعني أن الصوت الناتج بالتوليف أفضل أو أسوأ من أصوات الآلات الموسيقية التقليدية (بعد كل شيء، "أفضل" أو "أسوأ" هي شروط ذاتية عندما يتم تطبيقها على الموسيقى)، ولكن الموسيقى الإلكترونية تستحق الاعتراف بها كنوع خاص منفصل. اليوم، يعتقد كثير من الناس أننا ندخل في حقبة جديدة من الفن الذي يمكن للناس تكوين الموسيقى الخاصة بهم من خلال المعدات المنزلية الغير مكلفة نسبيا بدلا من متطلبات أستوديو من أجهزة بألاف الجنيهات التي كانت مطلوبة من الفنانين منذ وقت ليس ببعيد. لم يكن ذلك منذ زمن بعيد أن أي شخص يرغب في تسجيل الموسيقى باحتراف فإنه يحتاج إلى قدر كبير من أجهزة التسجيل التي لم تكن في مقدرة معظم المشترين. اليوم، ومع ذلك، فان أجهزة الكمبيوتر المنزلية شائعة وغير مكلفة بما فيه الكفاية للجميع ويمكن اقتناءها. بالتأكيد، مع جهاز الكمبيوتر، يمكن تكوين موسيقى عالمية باستخدام أجهزة غير مكلفة للغاية. بالطبع، إذا كان الهدف التسجيل من آلات موسيقية، سوف تحتاج لشراء الآلات، ولكن إذا كانت الرغبة في إنشاء مقطوعات موسيقية الكترونية بحتة، فإن الجهاز الوحيد الذي تحتاجه هو جهاز الكمبيوتر

---

timbre. The frequency of an oscillator is altered or distorted, "in accordance with the amplitude of a modulating signal

١٢٩ خوارزمية كونينج .Chowning discovered the FM synthesis algorithm in 1967
In FM (frequency modulation) synthesis, both carrier frequency and modulation frequency are within the audio band. In essence, the amplitude and frequency of one waveform modulates the frequency of another waveform producing a resultant waveform that can be periodic or non-periodic depending upon the ratio of the two frequencies.

والبرمجيات المساعدة. بالنسبة لأولئك الذين يفضلون الترتيب إلى حد ما، يمكنهم شراء أجهزة لتكوين الموسيقى الإلكترونية بأسعار معقولة جدا (بقدر ما سيكلف الجيتار الصوتي).




الشكل (٧ –٨٧) التوليف المضاف استخدم بجهاز هاموند وجهاز تيليهارمونيوم في ١٩٣٠

هناك الكثير من الطرق لتصنيع الموسيقى في هذه الأيام حيث أنه يمكن أن تكون في بعض الأحيان محاولة لاتخاذ قرار بشأن أفضل تقنية لإنتاج الموسيقى الإلكترونية حتى يتمكن الناس من فهم أفضل لبعض التقنيات والخيارات المتاحة. أحد الأشياء الرائعة عن الموسيقى الإلكترونية هو عدد حقول المعرفة البشرية التي تستمد من السعي ورائها. من الواضح، انه ينطوي على معرفة الموسيقى، ولكن أبعد من ذلك، إنشاء واستخدام المزج الإلكتروني والمعدات السمعية ذات الصلة تنطوي على جوانب كبيرة من الهندسة الكهربائية والفيزياء، والرياضيات. باستخدام المزج الإلكتروني لتكوين موسيقى فهو مجال يشتمل على كل هذه الفروع من المعرفة معا مما يجعل الموسيقى الالكترونية ليست سهلة , أن استخدام المزج يختلف قطعا عن استخدام الجيتار، الكمان أو البيانو وهذا ينبع من حقيقة أن المازج الإلكتروني[١٣٠] ، مثل معظم أنواع المعدات الإلكترونية، يختلف على نطاق واسع في التصميم

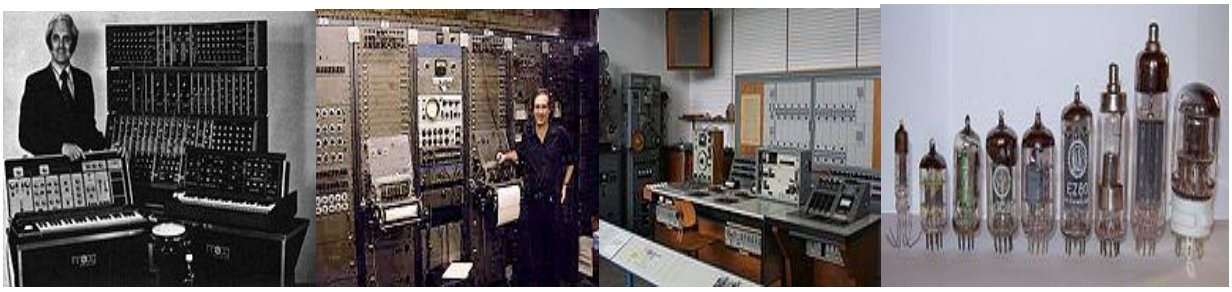
---

١٣٠ المازج الإلكتروني A synthesizer or "synth", is an electronic musical instrument that generates electric signals that are converted to sound through instrument amplifiers and loudspeakers or headphones. Synthesizers may either imitate instruments like piano, Hammond organ, flute, vocals; natural sounds like ocean waves, etc.; or generate new electronic timbres. They are often played with a musical keyboard, but they can be controlled via a variety of other input devices, including music sequencers, controllers,

**والميزات. أجهزة المزج [١٣١] الإلكترونية المختلفة تميل إلى أن تكون مختلفة تماما عن بعضها البعض، ويجب أن يكون المشغل مطلع على إمكانيات المازج قبل البدء في عزف الموسيقى فهي ليست بديهية مثل الأدوات التقليدية. يمكن لأي شخص أن يلتقط الغيتار ومع عدم وجود خلفية موسيقية أو التدريب على الإطلاق، يمكنه البدا في عزف بعض الموسيقى الجيدة من خلال محاولة عزف أصوات مختلفة لفترة من الوقت. أجهزة المزج الإلكترونية أكثر صعوبة للحصول على أي تعليق فهناك القليل من المعلومات الأساسية في نظرية الصوت والموسيقى تساعد بالتأكيد عند التعلم لكيفية استخدام تقنيات المزج.**

- **أجهزة التوليف التناظري [١٣٢]**

**الأجهزة الإلكترونية الأكثر استخداما هي أجهزة المزج أو التوليف، لأنها تولد صوت مصطنع باستخدام مجموعة متنوعة من التقنيات. تستخدم دوائر المزج أو التوليف التماثلية مكبرات الصوت الخاضعة للجهد والمذبذبات والمرشحات.**



**الشكل (٧ – ٨٨) الصمامات المفرغة الحديثة – مجموعة لوحات لمكونات تركيب الصوت المترابطة لجهاز مزج في استوديو سيمنز للأجهزة الإلكترونية – آر سي أيه ١٩٥٧**

---

**finger, guitar synthesizers, wind controllers, and electronic drums. Synthesizers without built-in controllers are often called sound modules, and are controlled via MIDI or CV/Gate using a controller device, often a MIDI keyboard or other controller.**

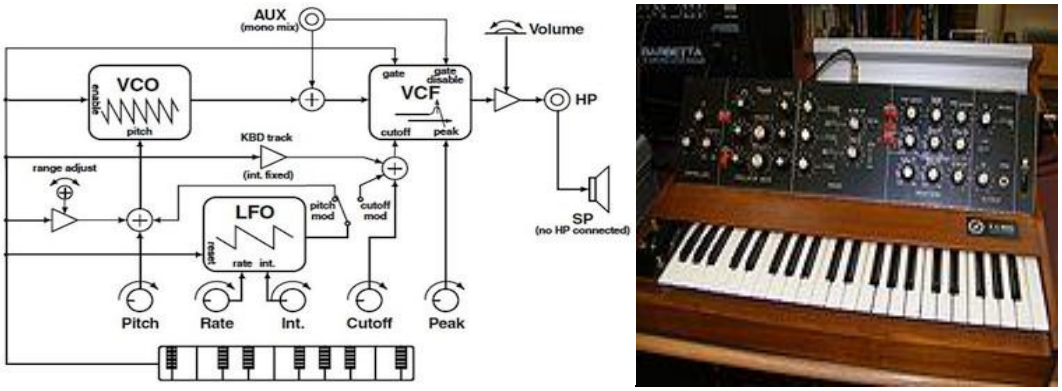
**١٣١ المزج A synthesizer is an electronic musical instrument that generates electric signals loudspeakers and that are converted to sound through instrument amplifiers or headphones.**

**١٣٢ أجهزة التوليف التناظري An analog synthesizer is that uses analog circuits and analog generate sound electronically. signals to**

وكان أحد التطورات التكنولوجية الهامة **لأجهزة المزج في عام ١٩٥٦ بتكوين مجموعة متنوعة من التراكيب باستخدام القرون الإلكترونية**[١٣٣] **والصفارات والشرائط الموسيقية.**

- **تكوين وحدات المزج**

**تم انتاج أجهزة تجريبية لتجميع الصوت والموسيقى في ١٩٥٠ تتكون من مجموعة لوحات لمكونات تركيب الصوت المترابطة القادرة على إنتاج الموسيقى عن طريق البرمجة، باستخدام شريط ورقي منظم**[١٣٤] **مع فتحات للسيطرة على مصادر حدة الصوت والمرشحات، على غرار جهاز البيانو الميكانيكي ولكنه قادر على توليد مجموعة واسعة من الأصوات مستخدما نظم الصمامات المفرغة** [١٣٥] **القادرة على توليد أصوات الترددات. في العام ١٩٦٠ كانت لا تزال أجهزة المزج مقصورة على الأستوديوهات بسبب حجمها.**




**الشكل (٧ – ٨٩) جهاز مزج مع لوحة مفاتيح – ودائرة كهربائية لمازج صوتي تماثلي**

---

١٣٣ القرون الإلكترونية **electronic horns,Air horn and the horn amplifies the sound so it is louder are widely employed as vehicle horns, installed on large semi-trailer trucks, fire trucks,**

١٣٤ شريط ورقي منظم **A music sequencer (or simply sequencer) is a device or application software that can record, edit, or play back music, by handling note and performance information in several forms, typically CV/Gate, MIDI, or Open Sound Control (OSC), and possibly audio and automation data for DAWs and plug-ins**

١٣٥ الصمامات المفرغة **In electronics, a vacuum tube is a device that controls electric current between electrodes in an evacuated container. Vacuum tubes mostly rely on thermionic emission of electrons from a hot filament or a cathode heated by the filament.**

وعادة ما كانت وحدات تجريبية التصميم، ومصادر الإشارة المنفصلة والمعالجات متصلة بمجموعة كابلات أو عن طريق وسائل أخرى يسيطر عليها جهاز التحكم المشترك. كان المستهدف معدات موسيقية أصغر حجما وأكثر جودة لتشكيل الأصوات، وتم وضع معايير للرقابة واستخدام صيغة لوغاريتمية واحد فولت لكل أوكتاف للتحكم في النغمة وإشارة اثارة منفصلة. سمح هذا التوحيد بتصنيع أجهزة المزج من شركات مصنعة مختلفة في وقت واحد. يتم السيطرة على النغمة عادة إما بلوحة مفاتيح مدمجة بالجهاز أو منظم موسيقى منفصل [١٣٦] لإنتاج ومراقبة الفولتية. خلال أواخر ١٩٦٠ استخدمت مئات من التسجيلات الشعبية باستخدام أجهزة المزج.

- أجهزة المزج المتكاملة

في عام ١٩٧٠، تم تصنيع جهاز مزج صغير غير نمطي مع لوحة مفاتيح مدمجة فيه. تم توصيل الدائرة التماثلية بمجموعة مفاتيح في ترتيب مبسط يسمى "التطبيع وهو أقل مرونة، أدى التطبيع لأداة محمولة وأسهل للاستخدام.

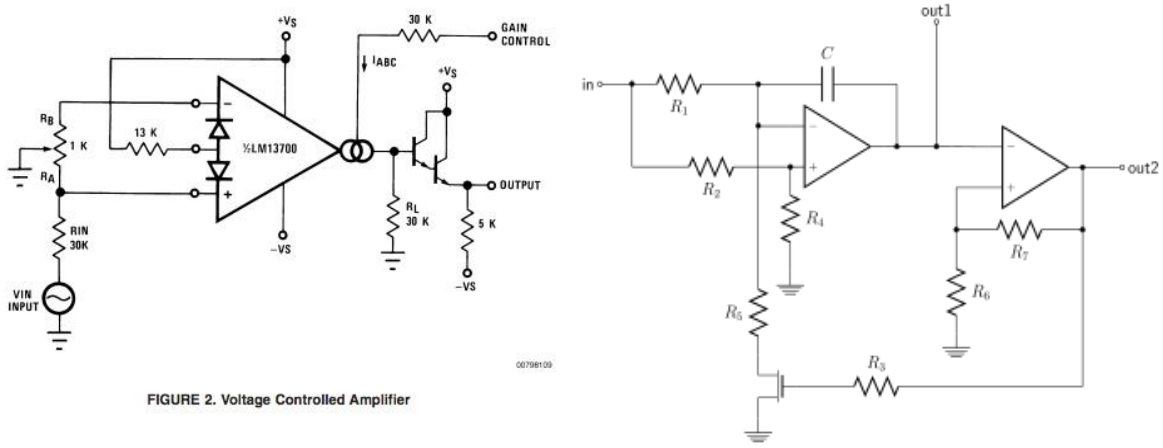



FIGURE 2. Voltage Controlled Amplifier

الشكل (٧ – ٩٠) مذبذب صوتي الجهد التخطيطي – مكبر جهد مسيطر

---

١٣٦ منظم موسيقى منفصل A music sequencer is a device or application software that can edit, or play back music, by handling note and performance information in several record, and audio possibly forms, typically CV/Gate, MIDI, or Open Sound Control (OSC), and automation data for DAWs and plug-ins

صممت أجهزة مزج موحدة مع لوحة مفاتيح متكاملة، تنتقل النغمة وخطوات التحوير من مذبذب الجهد المسيطر [١٣٧] الى محول التغيير [١٣٨] تتدفق إشارة مكبر الجهد المسيطر[١٣٩]. سمحت المكونات المنمنمة من أشباه الموصلات ظهور أجهزة مزج محمولة ومكتفية ذاتيا في الأداء الحي، وسرعان ما أصبحت تستخدم على نطاق واسع في الموسيقى الشعبية وموسيقى الفنون الإلكترونية.

الشكل (٧ – ٩١) مازج ياماها (١٩٧٣) – مازج نظام وحدات (١٩٧٣) – مازج دوائر متتابعة (١٩٧٧)

- **مازج متعدد الأصوات**

أنتج العديد من أجهزة المزج التناظرية الأولى بنغمة واحدة فقط في كل مرة. وتشمل تكوين اللحن الشعبي. وهناك عدد قليل يمكنه أن ينتج نغمتان مختلفين في وقت واحد بضغط

---

١٣٧ مذبذب الجهد المسيطر A voltage-controlled oscillator or VCO is an electronic oscillator whose oscillation frequency is controlled by a voltage input. The applied input voltage determines the instantaneous oscillation frequency. Consequently, modulating signals applied to control input may cause frequency modulation (FM) or phase modulation (PM). A VCO may also be part of a phase-locked loop

١٣٨ محول التغيير .VCF is a text file format (most likely stored in a compressed manner It contains meta-information lines, a header line, and then data lines each containing information about a position in the genome. The format also can contain genotype information on samples for each position.

١٣٩ مكبر الجهد المسيطر A voltage controlled amplifier, VCA, is an amplifier whose gain is set by the voltage level of a control signal. Most VCA circuit do not exceed a gain ratio of 1.

المفتاحين. أمكن الحصول على مازج **متعدد الأصوات**[١٤٠] (نغمات متعددة في وقت واحد) وتضمنت لوحات المفاتيح الإلكترونية الجمع بين دوائر الجهاز مع دوائر المزج. بحلول عام ١٩٧٦ بدأت تظهر أجهزة المزج المجسمة ذات الأربعة أصوات ولكنها كانت معقدة، وثقيلة الوزن ومكلفة نسبيا ولكنها تسمح بتسجيل إعدادات الأصوات في ذاكرة التخزين الرقمي واستدعاءها. أول مازج عملي متعدد الأصوات والأول الذي اشتمل على معالج كمنظم أنتج عام ١٩٧٧. لأول مرة، تمكن الموسيقيين استخدام المازج للألحان المجسمة التي يمكن حفظ كافة إعداداتها في ذاكرة الكمبيوتر، واستدعائها بلمسة زر واحدة، مما ساهم في تطوير تصميم وحدات أكثر تعقيدا.

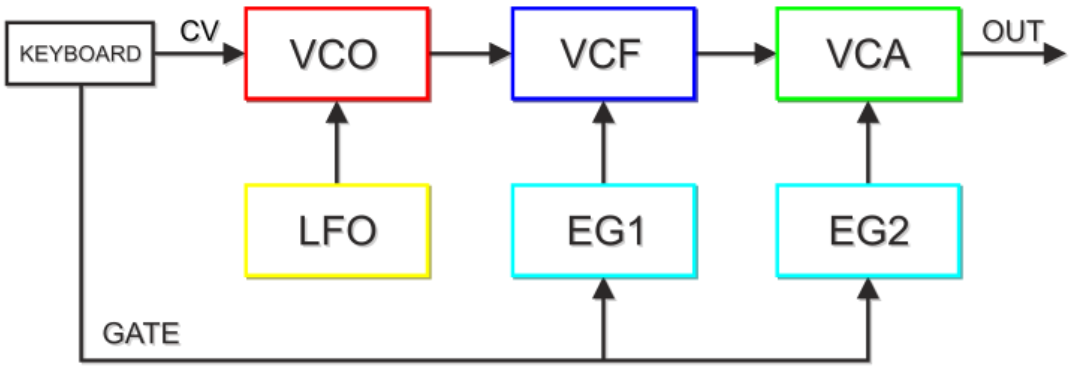
- تقنية المزج أو التوليف الرقمي

الشكل (٧ – ٩٢) أشكال لأجهزة المزج الرقمي على التوالي من اليمين العام ١٩٧٧ – ١٩٨٤ – ١٩٨٠ – ١٩٩٤ من شركات مختلفة

---

١٤٠ متعدد الأصوات Polyphony is a property of musical instruments that means that they can play multiple notes simultaneously. Instruments featuring polyphony are said to be polyphonic. Instruments that are not capable of polyphony are monophonic or paraphonic.

أول أجهزة المزج الرقمي [١٤١] كانت تجربة أكاديمية في تركيب الصوت باستخدام الحواسيب الرقمية. تطورت أجهزة المزج بتقنية التحوير الترددي [١٤٢]كوسيلة لتوليد الأصوات المركبة رقميا مع أقل عدد من العمليات الحسابية لعينة الصوت. في عام ١٩٨٣ تم طرح أول مازج رقمي قائم بذاته يستخدم تقنية التحوير الرقمي، ويضم لوحات مفاتيح لأربعة أوكتاف والتي تعتمد على الدوائر المتكاملة الرقمية لإنتاج نغمة التحوير الترددي وأصبح لا غنى عنه لكثير من الفنانين الموسيقى – تحقيقا لهذه الغاية، نستعرض مقدمة موجزة لمختلف المجالات المختلفة التي نأمل أن تكون مفيدة للعازف الإلكتروني.

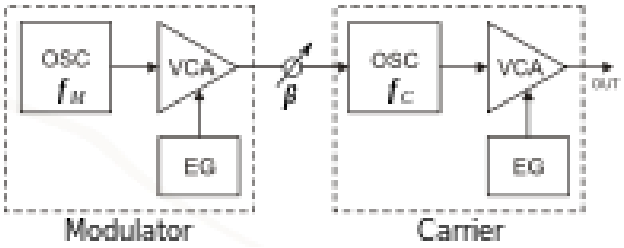



الشكل (٧ –٩٣) تقنية التوليف في أجهزة المزج المختلفة، بما في ذلك المزج التناظري الظاهري

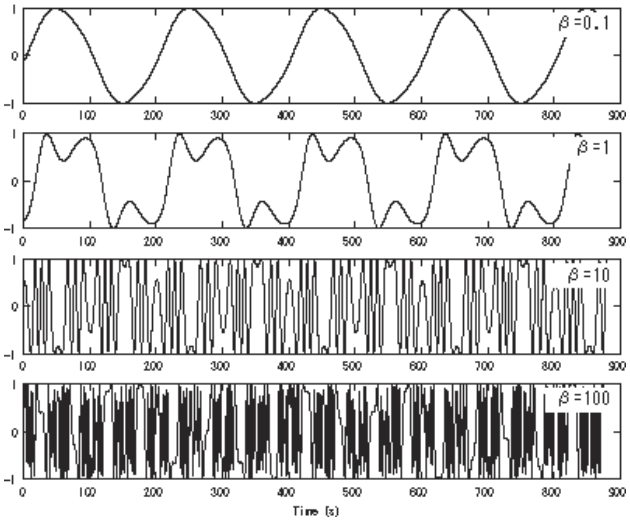
---

١٤١ المزج الرقمي A digital synthesizer is a synthesizer that uses digital signal (DSP)techniques to make musical sounds. This in contrast to older analog processing synthesizers, which produce music using analog electronics, and samplers, which play back digital recordings of acoustic, electric, or electronic instruments. Some digital synthesizers emulate analog synthesizers others include sampling capability in addition to digital synthesis.

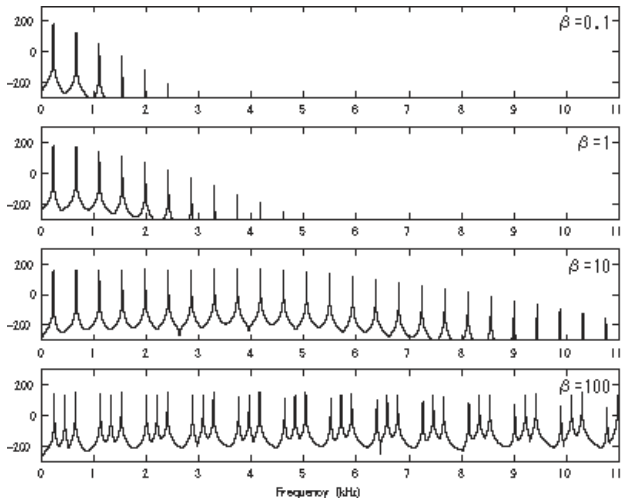
١٤٢ مازج التحوير الترددي frequency modulation synthesis (or FM synthesis) is a form of audio synthesis where the timbre of a simple waveform (such as a square, triangle, or saw tooth) is changed by modulating its frequency with a modulator frequency that is also in the audio range, resulting in a more complex waveform and a different–sounding tone that can also be described as "gritty" if it is a thick and dark timbre. The frequency of an oscillator is altered or distorted, "in accordance with the amplitude of a modulating signal.




**الشكل (٧ – ٩٤) التردد الحامل ٢٢٠ هرتز ($f_c$) للنغمة عن طريق التضمين ٤٤٠ هرتز ($f_m$) تحوير النغمة، مع مختلف الخيارات لفهرس تضمين التردد، β. إشارات مجال الوقت موضحة أعلاه، والأطياف المقابلة معروضة أدناه**




**الشكل (٧ – ٩٥) فهرس تضمين التردد، β**




**الشكل (٧ – ٩٦) ناقل النغمة بتردد ٢٢٠ هرتز عن طريق التضمين بنغمة بتردد ٤٤٠ هرتز، مع خيارات مختلفة لفهرس تضمين التردد، β. (سعة الطيف بوحدة الديسبل).**

## ٧ – ٦ الفترة من العام ٢٠٠٠ وحتى العام ٢٠١٠

**الشكل (٧– ٩٧) كيو لى ماكس [١٤٣] ، وهو حدث موسيقى إلكتروني كبير يحدث كل عام في هولندا، للاحتفال بنمط ثابت [١٤٤] من الرقص الإلكتروني .**

**في السنوات الأخيرة، أصبحت التكنولوجيا أكثر سهولة باستخدام البرمجيات الموسيقية المتطورة التي تتفاعل مع تكنولوجيا الإنتاج الموسيقى التي أصبحت ممكنة باستخدام الوسائل التي لا تحمل أدنى صلة بالأداء التقليدي, على سبيل المثال، أداء أجهزة الكمبيوتر المحمولة (لاب ترونيكا)[١٤٥] مثل تقنيات الترميز الحية[١٤٦] وموسيقى الجرف[١٤٧] .**

---

١٤٣ كيو لى ماكس Qlimax is an annual event held by the Dutch entertainment enterprise, Q-dance. It is considered one of the leading hard style events on the calendar and a major attraction of Q-dance and contains some of the most sophisticated production and setup as well as sound system for any event.

١٤٤ نمط ثابت Hard style is an electronic dance genre mixing influences from hard techno and hardcore.

١٤٥ لاب ترونيكا Laptronica is a form of live electronic music or computer music in which laptops are used as musical instruments.

١٤٦ تقنيات الترميز الحية Live coding (sometimes referred to as 'on-the-fly programming, 'just in time programming' and 'conversational programming') is a performing arts form and a creativity centered upon the use of improvised interactive programming. Live coding is often used to create sound and image based digital media, as well as light systems, dance and poetry

١٤٧ موسيقى الجرف An Algorave is an event where people dance to music generated from algorithms, often using live coding techniques, and short for "algorithmic rave

بشكل عام، مصطلح فان لايف يشير الى الأداء الحي من الموسيقى الإلكترونية، سواء مع أجهزة الكمبيوتر المحمولة، والمزج، أو غيرها من الأجهزة. في السنوات العشر الماضية،

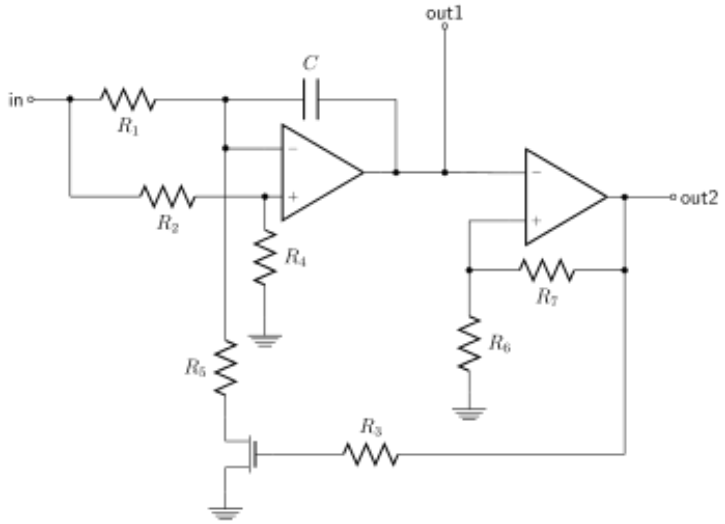
الشكل (٧ – ٩٨) نظام محطة عمل الصوت الرقمي أبلتون (الحي ٩) في فبراير ٢٠١٦بلغة برمجة سى$^{++}$ يعمل من خلال برامج ويندوز ميكروسوفت وماك ( أو إِس إكس)

ظهر عدد من بيئات الأستوديو الظاهري المستند إلى البرامج ، مع منتجات مثل مروحة الرأس ونظام أبلتون لايف[١٤٨] التي وجدت الجاذبية الشعبية كذلك وفرت هذه الأدوات بدائل قابلة للتطبيق وفعالة من حيث التكلفة لأستوديوهات لإنتاج الأجهزة النموذجية ، وبفضل التقدم في تكنولوجيا المعالجات الدقيقة ، فمن الممكن تكوين موسيقى عالية الجودة باستخدام عدد قليل من أجهزة الكمبيوتر المحمولة . أضاف هذا التقدم الطابع الديمقراطي لتكوين الموسيقى، مما أدي إلى زيادة كبيرة في كمية الموسيقى الإلكترونية المنتجة منزليا والمتاحة لعامة الجمهور عبر الإنترنت. يمكن للفنانين الآن الانفراد وممارسة الإنتاج من خلال تكوين برمجيات مزج شخصية، بوحدات المؤثرات، وبيئات التكوين المختلفة كما يمكن أن يكون للأجهزة

---

١٤٨ نظام ابلتون لايف Ableton Live is a software music sequencer and workstation for OS X and Windows. The latest major release of Live, Version 9, was released on March 5, 2013. In contrast to many other software sequencers, Live is designed to be an instrument for live performances as well as a tool for composing, recording, arranging, mixing and mastering

الموجودة نظراء افتراضيين بسهولة. بعض مكونات البرنامج الأكثر شعبية لتحقيق هذه الغايات هي منتدى النشرات التجارية مثل برنامج ماكس لمعالجة الإشارات[١٤٩] وبرنامج المفاعل[١٥٠] وحزم المصدر المفتوح[١٥١] .




الشكل (٧ – ٩٩) دائرة مذبذب متحكم فيه بالجهد (فى نطاق المسموع)

---

١٤٩ ماكس لمعالجة الإشارات Max is a visual programming language for music and multimedia developed and maintained by San Francisco-based software company Cycling '74. Max has several extensions and incarnations; most notably, a set of audio extensions to the software appeared in 1997, derived partly from Puckette's subsequent work in Pure Data. Named *Max Signal Processing* (MSP), or for the initials of Miller S. Puckette, this add-on package for Max allowed manipulating digital audio signals in real-time, allowing users to create their own synthesizers and effects

١٥٠ المفاعل Reaktor is a graphical modular software music studio developed by Native Instruments (NI). It lets musicians and sound specialists design and build their own instruments, samplers, effects and sound design tools

١٥١ حزم المصدر المفتوح Open-source software (OSS) is computer software with its source code made available provides the rights to study, change, and distribute the software to anyone and for any purpose. Open-source software may be developed in a collaborative public manner. Open-source software is the most prominent example of open-source development

في مجال الالكترونيات، المذبذب هو مجرد الدائرة التي تولد موجة كهربائية متكررة، مثل الموجة الجيبية، الموجة المربعة، أو الموجة المسننة. إذا تم توصيل الجهد سوف تسمع نغمة تخرج من المتحدث في نطاق التوليف الموسيقي، المذبذب هو الى حد كبير نفس الشيء. بشكل عام، المذبذب هو حيث يبدأ الصوت، والجزء الذي يولد في الواقع الموجة الصوتية التي سوف يتم تشكيلها بعد ذلك من خلال مراحل إضافية من دوائر التوليف. المذبذب مع المازج عادة ما يسمح بتغيير حجم النغمة، وشكل الموجة يجعل نبرة صوت مختلفة ويسمى المذبذب أحيانا (المذبذب المسيطر بالجهد).

٧ – ٦ – ١ ظهور الآلات ذات واجهات الربط الموسيقية الرقمية

في عام ١٩٨٠، التقت مجموعة من الموسيقيين والمهتمين لتوحيد واجهة أدوات جديدة تستخدم لتوصيل تعليمات الرقابة للمعدات وأجهزة الكمبيوتر الأخرى والمعروفة معايير الآلات الموسيقية ذات الواجهة الرقمية[١٥٢] ونتج عنها تعاون بين الشركات المصنعة منها شركة تصنيع أجهزة المزج المتتابعة[١٥٣] ذات الواجهة الموسيقية الرقمية [٤٠] بضغطة زر واحدة، السيطرة على عجلة الحركة، وحركة الدواسة، وتنفيذ التعليمات من الحواسيب الصغيرة لتفعيل كل جهاز في الأستوديو عن بعد وبشكل متزامن، يستجيب كل جهاز وفقا لشروط محددة سلفا من قبل الملحن لمعايير الواجهة الموسيقية الرقمية [٤٠] وفرضت البرمجيات رقابة قوية على المعدات المتطورة بسهولة وبأسعار معقولة من قبل العديد من الأستوديوهات والأفراد. اندمجت

---

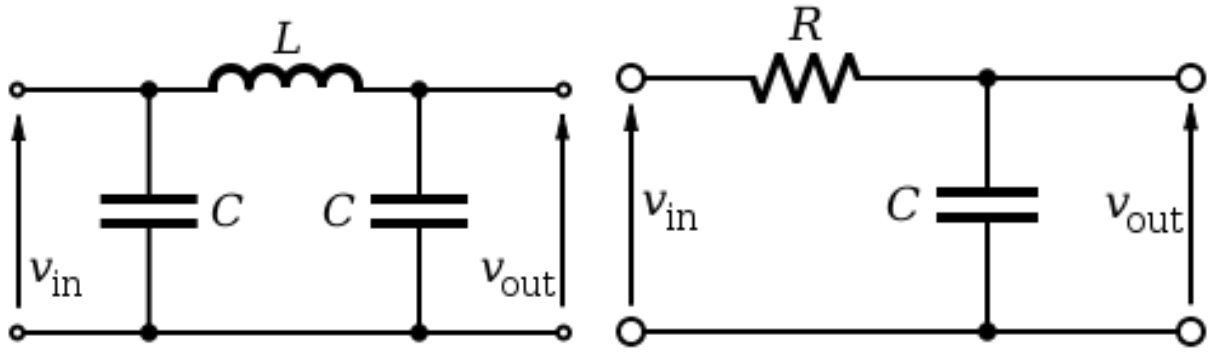
١٥٢ المعايير آلات موسيقية الواجهة الرقمية MIDI (Musical Instrument Digital Interface) is a technical standard that describes a protocol, digital interface and connectors and allows a wide computers and other related devices to connect variety of electronic musical instruments, and communicate with one another. A single MIDI link can carry up to sixteen channels of information, each of which can be routed to a separate device

١٥٣ شركة دوائر المزج المتتابعة Sequential Circuits Inc. (SCI) was a California-based synthesizer company founded in 1970s and sold to Yamaha Corporation in 1987. Throughout its lifespan, Sequential pioneered technologies and design principles that have served as a foundation for the development of modern music technology

الأصوات مع التقنيات الصوتية في الأستوديوهات. تم تطوير برامج جرافيك متقدمة لمعالجة الإشارة في النظم المستخدمة من خلال شفرة التشغيل[١٥٤] في الوقت الحقيقي للتحكم من خلال معايير الآلات الموسيقية ذات الواجهة الرقمية، وبذلك توفر تكوين حسابي لمعظم الملحنين ذوي خلفية لبرمجة الكمبيوتر متواضعة.

- المرشحات

المرشح [١٥٥] هو عنصر من عناصر التجهيز التي لها دور مع الصوت، عادة تحذف جزء من الصوت. قد تقضى على الأصوات من نغمة خاصة أو حجم معين بينما تسمح لأصوات غيرها بالمرور من خلالها، على سبيل المثال، في الهندسة الكهربائية، المرشح هو دائرة تمنع ترددات معينة، بينما تسمح لترددات أخرى بالمرور.



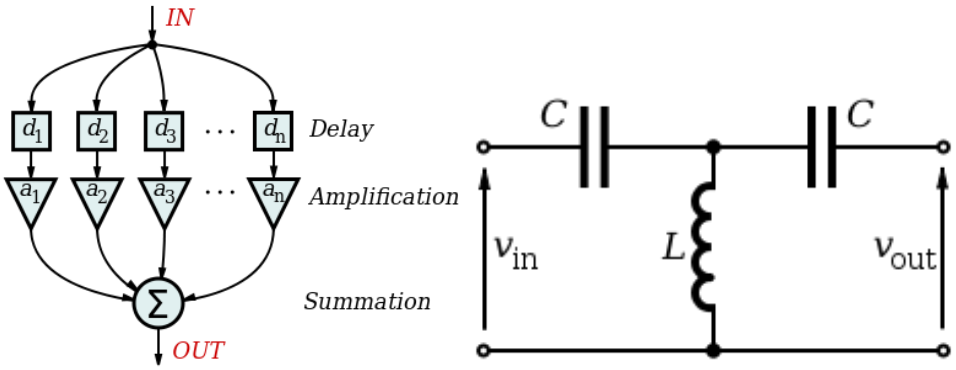

الشكل (٧ – ١٠٠) دائرة مرشح تصفية لتمرير الترددات المنخفضة (مقاومة ومكثف – ملف ومكثف)

على سبيل المثال، مرشحات التمرير العالية تسمح للترددات العالية بالمرور، بينما تمنع الترددات المنخفضة، وبالمثل، مرشحات التمرير المنخفضة تمنع الترددات العالية ولكن تسمح للترددات المنخفضة بالمرور.

---

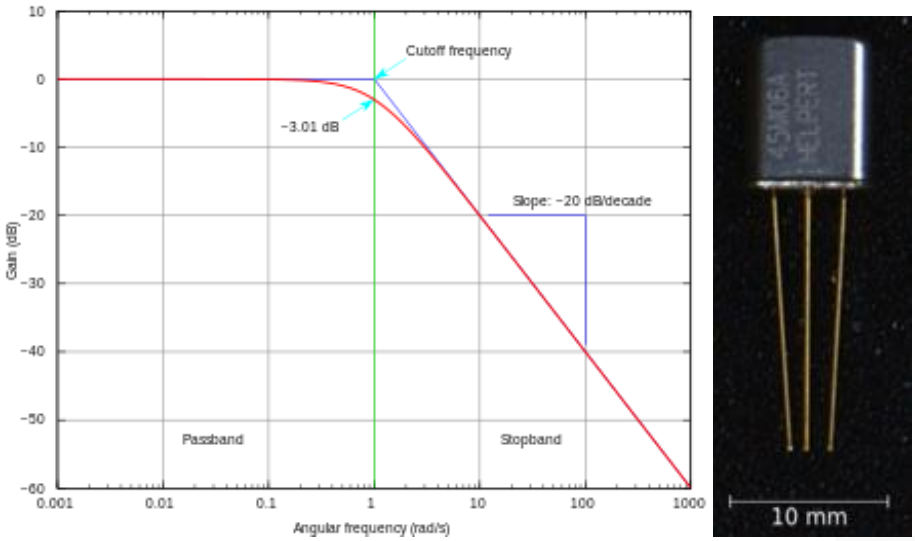
١٥٤ شفرة التشغيل Opcode produced MIDI sequencing software for the Mac OS and Microsoft Windows,which would later include audio capabilities, as well as audio and MIDI hardware interfaces.

١٥٥ المرشح Electronic filters are circuits which perform signal processing functions, specifically, to remove unwanted frequency components from the signal, to enhance wanted ones, or both.




**الشكل (٧ – ١٠١) دائرة مرشح تصفية لتمرير الترددات العالية – ومرشح تصفية لاستجابة عامة لنبضات محدودة بمجموعة مراحل كل منهما له معامل تأخير وتكبير مستقل**

**أجهزة المزج غالبا ما تكون متطابقة مع المرشحات العالية والمرشحات المنخفضة، ما عدا ترددات الموالفة والغرض من ذلك هو تصفية الأصوات، وليس الإشارات الكهربائية ويطلق على مرشح التصفية مع أجهزة المزج (مرشح تصفية متحكم فيه بالجهد)** [١٥٦].



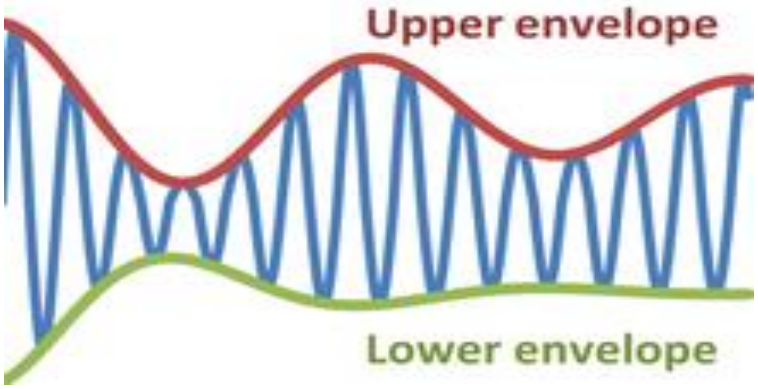

**الشكل (٧–١٠٢) مرشح تصفية كريستال بتردد مركزي ٤٥ ميجاهرتز، وعرض النطاق ترددي ١٢ كيلو هرتز – تصوير لتردد القطع لمرشح تصفية لتمرير الترددات المنخفضة، موضح به استجابة بتروورث**

---

١٥٦ مرشح تصفية متحكم فيه بالجهد A voltage–controlled filter (VCF) is a processor, a filter whose operating characteristics (primarily cutoff frequency) can be controlled by means of a control voltage applied to control inputs. It can be a frequency–dependent amplifier. Although popularly known for their use in analog music synthesizers, in general, they have other applications in military and industrial electronics.

- **الغلاف الموجي** [١٥٧]

**النوتة الموسيقية المنتجة إلكترونيا ليس لها مستوى ثابت ويمكن أن تتغير في نغمتها أو حجمها، تماما كما تقوم به النوتات الموسيقية الحقيقية في كثير من الأحيان. في مجال الموسيقى الالكترونية، هناك تقنية خاصة غالبا ما تستخدم لتوليد النوتات المولفة حيث يتم تقسيم فترة النوتة إلى أربع مراحل: هجوم، اضمحلال، والاستدامة، والإفراج ويصف هذا التسلسل[١٥٨] أربع مراحل مختلفة من حجم النوتات. الجزء الأول من النوتة الموسيقية، جزء الهجوم، عندما يتم عزف النوتة الموسيقية أولا. خلال فترة الهجوم، تزيد عادة بسرعة الزيادة في الحجم. الملاحظة يمكن أن تتحول النوتة الموسيقية لحظيا (في أي من الحالات وليس هناك فترة الهجوم)، ولكن يمكن أيضا عزف النوتة الموسيقية الى الحجم الكامل خلال فترة قصيرة، وخلق الصوت إلى حد ما أكثر ليونة وأقل في التنافر. الفترة التي تصل فيها النوتة الموسيقية لحجمها الكامل هي فترة الهجوم.**




**الشكل (٧ – ١٠٣) دوال الغلاف العلوي والسفلى لموجة جيبية معدلة**

---

١٥٧ الغلاف الموجي **In physics and engineering, the envelope function of an oscillating signal is a smooth curve outlining its extremes? The envelope thus generalizes the concept of a constant frequency. The figure illustrates a modulated sine wave varying between an upper and a lower envelope. The envelope function may be a function of time, space, angle, or indeed of any variable.**

١٥٨ ADSR وهي الحروف الأولى للكلمات (هجوم، اضمحلال، والاستدامة، والإفراج) (**Attack, Decay, Sustain, and Release**)

الجزء الثاني من النوتة الموسيقية، لفترة التحلل أو الاضمحلال، وهي عندما تبدأ ذروة النوتة الموسيقية للانحدار وعادة، بعد انتهاء فترة الهجوم، تصل النوتة الموسيقية الى أعلى نقطة، وبعد ذلك تتناقص في الحجم قليلا، فترة الانخفاض الطفيف هي جرعة الاضمحلال في حياة النوتة الموسيقية. الجزء الثالث من النوتة الموسيقية الإلكترونية هي فترة المحافظة والاستمرارية، وهي عادة ما تكون الفترة الأطول في حياة النوتة الموسيقية حيث يوجد الجزء الرئيسي من النوتة الموسيقية، بعد أن أنشئت لأول مرة من قبل فترات الهجوم والاضمحلال وعادة، سوف يصبح الاضمحلال أخف قليلا كلما استمرت مرحلة الحفاظ والاستمرار، ولكن هذا الانخفاض في الحجم عادة ما يكون طفيفا. الفترة الأخيرة من حياة النوتة الموسيقية هي فترة الإفراج، والتي تبدأ بعد توقف النوتة الموسيقية ويمكن أن تتوقف النوتة الموسيقية على الفور (في هذه الحالة ليس هناك فترة إفراج)، أو يمكن أن تتلاشى تدريجيا. بشكل جماعي وجود (أو عدم وجود، كما هو الحال) وطول هذه العناصر الأربعة من النوتة الموسيقية الإلكترونية تشمل ما يسمى تقنيا مغلف المزج [١٥٩].

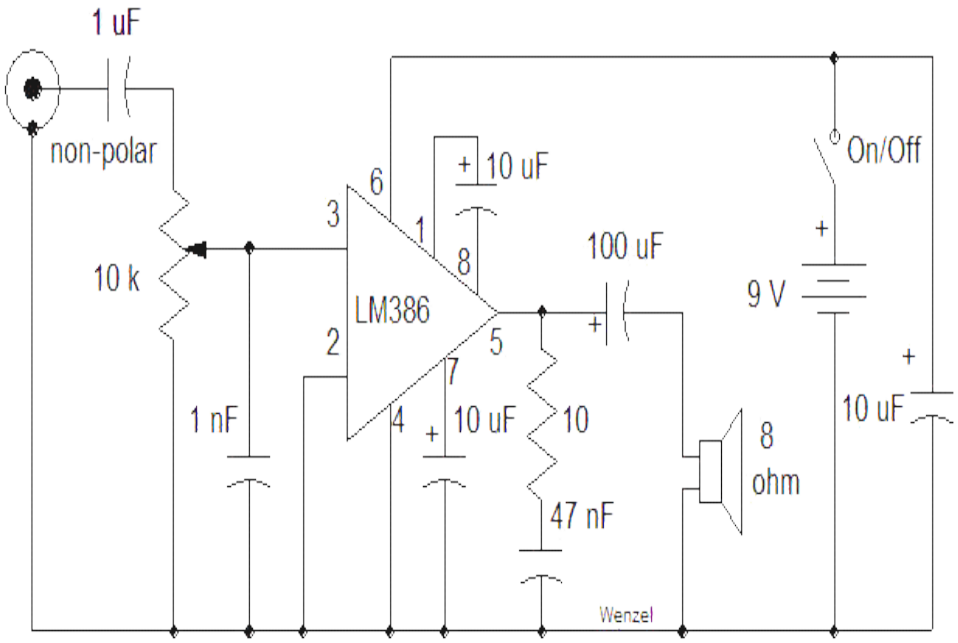
- مكبر الصوت

بطبيعة الحال، عندما يستكمل توليد الموجة الصوتية، يراعى تعزيز الطاقة الكهربائية إلى حد ما للحصول على مستوى صوت لائق خارج من المتحدث باستخدام مكبرات الصوت للمزج ويشار لها بمكبرات صوت بالتحكم في الجهد [١٦٠] .

---

١٥٩ مغلف المزج analog" synthesizer. These use computing power to simulate traditional analog waveforms and circuitry such as envelopes and filters

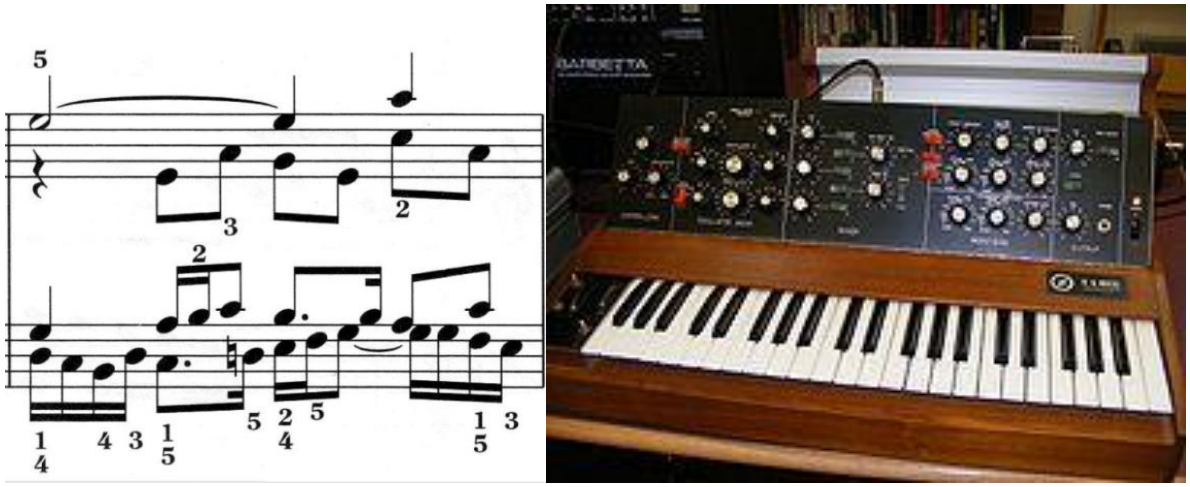
١٦٠ مكبرات صوت بالتحكم فى الجهد A voltage-controlled amplifier can be realized by first creating a voltage-controlled resistor (VCR), which is used to set the amplifier gain. The VCR is one of the numerous interesting circuit elements that can be produced by using a JFET (junction field-effect transistor) with simple biasing. VCRs manufactured in this way can be obtained as discrete devices, e.g. VCR2N. Another type of circuit uses operational trans conductance amplifiers.




**الشكل (٧ – ١٠٤) دائرة مكبر صوت بسيط**

- **لوحات المفاتيح**

**معظم أجهزة المزج لها لوحات مفاتيح على غرار البيانو التي تسمح بعزف نوتة موسيقية محددة. كل مفتاح يتوافق مع تردد مذبذب معين، يمكن بعد ذلك معالجة النوتات التي تعزف من خلال إعداد النغمات المختلفة ويمكن تصنيف المازج مع لوحة مفاتيح على غرار البيانو من حيث عدد المفاتيح .**



**الشكل (٧ – ١٠٥) نمط لوحة مفاتيح مازج على غرار البيانو – نغمة شائعة لتعدد الأصوات كونترابونتال**

- **تعدد الأصوات**

**يمكن للمازج إنتاج عدد كبير من النوتات الموسيقية بأصوات مختلفة في وقت واحد. وغالبا ما يطلق على عدد من الأصوات يمكن أن ينتج ما يسمى تعدد الأصوات [١٦١]. (من الناحية التقنية، "تعدد الأصوات" يعني ببساطة تركيب لحن واحد على لحن آخر، ولكن مع المزج،**

- **المؤثرات الخاصة**

**العديد من أجهزة المزج لديها خيارات لتوليد مؤثرات خاصة تلقائيا والتي يمكن أن تؤثر على الموسيقى بأي عدد من الطرق. على سبيل المثال، تأثير أجهزة المزج الشعبية الصدى (وهو ما يجعل النوتة الموسيقية تتعالى عدة مرات بعد توقف العزف)، أو التردد، وهو ما يماثل صدى الصوت ولكن يجعل النوتة الموسيقية قائمة في الخلفية بدلا من التكرار عدة مرات.**

- **المعادل**

**هو الأداة التي تسمح لتضخيم انتقائي (رفع الصوت أو تخفيضه) لنطاقات تردد معينة من الصوت والمعادل [١٦٢] النموذجي يشتمل على حوالي عشرة منزلقات كل منزلق يتوافق مع النطاق ترددي معين، على سبيل المثال، أحد المنزلقات للترددات المنخفضة حوالي ١٠٠ هيرتز، وقد يكون منزلق آخر بتردد ٥٠٠ هيرتز، وآخر لألف هرتز (١ كيلو)، الخ تحريك المنزلقات صعودا وهبوطا سوف يسمح للتأكيد على أجزاء معينة من الصوت أكثر من غيرها.**

---

١٦١ تعدد الأصوات, **In music, polyphony is one type of musical texture, where a texture is the way that melodic, rhythmic, and harmonic aspects of a musical composition are combined to shape the overall sound and quality of the work. In particular, polyphony consists of two or more simultaneous lines of independent melody, as opposed to a musical texture with just one voice, monophony, or a texture with one dominant melodic voice accompanied by chords, which is called homophony.**

١٦٢ المعادل **The concept of equalization was first applied in correcting the frequency response of telephone lines using passive networks; this was prior to the invention of electronic amplification. Initially equalization was used to "compensate for" (i.e. correct) the uneven frequency response of an electric system by applying a filter having the opposite response, thus restoring the fidelity of the transmission. A plot of the system's net frequency response would be *flat*, as its response to all frequencies would literally be *equal*. Hence the term "equalization."**

- **مذبذب الترددات المنخفضة**

**بالإضافة إلى المذبذبات المستخدمة لتوليد الصوت الفعلي في أجهزة المزج، معظم أجهزة المزج اليوم تشتمل على الأقل مذبذب للتردد المنخفض [١٦٣] ، بغرض تحوير الصوت بطريقة أو بأخرى٠ وهو أحد المفاهيم التي قد يكون من الصعب شرحها بكلمات ولكن سوف تفهم على الفور بمجرد سماعها . تخيل عزف نوتة موسيقية معتمدة على المزج الإلكتروني سوف يبدو الصوت "متموج"، وهذا يعني أنه بدلا من أن تكون الموجه ثابت تماما، فان الصوت يختلف قليلا مع مرور الوقت، وربما يصبح الصوت أعلى، ثم يصبح الصوت لين أو أكثر خفوتا، ثم أكثر وضوحا، هذا هو شكل من أشكال التذبذب، ولكن على عكس التذبذبات التي تنتج الصوت (التي تتذبذب مئات أو آلاف المرات في كل ثانية)، التذبذب من تحوير الصوت قد يستغرق عدة ثوان لإكمال دورة واحدة وهذا هو التردد المنخفض نسبيا، الذي ينتج من مذبذب التردد المنخفض. يمكن للأذن تصور التذبذبات المنتجة من مذبذب التردد المنخفض، في حين لا تلاحظ التذبذب في النوتة الموسيقية. تتأرجح موجة النوتة الموسيقية بسرعة كبيرة جدا لتحقيق الواقع حيث أنها في الواقع موجة.**

**الشكل (٧ –١٠٦) مقطع من مذبذب التردد المنخفض لأجهزة المزج الحديثة**

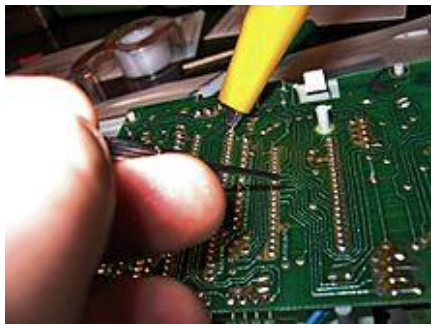
**مذبذب التردد المنخفض سوف يسمح بتغيير معدل التذبذب، ولكن عادة لا يتم استخدامه أعلى من نحو ١٠ هيرتز، حيث ٢٠ هيرتز هو أقل مدى مسموع من الإنسان، وإذا وضع**

---

١٦٣ مذبذب للتردد المنخفض **Low-frequency oscillation (LFO) is an electronic signal which is usually below 20 Hz and creates a rhythmic pulse or sweep. This pulse or sweep is often used to modulate synthesizers, delay lines and other audio equipment in order to create effects used in the production of electronic music. Audio effects such as vibrato, tremolo and phasing are examples. The abbreviation *LFO* is also very often used to refer to low-frequency oscillators themselves**

مذبذب التردد المنخفض أعلى من ذلك، وسوف يكون له أثر في الواقع مضيفا نغمة أخرى إلى الصوت. عموما، يتم استخدام مذبذب التردد المنخفض عند أقل من ١ هيرتز، وهذا يعني أنه يحتاج أكثر من ثانية لإكمال دورة واحدة، على سبيل المثال، عند ٠,٢ هيرتز، يستكمل مذبذب التردد المنخفض دورة تذبذب واحدة في ٥ ثواني وبالإضافة الى التحكم في التردد، يجب أن يسمح مذبذب التردد المنخفض لتحديد تأثير مذبذب التردد المنخفض الذي يؤثر على نغمة الصوت، وخاصة المرشحات لتمرير الترددات المنخفضة أو لتمرير الترددات عالية، الحجم، أو بعض الآثار الأخرى.

## ٧ – ٦ – ٢ انحناء الدوائر



الشكل (٧ –١٠٧) تدقيق "الانحناءات" باستخدام مفك البراغي

انحناء الدائرة[١٦٤] هو التخصص الخلاق للدوائر داخل الأجهزة الإلكترونية مثل انخفاض الجهد ، واستخدمت في لعب الأطفال وآلات المزج الرقمية الصغيرة لتكوين الآلات الموسيقية آو البصرية الجديدة ومولدات الصوت ، وكذلك مع وحدات التأثير مع الجيتار الذى يعمل ببطارية[١٦٥] ، والتي تحقق العفوية والعشوائية.

---

١٦٤ انحناء الدائرة Circuit bending is the creative, chance-based customization of the circuits Within electronic devices such as low voltage, battery-powered guitar effects, children's toys and digital synthesizers to create new musical or visual instruments and sound generators. Emphasizing spontaneity and randomness, the techniques of circuit bending have been commonly associated with noise music, though many more conventional contemporary musicians and musical groups have been known to experiment with "bent" instruments. Circuit bending usually involves dismantling the machine and adding components such as switches and potentiometers that alter the circuit.

١٦٥ وحدات التأثير مع الغيتار التي تعمل ببطارية An effects unit or pedal is an electronic device

**الشكل (٧ – ١٠٨) تسمح لوحة الدواسة للمؤدى إنشاء سلسلة جاهزة للاستخدام من دواسات متعددة٠سلسلة الترتيب: توليف، الضاغط، ومولد أوكتاف[١٦٦] ، دواسة القيثارات[١٦٧] ، قيادة[١٦٨] ، تشويه، زغب[١٦٩] ، مكافئ واهتزاز[١٧٠]**

**ارتبطت تقنيات الانحناء في الدائرة عاده مع موسيقى الضوضاء ، على الرغم من علم العديد من الموسيقيين المعاصرين الأكثر تقليدية والفرق الموسيقية بتجارب أجهزة الانحناء. دائرة الانحناء عاده ما تنطوي على تفكيك الجهاز وإضافة مكونات مثل مفاتيح التشغيل ومقاومات الجهد المنزلقة التي تغيير في أداء الدائرة مع تجدد الاهتمام للتكوين التناظري، أصبحت دوائر الانحناء حل رخيص لكثير من الموسيقيين التجريبين لتكوين المولدات التناظرية للأصوات الخاصة بهم. في الوقت الحاضر يمكن إيجاد العديد من الخطط لبناء مولدات الضجيج**

---

that alters how a musical instrument or other audio source sounds. Some effects subtly "color" a sound while others transform it dramatically. Musicians use effects units during live performances or in the studio, typically with electric guitar, electronic keyboard, electric piano or electric bass.

١٦٦ مولد أوكتاف In music, an octave (Latin: *octavus*: eighth) or perfect octave is the interval between one musical pitch and another with half or double its frequency.

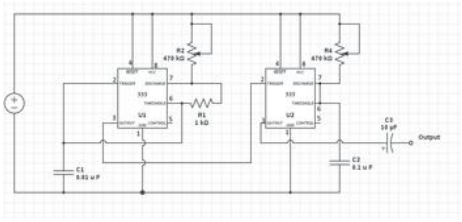
١٦٧ دواسة القيثارات A wah-wah pedal is a type of guitar effects pedal that alters the tone of the signal to create a distinctive effect, mimicking the human voice. The pedal sweeps the peak response of a filter up and down in frequency to create the sound (spectral glide), also known as "the wah effect".

١٦٨ قيادة Distortion and overdrive are forms of audio signal processing used to alter the sound of amplified electric musical instruments, usually by increasing their gain. Distortion is most commonly used with the electric guitar, but may also be used with other electric instruments.

١٦٩ زغب "Fuzz" is a term used to describe a particular form of distortion originally created " by guitarists using faulty equipment

١٧٠ اهتزاز In music, tremolo , is a trembling effect. There are two types of tremolo. The first is a rapid reiteration ,second type of tremolo is a variation in amplitude

مثل وحدة التحكم الشرير أتاري[١٧١] أو الملقب بصفارة الإنذار وكذلك التعديلات المختصرة للعب الأطفال مثل البرامج الشهيرة لتعليم وتهجئة الكلمات ونطق الحروف التي غالبا ما يتم تعديلها



الشكل (٧ – ١٠٩) رسم تخطيطي لدائرة لتنفيذ "وحدة التحكم الشرير أتاري"

تم تطوير دائرة الانحناء مع اللعب المخصصة للنطق والإملاء، وعقدت التلمذة الصناعية ورش عمل حول دوائر الانحناء. التطورات في القرن العشرون في مجال الإلكترونيات وتكنولوجيا الحاسوب تسببت في تغيير الكثير من التقنيات حول العالم، وعلى الرغم من أنه يبدو أن مثل هذه التقنيات مرتبطة بشكل مباشر لعلوم هذه التقنيات، فإن الحقيقة هي أنها غيرت أيضا الكثير في عالم الفن ٠ لقد غيرت التكنولوجيا كوسيلة كثير من الناس لخلق وعرض الفن، وأن هذه التقنيات لها القدرة على تلمس كل العناصر فى مجال الفن، بما في ذلك الرسم، والكتابة، والنحت، والموسيقى، والمسرح، والسينما. أهم التغيرات، ومع ذلك، كانت في مجالات الفنون البصرية والموسيقى حيث يتم إنشاء الكثير من الفنون البصرية الآن على شاشة الكمبيوتر بدلا من الرسم باليد، إلا أن اهتمامنا يقتصر حاليا حول الموسيقى عبر الإلكترونيات. الإلكترونيات المولدة للموسيقى مهمة جداً إلا أنها لم تولد فقط كحقل منفصل تماما من الموسيقى، ولكن من خلال العديد من الأنواع الفرعية. مجال الموسيقى الالكترونية ويشمل مثل هذه الأنواع الفرعية من الموسيقى منها للبيئة المنزلية، أو البيئة الصناعية أو

---

١٧١ وحدة التحكم الشرير أتاري The Atari Punk Console (APC) is a popular circuit that utilizes two 555 timer ICs or a single 556 dual timer IC. The original circuit, called a "Sound Synthesizer", and later called "Stepped Tone Generator" It was named "Atari Punk Console" (APC) by Kaustic Machines crew because its "low-fi" sounds resemble classic Atari console games from the 1980s, with a square wave output similar to the Atari 2600. Kaustic Machines added a -4db line level output to the circuit which was originally designed to drive a small 8-ohm speaker.

البيئات المفتوحة مثل الغابات أو الموسيقى الخاصة بالنشوة، وغيرها من المنافذ حتى الأكثر غموضا وهذا ليس مستغربا،

٧ – ٦ – ٣ البرامج الحاسوبية للاستكشاف

بغض النظر عن مدى الخبرة المتوفرة، الفن هو دائما عملية تنقيب. عندما ترغب في تكوين الفن، يتم اكتشاف طرق جديدة لترتيب الصور، والأصوات، والأفكار. عند تنفيذ الفن، يتم اكتشاف طرق جديدة لتقديم تلك الأفكار وعند ملاحظة أو الاستماع إلى الفن، يتم اكتشاف طرق جديدة للتفسير والتفكير في هذه الأفكار وكيفية ارتباطها بالعالم. للموسيقي الإلكترونية، هناك عدد لا يحصى من البرامج التي يمكن استخدامها لمحاولة استنباط أشياء جديدة ومختلفة. بالنسبة للمبتدئين، يتم سرد عدد من البرامج الأكثر شيوعا والهامة التي تختص بإنتاج الموسيقى الالكترونية، ولكن هناك العديد من البرامج الأخرى المفيدة.

- برنامج يشتمل على نماذج موالفة حقيقية [١٧٢]، مع مجموعة كاملة من المقابض والمنزلقات للتعامل معها وتكوين أصوات أدوات مختلفة ربما معقدة جدا للمبتدئين، ولكن لا يزال هناك الكثير من المرح بعزفها، ويمكنك الحصول على بعض الأصوات المذهلة حقا
- ٠برنامج (تعقب الموسيقى) [١٧٣] "وبرنامج أميجا الأسطوري
- برنامج المزج في أسلوب كلاسيكي [١٧٤] لمازج في العالم الحقيقي مثل موجس القديمة الذي كان رائد في الصناعة ويبدو وكأنه برنامج أساسي إلى حد ما.
- برنامج موالفة محاكاة أخرى [١٧٥]، يوفر جميع المقابض على شاشة واحدة (بدلا من عدة نوافذ منفصلة مثل برنامج [١٢]، ومع ذلك لا يزال هناك حزم كثيرة في نافذه واحدة.

---

١٧٢ برنامج يشتمل على نماذج موالفة حقيقية (ZynAddSubFX) Is a program which actually models a real synth, with a whole bunch of knobs and sliders

١٧٣ برنامج (تعقب الموسيقى) Sound Tracker، Music tracker and the legendary Amiga program

١٧٤ برنامج المزج في أسلوب كلاسيكي amSynth program to be a synthesizer in the style of classic real-world synths like the old Moogs

١٧٥ برنامج موالفة محاكاة أخرى Oxe FM Synth Another simulated synth, has all the knobs on one screen (instead of having several separate windows like Zyn Add Sub FX)،

- برنامج (الجرأة) لتحرير الصوت [١٧٦] كبير مفتوح المصدر ومتوفر على شبكة الإنترنت
- برنامج حديقة الورود [١٧٧] وهو برنامج ممتاز له واجهة رقمية للآلات الموسيقية [١٧٨] على غرار برنامج أبوك التجاري ويندوز وماك. المصدر المفتوح والمتاح
- برنامج (برامز) منظم موسيقى [١٧٩]، على غرار برنامج حديقة الورد ومتاح على الإنترنت
- برنامج (سندان ستوديو) [١٨٠] منظم موسيقى مجانا، ومتاح على الإنترنت
- برنامج (الجاز ++) [١٨١] يشتمل على واجهة رقمية للألأت الموسيقية ومفتوح المصدر

## ٧ – ٧ الآلات الموسيقية الإلكترونية

الأداة الكترونية الموسيقية هي آلة موسيقية[١٨٢] تنتج الصوت باستخدام الإلكترونيات. الصوت الخارج من الجهاز عبارة عن إشارات صوتية[١٨٣] تصل عبر مكبرات الصوت[١٨٤] .

---

١٧٦ برنامج (الجرأة) لتحرير الصوت .Audacity, A great, great open-source audio editing program

١٧٧ برنامج حديقة الورودRosegarden An excellent MIDI sequencer

١٧٨ واجهة رقمية للآلات الموسيقية MIDI for Musical Instrument Digital Interface) is a technical standard that describes a protocol, digital interface and connectors and allows a wide variety of electronic musical instruments, computers and other related devices to connect and communicate with one another

١٧٩ برنامج (برامز) منظم موسيقى .(Brahms) Another music sequencer, similar to Rosegarden

١٨٠ برنامج (سندان ستوديو) Another good free music sequencer, Anvil Studio,

١٨١ برنامج (الجاز ++)Jazz++ A terrific open-source MIDI sequencer

١٨٢ آلة موسيقية .musical instrument is instrument created or adapted to make sound In principle, any object that produces sound can be a musical instrument—it is through purpose that the object becomes a musical instrument.

١٨٣ الإشارات الصوتية An audio signal is a representation of sound, typically as an electrical voltage. Audio signals have frequencies in the audio frequency range of roughly 20 to 20,000 Hz (the limits of human hearing). Audio signals may be synthesized directly, or may originate at a transducer such as a microphone, musical instrument pickup, phonograph cartridge, or tape head. Loudspeakers or headphones convert an electrical audio signal into sound. Digital representations of audio signals exist in a variety of formats

١٨٤ مكبرات الصوت A loudspeaker is an electroacoustic transducer; which converts an electrical audio signal into a corresponding sound

يشتمل الجهاز الإلكتروني على واجهة للمستخدم[١٨٥] للسيطرة على الصوت، في كثير من الأحيان عن طريق ضبط حدة الصوت، التردد ، أو الفترة الزمنية لكل نوتة موسيقية . ومع ذلك، فإنه من الشائع على نحو متزايد فصل واجهة المستخدم ووظائف توليد الصوت إلى جهاز تحكم للموسيقى[١٨٦] (جهاز الإدخال) وجهاز مزج موسيقى[١٨٧] ، على التوالي، بعنصرين من أجهزة الاتصال للأداء اللغوي والوصف الموسيقي مثل جهاز الواجهة الرقمية للآلات الموسيقية أو منظم الصوت المفتوح[١٨٨] .

الشكل (٧ – ١١٠) مجموعة بيانو – مكبر الصوت للاستخدام المنزلي – مثال لواجهة مستخدم ملموسة.

---

١٨٥ واجهة المستخدم The user interface (UI), in the industrial design field of human–machine interaction, is the space where interactions between humans and machines occur.

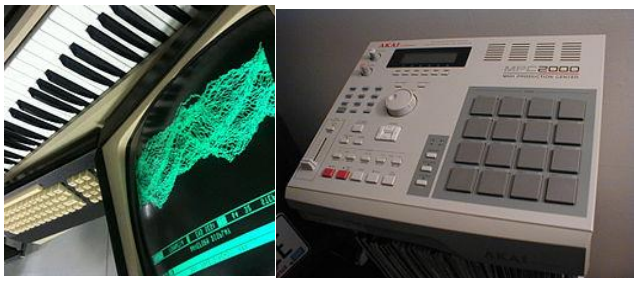
١٨٦ جهاز تحكم الموسيقى A MIDI controller is any hardware or software that generates and transmits Musical Instrument Digital Interface (MIDI) data to electronic or digital MIDI-enabled devices, typically to trigger sounds and control parameters of an electronic music performance.

١٨٧ جهاز مزج موسيقى Algorithmic composition is the technique of using algorithms to create music. Algorithms (or, at the very least, formal sets of rules) have been used to compose music for centuries; the procedures used to plot voice-leading in Western counterpoint, for example, can often be reduced to algorithmic determinacy.

١٨٨ منظم الصوت المفتوح Open Sound Control (OSC) is a protocol for networking sound synthesizers, computers, and other multimedia devices for purposes such as musical performance or show control. OSC's advantages include interoperability, accuracy, flexibility and enhanced organization and documentation.

**يمكن اعتبار ان جميع الآلات الموسيقية الإلكترونية مجموعة فرعية من تطبيقات معالجة الإشارات الصوتية [١٨٩]، وتسمى الآلات الموسيقية الإلكترونية البسيطة وأحيانا المؤثرات الصوتية [١٩٠]. الحدود بين المؤثرات الصوتية والآلات الموسيقية الفعلية غالبا ما تكون غامضة. تستخدم الآلات الموسيقية الإلكترونية على نطاق واسع في معظم أنماط الموسيقى. يعتبر تواصل تطوير الأجهزة الجديدة الإلكترونية الموسيقية، وأجهزة التحكم، وأجهزة المزج حقل نشط ومتعدد المجالات البحثية. المؤتمرات المتخصصة ولا سيما المؤتمر الدولي للواجهات الجديدة للتعبير الموسيقي[١٩١]، قدم تقرير للعمل المتطور، فضلا عن توفير معرضا للفنانين والتكوينات الموسيقية والأدوات الإلكترونية الجديدة الموسيقية، وأجهزة التحكم، والمزج.**

### ٧ – ٧ – ١ جهاز كمبيوتر مجمع نغمات والتجميع الموسيقي




**الشكل (٧ – ١١١) منظم تجميع عينات – جهاز الكمبيوتر الموسيقي المعتدل**

---

١٨٩ معالجة الإشارات الصوتية **Audio signal processing or audio processing is the intentional alteration of audio signals often through an audio effect or effects unit. As audio signals may be electronically represented in either digital or analog format, signal processing may occur in either domain. Analog processors operate directly on the electrical signal, while digital processors operate mathematically on the digital representation of that signal.**

١٩٠ المؤثرات الصوتية **Sound effects (or audio effects) are artificially created or enhanced sounds, or sound processes used to emphasize artistic or other content of films, television shows, live performance, animation, video games, music, or other media.**

١٩١ للواجهات الجديدة للتعبير الموسيقي**New Interfaces for Musical Expression, also known as NIME , is an international conference dedicated to scientific research on the development of new technologies and their role in musical expression and artistic performance?**

أول الأجهزة الرقمية لتجميع الألحان المتعددة جهاز الكمبيوتر الموسيقي المعتدل [١٩٢]، بتقنية ثنائي المعالج[١٩٣] الذي أعطى الموسيقيين القدرة على تعديل الحجم، وتضخيم وتخفيت الصوت واستخدام المؤثرات الخاصة مثل الاهتزاز. يمكن عرض عينة الطول الموجي[١٩٤] على الشاشة وتعديلها باستخدام القلم الضوئي[١٩٥] . أنتج لأول مرة في عام ١٩٨٣ قادر على تجسيم المزج الموسيقى الرقمي مع وجود لوحة المفاتيح الحساسة للسرعة.

الشكل (٧ – ١١٢) معالج مع إمكانية إعادة تدويرها – وحدة تحكم نظام تحرير النص التشعبي – أشكال الموجات الجيبي – المربعة – المثلثة – والمسننة

---

١٩٢ جهاز الكمبيوتر الموسيقي المعتدل The Fair light CMI (short for Computer Musical Instrument) digital sampling synthesizer. was one of the earliest music workstations with an embedded digital sampling synthesizer.

١٩٣ المعالج A microprocessor is a computer processor which incorporates the functions of a computer's central processing unit (CPU) on a single integrated circuit (IC), or at most a few integrated circuits.

١٩٤ عرض عينة الطول الموجي A waveform is the shape and form of a signal such as a wave moving in a physical medium or an abstract representation.

١٩٥ القلم الضوئي A light pen is a computer input device in the form of a light-sensitive wand used in conjunction with a computer's CRT display.

## ٧ – ٧ – ٢ الموسيقى الحاسوبية [١٩٦] وبرمجيات المزج[١٩٧]

**حدث تطور مهم وجديد بظهور الحواسيب في مجال التأليف الموسيقى، بما يسمى الموسيقى الاحتمالية أو الموسيقى العشوائية [١٩٨]، وهو أسلوب تلحين لتوظيف أنظمة احتمالات رياضية. استخدمت الخوارزميات احتمالات مختلفة لتكوين قطعة موسيقية في إطار مجموعة من المعاملات.**

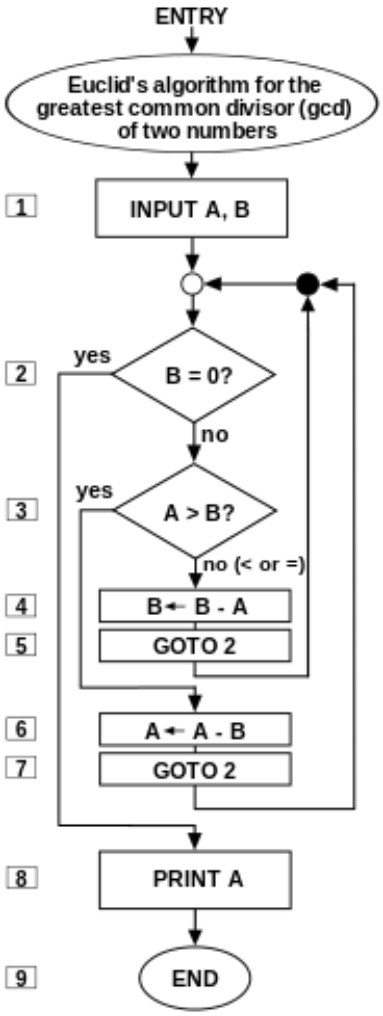
**الشكل (٧ – ١١٣) وحدة معالجة الإشارات الرقمية**

---

١٩٦ الموسيقى الحاسوبية **Computer music is the application of computing technology in music composition, to help human composers create new music or to have computers independently create music, such as with algorithmic composition programs. It includes the theory and application of new and existing computer software technologies and basic aspects of music, such as sound synthesis, digital signal processing, sound design, sonic diffusion, acoustics, and psychoacoustics.**

١٩٧ برمجيات المزج **A software synthesizer, also known as a soft synth, is a computer program, or plug-in that generates digital audio, usually for music. Computer software that can create sounds or music is not new, but advances in processing speed are allowing soft synths to accomplish the same tasks that previously required dedicated hardware. Soft synths are usually cheaper and more portable than dedicated hardware, and easier to interface with other music software such as music sequencers.**

١٩٨ الموسيقى الاحتمالية **In music, mathematical processes based on probability can generate stochastic elements. Stochastic processes may be used in music to compose a fixed piece or may be produced in performance. Stochastic music was pioneered by Innis Xanax is, who coined the term *stochastic music*.**




**الشكل (٧ – ١١٤) رسم بياني لخوارزمية إقليدس**

**حساب القاسم المشترك الأكبر (g.c.d) من رقمين AوB في موقع يسمى (AB) في الخوارزمية. التي استكملت من عمليات الطرح المتتالية في مسارين: إذا اكانت قيمة $A \leq B$ تعطى "نعم" (أو صحيح) (أكثر دقة رقم B في الموقع B أكبر من أو يساوي العدد A في الموقع A)، ثم تحدد الخوارزمية $B \leftarrow B - A$ (معنى ان الرقم B – A حل محل الرقم B القديم). وبالمثل، إذا كان $A < B$، ثم $A \leftarrow A - B$ تتم إنهاء العملية عند (محتويات) الرقم B تساوى صفر، مما يسفر عن الأرقام g.c.d. في الموقع A. أول عمل كامل للتكوين بمساعدة الحاسوب باستخدام التكوين اللوغاريتمي [١٩٩] في عام ١٩٥٧، ظهر أول برنامج**

---

١٩٩ التكوين اللوغاريتمي –In mathematics and computer science, an algorithm is a self

كمبيوتر لتوليد الموجات الصوتية الرقمية من خلال التوليف المباشر. ثم ظهر برنامج الجيل التالي من توليف الموسيقى التي لا تزال تستخدم على نطاق واسع ٠ في منتصف الثمانينات تطورت برامج معالجة الإشارة الجرافيك المتقدمة في الوقت الحقيقي مع واجهة رقمية للآلات الموسيقية [٢٠٠]، وبذلك توفر تكوين حسابي لمعظم الملحنين مع برمجة الكمبيوتر بخلفية متواضعة.

- الواجهة الرقمية للآلات الموسيقية [٣٣]

في العام ١٩٨٠، التقت مجموعة من الموسيقيين وتجار الموسيقى لتوحيد واجهة موسيقية جديدة يمكنها التواصل والتحكم في تعليمات الرقابة مع الأجهزة والحواسيب الصغيرة الأكثر انتشارا. وقد أطلق على هذه المعايير **(واجهة آلات موسيقية رقمية) بعد استكمال اعداد مواصفاتها في ١٩٨٣.** سمحت تكنولوجيا **واجهة الآلات الموسيقية الرقمية** بضغطة زر واحدة السيطرة على عناصر التشغيل واستقبال الأمر من الحواسيب الصغيرة لتفعيل كل جهاز في الاستوديو وبشكل متزامن، حيث أن كل جهاز يستجيب وفقا لشروط محددة سلفا من قبل الملحن. تفرض الأدوات والبرمجيات **واجهة الآلات الموسيقية الرقمية** رقابة قوية من أدوات متطورة بأسعار معقولة بسهولة من قبل العديد من الاستوديوهات والأفراد.

---

contained step-by-step set of operations to be performed. Algorithms perform calculation, data processing, and/or automated reasoning tasks. An algorithm is an effective method that can be expressed within a finite amount of space and time and in a well-defined formal language for calculating a function.

٢٠٠ واجهة رقمية للآلات الموسيقية MIDI (Musical Instrument Digital Interface) is a technical standard that describes a protocol, digital interface and connectors and allows a wide variety of electronic musical instruments, computers and other related devices to connect and communicate with one another

## ٧ – ٨ الآلات الموسيقية الإلكترونية الحديثة

الشكل (٧ – ١١٥) أداة النفخ الإلكترونية – الأصابع المتوالية كاملة الحجم – وشبيه الغيتار

الشكل (٧ – ١١٦) جهاز رولاند تحكم لواجهة الرقمية للآلات الموسيقية

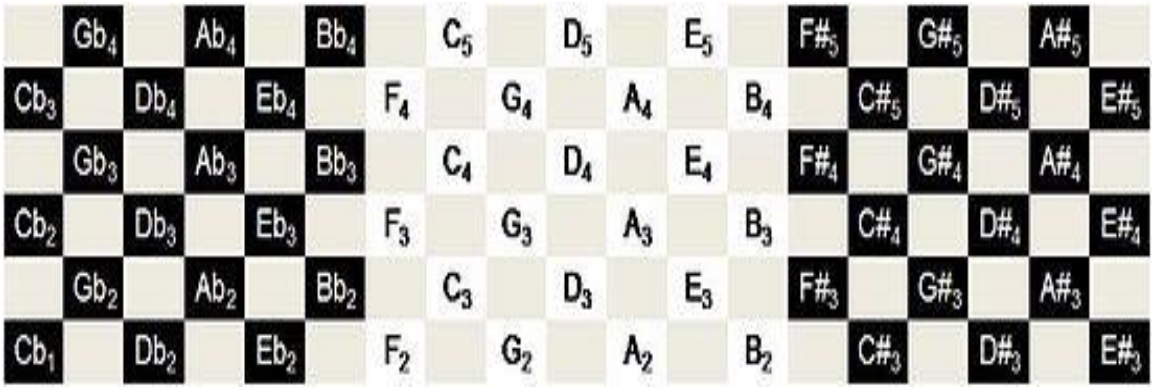
تركزت زيادة قدرة المعدات الموسيقية وخفض تكلفة الالكترونيات في توليد الصوت وخصوصا من أجهزة الكمبيوتر الشخصية، جنبا إلى جنب مع توحيد واجهة آلات موسيقية رقمية مع برنامج شبكة مزج الصوت[٢٠١] لأداء توصيف لغات الموسيقي ، وقد سهلت الفصل بين الآلات الموسيقية في وحدات التحكم والمزج الموسيقى إلى حد بعيد . أداة التحكم الموسيقية الأكثر شيوعا هو لوحة المفاتيح الموسيقية[٢٠٢] وتشمل وحدات التحكم الأخرى

---

٢٠١ برنامج شبكة مزج الصوت Open Sound Control (OSC) is a protocol for networking sound synthesizers, computers, and other multimedia devices for purposes such as musical performance or show control. OSC's advantages include interoperability, accuracy, flexibility and enhanced organization and documentation.

٢٠٢ لوحة المفاتيح الموسيقية A musical keyboard is the set of adjacent depressible levers or keys on a musical instrument. Keyboards typically contain keys for playing the twelve notes of the Western musical scale, with a combination of larger, longer keys and smaller, shorter keys that repeats at the interval of an octave.

ولوحات المفاتيح المتماثلة المختلفة [٢٠٣] بما في ذلك المازج الموسيقى المتحرك[٢٠٤] ، ومجموعات عناصر ومستشعرات [٢٠٥]




الشكل (٧ – ١١٧) تخطيط لوحة المفاتيح في عام ١٨٩٦ فيكي إيسومورفيك

---

٢٠٣ لوحات المفاتيح المتماثلة المختلفة An isomorphic keyboard is a musical input consisting of a two-dimensional grid of note-controlling elements (such as device buttons or keys) on which any given sequence and/or combination of musical intervals has the "same shape" on the keyboard wherever it occurs – within a key, across keys, across octaves, and across tunings.

٢٠٤ المازج الموسيقى المتحرك Korg Ka oscillator is a portable music synthesizer manufactured by Korg. Termed a "dynamic-phrase synthesizer" by the manufacturer, it can produce a wide range of sounds, can produce a continuous music loop, and can be tuned to various keys and scales.

٢٠٥ مجموعات عناصر ومستشعرات I-CubeX comprises a system of sensors, actuators and interfaces that are configured by a personal computer. Using MIDI, Bluetooth or the Universal Serial Bus (USB) as the basis for all communication, the complexity is managed behind a variety of software tools, including an end-user configuration editor, Max (software) plugins, and a C++Application Programming Interface (API), which allows applications to be developed in Mac OS X, Linux and Windows operating systems.

طبلة الراديو[٢٠٦] ، أداة النفخ الإلكترونية[٢٠٧] ، جهاز شبيه بالغيتار[٢٠٨] ، واستجابة حركات الجسم للموسيقى[٢٠٩] ، التحكم عن طريق اللمس[٢١٠]، و التواصل بالأصابع[٢١١] ، جهاز رولاند تحكم للواجهة الرقمية للآلات الموسيقية[٢١٢] ،

- جهاز منضدة موسيقية (راك تيبول)

الشكل (٧ – ١١٨) جهاز المنضدة الموسيقية – مازج متعدد الوحدات –توصيل الوحدات المختلفة

---

٢٠٦ طبلة الراديو The Radio drum or radio-baton is a musical instrument played in three-dimensional space using two mallets (snare drum sticks with wires). It was developed at Bell Labs in the 1980s

٢٠٧ أداة النفخ الإلكترونية the name of EWI (an acronym for electric wind instrument) is a wind controller, an electronic musical instrument invented by Nyle Steiner.

٢٠٨ شبيه الجيتار The Synth Axe is a fretted, guitar-like MIDI controller, created by Bill Aitken,Mike Dixon, and Tony Sedivy and manufactured in England in 1985. It is a musical instrument that uses electronic synthesizers to produce sound and is controlled using an arm resembling the neck of a guitar in form and in use.

٢٠٩ استجابة حركات الجسم للموسيقى< Wave of the hand or a clenched first< a ripple of the back even a yawn or a scowl can make Muscle – Music, the body synth is a system for transforming movements, gestures, and other muscle efforts into sounds and other effects, almost any muscle can be linked to the electronic circuitry

٢١٠ التحكم عن طريق اللمس Buchla Thunder is one of many in the family of MIDI controllers consisting of tactile control surfaces, which are manipulated by hand.

٢١١ التواصل بالأصابع The Continuum Fingerboard or Haken Continuum is a music performance controller. and synthesizer developed by Lippold Haken, a professor of Electrical and Computer Engineering at the University of Illinois, and sold by Haken Audio, located in Champaign, Illinois

٢١٢ جهاز رولاند تحكم لواجهة الرقمية للآلات الموسيقية Roland Octapad is a range of MIDI percussion controllers produced by the Roland Corporation.

**جهاز المنضدة الموسيقية (راك تيبول) [٢١٣] شفاف ومستدير مع خلفية ضوئية[٢١٤] عرض تفاعلية. عن طريق وضع وحدات معالجة على سطح المنضدة، بينما التفاعل مع العرض المرئي عن طريق حركات الأصابع، وتشغيل وتركيب وحدات المزج الظاهرية[٢١٥] ، يمكن تكوين مقطوعات موسيقية أو مؤثرات صوتية.**

- **جهاز المكعبات السمعية**

**الشكل (٧ – ١١٩) مكعبات لاسلكية مستقلة تعمل بالطاقة – تركيبات المناظر الطبيعية من خلال العناصر الضوئية للتركيبات الداخلية والخارجية**

**هي مكعبات لاسلكية مستقلة تعمل بالطاقة عن طريق نظام كمبيوتر داخلي وبطارية قابلة للشحن. مع نظام إضاءة بالألوان [٢١٦] (الأحمر – الأخضر – الأزرق) وتداخلات الألوان**

---

٢١٣ جهاز المنضدة الموسيقية (راك تيبول) The Reactable is an electronic musical instrument with a tabletop Tangible User Interface that developed within the Music Technology Group

٢١٤ خلفية ضوئية displays (LCDs). A backlight is a form of illumination used in liquid crystal As LCDs do not produce light by themselves (unlike for example Cathode ray tube (CRT) displays), they need illumination (ambient light or a special light source) to produce a visible image. Backlights illuminate the LCD from the side or back of the display panel, unlike frontlights, which are placed in front of the LCD.

٢١٥ وحدات المزج الظاهرية The modular synthesizer is a type of synthesizer, which exists in both physical and virtual forms, consisting of separate specialized modules.

٢١٦ نظام إضاءة بالألوان The definition RGB (red, green, and blue) refers to a system for representing the colors to be used on a computer display. Red, green, and blue can be combined in various proportions to obtain any color in the visible spectrum. Levels of R, G, and B can each range from 0 to 100 percent of full intensity. Each level is represented by the range of decimal numbers from 0 to 255 (256 levels for each color), equivalent to the range of binary numbers from

الداخلية، وتكون قادرة على اكتشاف موقع كل من المكعبات الأخرى من حيث التوجه والمسافة. يمكن للمكعبات أيضا تحديد المسافات إلى يد المستخدم والأصابع من خلال التفاعل مع المكعبات، ويمكن تشغيل مجموعة متنوعة من الموسيقى والبرمجيات. ولها تطبيقات في تصميم الصوت، وإنتاج الموسيقى، والأداء الحي.

- جهاز مزج كورج

الشكل (٧ – ١٢٠) جهاز مزج مذبذب كورج [٢١٧]

وهو مجموعة أجهزة مدمجة حيث موضع الاصبع على لوحة اللمس يتحكم في خصائص نوتتين موسيقيتين. عادة يتم تغيير النغمة وخواص اللهجة مع حركة الأصبع بين اليسار واليمين، تغيير المرشحات أو المعاملات الأخرى تتم مع الحركة صعودا إلى أسفل. يمكن تعيين لوحة اللمس لجداول ومفاتيح موسيقية مختلفة. ويمكن للأداة تسجيل حلقة مكررة من طول موجي قابل للتعديل، لتعيين أي إيقاع، وحلقات جديدة من طبقات الصوت على رأس القائمة. هذا يفسح المجال لموسيقى الرقص الالكتروني ولكنها محدودة لمتواليات تسيطر عليها النوت الموسيقية ولها ملامح لوحة المفاتيح العادية.

---

00000000 to 11111111, or hexadecimal 00 to FF. The total number of available colors is 256 x 256 x 256, or 16,777,216 possible colors.

٢١٧ جهاز مزج مذبذب كورج Korg Kaossilator is a portable music synthesizer manufactured by Korg. Termed a "dynamic-phrase synthesizer" by the manufacturer, it can produce a wide range of sounds, can produce a continuous music loop, and can be tuned to various keys and scales.

- **مزمار موسيقى أيجن هارب** [٢١٨]

**أداة كبيرة تشبه المزمار الخشبي** [٢١٩]**، يتفاعل من خلال أزرار حساسة للمس وتشتمل على منظم طبل وبوق. تتم معالجة الصوت على جهاز كمبيوتر منفصل.**

**الشك (٧ – ١٢١) المزمار موسيقى أيجن هارب – المزمار الخشبي**

- **جهاز مراقبة إشارات حساس الرابع**

**هو أداة يمكن ارتداؤها تستشعر نبضات العضلات في جسم الإنسان للموسيقى والمؤثرات الصوتية وهو معروف باسم ميكانوميجرام** [٢٢٠] **. عندما يتحرك المؤدى، ينتج الجسم أصوات**

---

٢١٨ المزمار, **Eigen harp is a brand of electronic instrument made by Eigen labs, a company based in UK released in 2009 after developing it for eight years. The "instrument" is a highly flexible and portable controller, with the sound being generated in the software it drives.**

٢١٩ المزمار الخشبي **The bassoon is a woodwind instrument in the double reed family that typically plays music written in the bass and tenor clefs, and occasionally the treble.**

٢٢٠ ميكانوميجرام **The mechanomyogram (MMG) is the mechanical signal observable from The surface of a muscle when the muscle is contracted. At the onset of muscle contraction, gross changes in the muscle shape cause a large peak in the MMG. Subsequent vibrations are due to oscillations of the muscle fibers at the resonance frequency of the muscle. The mechanomyogram is also known as the phonomyogram, acoustic myogram, sound myogram, vibromyogram or muscle sound.**

العضلات التي يتم التقاطها بواسطة رقاقة ميكروفون تلبس على الذراع أو الأرجل. ثم يتم أخذ عينات لأصوات العضلات الحية على الهواء مباشرة باستخدام برنامج حاسوبي متخصص ومكتبة من وحدات التأثيرات الصوتية. يسيطر المؤدى على أداء معاملات العينات الحية وشدتها عن طريق تأمل القوة والسرعة والتعبير عن الحركة.

- **جهاز الكتروني ألفا سفير بتأثير الضغط واللمس** [٢٢١]

جهاز كروي الشكل يتكون من ٤٨ شريحة أو منصة تستجيب للضغط واللمس. تسمح برامج مخصصة برمجة المنصات أو الشرائح للوظائف بشكل فردى أو جماعي مثل النوت الموسيقية، ومعاملات الضغط على المنصات. المفهوم الأساسي لجهاز ألفا سفير هو زيادة مستوى التعبير المتاح للموسيقيين، من خلال السماح لأسلوب العزف على آلة موسيقية.

**رقاقة النغمة الموسيقية**

- رقاقة النغمة الموسيقية[٢٢٢] مكتوبة في صيغ الصوت حيث يتم تجميع العديد من الأصوات في الوقت الحقيقي عن طريق الكمبيوتر أو التحكم في رقاقة لعبة فيديو[٢٢٣] ، بما في ذلك في بعض الأحيان التوليف القائم على العينة وإعادة تشغيلها . ظهر العديد من رقاقات تكوين أجهزة الموسيقى جنبا إلى جنب مع انخفاض معدل عينة التشغيل. ونشطت ثقافة تجميع

---

٢٢١ جهاز الكتروني ألفا سفير بتأثير الضغط واللمس Alpha Sphere is an electronic musical instrument The primary concept of the Alpha Sphere is to increase the level of expression available to electronic musicians, by allowing for the playing style of a musical instrument. and received press from popular organizations such as Sound on Sound, BBC, Wired and Music Radar. There are currently two different Alpha Sphere models

٢٢٢ رقاقة النغمة الموسيقية synthesized A chiptune, also known as chip music or 8-bit music, is electronic music which is (1) made for PSG sound chips (real or emulated) used in vintage computers, consoles, and arcade machines, (2) tracker format music which intentionally sounds similar to old PSG chip music or (3) music that combines PSG sounds and modern electronica/EDM or other musical styles

٢٢٣ رقاقة الصوت لعبة فيديو A video game console is an electronic, digital or computer device that outputs a video signal or visual image display a video game that one or more people can play.

**الأجهزة الموسيقية بنفسك** [٢٢٤] **خلال أواخر ١٩٧٠ وأوائل ١٩٨٠، انتشرت مجموعة تصاميم للأجهزة الموسيقية الإلكترونية في مجلات هواة الالكترونيات (لا سيما وحدات المزج، وحدات توصيف صوت الكلام، والتي تم توفيرها كمجموعات من قبل شركات للإلكترونيات). بدأ تعليم تكوين الدوائر** [٢٢٥]**، الكهربائية الإبداعية، وتكوين الأجهزة الإلكترونية التجريبية، واستكشاف العناصر الصوتية مثل الجرس وما يتعلق بالنغمات أو الإيقاع، الكثير من المحاولات في الدوائر مباشرة، خصوصا تفادى تدمير الدائرة خاصة في دوائر الموسيقى التصويرية.**

**الشكل (٧ – ١٢٢) التضبيط باستخدام أدوات الصيانة الإلكترونية – مجموعة وحدات جاهزة للاستخدام سلسلة إشارة النظام: موالف، الضاغط، ومولد أوكتاف، دواسة القيثارات، مكافئ واهتزاز وغيرها.**

- **تجميع الدوائر هو تخصص حديث خلاق للدوائر داخل الأجهزة الإلكترونية مثل دوائر التحكم في الجهد ، وتأثير البطارية التي تعمل بالطاقة على أداء الجيتار**[٢٢٦] **ولعب**

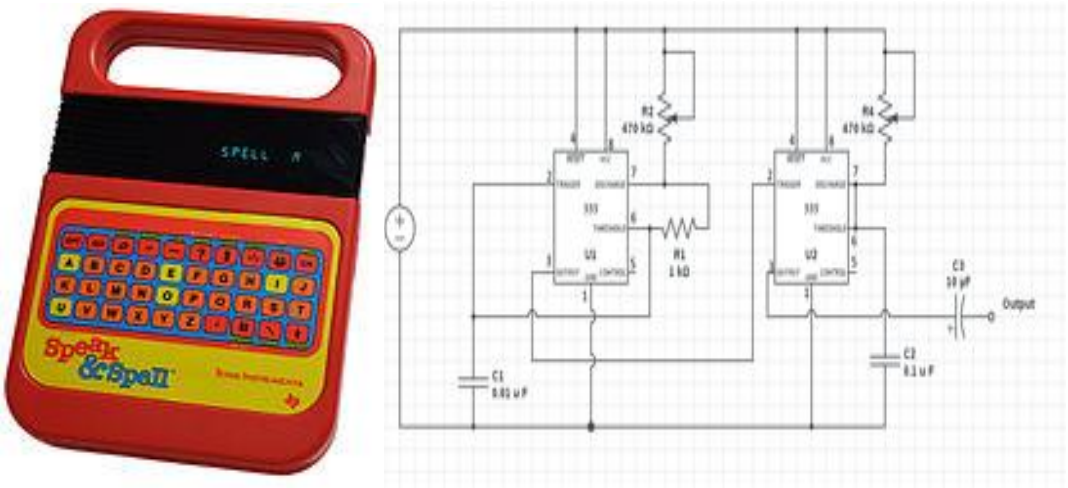
---

٢٢٤ ثقافة تجميع الأجهزة الموسيقية بنفسك **Do it yourself (DIY) is the method of building, modifying, or repairing things without the direct aid of experts or professionals. Academic research describes DIY as behaviors where "individuals engage raw and semi-raw materials and component parts to produce, transform, or reconstruct material possessions, including those drawn from the natural environment (e.g. landscaping)**

٢٢٥ تكوين الدوائر **Circuit bending is the creative, chance-based customization of the circuits within electronic devices such as low voltage, battery-powered guitar effects, children's toys and digital synthesizers to create new musical or visual instruments and sound generators.**

٢٢٦ أداء الجيتار **An effects unit or pedal is an electronic or digital device that alters how a musical instrument or other audio source sounds. Some effects subtly "color" a sound, such as a reverb unit used on a low setting, while others transform it dramatically, such as a distortion pedal set to its maximum level. Musicians use effects units during live**

الأطفال ودوائر المزج الرقمية الصغيرة إلى تنفيذ الآلات الموسيقية أو المولدات البصرية الجديدة.




الشكل (٧ – ١٢٣) رسم تخطيطي لدائرة التنفيذ "وحدة التحكم الشرير أتاري" – نموذج الكلام & الإملائي مع لوحة المفاتيح كغشاء وغطاء للأطفال

التأكيد على العفوية والعشوائية، وتقنيات تنفيذ الدوائر ارتبطت عادة مع موسيقى الضوضاء[٢٢٧]، على الرغم من العديد من الموسيقيين المعاصرين والفرق الموسيقية التقليدية على علم بتجارب تنفيذ الدوائر. ينطوي تنفيذ الدوائر عادة على تفكيك الجهاز وإضافة مكونات مثل المفاتيح ومقاومات الجهد التي تغيير أداء الدائرة. مع تجدد الاهتمام بدوائر المزج التماثلية أصبح تنفيذ الدوائر حل رخيص لكثير من الموسيقيين التجريبين لتكوين مولدات الصوت التماثلية الفردية الخاصة بهم. في الوقت الحاضر هناك العديد من المخططات لبناء مولدات الضجيج مثل وحدة التحكم أتاري (الشرير)[٢٢٨] أو وحدة صفارة الإنذار وكذلك التعديلات

---

performances or in the studio, typically with electric guitar, electronic keyboard, electric piano or electric bass.

٢٢٧ موسيقى الضوضاء Noise music is a category of music that is characterized by the expressive use of noise within a musical context. This type of music tends to challenge the distinction that is made in conventional musical practices between musical and non-musical sound.

٢٢٨ وحدة التحكم أتاري (الشرير) The Atari Punk Console (APC) is a popular circuit that utilizes

البسيطة في لعب الأطفال مثل لوحة تعليم الكلمات والحروف[٢٢٩] التي غالبا ما يتم تعديلها. وكذلك تنفيذ وحدات دوائر المزج من وحدات قابلة للتبديل منفصلة. وعناصر تنفيذها متاحة كمجموعات للهواة. العديد من الهواة المصممين أيضا يمكنهم الحصول على لوحات الدوائر المطبوعة لتجميع عناصر الدوائر.

- **الآلات الموسيقية الإلكترونية في المستقبل**

في العام ٢٠١٠، ظهر جهاز تحكم يعمل على المراقبة الموسيقية من وحدة تحكم في الحركة الحقيقية والموقع [٢٣٠]. تهدف الآلات الموسيقية الظاهرية الغامرة للموسيقى [٢٣١]

---

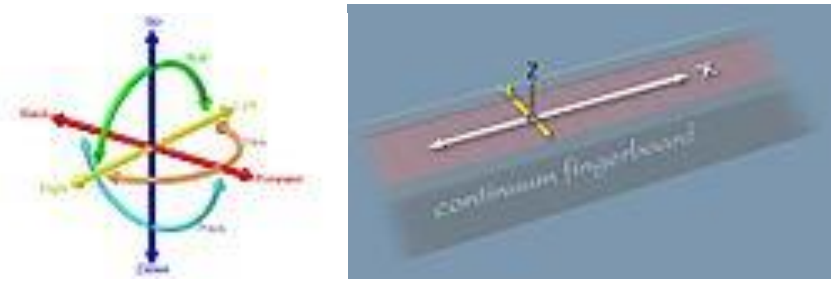
two 555 timer ICs or a single 556 dual timer IC. The original circuit, called a "Sound Synthesizer", was published in a Radio Shack booklet: "Engineer's Notebook: Integrated Circuit Applications" in 1980 and later called "Stepped Tone Generator" in "Engineer's Mini-Notebook - 555 Circuits" by its designer, Forrest M. Mims III (Siliconcepts, 1984)

٢٢٩ لوحة تعليم الكلمات والحروف The Speak & Spell line is a series of electronic hand-held child computers created by Texas Instruments that consist of a speech synthesizer, a keyboard, and a receptor slot to receive one of a collection of ROM game library modules (collectively covered under patent US 3934233). The first Speak & Spell was introduced at the summer Consumer Electronics Show in June 1978, making it one of the earliest handheld electronic devices with a visual display to use interchangeable game cartridges

٢٣٠ الحركة الحقيقية والموقع The Razer Hydra (Sixense True Motion) is motion and orientation detection game controller in 2007, It uses a weak magnetic field to detect the absolute position and orientation of the controllers with a precision, as stated by its developers, of 1 mm and 1°; it has six degrees of freedom. The current release is wired but a wireless version is in development

٢٣١ الآلات الموسيقية الظاهرية الغامرة للموسيقى Immersive virtual musical instruments, or immersive virtual instruments for music and sound aim to represent musical events and sound parameters in a virtual reality so that they can be perceived not only through auditory feedback but also visually in 3D and possibly through tactile as well as haptic feedback, allowing the development of novel interaction metaphors beyond manipulation such as pretension.

والصوت لتمثيل الأحداث الموسيقية ومعاملات الصوت في الواقع الافتراضي حيث أن ما يمكن أن ينظر إليه ليس فقط من خلال التغذية المرتدة السمعية ولكن أيضا بصريا في ثلاث أبعاد أسطح مشتركة والتي تتكون من تقنيات التفاعل [٢٣٢]، مثل التنقل والتحديد والعزف. يبني على هذا الاتجاه في الآلات الموسيقية الإلكترونية تطوير طرق جديدة للتحكم في الصوت وأداء الموسيقى في المؤتمرات مثل عزف مثل واجهات جديدة للتعبير الموسيقى[١١٧].



الشكل (٧ – ١٢٤) ثلاثة درجة من الحرية في التواصل – ست درجات الحرية لوحدة تحكم الماسح

## ٧ – ٩ معاهد بحوث الموسيقى الإلكترونية

١ – معهد البحوث والتنسيق الصوتي/الموسيقى [٢٣٣] في باريس مركزا رئيسيا للبحث فى مجال موسيقى الكمبيوتر وتحقيق وتطوير نظام كمبيوتر لمعالجة الصوت الرقمي سوجيتك (٤ أكس)[٢٣٤] . وفى العام ١٩٨١ أستخدم سوجيتك (٤ أكس) لعدد ٢٤ موسيقي و٦ عازفين منفردين لتحويل وتوجيه المطربين إلى نظام مكبر صوت.

---

٢٣٢ تقنيات التفاعل An interaction technique, user interface technique or input technique is a combination of hardware and software elements that provides a way for computer users to accomplish a single task.

٢٣٣ معهد البحوث والتنسيق الصوتي/الموسيقى IRCAM Institute for Research and Coordination Acoustic / Music is a French institute for science about music and sound.

٢٣٤ نظام كمبيوتر لمعالجة الصوت الرقمي سوجيتك(٤X) Sogitec 4X was a digital sound processing workstation developed by IRCAM (Paris) in the 1980s. It was the last large hardware processor before the development of the ISPW. Later solutions combined control and audio processing in the same computer like Max/MSP. 4X built on the achievements of the earlier Hal phone, capable of timbre alteration and sound localization.

٢ – ستوديو الموسيقى الآلية الكهربائية[٢٣٥] هو مركز أبحاث وتطوير الآلات الموسيقية الجديدة في الفنون المسرحية الالكترونية، في أمستردام منذ عام ١٩٦٩.

٣ – ستوديو الموسيقى الإلكترونية[٢٣٦] المعروف سابقا باسم الموسيقى الكهرسمعية في السويد، وهو المركز الوطني السويدي للموسيقى الإلكترونية وفنون الصوت . بدأ كمنظمة بحثية في عام ١٩٦٤ ومقرها ستوكهولم

الشكل (٧ – ١٢٥) برنامج الملقم الرئيسي المتطور معهد البحوث والتنسيق الصوتي/الموسيقى [٣١] لنظام معالجة الإشارات [٢٣٧] والمسمى أسرع من الصوت

---

٢٣٥ ستوديو للموسيقى الآلية الكهربائية **STEIM** (Studio for Electro Instrumental Music) **is a center for research and development of new musical instruments in the electronic performing arts, located Amsterdam, Electronic music in STEIM's context is always strongly related to the physical in and direct actions of a musician. In this tradition, STEIM supports artists in residence such as composers and performers, but also multimedia and video artists to develop setups which allow for improvisation and performance with individually designed technology.**

٢٣٦ ستوديو الموسيقى الإلكترونية **studion (EMS), formerly known as Electro music Elektron acoustic Music in Sweden is the Swedish national centre for electronic and sound art. The research organization started in 1964 and is based in Stockholm**

٢٣٧ لنظام معالجة الإشارات **The IRCAM Signal Processing Workstation (ISPW) was a hardware DSP platform developed by IRCAM and the Ariel Corporation in the late 1980s. In French, the ISPW is referred to as the SIM (*Station d'informatique musicale*).**

**المنظمات الموسيقية وآلات الطبل**

**بدأت المنظمات الموسيقية[٢٣٨] في جميع الأنحاء فى منتصف القرن العشرون، وفي عام ١٩٧٨، استخدمت تكنولوجيا الكمبيوتر بالتعاون مع أجهزة المزج لإنتاج الموسيقى الشعبية، والاستفادة من تكنولوجيا معالجات رولاند الدقيقة[٢٣٩] .**

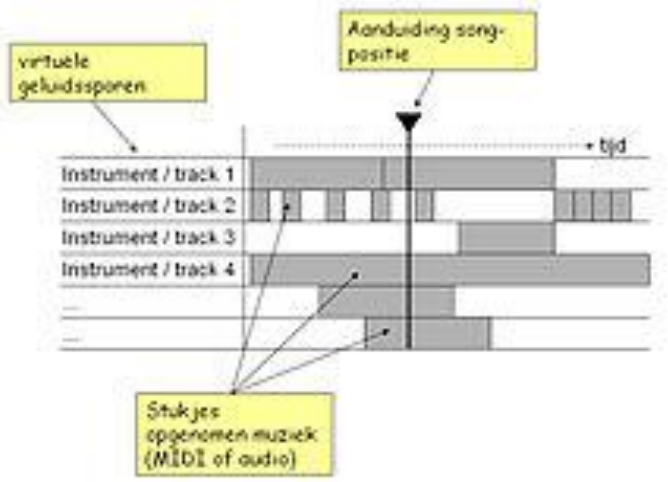
**الشكل (٧ – ١٢٦) آلات الطبل[٢٤٠] المعروفة أيضا باسم آلات الإيقاع والتي تستخدم آلة إيقاع جنبا الى جنب مع الطبول الإلكترونية والمزج**

---

٢٣٨ المنظمات الموسيقية A music sequencer is a device or application software that can record,edit, or play back music, by handling note and performance information in several forms, typically CV/Gate, MIDI, or Open Sound Control (OSC), and possibly audio and automation data for DAWs and plug-ins.

٢٣٩ تكنولوجيا معالجات رولاند الدقيقة The Micro Composer could precisely adjust multiple sound producing and effects elements of a synthesizer, such as the VCO,VCF, and other voltage-controlled components very rapidly, which is nearly impossible to do manually by a performer. The MC-8 was designed to work with large complex modular synthesizers such as the System 700 and System-100M. It could also be used during a live performance to control lighting by using pre-programmed, timed pulses, and pre-programmed timed voltage levels.

٢٤٠ آلات الطبل A drum machine is an electronic musical instrument designed to imitate the sound of drums, cymbals, other percussion instruments, and often bass lines. Drum machines are most commonly associated with electronic music genres such as house music, but are also used in many other genres.




**الشكل (٧ – ١٢٧) برامج نموذجية التسلسل الأساسية باستخدام أتاري ميجا (س ت) كومبيوتر نموذج المنظم الحالي متعدد المسارات الصوتية (داو) – محطة صوت رقمي مع المنظم برامج متكاملة.**

**وفي عام ١٩٧٧، استخدم جهاز المسرع (مترونوم)[٢٤١] وهو يشبه آلة الطبل وكانت أداة أساسية في وقت لاحق, بدأ استخدام آلات الطبل[٢٤٢] المعروفة باسم آلات الإيقاع ، في جميع الأنحاء في العام ١٩٥٠ والتي تستخدم جنبا الى جنب مع الطبول الإلكترونية والمزج.**

**الشكل (٧ –١٢٨) آلة الطبل موديل –المسرع (مترونوم) الميكانيكى**

---

٢٤١ المسرع (مترونوم) **A metronome is any device that produces regular, metrical ticks (beats, clicks) — settable in beats per minute. These ticks represent a fixed, regular aural pulse; some metronomes also include synchronized visual motion**

٢٤٢ آلات الطبل **A drum machine is an electronic musical instrument designed to imitate the sound of drums, cymbals, other percussion instruments, and often bass lines. Drum machines are most commonly associated with electronic music genres such as house music, but are also used in many other genres.**

**References**


1. **ANSI/ASA S1.1-2013 Acoustical Terminology**
2. ***Clint Goss (2012). "Flutes of Gilgamesh and Ancient Mesopotamia". Flutopedia.***
3. ***Leon Crickmore (2008). "New Light on the Babylonian Tonal System". ICONEA 2008: Proceedings of the International Conference of Near Eastern Archaeomusicology,***
4. **Alexander Ellis: On the Musical Scales of Various Nations HTML transcription of the 1885 article in the Journal of the Society of Arts (Accessed September 2008)**
5. **Benson, Dave (2007).** ***Music: A Mathematical Offering,*** **p.166. Cambridge. ISBN 9780521853873. "The system most often employed in the modern literature."**
6. **Renold, Maria (2004).** ***Intervals, Scales, Tones and the Concert Pitch C = 128 Hz,*** **p.138.**
7. **D.B. Loeffler, "Instrument Timbres and Pitch Estimation in Polyphonic Music". Master's Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, Georgia Tech. April (2006)**
8. **J. M. Geringer; M.D. Worthy, "Effects of Tone-Quality Changes on Intonation and Tone-Quality Ratings of High School and College Instrumentalists", Journal of Research in Music Education, Vol. 47, No. 2. (Summer, 1999), pp. 135–149.**
9. ***C.M. Warrier; R.J. Zatorre (February 2002), "Influence of tonal context and timbral variation on perception of pitch" Perception & Psychophysics, 64 (2): 198–207, doi:10.3758/BF03195786, retrieved 2008-09-27***
10. **"Adaptive pitch test** ***Adaptive Pitch Test, archived from the original on 2014-06-25*****]", *Tonometric.com***
11. ***Peretz; K.L. Hyde (August 2003), "What is specific to music processing? Insights from congenital amusia" (PDF), Trends in Cognitive Sciences, 7 (8): 362–367***
12. **ANSI/ASA S1.1-2013 Acoustical Terminology**
13. **Cooper, Paul (1973).** ***Perspectives in Music Theory: An Historical-Analytical Approach,*** **p.16. ISBN 0-396-06752-2.**
14. ***Clint Goss (2012). "Flutes of Gilgamesh and Ancient Mesopotamia". Flutopedia***
15. ***Leon Crickmore (2008). "New Light on the Babylonian Tonal System". ICONEA 2008***
16. **"The mechanism of octave circularity in the auditory brain",** ***Neuroscience of Music*****.**