١١

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

تِقَنيَّات الصّوت وتطبيقاته

(نظري وعملي)

الفرع الصناعي

فريق التّأليف:

أ. ظافر صباح (منسقاً) أ. أمجد خليل أ. عمر أبو حسن

أ. جنان البرغوثي

قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٩ / ٢٠٢٠م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج — د. صبري صيدم
نائب رئيس لجنة المناهج — د. بصري صالح
رئيس مركز المناهج — أ. ثروت زيد

الدائـرة الفنية

إشراف فني — كمـال فحمـاوي
تصميـــم — داود العوري

تحرير لغوي — أ. وفاء الجيوسي
متابعة المحافظات الجنوبية — د. سمية النخالة

الطبعة التجريبية
٢٠١٩ م/ ١٤٤٠هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولـــة فلـسطين
وزارة التربية والتعليم
مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب. ٧١٩ – رام الله – فلسطين
pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps
www.facebook.com/Palestinian.MOEHE
هاتف +970-2-2983280 | فاكس +970-2-2983250

تقديم

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليميّ الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأماني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليميّة التعلّميّة بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التشتت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقّي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعديد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكريّة المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكومة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تآلفت وتكاملت؛ ليكون النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات تؤطّر لهذا التطوير، بما يعزّز أخذ جزئية الكتب المقررّة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلّاق بين المطلوب معرفياً، وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طليعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأول؛ لتوجّه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إزجاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، وللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

كانون الأول / ٢٠١٨م

مواكبةً للتطور العلمي والتكنولوجي في عصر المعرفة، أصبحت الحاجة لمهن جديدة ضرورة حتمية، وانطلاقاً من توجهات وزارة التربية والتعليم العالي بتحقيق تعلم وتعليم نوعي وريادي يلبي احتياجات المجتمع الفلسطيني وَفق أولوياته بالتحرير والتنمية، كان لا بد من تطوير مناهج التعليم المهني بِحُلتها الجديدة لتحاكي التوجهات العالمية بنشأة فلسطينية واقعية تعتمد العقلانية العلمية بالدمج بين الجانبين النظري والتطبيقي، مراعياً سوق العمل، وصولاً إلى جيل يمتلك الكفايات والقدرة على اكتشاف المعرفة العالمية، والإسهام في الإنتاج الكوني.

اعتمدت المناهج المهنيَّة الجديدة منهجية الوحدات النمطية القائمة على الكفايات المهنيَّة بمجالاتها الحرفية، والمنهجية، والاجتماعية والشخصية، وارتباط ذلك بسياقات واقعية حياتية تصف مواقف تعليمية تعلمية، توظف حل المشكلات بطريقة علمية وعملية، دون إغفال للجانب النظري المتضمن لأنشطة تعتمد على أداء الطلبة، والتأكيد على استراتيجيات التقويم التربوي الحديثة بما في ذلك التقويم الأصيل، والتحول من التقويم القائم على تحقيق الكفايات إلى تحقيق الجودة والامتياز، من خلال التركيز على شمولية أداء الطلبة، وتعزيز أنماط التفكير النقدي والتأملي.

جاء كتاب "تقنيات الصوت وتطبيقاته" للصف الحادي عشر الفرع الصناعي في خمس وحدات نمطية، الوحدة الأولى "أساسيات علم الصوت والإلكترونيات"، أما الوحدة الثانية "المعدات والأجهزة الصوتية"، والوحدة الثالثة "التسجيل الصوتي"، وكانت الوحدة الرابعة بعنوان "المونتاج والمكساج الصوتي"، والوحدة الخامسة "غرف التحكم تجهيزها وتشغيلها".

وإذ نقدّم هذا الكتاب بين أيدي ذوي العلاقة من معلمات ومعلمين وطلبة وتربويين ومهتمين، نرجو تحقيق الغايات التربوية المنشودة، وبعقلية منفتحة نحو التطوير والتعديل، فإنه يسرّنا استقبال أيّ ملاحظة تهدف إلى تطوير الكتاب وتجويده.

فريق التأليف

المحتويات

الوحدة النّمطيّة الأولى: أساسيّات علم الصَّوت والإلكترونيّات	2
1. فحص صدى الصوت (Echo).	5
2. توصيل المقاومات (Resistance).	20
3. فَحْص المكثفات الكهربائيّة (Capacitor).	38
4. فحص الملفّات الكهربائيّة (Inductor).	48
5. قياس القدرة الكهربائيّة (Electric power).	55
الوحدة النمطية الثانية: المعدّات والأجهزة الصوتية	72
1. تركيب الميكروفونات، أنواعها واستخداماتها.	75
2. السّماعات أنواعها واستخداماتها وطرق تثبيتها.	85
3. توصيل المازج الصوتي (Audio Mixer).	102
الوحدة النّمطية الثالثة: التسجيل الصوتي (Sound Recording)	119
1. التسجيل الصوتي داخل الأستوديو من خلال غرفة التحكم.	122
2. التسجيل الصوتي باستخدام الحاسوب.	130
3. التسجيل الصوتي باستخدام مسجل الصوت (Sound Recording).	142
الوحدة النّمطية الرابعة: المونتاج والمكساج الصوتى (Sound Editing)	154
1. التعرف إلى مبادئ المونتاج الصوتي من خلال برنامج(Audacity).	157
2. مونتاج الإعلان الإذاعي.	174
3. المونتاج الصوتي باستخدام الهاتف الذكي (Smartphone).	182
الوحدة النمطية الخامسة: غرف التّحكم، تجهيزها وتشغيلها	199
1. العزل الصوتي – عزل الأستوديو.	194
2. أجهزة غرف التحكم ومعداتها.	208
3. غرفة التحكم المتنقلة.	217

الوَحْدةُ النَّمطيّةُ الأولى

أساسيّات علم الصَّوت والإلكترونيّات

أتأمّلُ، ثمّ أُناقشُ:

لا يمكنُ الحصولُ على صوتٍ واضحٍ إلّا إذا كانت التركيبةُ الإلكترونيّةُ للأجهزة مبنيّةً بشكلٍ سليم.

يُتوقَّعُ من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتّفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على استخدام أساسيّات الإلكترونيّات في دارات الصَّوت، وذلك من خلال:

1. قياس صدى الصَّوت (Echo).
2. استخدام جهاز الأوميتر (Ohmmeter).
3. توصيل المقاومات الكهربائيّة (Resistors) .
4. فحص المكثفات الكهربائيّة (Capacitors).
5. فحص الملفات الكهربائيّة (Inductors).
6. استخدام جهاز الفولتميتر (Voltmetre) في قياس فرق الجهد الكهربائيّ.
7. استخدام جهاز الأميتر (Ametere) في قياس شدّة التيّار الكهربائيّ.
8. قياس القدرة الكهربائيّة (Electricpower).

الكفايات المِهْنيّة:

الكفايات المتوقَّع امتلاكها من الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً: الكفايات الحرفيّة:

1. قياس صدى الصَّوت.
2. قياس شدّة الصَّوت، ودرجته باستخدام القانون.
3. القدرة على استخدام جهاز الأوميتر.
4. إتقان توصيل المقاومات الكهربائيّة.
5. فحص المكثفات الكهربائيّة.
6. فحص الملفّات الكهربائيّة.
7. القدرة على استخدام جهاز الفولتميتر في قياس فرق الجهد الكهربائيّ.
8. القدرة على استخدام جهاز الأميتر في قياس شدّة التيّار الكهربائيّ.
9. بناء دارة كهربائيّة بسيطة.
10. استخدام قانون أوم في حلّ مسائل رياضيّة.
11. قياس القدرة الكهربائيّة.

ثانياً: الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1. الحفاظ على خصوصيّة الزبون.
2. المصداقيّة.
3. تلبية حاجات الزبون.
4. الاستعداد على الاتّصال بذوي الخبرة.
5. التأمُّل الذاتيّ.
6. احترام الرأي.
7. القدرة على تحمُّل النقد.
8. القدرة على الإقناع.
9. الثقة بالنفس.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة:

1. المناقشة والحوار.
2. البحث العلميّ.
3. العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
4. التعلُّم التعاونيّ.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

1. ارتداء الملابس الخاصّة بالتدريب العمليّ.
2. عدم لمس الأجهزة الموجودة في المشغل إلّا بتوجيهات مشرف المشغل.
3. عدم تشغيل أيّ من التجارب العمليّة التي تمّ إنجازها إلّا تحت إشراف مشرف المشغل.
4. التأكُّد من إطفاء جميع الأجهزة بعد الانتهاء من أداء التجارب، وأخذ النتائج.
5. الحفاظ على المشغل نظيفاً أثناء الانتهاء من التجارب العمليّة وبعدها.
6. الانتباه إلى خطر الصعق الكهربائيّ أثناء التعامل مع مصادر التغذية عالية القدرة.

(1-1) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: فحص صدى الصَّوت (Echo)

وصف الموقف: طلب صاحب قاعة متوسّطة المساحة من تقني الصَّوت فحص مدى ملاءمتها لعقد ورشة عمل، قبل تركيب نظام الصَّوت.

العمل الكامل:

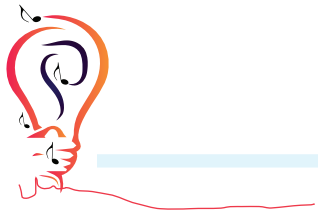
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التّعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من المدير عن: - حجم ومساحة القاعة. - قدرة الأجهزة المستخدمة في القاعة. • أجمع البيانات عن: - مفهوم الصَّوت ومنشؤه. - الخصائص الفيزيائيّة لموجة الصَّوت (سرعة الصَّوت، تردُّده، شدّته، الطول الموجيّ للصوت، سِعة موجة الصَّوت). - ظواهر الصَّوت (الصدى، الرنين، التداخل، الحيود، الانكسار).	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - كتيّبات (كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: مفهوم الصَّوت وخصائصه، والظواهر التي تنتج عنه (ظاهرة صدى الصَّوت، الرنين، التداخل، الحيود، الانكسار)، مساحة وحجم الغرفة. • أُحدّد خطوات العمل: - أصنّف البيانات وأُبوّبها. - أحسب مساحة الغرفة. - أحسب حجم الغرفة. - أحسب مساحة الجدران داخل الغرفة. - أختار مادّة العزل المناسبة. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فِرَق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • المناقشة والحوار. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • تكنولوجيا: - حاسوب. - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّذ	• أكتب البيانات وأُحضرها. • أحسب صدى الصَّوت الناتج عن أجهزة الصَّوت. • أُركّب مادة العزل، وكتم الصَّوت على الجدران داخل الغرفة. • أُطبّق التجارب التي تدعم النظريّات.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أتحقّق	أشغّل الأجهزة الصَّوتية داخل الغرفة، وأتأكّد من زوال صدى الصَّوت. • أتأكّد من عدم خروج الصَّوت خارج الغرفة، أو ارتداده.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أوثّق وأقدّم	• أُوثّق نتائج العمل. • أُقدّم تقريراً مفصلاً. • تعرض كلّ مجموعة ما تمّ إنجازه.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• أُقارن بين الحلول الفنيّة المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • رضا صاحب القاعة عن كفاءة عزل الصَّوت.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

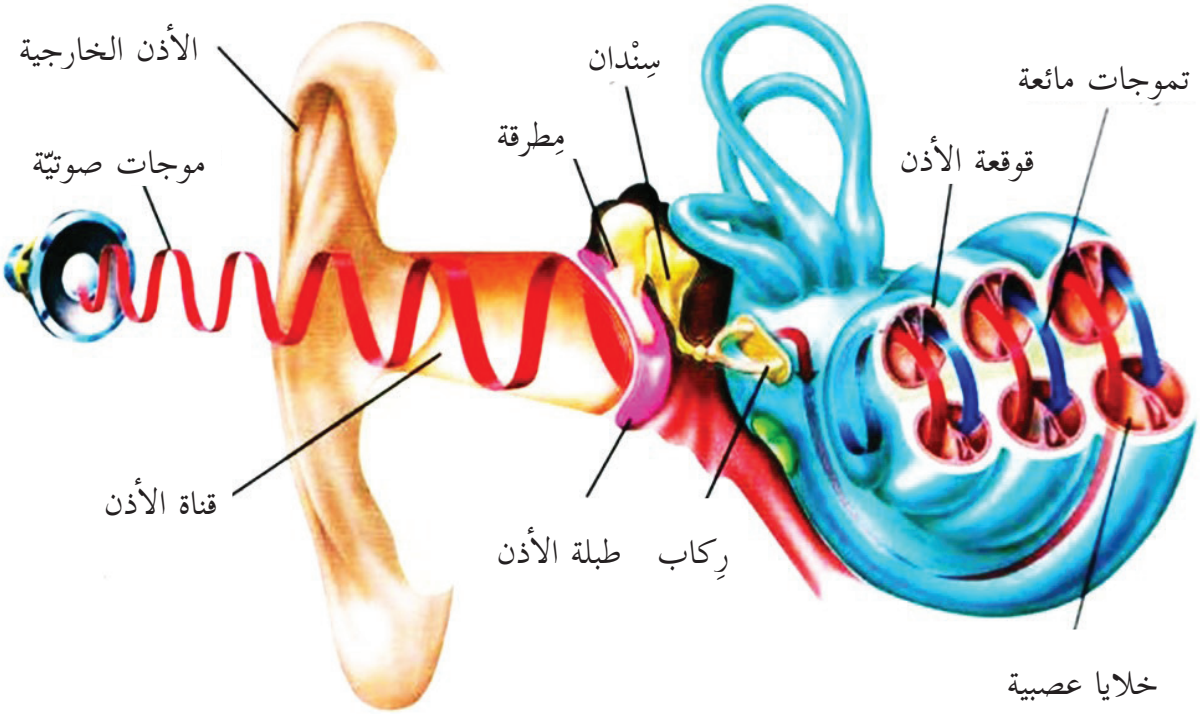
الأسئلة:

1- مِمّ تُصنع موادّ عزل الصَّوت؟
2- ناقش تأثير صدى الصَّوت داخل الأستوديو.
3- ناقش الفرق بين ظاهرة حيود الصَّوت وظاهرة انكسار الصَّوت.



الصَّوت(Sound)

نشاط: أتامّل الصورة الآتية، وأُحلّلها.



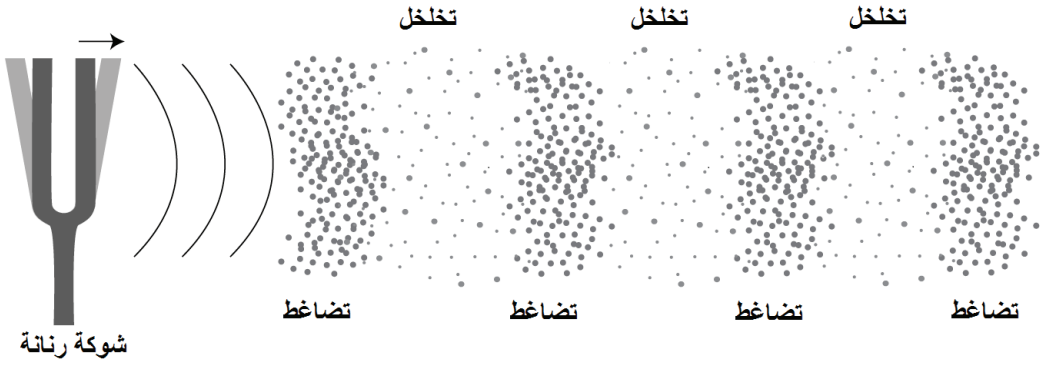
الصَّوت وسيلة التواصل الأساسيّة بين غالبيّة الكائنات الحيّة، لا سيّما الإنسان، فهو يُساعد تلك الكائنات على التفاهم، كما يُساعدهم بشكل كبير على اكتشاف بعض المخاطر أو الكوارث قبل وصولها؛ بما يُمكنّهم من النجاة في الوقت المناسب، وللصّوت استخدامات كثيرة في مجالات عدّة، أشهرها المجال الطبّيّ.

الصَّوت - Sound:

يُعرَّف الصَّوت فيزيائيّاً باعتباره سلسلة متتالية من التضاغطات والتخلخُلات(الموجات الميكانيكيّة) التي تنتقل عبر أيّ وسط ماديّ، سواء كان صلباً، أو سائلاً، أو غازيّاً، حتّى تصل إلى طبلة الأذن فتُسبّب اهتزازها، لتتحوّل تلك الاهتزازات إلى إشارات عصبية يستطيع المخّ التعرُّف عليها وترجمتها، ويوجد للصوت خصائص فيزيائيّة تميّزه.

منشأ الصَّوت:

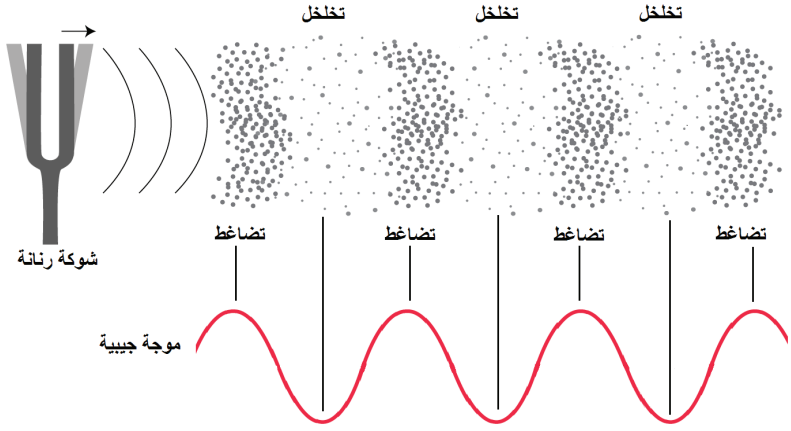
حتّى نتمكّن من فهم الآليّة التي ينشأ بوساطتها الصَّوت بشكلٍ بسيط، فإنّه من الممكن الاستعانة بأداة موسيقيّة وتريّة؛ أي يُعزف عليها عن طريق تحريك الأوتار، مثل الغيتار، عند العزف على الغيتار يتمّ ذلك عن طريق ضرب الأوتار؛ الأمر الذي يؤدّي إلى اهتزازها إلى أعلى وأسفل موضع الاتّزان (موضع الاتّزان هو الموضع الأصليّ للوتر)، هذا الاهتزاز الحاصل يؤدّي إلى دفع جزيئات الهواء؛ الأمر الذي سوف يؤدّي إلى انخفاض ضغط الهواء قرب الوتر، وأيضاً يؤدّي إلى زيادة ضغط الهواء في المنطقة الجديدة التي أصبح فيها الهواء، وجزيئات الهواء سوف تدفع جزيئات أخرى مسبّبةً انخفاضاً آخر في ضغط الهواء، يليه ارتفاع في ضغط الهواء، وبتكرار هذه العمليّة ينشأ الصَّوت، وينتقل عبر الهواء إلى أذن المستمع، وتُسمّى منطقة الضغط المنخفض بالتخلخُل، بينما تُسمّى منطقة الضغط المرتفع بالتضاغط، وبهذا فإنّه يمكن القول إنّ الأمواج الصَّوتيّة هي ليست إلّا تعاقُباً من تضاغطات، يفصل بينها تخلخُلات. كما يبين الشكل (1):



الشكل (1): صوت الشوكة الرنّانة

أفكّر: لماذا لا يسمع الإنسان صوت دقّات قلبه؟

كي نتمكّن من دراسة الصَّوت، يجب أوّلاً أن نعرف ما طبيعة أمواج الصَّوت، ومن تعريف الصَّوت نعلم أنّ الصَّوت بحاجة إلى وسط مادي كي ينتقل، حيث إنّه لا ينتقل في الفراغ، وهذا يدلّ على أنّ موجة الصَّوت هي موجة ميكانيكيّة، ونلاحظ من الشكل السابق، جزيئات الهواء تهتزّ باتّجاه موجات الصَّوت نفسه، وهذا يدلّ على أنّ موجة الصَّوت هي موجة طوليّة، ولتسهيل دراسة موجة الصَّوت يمكن تمثيلها على شكل موجة جيبيّة، كما يبين الشكل (2).



الشكل (2): تمثيل التضاغط والتخلخل على شكل موجة جيبيّة

خصائص موجات الصَّوت الفيزيائيّة:

أوّلاً: سرعة الصَّوت _ Speed of sound:

تعتمد سرعة موجات الصَّوت على الوسط الناقل لها، وتكون سرعتها في الغازات أقلّ ما يمكن، ثمّ تزداد في السوائل، وتكون أسرع ما يمكن في الأجسام الصّلبة، كذلك تعتمد سرعة الصَّوت على درجة حرارة الوسط، وتبلغ سرعة الصَّوت في الهواء (340 متر/ ثانية) تقريباً.

ثانياً: شدّة الصَّوت _ Sound intensity:

يُطلق على المفهوم الذي يُعبّر عن كميّة الطّاقة المتدفّقة بوحدة الزّمن، عبر وحدة المساحة العموديّة على اتّجاه موجات الصَّوت المتحرّكة اسم شدّة الصَّوت، أمّا الوحدة المُستخدمة لقياس شدّة الصَّوت مقارنةً مع القدرات السّماعيّة للبشر هي (الديسيبل)، حيث تُعدّ وحدةً لوغاريتميّةً تعبّر عن مستوى شدّة الصَّوت (الضوضاء)، فعلى سبيل المثال يُشير الصّفر ديسيبل إلى أخفض صوت يمكن للإنسان سماعه، ويمكن التّعبير عنه بالسكون أو الصّمت، أمّا الهَمس فيعادل

30 ديسيبل، والمحادثة الطبيعيّة 60 ديسيبل، كما تُسبّب الأصوات التي تساوي شدّتها 85 ديسيبل وأكثر خطراً على الإنسان، فقد تؤدّي إلى إصابته بضرر سمعيّ دائم أو مؤقّت؛ عن طريق إحداث الضرر بعُظَيمات الأذن الوسطى، وثقب بطبلة الأذن، وأضرار بالخلايا الشعريّة التي توجد في الأذن الدّاخليّة، الذي قد يؤدّي إلى موتها.

وتعتمد شدّة الصَّوت في نقطة معيّنة على العوامل الآتية:

1. **بُعد النقطة عن المصدر:** تتناسب شدّة الصَّوت عكسيّاً مع مربّع بُعد النقطة عن مصدر الصَّوت.
2. **سِعة اهتزاز المصدر وتردّده:** تتناسب شدّة الصَّوت طرديّاً مع تردّد المصدر، وأيضاً مع مربّع سِعة اهتزاز مصدر الصَّوت.
3. **المساحة السطحيّة للجسم المهتزّ:** تزداد شدّة الصَّوت كلّما زادت مساحة السطح المهتزّ؛ وذلك بسبب ازدياد كتلة الهواء المهتزّة.
4. **كثافة وسط الانتشار:** تزداد بازدياد كثافة المصدر؛ وذلك لأنّ مقدار الطاقة التي تنتقل من المصدر إلى الوسط تزداد عند كلّ تذبذُب.

وتُقاس شدّة الصَّوت بوحدة الديسبل «dB» عن طريق المعادلة الآتية:

$$\beta = 10 \log_{10} \frac{\rho}{A \times I_0}$$

حيث إنّ:

β: شدّة الصَّوت بوحدة (الديسيبل «dB»)

ρ: الطاقة المحمولة عبر الموجة الصَّوتية، وتُقاس بوحدة (الواط).

A: المساحة المار بها موجة الصَّوت، وتقاس بوحدة (متر^2)

I_0: شدّة عتبة السمع، وتساوي 1.0×10^{-12} واط/متر^2

ويبيّن الجدول (1) شدّة الصَّوت، ومستوى شدّة الصَّوت لبعض مصادر الصَّوت:

جدول (1)

مصدر الصَّوت	شدّة الصَّوت بالديسيبل
المستوى الآمن	
أخفض صوت يمكن للأذن البشريّة سماعه، يقارب درجة السكون	صفر
الهمس	30
طنين محرّك الثلّاجة	45
المحادثة العاديّة	60
صوت الغسّالة	70

مستوى الخطر	
ضوضاء المرور القويّة، مجفّف الشعر	85 إلى 90
الدرّاجة الناريّة	95
المِثقب الكهربائيّ	100
مشغّل الموسيقى "MP3" على أعلى قوّة	105
المِنشار الكهربائيّ	110
صفّارة الإسعاف	120
محرك طائرة عند الإقلاع	140
المفرقعات والأسلحة الناريّة	165
الإطلاق الصاروخيّ	180

شدّة بعض الأصوات

مثال (1):

جهاز صوتيّ يُصدر صوت طاقته 100 واط في غرفة مساحتها 25 متراً مربّعاً، هل يشكّل خطراً على أذن الإنسان أم لا؟

المعطيات: طاقة موجة الصَّوت = 100 واط المساحة = 25 متراً مربّعاً

المطلوب: حساب شدّة الصَّوت بالديسيبل.

الحلّ: لحساب شدّة الصَّوت بالديسيبل نطبق المعادلة الآتية:

$$\beta = 10 \log_{10} \frac{\rho}{A \times I_0}$$

$$= 10 \log_{10} \frac{\rho}{25 \times 10^{-2}}$$

$$= 126 \text{ dB}$$

وبالرجوع إلى جدول (1)، نجد أنّ صوت هذا الجهاز يشكّل خطراً على أذن الإنسان.

أناقش: ما الضجيج، وما تأثيره على الإنسان والبيئة؟ وكيف يمكن الوقاية منه؟

ثالثاً: تردُّد الصَّوت (درجة الصَّوت) - Frequency of sound:

تكرار حدوث الموجة الصَّوتية خلال الثانية الواحدة، ويُقاس بوحدة الهيرتز (Hz)، ويُمثّل التردُّد عادةً حدَّة الصَّوت؛ أي كلّما زاد تردُّد الصَّوت زادت حدّته (عالي الدرجة)، مثل: صوت العصفور، وصوت المرأة، وكلّما قلّ تردُّد الصَّوت زادت غلظته (منخفض الدرجة)، مثل: صوت الأسد، وصوت الرجل، ويستطيع الإنسان سماع الأصوات التي يتراوح تردُّدها ما بين 20 إلى 20000 هيرتز، عدا ذلك لا يُمكنه سماعه.

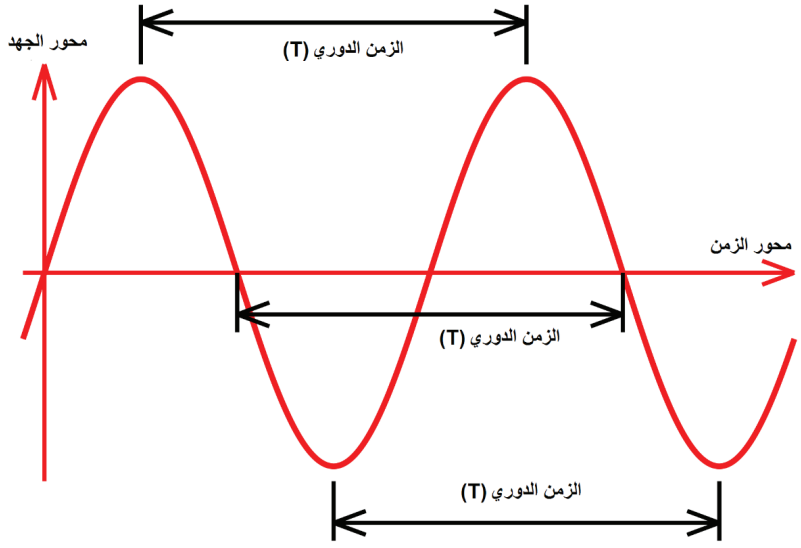
ويمكن تصنيف الصَّوت وفق التردُّد إلى ثلاث مجموعات، كالآتي:

- **الموجات المسموعة:** الموجات التي تتراوح تردُّداتها ما بين (20-20000) هيرتز، وتشمل جميع الأصوات التي يمكن سماعها بوساطة الأذن البشريّة.
- **الموجات فوق السمعيّة - Ultrasound:** هي تلك الموجات التي يرتفع تردُّدها فوق الـ20 كيلو هيرتز، وتتمحور خارج نطاق حاسّة الأذن البشريّة، وتدخل في عدة استخدامات، كالتطبيقات الصناعيّة والطبّيّة.
- **الموجات دون السمعيّة - Infrasound:** الموجات الصَّوتية التي ينخفض تردُّدها عن 20 هيرتزاً؛ أي لا يمكن للإنسان سماعها، أو حتّى الإحساس بها.

ولحساب التردُّد يجب علينا معرفة الزمن الدوريّ للموجة (Periodic Time)، الذي يُقصد به الزمن اللازم لعمل دورة كاملة، أو اهتزازة كاملة، ويُقاس بوحدة (الثانية)، ويمكن قياسه بين أيّ قمّتين متتاليتين، أو قاعين متتاليين.

كما يبين الشكل (3) الذي يمثّل العلاقة التي تربط التردُّد مع الزمن الدوريّ، كما في المعادلة الآتية:

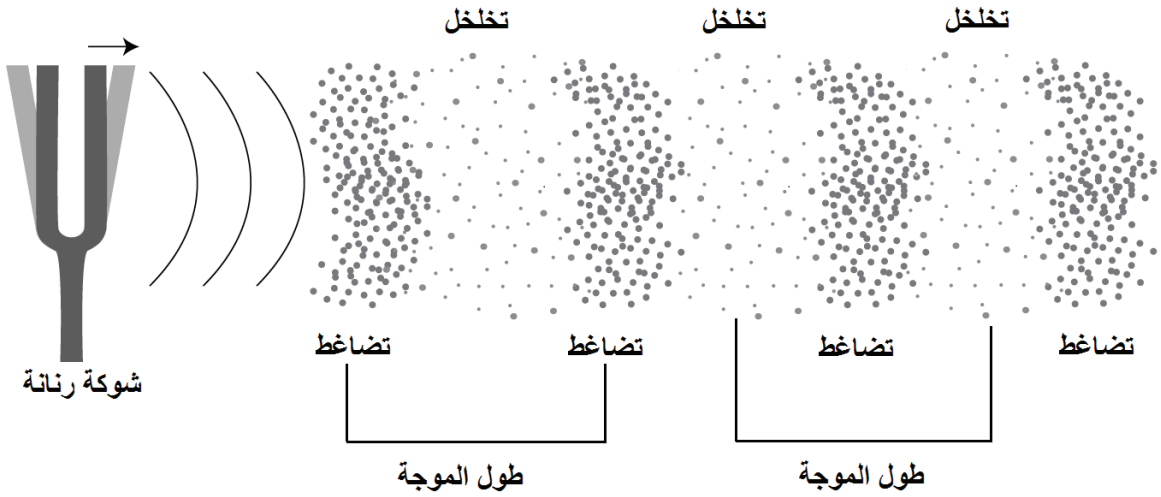
$$\text{التردد (F)} = \frac{1}{\text{الزمن الدوري } (T)}$$



الشكل (3): الزمن الدوريّ

رابعاً: الطول الموجيّ للصوت _Wave length:

المسافة بين قمّتين أو قاعين في موجتين متتاليتين من موجات الصَّوت، وغالباً ما يُرمز للطّول الموجي بالرمز اليونانيّ (λ)، وغالباً ما يُقاس الطول الموجيّ للموجات العرضيّة، وهي الموجات التي تتذبذب على الزوايا المستقيمة باتّجاه حركتها، من القمّة للقمّة أو من القاع للقاع، أمّا في الموجات الطوليّة، كالصَّوت تُقاس من الانضغاط الأوّل للانضغاط التالي، أو من التخلخل الأوّل للتخلخُل الذي يليه. كما يبين الشكل (4).



الشكل (4): الطول الموجيّ

ويرتبط كلّ من الطّول الموجيّ والتردُّد ببعضهما بعضاً بشكلٍ كبير، حيث إنّه كلّما زاد التردُّد قلّ الطّول الموجيّ؛ وذلك بسبب مرور جميع الموجات الصَّوتيّة بالسرعة نفسها، كما أنّ عدد القمم الموجيّة التي تمرّ في نقطةٍ معيّنةٍ في الثانية الواحدة تعتمد على الطّول الموجيّ، ويُعدّ ذلك الرقم التردُّد، وبالتالي فإنّه يتناسب تناسباً عسكيّاً مع الطول الموجيّ؛ حيث إنّ قيمته ستكون أكبر لدى الأطوال الموجيّة القصيرة، وأقلّ لدى الأطوال الموجيّة الطويلة.

ويمكن تمثيل العلاقة بين التردُّد والطول الموجيّ وفق المعادلة الآتية:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

حيث إن:

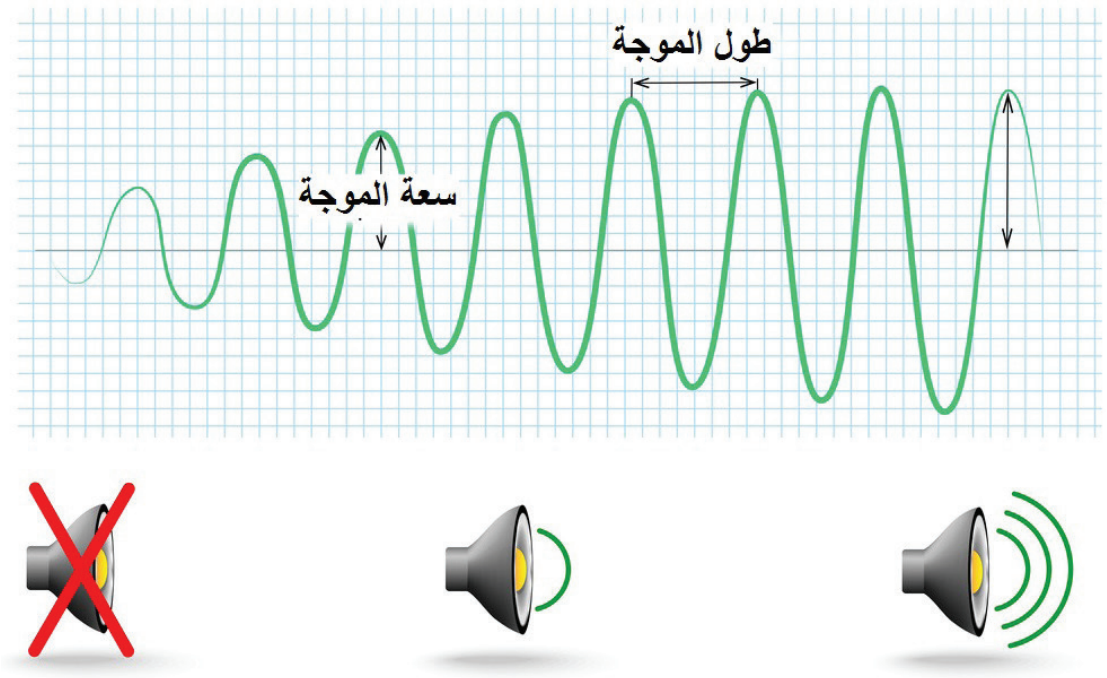
λ: الطول الموجيّ للصوت بوحدة (متر).

v: سرعة الصَّوت في الهواء (340 متراً/ ثانية).

f: تردُّد موجة الصَّوت بوحدة (هيرتز «Hz»).

خامساً: سِعة موجة الصَّوت_ Amplitude:

قوّة إشارة الموجة الصادرة عن المصدر الصَّوتيّ، وتُمثَّل على المنحنى البيانيّ بارتفاع طول الموجة؛ فكلّما زاد الارتفاع زادت سِعة الموجة، وبالتالي زاد ارتفاع الصَّوت، فمثلاً عند رفع صوت جهاز التلفاز يعمل على زيادة سِعة الموجة، كما يبين الشكل (5).



الشكل (5): سعة الموجة الصَّوتيّة

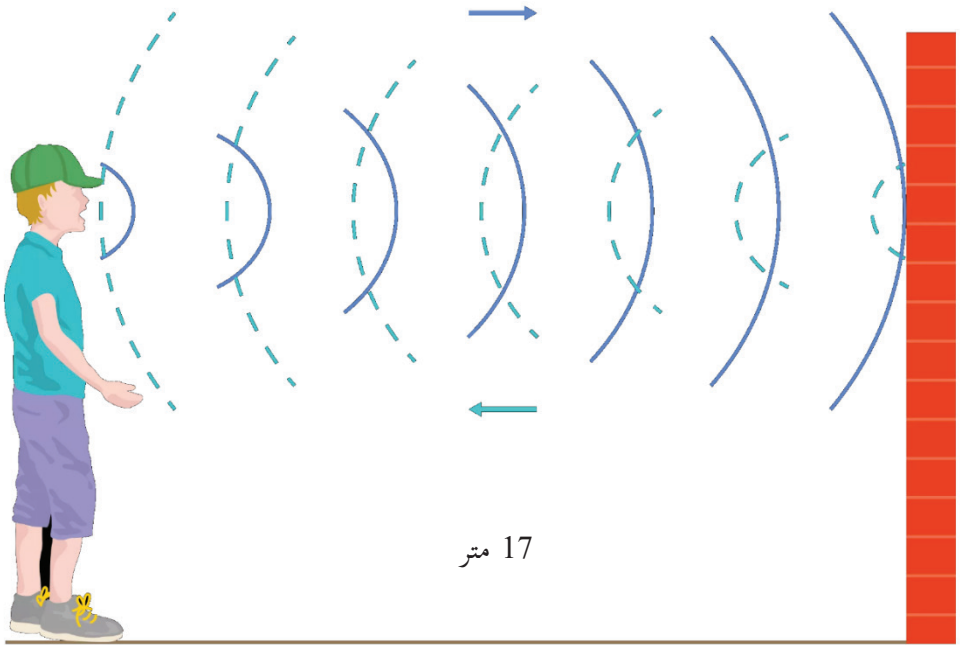
ظواهر صوتية:

صدى الصَّوت - Echo:

ارتداد أمواج الصَّوت عندما تقابل سطحاً عاكساً، كما يبين الشكل (6).

ولحدوث ظاهرة الصدى يجب أن تتوفّر عدّة شروط:

1. وجود سطح عاكس كبير.
2. يجب أن لا تقلّ المسافة بين مصدر الصَّوت والسطح العاكس عن 17 متراً.
3. يجب أن تكون الفترة الزمنيّة بين حدوث الصَّوت الأصليّ وسماع صداه لا تقلّ عن 0.1 ثانية، وهذا الزمن الذي يستمرّ فيه تأثير الصَّوت على أذن الإنسان بعد انقطاعه من مصدره، وتندرج أهميّة هذا الزمن بقدرة الإنسان على تمييز الصَّوت الأصليّ من صداه، فإذا كانت المسافة بين الصَّوت والسطح العاكس أقلّ من 17 متراً، فإنّ الفترة الزمنيّة لانعكاس الصَّوت ستكون أقلّ من 0.1 ثانية، وبالتالي فإنّ الصَّوت المنعكس سيمتزج مع الصَّوت الأصليّ، ولن تستطيع أذن الإنسان تمييز الصَّوت الأصليّ من المنعكس.



الشكل(6): صدى الصَّوت

أناقش: **بالاعتماد على سرعة الصَّوت في الهواء، لماذا يجب أن لا تقلّ المسافة بين مصدر الصَّوت والسطح العاكس عن 17 مترا؟**

أفكّر: كيف يمكن قياس المسافة بين جبلين، باستخدام ظاهرة صدى الصَّوت؟

وتنبع أهميّة الصدى لدى الإنسان في عددٍ من المجالات الطبّيّة، حيث يلجأ إليها الأطباء في انعكاس الموجات فوق السمعيّة لرسم الأعضاء الداخليّة لجسم الإنسان، وبالتالي تشخيص الحالة المرضيّة، إضافة إلى فحص الأجنّة، كما يمكن الاستناد عليها لغايات استكشاف أماكن الحقول النفطيّة في باطن الأرض، ورصد تجمُّعات السمك لاصطيادها، ويستخدمها الإنسان في قياس عُمق البحار والمحيطات.

● ظاهرة الرنين - Resonance:

تُعدّ ظاهرة الرنين إحدى ظواهر الفيزياء، حيث يميل فيها النظام (الجسم المهتزّ) إلى الاهتزاز بأقصى قيمة ممكنة، فوجد العلماء أنّ لكل جسم في الطبيعة تردُّداً خاصّاً به، اعتماداً على شكل الجسم ومكوّناته.
عند تعرُّض الجسم لتردُّد مساوٍ للتردُّد الطبيعيّ له، فإنّه يخزن أقصى قيمة لطاقة الاهتزاز؛ ما يؤدّي إلى اهتزازه بأكبر تردُّد وسِعة ممكنة، وانهياره بشكل مباشر.

فلو أمسكت آلة الكمان الموسيقيّة، وبدأت بغناء لحن ما ضمن التردُّد الطبيعيّ لأحد أوتار الكمان، فإنّه سيحدث صوتاً من دون أن تلمسه.

تحصل هذه الظاهرة؛ لأنّ صوتك سيؤدّي إلى اهتزاز الهواء المحيط بك، وبالتالي ينتقل الاهتزاز إلى الوتر مؤدّياً إلى اهتزازه بالتردُّد نفسه، وتُسمّى هذه الظاهرة **بالرنين**.

ويمكن أن يؤدّي الرنين إلى اهتزاز الأجسام على نحو قويّ جدّاً إلى درجة تسبّب إتلاف تلك الأجسام، وقد يؤدّي صوت مغنّي الأوبرا الذي يتمتّع بطبقة أو نبرة مرتفعة إلى تحطيم كأس شراب رقيق، إذا كان تردُّد ذلك الصَّوت مطابقاً للتردُّد الطبيعيّ لهذا الكأس.

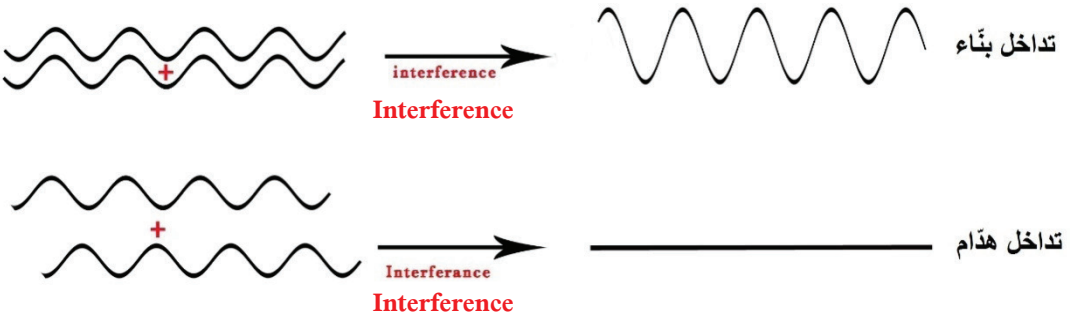
وتظهر ظاهرة الرنين في عدد من التجارب والمجالات المختلفة، منها: الموجات الصَّوتيّة عندما تؤثّر في لوح زجاجيّ بموجات صوتيّة تساوي التردُّد الطبيعيّ لبعض الأجسام، فإنّ هذا الجسم سوف يهتزّ بسِعةٍ كبيرةٍ جدّاً؛ نتيجة تداخُل موجات الصَّوت مع الجسم؛ ما يؤدّي إلى تحطُّمه وانهياره، وقد استُخدِمت هذه الظاهرة في المجالات العسكريّة بشكل خاصّ، عن طريق ابتكار أسلحة تُصدر موجات صوتيّة غير مسموعة، وبتردُّدات تساوي التردُّد الطبيعيّ للبنايات في أراضي العدو؛ ما يؤدّي إلى انهيارها وتحطيمها، وتمّ أيضاً استخدام هذه الفكرة لتعذيب السجناء والمقاومين في مناطق النزاع.

● تداخُل موجات الصَّوت - Sound Interference:

وتُسمّى أيضاً بالتراكب، وتحدث هذه الظاهرة الفيزيائيّة على الموجات الصادرة من نقطة واحدة، فيحدث بينهما تداخُل، وقد يُعزى السبب في هذا التداخل إلى التقارب بينهما في قيمة التردُّد. **ويُصنّف التداخل إلى:**

تداخل بنّاء: التداخل الذي تمنح به كلّ إشارة للأخرى القوّة، ويُشكّلان بمجموعهما موجةً ثالثة، ذات سِعةٍ مضاعَفة، ويحدث ذلك في حال تساوي طور الموجة بين الموجتين.

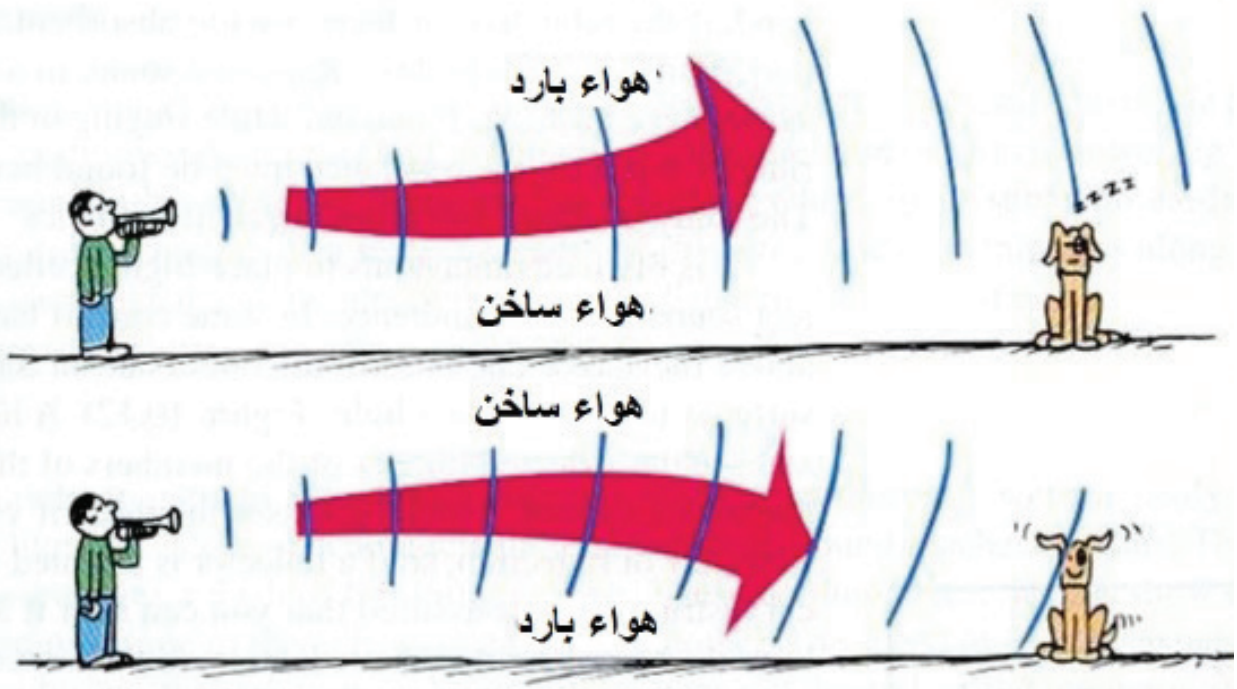
تداخل هدّام: ويُشير هذا التداخل إلى أنّه عند حدوث التداخل تدمّر الإشارة المنتقلة الأولى الإشارة الأخرى، وتقلّل من قيمتها، ويحدث ذلك عندما تساوي إزاحة الطور (Phase Shift) 180 درجة. كما يبين الشكل (7).



الشكل (7): تداخُل موجات الصَّوت

● انكسار الصَّوت _ Refraction:

انحراف مسار موجات الصَّوت عند انتقالها من وسط إلى آخر؛ نتيجة اختلاف سرعة الصَّوت وطول الموجة في هذين الوسطين، ومن الأمثلة على ذلك، انتقال موجات الصَّوت من الهواء البارد إلى الهواء الساخن أو العكس ، ففي الليل تزداد حرارة الهواء مع الارتفاع عن سطح الأرض فتنكسر الموجات متّجهة نحو الأرض؛ ولذلك يمكن سماع الصَّوت بشكل أفضل بالليل من مسافات بعيدة ، وبالمقابل تقلّ حرارة الهواء مع الارتفاع عن سطح الأرض بالنهار، فتنكسر أمواج الصَّوت مبتعدةً عن الأرض؛ ولذلك يكون سماع الصَّوت في مسافات قصيرة . كما يبين الشكل (8).



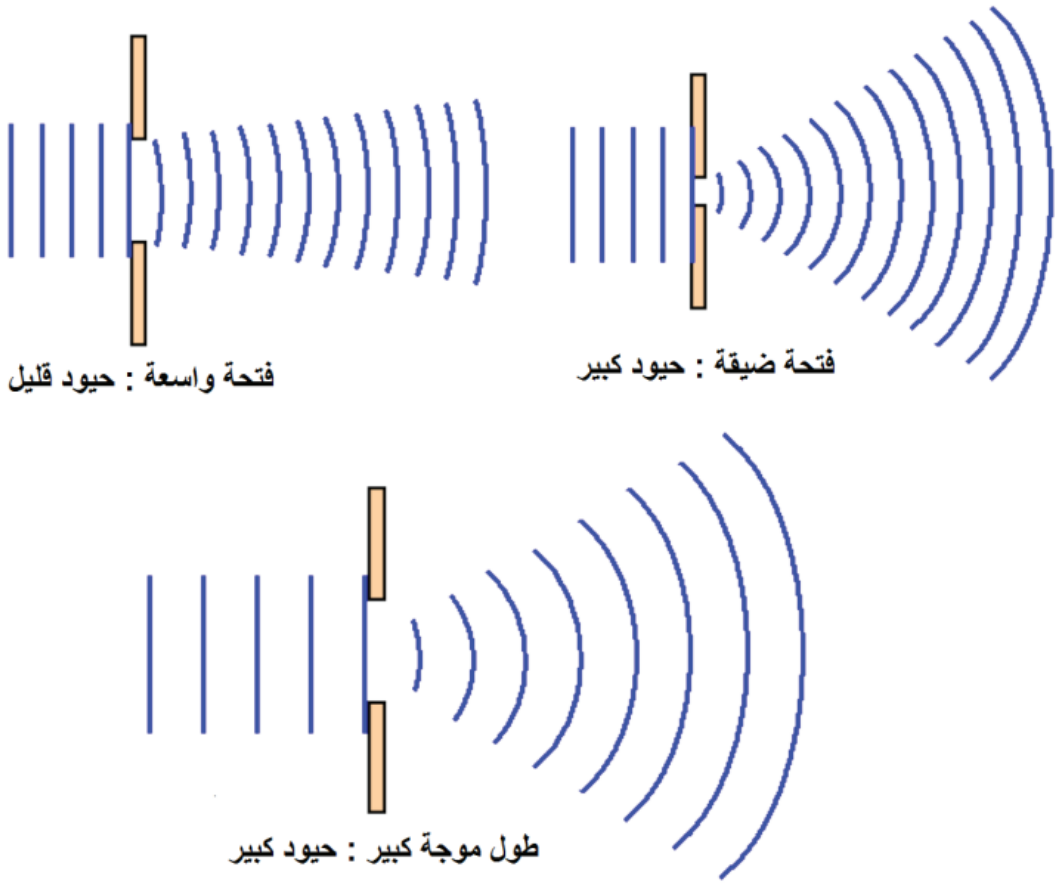
الشكل (8): انكسار الصَّوت

● حيود الصَّوت - Diffraction:

تُعرف على أنّها انتشار الموجات حول الحواجز، حيث يمكن أن يحدث الحيود في الصَّوت، وإحدى نتائج الحيود هي عدم إنشاء الظلال الحادّة، وتنتج هذه الظاهرة عن التداخل، فعندما يتمّ تركيب الأمواج، فإنّها قد تعزّز بعضها أو تلغيها، وتكون أكثر وضوحاً عندما يكون طول موجة الإشعاع مشابهاً للأبعاد الخطّيّة للحاجز.

تساعد ظاهرة حيود الصَّوت، إلى جانب انعكاس الصَّوت على تمكين الشخص من سماع الأصوات حول العقبات والحواجز، وكما أنّ حيود الصَّوت بشكل أكثر وضوحاً عند طول موجات أعلى يمكّن الشخص من سماع تردُّدات صوت منخفضة حول العوائق، بشكل أفضل من التردُّدات العالية، ومن الأمثلة المشهورة على ظاهرة الحيود هو الاختلاف في الصَّوت من ضربة صاعقة قريبة وأخرى بعيدة، حيث سيكون الرعد القادم من صاعقة قريبة على شكل صوت تصدُّع

حادّ؛ ما يُشير إلى وجود الكثير من الصَّوت عالي التردُّد، أمّا الرعد الناتج من ضربة بعيدة سيكون على شكل تردُّد صوت منخفض؛ لأنّ الأطوال الموجيّة الطويلة هي التي تنحني حول العقبات لتصل للمستمع. كما يبين الشكل (9).



الشكل (9): ظاهرة حيود الأمواج

(2-1) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: توصيل المقاومات (Resistance)

وصف الموقف: أحضر مدير قاعة أفراح مجموعة من السمّاعات إلى ورشة الإلكترونيّات، وطلب التأكُّد من قِيم مقاوماتها عند ربطها مع مضخّم الصَّوت، لتعمل بشكلٍ سليم.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير قاعة الأفراح عن: - نوع السمّاعات ومقاومتها. - نوع مضخّم الصَّوت ومقاومته. - نوع الأسلاك المستعملة في توصيل السمّاعات. - المسافة بين السمّاعات وجهاز مضخم الصَّوت. • أجمع البيانات عن: - المقاومات الكهربائيّة، وقيمة مقاومة السمّاعات. - توصيل السمّاعات مع مضخّم الصَّوت. - توصيل المقاومات على التوازي، والتوالي. - توصيل المقاومات المركّبة. - مقاومة الأسلاك الكهربائيّة. - كيفيّة فحص المقاومات الكهربائيّة. - أعطال المقاومات الكهربائيّة.	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مدير قاعة الأفراح. - كتيّبات - (كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنف البيانات إلى: - أنواع المقاومات الكهربائيّة، مقاومة الأسلاك الكهربائيّة، مقاومة السمّاعات، توصيل المقاومات، أعطال المقاومات الكهربائيّة، الأجهزة والأدوات والمعدّات اللازمة. - أُحدّد خطوات العمل: - أُصنّف البيانات وأُبَوّبها. - أبحث عن قيمة مقاومة السمّاعات. - أُحدّد العدد المناسب لتنفيذ المَهمّة. - أدرس البدائل المقترحة. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فِرَق ومجموعات عمل). • العصف الذهني (استمطار الأفكار). • المناقشة والحوار. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالسمّاعات الكهربائيّة. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • تكنولوجيا: - حاسوب. - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّـذ	• أقرأ قيمة مقاومة السمّاعات وأُسجّلها. • أقرأ قيمة المقاومة المطلوبة على مخرج مضخّم الصَّوت. • أختار السلك المناسب. • أوصّل السمّاعات للحصول على قيمة المقاومة المطلوب توصيلها، على مخرج مضخّم الصَّوت.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• صندوق عدّة يدويّة: - مقاومات كهربائيّة - أسلاك توصيل. - كتالوج مواصفات فنيّة لعدد من السمّاعات الكهربائيّة. - كاوي لحام. - جهاز فحص رقميّ.
أتحقّق	• أتأكد من مطابقة مقاومة السمّاعات الكلّيّة مع قيمة المقاومة المطلوبة على مخرج الصَّوت في مضخّم الصَّوت. • أُشغّل مضخّم الصَّوت، وأتأكّد من سلامة وعمل السمّاعات بالشكل المناسب. • أتأكّد من السلامة المهنيّة للجهاز، وعمله بالشكل الصحيح.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• طلب مدير قاعة الأفراح. • وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

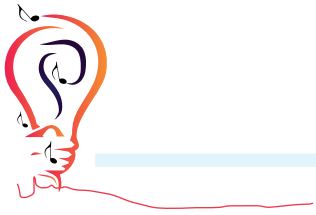
أوثّق وأقدّم	• أُوثّق نتائج العمل. • أُفرّغ جميع النتائج على دفتر التدريب العمليّ. • أُقدّم تقريراً مفصّلاً عن التكلفة. • تعرض كلّ مجموعة ما تمّ إنجازه للجميع.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	- حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• أُقارن الحلول الفنيّة المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • رضا مدير قاعة الأفراح.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• طلب مدير قاعة الأفراح. • وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- ما فائدة المقاومة الكهربائيّة في الدارة الكهربائيّة؟

2- فسّر: اختلاف سماكة قُطر الأسلاك الكهربائيّة.

3- ما الأسس المتبعة في تشخيص أعطال المقاومات الكهربائي؟



أتعلّم

مقاومة الموصلات (Resistance)

نشاط (1)

ابحث عن أشكال المقاومات في الدارة الكهربائية، ورموزها.

أشكال المقاومات

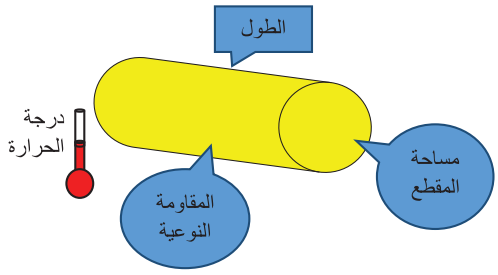
إنّ الإلكترونات التي تشكّل التيّار الكهربائيّ(Current) تصطدم أثناء مسيرها عبر أيّ موصل بأجزاء مادّة الموصل، التي تبدي إعاقة أو مقاومة أمام مسير الإلكترونات في هذا الموصل.

تُعرّف **المقاومة الكهربائيّة** بأنّها مقدار إعاقة المادّة لمرور التيّار الكهربائيّ، وتُقاس قيمة المقاومة بوحدة الأوم، ويُرمز لها الرمز (Ω).

مقاومة الموصلات:

تعتمد مقاومة الموصل، كما هو مبيّن في الشكل (1) على أربعة عوامل، هي:

1. **طول الموصل:** تزداد مقاومة الموصل بازدياد طوله؛ أيّ أنّ مقاومة الموصل تتناسب طرديّاً مع طوله.
2. **مساحة مقطع الموصل:** تقلّ مقاومة الموصل بزيادة مساحة مقطعه؛ أي تتناسب مقاومة الموصل تناسباً عكسيّاً مع مساحة مقطعه.
3. **نوع مادّة الموصل:** يمكن مقارنة مقاومة الموادّ المختلفة بالرجوع إلى ما يُعرَف بالمقاومة النوعيّة للمادّة، وهي مقاومة عيّنة من المادّة على هيئة موصل طوله (1) متر، ومساحة مقطعه (1) م^2 عند درجة حرارة (20) مئويّة، ووحدة قياسها (أوم. م^2 / متر)، ويرمز لها بالحرف رو (ρ).



الشكل (1): العوامل المؤثّرة على مقاومة الموصل

المادّة	المقاومة النوعيّة (Ω.مم^2 / م)
الفضّة	0.0149
النحاس	0.0178
الذهب	0.021
الألومنيوم	0.0241
الحديد	0.14
سبيكة النيكروم (نيكل، كروم، حديد)	1.9

ويمكن حساب مقاومة الموصل (بالأوم)، باستخدام العلاقة الآتية:

$$\text{مقاومة الموصل (بالأوم)} = \frac{\text{طول الموصل}}{\text{مساحة مقطع الموصل}} \times \text{المقاومة النوعيّة لمادة الموصل}$$

$$R = \frac{L}{A} \times \rho$$

حيث إنّ:

R: مقاومة الموصل (بالأوم).

L: طول الموصل (بالمتر).

A: مساحة مقطع الموصل (مم^2).

ρ: المقاومة النوعيّة لمادّة الموصل (Ω.مم^2 / م).

مثال (1):

احسب مقاومة سلك من النحاس، طوله (100) متر، ومساحة مقطعه (1.5) مم^2 ، علماً بأنّ المقاومة النوعيّة للنحاس (0.0178) (Ω.مم^2 / م).

الحلّ:

$$\text{مقاومة الموصل (بالأوم)} = \frac{\text{طول الموصل}}{\text{مساحة مقطع الموصل}} \times \text{المقاومة النوعيّة لمادة الموصل}$$

$$\text{مقاومة الموصل} = \frac{100}{1.5} \times 0.0178 = 1.19\ \Omega$$

④ **درجة الحرارة:** تتغيّر قيمة مقاومة المادّة بتغيّر درجة الحرارة، ويُعبَّر عن هذا التغيُّر بالمعامل الحراريّ لمقاومة المادّة، الذي يُعرَف بأنّه الزيادة أو النقصان في قيمة مقاومة عيّنة من تلك المادة، مقاومتها (1) أوم نتيجة تغيُّر درجة حرارتها (1) سلسيوس.

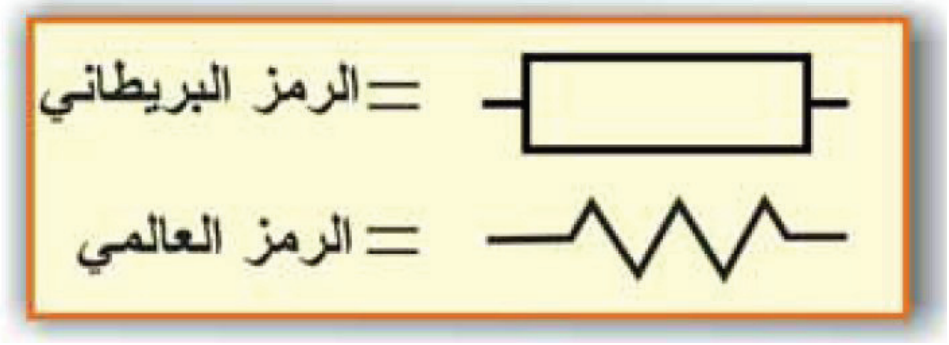
نشاط (2)

ابحث عن تأثير الحرارة على المقاومة الكهربائيّة، وكيف يتمّ حساب هذا التأثير، واعرضه على زملائك.

أنواع المقاومات:

لتحقيق عمل الدارات الكهربائيّة والإلكترونيّة يلزم استخدام مقاومات كهربائيّة بقِيَم وخصائص محدّدة، تتناسب وعمل هذه الدارات؛ لذا تُصنَع المقاومات بأشكال مختلفة لها قِيَم أوميّة معروفة، وتتحمّل تيّارات كهربائيّة معلومة. وتُقسم المقاومات إلى نوعين رئيسين، هما: المقاومات ثابتة القيمة، والمقاومات متغيّرة القيمة.

ويُرمز للمقاومة الكهربائيّة، كما يبين الشكل (2).

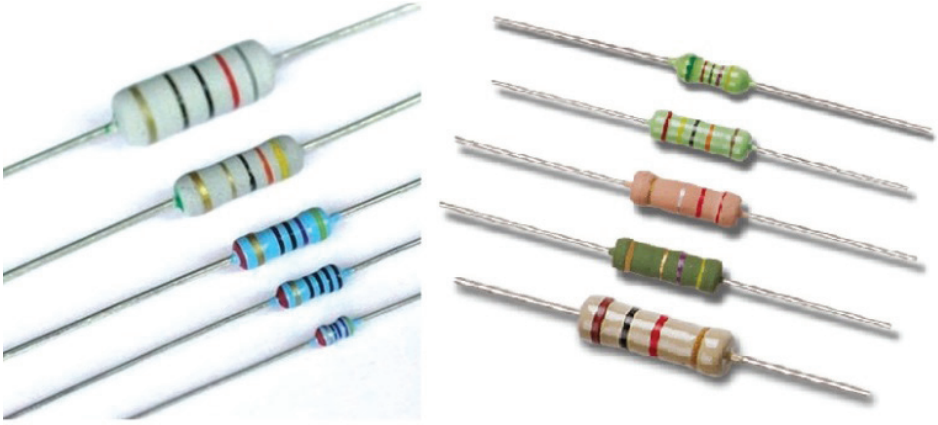


الشكل (2): رمز المقاومة الكهربائيّة

1. المقاومات ثابتة القيمة - Fixed resisters:

المقاومات التي لها قيمة ثابتة لا تتغيّر، تُكتَب على جسم المقاومة بشكل مباشر (أرقام)، أو شكل غير مباشر (ألوان)، وتُقسَم هذه المقاومات طبقاً لمادّة صنعها إلى مقاومات كربونيّة، ومقاومات سلكيّة، ومقاومات غشائيّة.

أ- المقاومات الكربونيّة: أكثر المقاومات الشائعة والمستخدمة في الدارات الكهربائيّة، وتصنع هذه المقاومات من مزيج من الكربون مع مادّة السيراميك، وتُصَبّ في قوالب، وتُجمَّد بالحرارة، ويُركَّب لها طرفان للتوصيل، ثمّ تُرشّ بمادّة عازلة، وتُطبَع عليها قيمتها سواءً بالحلقات اللونيّة، أو تُكتب القيمة مباشرة، أو على شكل رموز، وتصنع بأحجام مختلفة تتناسب مع قدراتها، كما يبين الشكل (3).



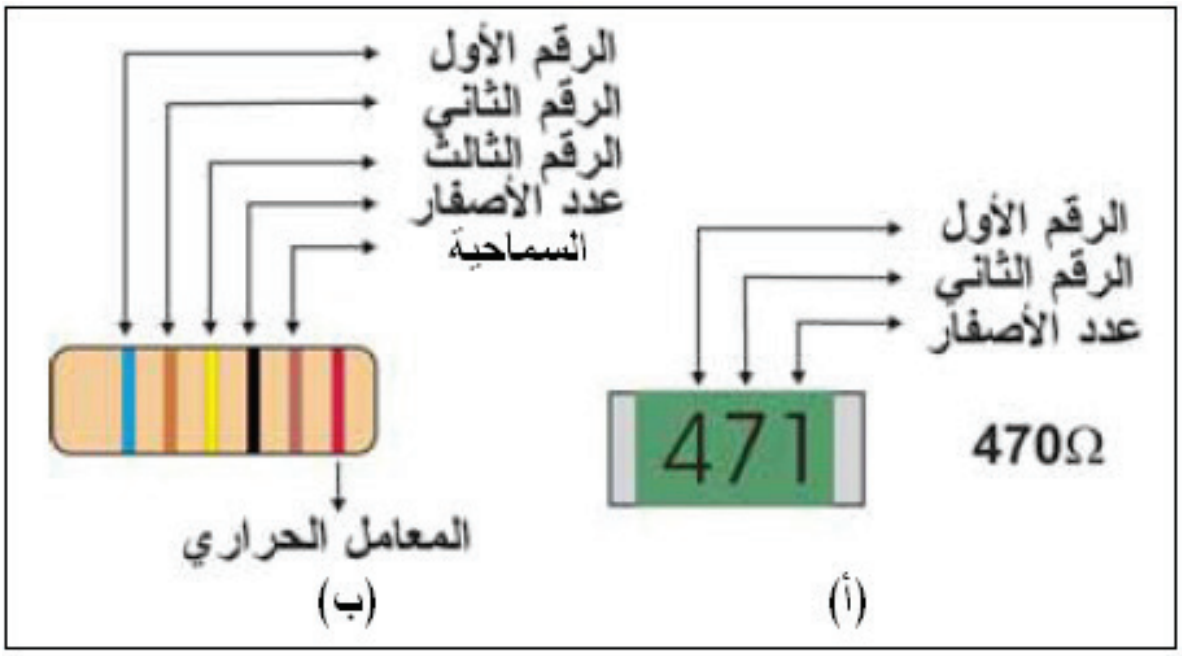
الشكل (3): مقاومات كربونيّة

ب- المقاومات الغشائيّة.

ج – المقاومات السلكيّة.

د - المقاومات السطحيّة.

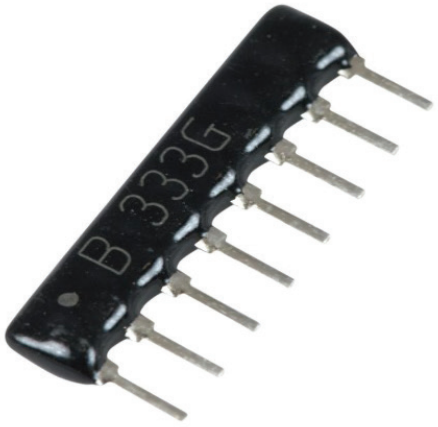
تمتاز بِصِغَر حجمها؛ ما يجعلها ملائمة للّوحات المطبوعة عالية الكثافة، وتتوفّر بشكلين، هما: المستوي والأسطوانيّ، وفيما يتعلّق بالمقاومة المستوية يُستخدم في ترميزها نظام ترميز لونيّ، مكوّن من ثلاث خانات، الخانتين الأولى والثانية تمثّلان قيمة المقاومة، أمّا الخانة الثالثة والأخيرة فتمثّل المضاعف (عدد الأصفار)، كما يبيّن الشكل (4 - أ)، أمّا المقاومة الأسطوانيّة فيُستخدَم في ترميزها نظام الترميز اللونيّ الخماسيّ، إضافة إلى حلقة لونيّة سادسة تمثّل المعامل الحراريّ للمقاومة، الذي ستدرسه لاحقاً، كما يبيّن الشكل (4 - ب).



الشكل (4): مقاومة سطحيّة

هـ - المقاومات الشبكيّة:

مجموعة من المقاومات المتشابهة، يتمّ تغليفها بغلاف خارجيّ يشبه أغلفة الدارات المتكاملة، كما يبين الشكل (5).



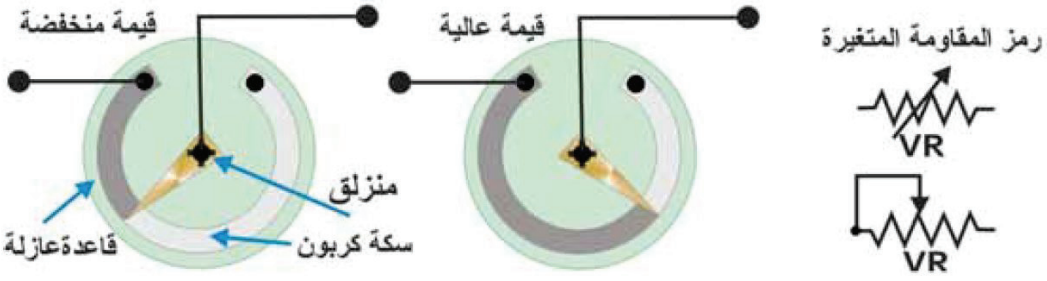
الشكل (5): مقاومة شبكيّة

2. المقاومات متغيّرة القيمة - Potentiometer:

مقاومات عاديّة، مثل المقاومات الكربونيّة والكربونات السلكيّة، ولكنّ السطح المقاوم يكون مكشوفاً، ويمرّ عليه منزلق، وتكون بثلاثة أطراف، بحيث تمثّل نهايتين قيمة المقاومة، والثالث للحصول على قيم مختلفة. كما يبين الشكل (6).

الشكل (6): بعض أنواع المقاومات المتغيّرة

حيث يمكن تغيير قيمتها بوساطة المنزلق من الصفر تقريباً وحتى القيمة القصوى لها، وتكتب عليها قيمتها (القصوى) بشكل مباشر مثل R= 10 KΩ ، وأحياناً بالأكواد مثل R= 103 ، وهي القيمة السابقة نفسها. وتوجد المقاومات المتغيّرة بقِيَم صغيرة وكبيرة وقدرات مختلفة، وتُستخدَم في عمليّات الضبط والتحكُّم الدقيق وأشكالها متعدّدة، ويمكن للمقاومات المتغيّرة أن تكون خطّيّة (Lin) كما في معظم المقاومات، أو لوغاريتميّة (Log).



الشكل (7): عمل المقاومة المتغيّرة

3. المقاومات الخاصّة:

تُصنَع من موادّ خاصّة، وبِطُرق صُنع خاصّة لتلائم تطبيقات عمليّة معيّنة في الدارات الإلكترونيّة، ويختلف عملها عن عمل المقاومات العاديّة، ومن هذه المقاومات: مقاومة الثيرمستور، ومقاومة الفاريستور (VDR)، ومقاومة ضوئيّة... إلخ.

نشاط (3)

ابحث عن أنواع أخرى للمقاومات الخاصّة، واشرح مبدأ عملها.

الأوم:

ويُعرَف الأوم بدلالة الجهد والتيّار، ويُرمَز له بالرمز (Ω)؛ أي أنّ (1) أوم هو مقدار المقاومة التي تسمح بمرور تيّار شدّته (1) أمبير، عند فرق جهد (1) فولت. ومن مضاعفات الأوم:

الكيلو أوم: ويُرمز لها بالحرفين (kΩ)، ويساوي (10^3) أوم.

الميجا أوم: ويُرمز له بالحرفين (MΩ)، ويساوي (10^6) أوم.

جهاز الأوميتر - Ohmmeter:

تُقاس المقاومة الكهربائيّة في الدارات الكهربائيّة بجهاز خاصّ، يدعى الأوميتر، ومن الجدير بالذكر أنّ جهاز قياس المقاومة الكهربائيّة (الأوميتر) يجب أن يوصل على التوازي مع الحمل المراد قياس مقاومته بين طرفيه، بعد فصله عن الدارة الكهربائيّة.

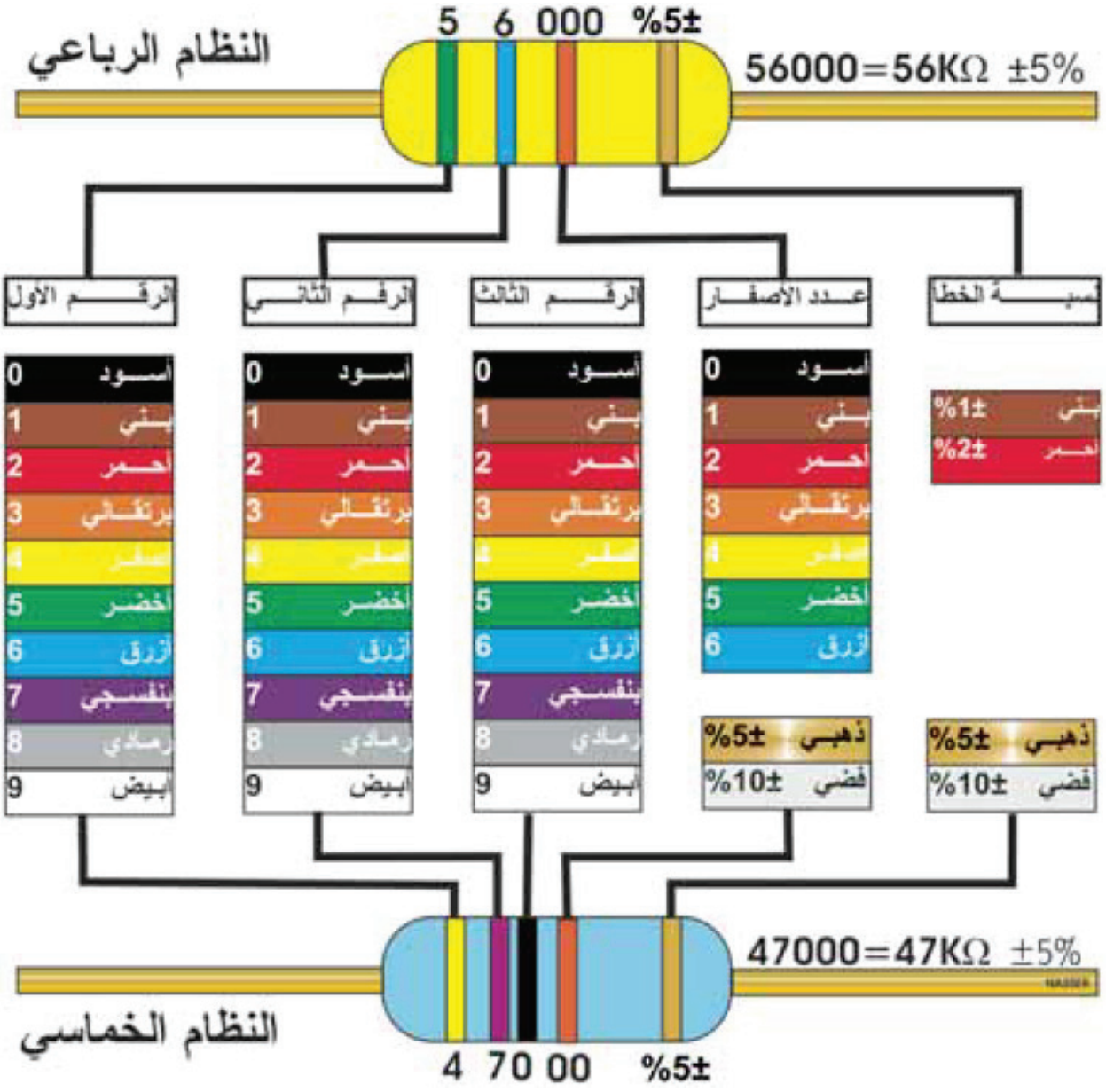
نُظم ترميز المقاومات:

1 نُظم ألوان المقاومات:

تكون المقاومات الكربونيّة والغشائيّة معلّمة برموز لونيّة، تشير إلى قيمتها وتفاوتها (دقّتها)، وهناك نظامان معتمدان في الترميز اللونيّ، وهما: الترميز اللونيّ الرباعيّ، والترميز اللونيّ الخماسيّ، كما يبين الشكل (8).

الشكل (8): نظام ترميز المقاومات بالألوان

أ – الترميز اللونيّ الرباعيّ: تحدّد الحلقة الأولى من جهة اليسار الرقم الأول للمقاومة، وتحدّد الحلقة الثانية الرقم الثاني للمقاومة، وتحدّد الحلقة الثالثة المضاعف العشريّ (عدد الأصفار)، أمّا الحلقة الرابعة فتحدد نسبة التفاوت المسموح به في قيمة المقاومة النظريّة. كما يبين الشكل (9).



الشكل (9): الترميز اللونيّ الرباعيّ

مثال:

ما قيمة المقاومة المبيّنة في الشكل (9) السابق، مراعياً حساب الحدّين الأعلى والأدنى لهذه القيمة.

الحلّ:

بالنظر إلى حلقات الألوان المبيّنة على جسم المقاومة، يتبيّن أن:

لون الحلقة الأولى (أحمر)، ويُقابل العدد (2).
لون الحلقة الثانية (أحمر)، ويُقابل العدد (2).
لون الحلقة الثالثة (أصفر)، ويُقابل المضاعف (10000).
لون الحلقة الرابعة (فضّيّ)، ويقابل نسبة الخطأ ($\pm 10\%$).

توضع الأرقام، كما في الجدول الآتي:

2	2	×10000
$22 \times 100 = 220000\ \Omega$		

وعليه تكون قيمة المقاومة = 220000 أوم = 220 كيلوأوم.

الحدّ الأعلى للمقاومة:

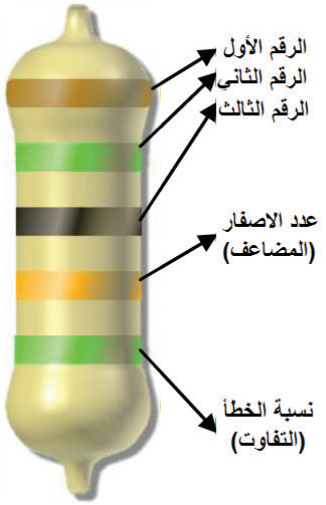
$$R_{max} = 220000 + (220000 \times \frac{10}{100})$$
$$= 220000 + 22000$$
$$= 242000\ \Omega$$

الحدّ الأدنى للمقاومة:

$$R_{min} = 220000 - (220000 \times \frac{10}{100})$$
$$= 220000 - 22000$$
$$= 198000\ \Omega$$

ب - الترميز اللونيّ الخماسيّ:

كما هو الحال في النظام الرباعي تُحدّد الحلقة الأولى من جهة اليسار الرقم الأول للمقاومة، وتحدّد الحلقة الثانية الرقم الثاني للمقاومة، وتحدّد الحلقة الثالثة الرقم الثالث للمقاومة، وتحدّد الحلقة الرابعة المضاعف العشريّ (عدد الأصفار)، والحلقة الخامسة والأخيرة فتحدّد نسبة التفاوت المسموح به في قيمة المقاومة النظريّة. كما يبين الشكل (10).



الشكل (10): الترميز اللونيّ الخماسيّ

نشاط (4)

احسب قيمة المقاومة المبيّنة في الشكل (10).

② نظام الرموز:

في هذا النظام يتمّ تحديد مكان الفاصلة العشريّة، وكذلك قيمة المضاعف العشريّ، بوساطة الحروف الأبجديّة (R، k،M) وتوضّح الأمثلة الآتية طريقة استعمال هذه الرموز:

R18 تعني 0.18 أوم.

560R تعني 560 أوم.

2k7 تعني 2.7 كيلوأوم، حيث يُستعمل الحرف (k) كمضاعف وفاصلة عشريّة.

39k تعني 39 كيلوأوم.

1M0 تعني 1.0 ميجا أوم.

ومن ثمّ يتمّ إلحاق حرف إضافيّ للإشارة إلى التفاوت. لاحظ الجدول المجاور.

الحرف	التفاوت
F	±1%
G	±2%
J	±5%
K	±10%
M	±20%

وتوضّح الأمثلة الآتية طريقة استعمال هذه القائمة:

R18J تعني 0.18 أوم والتفاوت ±5 %

560Rk تعني 560 أوم والتفاوت ± 10 %

المواصفات الفنيّة للمقاومات:

المواصفات الفنيّة للمقاومات التي يجب مراعاتها عند اختيار أو استبدال مقاومة تالفة في دارة كهربائيّة ما، هي:

المقاومة: يُعبَّر عن القيمة المطلوبة بالأوم، أو الكيلوأوم، أو الميجا أوم.

القدرة المقدّرة: القدرة القصوى التي تبدّدها المقاومة.

معامل درجة الحرارة: التغيّر في المقاومة لكلّ تغيّر في درجة الحرارة بالوحدة المعتمدة.

الاستقرار: التقلُّب في قيمة المقاومة الذي يحصل تحت ظروف معيّنة، وعلى مدّة معيّنة من الزمن. (يُعبَّر عنه كنسبة مئويّة %).

أعطال المقاومات:

يُسبّب سريان التيّار الكهربائيّ في المقاومة ارتفاع الحرارة، وتُصنَع المقاومات بحيث تتحمّل درجات معيّنة من الحرارة، وإذا زادت عن ذلك فإنّها تتلف(ينقطع السلك المكوّن للمقاومة السلكيّة، أو تتفتت المقاومة الكربونيّة)، وفي العادة لا يعبّر عن كميّة الحرارة الناتجة مباشرة، بل يُعبَّر عنها بقيمة الطاقة الكهربائيّة المنتجة لها، وينتج عن تعطُّل المقاومة الكهربائيّة دارة مفتوحة (Open Circuit)، ويمكن التحقُّق من ذلك باستخدام جهاز الأوميتر؛ إذ يعطي مقاومة عالية جدّاً عند تَلَف المقاومة.

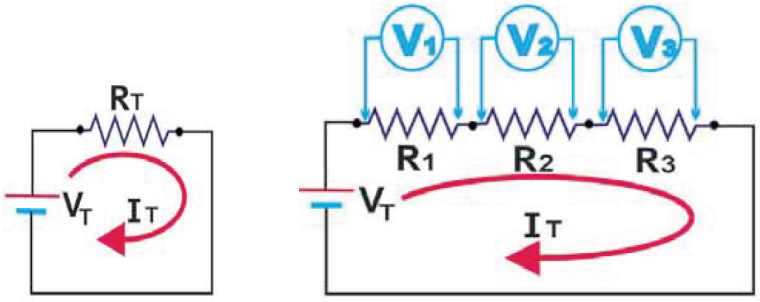
طرق توصيل المقاومات:

يمكن توصيل المقاومات الكهربائيّة بثلاث طرق، وهي:

① التوصيل على التوالي - Serial connection:

يبيّن الشكل (11) ثلاث مقاومات متّصلة ببعضها، حيث يكون أحد طرفَي المقاومة الأولى موصولاً بالطّرف الأول للمقاومة الثانية، والطّرف الثاني للمقاومة الثانية موصولاً بالطَّرف الأوّل للمقاومة الثالثة، ويلاحظ من الشكل (11 – أ) أنّه يوجد في دارات التوصيل على التوالي مسار واحد فقط للتيّار، حيث يسري التيّار نفسه في جميع المقاومات، وإذا احترقت إحدى المقاومات انقطع التيّار عن جميع أجزاء الدارة.

ويُمكن تبسيط هذه الدارة باستبدال المقاومات الثلاث بمقاومة واحدة فقط، هي المقاومة المكافئة (الكلّيّة)، كما هو موضّح في الشكل (11 – ب)، ويُرمز لها بالحرف (R_T)، ويُقصد بالمقاومة المكافئة، المقاومة التي يمكن وضعها في الدارة بدلاً من مجموعة المقاومات، دون أن تتغيّر شدّة التيّار الكهربائيّ.



(أ) الدارة الكهربائية (ب) الدارة المكافئة

الشكل (11): توصيل المقاومات على التوالي

في دارات التوالي يتوزّع فرق جهد المصدر (V_T) على المقاومات بتناسب طرديّ، كلٌّ وفق قيمتها.
ويمكن حساب المقاومة المكافئة للمقاومات الموصولة على التوالي بالعلاقة الآتية:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n$$

ويكون فرق جهد البطارية التي في الشكل (2) كالتالي:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

مثال(1):

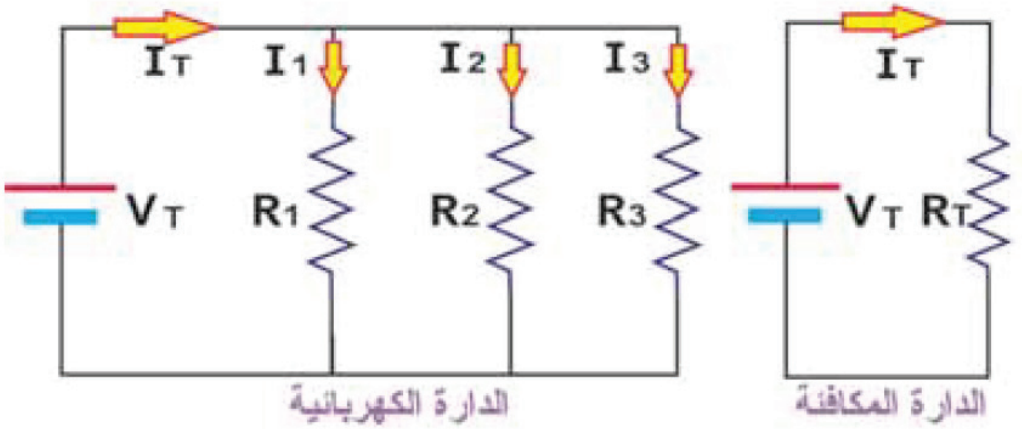
وصلت المقاومات (10) و (20) و (30) أوم على التوالي، احسب قيمة المقاومة المكافئة.

الحلّ:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$
$$= 10 + 20 + 30$$
$$= 60\ \Omega$$

② التوصيل على التوازي - Parellel Connection:

يبيّن الشكل (12) ثلاث مقاومات متّصلة ببعضها، حيث يكون الطرف الأول للمقاومات الثلاث موصولاً مع بعضها، والطرف الثاني للمقاومات موصولاً مع بعضها، ويلاحظ من الشكل أنّ الجهد الواصل للمقاومات هو جهد المصدر نفسه؛ أي أنّ المقاومات الموصولة على التوازي لها الجهد نفسه.



الشكل (12): توصيل المقاومات على التوازي

كما ويتوزّع تيّار المصدر في دارات التوازي على المقاومات المكوّنة للدارة بتناسبٍ عكسيّ، وفق قيمتها، كما في الشكل (12).
ويمكن حساب المقاومة المكافئة للمقاومات الموصولة على التوازي بالعلاقة الآتية:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots\cdots \frac{1}{R_n}$$

ويكون التيّار الكلّيّ للبطاريّة التي في الشكل (12) كالآتي: $I_T = I_1 + I_2 + I_3$

مثال(2):

وصلت المقاومتان (60) و (40) أوم على التوازي، احسب المقاومة الكهربائيّة المكافئة.

الحلّ:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{60} + \frac{1}{40}$$

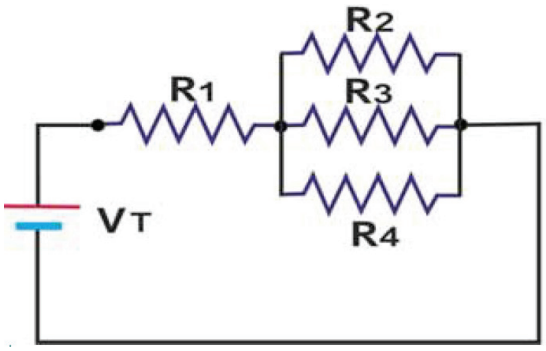
$$\frac{1}{R_T} = \frac{60 + 40}{60 \times 40}$$

$$R_T = \frac{60 \times 40}{60 + 40}$$

$$R_T = 24\ \Omega$$

③ التوصيل المركّب:

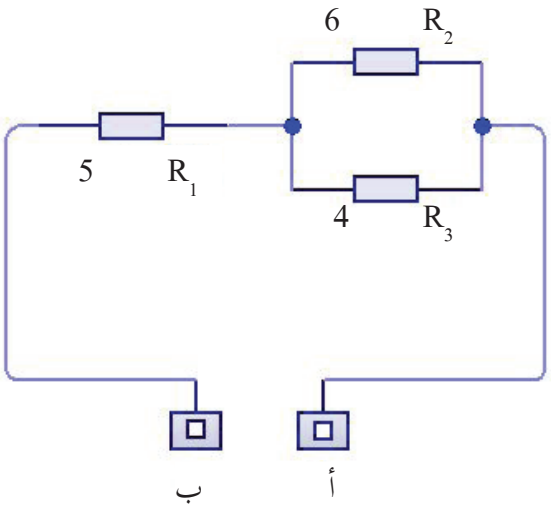
يمكن الجمع بين توصيل المقاومات على التوالي وتوصيلها على التوازي، كما هو موضّح في الشكل (13)، وفيه المقاومات (R_2، R_3، R_4) موصولة على التوازي، وهذه المجموعة موصولة على التوالي مع المقاومة (R_1)، وفي حالة المزج بين توصيل المقاومات على التوالي وعلى التوازي في دارة ما، فإنّ ذلك يُعرَف بالتوصيل المركّب.



الشكل (13): التوصيل المركّب

مثال(3):

احسب المقاومة الكلّيّة بين النقطتين (أ، ب) للدارة الكهربائيّة التي في الشكل المجاور:



الحلّ:

يتطلّب إيجاد المقاومة الكلّيّة لهذه الدارة العمل على مراحل:

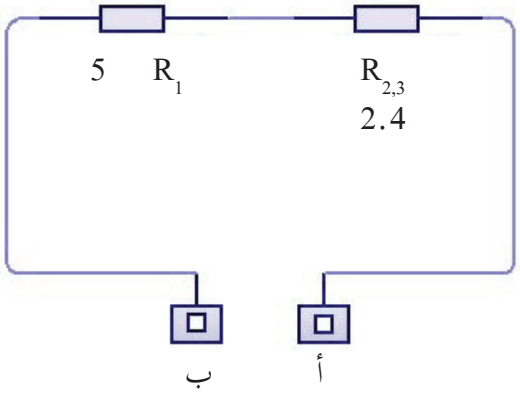
الخطوة الأولى: نلاحظ أنّ المقاومتين (R_2، R_3) موصولتان على التوازي، يمكن دمجهما في مقاومة واحدة، ويمكن إيجادها وفق قانون حساب المقاومات على التوازي:

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4}$$

$$= \frac{6 \times 4}{6 + 4}$$

$$= 2.4\ \Omega$$

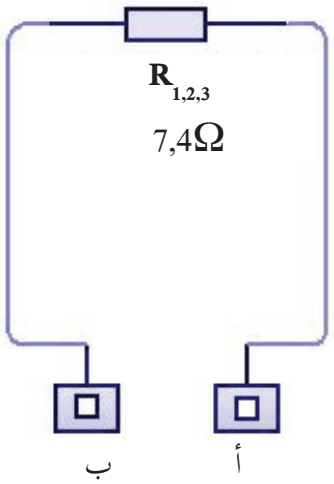
لتصبح الدائرة كما في الشكل الآتي:



الخطوة الثانية: نلاحظ أنّ المقاومة (R_1) أصبحت موصولة مع المقاومة المكافئة ($R_{2,3}$) على التوالي، فيمكن أن نحسب المقاومة المكافئة الكلّيّة عن طريق قانون حساب المقاومات على التوالي:

$$R_T = R_1 + R_{2,3} = 5 + 2.4 = 7.4\ \Omega$$

لتصبح الدارة كما في الشكل الآتي:



نشاط (5)

ابحث ماذا يحدث عند تلف المقاومة الكهربائية؟ وما الأعطال المتوقعة.

(3-1) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: فَحْص المكثفات (المواسعات) الكهربائيّة (Capacitor)

وصف الموقف: حضر مقاول أفراح إلى ورشة الإلكترونيّات، وطلب تحديد المكثفات(المواسعات) الكهربائيّة التالفة في جهاز مازج الصَّوت.

العمل الكامل:

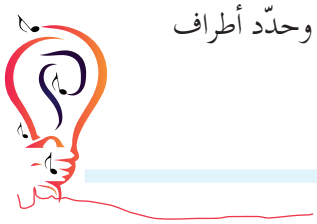
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التدريس)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مقاول الأفراح عن: - نوع مازج الصَّوت المستعمل. - الأسباب التي أدّت إلى تَلَف المكثفات الكهربائيّة. - نوع المشكلة الظاهرة في الصَّوت. • أجمع البيانات عن: - المكثفات الكهربائيّة. - أشكال وأحجام المكثفات الكهربائيّة. - أهمّ المواصفات الفنيّة المكتوبة على المكثفات. - مبدأ عمل المكثفات الكهربائيّة. - وظيفة المكثفات في دوائر الفلترة. - أعطال المكثفات، وكيفيّة فحصها.	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مقاول الأفراح. - كتيّبات (كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أخطّط وأقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: - أشكال المكثفات الكهربائيّة، مبدأ عملها، تطبيقاتها، أعطالها، الأدوات والمعدّات اللازمة. • أُحدّد خطوات العمل: - أبحث عن المكثفات الموجودة في الجهاز. - أقترح سيناريوهات وبدائل. - أدرس البدائل المقترحة. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فِرَق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • المناقشة والحوار. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالمكثفات. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • تكنولوجيا: - حاسوب. - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أنفّذ	• أُحدّد أماكن المكثفات في اللوحة الإلكترونيّة للجهاز. • أقرأ القِيَم المكتوبة على المكثفات، وأرتّبها في جدول. • أفكّ المكثفات عن اللوحة الإلكترونيّة. • أقرأ قِيَم المكثفات باستخدام ساعة الفحص، وترتيبها في جدول. • أُحدّد المكثف التالف وأستبدله.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• صندوق عدّة يدويّة. • بورد إلكترونيّ يحتوي مواسعاً تالفاً. • مكثفات كهربائيّة. • أسلاك توصيل. • كتالوج مواصفات فنيّة لعدد من المكثفات. • كاوي لحام. • جهاز فحص رقميّ.
أتحقّق	• أتأكّد من ملاءمة المواسع للتوصيل. • أتأكّد من السلامة المهنيّة للجهاز، وعمله بالشكل الصحيح.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• طلب مقاول الأفراح. • وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أوثّق وأقدّم	• أُوثّق نتائج العمل. • أفرغ جميع النتائج على دفتر التدريب العمليّ. • أُقدّم تقريراً مفصّلاً عن التكلفة. • تعرض كلّ مجموعة ما تمّ إنجازه.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	- حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• أُقارن بين الحلول الفنيّة المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • رضا الزبون.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• طلب الزبون. • وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- اجمع عدد من المكثفات الكهربائيّة الموجودة في إحدى اللوحات الكهربائيّة، وحدّد أطراف توصيلها، ثمّ تأكّد من سلامتها.



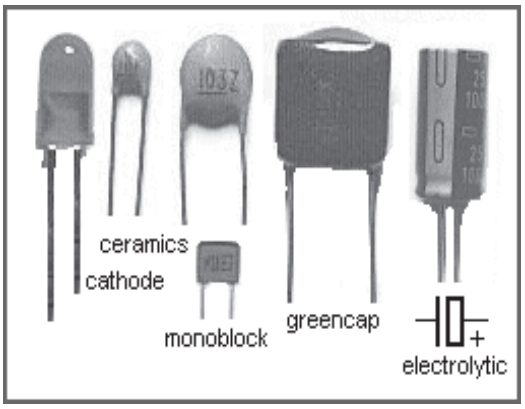
أتعلّم

المكثفات (المواسعات) الكهربائية (Capasitors)

نشاط:

ابحث عن المكثفات الكهربائيّة الموجودة في لوحة إلكترونيّة، ثمّ دوّنْ جميع المعلومات المكتوبة عليها، وحلّلها.

المكثف الكهربائي: عنصر لديه القدرة على تخزين الطاقة الكهربائيّة، ويتكوّن المكثّف من موصلين، يُعرَف كلّ منهما باللوح المعدنيّ، ويوجد بينهما وسط عازل، وتُستخدَم موادّ عازلة، منها: الهواء، والورق المشرّب، وموادّ من البلاستيك، والميكا، وموادّ من السيراميك، كما يبين الشكل (1).

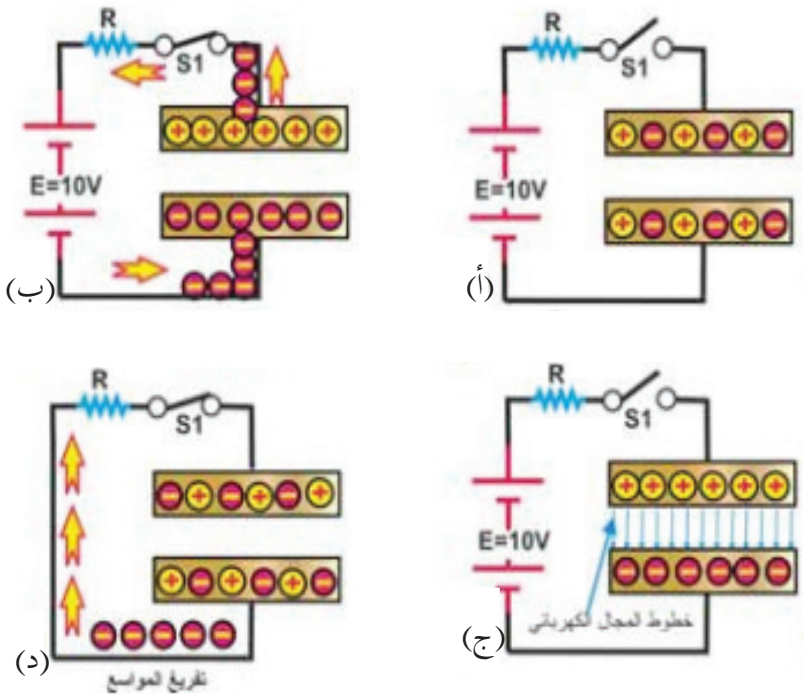


الشكل (1): مجموعة من المكثفات

آليّة عمل المكثف:

عند وَصْل أطراف المكثّف فإنّ الشحنة الكهربائيّة تتدفّق وتتجمّع على سطح اللوح، حيث تتجمّع الشحنات الموجبة على أحد الألواح، والشحنات السالبة على اللوح الآخر.

وتحاول الشحنتان عبور العازل الفاصل لتنجذب إلى الشحنة الأخرى، وستبقى ألواح المكثّف مشحونة حتّى بعد فصل جهد البطاريّة عنه، كما يبين الشكل (2)، والذي يمكن به استخدام المكثّف بطاريّة لوقت قصير.



الشكل (2): شحن وتفريغ المكثّف

السعة الكهربائيّة: قدرة المكثّف على تخزين الشحنة الكهربائيّة، ووحدة قياسها الفاراد، وتُحسَب قيمة سِعة المكثّف كالآتي:

$$\text{سعة المكثّف (C) بالفاراد} = \frac{\text{الشحنة المخزونة في المكثّف Q}}{\text{فرق الجهد بين اللوحين للمكثّف V}}$$

حيث تقاس الـ (Q) بوحدة الكولوم، وتقاس الـ (V) بوحدة الفولت.

نستنتج من هذا القانون أنّ اختيار قيمة المكثّف في الدائرة الإلكترونيّة تتحدّد بعاملين أساسيّين، هما: سِعة المكثّف، وقيمة فرق الجهد المطبّق على طرفيه.

ووحدة قياس سِعة الفاراد تُعدّ وحده كبيرة جدّاً للسِّعة؛ لِذا يمكن تقسيمها إلى وحدات أصغر:

$$\text{الميكروفاراد } (\mu F) = \frac{1}{\text{مليون}} \text{ فاراد } (F)$$

$$\text{البيكوفاراد } (\mu F) = \frac{1}{\text{مليون}} \text{ ميكروفاراد } (\mu F)$$

العوامل المؤثّرة على سِعة المكثّف:

يوجد ثلاثة عوامل أساسيّة تؤثّر على سِعة المكثّف بصورة مباشرة:

أ المساحة السطحيّة لألواح المكثّف (a):

تتناسب سِعة المكثّف طرديّاً مع المساحة السطحيّة للألواح، فإذا زادت مساحة سطح اللوح زادت سعة المكثّف، وذلك لزيادة استيعابه للشحنات الكهربائيّة، وبالعكس تقلّ سعة المكثّف كلّما قلّت هذه المساحة.

ب المسافة بين الألواح (d):

تقلّ السّعة عندما تزداد المسافة بين الألواح، وتزداد كلّما قلّت تلك المسافة؛ أي أنّه يوجد تناسب عكسيّ بين سعة المكثّف والمساحة بين ألواحه.

ج الوسط العازل (المادّة العازلة) ε:

تتغيّر سِعة المكثّف بتغيُّر المادّة العازلة بين الألواح، ويُعدّ الهواء الوحدة الأساسيّة لمقارنة قابليّة عزل الموادّ الأخرى المستعملة في صناعة المكثّفات، ويوجد لكلّ مادّة ثابت عزل، يطلق عليه إبسلون(ε).

المواصفات الفنيّة للمكثفات: لها خصائص فنيّة معيّنة يجب أن تُؤخَذ بعين الاعتبار في الاستعمالات المختلفة، وأهم هذه الخصائص:

1- السِّعة: القيمة الاسميّة للمكثف المعبّر عنها بالمايكروفاراد، أو النانوفاراد، أو البيكو فاراد، وتكون مكتوبة على جسم المكثف.
2- الفولتيّة التشغيليّة المقرّرة: الفولتيّة القصوى المسموح تشغيل المكثف بها.
3- التفاوت: هو الانحراف الأقصى المسموح به عن القيمة الاسميّة، ويعبَّر عنه بالنسبة المئويّة.
4- معامل درجة الحرارة: تغيُّر سِعة المكثف مع ارتفاع في درجة حرارته درجة مئويّة واحدة.
5- التيّار المتسرّب: التيّار المستمر في العازل الكهربائيّ عند تسليط الفولتيّة التشغيليّة المقرّرة.
6- مقاومة العزل: مقاومة العزل الكهربائيّ عند تسليط الفولتيّة التشغيليّة المقرّرة.
7- الاستقرار: تغيُّر قيمة سِعة المكثف (بالنسبة المئويّة) الذي يحصل في ظروف محدّدة، وخلال مدّة محدّدة من الزمن.

أنواع المكثفات:

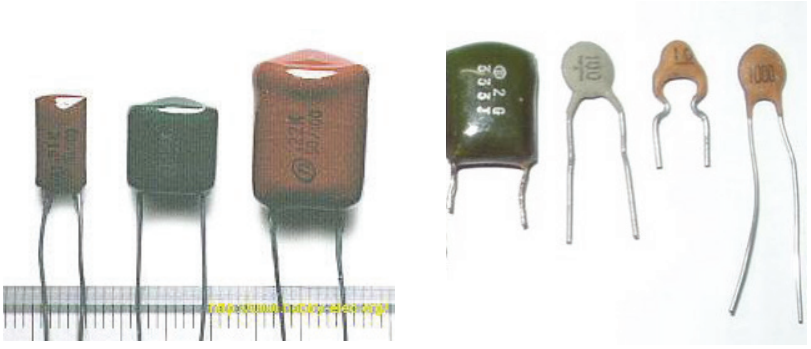
1 **مكثفات ثابتة، ولها أشكال مختلفة:** المكثفات التي تمتلك قيمةً ثابتةً من الشحنات الكهربائيّة؛ حيث إنّها تكون على عِدَّةِ أنواع، وذلك وفق نوع العازل الذي بين الصفائح:

أ- المكثّفات ذات العزل الورقيّ: وهي التي تتكوّن من رقائق معدنيّة يُعزَل فيما بينها بمادّة الورق المُشبَّعة بالزيت أو الشمع، وتُستخدم في التردُّدات المنخفضة؛ بسبب زيادة فقدان التردُّدات التي فيها.

ب- المكثّفات ذات العزل البلاستيكيّ: وهي التي يُستخدم فيها البلاستيك للعزل بين الصفائح.

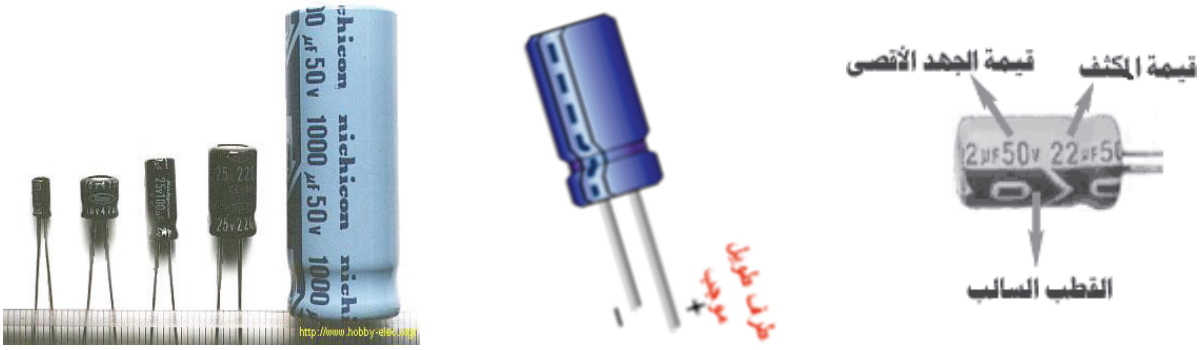
ت- المكثفات ذات عزل الميكا: وهي التي تتكوّن من رقائق معدنيّة، ورقائق الميكا الملفوفة والمربوطة على بعضها بعضاً؛ لتُشَكِّل وحدةً كاملة على شكل مكثِّفٍ مُتعدِّد الصفائح، وتتمّ تغطيتها بطبقةٍ بلاستيكيّةٍ من الخارج لحمايتها من العوامل الخارجيّة، كالرُّطوبة والصَّدمات؛ حيث إنّها تُستخدم كثيراً في دوائر الرنين، وأمّا الأنواع ذات القِيَم المنخفضة فتُستخدَم في الدوائر الإلكترونيّة المطبوعة.

ث- المكثفات ذات العزل السيراميكي: وهي التي تُستخدَم فيها مادّة الخَزف، أو السيراميك كمادّة عازلة بين الصفائح؛ حيث إنّه يتمّ رَشّ طبقة رقيقة من الفضّة على السيراميك، ومن ثمَّ تُطلى بطبقة «الورنيش»، ويمتاز هذا النَّوع بصِغَر حجمه وقِلَّة فقدانه للتردُّدات؛ ولذلك تُستخدم في الدوائر الإلكترونيّة التي تحتاج إلى تردُّدات عالية، كما يبين الشكل (3).



الشكل (3): مكثفات ثابتة القيمة

ج- مكثفات مستقطبة، مثل: المكثّف الإلكترونيّ، ومكثّف التيتانيوم: من أهمّ الأنواع في عالم المكثفات، ولا يوجد منها إلّا شكل واحد، وهو المكثّفات الإلكتروليتيّة، أو ما يُسمَّى بالمكثّف الكيميائيّ؛ حيث يكون القطب الموجب مصنوعاً من معدن الألومنيوم، وأمّا القطب السالب فيكون من مادّة إلكتروليتيّة، وأمّا المادّة العازلة فتكون على شكل طبقة رقيقة من أوكسيد الألومنيوم، ولذلك يجب مراعاة عمليّة التوصيل للأقطاب في هذا النوع، وإلّا فإنّ الدارة الكهربائيّة ستنهار، كما يبين الشكل (4).

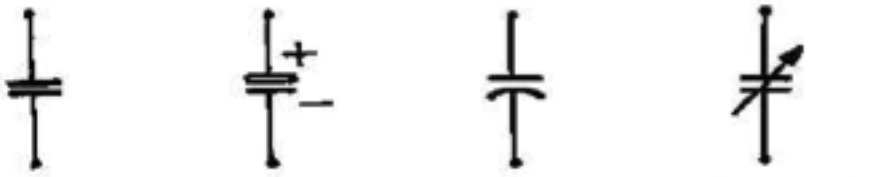


الشكل (4): مكثفات مستقطبة

2 **مكثفات متغيّرة وتستخدم في ضبط التردُّدات:** المكثفات التي تحتوي على مجموعة صفائح ثابتة وأُخرى متغيّرة، والتي لها نوع واحد، وهو المكثّف الهوائيّ؛ فالمكثّفات الهوائيّة هي المكثّفات التي تتكوّن من عِدَّةِ صفائح؛ حيث إنّ العازل المستخدم بين هذه الصفائح هو الهواء، ولأنّها تتكوّن من صفائح ثابتة ومتغيِّرة، فإنّنا سنجد أنّ سِعة المكثّف تتغيّر بتغيُّر مساحة الألواح المتداخلة؛ ولذلك نجدها تُستخدم عادةً في أجهزة المذياع، كما يبين الشكل(5).

الشكل (5): مكثفات متغيّرة القيمة

رموز المكثفات:

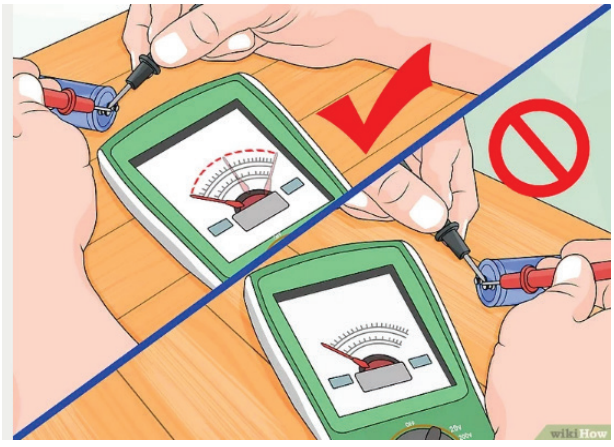


مكثف متغير السعة　　مكثف كيميائي　　مكثف ميكا - سيراميك

الشكل (6): رموز المكثفات

فحص المكثفات:

يتمّ فحص المكثفات باستخدام جهاز الأوميتر، إذ يتمّ توصيل المكثف مع ساعة الفحص، كما هو مبيّن في الشكل (7)، يجب ملاحظة ارتفاع المقاومة إلى أن تصل إلى درجةٍ عاليةٍ جدّاً، ولا بدّ من الملاحظة هنا أنّ القطبيّة لأطراف جهاز الأوميتر لا تتأثّر بشكل كبير في القياسات.



الشكل (7): فحص المكثفات

<u>ملحوظة:</u> تُقاس سِعة المكثف بالميكروفاراد في حالة العطل يكون المكثف إمّا دائرة قصر(Short Circuit)، أو دائرة مفتوحة (Open Circuit).

أعطال المكثفات:

قد تتعرّض المكثفات المستخدمة في الدوائر الإلكترونيّة والكهربائيّة إلى أحد أنماط الأعطال الآتية:

1. **دائرة القصر (التماس):** ينتج هذا العطل من اتّصال لوحَي المكثف معاً؛ نتيجة لتلف المادّة العازلة التي تفصل بينهما، وهذا العطل هو أكثر الأعطال شيوعاً لدى المكثفات، حيث يعطي المكثف عند قياس مقاومته مقاومة منخفضة جدّاً قد تصل إلى الصفر.
2. **المكثف يتصرّف وكأنّه مقاومة:** يعطي مقاومة ثابتة عند قياس مقاومته، وينتج هذا العطل عندما يفقد الوسط العازل لخصائصه، فيتصرّف وكأنّه مقاومة.
3. **دارة مفتوحة:** وينتج هذا العطل عندما ينفصل أحد ألواح المكثف بسبب انفجاره.
4. **تغيُّر السِّعة:** يعطي المكثف في هذه الحالة سِعة أكبر من سِعته المقرّرة، وبشكل ملحوظ. ولا بدّ في هذه اللحظة من استخدام جهاز قياس السّعة لقياس سعة المكثف، ومقارنة قراءة الجهاز بالقيمة المسجّلة على جسم المكثف.

تطبيقات على استخدام المكثفات الكهربائيّة:

- الميكروفون السِّعويّ (Capacitor microphone).
- دوائر الترشيح الكهربائيّ (Filters).
- مضخّمات الإشارة الكهربائيّة (Ampifier).

(4-1) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: فحص الملفّات الكهربائيّة (Inductor)

وصف الموقف: حضر مسؤول التشريفات في المجلس التشريعي الفلسطينيّ(البرلمان الفلسطينيّ) إلى ورشة الإلكترونيّات، واشتكى تلف سمّاعات المجلس عند ايصالها مع مضخّم الصَّوت.

العمل الكامل:

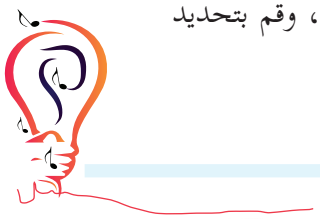
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التدريس)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من الزبون عن: - نوع السمّاعات المستعملة. - نوع مضخّم الصَّوت المستخدم. - الأسباب التي أدّت إلى تلف السمّاعة. - نوع المشكلة الظاهرة في السمّاعة. • أجمع البيانات عن: - الملفّات الكهربائيّة. - أشكال وأحجام الملفّات الكهربائيّة. - أهم المواصفات الفنيّة المكتوبة على الملفّات. - مبدأ عمل السمّاعات والملفّات الكهربائيّة. - كيفيّة فحص الملفّات الكهربائيّة. - أعطال الملفّات الكهربائيّة.	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مسؤول التشريفات . - كتيّبات - (كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنف البيانات إلى: أشكال الملفّات الكهربائيّة، ومبدأ عملها، وتطبيقاتها، والملفّات الكهربائيّة، والأجهزة والأدوات والمعدّات اللازمة. • أُحدّد خطوات العمل: - أُصنّف البيانات وأبوّبها. - أبحث عن الملفّات الموجودة في السمّاعة. - أُحدّد العدد المناسب لتنفيذ المَهمَّة. - أدرس البدائل المقترحة. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فِرَق ومجموعات عمل). • العصف الذهني (استمطار الأفكار). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالملفّات الكهربائيّة. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • تكنولوجيا: - حاسوب. - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّـذ	• أفكّ السمّاعة إلى أجزائها. • أُحدّد الملف داخل السمّاعة. • أفحص ملفّ السمّاعة، باستخدام ساعة الفحص، وأحدّد مدى صلاحيّته ومواصفاته الفنيّة. • أُحدّد مكان التلف في ملفّ السمّاعة.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• صندوق عدّة يدويّة. • بورد إلكترونيّ يحتوي ملفّ تالف. • ملفّات كهربائيّة. • أسلاك توصيل. • كتالوج مواصفات فنيّة لعدد من الملفّات الكهربائيّة. • كاوي لحام. • جهاز فحص رقميّ.

أتحقّق	• أتأكّد من مطابقة المواصفات الفنيّة لملفّ السمّاعة مع مخرج الصَّوت، في مضخّم الصَّوت. • أتأكّد من السلامة المهنيّة للجهاز، وعمله بالشكل الصحيح.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• طلب مسؤول التشريفات. • وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أوثّق وأقدّم	• أُوثّق نتائج العمل. • أُفرّغ جميع النتائج على دفتر التدريب العمليّ. • أُقدّم تقريراً مفصّلاً عن التكلفة. • تعرض كلّ مجموعة ما تمّ إنجازه للجميع.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• جهاز حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• أُقارن بين الحلول الفنيّة المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • رضا مسؤول التشريفات.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• طلب مسؤول التشريفات. • وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- اجمع عدداً من الملفّات الكهربائيّة الموجودة في إحدى اللوحات الكهربائيّة، وقم بتحديد أطراف توصيلها، وتأكّد من سلامتها.



أتعلّم

الملفات الكهربائية
(Inductors)

نشاط:

ابحث عن استخدام الملفّات الكهربائيّة الموجودة في السمّاعات والميكروفونات، ثمّ دوّن جميع المعلومات المكتوبة عليها، وحلّلها.

من بين أهمّ العناصر في مجال الإلكترونيّات العمليّة هي الملفّات الكهربائيّة، لمميّزاتها ودورها الهامّ في الدوائر الكهربائيّة. والملفّ ببساطة هو سلك ملفوف حلزونيّاً، ذو عدد لفّات كبير، بحيث تشكّل شكلاً أسطوانيّاً. يُستخدَم في الفيزياء، وفي الهندسة الكهربائيّة، ويكون عادّة ملفوفاً حول قلب هوائيّ، أو حديديّ، أو الفيرايت.

تعريف الملف- Coil:

عنصر كهربائيّ، له خاصيّة تخزين الطاقة الكهربائيّة في مجال مغناطيسيّ؛ نتيجة سريان التيّار الكهربائيّ في الملفّ، ويَنتجُ فيض مغناطيسيّ في القلب، وتعرف هذه القابليّة لإنتاج الفيض بالحثّ الذاتيّ، ويُرمز له بالحرف (L)، ويُقاس بوحدة الهنري(H) .

الحثّ الذاتيّ:

إذا كانت قيمة التيّار المارّ في الملفّ تتغيّر زيادة ونقصاً، كما هو الحال مع التيّار المتردُّد، فإنّ قيمة المجال المغناطيسيّ الناشئ عن التيّار تتغيّر أيضاً زيادة ونقصاً، وفي هذه الحالة يتولّد على طرفَي الملف جهد يعارض الزيادة والنقص في التيّار المارّ في الملفّ، وكلّما زاد معدل تغيّر التيّار زادت قيمة هذا الجهد المعارض لحدوث التغيير، وخاصيّة المعارضة هذه تُسمّى «**الحثّ الذاتيّ**» .

ويُسمّى الجهد العارض لحدوث التغيّر جهداً مستحثّاً، أو جهداً مستنتجاً، أو جهداً مولّداً بالحثّ الذاتيّ، ويُقاس الحثّ الذاتيّ لملف بوحدة (الهنري) (H)، أو (المللى هنري).

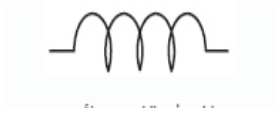
العوامل التي يعتمد عليها مقدار الحثّ بالملفّ:

- **عدد لفّات الملفّ:** كلّما زادت عدد اللفات زادت شدّة المجال المغناطيسيّ المتولّد حول الملفّ.
- **نوع مادّة القلب المغناطيسيّ:** كلّما كانت نفاذيّة المادّة التي لُفَّ عليها الملفّ أكبر كانت الحثيّة أكبر.
- **مساحة مقطع الملفّ:** كلّما زادت مساحة مقطع الملفّ زادت شدّة المجال المغناطيسيّ المتولّد حوله.
- **طول الملفّ:** كلّما زاد طول الملفّ انخفض مقدار الحثّ الذاتيّ.
- **طريقة اللفّ والمسافة بين اللفّات.**

أنواع الملفّات: تُصنَّف الملفّات إلى نوعين رئيسَين، هما:

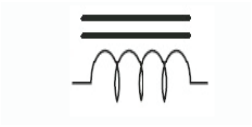
أ **ملفّات ثابتة القيمة،** ومنها:

- **الملفّ ذو القلب الهوائيّ:** سلك من النحاس المعزول، ذو مقاومة صغيرة، ملفوف حول أسطوانة، ويرمز له كما يبين الشكل (1)، ويُستخدَم على سبيل المثال في الدارات الإلكترونيّة.



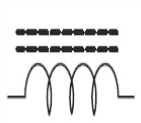
الشكل (1): ملف ذو قلب هوائيّ

الملفّ ذو القلب الحديديّ: يتكوّن من سلك ملفوف حول قلب من شرائح الحديد المعزول، ويُرمز له كما يبين الشكل (2)، ويُستخدَم على سبيل المثال في الملفّ الخانق للمصباح الفلوريّ، والمحوّلات الكهربائيّة.



الشكل (2): ملفّ ذو قلب حديديّ

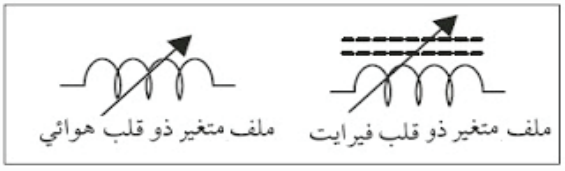
ملفّ ذو قلب فيرايت: يمتلك الفيرايت خواصّ مغناطيسيّة مشابهة للحديد، ويُستخدَم الملفّ الملفوف على قلب الفيرايت في صنع الهوائيّ الداخليّ لجهاز الراديو الترانزستور، أو في مرحلة التردُّدات المتوسّطة، حيث يمكن تغيير حثّه الذاتيّ بتحريك قلب الفيرايت داخل الملفّ، بواسطة مفكّ مصنوع من مادّة غير مغناطيسيّة، مثل البلاستيك، ويُرمز له كما يبين الشكل(3).



الشكل (3): ملفّ ذو قلب فيرايت

ب الملفّات متغيّرة القيمة:

تحتوي على عمود أو قضيب مغناطيسيّ متحرّك، يغيّر خطوط المجال، وبالتالي يغيّر من قيمة حثّ الملفّ، كما يبين الشكل (4).



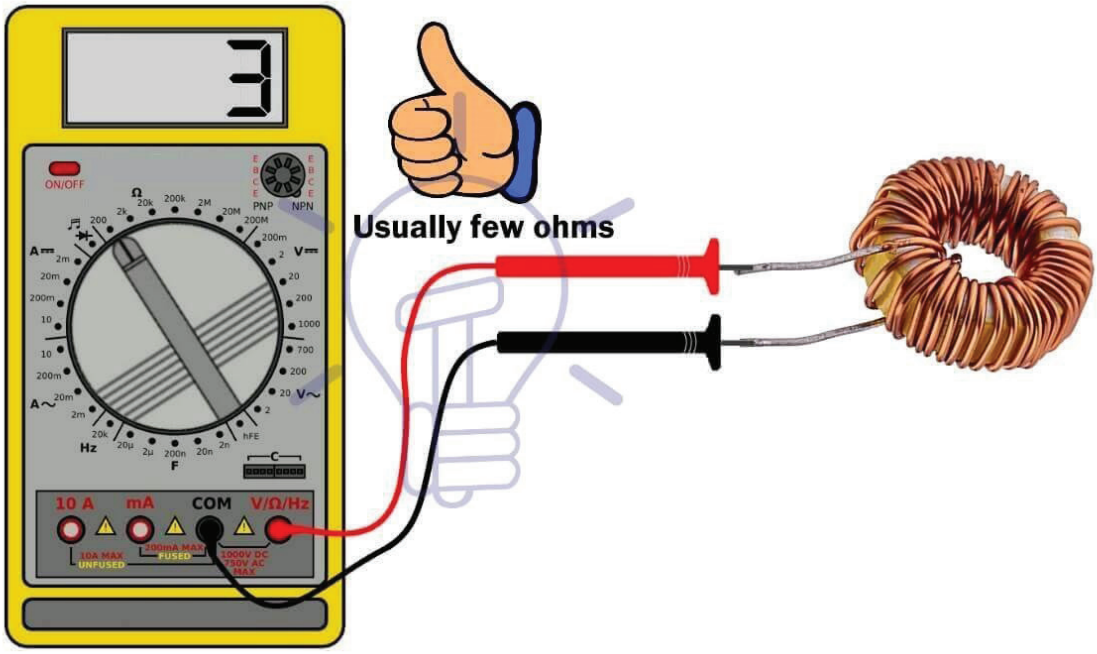
الشكل (4): رموز الملفّ متغيّر القيمة

استخدامات الملفّات: تُستخدَم الملفّات في مجالات عدّة، منها:

- معدّات أجهزة الاتصالات ذات التردُّدات العالية.
- دارات مزوّدات القدرة بالتيّار المباشر (الترشيح).
- صناعة المحرّكات والمولّدات والمحوّلات.
- تغيير شكل الموجات في دارات الرنين.

فحص الملفّات:

1. يتم فحص الملفّ عن طريق الموصليّة في جهاز القياس، فإذا أعطى صوتاً بين طرفَي الملفّ فهذا يعني أنّ الملفّ سليم.
2. يتمّ فحص الملفّات باستخدام جهاز الأوميتر، حيث يتمّ توصيل المقاومة مع ساعة الفحص، كما يبين الشكل (5). وفي حالة عمل الملفّات يجب أن تكون المقاومة منخفضة جدّاً أو صفراً، وفي حالة عدم العمل تكون القراءة عالية جدّاً؛ أي دائرة مفتوحة «Open Circuit».



الشكل (5): فحص الملفّات الكهربائيّة

تطبيقات:

- مبدأ عمل السمّاعات.
- الميكروفون الديناميكيّ.
- المحوّلات الكهربائيّة.

(5-1) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: قياس القدرة الكهربائيّة (Electric Power)

وصف الموقف: اشترى صاحب قاعة مجموعة سمّاعات ومضخّم صوت (Aamplifier) من مصادر مختلفة، واشتكى من تلف مضخّم الصَّوت عند توصيله مع السمّاعات. وطلب من تقني الصَّوت حلّ المشكلة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التدريس)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب القاعة عن: - نوع الجهاز، وقدرته، والجهد الذي يعمل عليه، وقدرة الجهاز. - قدرة مخرج الصَّوت في الجهاز. • أجمع البيانات عن: - الدارة الكهربائيّة البسيطة. - الجهد الكهربائيّ، وجهاز الفولتميتر، والتيّار الكهربائيّ، وجهاز الأميتر. - العلاقة بين الجهد والتيّار، وقانون أوم. - القدرة الكهربائيّة.	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - كتب. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • تكنولوجيا: - حاسوب. - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنف البيانات إلى: قدرة مخرج الصَّوت في مضخّم الصَّوت، وقدرة السمّاعات، وقدرة الجهاز الكهربائيّ، والأجهزة والأدوات والمعدّات اللازمة. • أُحدّد خطوات العمل: - أُصنّف البيانات وأُبوّبها. - أبحث عن قيمة الجهد الواقع على السمّاعات. - أبحث عن قدرة مخرج الصَّوت في جهاز مضخّم الصَّوت. - أبحث عن طريقة توصيل السمّاعات بالشكل المناسب مع مكبّر الصَّوت. - أُحدّد العدد المناسب لتنفيذ المَهمّة. - أدرس البدائل المقترحة. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فِرَق ومجموعات عمل). • العصف الذهني (استمطار الأفكار). • المناقشة والحوار. • البحث العلميّ.	• صندوق عدّة يدويّة. • مقاومات كهربائيّة. • أسلاك توصيل. • كتالوج مواصفات فنيّة لعدد من الأجهزة الكهربائيّة. • كاوي لحام. • جهاز فحص رقميّ.
أُنفّذ	• أقرأ قيمة قدرة السمّاعات. • أقرأ قيمة قدرة مخرج الصَّوت في مضخّم الصَّوت. • أُوصل السمّاعات وفق قدرتها. • أربط السمّاعات مع مخرج الصَّوت في مضخّم الصَّوت.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• طلب صاحب القاعة. • وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أتحقّق	• أتأكّد من السمّاعات وتركيبها بالشكل الصحيح. • أتأكّد من قيمة الجهد الكهربائيّ على السمّاعات. • أتأكد من قدرة الجهاز ومطابقتها للمواصفات. • أتأكّد من السلامة المهنيّة للجهاز، وعمله بالشكل الصحيح.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• جهاز حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.

أوثّق وأقيّم	• أُوثّق نتائج العمل. • أُفرّغ جميع النتائج على دفتر التدريب العمليّ. • أُقدّم تقريراً مفصّلاً. • تعرض كلّ مجموعة ما تمّ إنجازه.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• طلب صاحب القاعة. • وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.
أقيّم	• أقارن بين الحلول الفنيّة المختلفة بين جميع مجموعات العمل. • رضا صاحب القاعة من عمل الجهاز.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• وثائق: - طلب صاحب القاعة. - كتيّبات (كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

الأسئلة:

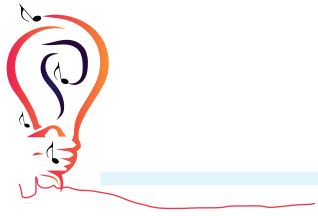
1- ممَّ تتكوّن الدارة الكهربائيّة البسيطة؟

2- ما نوع الجهد الناتج عن البطّاريّة؟

3- اشرح ماذا يحدث عند تزويد سمّاعة صوت بجهد أعلى من الجهد المقرّر.

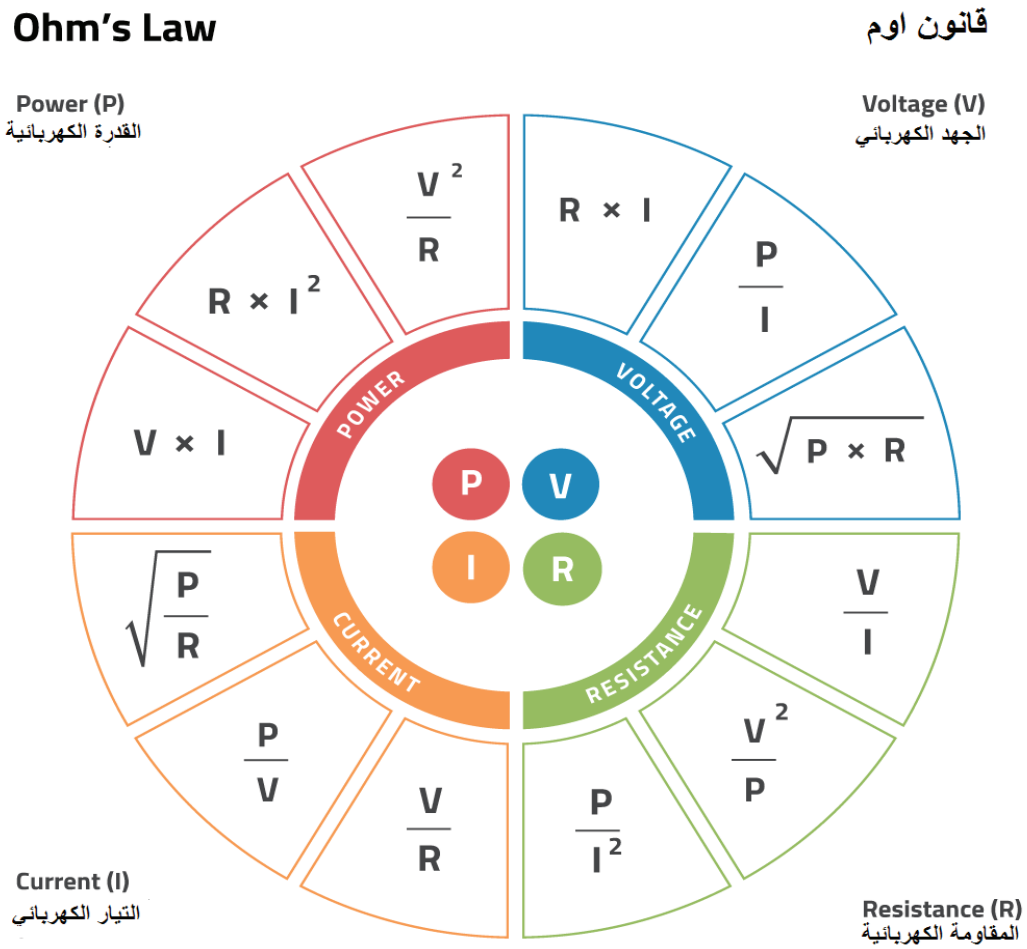
4- ماذا نستفيد من قياس التيّار الكهربائيّ؟

5- أناقش: لماذا نقوم بحساب القدرة الكهربائيّة؟



القدرة الكهربائية
(Electric Power)

انظر إلى الصورة الآتية، واذكر القوانين التي تعرفها.



إنّ أهمّ مستلزمات سريان التيّار الكهربائيّ (Current) هو وجود قوّة مؤثّرة خارجيّة، تجبر الإلكترونات الحرّة (الشحنات) على التحرُّك باتّجاه معيّن عبر الموصل، ويمكن الحصول على هذه القوّة من مصادر الطاقة الكهربائيّة، كالبطّاريّات والمولّدات. وتُسمّى هذه القوة بأسماء محتلفة، وهي: القوة الدافعة الكهربائيّة (EMF)، وفرق الجهد، والجهد الكهربائيّ(Voltage Deferances)، والفولتيّة. ومع اختلاف هذه المسمّيات إلّا أنّها متشابهة، وتُقاس بوحدة (الفولت)، ويُرمز لها بالحرف (V)، ويمكن تعريفها بأنّها القوّة التي تجبر الإلكترونات على التحرُّك باتّجاه معيّن عبر الموصل.

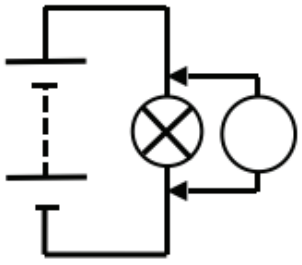
الفولت - Volt:

وحدة قياس فرق الجهد (القوّة الدافعة الكهربائيّة)، ويُرمز له بالرمز (V) وبالتعريف، فإنّ (1) فولت هو فرق الجهد اللازم لتحريك تيّار شدّته (1) أمبير، عبر موصل مقاومته (1) أوم، - **وأجزاء الفولت المستخدمة في مجال الإلكترونيّات، هي:**

- أ الميللي فولت: ويُرمز له بالحرفين (mV)، ويساوي (10^{-3}) فولت.
- ب الميكروفولت: ويُرمز له بالحرفين (µV)، ويساوي (10^{-6}) فولت.
- ج الكيلوفولت: وهو من مضاعفات الجهد، ويُرمز لها بالحرفين (kV)، ويساوي (1000) فولت.

جهاز الفولتميتر - Voltmeter:

يُقاس فرق الجهد في الدارات الكهربائيّة بجهاز خاصّ يدعى الفولتميتر، ويُرمز له بدائرة بداخلها الحرف (V). ومن الجدير بالذكر أنّ جهاز قياس فرق الجهد (الفولتميتر) يجب أن يوصل على التوازي مع الحمل، أو المصدر المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه، كما يبين الشكل (1).



الشكل (1): توصيل جهاز الفولتميتر

الجهود المستخدمة في الحياة العمليّة:

لقد اتُّفق على توحيد الجهود المستخدمة في البطّاريّات. نذكر منها جهود البطاريات الجافّة، مثل (1.5، 6، 9) فولت، وجهود البطّاريّات السائلة، مثل: (12) فولتاً، و(24) فولتاً.

تختلف جهود شبكات التيّار العام من بلد إلى آخر، فالجهود المستخدمة في معظم دول العالم بما فيها دولة فلسطين (220) فولتاً، في حين أنّ الجهود المستعملة في أمريكا (110) فولت، وبريطانيا (240) فولتاً، أمّا شبكات نقل الطاقة الكهربائيّة (الضغط العالي)، فيتراوح جهدها بين (380000 – 6600) فولت.

نشاط (2)

ابحث: ما القوّة الدافعة الكهربائيّة؟

الجهد المقرّر:

لكلّ جهاز كهربائيّ جهد محدّد، يجب أن لا يتعداه، وتُسجَّل عادة هذه القيمة على لوحة مواصفات الجهاز، ويُسمّى (الجهد المقرّر، أو الجهد المقنّن أو الاسميّ). فمثلاً يعمل أحد المصابيح على جهد كهربائيّ (220) فولتاً. فعند تعرُّضه لجهد (400) فولت يزداد تيّاره إلى أكثر ممّا يستطيع أن يتحمّل المصباح، ما يؤدّي إلى تلفه. وعند تعرُّضه لجهد (50) فولتاً لن يكون تيّاره كافياً لإضاءة المصباح بشكل طبيعيّ.

التيّار الكهربائيّ: حركة موجّهة للإلكترونات الحرّة من نقطة إلى أخرى، عبر الموصل.

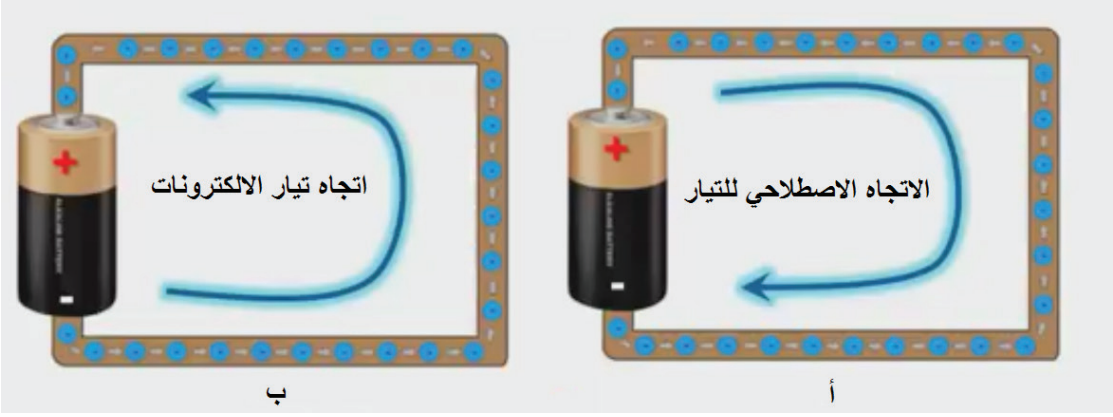
نشاط (3)

أنشئ جدولاً، وقُم بتصنيف الموادّ إلى موادّ موصلة، وموادّ غير موصلة (عازلة).

اتّجاه التيّار الكهربائيّ:

تتحرّك الإلكترونات عبر الموصل من الطرف السالب إلى الطرف الموجب للبطّاريّة، وبالتالي يكون اتّجاه الإلكترونات (تيّار الإلكترونات) من الطرف السالب إلى الطرف الموجب. كما يبين الشكل (2– أ).

واصطلح العلماء على أن يكون اتّجاه سريان التيّار من القطب الموجب إلى القطب السالب؛ أي بعكس اتّجاه سريان تيّار الإلكترونات، وأطلقوا عليه اسم (التيّار الاصطلاحيّ). كما يبين الشكل (2– ب).



الشكل (2): اتّجاه التيّار الكهربائيّ

الأمبير- Ampier:

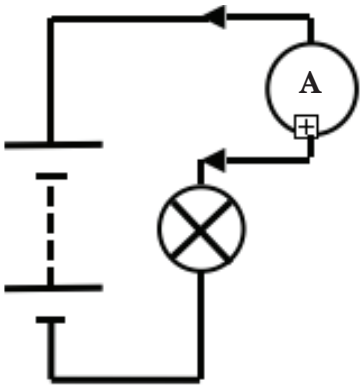
وحدة قياس شدّة التيّار الكهربائيّ المارّ بالموصل، ويُرمز له بالرمز (A)، وأجزاء الأمبير المستخدمة في مجال الإلكترونيّات:

أ **الميللي أمبير:** ويُرمز لها بالحرفين (mA)، ويساوي (10^{-3}) أمبير.

ب **الميكروأمبير:** ويُرمز له بالحرفين (μA)، ويساوي (10^{-6}) أمبير.

جهاز الأميتر - Ammeter:

تُقاس شدّة التيّار الكهربائيّ في الدارات الكهربائيّة بجهاز خاصّ يدعى الأميتر، ويُرمز له بدائرة بداخلها الحرف (A). ومن الجدير بالذكر أنّ جهاز قياس شدّة التيّار الكهربائيّ (الأميتر) يجب أن يوصل على التوالي مع الحِمل المراد قياس شدّة التيّار له، كما يبين الشكل (3).



الشكل(3): توصيل جهاز الأميتر

قانون أوم:

تعتمد قِيَم الجهد والتيّار والمقاومة في الدارة الكهربائيّة بعضها على بعض، وقانون أوم هو القانون الذي يوضّح العلاقة التي تربط الوحدات الكهربائيّة الثلاث المذكوره أعلاه، ولقد سُمّي بهذا الاسم نسبة إلى العالِم الألمانيّ (جورج أوم) الذي اكتشف هذه العلاقة.

وينصّ على: « **تتناسب شدّة التيّار المارّ في موصل تناسباً طرديّاً مع فرق الجهد بين طرفَي الموصل، وعكسيّا مع مقاومته**».

نشاط:

ابحث في أحد المواضيع الآتية:

1. ماذا نعني بقصر الدارة الكهربائيّة (Short Circuit)؟
2. ما المُصهِر (Fuse)، وما فائدته في الدارة الكهربائيّة؟
3. رموز العناصر الكهربائيّة للدارة الكهربائيّة البسيطة، ورتّبها في جدول.

معادلة قانون أوم:

يمكن تمثيل قانون أوم بالعلاقة الرياضيّة الآتية:

$$V = R \times I$$

حيث إنّ:

V: الجهد الكهربائيّ، ويُقاس بوحدة الفولت (v).

I: التيّار الكهربائيّ، ويُقاس بوحدة الأمبير (A).

R: المقاومة الكهربائيّة، وتُقاس بوحدة الأوم (Ω).

مثال(1):

مصباح سيّارة يعمل ببطّاريّة، قوّتها الدافعة الكهربائيّة (12) فولتاً، فإذا كانت مقاومة المصباح (6) أوم، احسب شدّة التيّار الكهربائيّ المارّ في هذا المصباح؟

المعطيات: V = 12v R = 6Ω I = ?

الحل: نكتب قانون أوم

$$V = R \times I$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= \frac{12}{6} = 2A$$

مثال(2):

سخّان كهربائيّ يعمل على مصدر كهربائيّ (220) فولتاً، ويسحب تيّاراً مقداره (3) أمبير، جِد مقاومة السخّان.

المعطيات: V = 220v I = 3A R = ?

الحلّ: نكتب قانون أوم

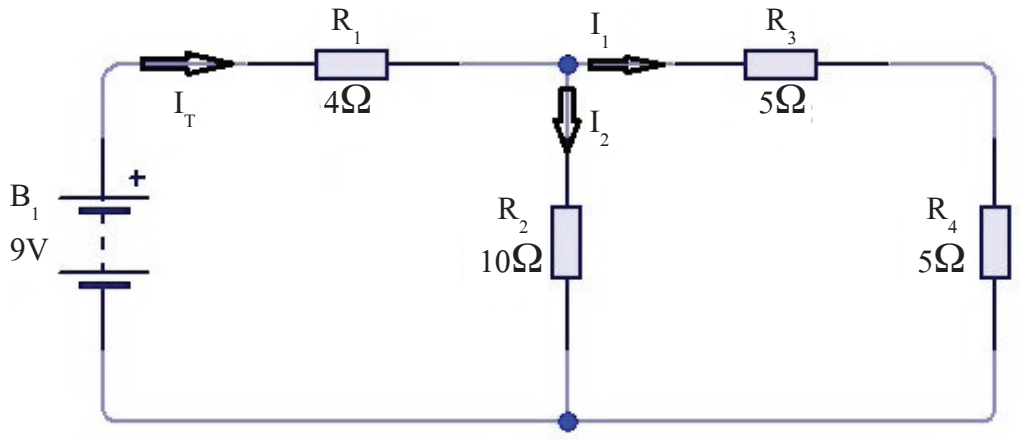
$$V = R \times I$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{220}{3} = 73.3\ \Omega$$

مثال(3):

في الدارة الكهربائية الآتية، احسب التيّار المارّ بالمقاومة (R4)، وفرق الجهد بين طرفيها.



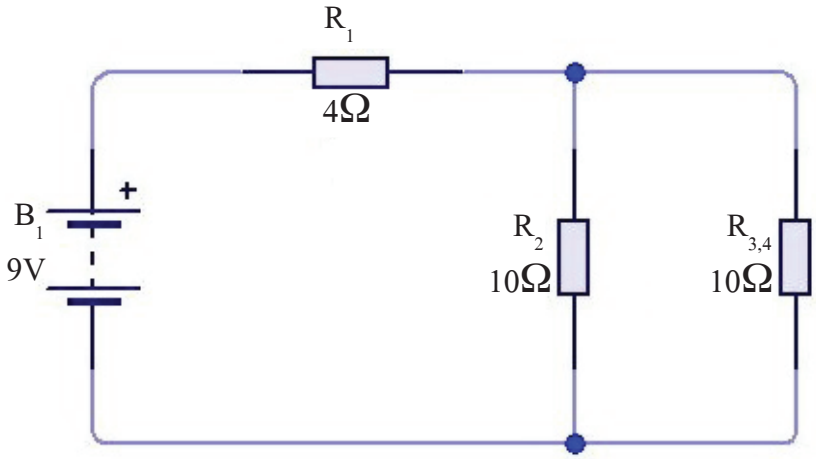
الحلّ:

لإيجاد فرق الجهد والتيّار الكهربائى المارّ في المقاومة (R_4)، نتبع الخطوات الآتية:

أوّلاً: نجد التيّار الكلّيّ المارّ في الدارة (I_T)، وذلك بإيجاد المقاومة المكافئة الكلّيّة، ولإيجاد المقاومة المكافئة نلاحظ من الدارة أنّ المقاومتان (R_3 ،R_4) موصولتان على التوالي، وبالتالي يمكن حساب المقاومة المكافئة لهما:

$$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 5 + 5 = 10\ \Omega$$

فتصبح الدارة الكهربائية كالآتي:



ثمّ نلاحظ من الدارة السابقة أنّ المقاومتين (R_2 ، $R_{3,4}$) موصولتان على التوازي؛ لذلك يمكن إيجاد المقاومة المكافئة لهما، وفق العلاقة الآتية:

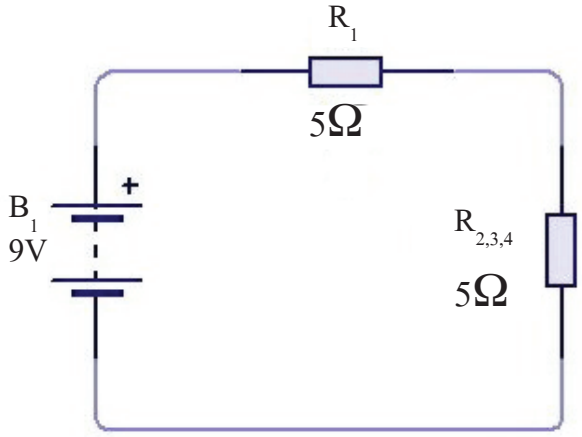
$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{3,4}}$$

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{2}{10}$$

$$R_{2,3,4} = \frac{10}{2} = 5\Omega$$

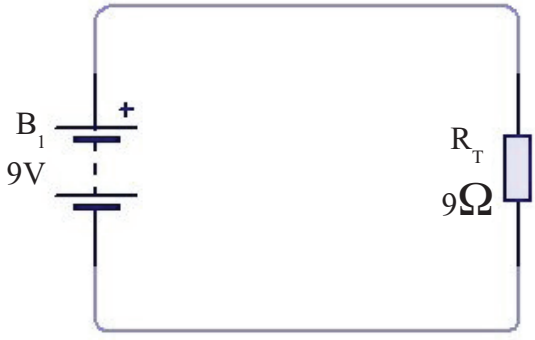
وتصبح الدارة كالآتي:



نلاحظ من الدارة السابقة أن المقاومتين (R_4 ، $R_{2,3}$) موصولتان على التوالي، وبذلك تكون المقاومة المكافئة الكلّيّة هي مجموعهما وفق العلاقة الآتية:

$$R_T = R_1 + R_{2,3,4} = 4 + 5 = 9\ \Omega$$

وتصبح الدارة كالآتي:



ومن المعلوم أنّ جهد البطاريّة = 9 فولت وبتطبيق قانون أوم المتعلّق بالتيّار، نجد قيمة التيّار الكلّيّ وفق العلاقة الآتية:

$$I_T = \frac{V}{R_T} = \frac{9}{9} = 1A$$

وكما نعلم أنّ التيّار هو نفسه الذي يمرّ من خلال المقاومات الموصولة على التوالي، وبذلك يكون التيّار المارّ بالمقاومة ($R_{2،3،4}$) هو التيّار الكلّيّ نفسه، ويساوي (1) أمبير، ومن خلال قانون أوم نجد فرق الجهد الواقع عليها، وهو:

$$V_{2،3،4} = I_T \times R_{2،3،4} = 1 \times 5 = 5\ v$$

وكما نعلم أنّ فرق الجهد الواقع على المقاومات الموصولة على التوازي هو نفسة على جميع المقاومات الموصولة على التوازي، وعليه فإنّ فرق الجهد الواقع على المقاومة ($R_{3،4}$) هو فرق الجهد نفسه الواقع على المقاومة ($R_{2،3،4}$)، ويساوي (5) فولت، ومن خلال قانون أوم نجد التيّار المارّ بالمقاومة ($R_{3،4}$)، وهو:

$$I_{3,4} = \frac{V_{2,3,4}}{R_{3,4}} = \frac{5}{10} = 0.5A$$

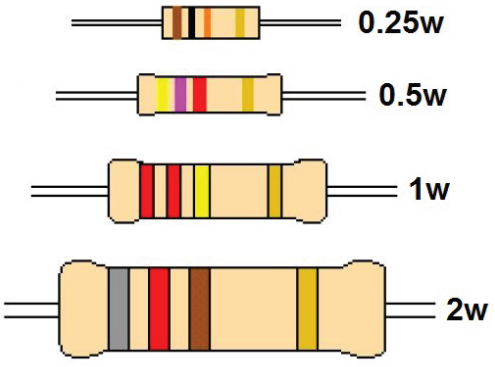
وكما أسلفنا سابقاً فإنّ التيّار المارّ بالمقاومة ($R_{3،4}$) هو التيّار نفسه المار بالمقاومتين (R_4 ،R_3) الموصولتين على التوالي، ويساوي (0.5) أمبير، ومن خلال قانون أوم نجد فرق الجهد الواقع على المقاومة (R_4)، وهو:

$$V_4 = I_{3،4} \times R_4 = 0.5 \times 5 = 2.5\ v$$

إذن: التيّار المارّ في المقاومة (R_4) يساوي (0.5) أمبير
وفرق الجهد عليها يساوي (2.5) فولت، وهو المطلوب.

القدرة الكهربائيّة - Electric Power:

نشاط: (1) انظر إلى صورة المقاومات الكهربائية في الشكل الآتي، وناقش لماذا يوجد أحجام مختلفة للمقاومة؟



في الدارة الكهربائيّة يبذل مصدر الجهد شغلاً (طاقة) في تحريك الإلكترونات (التيّار) عبر أجزاء الدارة. ويُسمّى معدّل الطاقة الكهربائيّة المستهلكة في دفع التيّار الكهربائيّ عبر أجزاء الدارة **القدرة الكهربائيّة**، ويُرمز لها بالحرف (P)، وتقاس بوحدة الواط. وبما أنّ الجهد يمثّل القوّة والتيّار يمثل الحركة فإنّ القدرة الكهربائيّة تساوي حاصل ضرب التيّار في الجهد:
حيث إنّ:

$$P = I \times V$$

P: القدرة الكهربائيّة بوحدة الواط.
I: شدّة التيّار الكهربائيّ بوحدة الأمبير.
V: الجهد الكهربائيّ بوحدة الفولت.
وبما أنّ الواط وحدة صغيرة فإنّها لا تلائم التطبيقات العمليّة كافّةً؛ لذلك يُستخدم الكيلو واط وحدة عمليّة لقياس القدرة، وهو يساوي (1000) واط، ويُرمز له بالحرفين (kW).

مثال(1):

مسخّن كهربائيّ، جهده (220) فولتاً، ويسحب تيّاراً مقداره (5) أمبير. احسب قدرة المسخّن بالواط، والكيلوواط. احسب القدرة المستهلكة خلال 5 ساعات، إذا كان سعر الكيلو واط = 0.5 شيكل.

الحل:

القدرة = التيّار × الجهد
القدرة بالواط = 5 × 220 = 1100 واط
القدرة بالكيلوواط = 1100 ÷ 1000 = 1.1 كيلوواط
القدرة المستهلكة = القدرة بالكيلوواط × وقت التشغيل (بالساعات)
= 1.1 × 5 = 5.5 كيلوواط.ساعة
ثمن القدرة المستهلكة = القدرة المستهلكة × سعر الكيلوواط الواحد
= 5.5 × 0.5 = 2.75 شيكل

يُسجَّل عادة على لوحة مواصفات الأجهزة الكهربائيّة، القدرة وجهد التشغيل المقرّر لها. وقد يكون المرغوب فيه معرفة قيمة التيّار الذي يسحبه الجهاز ليتسنّى لنا على سبيل المثال، تقدير مقاس أسلاك التوصيل، وتيّار المصهر أو القاطع التلقائيّ اللازم لحماية هذا الجهاز، ويمكن حساب التيّار بدلالة القدرة والجهد الكهربائيّ للأحمال الأوميّة، كالسخّانات الكهربائيّة بالعلاقة الآتية:

$$I = \frac{P}{}$$

تُبدَّد القدرة الكهربائيّة على شكل حرارة في الموصلات والمقاومات والعناصر الإلكترونيّة الأخرى. وفي بعض الأحيان تكون هذه الحرارة مفيدة كما في السخّانات والأفران الكهربائيّة، ولكنّها قد تكون غير مفيدة في العديد من الأجهزة الأخرى، بل وربّما تكون ضارّة، كما في الموصلات، والمحرّكات، والمحوّلات، والعناصر الإلكترونيّة.

ويمكن دمج قانون أوم وقانون القدرة الأساسيّ لإيجاد علاقة تعبّر عن القدرة الكهربائيّة المبدّدة في المقاومة بشكل مباشر، وهذه العلاقة هي:

$$P = I^2 \times R$$
$$= \frac{V^2}{R}$$

نشاط: (5)

اجمع بيانات أجهزة منزلك، واحسب القدرة المستهلكة في اليوم، وتكاليفها إذا كان سعر الكيلو واط = 0.5 شيكل.

أسئلة الوحدة النمطية الأولى

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- ما وحدة الجهد الكهربائيّ؟

أ- الفولت.
جـ- الأمبير.
ب- الأوم .
د- الواط.

2- ما الجهد والتيّار الكليّ عند توصيل بطّاريّتين (6) فولت، (0.5) أمبير على التوالي؟

أ- (12) فولت، (0.5) أمبير.
جـ- (6) فولت، (1) أمبير.
ب- (36) فولت، (1) أمبير.
د- (3) فولت، (0.5) أمبير.

3- ممَّ يُصنع سلك طوله (100) م، ومساحة مقطعه (1.5) مم^2، ومقاومته (1.19)Ω؟

أ- الفضّة.
جـ- الألومنيوم.
ب- النحاس.
د- الحديد.

4- ما قيمة المقاومة التي ألوانها (بنيّ، أسود، أحمر، ذهبيّ)؟

أ- 100 ± 5% كيلو أوم
جـ - 10 ± 5% كيلو أوم
ب - 100 ± 10% أوم
د - 1 ± 10% كيلو أوم

5- ما مقاومة مصباح كهربائيّ يعمل على جهد (12) فولتاً، ويسحب تيّاراً (100) مللي أمبير؟

أ- (120) أوم.
جـ- (1.2) أوم.
ب- (1.2) كيلو أوم.
د- (12) أوم.

6- ما قدرة جهاز مكتوب عليه أنّه يعمل على جهد (12) فولتاً، ومقاومته (144) أوم؟

أ - (0.08) واط.
جـ- (20.7) كيلوواط.
ب- (1) واط .
د- (1) كيلوواط.

7- ما وحدة قياس شدّة التيّار الكهربائيّ؟

أ – الفولت.
جـ – الأمبير.
ب – الأوم.
د – الواط.

8- كيف يمكن تمييز حدّة الصَّوت؟

أ – عن طريق التردُّد.
جـ – عن طريق سعة الصَّوت.
ب – عن طريق طول موجة الصَّوت.
د – عن طريق صدى الصَّوت.

9- كيف يمكن تمييز قوّة الصَّوت؟

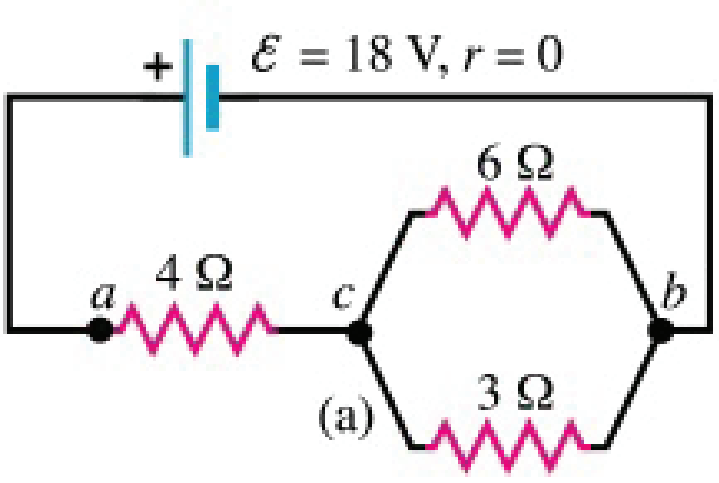
أ – عن طريق التردُّد.
جـ – عن طريق سعة الصَّوت.
ب – عن طريق طول موجة الصَّوت.
د – عن طريق صدى الصَّوت.

10- ما الجملة الصحيحة فيما يأتي؟

أ– يتناسب طول موجة الصَّوت عكسيّاً مع تردُّدها.
ب– يتناسب طول موجة الصَّوت طرديّاً مع تردُّدها.
جـ– تتناسب سعة موجة الصَّوت عكسيّاً مع تردُّدها.
د– تتناسب سعة موجة الصَّوت طرديّاً مع تردُّدها.

السؤال الثاني:

1. اشرح ظاهرة صدى الصَّوت.
2. اشرح ظاهرة الرنين.
3. فسّر: ماذا يحدث إذا زاد الجهد الكهربائيّ عن الجهد المقرّر للجهاز الكهربائيّ؟
4. عرّف المقاومة، وما فائدتها في الدوائر الإلكترونيّة؟
5. علّل: توصل المقاومة الكهربائيّة على التوالي لحماية العنصر الإلكترونيّ، ولا توصل على التوازي.
6. لديك ثلاثة مصابيح كهربائيّة موصولة على التوازي، وضّح ماذا يحدث إذا تلف أحد المصابيح.
7. اشرح كيف يمكن معرفة قيمة مقاومة مجهولة باستخدام قانون أوم.
8. احسب التيّار المارّ في المقاومة (6) أوم في الدارة الكهربائية الآتية:



السؤال الثالث: من خلال دراسة موضوع المواسع الكهربائيّ، أجب عن الأسئلة الآتية:

1. يُستخدم المكثف الكهربائيّ في دارات تنظيم الجهد الكهربائيّ، ناقش هذه العبارة.
2. اشرح مبدأ عمل المكثف الكهربائيّ.
3. ناقش فائدة توصيل المكثف الكهربائيّ مع السمّاعة على التوالي.
4. تختلف أنواع المكثفات وفق المادّة العازلة، قارن بين مكثفات السيراميك والمكثفات الكيميائيّة.
5. ما المقصود بالحثّ الذاتيّ؟
6. ارسم رمز ملف كهربائيّ متغيّر.
7. لا تنطبق ظاهرة الحثّ الذاتيّ عند توصيل الملفّ الكهربائيّ بمصدر جهد مستمر، ناقش ذلك.

السؤال الرابع:

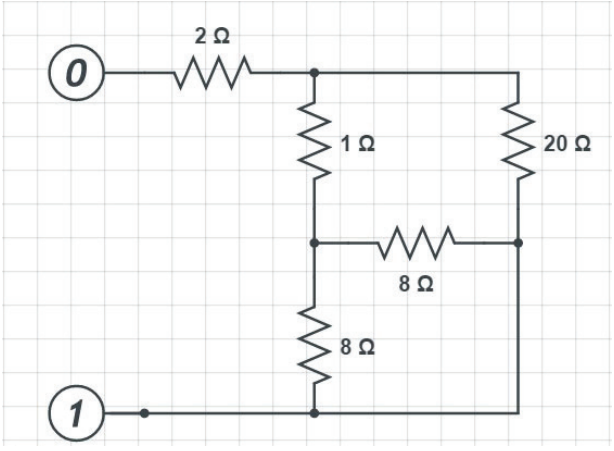
1- سلك من النحاس طوله (80) متراً، المقاومة النوعيّة للنحاس (0.0178) أوم. مم^2 / متر، احسب مقاومة السلك إذا كانت:

أ – مساحة مقطعه (1.5) مم^2 ب- مساحة مقطعه (2.5) مم^2

قارن بين الإجابتين، وسجّل ملاحظاتك.

2- وضّح لماذا يوجد توصيل مركب (توالي + توازي) للمقاومات الكهربائيّة.

3- أوجد المقاومة المكافئة التي يرمز لها بالرمز (1) للدارة الآتية.



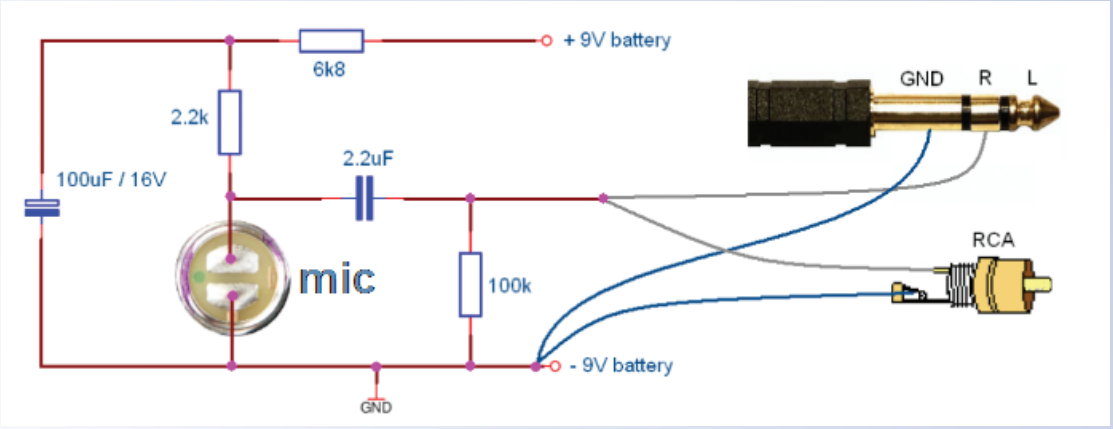
4- كيف يمكن الحصول على مقاومة 4 أوم من المقاومات: (16، 16، 8) أوم.

دراسة حالة: نفذ خطوات الموقف الآتي كاملةً:

اشتكى صاحب قاعة من انخفاض الصوت في السماعات، وطلب من تقني الصوت فحص سبب المشكلة.

مشروع الوحدة

1- احضر سمّاعة رأس مع ميكروفون، واربط الميكروفون مع مضخّم الصَّوت، باستعمال الدارة الآتية:



2- باستعمال الكرتون، قم ببناء صندوق عازل للصوت.

مع مراعاة اتباع خطوات تنفيذ المشروع من حيث:
اختيار المشروع، وخطة المشروع، وتنفيذ المشروع، وتقويم المشروع.

الوَحْدةُ النَّمطيّةُ الثانية

المعدّات والأجهزة الصوتيّة

أتأمّلُ، ثمّ أُناقشُ:

لامتلاك المهارة اللازمة لتركيب وتشغيل أنظمة الصوت، لابد من دراسة العناصر المكونة لنظام الصوت.

يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة الوَحْدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على تشغيل أنظمة الصوت والتحكم بها، وذلك من خلال الآتي:

1. تركيب الميكروفونات بأنواعها.
2. تثبيت أنواع السماعات وتوصيلها.
3. استخدام الفلاتر وتركيب المضخمات.
4. توصيل المازج الصوتي.
5. معرفة أنواع الكوابل وأشكالها والفرق بينها.

الكفايات المِهْنيّة:

الكفايات المتوقّع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحْدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً: الكفايات الحرفيّة:

1. تجهيز الميكروفونات.
2. تجهيز السماعات.
3. تحضير كوابل الصوت.
4. توصيل الميكروفونات مع المازج الصوتي.
5. توصيل السماعات مع المازج الصوتي أو مضخم الصوت.
6. توصيل المازج الصوتي مع مضخم الصوت.
7. تشغيل نظام الصوت.
8. القدرة على فلترة الصوت.

ثانياً: الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1. الحفاظ على خصوصية الزبون.
2. المصداقية.
3. تلبية حاجات الزبون.
4. الاستعداد على الاتصال بذوي الخبرة.
5. التأمل الذاتي.
6. احترام الرأي.
7. القدرة على تحمل النقد.
8. القدرة على الإقناع.
9. الثقة بالنفس.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة:

1. المناقشة والحوار.
2. البحث العلميّ.
3. العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
4. التعلُّم التعاونيّ.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

1. الانتباه من خطر الصعق الكهربائي أثناء التعامل مع مصادر التغذية عالية القدرة.
2. عدم لمس الأجهزة الموجودة في المشغل إلا بتوجيهات المشرف.
3. عدم تشغيل أي من التجارب العملية التي تم إنجازها إلا تحت إشراف المشرف.
4. التأكد من إطفاء جميع الأجهزة بعد الانتهاء من أداء التجارب وأخذ النتائج.
5. الحفاظ على المكان نظيفاً أثناء وبعد الانتهاء من التجارب العملية.

(1-2) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: تركيب الميكروفونات، أنواعها واستخداماتها

وصف الموقف: طلب مدير فرقة موسيقيّة من تقني الصوت تجهيز ما يلزم من ميكروفونات الأستوديو لتسجيل أغنية.

العمل الكامل:

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التعلُّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير الفرقة عن: - نمط الأغنية (فلكلوريّة، طربيّة...إلخ). - عدد العازفين وعدد الآلات الموسيقيّة المطلوبة. - عدد المغنّيين، وطبقات أصواتهم، وعدد الميكروفونات اللازمة، من حيث نوعها، وحساسيتها. - جنس المغنّين (ذكور، إناث). - أنواع الآلات الموسيقيّة (نفخيّة، إيقاعيّة، وتريّة... إلخ). - أنواع الميكروفونات المستخدمة(ديناميكي، أو مكثف)، واتجاهات قطبيتها. - مدّة الأغنية. - الوسائط المستخدمة أثناء التسجيل الموسيقيّ. • أجمع البيانات عن: - الميكروفونات، وخصائصها ، وطرق تشغيلها. - طريقة توصيل الميكروفونات وتوجيهها(حسب نمط القطبية). - رسم بيانيّ يوضّح اتّجاه لقط الميكروفون والقطبيّة. - أنواع الميكروفونات وميّزات كلّ منها.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مدير الفرقة. - كتيّبات (الرسم البيانيّ، كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

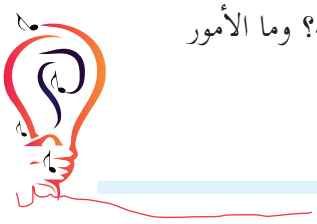
أُخطّط وأُقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: (نوع الأغنية وإيقاعها، وأنواع الميكروفونات، وقطبيّة الميكروفونات وحساسيتها، والأجهزة والأدوات والمعدّات الصوتيّة اللازمة). • أُحدّد خطوات العمل: - أحدّد مكان الميكروفونات، وأضع علامات وقوف للعازفين والمغنّين. - أقترح سيناريوهات وبدائل لأماكن الميكروفونات. - أدرس البدائل المقترحة، وأختار المناسب منها لتوزيع الأجهزة والمعدّات والصوتيّات. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فرق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالمنتجين. • قرطاسيّة (أوراق، وأقلام). • حاسوب. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّذ	• أُرَكّب الميكروفونات وحواملها في مواقعها وَفق البديل الأنسب. • أقوم بتوصيلها. • أُسَجّل جزءاً من الأغنية لأغراض التجريب. • أَضبِط الصوت، وأعمل توازُناً (Balance) للآلات داخل الأستوديو. • أُجرّب أجهزة التسجيل والآلات ذات العلاقة في غرفة التحكُّم. • أُسَجّل إيقاع الأغنية (leading track).	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• كوابل صوت وكهرباء. • وثائق: – رسومات توضيحيّة. – نوتات موسيقيّة. • تكنولوجيا. – جهاز حاسوب. – طابعة.
أتحقّق	• أتأكّد من اختيار البديل الأنسب. • أتأكّد أنّ الأجهزة والميكروفونات في مكانها المناسب. • أتأكّد أنّ التوصيلات تمّت وفق الأسس المِهْنيّة السليمة. • أتحقّق أنّ توزيع الميكروفونات والسمّاعات في الأستوديو كافٍ لطبيعة العمل المطلوب. • أتحقّق أنّ الأجهزة تمّ ترتيبها وَفق الأصول.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• وثائق: - المعايير والمواصفات. - طلب مدير الفرقة. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أوثّق وأقدّم	• أُوثّق أنواع الميكروفونات والأدوات الصوتيّة، ونظام الصوت المناسب المستخدم في الأستوديو. • أُقدّم من خلال سماع تسجيلات سابقة، وآليّة اختيار الأنسب. • أفتح ملفّاً للحالة باسم: "الميكروفونات وأنواعها واستخداماتها".	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• الأجهزة والمعدّات: - جهاز حاسوب وتوابعه. - أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• رضا مدير الفرقة عن نظام الصوت والمعدّات المستخدمة. • ملاءمة نظام الصوت المستخدم للمواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق المعايير والمواصفات. - طلب مدير الفرقة. - نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- ما خطوات توصيل وفحص الميكروفونات داخل الأستوديو؟

2- كيف يتمّ تثبيت الميكروفونات وتوجيهها للآلات الموسيقيّة والأصوات البشريّة؟ وما الأمور التي يجب أن تُؤخَذ بالاعتبار؟



الميكروفونات أنواعها واستخداماتها

نشاط: (1)

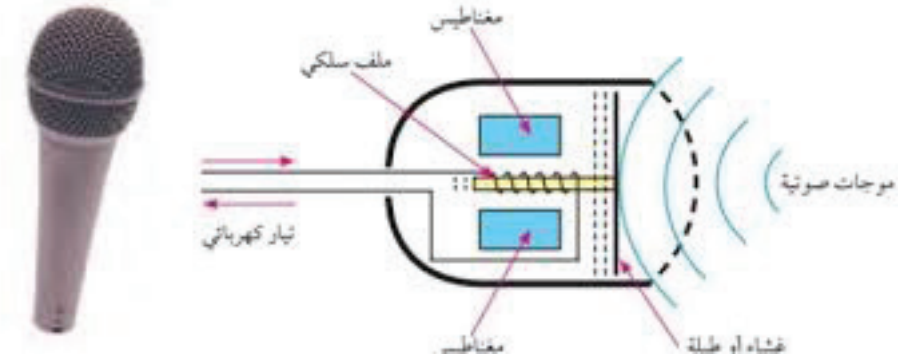
قم بزيارة أحد الأستوديوهات المحليّة، وثبّت إحدى الميكروفونات، وسجّل صوتاً بشريّاً من أكثر من زاوية توجيه، ثمّ اسمع التسجيل، ولاحظ الفرق.

الميكروفون:

يسمّى بالعاميّة (mic) أو(mike) هو محوّل طاقة (Transender)، يقوم بتحويل الصوت إلى إشارة كهربائيّة، حيث تنتقل هذه الإشارة على شكل طاقة مباشرة عبر أسلاك أو خلال موجات راديو، إلى مستقبل مرتبط مع مكبّر الصوت، أو أداة أخرى تحوّله إلى صوت. وتُستخدَم الميكروفونات مع العديد من أنواع أجهزة التسجيل الصوتيّ لأغراض تشمل أنواعاً كثيرة من الاتصالات، إضافة إلى تسجيل الموسيقى والصوت البشريّ.

لم يكن الميكروفون معروفا قبل الهاتف، بل كان أوّل تطبيق لاستخدامه بادئ الأمر في جهاز إرسال الهاتف؛ لذا تداولت تسميته «بالمرسل».

يُسمّى جهاز الإرسال الكامل في الراديو «مرسل»؛ لذا تمّ اعتماد كلمة «الميكروفون» للمحوّل في الراديو لتجنُّب الارتباك، وأصبح هذا الاستخدام عامّاً جدّاً، لدرجة أنّ كلمة «ميكروفون» أصبحت تُطلَق على محوّل الصوت إلى كهرباء كما يبين الشكل(1)، وبالعكس أيّا كان نوعه، في جميع الأجهزة باستثناء الميكروفون الموجود في الهواتف.



الشكل(1): مبدأ عمل الميكروفون

جرّب العالم (جراهام بيل) عام 1876 محوّل الطاقة السلبيّ(passive) الذي يعمل مستقبِلاً(receiver) بالمقابل، لكنّ تجربته لم تنجح؛ لأنّ الإشارة الخارجة منه ضعيفة، ثمّ استخدم جهاز إرسال سائل نشط (active) الذي يزوّد الطاقة اللازمة نتيجة اهتزاز الطبلة (غشاء)، عن طريق غمر إبرة دقيقة وسط سائل مخفّف من حامض الكبريتيك، ومشحونة بالتيّار اللازم من خلال بطارية خارجيّة.

تُستخدم الميكروفونات في العديد من التطبيقات، مثل: الهواتف، وأجهزة السمع، وأنظمة الصوت في المهرجانات، والقاعات، والحفلات، والمناسبات العامّة، وفي إنتاج الصور المتحرّكة، والهندسة الصوتيّة الحيّة، والمسجّلة، والتسجيل الصوتيّ، وأجهزة الراديو ثنائيّة الاتجاه، والمكبّرات الصوتيّة، والإذاعة، والتلفاز، وفي أجهزة الكمبيوتر لتسجيل الصوت، والتعرف على الكلام، والصوت عبر بروتوكول الإنترنت، وللأغراض غير الصوتيّة، مثل أجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتيّة لقياس المسافات.

هناك أشكال كثيرة للميكروفونات، منها الطويلة والضخمة التي تُستخدم في تصوير الأفلام، وتُسمّى بوم (Boom) كما يبين الشكل(2)، والصغيرة جدّاً التي تُستخدم في التلفاز، مثل ميكروفون الرقبة (Neck Mic)، كما يبين الشكل (3)، وهناك أشكال أخرى كثيرة، ومهما اختلف حجم وشكل الميكروفون فإنّ مبدأ العمل وَفق التصنيف أو القطبيّة هما الأساس في اختيار أيّ منها للمستخدم، وتقسم الميكروفونات كذلك إلى نوعين: سلكيّ ولاسلكيّ، ولا فرق بينهما من ناحية الجودة، فهناك عوامل أخرى هي التي تجعل المستخدم يختار، ولكن الميزة الوحيدة هي إمكانيّة وسهولة الحركة عند استخدام الميكروفون اللاسلكيّ؛ لأنّ المستخدم لا يضطرّ لاستعمال الكوابل بين الميكروفون (المرسل) والمستقبل.

الشكل(2): Boom Microphone

الشكل(3): Neck Microphone

تُقسَم الميكروفونات من حيث مبدأ التشغيل إلى نوعين، هما: الديناميكيّ والمكثّف، حيث إنّ مبدأ تشغيل كلّ منهما يعتمد على نوع محوّل الطاقة داخل الميكروفون، وكيفيّة التقاط الميكروفون للصوت، وتحويله إلى إشارة كهربائيّة.

أ **ديناميكيّ - Dynamic:** يتكوّن من غشاء وملفّ أسلاك يُطلق عليه ملفّ صوتيّ، ومغناطيس يشكّل مولّداً كهربائيّاً صغيراً يعمل بالصوت، حيث تكون هذه الميكروفونات ملتقطاً مضموناً للأصوات حتى تحت ضغط الأصوات العالية؛ ولذلك يمكن استخدامها في تسجيل الأصوات العالية، كأصوات القيثارات الإلكترونيّة، أو

الدرامز دون القلق من التشويش أو الأضرار التي تنتج في الصوت، ولا تختصّ هذه الميكروفونات للأصوات ذات مستويات الضغط العالية فقط، فهي تعمل بشكل رائع للأصوات الخافتة أيضاً.

ب **مكثّف - Condenser :** يعتمد في تكوينه على غشاء مشحون بالكهرباء، وصفيحة معدنيّة من الخلف التيتقوم بدور مكثّف حسّاس للصوت، وهنايهتزّ الغشاء الرقيق من المعدن أو البلاستيك المغلّف بالمعدن نتيجة ارتطام الموجات الصوتيّة به.

في المصطلحات الكهربائيّة، يُعرَف هذا التجميع أو العنصر بالمكثّف الذي لديه القدرة على تخزين الشحنة أو الجهد الكهربائيّ، طريقة عمل هذا الميكروفون تختلف عن غيره، فعمل الغشاء كمكثف ينتج عنه تحسُّن كبير في دقّة الصوت الناتج وجودته؛ ما يجعل هذه الميكروفونات مناسبة جدّاً لأستوديو التسجيل.
إنّ هذاالأسلوب من التقاط الصوت يتطلّب طاقة كبيرة؛ لذا يحتاج إلى مِكسَر (Mixer)، أو إلى مزوّد طاقة من نوع فانتوم (Phantom power supply) إلّا في حالة توصيل البطاريّات، ومهما كان نوع الموسيقى المراد تسجيلها، فإنّ الميكروفونات المكثّفة ستقوم بالمَهمّة على أكمل وجه طالما كان ضغط الصوت ليس مرتفعاً جدّاً، ويجب التعامل مع هذه الميكروفونات بحرص فهي ليست بصلابة الميكروفونات الديناميكيّة.

أنواع الميكروفونات:

الشكل (4): الميكروفون الكربوني

1 **الميكروفون الكربونيّ - Carbon mic:** الكربون هو العنصر الوسيط الذي يعمل على تحويل الاهتزازات الميكانيكيّة إلى إشارة كهربائيّة، وكما يبين الشكل (4) يتألّف هذا الميكروفون من وعاء مصنوع من مادّة عازلة مملوءة بحبيبات الكربون، ومغطّاة بحاجز قابل للحركة يتّصل بالصفيحة المرنة، ويعمل الميكروفون الكربونيّ كمقاومة متغيّرة وفقاً لمقدار الضغط الصوتيّ؛ وذلك لأنّ مقدار انضغاط حبيبات الكربون يتغيّر بتأثير الحاجز المتحرّك الذي تدفعه أو تجرّه الصفيحة المَرِنة، فعندما نُحدث صوتاً أمام الميكروفون تهتزّ الصفيحة المَرِنة دافعةً معها الحاجز المتحرّك، فتنضغط حبيبات الكربون أو تتباعد فتنقص مقاومة تماسّها أو تزيد، وبذلك تتغيّر المقاومة الكليّة بين طرفي الميكروفون تبعاً للاهتزازات الصوتيّة، ويُستعمل الميكروفون الكربونيّ بشكل رئيس في أجهزة الهاتف؛ نظراً لانخفاض ثمنه وعمره الطويل، ويمتاز بحساسيته للإشارات الصغيرة، فهو يولّد إشارات كهربائية ذات توتّر كبير نسبيّاً، ولكنّه يسبّب تشويهاً كبيراً في الموجة الصوتيّة لانخفاض مجاله الترددّي، ما يطلق عليه « hiss الكربون»، والذي لا يمكن القضاء عليه، على الرغم من أنّه يمكن تقليله عن طريق الإعداد الدقيق للحبيبات الكربونيّة؛ لذا يقتصر استعماله حاليّاً على مجال الهاتف دون غيره.

2 **الميكروفون الحركيّ أو الميكرفون الديناميكيّ - DynamicMicrophone:** يستخدم الميكروفون الحركي سلكاً ملفوفاً حول مغناطيس ما ينتج إشارات إلكترومغناطيسيّة، وكما يبين الشكل (5) هناك طبقة تُسمّى (Diaphragm) أو الغشاء تكون موصولة باللفائف السلكيّة، فعندما يهتزّ هذا الغشاء تبدأ اللفائف بالتحرُّك أماماً وخلفاً على المغناطيس، وهذا يولّد تيّاراً كهربائيّاً مناظراً لهذه الموجات، يكثر استخدامه في الفعاليّات والبرامج الخارجيّة، كما يُستخدم في البرامج الحواريّة والموسيقى، ويمتاز بخفّة الوزن، وإن كانت خصائصه الذبذبيّة ضعيفة في النغمات الصوتيّة المرتفعة. للميكروفون الديناميكيّ النموذجيّ مقاومة (Impedance) داخليّة منخفضة للغاية، ونادراً ما تصل إلى 10 أوم، وهذه المقاومة تقريباً على عرض النطاق الترددّيّ بالكامل. الميكروفونات الديناميكية ذات ضوضاء منخفضة، لا تتطلّب جهداً خاصّاً، وهي متينة نسبيّاً، حلّت مكان ميكروفونات المكثّف (Capacitor Microphones) بشكل كامل تقريباً في الإذاعة والتسجيل، ومعظم الميكروفونات عالية الجودة لا تزال ميكروفونات ديناميكيّة، ومكلفة نسبيّاً.

الشكل (5): الميكروفون الديناميكي

3 **الميكروفون المكثّف أو السّعَوي - Condenser Mic:** تمّ تصميم الميكروفون المكثّف من قبل C. H. Went في عام 1917 بديلاً للميكروفون الكربونيّ لخفض الضجيج، حيث يتكوّن من لوحين: الأوّل من الألومونيوم والثاني من معدن آخر، واسمه الغريب يشير إلى سِعة المسافة بين لوحي الميكروفون، كما يبين الشكل (6). وعند تعرُّض الميكروفون لاهتزازات ناتجة عن موجات صوتيّة، فإنّ اللوحين يتحرّكان ابتعاداً واقتراباً من بعضهما – بمسافات أقلّ من أن تُذْكَر- وفق مقدار الموجة الصوتيّة الواقعة عليهما، ثمّ يترتّب على تلك السِّعَة التي تحدث بينهما أن تتكوّن الموجات الكهربائيّة التي تتحوّل فيما بعد لأخرى صوتيّة وفق قوّة وشدّة الموجات الصوتيّة الواقعة من الأساس على اللوحين تمّ استخدام هذا النوع في البثّ لبضع سنوات، إلى أن تمّ استبداله بالميكروفون الديناميكيّ، وهو أسهل بكثير في الاستخدام، وبسيط جدّاً من حيث المبدأ، ولا يزال يُستخدم لأدوات القياس الصوتيّة.

الشكل (6): الميكروفون المكثّف

4 **الميكروفون الشريطيّ- Ribbon mic:** يستخدِم الميكروفون الشريطيّ شريطاً معدنيّاً مموّج الشكل، في وسط مجال مغناطيسيّ ثنائيّ القطب، ويتمّ توصيل الشريط كهربائيّاً بمخرج الميكروفون، الذي يولّد إشارة كهربائيّة نتيجة اهتزازه داخل المجال المغناطيسيّ، ويشبه الميكروفون الشريطيّ ميكروفون اللفائف المتحرّكة (Moving coil)؛ بمعنى أنّ كليهما ينتج الصوت بوساطة الحثّ المغناطيسيّ، وتوصف جميع الميكروفونات حتى الآن بما فيها هذا الميكروفون بأنّها تعمل بوساطة الضغط الصوتيّ الزائد الذي يعمل على جانب واحد من الغشاء، كما يبين الشكل (7)، ويطلق

على هذا النوع ميكروفون الضغط (Pressure mic)، ونظراً لِكَوْن الضغط كميّة عدديّة، تكون هذه الميكروفونات أحاديّة اتجاه التقاط الصوت، باستثناء تأثيرات انكسار الموجة الصوتيّة التي تعتمد على التردُّد. ومن الأمور الأساسيّة التي تحدّدها الميكروفونات الشريطيّة هي الصوت بشكل ثنائيّ الاتجاه، ويسمّى أيضاً الشكل الثامن(Figure Eight)؛ لأنّ الشريط مفتوح على كلا الجانبين، ويحتوي على كتلة أقلّ بكثير فإنّه يستجيب لسرعة الهواء بأكثر من الضغط الصوتيّ، على الرغم من أنّ الالتقاط المتناظر الأماميّ والخلفيّ يمكن أن يكون مصدر إزعاج في تسجيل الستيريو (Stereo) العادي.

الشكل (7): الميكروفون الشريطي

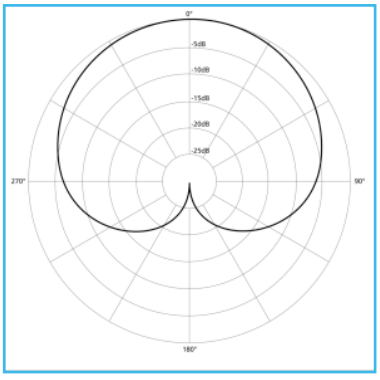
الأنماط القطبيّة للميكروفون - Polar Patterns:

وتُعرف أيضاً باتجاهيّة لقط الصوت في الميكروفونات.

أولاً: الميكروفونات أحاديّة الاتجاه، ومنها:

① ميكروفونات قلبيّة الشكل - Cardioid:

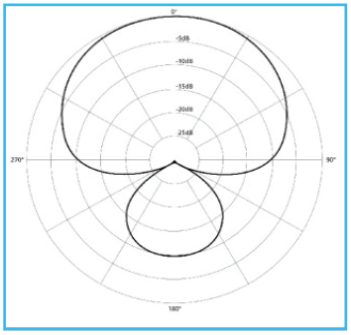
سُمّيت بهذا الاسم؛ بسبب تشابهها مع شكل القلب، كما يبين الشكل (8). تلتقط هذه الميكروفونات جميع الأصوات الأماميّة، بينما تهمل بشكل كبير الأصوات الخلفيّة، وكذلك الأصوات المتكرّرة فيه (Feedback) شبه معدومة، هذا التركيز الأمامي سيُمَكِّنُ من توجيه الميكروفون لمصدر الصوت المطلوب وعزله عن جميع الأصوات المحيطة؛ مايجعله ملائماً جدّاً للتسجيلات الحيّة التي تكون معظم الأصوات الخلفيّة لاحاجة لها، ويُعدّ هذا النوع من أشهر الميكروفونات، ويُستخدم بشكل كبير في الحفلات المباشرة، فهو مستخدَماً بكثرة في الكاريوكي أو في الحفلات الكبيرة، كما ويستخدم بكثرة عند تسجيل موسيقى عالية، كموسيقى الجيتار مثلاً.



الشكل (8): Cardioid pattern

② الميكروفونات القلبيّة المفرطة - Hyper Cardioid:

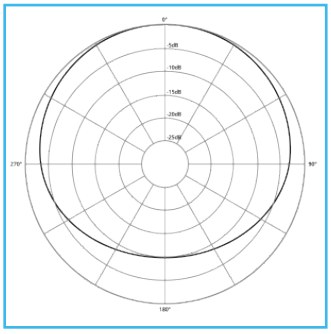
تشبه الميكروفونات القلبيّة في كيفيّة عملها كثيراً، ولكنّ حساسيتها أكثر من الخلف، كما يبين الشكل (9) مقارنة بالميكروفونات القلبيّة، هذا النوع من الميكروفونات يتميّز بمقاومته الكبيرة للضوضاء الخلفيّة، وكذلك للأصوات الجانبيّة من اليمين والشمال والإشارة الصوتيّة المتكرّرة (Feedback)، وتُستخدَم بكثرة في الحفلات الصاخبة، أو في غرف التسجيل غير المُعالَجة ضدّ الضوضاء.



الشكل (9): Hyper Cardioid

3 ميكروفونات الـ - Subcardioid :

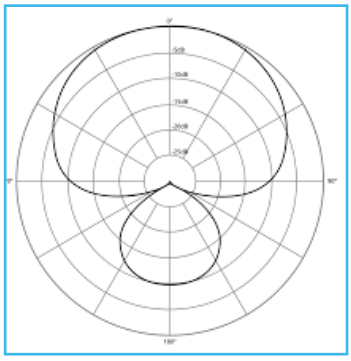
تُسمّى أيضاً (wide cardioids) وهي أكثر بقليل (قطبيّة) حساسيّة للصوت من ميكروفونات (omnidirectional) ، وأقلّ قطبيّة أو حساسيّة من ميكروفونات الـ (cardioids) في ذات الوقت، وتتميّز أكثر بالتقاطها للصوت من الخلف، والتي تقلّ عن حساسيّة الجهة الأماميّة من (3-10) ديسيبل. هذا النوع من القطبيّة يسمح بالتقاط كميّة واسعة من الأصوات المحيطة، حيث يمكن تسجيل صوت عدد من الآلات أو الأصوات البشريّة مثلاً في وقت واحد، وهي أيضاً عرضة لتأثير الإشارة الصوتيّة المتكرّرة (Feedback).



الشكل (10): Subcardioid pattern

4 ميكروفونات الـ - Supercardioid:

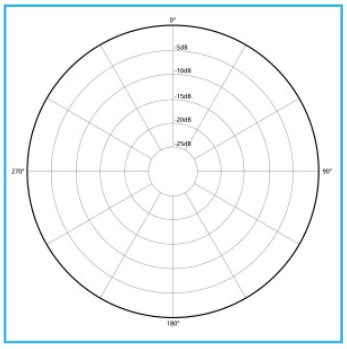
لديه زاوية التقاط أصغر من (Cardioid)، ولكنّه يتميّز بعدم التقاط الأصوات الجانبيّة على عكس قطبيّة الـ (Cardioid)، ومع ذلك فإنّ حساسيّة هذا النوع لمصادر الأصوات من الخلف أكثر قليلاً، ويمنع هذا النوع التقاط الضوضاء المحيطة، ومقاوم أكثر من ميكروفون الـ (Cardioid) للإشارة الصوتيّة المتكرّرة، ويتطلّب من المستخدم الحفاظ على وضع أكثر اتّساقاً مباشرةً أمام الميكروفون، كما يبيين الشكل(11).



الشكل (11): Supercardioid pattern

ثانياً: ميكروفونات ذات نمط قطبيّ متعدّد الاتّجاهات - Omnidirectional:

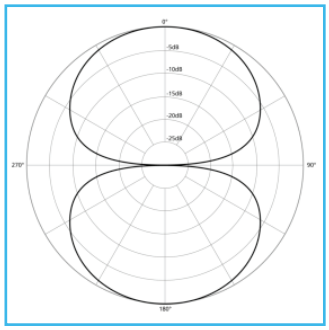
يلتقط الميكروفون متعدّد الاتّجاهات الصوت بالتساوي من جميع الاتّجاهات، كما يبين الشكل(12)؛ نظراً لأنّه يحتوي على زاوية الالتقاط نفسها، وهي 360 درجة بغضّ النظر عن اتّجاهه إلى مصدر الصوت، نمطه القطبيّ كرويّ، وعلى الورق يبدو كأنّه دائرة شبه كاملة، ويمكن لهذا النوع التقاط صوت مجموعة من الأشخاص تجلس حول طاولة بالتساوي، وهذا يعني أنّها عرضة أيضاً لموجات الصوت المتكرّرة (Feedback).



الشكل (12): Pattern Omnidirectional

ثالثاً: ميكروفونات ذات نمط قطبيّ ثنائي الاتّجاه أو ثُماني الشكل (Bidirectional or Figure 8):

إنّ الميكروفون ثنائي الاتّجاه، الذي يُطلَق عليه أحياناً ثُماني الشكل، حسّاس بشكل مماثل للأصوات القادمة من مقدّمة ومؤخّرة الميكروفون، وأقلّ حساسيّة للأصوات القادمة من الجانبين، الميكروفونات ثنائيّة الاتجاه لها زاوية التقاط ضيّقة للغاية؛ ما يجعلها مفيدة لعزل صوت واحد، أو الآلات الموسيقيّة والأصوات غير المرغوبة التي تحيط بمصدر الصوت، طالما لا يوجد شيء خلف الميكروفون مباشرة، هذا النوع مفيد لالتقاط مصدرين يتمّ وضعهما بشكل متقابل، كما يبين الشكل(13).



الشكل (13) Bidirectional pattern

(2-2) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: السماعات أنواعها واستخداماتها وطرق تثبيتها

وصف الموقف: طلب مدير مدرسة من قسم الصوتيّات تجهيز ساحة المدرسة بالنظام الصوتيّ؛ وذلك لعقد حفل التخريج السنويّ، وعليك تجهيز ما يلزم.

العمل الكامل:

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجيّة (استراتيجيّة التعلُّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير المدرسة عن: - طبيعة الفعاليّة أو النشاط. - برنامج الفعاليّة. - عدد الحضور ومستوياتهم (العمر، المستوى التعليمي، مكان العمل،...إلخ). - المتحدّثين الرئيسيّين. - مساحة المكان وموقعه. - منافذ المدرسة، أماكن دخول وخروج الطلبة لتحديد مكان السمّاعات. - نوع السّماعات اللازم. - بعد السّماعات عن نظام الصوت (المِكسر). - الوسائط المستخدمة في العرض. • أجمع البيانات عن: - الأجهزة والمعدّات الصوتيّة وخصائصها في الأماكن المفتوحة، وطُرق تشغيلها. - طريقة عمل السمّاعات والمُضخّمات. - رسم بيانيّ يوضّح مكوّنات السمّاعة، ومداخلها ومخارجها، وطريقة توصيلها. - أنواع السمّاعات وميّزات كلّ منها.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • التعلُّمالتعاونيّ.	• وثائق: - طلب مدير المدرسة. - كُتيّبات (دليل الإرشاد، كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: عدد الحضور ومستوياتهم، والمتحدّثين الرئيسيّين، والعروض (مسجلّة أو مباشرة)، وبرنامج الفعاليّة، والأجهزة والأدوات والمعدّات الصوتيّة اللازمة. • أُحدّد خطوات العمل: - أُحدّد المعدّات اللازمة. - أرسم (سكتشات)، وأحسب مقدار ضغط الصوت المطلوب. - أقترح سيناريوهات وبدائل لمواقع الأجهزة. - أدرس البدائل المقترحة. - أختار الأنسب من البدائل. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فرق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالمنتجين. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • حاسوب. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّذ	• أُرَكّب الأجهزة والسمّاعات في مواقعها وفق البديل المناسب. • أقوم بتوصيلها. • أُشَغّل النظام لأغراض التجريب. • أَضبِط السمّاعات والصوت. • أُعدّل وفق نتائج التجريب. • أُجرّب نظام الصوت.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• عِدد وأدوات: - كوابل صوت وكهرباء. • وثائق: - رسومات توضيحيّة.
أتحقّق	• أتأكّد من البديل المناسب. • أتأكّد أنّ الأجهزة المعدّات والصوتيّات في مكانها المناسب. • أتأكّد أنّ التوصيلات تمّت وفق الأُسس المِهْنيّة السليمة، الكهرباء خاصّة. • أتحقّق أنّ توزيع الصوت في ساحة المدرسة مناسب لطبيعة الفعاليّة. • أتحقّق أنّ نظام الصوت في الساحة تمّ وَفق المواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• وثائق: - المعايير والمواصفات. - طلب مدير المدرسة • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُوثّق وأُقدّم	• أُوثّق أنواع الأجهزة والأدوات الصوتيّة، ونظام الصوت المناسب المستخدم في الحفل المدرسيّ، وآليّة اختيار البديل المناسب. • أُقدّم من خلال عروض الفحص. • أفتح ملفّاً للحالة باسم: "السمّاعات وأنواعها واستخداماتها".	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	- جهاز حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• رضا مدير المدرسة عن نظام الصوت المستخدم. • ملاءمة نظام الصوت المستخدم للمواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• وثائق: - المعايير والمواصفات. - نماذج التقويم. - طلب مدير المدرسة.

الأسئلة:

1- كيف يمكن حساب طاقة السمّاعات اللازمة ليكون مستوى الصوت مناسباً؟

2- ارسم شكلاً توضيحيّاً يبيّن كيف يمكن توزيع السمّاعات على المِنصّة والجمهور، إذا كانت هناك فرقة مكوّنة من خمسة عازفين، ومطرب من ضمن فقرات الحفل.

السمّاعات أنواعها واستخداماتها

نشاط: (1)

أصِل جهاز عرض موسيقيّ، مثل قارىء الأقراص المضغوطة مع سمّاعة عن طريق مِكسر، وأُغيّر قِيَم التردّدات المرتفعة والمتوسطه والمنخفضة على جهاز المِكسر(EQ: Equalizing)، ثمّ أُلاحظ الفرق في التردّدات، وأسجّل الملاحظات، وأناقشها مع زملائي.

السمّاعات من أهم العناصر في النظام الصوتيّ، حيث لا يكفي توفير ميكروفون جيّد، ومِكسر جيّد، ومكبّر صوت غالي الثمن، وفي النهاية يُرسَل الصوت إلى سمّاعات رديئة، أو أن تأتي بتسجيل عالي الجَودة، وتستمع إليه من خلال سمّاعات ذات مواصفات متدنيّة.

إنّ النظام الصوتيّ هو سلسلة متكاملة من الأجهزة التي يعني وجود خلل في أحدها فشل كلّ النظام الصوتيّ بِرُمّته، ولكن ما الذي يحدّد السمّاعات الجيّدة؟ وما مواصفات السمّاعة؟ ولِفَهْمِ ذلك علينا أوّلاً معرفة طريقة عملها.

مبدأ عمل السمّاعة الصوتيّة:

يشبه مبدأ عمل المحرّك الكهربائيّ، الذي يعتمد على ملفّ كهربائيّ فيه عدد كبير من اللفّات، ويُسمّى ملفّ الصوت (Voice coil)، موصول بغشاء خفيف يُسمّى (Diaphragm)، ويتواجد هذا الملفّ ضمن حقلٍ مغناطيسيّ (Magnet)، وهناك أجزاء أخرى للسمّاعة، مثل: الهيكل الخارجيّ (Body)، والجزء المَرِن الذي يُثبّت الغشاء بالهيكل.

وإذا قمنا بتمرير تيّار كهربائيّ لإشارة صوتيّة تمّ تسجيلها سابقاً في الملفّ، فإنّ الغشاء أو الديفرام سوف يهتزّ وَفق هذه الإشارة، مسبّباً اهتزاز جزيئات الهواء الملاصقة للغشاء؛ ما يؤدّي إلى حصول موجات من الصوت التي تنتشر بالهواء ونسمع الصوت.

والذي يميّز نوع السمّاعة الجيّدة عن السّمّاعة الرديئة هونوع الغشاء، ونوع المغناطيس، ونوع الملفّ، وحجم كلّ منهما، بحيث يتمّ تحويل الإشارة الكهربائيّة إلى صوت دون خسارة في نوعيّة الصوت.

مواصفات السمّاعة:

أوّلاً: ممانعة السّماعة للصوت - Impedance:

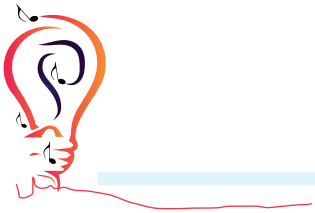
لفهم ما تعنيه الممانعة، فكّر في السمّاعة كأنّها خرطوم مياه، والتيّار الكهربائيّ (إشارات صوتيّة) الذي يتدفّق عبرها هو المياه، إذا كان للخرطوم فتحة ضيّقة (مقاومة عالية)، فسوف تتدفّق كميّة قليلة من الماء خلالها، وإذا

كان للفتحة فتحة أكبر (مقاومة منخفضة)، فسوف يتدفّق المزيد من المياه خلالها.

وبالمثل، إذا كان للسمّاعة مقاومة منخفضة (Impedance)، فإنّ تيّاراً أكثر (يتدفّق من مضخّم الصوت) سوف يمرّ عبر السمّاعة والعكس صحيح؛ لذلك كلّما انخفضت المقاومة يتدفّق التيّار أكثر من خلال السمّاعة.

تذكر: مقاومة (ممانعة) منخفضة = تدفُّق كبير.
مقاومة عالية = تدفُّق قليل.

سؤال:



هل يجب شراء مكبّر صوت ذي مقاومة عالية، أم مقاومة منخفضة؟

لا ينبغي أن يكون للسمّاعة مقاومة عالية أو منخفضة، إذا كانت المقاومة منخفضة (أقل مقاومة / تدفُّق كبير) فإن الحِمْل (load) يكون على مضخّم الصوت أكبر لدفع المزيد من التيّار؛ لِذا فإنّه من الممكن أن يتعطّل أو يتلف مضخّم الصوت نتيجة لذلك، وإذا كانت المقاومة عالية فإنّ السمّاعة تحتاج إلى قدر كبير من التيّار لتشغيلها؛ لإنتاج صوتٍ عالٍ.

لذا تُعدّ السمّاعة ذات معدّل ممانعة من (6-8) أوم هي الأمثل، فالسمّاعات التي تُصنَّف ضمن هذه الفئة تُشغّل الصوت بشكل ممتع وآمن للمستخدم؛ لذلك ينبغي ألّا تكون الممانعة في السمّاعة منخفضة أو عالية بشكل يفوق حجم مكبّر الصوت (Amplifier)، بل يجب أن تكون متماثلة بينهما للأسباب التي ذكرناها.

ثانياً: حساسيّة السّماعة للصوت - Sensitivity:

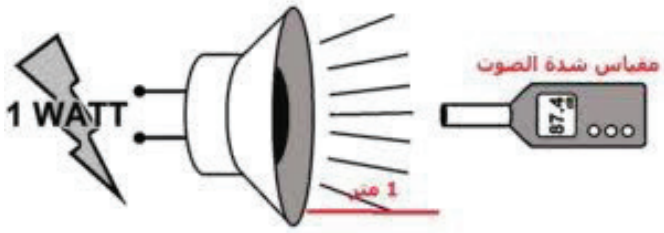
تشير حساسيّة السمّاعة للصوت إلى مستوى ارتفاع الصوت في السمّاعة، سواء في بيئة لا يوجد فيها صدى للصوت أو بيئة غرفة عادية، وتُقاس بِوَحْدة الديسيبل، التي تُعدّ من أهمّ المواصفات التي يتمّ تجاهلها.

تحدّد بعض الشركات المصنِّعة الحساسيّة المَقيسة في بيئة غرفة متوسّطة، بينما تأخذ جهات أخرى في الاعتبار بيئة لا يوجد فيها مؤثّرات صوتيّة طبيعيّة، مثل (Reverb) أثناء قياسها.

كلّما زاد معدل الحساسيّة في السمّاعة ارتفع مستوى الصوت الخارج منها، وتُقاس حساسيّة الصوت بوساطة جهاز الفحص (SPL meter)، عن طريق وضعه على بُعد متر واحد من السمّاعة، وتُقاس شدّة الصوت dB بوحدة (واط/ م٢).

مثال(1):

يبين الشكل (1) شدّة الصوت في غرفة معيّنة تساوي: 87.4dB



الشكل(1): قياس شدة الصوت

يبلغ متوسط حساسيّة السمّاعة الجيّدة حوالي 87 إلى 88 ديسيبل، وتُعدّ السمّاعة ممتازة إذا زادت درجة حساسيّتها عن 90 ديسيبل.

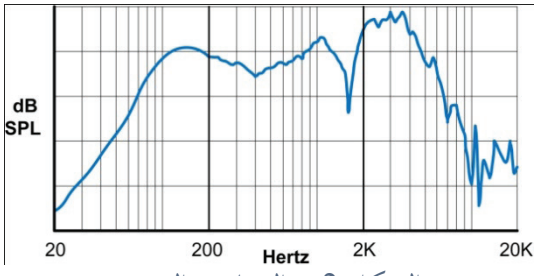
ثالثاً: التجاوبيّة الترددّيّة للصوت داخل السّماعة - Frequency response:

يُطلق على هذه المواصفة أحياناً نطاق (مدى) التردُّد، ويتمّ قياسه بوَحْدة الهيرتز، تُحدّد هذه الخاصيّة الفرق بين أعلى وأخفض قدرة للسمّاعة يمكن سماعها عند توصيلها بأيّ مصدر صوت.

الاستجابة الترددّيّة للسمّاعة تعطي المجال الذي تستطيع السمّاعة إنتاجه من الترددّات، وهو من (20_20000) هيرتز، ولا تستطيع معظم السمّاعات تغطية هذا المجال الواسع من الترددّات، وخاصّة الترددّات المنخفضة؛ لهذا تجد أنّ المجال الترددّيّ لبعض السمّاعات هو من(55-20000) مثلاً، ولسمّاعة أخرى من (40- 17000) هيرتز مثلاً.

مثال(2):

إذا فرضنا أنّنا حصلنا على سمّاعتين من شركتين مختلفتين لهما المواصفات نفسها، وقمنا بتشغيل مقطع صوتيّ لكلّ منهما، ستجد أنّ الصوت مختلف من سمّاعة لأخرى؛ وذلك بسبب استجابة كلّ سمّاعة بشكل مختلف عن الأخرى؛ لهذا تقوم الشركات المصنّعة بتزويد مخطّط استجابة للسمّاعة لكلّ المجال الترددّيّ، حيث تجد أنّ بعض الترددّات تكون أعلى من ترددّات أخرى، كما يبين الشكل (2).



الشكل(2): التجاوبية الترددية

رابعاً: استطاعة السمّاعة - Speaker power handling:

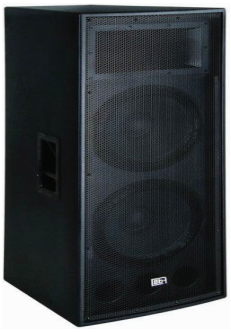
مقدار الطاقة التي يمكن للسمّاعة تحمُّلها دون التسبُّب في أيّ ضرر، وتُقاس بوحدة الواط (Watt)، التي تحدد مواصفة التحكُّم، ومن المهمّ ذكرُه أنّ استطاعة السمّاعة لها علاقة مباشرة بحساسيّة السمّاعة التي ذكرناها سابقاً، حيث نستطيع معرفة أعلى مستوى لشدّة الصوت يمكن أن تنتجه السمّاعة، الذي تكتبه عادة الشركات المنتجة في النشرة الفنيّة للجهاز، وتُسمّى (Rated maximum SPL). قد تتضرّر السمّاعة إذا أرسلنا إليها إشارة (طاقّة) أكثر ممّا هو مذكور في النشرة الفنيّة الخاصّة بها.

نطاق (مدى) تردّد مكبّرات الصوت:

① سمّاعات النطاق الواسع - Full range speakers:

وتكون السمّاعة ذات مدى ذبذبيّ كامل، كما يبين الشكل(3) إذا ماكانت قادرة على إنتاج جميع الموجات والتردُّدات الصوتيّة التي تتراوح بين(20 _ 20 ألف) ذبذبة في الثانية.

والسمّاعة ذات المدى الكامل غالباً ماتكون باهظة الثمن، وتحتاج دقّة في صناعتها، ورغم ذلك نجد بها الكثير من العيوب الفنيّة؛ ولذلك يُفضَّل دائماً صناعة العديد من السمّاعات التي تتفاوت في نِسَبها الذبذبيّة (الترددات)، بحيث تكون كلّ واحدة قادرة على التقاط جزء مناسب لها على طول خطّ الذبذبات سواء كانت ترددات عالية، متوسّطة أو منخفضة بين (20 _ 20 ألفاً) ذبذبة في الثانية.



الشكل(3): سماعات النطاق الواسع

② سمّاعات تغطّي جزءاً من المجال الترددّيّ، مثل:

- **سمّاعات - Mid woofer:** السمّاعات التي تغطّي المجال الترددّيّ بين (200_5000) هيرتز، وأفضل مجال لاستخدامها عندما نريد التركيز على المجال الترددّيّ بين (500_2000) هيرتز.

الشكل(4): سماعات Woofer

- **سمّاعات- woofer**: السمّاعات التي تغطّي المجال الترددّيّ بين (20_2000) هيرتز، كما يبين الشكل (4).

- **سمّاعات - Subwoofer:** السمّاعات التي تغطّي الترددّات المنخفضة بين (20_200) هيرتز، وتكون هذه السمّاعات كبيرة الحجم وثقيلة جدّاً، وتتطلّب قدرة (واط) عالية لتشغيلها.

- **سمّاعات - Rotary subwoofer:** السمّاعات التي تنتج صوتاً خارج مدى الصوت المسموع؛ أي أقلّ من 20 هيرتز، وهي سمّاعات خاصّة تعطي الإحساس بالموجات الصوتيّة في الجسم أكثر من سماع هذه الموجات، كما يبين الشكل (5).

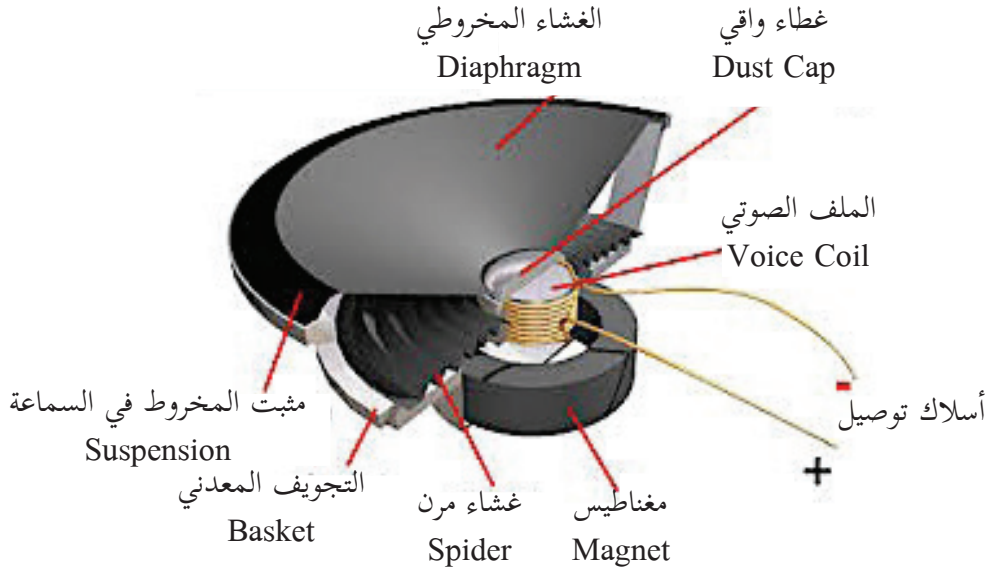
الشكل(5): سماعات Rotary subwoofer

- **سمّاعات- Tweeter:** السمّاعات التي تختصّ بالمجال المرتفع من الموجات (High Frequency)، ويوجد منها أنواع عدّة وفق مبدأ عملها، المجال الترددي الذي تعمل عليه سمّاعات تويتر(2000_20000) هيرتز.

أنواع السمّاعات وتقنياتها من حيث التركيب الداخليّ:

أ سمّاعات الملف المتحرّك - Moving coil:

تتكوّن من مجموعة من الأسلاك في فجوة دائريّة بين قطبَي مغناطيس دائم، وغشاء مخروطيّ الشكل، كما يبين الشكل(6).



الشكل(6): سماعات الملف المتحرك

تعمل هذه السمّاعات بالمبدأ الأساسيّ للميكروفون الديناميكيّ نفسه، ولكن في الاتّجاه المعاكس، حيث تنتج السمّاعة الصوت من الإشارة الكهربائيّة، فعندما يتمّ إرسال إشارة كهربائيّة (صوتيّة) متناوبة إلى ملف، فإنّها تدفع الملفّ إلى التحرُّك بسرعة ذهاباً وإياباً، الذي بِدَوْره يحرّك الغشاء بالاتّجاه نفسه؛ ما يدفع الترددات إلى الهواء عند طرف الغشاء، وتنشأ موجات صوتيّة.

ب سمّاعات البوق - Horn:

الشكل(7): سماعة البوق

غشاء مثبّت في حقل مغناطيسيّ يتنوّع تماشياً مع الصوت، ويستخدم التأثير الكهرومغناطيسيّ نفسه، مثل سمّاعات اللفائف المتحرّكة (Moving coil)، ويُستخدم غالباً في الموجات المتوسّطة من (500- 5000) هيرتز. يرسل البوق كما يبين الشكل (7) الصوت لمسافات بعيدة، ويكون الصوت مفهوماً، ولكنه بجودة أقلّ يشبه صوت الهاتف وأكثر حدّة؛ وذلك بسبب عدم وجود التردّدات المنخفضة التي تعطي فخامة للصوت، والتردّدات العالية التي تعطي تفاصيل الصوت، مع العلم بأنّ المجال التردّديّ لسمّاعة البوق كبير.

ج سمّاعات إلكتروستاتيكيّة - Electrostatic:

الشكل(8): السماعات الإلكتروستاتيكية

يستخدم نوع مكبّرات الصوت الإلكتروستاتيكيّة، كما يبين الشكل (8) مبدأ مختلفاً تماماً عن نوع الموجة المتحرّكة ومكبّرات الصوت، فبدلاً من ذلك، يكون مكبّر الصوت الكهروستاتيكيّ هو الجهاز الذي يتمّ فيه توليد الصوت من خلال استخدام القوّة المبذولة على غشاء معلّق في حقل إلكتروستاتيكيّ.

حيث يتمّ شحن الغشاء والألواح بشكل متعاكس وبجهد ثابت، وتُشحن الألواح بشحنة سالبة، والصفيحة (الغشاء) بشحنات موجبة ويكون المجموع الكليّ للشحنات صفراً، كلّ لوحة تجذب الغشاء أو الصفيحة الدقيقة نحوها، ولكن بقوّة مباشرة ومتساوية في ذات الوقت، تتغيّر هذه القِيم الكهربائيّة عندما تدخل إشارة صوتيّة عبر الصفائح، فمثلاً إذا دخلت من ناحية الصفيحة A فإنّ الغشاء يتحرّك باتّجاه تلك الصفيحة A؛ لأنّ الشحنات الناتجة أصبحت أعلى من جهة الصفيحة المقابلة B، وتُسمّى هذه العمليّة (Push-Pull)، وبسبب تكرار دخول الإشارات الصوتيّة تتبدّل حركة الغشاء باتّجاه الصفائح وفق التيّار الذي يشحن الصفائح ونتيجة اهتزاز الغشاء ينتج الصوت، هذا النظام مُكلف جدّاً، ومن سيئاته أنّه لا يُمَكّن المستخدم كثيراً من سماع التردّدات المنخفضة.

بعض أشكال السمّاعات المستخدمة:

1 السمّاعة ذات الطريقتين - Two Way Speaker:

السمّاعة ذات الطريقتين هي التي يتحدّد مجالها الترددي المسموع من (20_20 ألف) تردد في الثانية، وتُسمّى ذات الطريقتين؛ لأنّه يمكن تقسيم مجالها الترددي إلى جزأين، ويكون أحدهما هو الجزء الخاصّ بالترددات المنخفضة (Low Frequency)، والآخر يكون الجزء الخاصّ بالترددات العالية (High Frequency).

وفى هذا النوع من السمّاعات يُطْلَق اسم تويتر (Tweeter) على وحدة السمّاعة التي تُخرِج الترددات العالية، ويُطْلَق اسم ووفر (woofer) على وَحدة السمّاعة التي تُخرِج الترددات المنخفضة، في حين أنّ الترددات المتوسّطة تضاف إلى إحدى السمّاعتين، أو تُقسم بينهما وَفق تصميم السمّاعة، كما يبين الشكل(9).

الشكل(9): السماعات ذات الطريقتين

② السمّاعة ذات الطُّرق الثلاث -Three way speaker:

في هذا النوع من السمّاعات يتمّ تقسيم الترددات الصوتيّة إلى ثلاثة أقسام تكمل بعضها البعض، كما يبين الشكل (10)، حيث يتمّ صناعة السمّاعات بثلاث وَحْدات تردّديّة: عالية (High) – متوسطة (Mid) - منخفضة (Low) ويتمّ توصيل كلّ جزء من الترددات والذبذبات إلى وحدة السمّاعة الخاصّة بها.

ونطلق اسم (midrange) على وَحدة السمّاعة التي تُخرِج التردد المتوسّط ويكون لذلك فضلٌ كبيرٌ في تحسين جَودة السمّاعة، والتحكُّم في كلّ جزء من الترددات على حِدَة.

الشكل(10): السماعات ذات الطرق الثلاث

③ السمّاعة ذات الطُّرق الأربع - Four way speaker:

في هذا النوع من السمّاعات يتمّ تقسيم الترددات الصوتيّة إلى أربعة أجزاء تكمل بعضها بعضاً، كما يبين الشكل (11) ، حيث تتمّ صناعة السمّاعات بأربع وَحْدات تردّديّة (عالية – منخفضة – والمتوسّطة) تمّ تقسيمها لقسمين، ويتمّ توصيل كلّ جزء من الترددات والذبذبات إلى وَحْدة السمّاعة الخاصّة به.

الشكل(11): سماعات ذات الطرق الأربع

وفي تلك الحالة نُطلق اسم تويتر (Tweeter) على وَحدة السمّاعة التي تُخرج الترددات العالية، ونُطْلِق اسم ووفر (Woofer) على وَحدة السمّاعة التي تخرج الترددات المنخفضة، أمّا الترددات المتوسّطة التي كانت تُسمّى (Midrange)، فبعدأن تمّ تقسيمها إلى جزأين فقد أصبحت مسميّاتهما (Hi-mid) و (Low-mid)، ويفيد ذلك كثيراً في تغطية تردّدات أكثر، وتحسين جودة الصوت.

④ السمّاعة ذات التردُّد المنخفض جدّاً - Subwoofer:

الشكل(12): سماعات ذات التردد المنخفض

سمّاعة ذات قدرة استيعابيّة منخفضة للترددات الصوتيّة، وتحديداً تلك الترددات التي تتراوح بين(20 _250) تردد في الثانية تقريباً، وكان الهدف من ذلك هو إعطاء الصوت قوّةً وتأثيراً أفضل على المستمع، وتمّ إطلاق اسم (subwoofer) على هذا النوع من السمّاعات.

وكما يبين الشكل (12) هذه السمّاعات تكون كبيرة الحجم، وثقيلة الوزن، وتحتاج إلى طاقة عالية لتشغيلها، وعادةً ما يكون تصميم هذا النظام أبسط في عدّة جوانب من مكبّرات الصوت التقليديّة، ويتكون غالباً من قرص سمّاعة (Driver) واحدة فقط في صندوق أو حاوية مناسبة.

بما أنّ الصوت ضمن هذا النطاق من تردّدات الموجات المنخفضة يمكن أن ينحني بسهولة حول الزوايا عن طريق انكسار الصوت، فإنّه ليس ضروريّاً أن نوجّه فتحات السمّاعة (الجزء الأماميّ منها) نحو الجمهور، ويمكن تركيب مضخّمات الصوت في الجزء السفليّ من نظام الصوت، بحيث تواجه الأرضيّة، بعكس نظام تويتر أو سمّاعات الترددات المرتفعة التي يجب أن تكون مباشرة نحو أذن المستمع.

⑤ سمّاعات نقطيّة أو عموديّة _Point or column speakers:

الشكل(13): السماعات النقطية

تتميّز هذ السمّاعات بإمكانيّة استخدامها في الغرف والقاعات والمسارح بشكل مستقل، لتغطّي مساحات كبيرة من الصوت أو على شكل مجموعات مصفوفة (Array)، وتكون السمّاعات النقطيّة عادة مستطيلة الشكل، أمّا السمّاعات العموديّة فهي سمّاعات ذات عرض قليل وطول كبير، ويمكن إخفاءها ضمن الديكور، أو وفق الشكل المعماريّ للمكان، كما يبين الشكل (13).

تقوم سمّاعات النقطة (point) بتحقيق تغطية جيّدة اعتماداً على أبعادها من ناحية الشكل والحجم، والأهمّ من ذلك حجم البوق (الملفّ الأساسيّ داخل صندوق السمّاعة) الذي يحدّد مدى اتّساع أو ضيق انتشار الترددات المتوسّطة أو العالية الذي يغطّيه.

من سيّئات نظام النقطة أنّ مدى الموجة العموديّة فيه أقصر من أنظمة المصفوفات (Array)؛ لذا فإنّ إمكانيّة التحكُّم بمدى انتشار الموجات المنخفضة من خلاله قليلة بعكس نظام المصفوفات.

ملاحظة: إذا جمعنا عدداً من سمّاعات النقطة (point source speakers) عموديّاً على شكل مصفوفة فإنّنا نبني نظام Array.

6 سمّاعات المصفوفات - Line Array :

الشكل(14): سماعات المصفوفات

نظام مكبّرات صوت يتألّف عادةً من عدد من السمّاعات المتطابقة بالمواصفات في خطّ واحد، ويتمّ تغذيتها بالمستوىنفسه من الإشارة الصوتيّة لإنشاء مصدر صوت موحّد،والمسافة بين أجسام السمّاعات المتجاورة قريبة بما فيه الكفاية، بحيث تتداخل بشكل بنّاء مع بعضها بعضاً لإرسال موجات صوتيّة أبعد من مكبّرات الصوت التقليديّة، ومع نمط صوت بالمخارج (output pattern) يحتوي كلّ الترددّات الصوتيّة موزّعةً بالتساوي.

يمكن توجيه مصفوفة السمّاعات في أيّ اتّجاه، ولكن استخدامها الأساسيّ في المهرجانات والحفلات العامة بشكل ترتيب عموديّ كي يزوّد المستمعين بنمطٍ عموديّ ضيّقٍ جدّاً عند المخرَج، الذي يجعل تركيز الصوت على الجماهير دون إضاعة طاقة المخرج (output energy) على الأسقف، أو الهواء الفارغ فوق الجمهور، كما يبين الشكل (14).

7 سمّاعات داخليّة وخارجيّة -Indoor and outdoor:

وفق النظام الصوتيّ المطلوب، فإنّه يوجد نوعان من السمّاعات التي تتطلّب ظروف مُناخ مناسبة، معظم السمّاعات المنتجة هي سمّاعات داخليّة حيث تكون درجات الحرارة معتدلة، وليست مرتفعة أو منخفضة كثيراً، ولكن بالمقابل توجد سمّاعات خاصّة تعمل بالأجواء الخارجيّة الصعبة، كما أنّها تتحمّل الغبار والأتربة والرطوبة.

الكوابل والتوصيلات وأنواعها:

وصلات الصوت - Audio connectors:

في هذا الجزء، سوف نتناول كلّ ما تحتاج لمعرفته حول وصلات الصوت الشائعة التي ستجدها في أستوديو الموسيقى، وينصبّ التركيز الرئيس على الاستخدام العمليّ للكابلات المختلفة، وعندما يكون من المناسب استخدامها والفرق بين أنواعها مع الصور التوضيحيّة.

أشكال الوصلات:

هناك شكلان رئيسان لنقل المعلومة (الإشارة الصوتيّة) وتقسّم إليهما الوصلات عموماً، التناظريّ والرقميّ (Analogue and Digital):

لقد سمعنا جميعًا بالتناظريّة والرقميّة، ولكن ماذا يعني ذلك من حيث الوصلات؟

- الكوابل التناظرية تحمل الإشارة كتيّار كهربائيّ.
- الكوابل الرقميّة تحمل الإشارة كبيانات.

مبدأ عمل الموصلات التناظريّة:

تستخدم الموصلات التناظريّة أشكالاً موجية مستمرّة لنقل المعلومات (Continuous waveforms)، على سبيل المثال، إذا كانت المعلومات عبارة عن موجة جيبيّه (Sine wave) قدرها 100 هرتز، فإنّ الجهد الذي يمرّ عبر الكيبل التناظريّ يؤدّي 100 دورة سالبة وموجبة في الثانية. هناك نوعان من الموصلات التناظريّة، وتشمل الموصلات المتوازنة وغير المتوازنة، ويمكن للموصلات التناظريّة أن تنقل إشارات مستوى الخطّ(line signal)، أو الجهاز (Instrument)، أو الميكروفون.

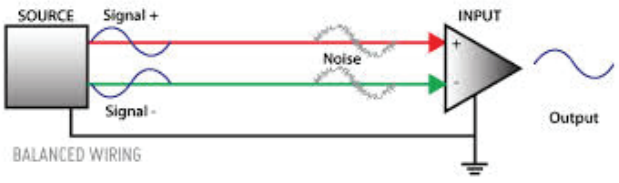
مبدأ عمل الموصلات الرقميّة:

تستخدم الكابلات الرقميّة النظام الثنائيّ(Binary code) لنقل المعلومات على شكل سلسلة من التحوُّلات بالجهد الكهربائيّ1،0. هناك العديد من أنواع الكابلات الرقميّة المختلفة، ويتمّ استبدال الكابلات القديمة باستمرار بأخرى حديثة مع تقدُّم التكنولوجيا.

أنواع الموصلات التناظريّة:

1. **الوصلات غير المتوازنة - Unbalanced cables:** تحتوي على سلكين؛ سلك أرضيّ(Ground) ، وسلك قطبيّ موجب (Hot)، والمشكلة الرئيسة مع الكابلات غير المتوازنة هي أنّها تلتقط الضوضاء؛ خاصّة إذا كان طول الوصلة أكثر من 6 أمتار، لسوء الحظّ، فإنّ كثيراً من الأدوات يمكنها فقط إنتاج إشارة غير متوازنة نظراً للطريقة التي يتمّ تصميمها بها.

2. **الوصلات المتوازنة - Balanced cables:** كما يبين الشكل (15) تحتوي على ثلاثة أسلاك؛ سلك أرضيّ، وسلك قطبيّ موجب (Hot)، وسلك قطبي سالب (Cold)، تستخدم الكوابل المتوازنة خاصيّة ضبط التزامن، الـ (phase cancelation) لإزالة الضجيج المرافق للإشارة، حيث إنّ الإشارة تسير بشكل متوازٍ عبر القطبين الموجب والسالب، ولكنّها تكون مقلوبة في القطب السالب، يلتقط القطبان (السلكان الموجب والسالب) الضجيج من طرف الكيبل الأوّل حتى نهايته، عندها تندمج الإشارتان مع بعضهما وتنعكس الإشارة السالبة لتصبح متزامنة وصحيحة مع الإشارة الموجبة، في هذه الحالة يصبح شكل موجة الضجيج مخالفاً للموجة الرئيسة(opposite Phase)، ويؤدّي إلى إلغاء الضوضاء وتصبح صامتة.



الشكل(15): الوصلات المتوازنة

يمكن استخدام DI box المعروف أيضاً باسم (الصندوق المباشر، أو صندوق الحقن المباشر) لتحويل إشارة غير متوازنة إلى إشارة متوازنة؛ سيتيح ذلك تشغيل إشارة عبر أسلاك أطول بكثير دون الحاجة إلى القلق بشأن الضوضاء.

نشاط: (2)

أحضر مجموعة من الكوابل المتوازنة والكوابل غير المتوازنة، وحاول ربطها مع ميكروفون وجهاز آخر، مثل مشغل الأقراص المضغوطة ولاحظ الفرق في جَودة الصوت.

الموصلات التناظريّة الشائعة:

- **موصلات RCA:** يستطيع موصل phono (RCA) نقل إشارات الصوت والفيديو، موصلات RCA قادرة على نقل كلّ من الإشارات الصوتيّة التناظريّة والرقميّة، عند استخدامها مع الكوابل التناظريّة، تتيح لك موصلات RCA نقل إشارة أحاديّة (Mono) غير متوازنة؛ لذلك يلزم وجود كابلين RCA إذا كنت ترغب في نقل معلومات ستيريو (stereo). عند استخدامها مع الكوابل الرقميّة، تسمح لك موصلات RCA بنقل معلومات الصوت المحيط(Surround Sound)،كما يبين الشكل (16).

الشكل(16): موصلات RCA

- **موصلات XLR:** يُعدّ موصل XLR نموذجاً أو معياراً (Standard) مهمّاً لكابلات الصوت المتوازنة، يمكن أن تأتي الموصلات XLR مع ما يصل إلى 10 دبابيس (Pin)، ولكن موصلات XLR ذات الثلاثة دبابيس هي الأكثر شيوعاً. كما يبين الشكل(17).

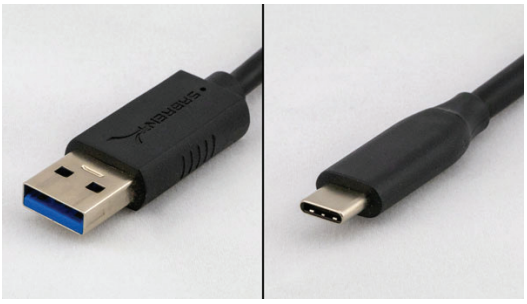
الشكل(17): موصلات XLR

- **موصلات TSوTRS:** يبين الشكل (18) الفرق الرئيس بين موصلات TS (Tip, Sleeve) وموصلاتTRS (Tip, Ring, Sleeve) وهو أنّ موصلات TS تُستخدم عموماً لإشارات أحاديّة (Mono) غير متوازنة (Unbalanced)، بينما تستخدم موصلات TRS عموماً لإشارات أحاديّة متوازنة، أو إشارات ستيريو غير متوازنة، تحتوي موصلات TRS على حلقة معدنيّة حول قاعدة رأس الموصل، بينما لا توجد موصلات TS؛ نقطة الاتصال الثالثة هي ما يسمح لموصلات TRS بنقل إشارات متوازنة أو إشارات ستيريو.

الشكل(18): موصلات TRS

الموصلات الرقميّة الشائعة:

- **كوابل Universal Serial Bus (USB):** معيار صناعيّ تمّ إنشاؤه لتوحيد اتصال الأجهزة المحيطة، مثل: لوحات المفاتيح، والأجهزة الصوتيّة، والأقراص الصلبة الخارجيّة، وما إلى ذلك؛ يسمح USB لهذه الأجهزة بالاتصال، وتوفير الطاقة الكهربائية لبعضها بعضاً. يقوم الـUSB بنقل وحدة واحدة من المعلومات كلّ مرة، في حين أنّ الناقل الموازي (parallel Bus) يدمج اتصالات فعليّة متعدّدة (Multiple physical connections) لنقل المزيد من البيانات في فترة زمنيّة أقصر. تكون كوابل الـ USB عادة، وهي ناقلات معلومات تسلسليّة (Serial busses) أرقّ وأخفّ وزناً، وأقلّ تكلفة من كوابل نقل المعلومات المتوازية؛ مايجعلها مثاليّة للمستهلك، كما يبين الشكل(19). لقد مرّت كوابل USB عبر أجيال متعدّدة بسرعات متفاوتة لنقل البيانات، وطراز USB 3.1 هو أحدث جيل اعتباراً منذ عام 2013، ومن المقرر ان يصدر انتاج جديد اكثر تطورا منتصف العام 2019 وهو USB4.



الشكل(19): كوابل USB

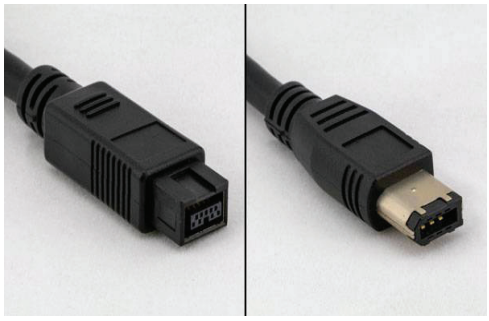
كوابل Fire wire: كما يبين الشكل (20) فإن هذا النوع من الكوابل الرقميّة، هو إحدى الطرق لنقل البيانات بسرعة وآنيّة ما بين الأجهزة، ويستخدم في الربط بين عدد من الأجهزة الرقميّة داخل الأستوديو.

الشكل(20): كوابل Firewire

يُعدّ IEEE 1394 معياراً لوسيلة نقل تسلسليّة للاتّصالات عالية السرعة، وكذلك الطاقة الكهربائيّة إلى الأجهزة الطرفيّة (الأجهزة الخارجيّة الموصولة بجهاز الكمبيوتر والتي يتمّ من خلالها إدخال وإخراج معلومات)، وهو ناقل للبيانات كجزء واحد في وقت فعليّ(Real time) ؛ ما يعني أنّ المعلومات يتمّ نقلها مرّة واحدة.

ويدعم التطبيقات المتزامنة وغير المتزامنة (Asynchronous and Isochronous)، تمّ تطويره في أواخر الثمانينيّات وأوائل التسعينيّات من قِبَل شركة آبل، وأُطلق عليها اسمFireWire ، ويتيح الاتّصال بين جهازين نظيراً إلى نظير (Peer to Peer)؛ مثل الاتّصال بين الماسح الضوئيّ والطابعة دون استخدام ذاكرة النظام، أو وحدة المعالجة المركزيّة. يدعم FireWire أيضاً مضيفين متعدّدين لكلّ ناقلة بيانات(BUS)، ومصمّماً لدعم التوصيل والتشغيل والتبديل السريع. يمكن أن يصل طول الكابل النحاسيّ الذي يستخدمه في التنفيذ الأكثر شيوعاً إلى 4.5 أمتار (15 قدماً) وأكثر مرونة من معظم كابلات SCSI المتوازية.

كوابل ثندربولت - Thunderbolt:



الشكل(21): كوابل ثندربولت

تُعدّ المعيار الأفضل للربط بين الأجهزة لنقل البيانات، تمّ تطويره بوساطة شركتي (Intel) و(Apple) الذي يسمح بتوصيل الأجهزة الطرفيّة بالكمبيوتر. كوابل(Thunderbolt3) قادرة على نقل البيانات بشكل أسرع من كوابل(USB 3.1)و FireWire 800 ،حيث تبلغ سرعة النقل 10 جيجا بالثانية.تستخدم كوابل (Thunderbolt 3) نوع الموصل الموجود فيC USB نفسه، وهو بالضبط الموصل نفسه الموجود أيضاً على كوابل USB 3.1 ؛ والفرق هو أنّ3 Thunderbolt تنقل البيانات بشكل أسرع، وعادةً ما يكون رمز الصاعقة الخاصّ بكوابل ثندربولت نفسه مرسوماًعلى موصل3 USB الذي يسمح للمستخدم بتمييزها من بعضها.

كوابل الـ Midi:

الشكل(22): كوابل MIDI

مصطلح الـ (MIDI) Musical Instrument Digital Interface لغة تُستخدَم فقط للموسيقى الرقميّة، وهذه الكوابل ذات الأسنان الخمسة (Five Pins) كما يبين الشكل (22) تقوم بنقل البيانات بين عدد من الآلات أو الأجهزة الرقميّة، الذي ينقل أنواعاً مختلفة من المعلومات الموسيقيّة، مثل: النوتات الموسيقيّة، والسرعة، والإيقاع، والتردّد، وارتفاع الموجة، واتّجاه الصوت المسجّل(Panning) في النمط المتوازن (ستيريو) يميناً أو يساراً.

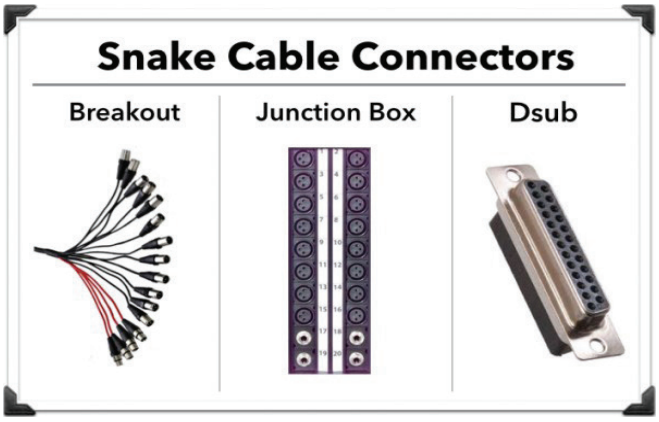
في الأستوديوهات المحترفة التي تُستخدَم للتسجيل الموسيقيّ، عادة ما توصل هذه الكوابل بين آلة الأورغ الرقمي الخاصة والتي تُسمّى(Keyboard/ MIDI controller) مع جهاز الكمبيوتر الخاصّ بالتسجيل عبر واجهة MIDI خاصة، وهو برنامج خاصّ للتحكُّم، وتتيح للمستخدم التحكُّم في الأدوات الافتراضيّة داخل الجهاز.لم تَعُد هذه الكوابل شائعة كما في السابق، حيث تمكّنت كوابل الـ USB أن تنقل بيانات MIDI إلى الكمبيوتر مباشرةً.

كوابل (Multicore) أو(Snake cable): تقوم الأستوديوهات بطريقة ما بتجميع العديد من الكوابل مع الوقت، والتي من الممكن أن تسبّب بعض التشويش داخل الأستوديو أثناء التمديد والتوصيل، وللاستعاضة عن هذا الكمّ من الكوابل يستخدم هذا النوع من أجل الترتيب.اصطلاحاً، فإنّ الكابل الثعبانيّ (المعروف أيضاً باسم الكابل المتعدّد) كما يبين الشكل (23)، هو مجموعة من الكوابل الصوتيّة بداخل غلافٍ خارجيّ مشترك،

الشكل (23): كوابل Multicore

والميزة الأساسيّة من استخدامها هي في الأعداد الكبيرة من القنوات داخل الكيبل الثعباني. في الاستوديوهات المحترفة والمسارح، والتي يكون لديها أحياناً مئات المدخلات والمخرجات (Inputs and Outputs)، يكون من المعتاد أن ترى كوابل ثعبانيّة ذات مايصل إلى 48 قنا داخل الكابل الثعباني. ولكن لاستخدامات الأستوديوهات الصغيرة، فإنّ الأكثر شيوعاً هو الكوابل الثعبانية ذات 8 و 16 قناة.

أنواع موصلات الكوابل الثعبانيّة:



الشكل (24): أنواع موصلات الكوابل الثعبانية

أولاً: كابل متعدّد الرؤوس - Breakout:

يقسم الكابل الثعبانيّ إلى موصلات مفردة من أنواع XLR ذكر، وXLR أنثى، و TRS أو TS. واستخداماته لا حصر لها، ولكن في الأستوديو أكثر استخدام لها هو تجميع المدخلات والمخرجات المتعدّدة، ويتميّز الكابل الثعباني بسهولة توصيله في أرضيّات غرف التسجيل والمراقبة.

الشكل (25): صندوق توصيل

ثانياً: صندوق توصيل-Junction Box:

متعدّد المدخلات والمخرجات من الموصلات المفردة، مثلاً يُستخدم لنقل إشارة الميكروفون من داخل غرفة التسجيل إلى المازج الصوتيّ في غرفة التحكّم، وهي نوع التوصيلة التي ستحتاجها على الطرف الآخر في الأستوديوهات المحترفة متعدّدة الغرف، وتكون عادة على شكل مقابس حائطيّة، كما يبين الشكل (25).

ثالثاً: موصل-Dsub:

الذي يجمع كلّ القنوات في موصل واحد مثلاً في جهاز Pro Tools HD، أو أجهزة، وتستخدم موصلات Dsub بدلاً من موصلات XLR أو TRS بسبب إمكانيّة توصيل عدد أكبر بكثير من المدخلات والمخرجات من وإلى جهاز واحد.

(3-2) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: توصيل المازج الصوتيّ (Audio Mixer)

وصف الموقف: طلب مدير المؤسّسة من قسم الصوتيّات تجهيز قاعة بالنظام الصوتيّ؛ وذلك لعقد مؤتمر، وعليك تجهيز ما يلزم.

العمل الكامل:

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التّعلم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير المؤسّسة عن: - طبيعة الفعاليّة أو النشاط. - عدد الحضور ومستوياتهم. - المتحدّثين الرئيسيّين. - عدد المداخل اللازمة لتوصيل الميكروفونات. - برنامج الفعاليّة. - تصميم القاعة وموقعها. - نظام الترجمة، فيديو كونفرنس... - عدد AUX وSUBs اللازمة لإرسال الصوت من جهاز المكسر وإعادته إليه. - الوسائط المستخدمة في العرض. • أجمع البيانات عن: - الأجهزة والمعدّات الصوتيّة وخصائصها في القاعات وطرق تشغيلها. - طريقة عمل المِكْسَر. - رسم بيانيّ يوضح مكوّنات المِكْسَر، مداخله ومخارجه، طريقة توصيله. - أنواع أجهزة المِكْسَر وميّزات كلّ منها.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مدير المؤسّسة. - كتيّبات (دليل الإرشاد، كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: طبيعة المدعوين، والمتحدثين الرئيسيّين، وبرنامج الفعاليّة، والأجهزة والأدوات والمعدّات الصوتيّة اللازمة. • أُحدّد خطوات العمل: - أرسم سكتشات. - أقترح سيناريوهات وبدائل. - أدرس البدائل المقترحة. - أختار الأنسب من البدائل لتوزيع الأجهزة والمعدّات والصوتيّات. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فرق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالمنتجين. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • تكنولوجيا: - حاسوب. - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّذ	• أُرَكّب الأجهزة والمعدّات في مواقعها. • أقوم بتوصيلها. • أُشَغّل النظام لأغراض التجريب. • أَضبِط الصوت. • أُجرّب نظام الصوت.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• كوابل صوت وكهرباء. • رسومات توضيحيّة. • تطبيق ميدانيّ.
أتحقّق	• أتأكّد أنّ الأجهزة والمعدّات والصوتيّات في مكانها المناسب. • أتأكّد أنّ التوصيلات تمّت وفق الأسس المهنيّة السليمة. • أتحقّق أنّ توزيع الصوت في القاعة مناسب لطبيعة الفعاليّة. • أتحقّق أنّ نظام الصوت في القاعة تمّ وَفق المواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• طلب مدير المؤسّسة • وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أوثّق وأقدّم	• أُوثّق أنواع الأجهزة والأدوات الصوتيّة، ونظام الصوت المناسب المستخدم في القاعة. • أُقدّم من خلال عروض... • أفتح ملفّاً للحالة باسم: "المازج الصوتيّ وتوصيلاته".	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• جهاز حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.

الأدوات	• رضا مدير المؤسّسة عن نظام الصوت المستخدم. • ملاءمة نظام الصوت المستخدم للمواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • المناقشة والحوار.	• طلب مدير المؤسّسة. • وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- ما أقصى عدد مداخل المكسر الذي تعمل عليه، واذكر عدد مداخل(line / mic)، وصنفها إلى أنواعها (Stereo /mono)؟

2- اذكر عدد المؤثرات الداخلية في المكسر.

3- قارن في جدول بين مكسر الـ (Digital) و (Analogue) من حيث التكلفة، والاستخدام؟

أتعلّم

مكوّنات مازج الصوت
(جهاز المِكْسَر) Audio Mixer

كيف يعمل مكبر الصوت

نشاط: (1)

اجمع البيانات المكتوبة على جهاز المكسر، وحللها.

يتكوّن جهاز مِكْسَر الصوت من عدد من العناصر الأساسيّة، التي تتحكّم بجودة الصوت ونوعيّته، وإمكانيّات استخدامه، لعمليّة مزج الصوت لأغراض مختلفة، منها:

- التسجيلات وإنتاج الموسيقى داخل الأستوديو.
- العمل الإذاعيّ المباشر والمسجل.
- المهرجانات والاحتفالات.
- للإنتاج التلفزيوني داخل الأستوديو، التصوير الخارجي، الإنتاج السينمائي.

هدف استخدام المِكْسَر هو الذي يحدّد نوعه، سواءً كان تناظريّاً (Analogue)، أو رقميّاً (Digital) لكن كلّ مِكْسَرات الصوت تتشارك في **الأساسيّات التي تجمع بينها، والتي تتمثّل في:**

- وَحدات الإدخال (Inputs).
- وَحدات التحكُّم، والمجموعات (Groups)، الإدراج (Inserts)، المساعدات (AUX).
- وَحدات الإخراج (Outputs).

وتوصف مِكْسَرات الصوت عادةً بعدد المداخل والمجموعات والمخارج، وهو أهمّ جهاز في وحدة الصوت الذي يتحكّم في الوحدة كاملة من خلاله.

مكوّنات جهاز مِكْسَر الصوت:

1. **مِفتاح الفيد -Fader:** مفتاح رفع الصوت وخفضه، ويكتب على جانبه مقياس الديسيبل db بشكل متدرّج.
2. **مِفتاح - Balance ورمزه (Pan):** مفتاح توزيع الصوت إمّا يميناً أو يساراً L + R، وله علاقة بموضوع الـ Mono أو Stereo سيتم شرحها لاحقاً.
3. **مِفتاح - Auxiliary ومختصره (AUX):** مفتاح يختصّ بالأجهزة المضافة، مثل: السماعات(Monitors) والمؤثّرات(FX) ، والمؤثّرات الصوتيّة الخارجيّة أو الداخليّة، وأجهزة الهايبرد (Hybrid) الخاصة بالهاتف، والعمل التلفزيونيّ الداخليّ، وفق طبيعة المِكْسَر، فهو يحدّد مخرج مسار الصوت إلى أي اتّجاه، ويتحكّم في مستوى قوّته.
4. **مفاتيح - Equalizer:** نوع من أنواع فلاتر الصوت الداخليّة للجهاز، وتقوم بضبط وتعديل تردّدات الصوت المرتفعة (High Frequency) وتردّدات الصوت المتوسطة (Frequency Mid)، وتردّدات الصوت المنخفضة (Low Frequency).
5. **مفتاح الكسب** - gain: مفتاح رئيس لضبط مستوى الإشارة الداخلة على المِكْسَر بأقلّ تشويش ممكن.
6. **المداخل:** التي يتم توصيل الخطوط الخارجيّة عليها، سواءً كانت ميكروفونات، أو مشغّلات الأجهزة مثل: أقراص مدمجة (CD Player)، Mini Disk، DAT player، وغيرها.
7. **الفانتوم -phantom power:** يعرف هذا المصطلح بأنّه وحدة كهربائيّة تشغيليّة قوّتها 48 فولتاً،وهي مخصّصة لتشغيل الميكروفونات من نوع (condenser) الذي لا يعمل بدونها، وهي موجودة في المِكْسَرات الحديثة والمتخصّصة، ولا توجد في كلّ الأجهزة؛ لذلك من الضروريّ الانتباه إلى وجودها عند طلب الشراء.

الفرق بين المِكْسَر التناظريّ (Analogue) والرقميّ (Digital):

- **المِكسر الرقميّ:** جهاز تناظريّ بالأساس من حيث تاريخ الصناعة والفرق هو إذا تم معالجة الإشارة التناظرية بشكلها الأساسي أو تحويلها ومعالجتها بشكل رقمي؛ لذا فإنّ تصميم لوحة التحكُّم ومرحلة المحاكاة للعديد من الوَحدات الرقميّة متشابهة جدّاً، ولكن طبيعة الإشارة بالأساس هي التي تختلف هنا.وتتمثّل الوظيفة الرئيسة

للمِكْسَر الرقميّ (DMC) Digital Mixing Console أيضاً في تجميع (Combine) وتوجه (Route) وتغير الديناميكيات (Dynamics) ومعالجة الإشارة الصوتيّ التي تكون عبارة عن إشارة رقميّة مشفّرة وتمّ ترميزها، ومعالجتها من خلال كمبيوتر بدلا من الدوائر التناظرية، ويستطيع المازج الرقمي من خلال مجموعة واسعة من إجراءات الخوارزميّات معالجة الإشارة، ويحتوي دائرة التحكُّم لمعالجة الإشارة الرقميّة، وتكون الإشارة الرقميّة عادة أكثر دقّة ووضوحاً من الإشارة التناظريّة.

- **المكسر التناظري:** تتمثّل المَهمّة الرئيسة لجهاز المزج التناظريّ في معالجة إشارة الصوت، ومزج الإشارات الصوتيّة التناظريّة الأخرى التي تدخل إليه، إضافة إلى التضخيم العام (Final Output)، وتتمثل **وظائف المكسر التناظري في الآتي:**

١. مطابقة مستوى الصوت والمقاومة.
٢. تضخيم إشارة التردّد الصوتيّ والفلترة (Amplification and EQing).
٣. المعالجة الديناميكيّة (Dynamics processing) .
٤. توزيع ومزج الأصوات (Sound Mixing).
٥. خلق مؤثّرات صوتيّة خاصّة، وفقاً للحاجة، وأحياناً تعديل خاصّ للصوت من خلال المعدّات المساعدة الخارجيّة.

المضخّمات والمرشّحات_Amplifiers And Filters:

نشاط: صِل سماعتان بمخرج جهاز المضخم (Amplifier) الموصول مع جهاز المكسر، ومن ثم غيّر القيم على جهاز المضخم، ولاحظ الفرق في مستويات الصوت.

نستخدم كلمة مكبّر أو (Amplifier) عند الإشارة إلى مكوّنات نظام الستيريو الصوتيّ أو الأدوات الموسيقيّة، ولكن أجهزة المكبّرات موجودة في الكثير من الأجهزة، مثل: مكبّرات الصوت في التلفاز، ومكبّرات الصوت في أجهزة الكمبيوتر، وأجهزة مشغّل الأقراص المدمجة، وفي الحقيقة أنّ المكّبرات تُستخدم مع كلّ جهاز متّصلة به سمّاعة لإصدار الصوت.

في هذا الجزء سوف نتعرّف كيف تعمل الأشياء، وسوف نقوم بشرح المبدأ الأساسيّ لعمل المكبرات، ونتعرّف إلى أجزائه الرئيسة، فبالرغم من تنوُّعها بين البسيط والمعقّد إلّا أنّ فكرة عملها واحدة.

إنّ الصوت ظاهرة فيزيائيّة تعتمد على اهتزاز جزيئات الهواء، لتؤثّر على الوسط المحيط بها في صورة اضطراب ينتشر بسرعة خلال الوسط (الهواء)، وعندما تصل هذه الاضطرابات إلى طبلة الأذن، فإنّها تشكّل ضغطاً عليها بصورة نبضات تؤدّي إلى اهتزاز غشاء الطبلة بالطريقة نفسها، ويتمّ تحويل هذه الاهتزازات إلى إشارات كهربائيّة في باقي أجزاء الأذن، وتُرسل إلى الدماغ لتُترجم إلى الصوت الذي نسمعه، هذه الاهتزازات يقوم جهاز المكبر (Amp) بتضخيمها وضخها لتصل إلى أقصى مسافة ممكنة ما بين مصدر الصوت والمستمع (المتلقي).

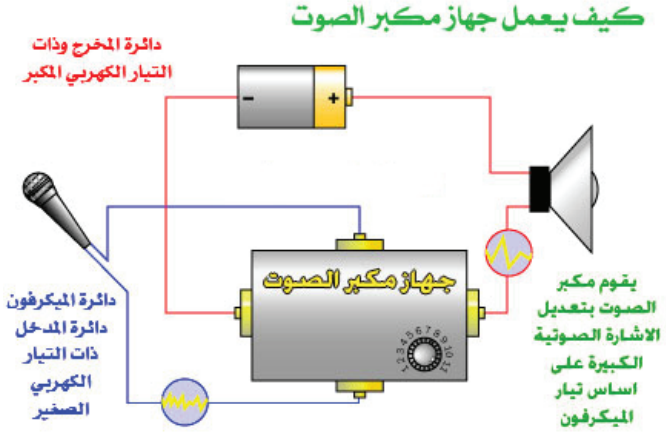
نستخدم كلمة مكبّر أو (Amplifierأو Amp) عند الحديث عن تضخيم الإشارة (الصوت الأصلي)، والمضخم هو جهاز إلكتروني يزيد من قوة الإشارة (الجهد أو التيار المتغير) من خلال استخدام طاقة كهربائية من مصدر طاقة، لزيادة سعة الإشارة الداخلة عند خروجها على جهة المخرج (Output)، ويقاس مقدار التضخيم الذي يوفره مكبر الصوت بوساطة مفتاح الكسب (Gain)، الذي كلما ارتفعت نسبته على المؤشر زادت نسبة تضخيم الصوت بالطرف الآخر عند مخرج المكبر.

فكرة عمل المكبّر (المضخّم):

وظيفة المكبّر هي تقوية الإشارة الصوتيّة (الكهربائيّة) حتى تمتلك القدرة على تحريك غشاء السمّاعة، حيث يولّد المكبّر إشارة جديدة مختلفة تماماً عن الإشارة الأصليّة التي دخلت عليه، ولكن على أساس الإشارة الأصليّة، ولفهم ذلك تخيّل أنّ هناك دائرتين منفصلتين في داخل المكبّر، حيث إنّ دائرة المدخل (Input Circuit) مختصّة باستقبال الإشارة الصوتيّة (الكهربائيّة) المسجّلة على الشريط، أو أيّ نوع آخر من وسائط التخزين المختلفة أو الصادرة عن الميكروفون، فهي تُستخدم لتتداخل مع دائرة المخرج بوساطة مقاومة متغيّرة تعمل على تعديل التيّار المستمرّ، بحيث يعكس فرق الجهد تردّدات الإشارة الصوتيّة الأصليّة، أمّا بالنسبة لدائرة المخرج (Output Circuit) فتعمل بوساطة مزوّد الطاقة (Power Supply).

فإذا كان المكبّر يعمل من خلال كهرباء المنزل ذات التيّار المتردّد حيث يغيّر التيّار اتّجاهه باستمرار، فإنّ مزوّد الطاقة سوف يعمل على تحويل التيّار المتردّد هذا إلى تيّار ثابت، حيث يكون اتّجاه التيار دائماً واحداً ولا يتغيّر، بعد هذه المرحلة يتمّ استخدام التيّار الناتج في الدائرة التي تعمل على بذل شغل لتحريك مخروط السمّاعة لإصدار الصوت.

يبين الشكل (1) مخطّط يوضّح فكرة عمل المكبّر، حيث توضّح الدائرة باللون الأزرق دائرة المدخل، والدائرة الموضّحة باللون الأحمر دائرة المخرج، ويتمّ استخدام التيّار الصغير الصادر عن الميكروفون لتعديل التيّار الكبير الناتج عن البطّاريّة.



الشكل(1): كيف يعمل مكبر الصوت

في معظم أنواع مكبّرات الصوت يتمّ استخدام مرحلة وسطيّة بين دائرة المدخل ودائرة المخرج، وهي مرحلة تُسمّى ما قبل التكبير(pre-amplifier) وفيها يتمّ تكبير الإشارة الصوتيّة الصغيرة لتصبح مناسبة لدائرة المخرج، وتؤثّر بشكل أفضل على دائرة المخرج عندما تعمل على تعديل تيّار البطّاريّة، كما أنّ هناك أنواعاً أخرى تُستخدم فيها أكثر من مرحلة للتكبير،حيث تقوم بتكبير تدريجيّ للإشارة الصوتيّة الكهربائيّة قبل وصولها إلى السمّاعة.

من أهم العناصر الإلكترونيّة للمكبّر هو الترانزستور(Transistor)، والذي يُصنع من المواد أشباه الموصلات، مثل السيليكون، ومُطَعّم ببعض الشوائب التي تعمل على زيادة قدرته على توصيل الكهرباء في عمليّة تُسمّى التطعيم(Droping)، حيث إنّ ذرّات السيليكون النقيّ تكون مرتبطة في توزيع بلوريّ منظّم، ولايوجد أيّ إلكترونات حرّة لتوصيل التيّار الكهربائيّ خلاله، ولكن إذا قمنا بتطعيم السيليكون بموادّ إضافيّة تعمل على إحلال بعض ذرّات السيليكون مع توفير إلكترونات إضافيّة، أو إحداث فراغات في التركيب البلوريّ لتكوّن ما يُسمّى الفجوات(Holes) لتسمح للإلكترونات بالانتقال إليها، وفي كلا الحالتين سواء توفّر إلكترونات إضافيّة أو حدثت فجوات في مادة السيليكون فإنّها تصبح قادرة على توصيل التيّار الكهربائيّ إضافة الى المقاومات والمكثفات.

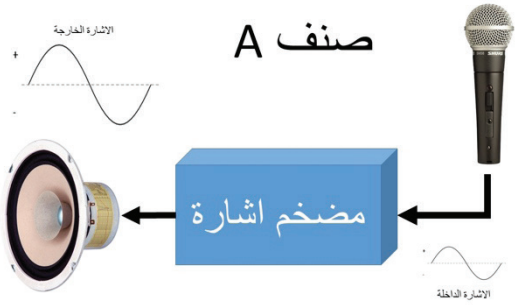
تصنيفات مكبّرات الصوت:

عمليّاً ليس مطلوباً فهم تصميم الدائرة الإلكترونيّة، ولأنّ مبدأ عملها يتطلّب دراسة معمّقة للإلكترونيّات إلّا أنّ ذلك لا يعني أنّه ليس مطلوباً معرفة المبدأ العام لهذه الأنواع، بل إنّه من الضروريّ لتقني الصوت الاطّلاع عليها من أجل اختيار الأفضل من مكبّرات الصوت، ومجال العمل الذي سيوضع فيه.

صنف A:

كما يبين الشكل (2) فإنّ مكبّرات الصوت فئة A (Class A Amplifier): هي مكبّرات صوت بسيطة التصميم وشائعة الاستخدام، بشكل أساسيّ، تُعدّ مضخّمات الفئة A هي أفضل مضخّمات للفئة؛ بسبب انخفاض مستويات التشويه، ويعطي قيمة خطّيّة (Iinearity)، انحياز دائرة الخرج فيه مستمرة؛ أي أنّ الترانزستور فيه يعمل في كلّ الأوقات؛ لذا فإنّه يعطي حرارة أعلى وفاعليّة أقلّ (Efficiency) من باقي الأنواع؛ لذلك لا ينصح به من أجل تكبير الاستطاعات الكبيرة (High power)، وأيضا فإنّ دارة التغذية لهذا النوع يجب أن تكون مصمّمة بشكل جيّد حتى تعطي تشويشاً يمكن أن يظهر عند المخرج.

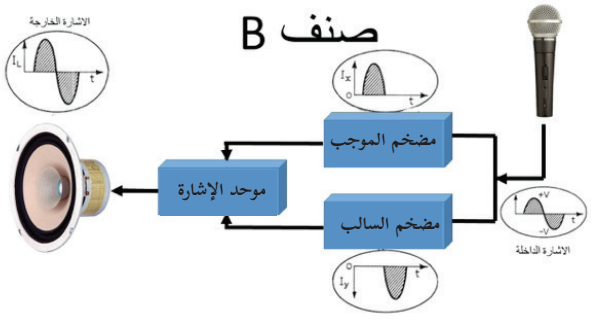
من سيئات هذا الصنف، أنّ المحوّلات المستخدمة في هذا المكبّر للصوت هي الأكبر، وعالية التكلفة، وتحتاج اثنين من الترانزستورات المتطابقة.



الشكل(2): مضخم صنف A

صنف B:

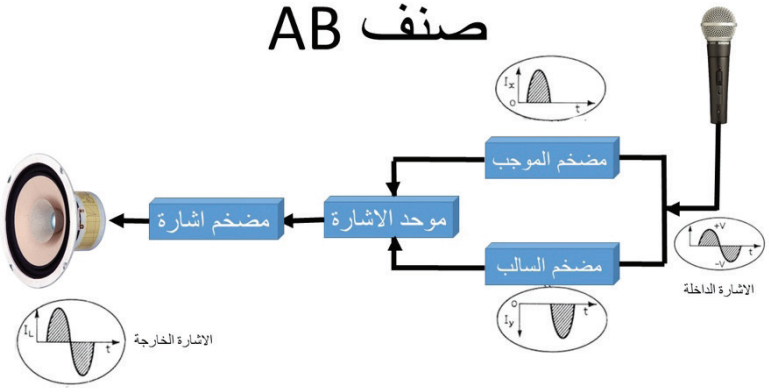
مكبّرات الصوت من الفئة B تعمل على النصفين الموجب والسالب للإشارات، التي يتمّ تخصيصها للأجزاء المختلفة من الدوائر وجهاز المخرج في وضع التشغيل والإيقاف بشكل مستمرّ، وتُستخدَم مضخّمات الفئة B الأساسيّة في ترانزستورات تكميليّة ثنائيّة الاتّجاه هما: FET وثنائيّة القطب Bipolar، يتمّ تكبير الإشارة من خلال هذين الترانزستورين، بحيث يُعالَج النصف الموجب من الإشارة في دارة تكبير ترانزستور، ويعالج القسم السالب من الموجة في دارة الترانزستور الثاني، هذا النوع من ترتيب الأدوار بين الدارات الدفع والجذب (Push-Pull)، ولأنّ كلّ دارة تأخذ جزءاً من الإشارة فهي تأخذ استراحة أكثر من النوع الأول (A) الذي تعمل فيه الدارة طول الوقت، وعليه فهو أكثر فاعليّة، ولكنّ عمليّة الانتقال بين الدارتين عند مستوى إشارة الصفر يُسبّب نسبة قليلة من التشويش.



الشكل(3): مضخم تصنيف B

صنف AB:

الفئة AB: مزيج من مضخّمات الفئةA وB، تُستخدَم مضخّمات فئةAB عادة في مكبّرات قوّة الصوت، من خلال الرسم، كما يبين الشكل(4) نلاحظ أنّ الترانزستورين يمتلكان كميّة صغيرة من الجهد التي تتراوح من(5 _ 10)٪ من التيّار الساكن DC، والتحيّز (Bias) في الترانزستور فوق نقطة القطع، في تصميم مضخّم الصوت من الفئة AB، يقوم كلّ من ترانزستورات الدفع والسحب بإجراء أكثر بقليل من نصف دورة التوصيل، كما هو مبدأ العمل في الفئة B، ولكن أقلّ بكثير من دورة التوصيل الكاملة، كما هو الحال للفئة A.



الشكل(4): صنف مضخّم AB

- **من مزايا هذا النظام:**

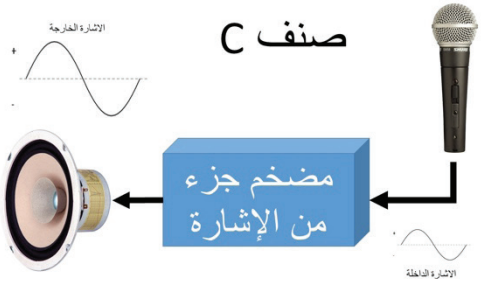
1. لدى الفئة AB سلوك خطّيّ linear behavior.
2. تصميم هذا المضخّم بسيط جداً.
3. التشويش في هذا المضخم أقلّ من 0,1 ٪ .
4. جودة الصوت لهذا المضخّم عالية جدّاً.

- **أمّا سيّئات هذا النّظام:**

يعمل تبديد الطاقة لهذا المضخّم على توليد الحرارة، ويتطلّب تبريداً حراريّاً كبيراً.

صنف C:

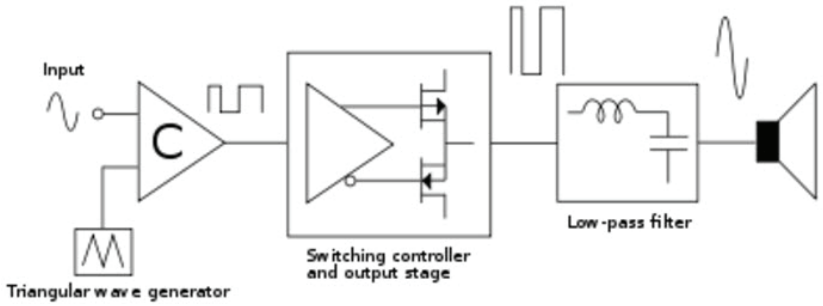
تصميم مكبّر للصوت من الفئة C له كفاءة كبيرة، وضعف خطّيّه (Poor linearity).
في مكبّرات الصوت السابقة، ناقشنا الفئة Aو B وAB وهي مكبّرات خطّيّة. يُعدّ مضخّم الفئة C منحاز بشدّة (Deeply biased)، وبسبب التشوّه الصوتيّ الكبير الذي يصدره، فإنّ مضخّمات الفئة C هي تذبذب موجة جيبيّه عالية التردُّد، وهو لا يُستخدَم كمضخّم صوت وإنما يُستخدم من أجل تكبير إشارات ذات التردّدات العالية وأمواج الراديو.



الشكل(5): مضخم تصنيف C

صنف D:

مضخّم الصنف D مضخّم تحويل غير خطّيّ، ويُسمّى pulse density modulation (PWM) وهو نوع من أشكال تضمين الإشارة التناظريّة، وتمثيلها بإشارة ثنائيّة، وتعمل الترانزستورات فيه مفاتيح إلكترونيّة، وليس أجهزة كسب خطّيّ كما في المضخّمات الأخرى.
يمكن لهذا المضخّم الوصول إلى كفاءة 100٪ من الناحية النظريّة، الجهد والتيّار الموجيّ تتداخل فقط بمساعدة الترانزستور الموجود في حالة التشغيل، وتُسمّى هذه المكبّرات أيضاً باسم مكبّرات الصوت الرقميّة، يُستخدَم هذا النوع غالباً مع سمّاعات التردّدات المنخفضة (Subwoofers)؛ لوجود مرشّحات تسمح بمرور التردّد المنخفض (Low-pass filter).



الشكل(5): مضخم تصنيف D

المرشّحات أو الفلاتر -Filters:

المرشّح: أداة تسمح لبعض التردّدات بالمرور، بينما تمنع التردّدات الأخرى من المرور، والمرشّحات الصوتيّة عبارة عن دوائر إلكترونيّة تسمح لإشارات صوتيّة معيّنة بالمرور عبر الدائرة، وتمنع أيّ إشارات أخرى من المرور، يغيّر المرشّح الإلكترونيّ من الخصائص المَطالية أي سِعة الموجه (Amplitude) للإشارة بالنسبة لتردّدها، وفي الحقيقة لا يضيف المرشّح أيّ تردّدات جديدة لإشارة الدخل، ولا يغيّر من مكوّناتها الترددّيّة، بل يغيّر فقط مطالات المكوّنات الترددّية المتعدّدة التي تتضمّنها الإشارة الداخلة.

قبل الحديث عن أنواع الفلاتر الأكثر استخداماً، لا بدّ من ذكر جهاز الإيكولايزر(Equalizer) الذي يقوم بضبط وتحسين نوعيّة الصوت، من خلال تعديل المطالات والتردّدات التي تغيّر من طابع الصوت وفق وجهة نظر مهندس الصوت.

ما هو الـ Equalizer؟ وكيف يتمّ إعداده واستخدامه؟

يُرمَز له بالرمز (EQ)، هو معدِّل لارتفاع قوّه الصوت أو انخفاضه في المجال الترددّي المقصود تعديله، وقد يكون هذا الجهاز أحد مكوّنات مازج الصوت (المِكسر)، أو جهازاً خارجيّاً مستقلّاً، ندخل إليه الإشارة الصوتيّة، ونعيدها إلى جهاز تسجيل آخر أو مِكسر بعد تعديلها.

أنواع الفلاتر:

أوّلاً: مرشّح إمرار التردّدات المنخفضة - low-pass filter:

ويُسمّى أيضاً (LPF) ، وهومرشّح يمرّر الإشارات بتردّد أقلّ من تردّد القطع (Cutoff Frequency) الذي يحدّده المستخدم، ويمنع الإشارات ذات التردّد العالي.

مثال(1):

إذا حدّد المستخدم تردّد القطع بـِ 2000 هيرتز مثلاً، فإنّ الإيكوالايزر سيسمح بمرور الترددات التي هي أقلّ من ذلك، ويمنع الترددات الأعلى.

ثانياً: مرشّح الترددات المرتفعة - High-pass filter:

ويُسمّى أيضاً (HPF) ، وهي مرشّحات تقوم بتمرير الإشارات الصوتيّة ذات الترددات الواقعة فوق تردّد معلوم، يُسمّى تردّد القطع للمرشّح، والتمرير هنا يكون مصاحباً بتخميد بسيط ومهملاً لهذه الإشارات، في حين تقوم بمنع الإشارات الصوتيّة التي تردّدها دون ذلك.

مثال(2):

إذا حدّد المستخدم تردّد القطع بـِ 10 كيلو هيرتز مثلاً، فإنّ الإيكوالايزر سيسمح بمرور الترددات التي هي أعلى من ذلك، ويمنع الترددات الأقلّ.

ثالثاً: مرشّحات تمرير المجال- Band- pass filter (BPF):

يعمل هذا المرشّح على تمرير الإشارات الكهربائيّة ضمن مجال محدّد من الترددات، في حين يخمد أو يمنع كلّاً من الإشارات ذات الترددات الأعلى والأدنى من ذلك؛ أي أنّ لهذا المرشح مجال منع منخفض، ومجال منع عالٍ.

رابعاً: مرشّحات منع المجال - Band-stop filter (BSF):

يقوم هذا المرشّح بمنع مرور مجال ترددي محدود، في حين يمرّر كلّ الإشارات ذات الترددات المرتفعة والمنخفضة الأخرى؛ أي أنّ لهذا المرشح مجالي تمرير منخفض ومرتفع.

تجدر الإشارة هنا إلى أنّ المرشّحات الثابتة، ونرمز لها بالرمز(EQ) في مازج الصوت (المِكسر)، والتي تأتي من المصنع مع الجهاز، وتعمل بالمبدأ نفسه، ولكن في نطاق ضيّق تقريباً يختلف عن أجهزة الإيكوالايزر الخارجيّة أو المستقلة، والتي سنأتي على ذكرها لاحقاً.

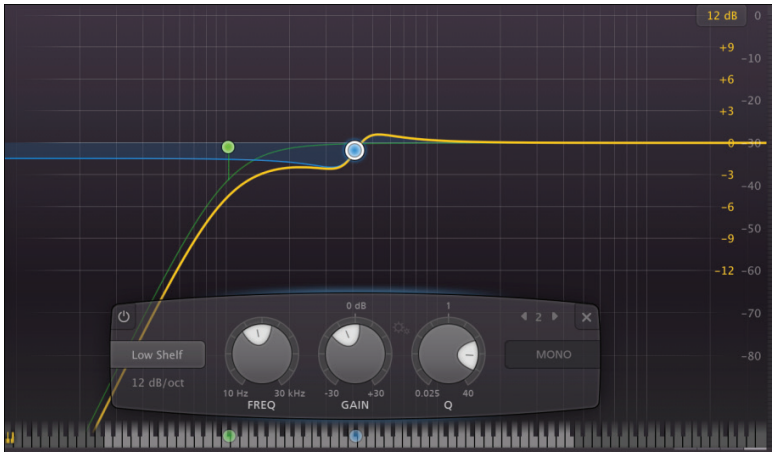
لاحظ أنّ هناك لوحة (panel) في أعلى كلّ قناة فيدر (fader) موجودة في المِكسر تحتوي على ثلاثة مفاتيح: المفتاح الأول للترددات العالية (High Frequency) ، والمفتاح الثاني للترددات المتوسّطة (Mid Frequency) ، والمفتاح الثالث للترددات المنخفضة (Low Frequency)، ومن خلال هذه المفاتيح كما أسلفنا يمكننا تعديل، أو إضافة موجات على الصوت.

كذلك يُطلق على الترددات العالية (Treble)، والمتوسطة (Mid)، والمنخفضة (Bass).

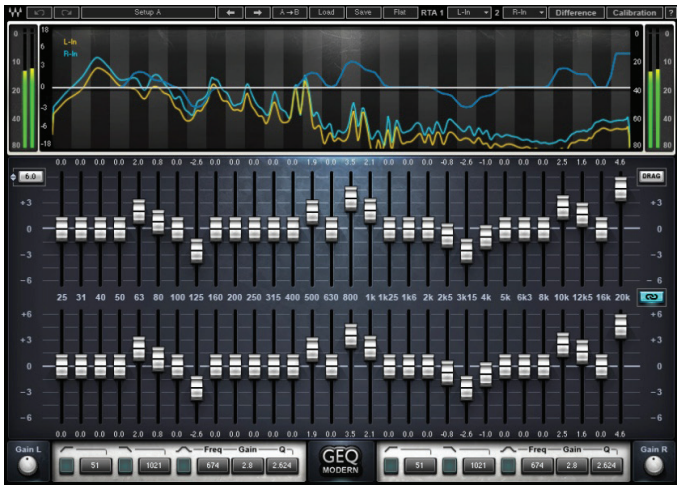
الشكل(7): EQ band/ Panel

أنواع الإيكوالايزر المعادلات (EQ):

1 - Shelving EQ: هذا النوع من (EQ) هو الأكثر بساطة وغير مكلف، ويمكن العثور عليه في أيّ من الأجهزة الشائعة، مثل ستيريو أو معدّات (HI FI) يوفّر إمكانيّة التحكّم في الجهير (Bass)، والتردّد المرتفع (Treble)، وأحياناً يكون هناك أيضاً تحكّم بالتردّدات «المتوسطة» يمكنك زيادة الكسب أو تقليله، ويتمّ إصلاح التردّد المركزيّ وعرض النطاق الترددّيّ، وهذا النوع من (EQ) أقلّ استخداماً في الصوت الاحترافيّ، ولكن يمكن أن يكون وسيلة بسيطة للتحكُّم في الترددّات.



الشكل(8): Shelving EQ



2 - Graphic equalizer: كانت هذه الأكثرا ستخداماً في التسجيل الاحترافيّ في القرن العشرين؛ نظراً لتعدّدية الجوانب العمليّة فيها، وسهولة الاستخدام، ومع ذلك، فهي ليست دقيقة مثل المعادلات الحدوديّة (parametric EQ)، وفي الوقت الحاضر ليست شائعة.

الشكل(9): Graphic EQ

أنواع مختلفة من معادلات الصوت (Equalizers)، والأكثر شيوعاً هو معادل الصوت أوكتاف (Octave Graphic Equalizer)، الذي يحتوي على 10 أدوات تحكّم في التردّد، هذا ثابت تماماً؛ لأنّ عرض النطاق المسموع يشغل 10 أوكتاف، هي (30، 60، 125، 250، 500)هرتز، و(1، 2، 4، 8، 16) كيلوهرتز، وفي تلك التردّدات، يمكننا زيادة شدّة الإشارة الصوتيّة أو تقليله.

3 - Parametric EQ: المعادل المعياريّ هو أكثر أنواع (EQ) دقّةً وتنوّعاً، وهو مخطّط بيانيّ لجميع التردّدات الصوتيّه؛ لأنّه يتيح تحديد التردّد المركزيّ عن طريق (Band Point) المراد تحقيقه، وعرض النطاق الترددي(Bandwidth) ، والكسب (Gain)، هناك أيضاً معادلات حدوديّة متعدّدة النطاقات (Multi Band) ، والأكثر شيوعاً هو المعادل المعياريّ رباعي النطاق، إنّه أيضاً المعادل الأكثر تعقيداً للجميع، ويمكن أن يكون من الصعب إعداده عندما لايكون لدينا عرض جرافيك يبيّن المتغيّرات المضافة أثناء العمل (أجهزة تماثليّة).

يمكن استخدام هذا المعادل كفلتر لإزالة أو تخفيف التردّدات، أو الضوضاء، أو التداخل غير المرغوب فيه. عادة ما تحدث مثل هذه المشكلات في نطاق تردّد معيّن؛ لذلك يكون التعادل المعياريّ مثاليّاً لهذا الغرض.

الشكل(10): Parametric EQ

4 - Semiparametric EQ: هذا المعادل يشبه المعادل المعياريّ (EQ)، ويُسمح بتحديد التردّد المطلوب معادلته والكسب، وهو يختلف عن المعادل المعياريّ؛ لأنّه لايمكن تغيير النطاق الترددي المخصّص.

الشكل(11): Semiparametric EQ

أسئلة الوحدة النمطية الثانية

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

1. أثناء مسار الإشارة في مازج الصوت (مكسر)، يمكن توجيهها عبر قنوات معينه بحيث ترسل مجموعة من الإشارات عبر مخرج واحد، ماذا يسمى هذا المخرج؟
   أ. Bus ب. Mic level جـ. Fundamental د. Insert

2. أي نوع من الميكروفونات يمثل الشكل المجاور والتي عليها رسمة قلب وتسجل (تلتقط) صوت من الأمام فقط؟
   أ. Super cardioids ب. Fundamental جـ. Cardioid د. Ribbon

3. لماذا يستخدم مفتاح المساعد (AUX) على جهاز المكسر؟
   أ. التحكم بالإشارة المسجلة الاضافية.
   ب. التحكم المستقل بمستوى الإشارة المرسلة من القناة المستخدمة إلى جهاز إضافي خارجي.
   جـ. التحكم بالإشارة الداخلة إلى جهاز المكسر فقط.
   د. التحكم بالمستوى الفردي على قناة الإرسال الرئيسة.

4. ما الفرق بين أعلى وأهدأ نقطة لمستوى ضغط الصوت؟
   أ. Hertz ب. Dynamic range جـ. Preamp د. PAD

5. ما الفئات التي تقسم لها أنواع الميكروفونات حسب مبدأ عملهما؟
   أ. ديناميكي ومكثف. ب. ديناميكي ومحول.
   جـ. تيار عالي ومنخفض. د. بياني ومتجاوب.

6. ما الجهاز المستخدم لرفع مستوى الإشارة المرسلة الى السماعات؟
   أ. Wave phase ب. word clock جـ. limiter د. Amplifire

7. ما الجهاز المستخدم لقطع أو زيادة ترددات أو تعديل الصوت ضمن حدود (حوالي) ثلث أوكتاف؟
   أ. Low pass filter ب. Limiter
   جـ. Hyper cardioid د. Graphic EQ

8. ما وحدة قياس ضغط الصوت أو مستوى الصوت؟

أ. ديسيبل
ب. هيرتز
جـ. متر في الثانية
د. واط لكل متر مربع

9. بماذا تسمى موجات الصوت التي يزيد ترددها عن 20000 هيرتز؟

أ. Ultrasound
ب. Infrasound
جـ. Sonar
د. Echolocation

10. ما قيمة الجهد الكهربائي الذي يحتاجه الميكروفون المكثف (Condenser) كي يعمل؟

أ. 48 فولت
ب. 36 فولت
جـ. 12 فولت
د. 46 فولت

دراسة حالة: نفذ خطوات الموقف الآتي كاملةً:

قم بتوصيل نوعين من الميكروفونات من نوع Condenser (مكثف) ذات قطبية مختلفة مع جهاز المكسر والسماعات، وسجّل صوت زميلك في الغرفة الصفيّة من وضعين وقوف مختلفين، وحاول تعديل الصوت من خلال استخدام الـ Equalizer.

مشروع الوحدة

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة وأنشطتها، قم بعمل الآتي واعرضه أمام زملائك:

1- قم بتركيب وتوصيل نظام صوتي بسيط يحتوي على العناصر التي تعلمتها.

2- ربط أكثر من نوع سماعة تحتوي على نطاق ترددي متنوع ولاحظ الفرق.

مع مراعاة اتباع خطوات تنفيذ المشروع من حيث:

اختيار المشروع، وخطة المشروع، وتنفيذ المشروع، وتقويم المشروع.

الوَحْدةُ النَّمطيّةُ الثالثة

التسجيل الصوتي Sound Recording

أتأمّلُ، ثمّ أُناقشُ:

عدّد بعض المجالات التي يحتاج الإنسان فيها إلى تسجيل الصوت.

يُتوقّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على تسجيل الصوت داخل الأستوديو أو خارجه، باستخدام معدات تسجيل الصوت المختلفة، وذلك من خلال تحقيق الآتي:

1. تنفيذ التسجيل الصوتي باستخدام الحاسوب والهاتف الذكي أو من خلال الأستوديو وغرفة التحكم.
2. الحصول على تسجيلات صوتية ذات جودة عالية ولأغراض متعدد.
3. اتقان التسجيل الصوتي الداخلي والخارجي ومعرفة أدواته وطرق تنفيذه.

الكفايات المِهْنيّة:

الكفايات المتوقّع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحْدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً: الكفايات الحرفيّة:

1. القدرة على استخدام أجهزة وأدوات التسجيل الصوتي.
2. اتقان العمل على برنامج التسجيل الصوتي.
3. فحص جَوْدة التسجيل الصوتي وخلوه من العيوب.
4. تمييز الأخطاء الشائعة التي قد تحدث عند التسجيل الصوتي وطرق الوقاية لمنع حدوثها.
5. تسجيل عدة مؤثرات صوتية (Sound Effects).
6. تسجيل المقابلات خارج الأستوديو.
7. تسجيل التعليق الصوتي و(Voice Over) داخل الأستوديو.

ثانياً: الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1. الهدوء وضبط الأعصاب أثناء العمل.
2. تفهم الطرف الآخر (من يسجل بصوته) وتخفيف التوتر والضغط عنه.
3. احترام المهنة وفريق العمل.
4. الأمانة والصدق.
5. الدقة وتنظيم الوقت.
6. التعامل بمصداقيّة ومهنية.
7. الاستعداد للإفادة من ذوي الخبرة.
8. الاتصال والتواصل الفعّال.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة:

1. المناقشة والحوار.
2. البحث العلميّ.
3. العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
4. التعلُّم التعاونيّ.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

1. التقيُّد بالأنظمة والإرشادات المتعلّقة بالسلامة المهنيّة.
2. الاستخدام الآمن للأجهزة والأدوات والمُعَدّات المستخدمة في التسجيل الصوتي.
3. ارتداء الزيّ الرسميّ لتقني الصوت.
4. المحافظة على نظافة مكان العمل وأدواته.
5. الانتباه إلى قوابس الكهرباء وتمديداتها عند توصيل الأجهزة.

(1-3) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: التسجيل الصوتي داخل الأستوديو من خلال غرفة التحكم

وصف الموقف: طلب مدير شركة خدمات، من مسؤول الصوتيات تسجيل الرد الآلي (Interactive Voice Response -IVR) لمقسم الهاتف الخاص بشركته.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التّعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع البيانات من مدير الشركة عن: - أقسام الشركة والموظفين فيها. - نوع المقسم المستخدم والرد الآلي المتوفر، ولغة الرد الآلي، وتوفر موسيقى، وجنس صوت الرد الآلي ذكر أو أنثى. • أجمع بيانات عن: - تسجيلات رد آلي. - سِمات الأصوات المناسبة للتسجيل. - الموسيقى الملائمة للرد الآلي.	• البحث العلمي. • المناقشة والحوار. • دراما	• وثائق: - طلب المدير، وكتالوجات. • ملفات: - قاعدة بيانات خاصة بالأصوات. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • حاسوب، وطابعة، وسماعة...إلخ • قرطاسيّة.

أُخطّط و أُقرّر	• أُصَنّف البيانات: - أقسام الشركة، وموظفيها، والأصوات المستخدمة في الرد الآلي حسب ملاءمتها وجنسها. • أُحدّد خطوات العمل: - أرتب الأقسام حسب أولوياتها. - أقترح نص الرد الآلي المناسب. - أقترح الصوت المناسب (حسب اللغة والجنس) - أقترح الخيارات الموسيقية المناسبة. - أُعِد خطة التنفيذ.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• وثائق: - نص الرد الآلي، وكتالوجات. • ملفات: - قاعدة بيانات خاصة بالأصوات. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • أجهزة ومعدات. قرطاسيّة.
أُنفّذ	- أدرس المقترحات والبدائل مع مدير الشركة وأعتمد المناسب منها. - أُسجّل نص الرد الآلي IVR. - أُمنتج تسجيل الرد الآلي IVR. - أضيف الموسيقى الملائمة. - أُنفّذ عملية المكساج والإخراج النهائي. - أثبت الرد الآلي على المقسم.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار.	• وثائق: - نص الرد الآلي. - كتالوجات. • أجهزة ومعدات. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • قرطاسيّة.
أتحقّق	• أتحقّق من: - اختيار IVR المناسب من النماذج التي تم إنتاجها. - مدى ملاءمة الصوت والموسيقى في IVR - جودة الرد الآلي ومناسبة مدته.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار. • أخذ رأي خارجي.	• تكنولوجيا: - حاسوب. - سماعات. - طابعة.

أوثّق وأقدّم	• أُوثّق البيانات الخاصة بالشركة من حيث: المقسم، والهيكلية، والمقترحات، واختيار الأنسب منها. • أعرض الرد الآلي على جهاز عرض. • أعد ملفا للحالة باسم: « التسجيل». • أنسخ الرد الآلي على قرص مدمج.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار.	• حاسوب وأجهزة عرض. • ملف للحالة.
أقدّم	• رضا مدير الشركة عن التسجيل الذي تم إنتاجه. • مطابقة تسجيل الرد الآلي للمعايير العالمية. • تقليل فترة انشغال خطوط هاتف الشركة أو مدة الانتظار.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• وثائق: - نص الرد الآلي. - كتالوجات. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • قرطاسيّة.

نشاط: (1)

قم بالاتصال على أحد المؤسسات أو الشركات وَدوّن نص الرد الآلي IVR المستخدم لديهم.

الأسئلة:

1- علّل تستخدم كثير من الشركات والمؤسسات اسطوانة الرد الآلي IVR.

2- ما الصيغ المفضلة للتسجيل عند إضافتها إلى المقسم؟ وما المدة القصوى لكل مقطع صوتي؟

أجهزة التسجيل الصوتي وتطورها

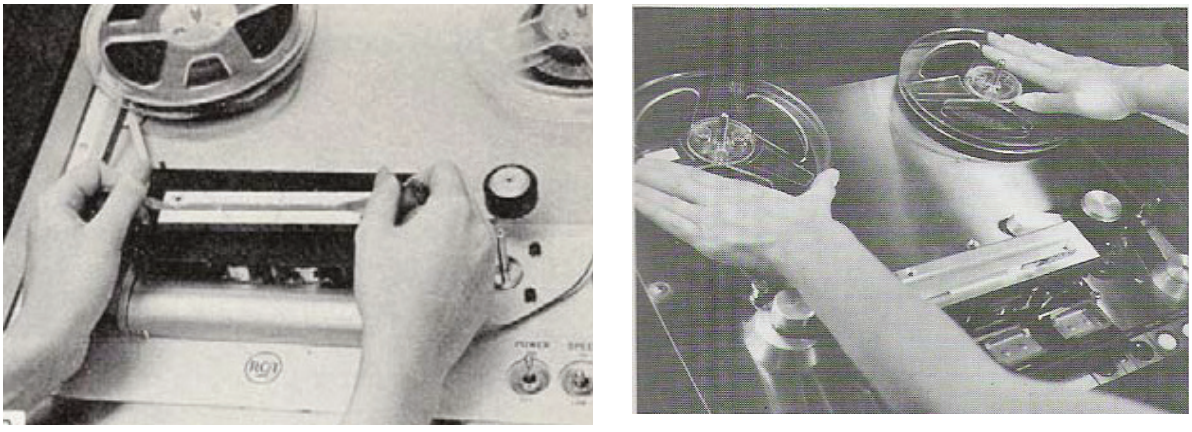
ابحث عن أهم أنواع المقاسم المستخدمة في الشركات والمؤسسات، وتبين طريقة حفظ IVR عليها.

ما زال الإنسان دائم السعي للبحث عن أفضل الوسائل لحفظ وتخزين البيانات، وقد تطورت وسائط حفظ المعلومات وتقنياتها على مدى العصور، وعلى الرغم من ثبات بعض الوسائط وقدرتها على الحفظ لمئات السنين، وتعدد أشكالها وقدرتها التخزينية، إلا أن هناك تباين كبير في استقرارها وديمومتها، وتتنافس الشركات بإصدار وسائط تخزين بوسعها حفظ البيانات والذاكرة الرقمية بشكل آمن على المدى الطويل، مُدَداً قد تصل إلى 100 عام، فمنذ صناعة الورق واختراع الطباعة، والذي صنع نقلة نوعية في حفظ التراث الفكري الإنساني إلى أن توصل العلم لصناعة شرائح إلكترونية ذات سعة تخزينية عالية، تحفظ المعلومات المستحدثة على شكل وسائط سمعية وبصرية، فبعد أن كانت المعلومات المحفوظة على الورق تشكل عبئا على المكتبات، ومراكز المعلومات، من حيث الحفظ والسرعة في الوصول إليها، كان لا بد من اختراع وسائط جديدة ذات سعة تخزينية كبيرة، وسرعة قراءة مميزة، وبأحجام صغيرة بحيث لا تشغل حيزا عند حفظها بالإضافة إلى طول مدة بقائها محفوظة دون أن تمحى المعلومات منها، ولأن التسجيلات الصوتية مهمة في نقل المعلومات، والتواصل عن طريق حاسة السمع، حيث يلعب حسن الاستماع دوراً كبيراً في نقل الكثير من المعلومات، وتواصل الإنسان وتفاعله مع البيئات المحيطة كان لا بد من تنمية قدرة البشر على تسجيل الصوت وحفظه واسترجاعه، ففي جميع أشكال التواصل التي تعتمد على الصوت تتحول الرسالة إلى إشارة كهربائية أو رقمية تنتقل عن طريق وسائل متعددة أو تحفظ بوسائط متعددة ومنها الأشرطة، والاسطوانات، والإذاعة المسموعة، ومختبرات اللغات، ومراكز الاستماع، ووسائل الاتصال بين المسافات البعيدة كالتلفون.

كيف بدأت صناعة أجهزة ومعدات التسجيل الصوتي؟

الشكل(1):جهاز الجرامافون _ Gramophone

لعل الثورة الحقيقية في هندسة الصوت كانت اختراع آلات التسجيل على أشرطة مغناطيسية إبان الحرب العالمية الثانية، من قبل مهندسين ألمان، وانتقال هذا الاختراع إلى الولايات المتحدة عقب هزيمة ألمانيا النازية على يد موللين(John Mullin) الذي قدم استعراضاً لمزايا التسجيل على أشرطة مغناطيسية في عام 1947 كما يبين الشكل (2).



الشكل(2): أجهزة تسجيل صوتي تناظرية Analogue

وقد فتحت آلات التسجيل آفاقاً جديدة أمام هندسة الصوت وشاع استخدامها بسرعة في أستوديوهات التسجيل كما في أستوديوهات الإذاعة بعد أن أصبح من الممكن تسجيل البرامج المختلفة ومعالجتها ومونتاجها (Editing) قبل نقلها للحفظ على أقراص أو إذاعتها (Broadcasting) على الهواء.

أدت التقنيات الجديدة للتسجيل ومعالجة الإشارات الصوتية إلى نشوء طبقة جديدة من الفنيين ومهندسي الصوت المختصين بتسجيل البرامج المختلفة وما يترتب على ذلك من أعمال مساعدة مثل اختيار نوع الميكروفون المناسب لكل آلة موسيقية، تحديد موقع تثبيت الميكروفون أمامها، وعدد الميكروفونات الواجب استخدامها، ومعالجة (Processing) الإشارات الواردة من الميكروفونات المختلفة قبل مزجها، ومع مرور الوقت شق مهندسو الصوت طريقهم إلى مختلف الهيئات كالمسارح وأستوديوهات السينما والإذاعة والتلفاز، فتوسعت مهام مهندس الصوت لتشمل تقديم الدعم الفني في الفعاليات المختلفة مثل تقوية الصوت (Reinforcement) في الهواء الطلق كما في القاعات المغلقة والتسجيل الصوتي وغير ذلك.

في عام 1898 م، اخترع المهندس الدنماركي فالديمار بواسن أول جهاز لتسجيل الصوت مغناطيسيا، وسمي اختراعه التلجرافون الذي اعتمد في مبدأ عمله على المغناطيس الكهربائي وسلك من الفولاذ للقيام بعملية التسجيل الصوتي، ولم يستعمل التسجيل المغناطيسي إلا قليلاً ولعدد من السنوات، وفي أوائل الثلاثينات من القرن العشرين، بدأ إنتاج عدد قليل من المسجلات السمعية على نطاق تجاري، في البداية كان سلك الفولاذ وشريط الفولاذ هما مادتي التسجيل الوحيدتين إلا أن استعمالهما كان مربكا وكانت عملية المونتاج معهما مستحيلة، وأثناء الحرب العالمية الثانية (1939 - 1945 م)، طور المهندسون الألمان المسجل بالشريط المغناطيسي الذي كان أول مسجل يستعمل شريطا مغناطيسيا من البلاستيك.

في عام 1950 م، أصبحت مسجلات الشريط شائعة الاستعمال في صناعات الراديو والتسجيل، وبدأت المصانع في إنتاج مسجلات الصوت المجسم الاستخدام في المنزل في أواسط الخمسينيات، وفي أواسط الستينيات، أحدثت الأشرطة ثورة في سوق مسجل الشريط، استمر تحسين جودة الصوت في المسجلات السمعية،فأصبحت الكثير من المسجلات مزودة بالنظم الإلكترونية لتخفيض الضوضاء التي تقلل من الصرير الخافت الناشئ عن الشريط. وساهمت مواد الطلاء الجديدة المختلفة مثل ثاني أكسيد الكروم وغيره في تحسين قدرة تسجيل الأشرطة، أما الآن فهناك تكنولوجيا الحفظ الرقمية والتي قدمتها المصانع أول مرة في السبعينيات.

نشاط: (3)

بيِّن في جدول تطور صناعة أجهزة التسجيل الصوتي، واذكر اسم الجهاز ومخترعه وتاريخ صناعته.

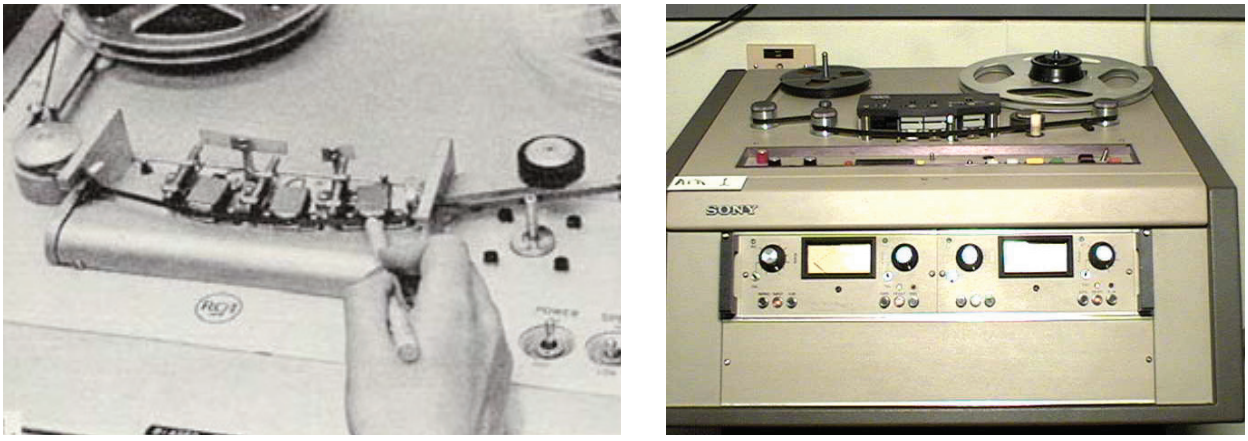
وسائط التسجيل الصوتي - Sound Recording Medium:

المواد التي تسجل عليها المعلومات بالصوت وحده، ومن ثم تسترجع بالسمع وحده، ومن أمثلتها الاسطوانات الصوتية والأشرطة الصوتية وحديثا الملفات الصوتية الرقمية على مختلف أنواع الذواكر ووسائط الحفظ الرقمية. وقد يكون التسجيل صوتياً أو مرئياً باستخدام جهاز للتسجيل (Recorder) وبإمكان الجهاز إعادة الاستماع أو التسجيل حيث كان الشريط هو وسيط التسجيل الصوتي قديماً، في حين أضحت الذواكر الرقمية وسيط التسجيل الأكثر شيوعاً الآن، كما يبين الشكل (3).

الشكل(3): وسائط تسجيل صوتي تناظرية ورقمية

أجهزة التسجيل الصوتي قديما:

يتوافر أنواع كثيرة من أجهزة التسجيل الصوتية في الأسواق، تطرحها شركات كثيرة متخصصة، ومن أهم مكوناتها الرئيسة، محرك يعمل بالطاقة الكهربائية، ورأس مغناطيسي للقراءة والكتابة على وسيط التسجيل، كما يبين الشكل (4).



الشكل(4):مكونات جهاز التسجيل الصوتي التناظري Analogue

نشاط: (4)

بالرجوع إلى الشبكة العنكبوتية، ابحث عن مبدأ عمل أجهزة تسجيل الصوت قديما، ومكونات الشريط المغناطيسي.

أجهزة التسجيل الصوتي حديثا:

الشكل(5): معدات تسجيل صوتي حديثة

أدوات وطرق إجراء التسجيلات الصوتية:

- التسجيلات الصوتية باستخدام جهاز التسجيل المحمول (Recorder) كما يبين الشكل(6).
- التسجيلات الصوتية بوساطة أشرطة التسجيل المفتوحة (Open Reel).
- التسجيلات الصوتية بوساطة الأشرطة الممغنطة (كاسيت) (Cassette).
- التسجيلات الصوتية بوساطة الحاسب الآلي وبرامج الإنتاج الصوتي.
- التسجيلات الصوتية بوساطة الهاتف الذكي وتطبيقاته المختلفة.

الشكل(6): Audio Recorders

(2-3) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: التسجيل الصوتي باستخدام الحاسوب

وصف الموقف: طلب مدير المؤسسة التي تعمل بها من مسؤول الصوتيات، تسجيل مقابلته التي ستُبث في أحد البرامج الإذاعية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التّعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع البيانات من مدير المؤسسة عن: - اسم الإذاعة التي ستبث المقابلة والبرنامج. الإذاعي ومواعيد البث للبرنامج. • أجمع بيانات عن: - موقع الإذاعة الإلكتروني. - صفحة البث المباشر للإذاعة عبر الإنترنت.	• البحث العلمي. • المناقشة والحوار. • دراما	• وثائق: - طلب مدير المؤسسة. - برنامج البث للإذاعة. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • حاسوب. • قرطاسيّة.
أُخطّط وأُقرّر	• أُصَنّف البيانات إلى: - اسم البرنامج وموعد البث. • أُحدّد خطوات العمل: - أُحدّد جهاز الحاسوب المناسب للتسجيل. - أُحدّد برنامج التسجيل الصوتي المناسب. - أقترح الطرق البديلة للتسجيل. - أُعِدّ خطة التنفيذ.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني. (العمل ضمن فريق). • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• وثائق: - برنامج البث للإذاعة. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • أجهزة ومعدات. • قرطاسيّة.

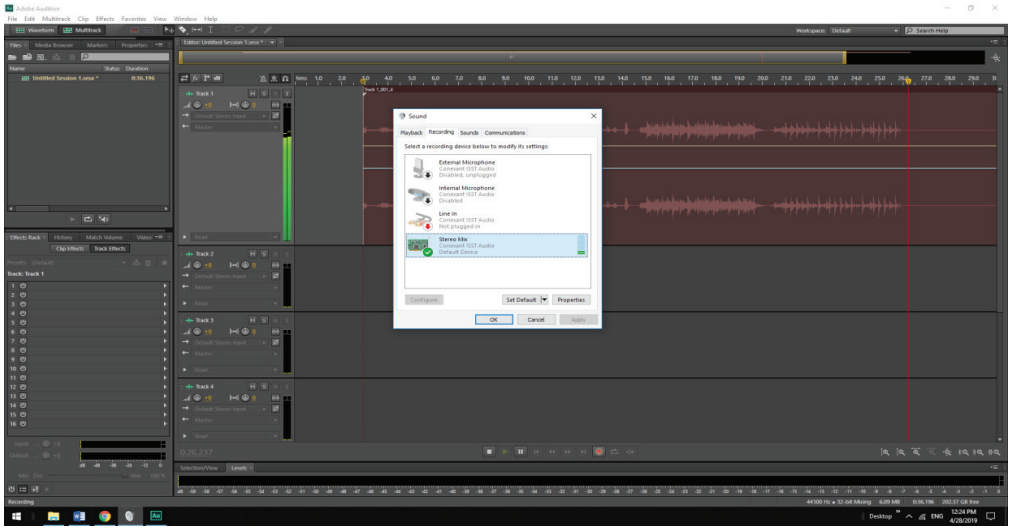
أنفّذ	• أضبط جهاز الحاسوب وبرنامج التسجيل. • أجري تسجيلا تجريبياً لبث الإذاعة. • أُسجّل البرنامج الإذاعي الذي يحتوي مقابلة مدير المؤسسة. • أُحدّد مقطع المقابلة بعد انتهاء التسجيل. • أحفظ الملف الصوتي للمقابلة بالصيغة المناسبة.	• التعلم التعاوني • المناقشة والحوار.	• وثائق: - برنامج البث للإذاعة. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • أجهزة ومعدات. • قرطاسيّة.
أتحقّق	• أتحقّق من: - التسجيل الصوتي للمقابلة. - جودة وملاءمة الصوت في المقابلة الإذاعية. - حجم الملف النهائي وصيغته مناسبة للعرض.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار.	• حاسوب.
أوثّق وأقدّم	• أُوثّق البيانات الخاصة بالتسجيل من حيث: (موضوعها ومدتها واسم الإذاعة والبرنامج) • أعرض تسجيل المقابلة على جهاز عرض. • أعد ملفا بالحالة «التسجيل». • أنسخ التسجيل للمقابلة الإذاعية على قرص مدمج.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار.	• حاسوب وأجهزة عرض. • ملف للحالة.
أقوّم	• رضا مدير المؤسسة عن التسجيل للمقابلة الإذاعية. • مطابقة تسجيل للمعايير العالمية.	• المناقشة والحوار.	• وثائق: - برنامج البث للإذاعة. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • قرطاسيّة.

ابحث عن طرق تسجيل الصوت الذي يتم عرضه على جهاز الحاسوب باستخدام (Stereo Mix).

الأسئلة:

1. ما مكونات جهاز الحاسوب المستخدم لتسجيل الصوت؟
2. عدِّد المجالات التي يستخدم فيها الصوت البشري المسجل على الحاسوب.
3. كيف يمكنك الاستفادة من المواقع التي تقدم خدمة قراءة النصوص في التسجيل الصوتي؟

التسجيل الصوتي باستخدام الحاسوب

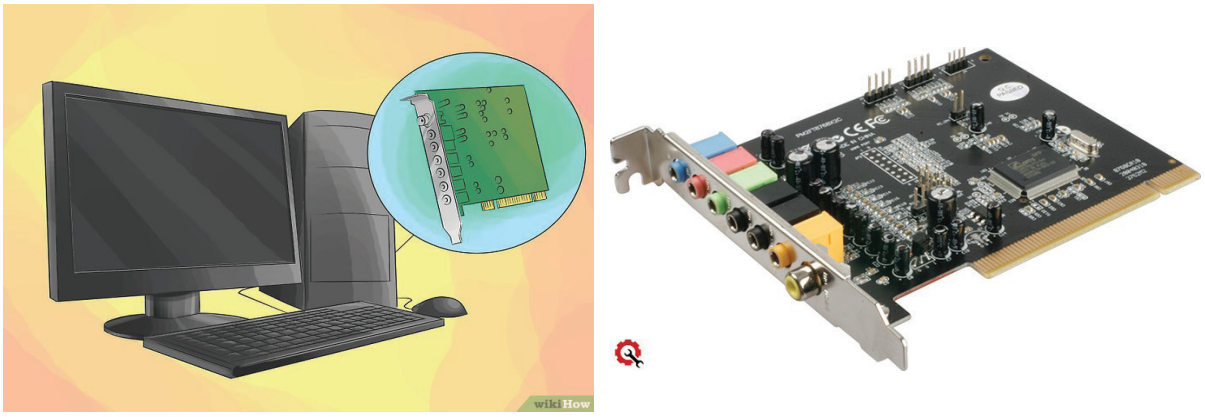


الشكل(1): واجهة برنامج Adobe Audition خلال التسجيل

إن تسجيل صوت ذو جودة عالية ونقاء يتطلب ممارسة هذا العمل، ويجب التعرّف مسبقاً على المعدات اللازمة، لذا يجب القيام ببعض التجارب على استخدام هذه الأجهزة ليتم التأكد من إتقان استعمالها، ولتجنب المشاكل أثناء تسجيل الصوت يجب الاستماع للتسجيل من خلال السماعات.

قد يحدث عند التسجيل الصوتي باستخدام الحاسوب أن يحتوي التسجيل على ضوضاء غير مرغوبة، تكون ناتجة عن

الكهرباء عند استخدام كرت الصوت العادي كما يبين الشكل(2)،أو المدمج داخل اللوحة الأم في الحاسوب، والتي تقوم بتوصيل الكهرباء لكافة القطع مثل بطاقة الشاشة، والذاكرة، وغيرها فهي أيضاً تقوم بتوصيل الكهرباء لبطاقة الصوت ومنها إلى الميكروفون، فيظهر تشويش الكهرباء فى الخلفية على شكل صوت تشويش مزعج (Noise).



الشكل(2): بطاقة صوت عادية أو افتراضية

وللحصول على تسجيل صوتي ذا جودة عالية فيلزم وجود ميكروفون احترافى، وبطاقة صوت خارجية، كما يبين الشكل (3)، أو مركبة داخل الحاسوب(Case) مباشرة، أو يمكن توصيله بجهاز الحاسوب من خلال منفذ (Audio Interface USB) مثلاً أو من خلال منفذ (Fire wire i1394).

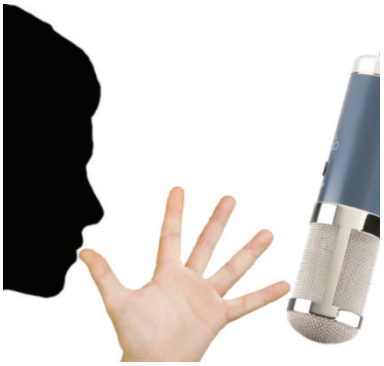
الشكل(3): بطاقات صوت خارجية احترافية

نشاط: (2) صمّم جدولا بيّن فيه أنواع مختلفة لبطاقات التسجيل الصوتي الخارجية وتكلفتها ومميزاتها.

هناك الكثير من الأخطاء التي قد تحدث أثناء عملية التسجيل، من أهمها:

- **مستويات الصوت مرتفعة جداً:** معظم المعدات المهنية تتيح ضبط مستوى التسجيل حسب مدى ارتفاع الصوت، لأنه يسمح بالمزيد من التحكم، ولكن ذلك يعني أن على التقني أن يبقى على اطلاع باستمرار، ويمكن ملاحظة ذلك من خلال الاستماع إلى أحد التسجيلات ذات مستوى الصوت المرتفع جداً.

- **مستويات الصوت منخفضة جداً:** هنا تكون مستويات التسجيل قد تم ضبطها على مستويات صوت منخفضة جداً، إذا حدث ذلك فيجب رفع المستويات في مرحلة الإنتاج لاحقا، هذا قد يسبب الكثير من التشويش في الخلفية.



- **بُعد الشخص عن الميكرفون:** إذا لم يتم توجيه الميكرفون بشكل مباشر باتجاه الشخص، نحصل على تسجيل غير دقيق وغير واضح، يجب التعرف إلى قطبية الميكروفون (Polar Pattern) المستخدم،فبعض المعدات تحتوي على ميكرفونات مدمجة داخل الأجهزة، مثل أجهزة الهواتف الذكية، لذا يجب التحقق من دليل الاستعمال.

- **الضوضاء المزعجة في الخلفية:** في بعض الأحيان قد نحتاج الإبقاء على أصوات الخلفية، كي يبدو التسجيل أكثر حيوية، أو قد نحتاج إجراء مقابلة في مكان معين، لكن الأصوات في الخلفية مثل الضوضاء الناتجة عن أناس يتحدثون مع بعضهم، أو شارع مكتظ، أو صوت جهاز التكييف قد تشكل تشويشاً.

- **تسجيل في غرفة تعكس الصدى:** عند الحاجة لإجراء تسجيل في إحدى الغرف الفارغة تماماً، دون أثاث أو سجاد، والتي تُصدر صدى أثناء الحديث، نواجه مشكلة في التسجيل، وتصبح عملية المونتاج والتحرير صعبة، في هذه الحالة يمكن التحايل للحد من أثر الصدى وذلك بالانتقال إلى زاوية مناسبة في هذه الغرفة الفارغة ، فغرفة صغيرة مع بعض الأثاث، أو السجاد، أو الستائر تعد عاملاً مساعداً لتقليل أثر الصدى أثناء التسجيل، وإذا لم ينجح ذلك، يتم التسجيل في مكان مناسب في الخارج.

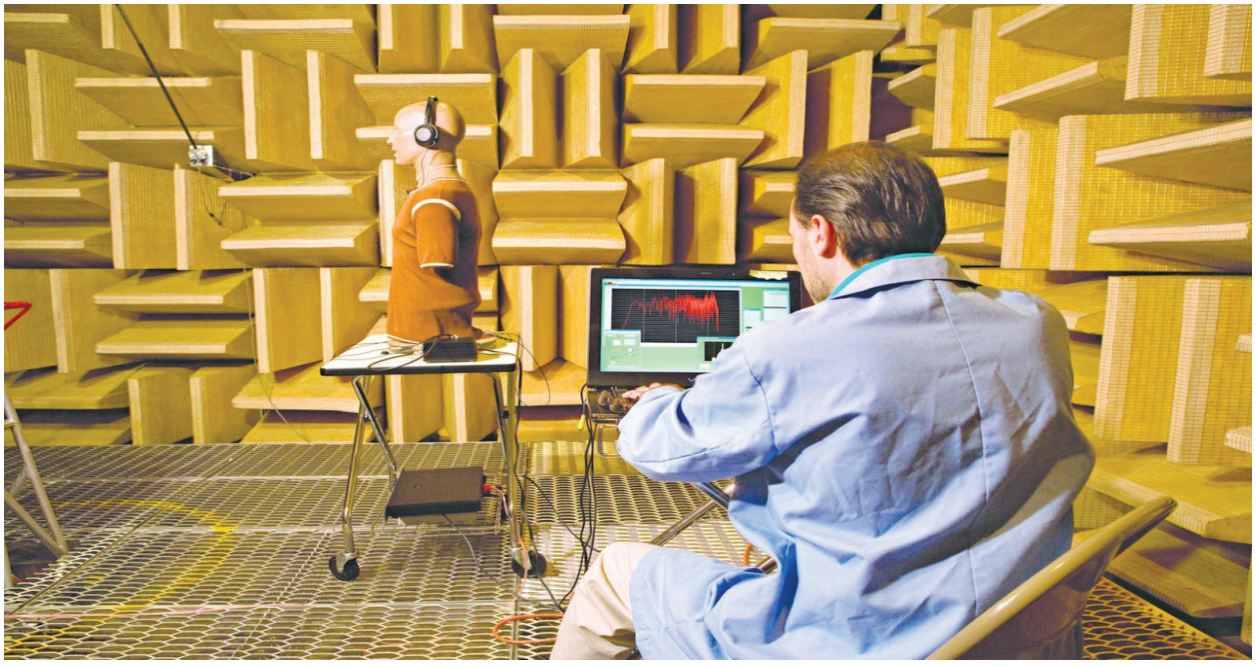
من الأمور الأخرى التي تؤثر على جودة عملية تسجيل الصوت، حركة اليد على الميكرفون، أو ضجيج الهواء أو اللفظ الخطأ لبعض الحروف، (مثل حرف س أو ث)، أو تسجيل ذبذبات الإشارة الصادرة عن الهاتف المحمول.

نشاط: (3)

قم باجراء تسجيل صوتي في عدة غرف بأحجام مختلفة ومواقع مختلفة، ولاحظ صدى الصوت والتشويش الناتج في كل تسجيل.

طرق تسجيل ومعالجة الصوت

للصوت استخدامات كثيرة، في العلم، وفي الصناعة، فكثيراً ما يستخدم الجيوفيزيائيون الصوت، في التنقيب عن المعادن والنفط، وذلك بأن يجروا تفجيراً صغيراً، على سطح الأرض، أو تحت سطحها بقليل، فترتدّ موجات الصوت، الناتجة من طبقات الصخور تحت الأرض، وتدلُّ طبيعة الصدى، والفترة الزمنية، التي تستغرقها الموجات لبلوغ السطح، على نوع الطبقة الصخرية الموجودة وسمكها، وبهذه الكيفية، يستطيع الجيوفيزيائيون تحديد موقع التشكيلات الصخرية، التي يحتمل أن تكون غنية بالمعادن أو النفط، وهناك جهاز، اسمه السونار يستخدم موجات الصوت، في الكشف عن الأجسام الموجودة تحت الماء، وتستطيع السفن الحربية، باستخدامه، تحديد مواقع غواصات العدو، كما تستخدمه قوارب الصيد، في الكشف عن تجمعات الأسماك.



الشكل(4): غرفة معزولة مخصصة لأبحاث الصوت

يسمى الصوت، الذي يكون تردده أعلى من مدى السمع البشري، الموجات فوق الصوتية، وهي تُستخدم في تنظيف الساعات والأجهزة الدقيقة الأخرى، وفي اختبار المعادن واللدائن ومواد أخرى، في المصانع، وفي تشخيص أورام الدماغ وأمراض الكبد، والكشف عن الحصى في الحوصلة الصفراوية والكُلى، وأمراض أخرى، كما تهيئ الموجات فوق الصوتية، وسيلة مأمونة، نسبياً، للوقوف على نمو الجنين.

وقد طوَّر العلماء والمهندسون عدة أجهزة، لتسجيل الصوت وإعادة إنتاجه، وتشمل هذه الأجهزة الميكروفون والسماعة (مكبر الصوت) والمضخِّم، ويحوّل الميكروفون موجات الصوت إلى إشارات كهربائية، تقابل نمط هذه الموجات، وتحوّل السماعة الإشارات الكهربائية، مثل تلك التي ينتجها الميكروفون، مرة أخرى، إلى صوت. أما المضخِّم، فيستخدم في معظم نُظُم إعادة إنتاج الصوت، لتقوية الإشارة الكهربائية، وتمكينها من تشغيل السماعة،

وتحتوي كل نُظُم الخطاب العام والمذياع والفوتوغراف والمسجل الصوتي والتليفزيوني، على الأقل، على مضخم واحد. وعند تسجيل الموسيقى، أنظر الشكل (5)، يعمد المهندسون، أحياناً، إلى إعداد تسجيلَين أو أكثر، من مكبرات صوت موضوعة في عدة أماكن، حول المصدر، فإذا شُغِّلت هذه التسجيلات معاً بطريقة صحيحة، لإعادة إنتاج الصوت، فإنها تعطي صوتاً مجسَّماً، وللصوت المجسَّم خصائص العمق والاتجاه، التي يتمتع بها الأصل، ولإعادة إصدار الصوت المجسم، عند الاستماع، يلزم أن يكون للجهاز مضخم وسمّاعة، لكل تسجيل على حِدة.

الشكل(5): أثناء عزف الأوركسترا - لاحظ وجود أدوات التسجيل الصوتي

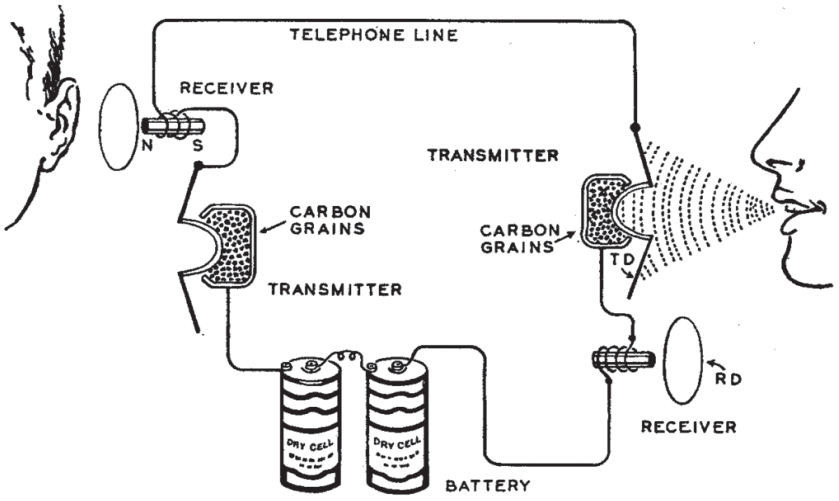
- **التسجيل الصوتي:** عملية تخزين الموجات الصوتية على هيئة معينه للحفاظ عليها، وتخزينها على ذواكر رقمية (SD Cards) أو شرائط مغناطيسية مثل شرائط الكاسيت أو اسطوانات بلاستيكية وغيرها.

وقد بدأت عملية التسجيل الصوتي منذ نشأتها بنظام التسجيل التناظري (Analogue) حتى بداية السبعينات من القرن العشرين، ثم أُدخلت طريقة التسجيل الصوتي بالنظام الرقمي (Digital) وفيما يأتي توضيح بسيط يبين كيف يعمل النظامين.

أولاً: النظام التناظري - Analogue System:

نظام يعتمد على الإشارة الكهرومغناطيسية في كل الأوامر والمعلومات أما في تكنولوجيا الصوت، فهو في معدات الصوت التسجيلية يحول الموجة الصوتية إلى إشارة كهرومغناطيسية ومن ثم يتعامل معها على ذلك الاعتبار.

مثال خطوط الهاتف القديمة:



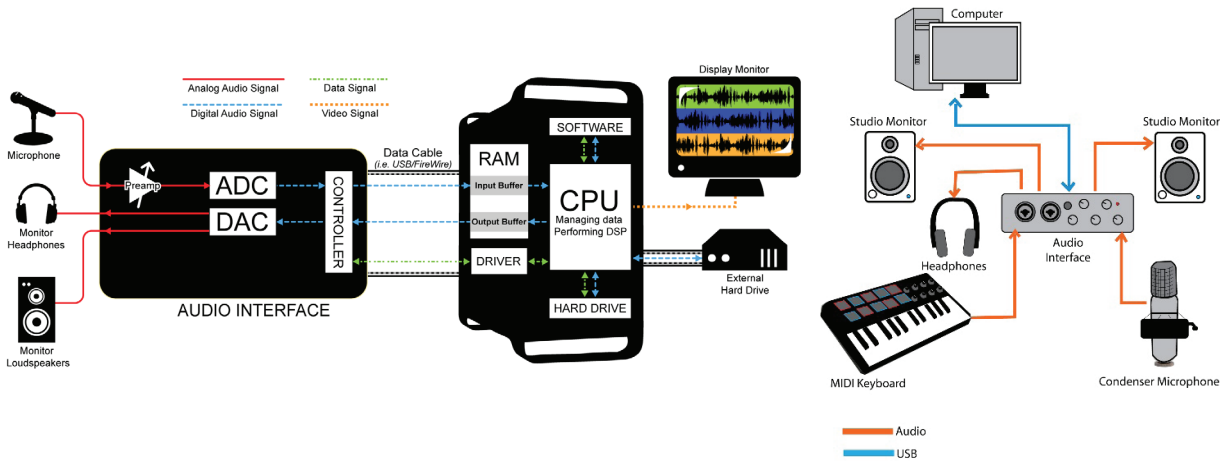
الشكل(6): نظام الهاتق الأرضي Analogue

يتم استقبال الإشارة الصوتية التناظرية عن طريق السماعة، حيث تتم عملية الفلترة للحصول على المعلومة الصوتية، وذلك من خلال مجموعة من المكثفات، والملفات، ثم يتم نقلها عبر خطوط الهاتف حتى تصل للطرف الآخرعن طريق السماعة، والتي تحولها من طاقة كهربائية إلى طاقة صوتية، كما يبين الشكل(6).

إذاً في النظام التناظري، المبين في الشكل (7) يتم تحويل الطاقة الفيزيائية(صوت) إلى طاقة كهربائية، التي تُعالج عن طريق مكثفات ومقاومات وملفات كهربائية، والتي تشكل جزءاً من دوائر إلكترونية، وتخرجها من الجهة الأخرى عن طريق محول يعيد الإشارة الكهربائية إلى طبيعتها كصوت.

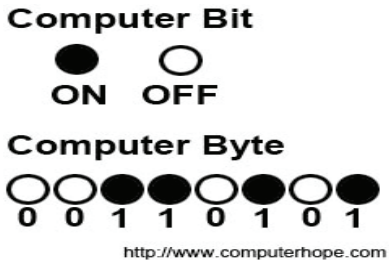
الشكل(7): أجهزة تسجيل صوتي تناظرية Analogue

ثانياً: النظام الرقمي- Digital System :



الشكل (8):Digital Sound Recording System

النظام الرقمي، كما يبين الشكل (8) هو نظام يتعامل مع الإشارات عن طريق الحاسوب أي عن طريق تحويل الإشارة الصوتية إلى رقمية تحمل القيم (0،1)، والنظام الرقمي تعبير يستخدم غالباً في الأجهزة التي تعتمد التوتر الكهربائي مُدخلا لها، وغالباً ما يشير للنظام الثنائي في العد المعتمد على القيمتين (0،1) كما يبين الشكل (9) وهو يختلف عن النظام التماثلي، والاختلاف بين النظامين الرقمي والتناظري يكمن في نوعية وهيئة الإشارة، من حيث سعتها أو قيمتها، وكذلك من حيث الزمن الذي تشغله، فالإشارة التماثلية يمكن أن تأخذ أي قيمة في زمن مستمر وغير متقطع بينما الإشارة الرقمية لا تأخذ إلا إحدى القيم المتعارف عليها في النظام ضمن أزمنة مستمرة أو متقطعة.



الشكل(9): تمثيل للنظام الرقمي

إن المجال الأوسع لاستخدام النظام الرقمي أو النظام الثنائي هو الحاسوب والأجهزة الإلكترونية بشكل عام، ويتم التعبير عن النظام الرقمي كهربائياً بوساطة النبضات الكهربائية غالباً حيث في النظام الرقمي المعتمد على النظام الثنائي يمكن تمثيل القيم كما يأتي:1 يوجد نبضة موجبة جهد كهربائي ذو قيمة محددة (5 فولت مثلا) لمدة محددة، (0 فولت) لا يوجد جهد لنفس المدة.

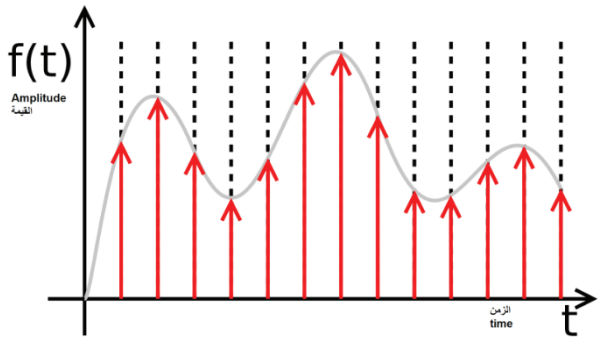
أيهما أفضل النظام التناظري أم النظام الرقمي:

قد نجد أن النظام التناظري أفضل لأنه يمكننا من إرسال كمية من المعلومات أكثر وبسهولة أكثر، ولكن مهلاً فالإشارة الكهربائية التي تمر في هذه الإلكترونيات معرضة للتشويش من المجالات المغناطيسية الموجودة في البيئة المحيطة مما يزيد كثيراً من احتمال حدوث أخطاء وهذه هي أهم مساوئ النظام التناظري، فمن الممكن مثلاً أن يرسل أحد المكونات إلى الآخر إشارة قيمتها نصف ولكن بسبب التشويش ربما تصل الإشارة 0.6 مثلاً. ولكن في النظام الرقمي إذا حصل خطأ في إرسال الرسالة فإن الحاسب ينتبه فوراً للخطأ ويصلحه، مثلاً إذا أرسل أحد المكونات إشارة قيمتها 1، وحدث بعض التشويش الذي جعل الإشارة 0.9 مثلاً فإن المكون الآخر سوف يفهم فوراً أن الإشارة أصلها 1 صحيح ويعتبرها كذلك وهكذا.

طريقة تحويل الإشارة التناظرية إلى إشارة رقمية:

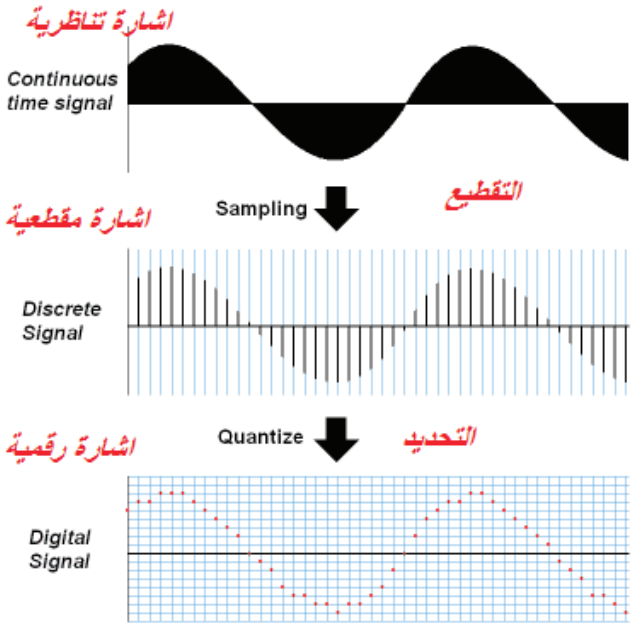
الإشارة التناظرية هى إشارة ممتدة لا نهائية على محوري الزمن والقيمة (Time and Amplitude Axis) والكمبيوتر لا يستطيع التعامل مع شيء لا نهائى فيحتاج أولاً إلى تحويله إلى إشارة مقطعة أو المسماة (Discrete Signal) ويتم ذلك عن طريق Analogue to Digital Converter (ADC) الذى يقوم بتحويل الإشارة التناظرية إلى إشارة رقمية ويتم التحويل من خلال نظام الـ (Sampling) أو الاقتطاع.

أخذ العينات Sampling:تخيل نفسك كاميرا تنظر إلى شخص متحرك بسرعة، وتفتح وتغلق عينيك بطريقة منتظمة كل ثانية مثلا، سوف تحصل على عدد من الصور لحركة الشخص تعبر عن حركته ولكن بصورة متقطعة هذه الخطوة تسمى الـ (Sampling) ، وهى بدقة الحصول على أجزاء من الإشارة متقطعة فى الزمن (Time) ولكن متصلة فى القيمة (Amplitude)، إذا قمنا بفعل هذه الخطوة على إشارة صوتية مثلا سوف نحصل على قيم للإشارة عن اللحظة الزمنية 1، و2، و3، و4،... وهكذا، كما يبن الشكل (10).



الشكل (10): إشارة تناظرية في أول مرحلة من Sampling

يتبقى مشكلة أخرى، ولمعرفة ما قيمة الإشارة عند اللحظة الزمنية 1، تجدها مثلا 15.46334 وعند اللحظة الزمنية 2، تجدها مثلا 17.45248 تجد هنا أن الزمن تم تقطيعه لكن القيمة (Amplitud) لا تزال متصلة أى لا تزال بقيم لا نهائية، وغير محددة مما يجعل التعامل معها عن طريق الكمبيوتر مستحيل، ويأتى هنا دور المرحلة الثانية فى الـ ADC والمسماة (Quantization) أو التحديد وهى تقوم بتقسيم الـ (Amplitude) إلى درجات (مثلا 1024 مستوى) إذا وقعت القيمة بين مستويين يتم تقريبها إلى قيمة أقرب مستوى لها، وبالتالى تحصل على تقسيم فى القيمة، والوقت أو عدم اتصال فى الزمن، وفى القيمة (Discrete In Time And Amplitude) وبهذا تصبح الإشارة إشارة رقمية (Digital Signal)، كما يبين الشكل (11).

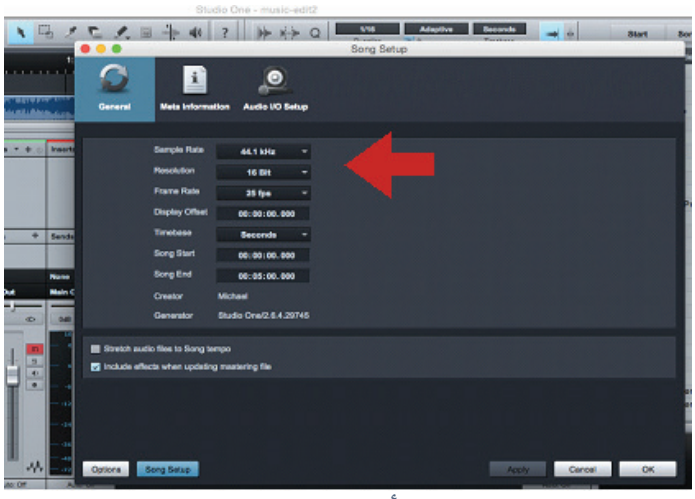


الشكل (11): مراحل تحويل الإشارة التناظرية إلى رقمية

ويمكن إدخالها على الحاسوب فى صورة أرقام، وإجراء عمليات مثل تكبيرها أو تصغيرها وغير ذلك، وهي أسهل فى التعامل من الإشارة التناظرية لأنها تتم عن طريق حسابات رقمية مثل الجمع، والضرب، والطرح وتعطى نفس تأثير المعالجة التناظرية، وبتكلفة أقل، ويتبقى بعد معالجتها رقميا خطوة عكسية تسمى Digital to Analogue Converter (DAC) وهى تقوم بتحويل الإشارة الرقمية التى تم معالجتها إلى إشارة تناظرية تقوم بالمرور على محول لإخراجها فى صورة تناظرية.

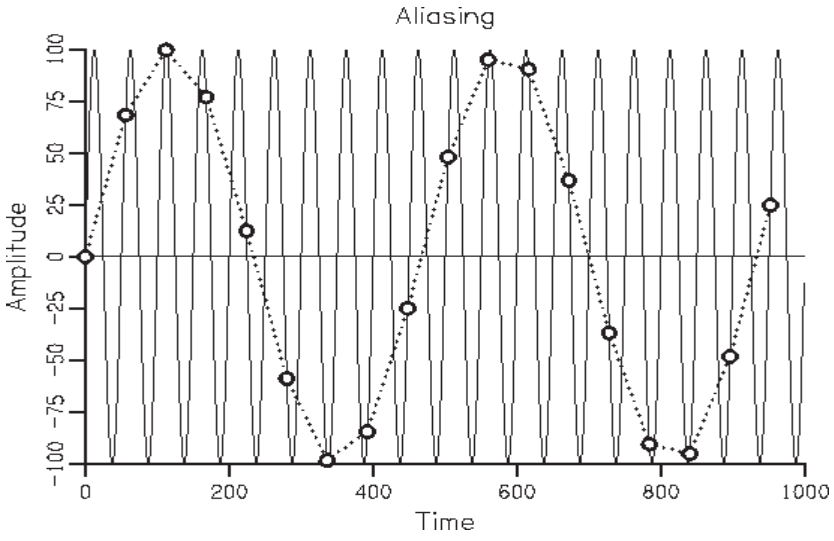
معدل أخذ العينات في النظام الرقمي - Sampling Rate:

يدعى عدد العينات المأخوذة في الثانية الواحدة بمعدل أخذ العينات، وهو عدد المرات التي يتحقق فيها الحاسوب من مكان الموجة الصوتية ويعطيها القيمة 0 أو 1 وتقاس بالهيرتز في الثانية، وهناك عدة قيم متعارف عليها في برامج الصوتيات وهي مثلاً 44100Hz أو 48000Hz ، وهذا يعني 48000 عينة صوتية في الثانية الواحدة كما يبين الشكل (12).



الشكل (12): معدل أخذ العينات Sampling Rate

يبين الشكل(13) كيف يقرأ الحاسوب في النظام الرقمي العينات من الإشارة الصوتية، حيث يعيد الحاسوب قراءة الموجات الصوتية بمعدل 44100 مرة في الثانية أو 48000 في الثانية مثلاً وهي سرعة عالية جداً، يتمكن الحاسوب من خلالها معرفة شكل الموجة، وكلما زادت عدد مرات التحقق من الموجة زادت دقة وجودة المادة الصوتية، وبالتالي زاد حجم الملف الصوتي، ومن المهم عند التعامل مع برامج الصوتيات أن يتم إدخال نفس القيمة لمعدل أخذ العينات لكل الملفات الصوتية في المشروع الواحد حتى لا يحدث أي خطأ في قراءة الحاسوب للمشروع الذي يتم العمل عليه.



الشكل (13): كيف يقرا الحاسوب الإشارة

نشاط: (4)

كثيراً ما نسمع عن المقارنات بين الأنظمة الرقمية (Digital) والأنظمة التناظرية (Analogue)، في الأنظمة الصوتية وتخزين البيانات الصوتية وحفظها، قم بالبحث واستنتاج الفروقات بين النظامين من حيث دقة حفظ وتخزين المعلومات والفرق في التكلفة عند استخدامهما، وأيهما الأقدر على تخزين المعلومات الصوتية لمدة أطول.

الأسئلة:

1- فسّر: أي النظامين أعلى جودة لإجراء التسجيل الصوتي، النظام التناظري أم النظام الرقمي؟
2- ما أشهر قيم معدل أخذ العينات (Sampling Rate)؟

التسجيلات الصوتية في عملية التعليم والتعلم:

أخذت الإذاعة مركزها المتميز بين جميع أجهزة الإعلام والتعليم، وساعد في ذلك اختراع أجهزة الراديو والمسجلات الصوتية، بالأحجام الصغيرة التي يمكن استخدامها في البيت والمصنع والسيارة، حتى أن حملها في جيب الإنسان أصبح شيئاً ممكناً ومألوفاً، كما أن مستمع الراديو والمسجل يستطيع ممارسة عمله اليدوي في المصنع أو المكتب أو قيادة السيارة، بينما لا يستطيع ذلك أثناء القراءة أو مشاهدة السينما والتلفزيون.

ومع الإحساس المتنامي للإنسان بأهمية الإذاعة وقدرتها على نشر الخبر وتعميم المعرفة والثقافة والفنون، تغيرت مفاهيمه القديمة التي كانت تعتبرها أداة ترفيه وتسلية إلى مصدر من أغنى مصادر التعليم والتثقيف.

(3-3) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: التسجيل الصوتي باستخدام مسجل الصوت (Sound Recorder)

وصف الموقف: طلب مدير المدرسة من طلبة تقنيات الصوت إجراء تسجيل صوتي لنشاط الإذاعة المدرسية الصباحي.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التّعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	• أجمع البيانات من مدير المدرسة عن: - نشاط الإذاعة المدرسية (مدته، وجود فقرات موسيقية، تنفيذ مونتاج للفقرات، التسجيل والأرشفة). • أجمع بيانات عن: • النظام الصوتي للإذاعة المدرسية (أجهزته ومعداته). • مدى جودة الصوت في السماعات.	• البحث العلمي. • المناقشة والحوار.	• وثائق: - طلب مدير المدرسة. - كتالوجات. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية خاصة بالموضوع ذات موثوقية. • حاسوب وتوابعه. • قرطاسيّة.
أخطّط وأقرّر	• أُصَنّف البيانات: (فقرات برنامج الإذاعة المدرسية). • أُحدّد خطوات العمل: - أضع مقترحات للطريقة الملائمة للتسجيل. - أدرس البدائل وتحديد نقاط الضعف والقوة. - أُحدّد خيارات بديلة للتسجيل الصوتي. - أعد خطة التنفيذ.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق) • العصف الذهني (استمطار الأفكار)	• وثائق: - برنامج الإذاعة المدرسية. • أجهزة ومعدات.

أُنفّذ	• أفحص جهاز التسجيل وأضبطه. • أُهيّئ الذاكرة الرقمية. • أفحص البطاريات. • أثبت جهاز التسجيل في الموقع المناسب أو أوصله مع المازج الصوتي إن وجد. • أُنفّذ التسجيل الصوتي. • أُنفّذ المونتاج وأحفظ الملف النهائي.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار.	• أجهزة ومعدات: - جهاز التسجيل الصوتي. - فلتر أو واقي الهواء. - وحدة المونتاج الصوتي تحتوي برامج المونتاج. - وصلات لربط جهاز التسجيل مع مازج الصوت إن وجد.
أتحقّق	• أتحقّق من جودة التسجيل. • أحفظ التسجيل بالصيغة المناسبة.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار. • أخذ رأي خارجي.	• حاسوب وأجهزة عرض. • نسخة نهائية من التسجيل على ذاكرة رقمية (Flash Memory) أو قرص مدمج.
أوثق وأقدّم	• أحفظ التسجيلات كاملة وأُأرشفها. • أعرض التسجيل الصوتي الذي تم إنجازه. • أستلم أية ملاحظات وأُعدلها. • أُسلّم نسخة نهائية لمدير المدرسة.	• التعلم التعاوني. • المناقشة والحوار.	• حاسوب وأجهزة عرض. • نسخة للأرشفة ونسخة نهائية للتسجيل الصوتي للإذاعة المدرسية.
أقوّم	• رضا مدير المدرسة عن التسجيل الذي تم إنتاجه. • مطابقة التسجيل الصوتي للمعايير العالمية.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• نشر التسجيل على صفحة المدرسة وملاحظة مدى التفاعل عليه.

نشاط: (1)

أُصَنّف الأدوات والأجهزة الصوتية ووسائط التسجيل الموجودة في المدرسة حسب طريقة عملها إلى (Analogue \ Digital).

أتعلّم

نصائح يجب اتباعها للحصول على تسجيل صوتي جيد

على الرغم من التطور الهائل في تقنيات الهندسة الصوتية، إلا أن بعض المشاكل الناتجة خلال تسجيل الصوت لاتزال عقبة يصعب حلها حتى الآن، لذا تعتبر الحكمة التي تقول: «درهم وقاية خير من قنطار علاج» مهمة في التسجيل الصوتي لأن الوقاية من المشاكل خلال مرحلة ما قبل الإنتاج تسهل العمل خلال المراحل اللاحقة، لنوضح الآن أهم النصائح للحصول على تسجيل صوتي ذو جودة عالية صالح للاستخدام في الإنتاج التلفزيوني أو الإذاعي.

أدوات تسجيل صوتي احترافية

أولاً: اختيار الميكروفون المناسب لطبيعة التسجيل المطلوب:

يعتبر الميكروفون الجيد في المكان الجيد من أهم العناصر التي تساعدنا على الحصول على تسجيل صوتي ذو جودة عالية، ويجب علينا اختيار النوعية التي تناسب طبيعة التسجيل الذي نريد، خاصة وأن التطور التكنولوجي اليوم

أوجد أنواعاً مختلفة من الميكروفونات التي تسهل أي نوع من أنواع التسجيلات الصوتية ومن أهمها:

- **Shotgun:** هذه الميكروفونات ذات الحساسية العالية تلتقط الأصوات المواجهة لها تماماً ولمسافات بعيدة، وتناسب التسجيلات عن بعد وعادة ما تكون داخل ذراع البوم مايك، ولكنها لا تناسب البيئات الصاخبة نظراً لحساسيتها.

الشكل (1): Shotgun

- **Wirelessmic**:الميكروفونات اللاسلكية وتناسب التسجيلات الحرة في المقابلات وغيرها، ولكنها تعاني من التشويش في بعض الحالات نظراً لضعف إشارة الراديو التي تبثها، وحاجتها الدائمة للبطارية من أجل الحصول على الطاقة.

الشكل (2): Wirelessmic

- **Handheld**: هذه الميكروفونات مناسبة جداً للتسجيلات التي تحتوي على حركة دائمة ويشيع استخدامها في المسارح والاحتفالات وغيرها، حيث تحافظ على جودة الموجة الصوتية مع حركة الأجسام.

الشكل (3): Handheld

- **Boundary (PZM)**:هذه الميكروفونات تناسب التسجيل في المقابلات الجماعية أو المؤتمرات وتمتاز بالقدرة على تقليل الضوضاء، ويتم تثبتها في العادة على سطح معين حتى انتهاء التسجيل.

الشكل (4): Boundary

- **Stereo Microphones**: هذه الميكروفونات تستطيع التقاط الصوت في كلا الاتجاهين اليمين واليسار وفق نظام Stereo.

الشكل (5): Stereo Microphones

- **Wired Lavalier:** ميكروفونات ربطة العنق كما يشيع تسميتها لأنها تربط على صدر الشخص المراد إلتقاط صوته، تمتاز بجودة جيدة ولكنها قد تتعرض للتشويش في حال تحركت الملابس كثيراً.

الشكل (6): Wired Lavalier

نشاط: (2) ابحث عن أنواع أخرى من الميكروفونات ذات استخدامات خاصة.

ثانياً: اختيار موقع التسجيل المناسب:

اختيار المكان المناسب لتسجيل الصوت مهم جداً للحصول على جودة تسجيل عالية، فيجب دائماً الابتعاد عن الأماكن التي تحوي أصوات غير مرغوبة والتي قد تحدث تشويشاً في الصوت، وما سيتم سماعه بعد التسجيل يختلف عما تسمعه الأذن، لأن الميكروفون يسجل كل ما يحدث حوله، لكن الدماغ البشري قد يستثني بعض الأصوات التي لا تهمه وكأنها غير موجودة، **بعض الشروط اللازم مراعاتها عند التسجيل:**

- يجب استخدام واقي الرياح في حال كان التسجيل في الخارج، لأن الرياح تتسبب في حدوث تشويش دائم داخل الميكروفون، خاصة إذا كانت هذه الرياح سريعة، وكذلك فإن الأمطار قد تتسبب في تشويش التسجيل الصوتي، أما في حال عدم تسجيلها، وقد تتسبب مياه الأمطار في تلف بعض الأجهزة ومعدات التسجيل.
- تحديد جهة تسجيل الصوت إن كانت منفصلة أو داخلية.
- يجب تحديد جهاز تسجيل الصوت هل هو ميكروفونات منفصلة عن الكاميرا، أو الميكروفونات الداخلية للكاميرا، لأن كل منها له خصائص وإمكانيات تختلف عن غيرها في قدراتها على التحكم في الموجة الصوتية.
- إطفاء كل الأجهزة الميكانيكية والكهربائية التي تصدر أصواتاً مرتفعة، ولا داعي لتسجيل صوتها.
- إغلاق الأبواب والنوافذ التي تتسبب في بعض الأصوات غير المرغوب بها.
- اختيار الوقت الأكثر هدوءاً في المكان لإجراء التسجيل.
- تنبيه فريق العمل للتوقف عن الحديث أو الحركة والتحلي بالهدوء أثناء التسجيل.
- ضبط مستوى الصوت بوحدة الديسبلdB إلى الصفر وجودته قبل التسجيل الرسمي.
- اختيار المكان المناسب للميكروفون، وتوجيهه نحو الشخص أو الجسم المراد تسجيل صوته.

- الانتباه لارتدادات موجات الصوت والصدى في الغرفة أو القاعة المراد التسجيل فيها، ويمكن استخدام بعض المواد التي تعزل الصوت.
- الانتباه لمستوى صوت الشخص أو الجسم المراد تسجيله فقد يتغير خلال التسجيل.
- الاحتفاظ بتسجيل احتياطي لضمان وجود تسجيل بديل في حال حدث أي خلل غير متوقع.

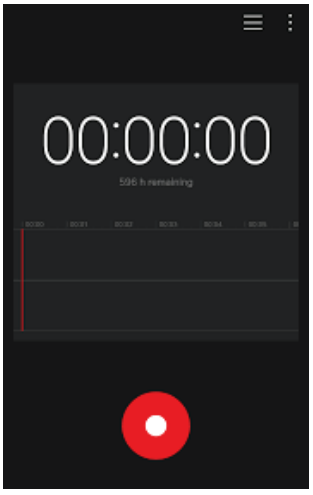
نشاط: (3)

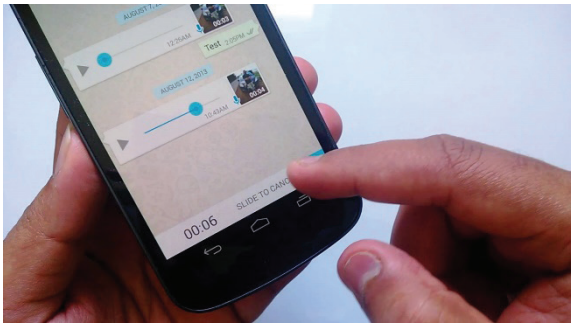
قم بتسجيل صوتي خارجي دون الاهتمام بنصائح التسجيل الصوتي الجيِّد، وأعيد التسجيل مرة ثانية بالاعتماد على نصائح التسجيل الصوتي الجيد، ولاحظ الفرق بين التسجيلين.

التسجيل الصوتي باستخدام الهاتف الذكي -Smartphone:

كان تسجيل مقطع صوتي بجودة عالية يحتاج الكثير من المعدات والتقنيات ذات التكلفة العالية، ومؤخراً أدى تطور تكنولوجيا صناعة الهاتف المحمول وصناعة الهواتف الذكية إلى سهولة وكفاءة استعمال الهاتف المحمول في عملية تسجيل الصوت، ومع انتشار التطبيقات الخاصة بالأجهزة الذكية، وباختيار المكان المناسب حيث تقل الضوضاء، فإن صاحب الموهبة الصوتية يستطيع التسجيل أينما كان، فهناك نقلة نوعية في حجم الجودة المدمجة في تصنيع هذه الهواتف والإمكانات الهائلة التي تضيفها التطبيقات الصوتية الخاصة بالتسجيل على المنتج الصوتي، وإن انتشار الإنترنت عبر الهاتف الذكي سهل على العاملين في مجال الاعلام والوسائط المتعددة نقل البيانات مثل التسجيلات، والرسائل الصوتية بكل سهولة ويسر.

لإجراء عملية تسجيل صوتي باستخدام الهاتف الذكي لن يلزم سوى التطبيق الخاص بالتسجيل الصوتي، الذي يأتي من الشركة المصنعة، من ضمن تطبيقات الأجهزة التي تعمل بنظام تشغيل Android أو أجهزة Apple التي تعمل بنظام تشغيلiOS، كما ويمكن استخدام تطبيقات خارجية للتسجيل الصوتي مثل واتس اب، لتسجيل رسائل صوتية يمكن تحميلها لاحقا لجهاز الحاسوب كما يبين في الشكل (7).





الشكل (7): تطبيقات التسجيل الصوتي للهواتف الذكية

لبدء التسجيل يجب الضغط على زر التسجيل في التطبيق، وعند الانتهاء من التسجيل يتم الضغط على زر التوقف.

نشاط: (4)

ابحث عن أشهر تطبيقات التسجيل الصوتي في الهواتف الذكية وأيهما أفضل لإجراء التسجيل الصوتي هل هو الميكروفون المدمج أم الميكروفون الخارجي.

تختلف أنواع الميكروفونات المدمجة في الهواتف الذكية أو الأجهزة الذكية الأخرى، باختلاف نوعية وجودة التقنيات والمواد المستخدمة في التصنيع، فلا يمكن الحكم بشكل دقيق أيهما أفضل، ولكن ينصح الاعتماد على ميكروفون خارجي في الأعمال الاحترافية، لذلك عند توصيل الميكروفون الخارجي بجهاز الهاتف الذكي، يجب التأكد من ارتداء سماعات الأذن لسماع التسجيل الصوتي بشكل سليم بعيدًا عن الضوضاء، ويجب العمل على تجهيز بيئة معزولة باستخدام المواد العازلة المتاحة في المكان، هذه التقنيات سينتج عنها إنتاجًا صوتيًا رائعا.

بعض أنواع الميكروفونات التي تعمل مع الأجهزة الذكية:

أ) **IK Multimedia iRig Mic**: الميكروفون (iRig) المحمول باليد، يعطي جودة صوت احترافية، سواء تم استخدامه للأجهزة الذكية العاملة بنظام التشغيل (iOS) أو (Android)، ويمكن وصله بأي حامل للميكروفونات في حال يلزم الأداء الصوتي حركة جسدية، ويوجد مع المايك وصلة من نوع (mini-jack)، وكابل بطول 2م، مما يوفر مسافة كافية لوصل المايك وتجهيز التطبيق الخاص بالتسجيل على الجهاز الذكي، كما يبين الشكل (8 - أ).

ب) **Blue Spark Digital & Blue Mikey Digital**: يعتبر الخيار الأمثل للأجهزة الذكية العاملة بنظام التشغيل (iOS)، حيث تم تصنيعه خصيصًا لها، فهو بالتالي لا يعمل على الأجهزة العاملة بنظام التشغيل(Android)، ويعتبر ميكروفون كامل الخصائص، بينما يأتي تصميم (Mikey Digital) على شكل كبسولة مغلفة مرتبطة بموصل خاص بنظام (iOS) من نوع(30 - pin)، الأمر الذي يحوّله إلى ميكروفون، مصمم بحيث يستطيع الدوران بدرجة 230 درجة، ويسجل بنظام ستيريو.

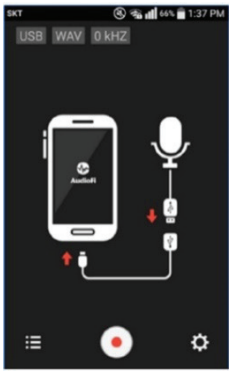
(أ) (ب)

الشكل (8)

ج **Apogee Microphone:** قامت شركة (Apogee) بتصنيع ميكروفون لاستخدامه في أجهزة iPhone - iPad - MAC computer بحيث يعطي جودة صوت عالية، في مساحة التقاط قلبية الشكل(cardioid) فلإجراء التسجيل الصوتي يجب البحث عن مكان مناسب، والتسجيل للحصول على نتائج احترافية للتسجيل.

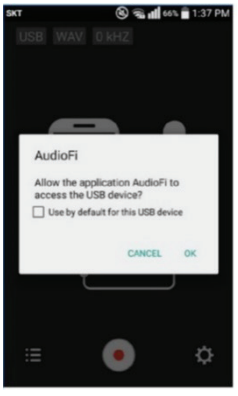
كيف يتم التسجيل الصوتي باستخدام الهاتف الذكي وميكروفون خارجي؟

1. في البداية يلزم تطبيق يدعم توصيل ميكروفون خارجي، ثم تنزيل تطبيق أوديوفاي مثلا من متجر أندرويد، بمجرد تنزيل التطبيق، يجب التأكد من وجودميكروفون خارجي.
2. النقر فوق زر التسجيل، ويتم التوجيه إلى شاشة أخرى، ويطلب التطبيق توصيل ميكروفونUSB الخاص بهواتف أندرويد كما يبين الشكل (9).



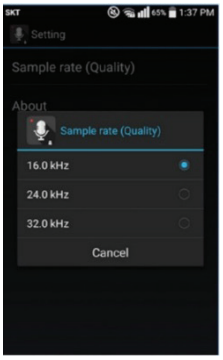
الشكل (9): توصيل المايك

3. بمجرد توصيل الميكروفون عن طريق وصلة (USB) ،سوف يطلب البرنامج الإذن بتفعيل الميكروفون، يجب النقر على موافق، وتظهر شاشة أخرى، تعني أن الميكروفون قد تم توصيله بنجاح، وتطبيق أوديوفاي جاهز لتسجيل الصوت باستخدام ميكروفون (USB)، كما يبين الشكل(10).



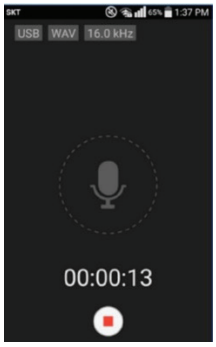
الشكل (10): توصيل المايك باستخدام USB

4. يمكن تغيير معدل أخذ العينات للصوت (Sampling Rate) بالانتقال إلى إعدادات التطبيق، كما يبين الشكل (11).



الشكل (11): اعدادات التطبيق

5. بالنقر فوق زر أوديوفاي، سوف يبدأ التسجيل، وباتباع تلك الخطوات البسيطة يمكن تسجيل الصوت أو حتى مكالمات الهاتف باستخدام التطبيق، كما يبين الشكل (12).

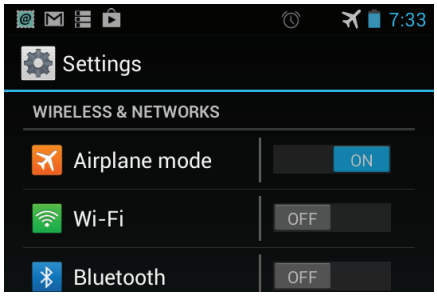


الشكل (12): تسجيل الصوت

أهم النصائح حول كيفية الحصول على أفضل نوعية ووضوح صوت عند التسجيل عبر الهاتف المحمول:

أولاً: التأكد أن بطارية الجهاز مشحونة بما فيه الكفاية لتغطية مدة التسجيل الصوتي.

ثانياً: تغيير نمط الهاتف إلى نمط الطيران (Airplane mode) قبل القيام بأي تسجيل حيث تفيد هذه الخطوة بعزل الهاتف عن أي شبكة هاتف أو إنترنت متصل بها، حتى لا يتصل أي شخص ويقطع عملية التسجيل الصوتي كما يبين الشكل (13).



الشكل (13): نمط الطيران

ثالثاً: الوقوف على مسافة ثابته من الهاتف المحمول: إن المسافة بين الفم والجهاز تحدّد جودة ووضوح التسجيل الصوتي، وقد لا نحتاج إلى إضافة ميكروفون خارجي لجعل الصوت أكثر وضوحاً، فاستعمال الميكروفون الداخلي الخاص بالهاتف المحمول يفي بالغرض المطلوب للتسجيل الصوتي في معظم الأحيان، ويجب حمل وتثبيت الجهاز بعيداً عن الفم مسافة (30 سم) للحصول على نتائج ذات جودة عالية.

رابعاً: التسجيل في مكان هادئ أو ممتّص للأصوات: من المهم التسجيل في مكان عازل للضوضاء أو الأصوات غير المرغوب فيها، مثلا إن كان مكان التسجيل هو السيارة فيجب تغليف السيّارة من خلال مواد عازلة مثل قطع الاسفنج، او تثبيت قطع قماش أو بطانيات واستخدامها لتغليف الزجاج الأمامي وشبابيك السيّارة الأخرى، بالإضافة إلى ذلك يمكن وضع وسادة أو معطف حول الرأس عند التسجيل، ومن الضروري جداً التأكّد من وجود أرضية ممتصة للصوت والضوضاء بدلاً من نشرها.

خامساً: الحذر من تشويش الهواء والرياح: إن الهواتف المحمولة الذكيّة حساّسة جداً في التقاط صوت الهواء، لتجنّب تشويش الرياح أو عند تغير الطقس، استخدام ميكروفون خارجي مع واق للرياح (Filter) ومحاولة الوصول لمكان بعيد أو عازل عن اتجاه الرياح أو الوقوف باتجاه معاكس لاتجاه الرياح فهو أمر فعّال في قطع سبيل أي ضجّة يمكن أن تسجَّل وتفسد التسجيل الصوتي. وهي طريقة جيدّة وغير مكلفة لتحسين نوعية الصوت.

الشكل (14): مذياع تناظري Analogue Radio Device

أسئلة الوحدة النمطية الثالثة

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

1 - ما وحدة قياس شدة ومستوى الصوت؟

أ. هيرتز Hz　　ب. أمبير　　جـ. ديسيبل dB　　د. Gain

2 - ما وحدة قياس معدل أخذ العينات Sampling Rate؟

أ. هيرتز Hz، كيلو هيرتز KHz　　ب. Frequency　　جـ. ديسيبل dB　　د. متر/ ثانية

3 - أي الملفات الآتية ليست من صيغ حفظ ملفات الصوت Audio File Format؟

أ. Mp2　　ب. MP4　　جـ. mp3　　د. wav

4 - ما الرقم العشري المكافئ للرقم الثنائي (10101101) ؟

أ. 255　　ب. 177　　جـ. 173　　د. 1013

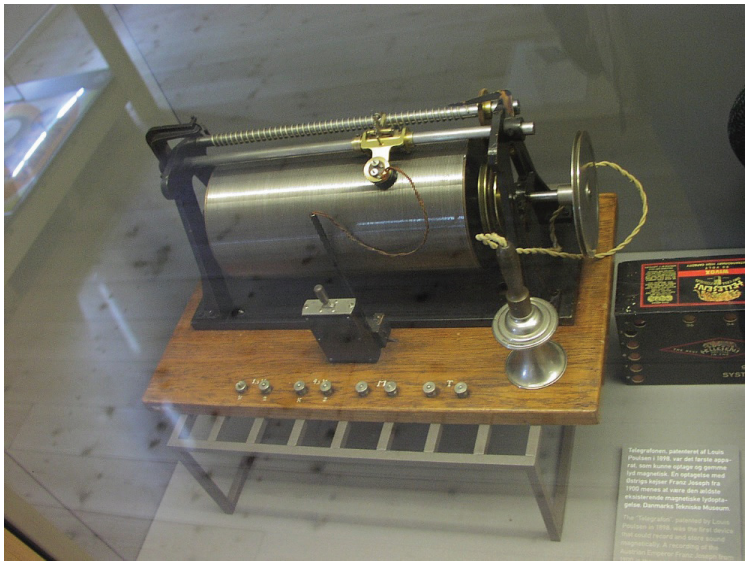
5 - أي الميكروفونات الآتيةالتي تثبت على الملابس في المقابلات، و تتميز بجودة عالية جدا وأداء ممتاز؟

أ. Shotgun　　ب. Nick Mic　　جـ. Dynamic Mic　　د. Boom Mic

6 - ماذا سمى المهندس الدنماركي فالديماربواسن جهاز تسجيل الصوت مغناطيسياً الذي اخترعه عام 1898 الموضح في الصورة؟

أ. جرامافون Gramaphone　　ب. التيليجرافون Telegraphone

جـ. ميكروفون Microphone　　د. فونوجراف Phonograph



السؤال الثاني: وضّح النصائح الآتية المتبعة للحصول على تسجيل صوتي جيد:

1- اختيار الميكروفون المناسب للتسجيل الصوتي.
2- اختيار الموقع المناسب للتسجيل الصوتي.
3- اختيار الوقت المناسب للتسجيل الصوتي.
4- استخدام واقي الرياح.

السؤال الثالث: «إن استخدام الميكروفونات اللاسلكية أثناء التسجيل قد يسهل العمل»:

1- ما أهم مميزاتها؟
2- ما المخاطر والمعيقات التي قد تمنع استخدامها؟

السؤال الرابع: وضح ما المقصود بالمصطلحات IVR و ADC و DAC ولماذا يستخدم كل منها؟

السؤال الخامس: أيهما تفضل حفظ التسجيل الصوتي على وسيط تناظري Analogue أم على وسيط رقمي Digital media ولماذا؟

السؤال السادس: عند تسجيلك للإذاعة المدرسية، ما أفضل الأدوات والتقنية لإجراء التسجيل؟

دراسة حالة: نفذ خطوات الموقف الآتي كاملةً:

طلب المشرف المسؤول من طلبة تقنيات الصوت تسجيل مقابلة ميدانية على جهاز التسجيل، باستخدام نوعين مختلفين من الميكروفونات (**مكثف، ديناميكي**).

مشروع الوحدة

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة وأنشطتها، قم بتسجيل صوتي لأحد المشاريع الآتية واعرضه أمام زملائك:

- للإذاعة المدرسية.
- للرد الآلي لشركة أو مؤسسة تعرفها.
- للنشرة أخبار إحدى الإذاعات.
- للبيئة سوق شعبي (سوق الخضار).

مع مراعاة اتباع خطوات تنفيذ المشروع من حيث:
اختيار المشروع، وخطة المشروع، وتنفيذ المشروع، وتقويم المشروع.

الوَحْدة النمطيّة الرّابعة

المونتاج والمكساج الصوتيّ (Sound Editing)

أتأمّلُ، ثمّ أُناقشُ:

عدّد أسماء أشهر البرامج التي يمكن من خلالها تنفيذ المونتاج الصوتيّ.

يُتوقّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على مونتاج الصوت، باستخدام برامج المونتاج الصوتيّ، وذلك من خلال تحقيق الآتي:

1. إتقان تنفيذ المونتاج الصوتيّ لمختلف الإنتاجات الصوتيّة، للحصول على إنتاجات ذات جَودة عالية.
2. إتقان استخدام تقنيّات وبرامج المونتاج الصوتيّ والإبداع فيه، وفهم مصطلحاته ومفاهيمه والعمل بها.

الكفايات المِهْنيّة:

الكفايات المتوقّع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحْدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً: الكفايات الحرفيّة:

1. استخدام تقنيّات المونتاج الصوتيّ وبرامجه وأدواته.
2. إتقان العمل على برامج المونتاج الصوتيّ.
3. فحص جَوْدة المونتاج الصوتيّ وخلّوه من العيوب.
4. تمييز الأخطاء الشائعة التي قد تحدث عند المونتاج الصوتيّ، وطرق الوقاية لمنع حدوثها.
5. مونتاج التقرير الإذاعيّ الإخباريّ.
6. مونتاج الإعلان الإذاعيّ، واستخدام عدّة تأثيرات ومحسّنات صوتيّة (Sound Effects).
7. مونتاج باستخدام الهاتف الذكيّ.

ثانياً: الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1. التفكير الإبداعيّ والابتكار.
2. احترام المهنة وفريق العمل.
3. الأمانة والصدق.
4. الدقّة وتنظيم الوقت.
5. التعامل بمصداقيّة ومهنيّة.
6. الاستعداد للإفادة من ذوي الخبرة.
7. الاتّصال والتواصل الفعّال.
8. التكيّف المَرِن الإيجابيّ.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة:

1. المناقشة والحوار.
2. البحث العلميّ.
3. العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
4. التعلُّم التعاونيّ.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

1. التقيُّد بالأنظمة والإرشادات المتعلّقة بالسلامة المِهْنيّة.
2. الاستخدام الآمن للأجهزة، والأدوات، والمُعَدّات المستخدمة في المونتاج الصوتيّ.
3. ارتداء الزيّ الرسميّ لفنّي مونتاج الصوت.
4. الاهتمام بالصحّة والنظافة الشخصيّة.
5. المحافظة على نظافة مكان العمل وأدواته.
6. الانتباه إلى قوابس الكهرباء وتمديداتها عند توصيل الأجهزة.

(1-4) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: التعرف إلى مبادئ المونتاج الصوتيّ من خلال برنامج (Audacity)

وصف الموقف: طلب رئيس قسم الصوتيّات، من تقني الصوت عمل مونتاج لمقطع صوتيّ، باستخدام برنامج المونتاج أوداسيتي(Audacity).

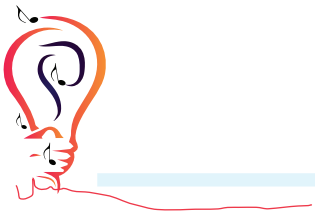
العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التّعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من رئيس قسم الصوتيّات عن: - محتوى الملفّ المطلوب عمل المونتاج له. - مدّة المقطع الصوتيّ المطلوب. - بداية المقطع المطلوب ونهايته. - أيّة تأثيرات إضافيّة مطلوبة. • أجمع بيانات عن: - مبادئ المونتاج الصوتيّ ومفاهيمه ومصطلحاته. - مراحل المونتاج الصوتيّ وآليّة تنفيذه. - معايير اختيار معدّات، وبرامج وحدة المونتاج. - آليّة عمل البرنامج الصوتيّ Au-dacity.	• البحث العلميّ. • المناقشة والحوار. • الدراما.	• وثائق: - طلب رئيس قسم الصوتيّات. - نسخة رقميّة من الملفّ الصوتيّ. • الإنترنت: - صفحات إلكترونيّة خاصّة بالموضوع ذات موثوقيّة. • حاسوب، وسمّاعات. • قرطاسيّة.

أخطّط وأقرّر	• أُصنّف البيانات: - نوع الملفّ الصوتيّ. - مراحل المونتاج المطلوب. • أُحدّد خطوات العمل: - أجهّز الأدوات اللازمة لتنفيذ المونتاج، وَفق المطلوب. - أُعِدّ خطّة التنفيذ.	• المناقشة والحوار. • التعلُّم التعاونيّ (العمل ضمن فريق).	• وثائق: - طلب رئيس قسم الصوتيّات. - نسخة رقميّة من الملفّ الصوتيّ. • الإنترنت: - صفحات إلكترونيّة خاصّة بالموضوع ذات موثوقيّة. • حاسوب، وسماعات. • قرطاسيّة.
أنفّذ	- أُحمّل البرنامج من الموقع الخاصّ به. - أُقوّم بتشغيل البرنامج الصوتيّ. - أنسخ الملفّ الصوتيّ إلى جهاز الحاسوب. - أفتح الملفّ الصوتيّ باستخدام برنامج الصوت Audacity. - أقطع البداية والنهاية المناسبة. - أضيف Fade In/Fade out المناسبة. - أركّب التأثيرات الصوتيّة المطلوبة، وأضبطها. - أُحدّد المقطع المطلوب للإخراج النهائيّ على شكل ملفّ صوتيّ، بصيغة (mp3،wav). - عقد جلسة مع رئيس قسم الصوتيّات، للاتّفاق على التعديلات المطلوبة وتنفيذها - أخذ رأي خارجيّ. - أُصدر المشروع على شكل ملفّ صوتيّ بالصيغة المطلوبة (mp3،wav) نسخة نهائيّة.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار. • العصف الذهنيّ.	• وثائق: - طلب رئيس قسم الصوتيّات. - نسخة رقميّة من الملفّ الصوتيّ. • الإنترنت: - برنامج المونتاج الصوتيّ. • وحدة مونتاج صوتيّ.

أتحقّق	- أتحقّق من: - أتحقّق من صحّة التعريفات والمصطلحات المتعلّقة بالمونتاج الصوتيّ. - أتحقّق من آليّة تنفيذ مراحل المونتاج الصوتيّ. - معايير اختيار معدّات وبرامج وحدة المونتاج. - تركيب التأثيرات المطلوبة. - جَودة الملفّ الصوتيّ النهائيّ، ومناسبة مدّته. - آليّة تنفيذ المونتاج المطلوب ضمن المعايير.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• حاسوب، سمّاعات، طابعة.
أوثّق وأقدّم	• أُوثّق البيانات الخاصّة بالمشروع من حيث: - المعلومات الخاصة بمبادئ المونتاج الصوتيّ، ومفاهيمه، ومصطلحاته، ومراحله. - ملفّ المشروع النهائيّ، ومشروع العمل (Source Project). • أعرض الملفّ الصوتيّ على جهاز عرض. • أُعدّ ملفًا للحالة باسم « المونتاج الصوتيّ». • أُرسل الملفّ الصوتيّ النهائيّ لرئيس القسم عبر البريد الإلكترونيّ.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• حاسوب وأجهزة عرض. • ملفّ للحالة.
أقوّم	• رضا رئيس قسم الصوتيّات عن المونتاج الذي تم عمله. • مطابقة الملفّ الصوتيّ النهائيّ للمعايير العالميّة. • مدى سرعة وفعاليّة البرنامج الصوتيّ في تنفيذ العمل.	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ.	• وثائق: - طلب رئيس قسم الصوتيّات. • الإنترنت: - صفحات إلكترونية موثوقة، تخصّ معايير ومواصفات المونتاج الصوتيّ.

الأسئلة:



١. ما مميّزات برنامج المونتاج الصوتيّ Audacity؟
٢. ما أكثر الأدوات التي يتكرّر استخدامها أثناء عمليّة المونتاج؟
٣. ما الصيغ الأشهر للتصدير النهائيّ للمشروع بعد إتمام عمليّة المونتاج؟

مبادئ المونتاج الصوتيّ وبرامجه

نشاط: (1)

ابحث عن المجالات التي يُستخدم فيها المونتاج الصوتيّ.

مفهوم المونتاج الصوتيّ - Sound Editing:

هناك العديد من التعريفات التي توضّح مفهوم المونتاج الصوتيّ، حيث يمكن تعريفه بأنّه الفنّ المتعلّق بإنتاج موادّ سمعيّة ذات مضمون، وفيها تشويق وإثارة، وذلك بعد تنفيذ عمليّات التنقيح، والمعالجة، والمزج على الأصوات المسجّلة أو الأصوات الخام، وبعبارة أخرى، يُعدّ المونتاج مَهمّة ضروريّة لتحسين ورفع جَودة الإنتاجات الصوتيّة. وهو إحدى العمليّات الرئيسة التي تبني المشروع بأكمله، فلا يمكن تصوُّر إنتاج صوتيّ شائق وجذّاب، ويبهر المستمعين دون إجراء عمليّة المونتاج عليه.

ولتقديم منتج صوتيّ احترافيّ يلزم تسجيل أصوات ذوي الأداء الصوتيّ الجيّد، ومن ثمّ تطبيق المهارات المتعلّقة بالمونتاج الصوتيّ على التسجيل.

مراحل المونتاج لإخراج منتج صوتيّ عالي الجودة:

- **أوّلاً:** تنظيف التسجيل الصوتيّ وتنقيته؛ أي حذف الأخطاء، والإعادات، وكتم الصوت غير المرغوب.
- **ثانياً:** معالجة وضبط مستوى وشدّة الصوت.
- **ثالثاً:** تحسين الصوت وإضافة التأثيرات الصوتيّة (Sound Effects).
- **رابعاً:** إضافة الموسيقى المناسبة، وعمل المكساج النهائيّ.

مصطلحات مهمّة في عالم الصوتيّات:

- **الهندسة الصوتيّة - Sound Engineering :** فهم كامل للصوت، والأجهزة، والمعدّات، والبرامج، والمعايير، والمصطلحات الصوتيّة، التي تُستخدم في عمليّات التسجيل والمونتاج والمكساج.
- **تصميم الصوت - Sound Design:** عمليّة توليد وتسجيل وتعديل في خصائص الصوت، وقد يُستخدم تصميم الصوت في عدد كبير من المجالات والتخصّصات في حياتنا العامّة، منها: صناعة الأفلام، والإنتاج التلفزيونيّ، والمسرح، وتسجيل الصوت والإنتاج الصوتيّ، والأداء الحيّ في الميدان، ومرحلة ما بعد الإنتاج الصوتيّ، وفي العمل الإذاعيّ، وألعاب الفيديو.
- **المونتاج - Editing:** عمليّة تتمّ بعد تسجيل الصوت أو الصورة في حاله مونتاج الفيديو والأفلام، وهي عمليّة القصّ، وترتيب المقاطع أو تكرارها، أو إضافة مقاطع، أو موادّ معيّنة، أو حذفها، أو إزالة الأخطاء منها، أو التعديل عليها في المشروع.
- **المكساج - Mixing:** دمج أو مزج الصوت بين قنوات عديدة (Tracks)، تحتوي أصواتاً وموسيقى ومؤثّرات وأداء، بِنِسب تريح المستمع، ولا تطغى على بعضها، لتصبح كلّ عناصر العمل واضحة، وتُعطي التأثير المطلوب دراميّاً وإدراكاً.
- **المؤثّرات الصوتيّة - Sound Effects:** تُعرف بصفة عامّة أنّها صوت الطبيعة ولغتها المسموعة، بما فيها من جماد، وأشياء ثابتة، أو متحرّكة، أو أصوات الحيوانات والطيور، والأصوات المحدثة بفعل الانسان.

الإخراج في الإنتاجات الصوتيّة - Audio Directing: رؤية للشكل النهائيّ للعمل، من حيث: حدّته، أو نعومته، أو تسلسله، أو التداخل والمزج بين مواضيعه، وقد يقوم بالإخراج مهندس الصوت، أو ينفّذه بتوجيهات من مخرج العمل، أو المنتج ضمن معايير أو رؤية معيّنة.

المونتاج الصوتيّ للإنتاج المرئيّ:

تكون عمليّة المونتاج في كثير من الأحيان مرتبطة بإنتاج مواد مرئيّة، تحتوي على الصوت والصورة معاً، فيتمّ في عمليّات المونتاج التلفزيونيّ ما يأتي:

1. إدخال الموادّ الخام (الصور، والفيديو، والأصوات قبل المونتاج) إلى وحدة المونتاج، حيث يقوم بعدها مسؤول المونتاج بعمل ما يُسمّى المونتاج الأوّليّ(Rough Cut) ، وفيها يتمّ تجميع اللقطات التي يُراد العمل عليها بشكل سريع، وتنزيلها على منطقة العمل (Time line).
2. تحسين المونتاج من خلال إضافة القطع (Cut/Split) المناسب بين اللقطات، وترتيبها، وإضافة الانتقالات (Transitions) للوصول إلى المونتاج النهائيّ (Fine Cut).

ويختلف مونتاج الأفلام الوثائقيّة عن مونتاج الإعلانات، أو الأفلام الدراميّة بشكل واضح، إذ إنّ بناء الصوت يتمّ من خلال المزج ما بين التعليق الصوتيّ والأصوات الطبيعيّة المصاحبة للصورة في الأفلام الوثائقيّة، بينما يرتكز على أصوات الحوار في الأفلام الدراميّة، وتُعدّ عمليّة مزج الصوت (Audio Mixing) من أهمّ مراحل ما بعد الإنتاج (Post Production).

آليّة المونتاج الصوتيّ:

① مزج الصوت - Audio Mixing:

تأتي عمليّة مزج الصوت بعد الانتهاء من مونتاج اللقطات أو الصورة، حيث يتمّ عمل قفل (lock) عليها، وعندها يكون هنا متسع من الوقت للعمل على الصوت من خلال التحكُّم في مستويات الصوت، وإزالة الأخطاء التقنيّة في الحوار أو التعليق (voiceover)، ووضع بعض التفاصيل في الصوت؛ كإضافة الخلفيّات، أو المؤثّرات الصوتيّة، وهي أصوات مرافقة قد تبيّن الزمن، مثل: صوت صياح الديك الذي يدلّ على وقت الصباح، أو صوت عواء الذئب الذي يدلّ على الخطر، وفي المرحلة النهائيّة تتمّ إضافة وتعديل التأثيرات(Sound Effects) للتعبير عن المعنى، أو المضمون للمشروع، وكذلك موازنة (Balance) الصوت في جميع مراحل الإنتاج.

② إضافة التأثيرات الصوتيّة - sfx - Adding Sound Effects:

تتطلّب إضافة التأثيرات الصوتيّة الكثير من الوقت، ولكن قبل إضافة(sfx) يجب إنجاز العمل الأساسيّ، والانتهاء من ترتيب الحوارات، أو الجمل التي تمّ تسجيلها في الأستوديو، والتأكّد من خلوّها من الأخطاء، وأنّ اللفظ فيها سليم، بعد ذلك العمل على إضافة التأثيرات المناسبة، وهي محسّنات يجب إضافتها للمشروع، فكما هو الحال عند إضافة التصحيح اللونيّ لتحسين الصورة مثلاً، هناك الكثير من التأثيرات التي يمكن إضافتها لتحسين الصوت، ولو أصغيت بشكل جيّد إلى أحد تسجيلات القرآن الكريم أو بعض الأناشيد، فإنه يُلاحَظ وجود صدى، أو تردّدات للصوت يُضفي عليه جماليّة، واستحسان المستمعين، وهناك العديد من التأثيرات الصوتيّة الأخرى التي تأتي على شكل قوائم، يمكن إضافتها من خلال برامج المونتاج الصوتيّ، ومن أشهرها ما يقوم بتخفيف التشويش، أو الضوضاء (Noise Reduction)، أو يقوم بتنغيم الصوت؛ أي ترقيق أو تغليظ الصوت (Equalizing)؛ وذلك لتحسين صوت المغنّي قبل أن يدمج صوته مع الموسيقى، عند عمل أغنية على سبيل المثال.

تطوُّر مهنة المونتاج الصوتيّ:

تطوّرت عمليّة المونتاج الصوتيّ؛ بسبب الحاجة إلى إصلاح التسجيلات الصوتيّة غير المكتملة، أو غير المألوفة، أو الفنّيّة، وأصبحت على مدار عقود من الزمان مهنة ترتكز عليها حرفة صناعة أصوات شائقة وجذّابة، فيقوم مهندسو الصوت بتنفيذ الأهداف الجماليّة لتصميم الأصوات التي تتناسب مع الصورة، أو الحركة للمشروع المطلوب، سواء كان إعلاناً، أو فيلماً، أو غير ذلك، ويُعدّ فنّي المونتاج الصوتيّ مهنيّاً مبدعاً مسؤولاً عن اختيار التسجيلات الصوتيّة وتجميعها؛ استعدادًا لمزج الصوت النهائيّ لمشاريع، مثل: فيلم وثائقيّ، أو برنامج تلفزيونيّ، أو لعبة فيديو، أو أي إنتاج ينطوي على صوت مسجّل، أو صناعيّ.

أدوات المونتاج:

تتمّ معظم أعمال المونتاج من خلال استخدام الحاسوب (وحدات المونتاج Work Stations)، وعلى الرغم من وجود خيارات أخرى تبدو مثيرة للاهتمام، مثل: المونتاج باستخدام الهواتف الذكيّة (Smart phones)، أو مِنصّات العمل الاحترافيّة، إلّا أنّنا سنتعلم المونتاج الصوتيّ بشكل أساسيّ، من خلال أجهزة المونتاج الأكثر انتشاراً، وهي الحواسيب، وعندما يتعلّق الأمر باختيار أدوات المونتاج الصوتيّ المناسبة، فإنّ الأمر يرجع إلى اختيار البرنامج المناسب، والجهاز الأفضل.

معايير اختيار معدّات المونتاج الصوتيّ وبرامجه:

1. **التكلفة:** من أهمّ العوامل التي تحدّد اختيار النظام الخاصّ بالمونتاج الصوتيّ، حيث إن بعض البرامج قد تكون مجّانيّة، إلّا أنّ برامج أخرى احترافيّة قد تصل تكلفة شرائها إلى آلاف الدولارات.

2. **الاستقرار:** في أيّ نظام عمل، تحدث أعطال قد تكون بسيطة، وحلّها سريع، أو معقدة تأخذ وقتاً أطول لتجاوزها، هذا ينطبق على قدرة جهاز الحاسوب، وبرنامج المونتاج الصوتيّ كنظام قادر على إنجاز العمليّات الحسابيّة المعقّدة التي تتمثّل في تركيب التأثيرات الصوتيّة، ومعالجة الصوت في المشروع الذي قد يحتوي على العديد من الملفّات والقنوات، إنّ المعرفة بقدرة النظام المستخدم للمونتاج الصوتيّ، ومدى الاعتماد عليه تختصر الكثير من المشاكل والوقت، وتعمل على الإنجاز السريع، خاصّةً في المشاريع الكبيرة؛ ولذلك يُفضّل دائما الاعتماد على وحدات المونتاج (Work Stations).

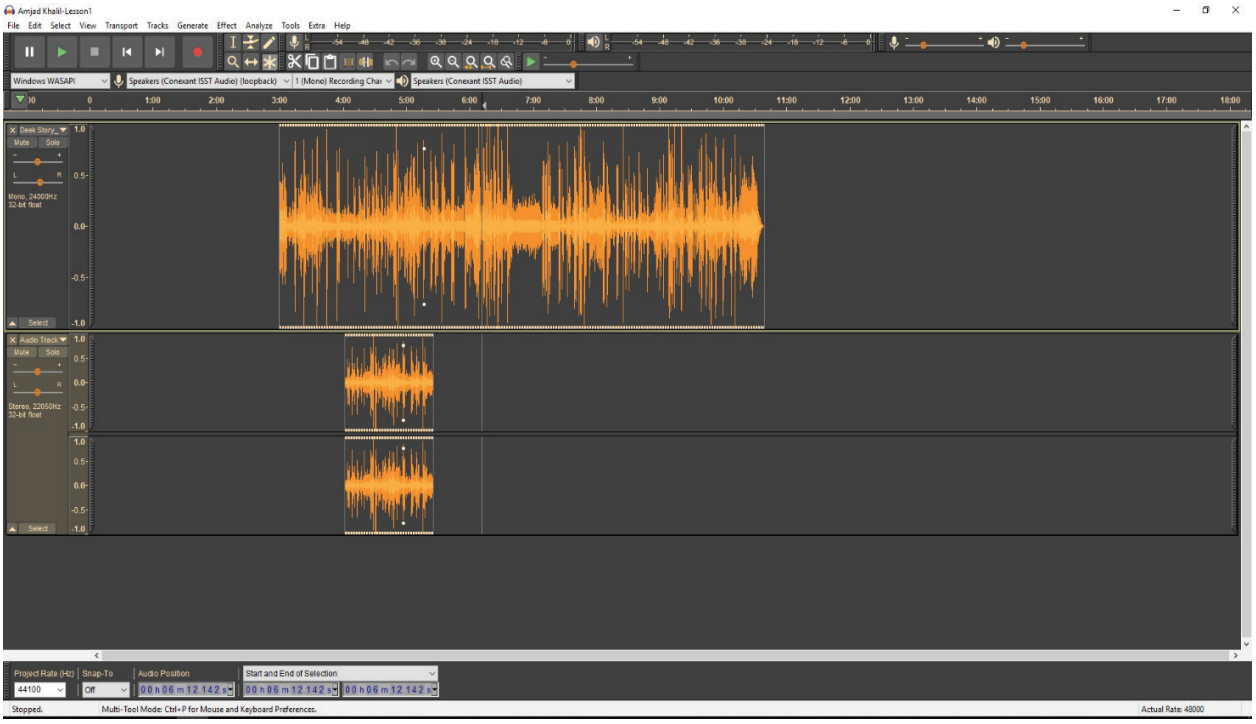
3. **السرعة:** لإنجاز المشاريع ضمن الوقت المتاح، وينعكس مدى السرعة التي يمكن التعديل بها باستخدام أدوات معيّنة، ومدى استجابة البرنامج على وقت إنجاز المشروع النهائيّ، وإنّ تأخُّر النظام في الاستجابة يُعدّ مشكلة لفنّي المونتاج، ورغم أنّ هناك الكثير من المتغيّرات التي تحدّد وقت إنجاز العمل، إلّا أنّ الاعتماد على برنامج احترافيّ مع وحدة المونتاج الاحترافيّة(Work Stations)، والتي تكون أسرع في الاستجابة من غيرها يختصر الكثير من الوقت.

4. **التحكُّم:** في البرامج الاحترافيّة تتوفّر مجموعة من الأدوات التي تسهّل عمليّة المونتاج، وتتميّز بعض البرامج بوجود أدوات مفيدة، وتقدّم مجموعة من الوظائف الذكيّة، أداة واحدة تقوم بوظائف عِدّة (Smart Tools)، وجود هذه الأدوات ضروريّ لمختصّي المونتاج، فكثيراً ما يعتمدون على أدوات التحكُّم، والمونتاج، واختصارات الأوامر السريعة، ولكلّ برنامج احترافيّ قائمة واضحة من اختصارات لوحة المفاتيح، وطرق التخصيص سهلة وتُسرّع من عمليّة المونتاج.

ممّا سبق نستنتج أنّ اختيار البرنامج المناسب مع الحاسوب ذي المواصفات المناسبة هو أمر في غاية الأهميّة. ولكن يتمّ تحديد الخيار الأفضل اعتماداً على نوع المشروع، وقيمة ميزانيّة الإنتاج للعمل، فالتطوُّر التكنولوجيّ يمنح مزيداً من الخيارات بشكل متسارع، لكنّ من السهل جدّاً العمل في مختلف برامج المونتاج الصوتيّ، وإنّ تتبُّع مفاهيم ومبادئ المونتاج الصوتيّ يُمكّن من إنجاز أيّ مشروع بنجاح.

نشاط: (2) اكتب قائمة بأجهزة وحدة مونتاج صوتيّ، وأدواته، وبرامجه، وتكلفة كلّ منها.

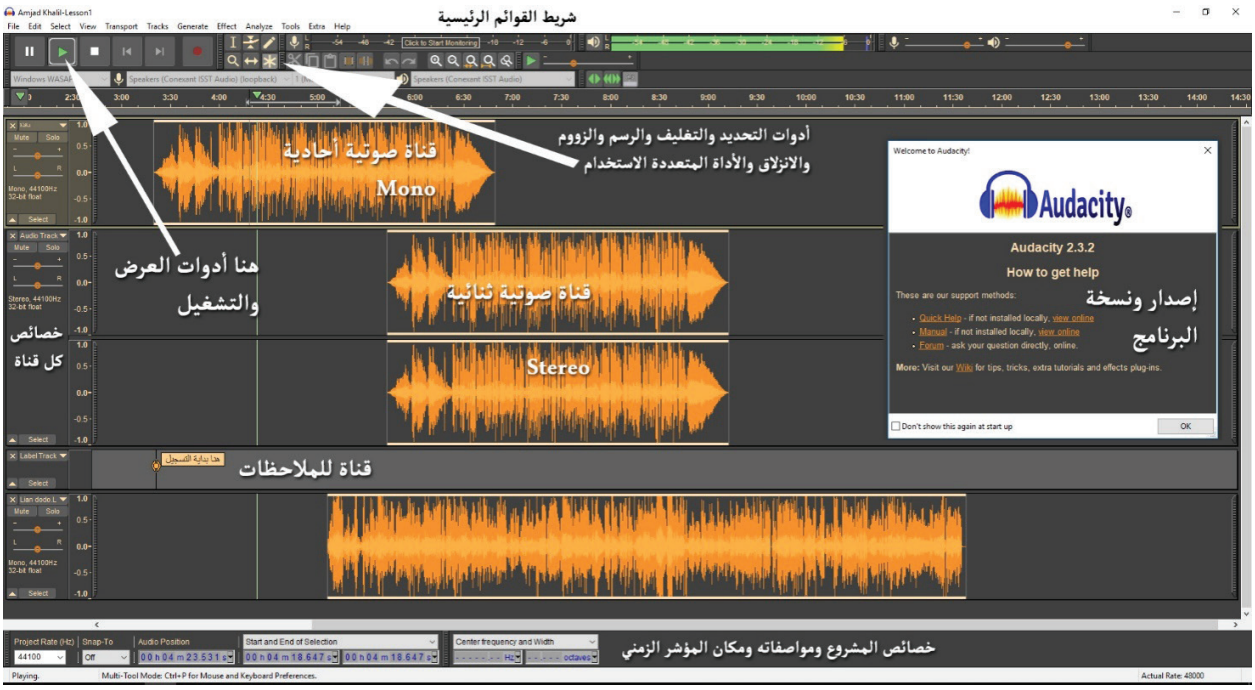
برنامج المونتاج الصوتيّ- Audacity:



واجهة برنامج المونتاج الصوتيّ- Audacity:

يمكن تسجيل الأصوات وتغيير نبرتها والتعديل عليها، وإضافة تأثيرات صوتيّة على التسجيل من ترقيق، أو تغليظ للصوت، أو جعل الصوت يشبه صوت الروبوت، أو صوت طفل صغير، وتوجد العديد من برامج الهندسة الصوتيّة التي تتيح إمكانيّة عمل مشروع صوتيّ، وذلك من خلال التسجيل، والمونتاج، وخلط الأصوات، وإضافة تأثيرات صوتيّة عليها.

تعريف برنامج - Audacity: برنامج يحاكي أستوديو متكامل لتسجيل ومونتاج ومكساج الصوت، ويُعدّ هذا البرنامج أحد أشهر البرامج المجّانيّة، حجمه صغير، ويؤدّي أغلبيّة المتطلبات في عمليّة المونتاج الصوتيّ التي يتيحها البرنامج على جهاز الحاسوب، ويتميّز البرنامج بسهولة استخدامه من قبل المبتدئين، حيث يتوفّر في واجهة البرنامج قوائم واضحة، وأشرطة أدوات للمساعدة في الوصول السهل والسريع لأوامر المونتاج، ولجميع التأثيرات المتوفّرة، وهي شاملة ومتعدّدة، تجعل البرنامج كافياً جدّاً لإنتاج مشاريع إبداعيّة.



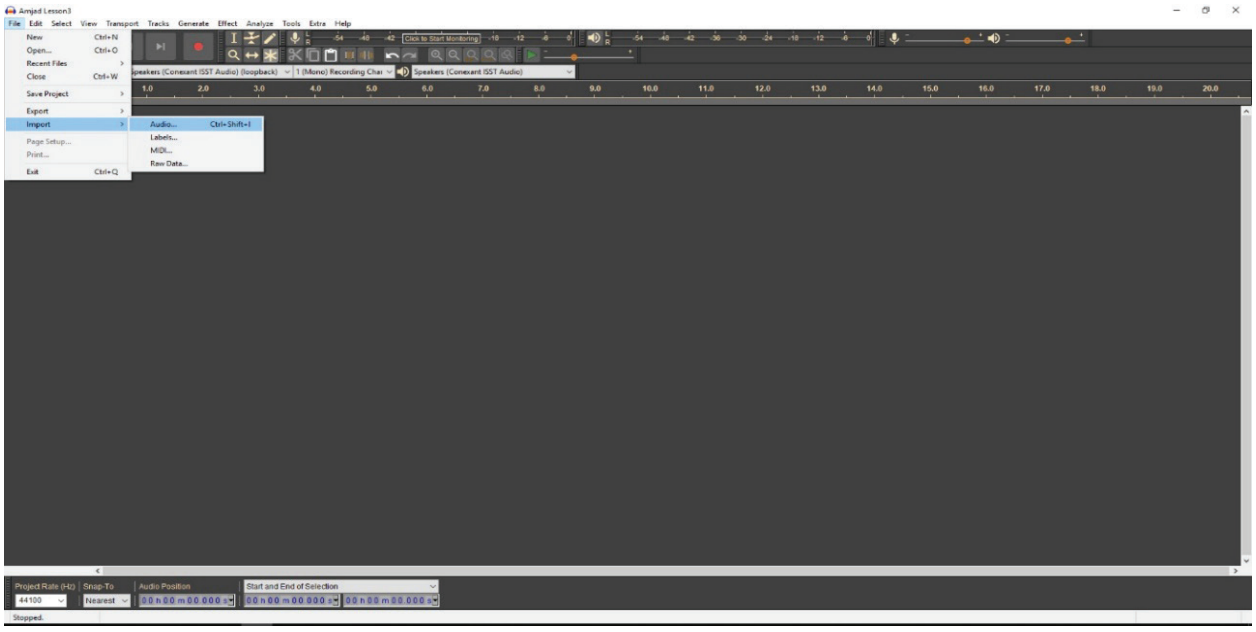
الشكل (1): واجهة برنامج (Audacity)

يمكن تخصيص واجهة البرنامج إلى نمط الألوان المعتمة، وذلك من خلال قائمة (Edit-Preferences) ، ثمّ اختيار خيار الواجهة (Interface) ، وتغيير النمط (Theme) من مضيء (Light) إلى معتم (Dark).

تتميّز واجهة البرنامج، كما يبيّن الشكل (1) بتصميمها البسيط الذي يجعل من العمل سهلاً، عكس معظم البرامج الأخرى المشابهة التي قد تبدو واجهاتها معقّدة، وتحتاج إلى وقت طويل للتعلُّم والممارسة، ويمكن أن يتمّ تسجيل مقطع صوتيّ مباشرة من داخل مِنصّة البرنامج، باستخدام أيّ ميكروفون موصول بالحاسوب، حتى وإن كان ذا مواصفات ضعيفة، حيث يتميّز البرنامج بتوفير العديد من أدوات تنقية الصوت، وإزالة التشويش منه، والعديد من الأدوات الأخرى التي تجعل الصوت أكثر وضوحاً، ويحتوي برنامج (Audacity) مكتبة من التأثيرات الصوتيّة التي يمكن تطبيقها على الملفّات الصوتيّة، أو على التسجيل الصوتيّ.

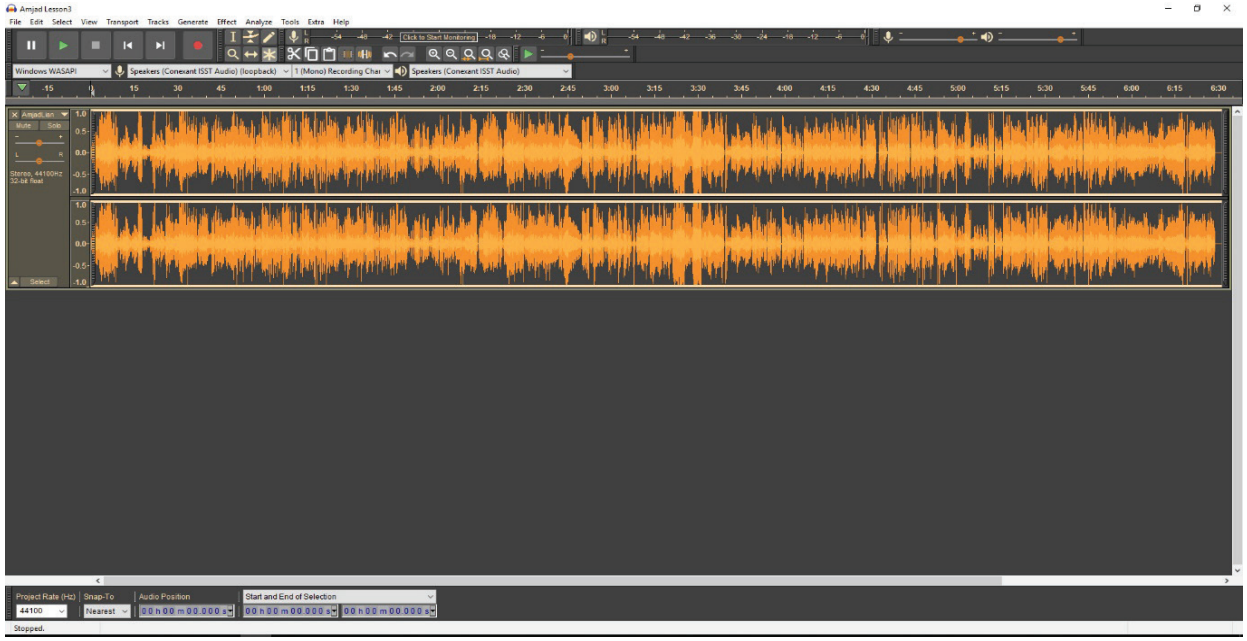
وفيما يأتي أهمّ الخطوات التي من خلالها يمكن التطبيق على برنامج (Audacity):

1. **استيراد ملفّ صوتيّ** من خلال قائمة (File – Import - Audio)، كما يبيّن الشكل (2).



الشكل (2): استيراد ملفّ صوتيّ

2. **تحديد مكان الملفّ الصوتيّ**، وفتحه ليظهر وَفق نوعه (Mono – Stereo)، كما يبيّن الشكل (3).

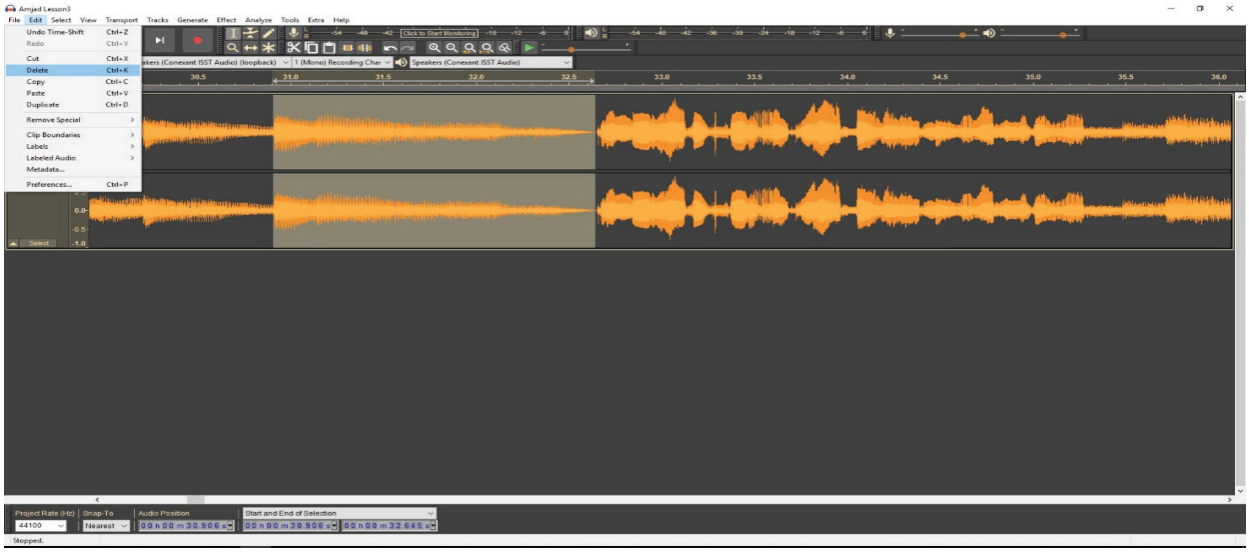


الشكل (3): نوع الملفّ الصوتيّ

3 **تطبيق خطوات المونتاج** على الملفّ الصوتيّ وَفق الآتي:

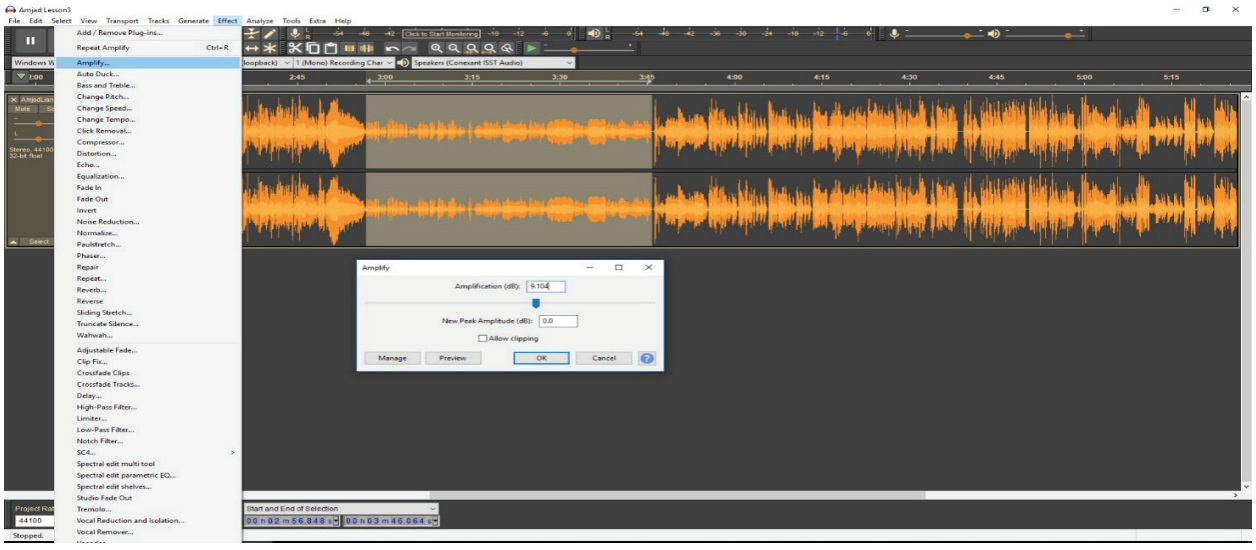
أ- تظليل الجزء المراد مونتاجه.

ب- خطوات القطع والحذف: يجب تحديد الأجزاء غير المرغوب بها، ثمّ الضغط على مفتاح (Delete من لوحة المفاتيح، كما يمكن فصل أيّ مقطع إلى جزأين عند مكان المؤشّر؛ باستخدام الأمر فصل (Split من قائمة (Edit – Clip – Boundaries)، واختصاره (CTRL + I)، كما يبيّن الشكل (4).



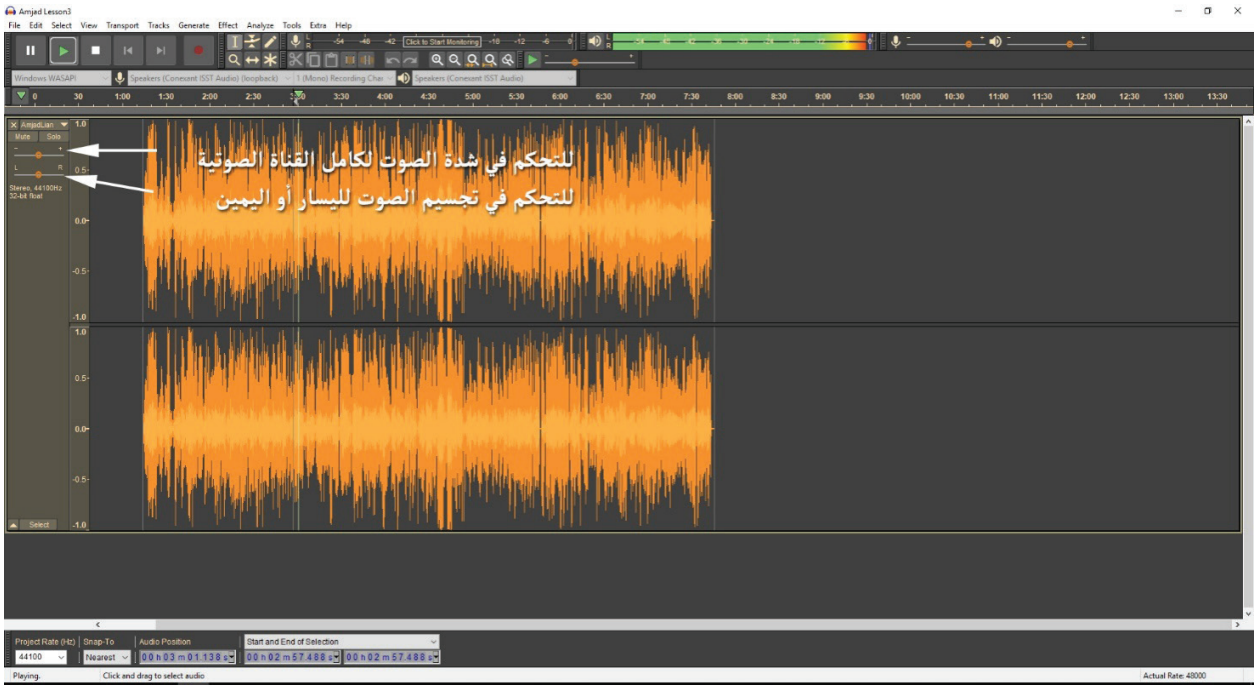
الشكل (4): حذف مقطع أو فصله إلى جزأين

جـ- للتحكُّم في شدّة الصوت وارتفاعه نحدّد المقطع، كما يبيّن الشكل (5)، ونختار من قائمة التأثيرات (Effect) الأمر (Amplify)، وهو أمر التضخيم، ثمّ نحدّد قيمة مستوى الصوت المرغوب، وعند إدخال قيمة شدّة الصوت يجب ملاحظة أنّ قيمة شدّة الصوت إذا زادت عن صفر فإنّها تُعدّ تشويشاً (Distortion).



الشكل (5): تعديل شدّة الصوت

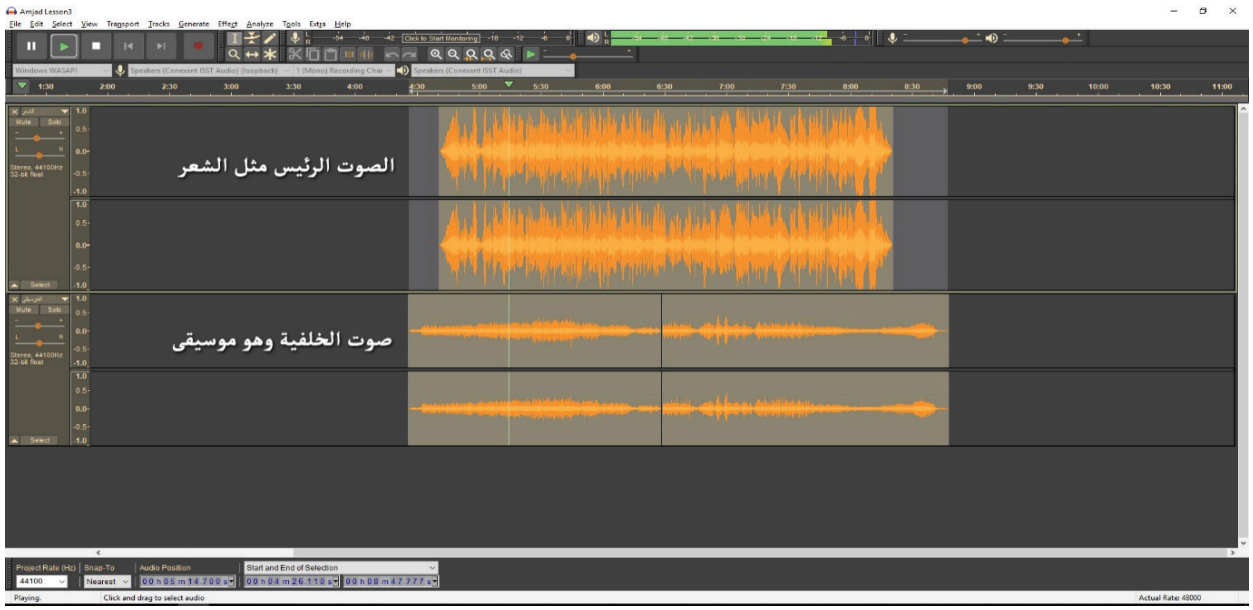
وهناك طريقة ثانية للتحكُّم في شدّة الصوت لكامل الملفّ الصوتيّ على القناة (Track)، عن طريق التحكُّم في مستوى شدّة الصوت للقناة الصوتيّة، من خلال الضغط على علامتَي + و -، حيث يمكن زيادة مستوى الصوت بالضغط على إشارة + ، وخفض مستوى الصوت بالضغط على إشارة - ، كما يبيّن الشكل (6).



الشكل (6): تعديل شدّة الصوت للقناة

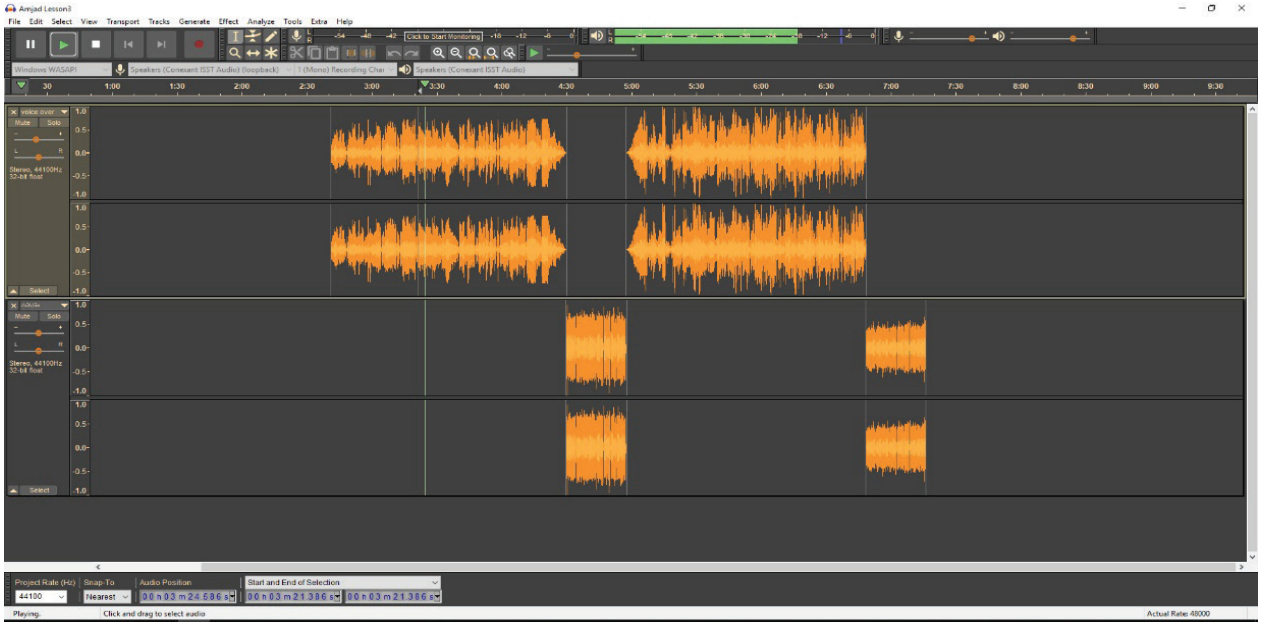
الفرق بين الطريقتين: الطريقة الأولى باستخدام(Effect-amplify) تكون لجزء من مقطع الصوت أو كلّه، ولا بدّ من توقُّف العرض، أو التشغيل قبل إجراء التحكُّم في الصوت، بينما يكون في الطريقة الثانية لكامل المادّة الصوتيّة على القناة وليس لجزء منها، ويمكن أن يكون التحكُّم في مستوى الصوت، أثناء تشغيل المادّة الصوتيّة.

4 **المزج - Mixing:** مزج بين صوتين فأكثر (وَفق الحاجة)، بشرط أن يتمّ تقسيم الأصوات إلى صوت رئيس وآخر يظهر كخلفيّة، بحيث يكون صوت الخلفيّة منخفضاً عن الصوت الرئيس، ويُستخدم في مشاريع الإنتاج الصوتيّ كالإلقاء الشعريّ، فصوت الشِّعر يكون الرئيس والموسيقى تكون خلفيّة، أو في التقارير الإخباريّة عند الترجمة الصوتيّة، بحيث يكون صوت اللغة الأصل هو الخلفيّة، وصوت الترجمة هو الصوت الرئيس، وهنا تمّ استيراد المادّتين، كما يبيّن الشكل (7)، وتخفيض مستوى صوت الثانية.



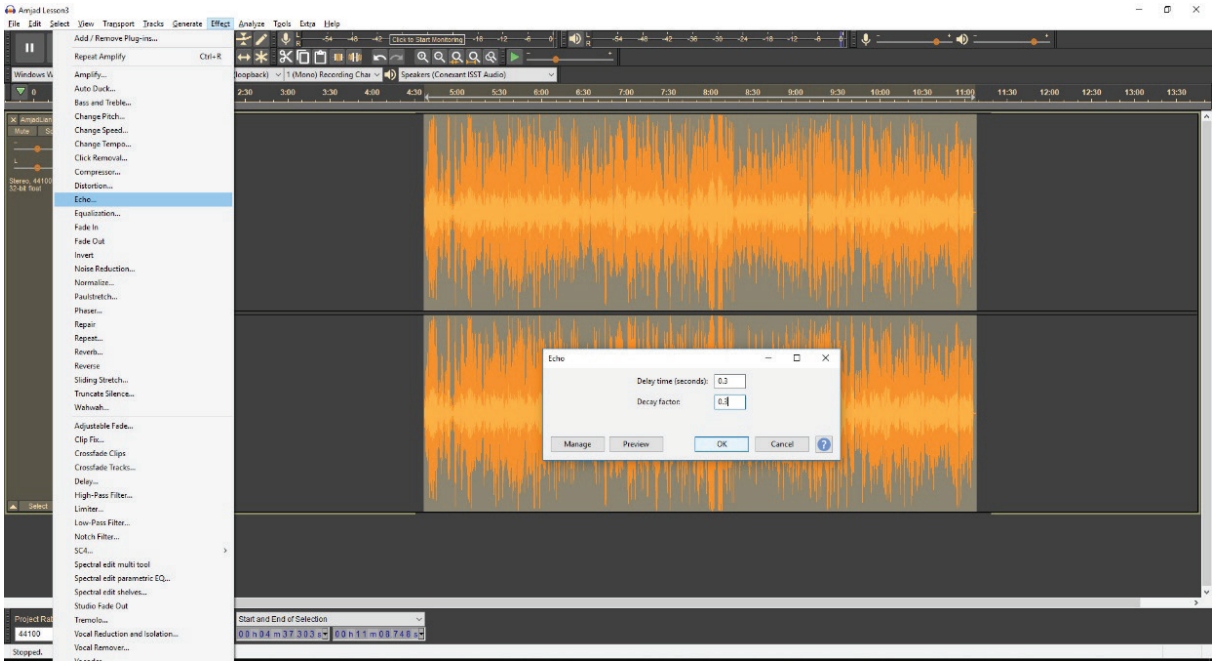
الشكل (7): عمليّة مزج الاصوات

5 **التركيب:** إضافة عدد من المقاطع بحيث يبدأ كلّ مقطع عند نهاية المقطع السابق، ويُستخدم دائماً في التقارير والتوثيق وغيرها، مثال: افتتح وزير التعليم العالي برنامج البكالوريوس في تخصُّص تكنولوجيا الإعلام في جامعة فلسطين التقنيّة – فرع رام الله، وقال الوزير في كلمته: (إدراج مقطع صوتيّ مناسب من كلمة الوزير)، وقد أعربت إدارة الجامعة عن سعادتها لتحقيق هذا الهدف، وتطمح لمزيد من الإنجازات، من خلال كلمة رئيس الجامعة الذي علّق قائلاً:(إدراج مقطع صوتيّ مناسب من كلمة رئيس الجامعة)، وهكذا، ويمكن وضع كلّ مقطع في قناة (Track) خاصّة به، أو وضعها كلّها في قناة واحدة، كما يبيّن الشكل (8).



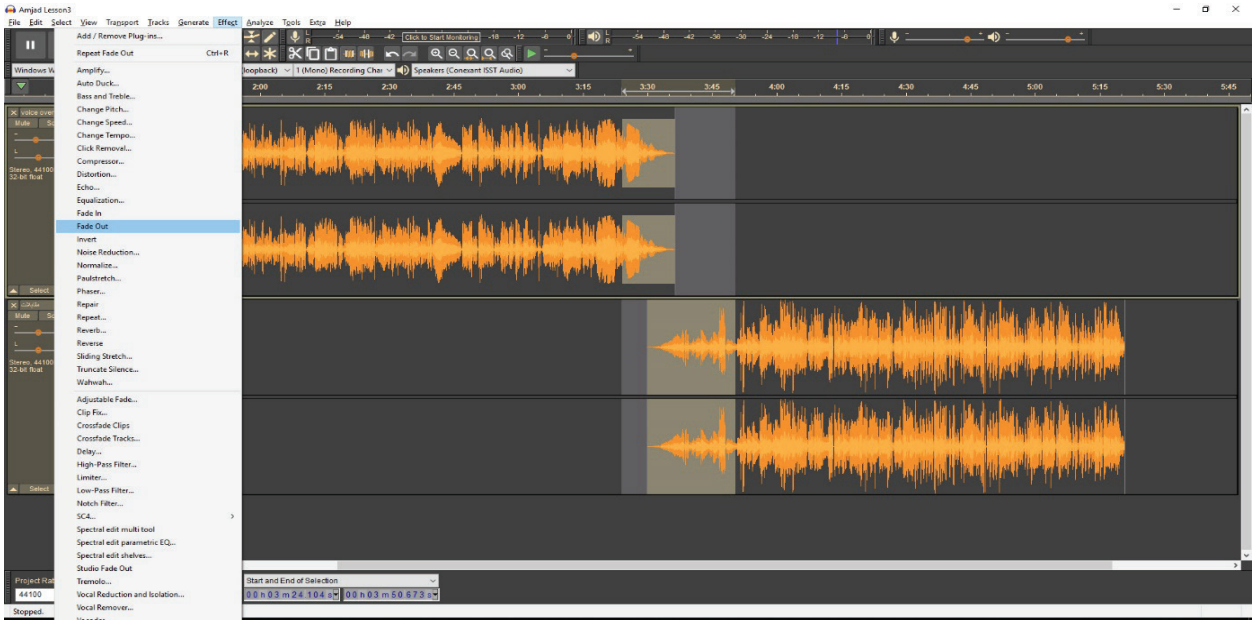
الشكل (8): تركيب المقاطع الصوتيّة

6 **إضافة تأثير صدى الصوت- Echo:** من المعروف أنّ صدى الصوت هو عبارة عن تكرار للصوت نفسه، ولكن بتأخير معيّن بين الصوتين، ويمكن إضافته عن طريق تحديد المقطع، ثمّ اختيار أمر صدى (Echo)، من قائمة (Effect) ، ومن ثمّ تحديد عدد الأصوات المتكرّرة وزمن التأخير بينها. جرّب القيمة ٠,٣ في الخانتين، كما يبيّن الشكل(9).



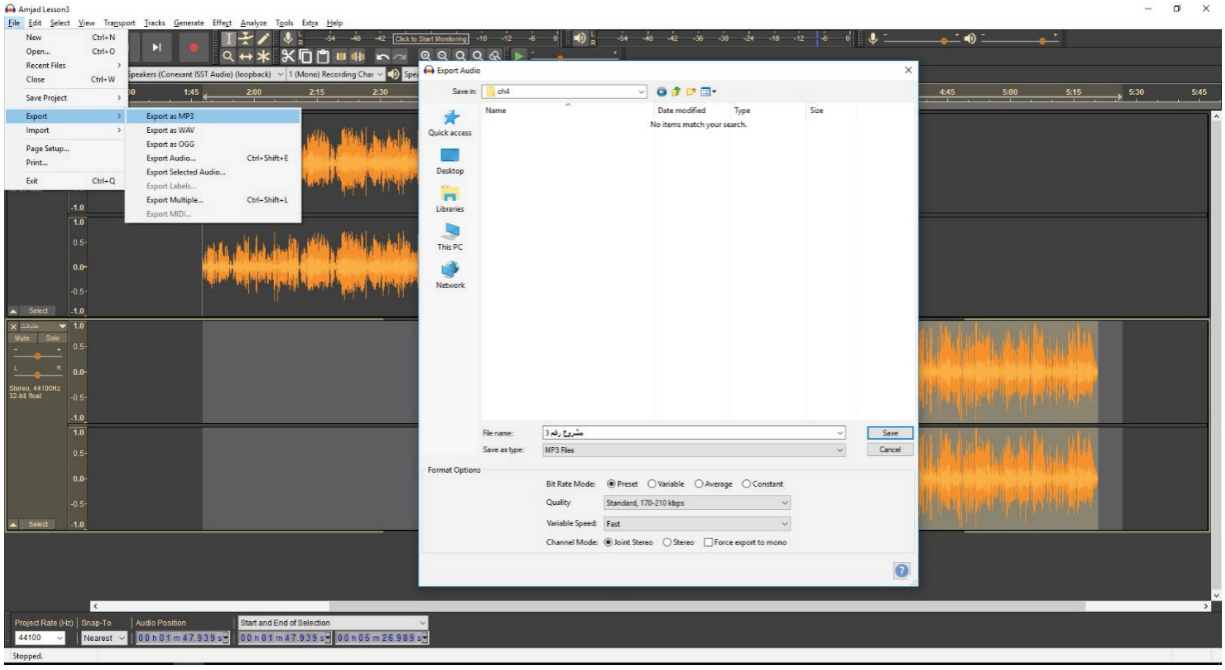
الشكل(9): إضافة تأثير صدى الصوت

7 **تدرُّج الصوت انخفاضاً (Fade Out) أو ارتفاعاً (Fade In)** قد يلزم إنهاء المادّة الصوتيّة بصورة متدرّجة، حتى لا يكون قطعاً مفاجئاً للمستمع، بحيث يبدأ الصوت في الانخفاض تدريجيّاً إلى أن يتلاشى، وهو ما يُسمّى بـ (Fade Out)، ويكون عند نهاية المادّة الصوتيّة بمقدار زمنيّ معيّن، (مثال: تدرُّج لمدّة سبع ثوانٍ)، يحدّد مقطع التدرّج، ونختار من قائمة (Effect) أمر (Fade Out)، وقد يلزم البدء بالمادّة الصوتيّة بصورة متدرّجة، بحيث يبدأ الصوت في الارتفاع تدريجيّاً إلى أن يصل أعلى مستوًى له، وهو ما يُعرف بـ (Fade In) ويكون عند بداية المادّة الصوتيّة بمقدار زمنيّ معيّن، (مثال: تدرّج لمدّة خمس ثوانٍ)، يحدّد مقطع التدرُّج ونختار من قائمة (Effect) أمر (Fade In) ويُفضَّل استخدام هذه الطريقة عند وجود أكثر من مادّة صوتيّة، بحيث تكون نهاية الأولى بصورة متدرّجة(fade out) وبداية الثانية بصورة متدرّجة(Fade In). كما يبيّن الشكل (10).



الشكل (10): التدرّج الصوتيّ Fade In/Out

⑧ **إخراج الملفّ النهائيّ:** لتصدير الملفّ في صيغ ملفّات الصوت المعروفة بصورته النهائيّة، نحدّد كامل المادّة، ثمّ نختار من قائمة (File) أمر (Export)، ومن ثمّ تحديد نوعيّة الملفّ (Wav) أو (mp3) ، وتحديد مكان حفظه على جهاز الحاسوب، وكتابة الاسم، ومن ثمّ الضغط على زرّ الحفظ(save) ، كما يبيّن الشكل (11).



الشكل (11): تصدير الملفّ بصيغته النهائيّة

يمكن الاطّلاع على المزيد من التوضيح وشرح البرنامج، من خلال الموقع الخاصّ بالمساعدة للبرنامج على الرابط الآتي: https://manual.audacityteam.org

نشاط: (3) جزِّئ الملفّ الصوتيّ لنشيد موطني إلى ثلاثة مقاطع، وأخرجها بصيغ مختلفة.

التأثيرات من قائمة (Effect)، ومنها فصل الصوت عن الموسيقى، والتحكُّم في سرعة الصوت، وإزالة التشويش أو الضجيج، والتنغيم (EQ) وغيرها، وفيما يأتي قائمة توضّح بعض هذه التأثيرات، ووظائفها:

الرقم	اسم التأثير	SFX name	وظيفته وأثره
1	تأخير أو ارتداد الصوت	Delay	ارتداد الإشارة الصوتيّة، وهو يشبه صدى الصوت.
2	مخفّف التشويش	Noise Reduction	تقليل وإلغاء الضوضاء، وصوت التشويش في الإشارة الصوتيّة.
3	تنغيم الصوت	Equalization	التحكُّم بفلترة الصوت وفق مناطق تردُّده المختلفة.
4	تسوية شدّة الصوت	Normalize	ضبط مستويات الصوت؛ كي لا تتجاوز قيمة معيّنة، وعادة تكون القيمة صفراً.
5	مزيل الصوت البشريّ	Vocal Remover	إلغاء صوت المغنّي من الأغنية مثلاً.
6	يعكس الإشارة الصوتيّة	Reverse	عند العرض يكون التشغيل للصوت عكسيّاً للخلف.
7	تأثير متردّد للصوت	Reverb	معالجة الصوت ليتردّد، ويملأ حيّز المكان بالصوت المنعكس من الجدران، فيعطي تأثيراً كمن يتحدّث داخل غرفة، أو صالة، أو كنيسة، أو مسرح.

نشاط: (4) ابحث عن التأثيرات الأخرى (Sound Effects)، ووظائفها في البرنامج.

(2-4) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: مونتاج الإعلان الإذاعيّ

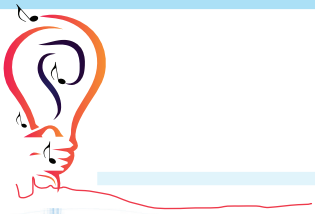
وصف الموقف: طلب صاحب معرض للمفروشات من مسؤول الصوتيّات في شركة إنتاج صوتيّ عمل إعلان إذاعيّ لمعرضه.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية(استراتيجية التّعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب المعرض عن: - أنواع المعروضات ومواصفاتها. - الحملات والعروض. - الميزانيّة المحدّدة، والفترة الزمنيّة لإنجاز الإعلان. - موقع الشركة ووسائل الاتّصال. • أجمع بيانات عن: - إعلانات إذاعيّة سابقة لمعارض المفروشات. - الموسيقى والأصوات المناسبة للتسجيل. - المؤثّرات الصوتيّة الملائمة للإعلان. - آليّة عمل برنامج المونتاج الصوتيّ (Adobe Audition).	• البحث العلميّ. • الحوار والمناقشة. • دراما.	• التكنولوجيا. • الإنترنت. - مكتبات صوتيّة. - مكتبات موسيقيّة. - مكتبة المؤثّرات الصوتيّة. - مادّة إعلانيّة مطبوعة عن المعرض. - مطبوعات الحملات الدعائيّة.
أخطّط وأقرّر	• أُصنّف البيانات: (أنواع الإعلانات الإذاعيّة، وأنماطها المتوافقة مع إعلان معرض المفروشات). • تحديد خطوات العمل: - أضع مقترحات لنصّ الإعلان، والأصوات الملائمة للتسجيل. - أدرس البدائل، وأُحدّد نقاط الضعف والقوّة. - أُحدّد الشكل الأنسب للإعلان (دراميّ، أو مُغنّى، أو عاديّ، ...) - أُعِدّ خطّة التنفيذ.	• المناقشة والحوار. • التعلُّم التعاونيّ • (العمل ضمن فريق). • العصف الذهنيّ.	• أستوديو التسجيل الصوتيّ. • وحدة المونتاج الصوتيّ تحتوي برامج المونتاج. • المكتبات الصوتيّة (موسيقى، مؤثّرات). • شخص أو أكثر ذو صوت مناسب للتسجيل.

أُنفّذ	• أُنفّذ التسجيل للإعلان المتّفق عليه داخل الأستوديو. • أُمنتج الإعلان وأضبط الصوت. • أمزج الموسيقى الملائمة. • أُركّب المؤثرات الصوتيّة. • أُنفّذ عمليّة المكساج. • أعمل ثلاثة أنماط متنوعة من ناحية الموسيقى، والمؤثّرات من خلال المونتاج.	• المناقشة والحوار. • التعلُّم التعاونيّ • (العمل ضمن فريق). • العصف الذهنيّ. • (استمطار الأفكار).	• أستوديو التسجيل الصوتيّ. • قاعدة بيانات أشخاص مناسبين للتسجيل. • وحدة المونتاج الصوتيّ. • المكتبات الصوتيّة (موسيقى،مؤثّرات).
أتحقّق	• أتحقّق من: - اختيار الإعلان المناسب من النماذج التي تمّ إنتاجها. - مدى ملاءمة الصوت والموسيقى والمؤثّرات. - مدّة الإعلان مناسبة.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار. • أخذ رأي خارجيّ.	• تكنولوجيا: - حاسوب. - سمّاعات. - طابعة.
أوثّق وأقدّم	• أُوثّق البيانات الخاصّة بالمشروع من حيث: ملفّ المشروع النهائيّ، ومشروع العمل. • أعرض الإعلان الإذاعيّ على جهاز عرض. • أُعدّ ملفّا للحالة باسم « الإعلان الإذاعيّ». • أُرسل الملفّ الصوتيّ النهائيّ لصاحب المعرض.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• حاسوب وأجهزة عرض. • نسخة من الإعلان على وسيط. • ملفّ للحالة.
أقدّم	• رضا صاحب المعرض عن الإعلان الذي تمّ إنتاجه. • مطابقة الإعلان لمعايير الإنتاج والبثّ. • تفاعل الفئة المستهدفة ومدى الانتشار على صفحات التواصل.	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ.	• وثائق: - نصّ الإعلان. - ملفّ الحالة.

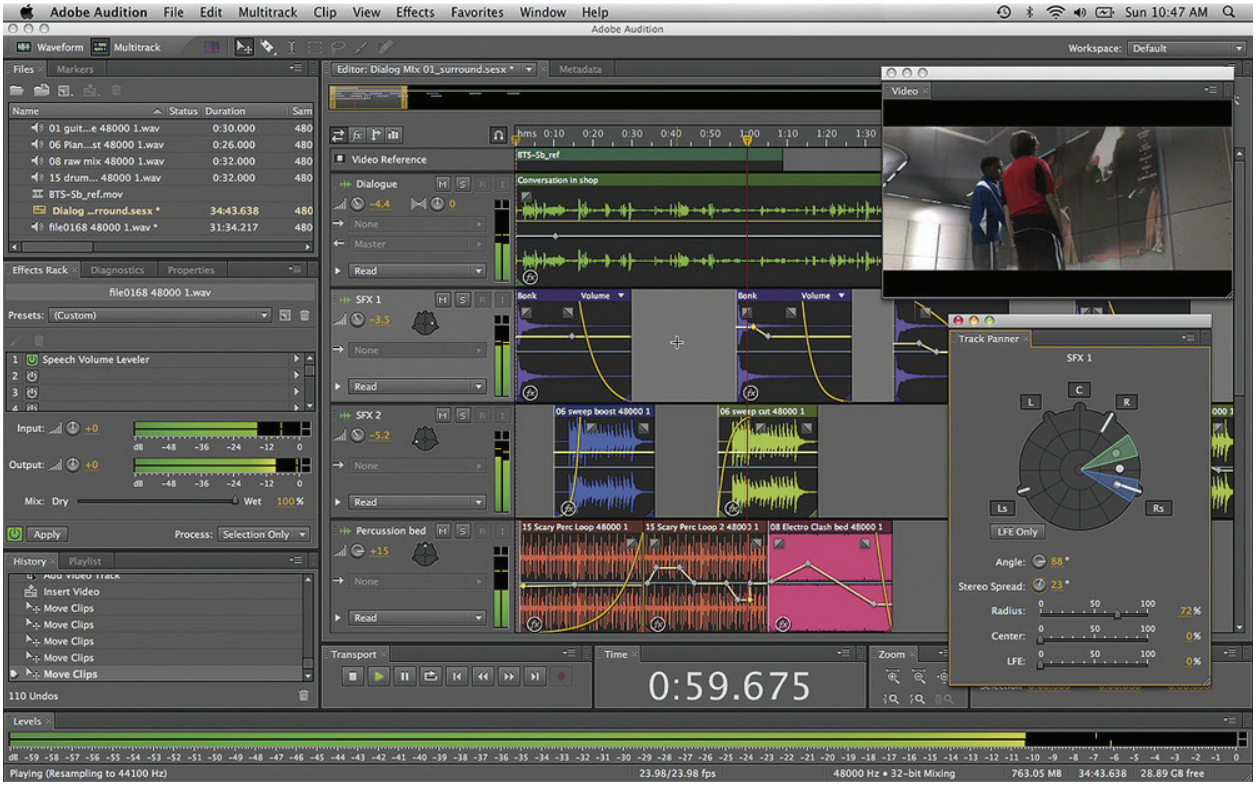
الأسئلة:



1- ما المراحل التي يمرّ بها إنتاج الإعلان الإذاعيّ؟

أتعلّم

برنامج المونتاج الصوتيّ (Adobe Audition)



نشاط: (1)

أبحث مع زملائي عن أنواع الإعلان الإذاعيّ، ومميّزات الإعلان الإذاعيّ الناجح.

يُعدّ برنامج (Adobe Audition) أحد أشهَر برامج المونتاج الصوتيّ الاحترافيّة، وهو أحد برامج مجموعة (Adobe)، وهو بيئةٌ صوتيّة متكاملة، ومتميّزة، ويعمل كأستوديو متكامل لعمل المونتاج للملفّات الصوتيّة، فهو يتيح لفنّي المونتاج التحكُّم بالملفّات الصوتيّة، وإضافة التعديلات عليها، ويمكن تسجيل الصوت، وتقطيعه، ومزجه، وتركيبه، وإضافة التأثيرات عليه.

وظائف برنامج Adobe Audition-:

1. تسجيل الصوت.
2. إزالة صوت الضوضاء والتشويش، وتنقية الصوت.
3. اقتطاع أجزاء من الصوت، وعمل دمج للأصوات.
4. إضافة تأثيرات صوتيّة متنوعة واحترافيّة على الملفّ الصوتيّ.
5. فصل الصوت عن الفيديو في الفيلم.
6. بناء الصوت بالاعتماد على صورة لمقطع فيديو (الدبلاج، أو الترجمة الصوتيّة).

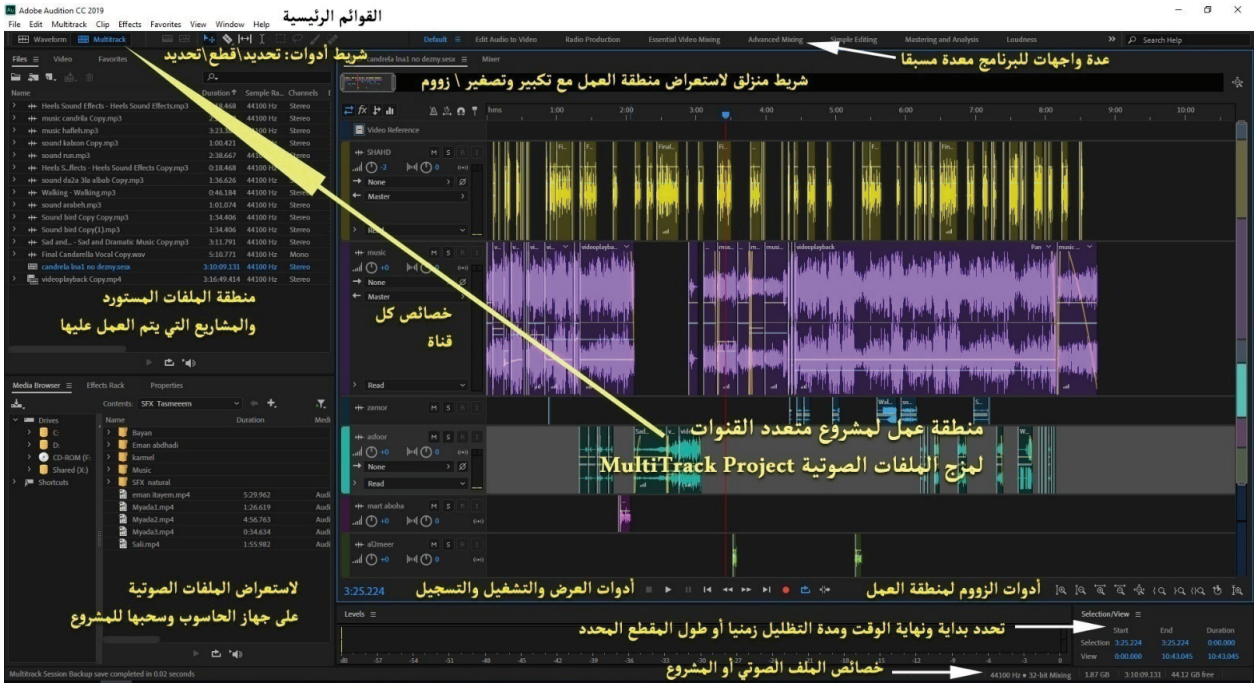
نشاط: (2)

استعرض واجهات البرنامج المختلفة المعدّة مسبقاً، ولاحظ الفرق في ترتيب الشاشات لكلٍّ منها.
(... default, Edit Audio to Video, Radio Production, Advanced Mixing)

واجهة برنامج Adobe Audition Interface-:

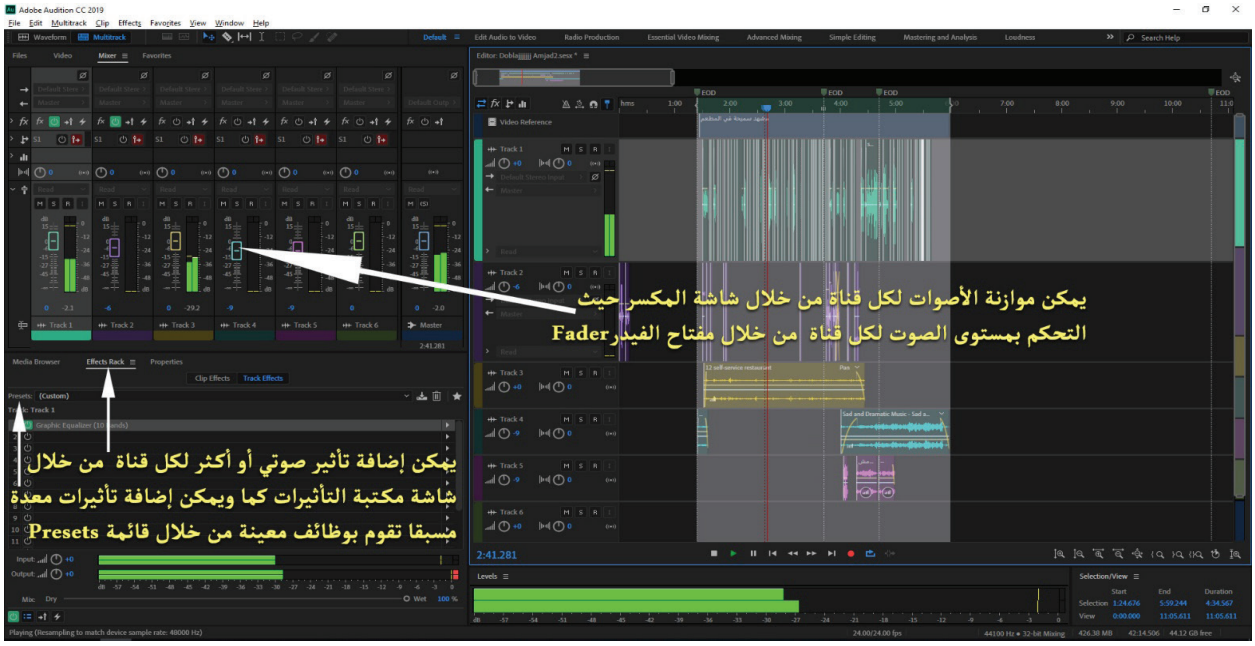
الشكل (1): واجهة برنامج أدوبي أوديشن Single track

يظهر في هذه الواجهة ملفّ صوتيّ من نوع مونو (Mono) في منطقة العمل، كما يبين الشكل (1)، وهنا يمكن عمل المونتاج الأساسيّ للملفّ الصوتيّ من حذف التكرار، وكتم الأصوات غير المرغوب فيها، ورفع وخفض مستوى الصوت لموازنته، وغير ذلك، كما يمكن عمل مشروع متكامل يحتوي على قنوات عدّة، من خلال قائمة File\ New\ MultitrackSession وإضافة الملفّات الصوتيّة لهذه القنوات، أو التسجيل عليها مباشرة لمزجها، كما يبيّن الشكل (2).



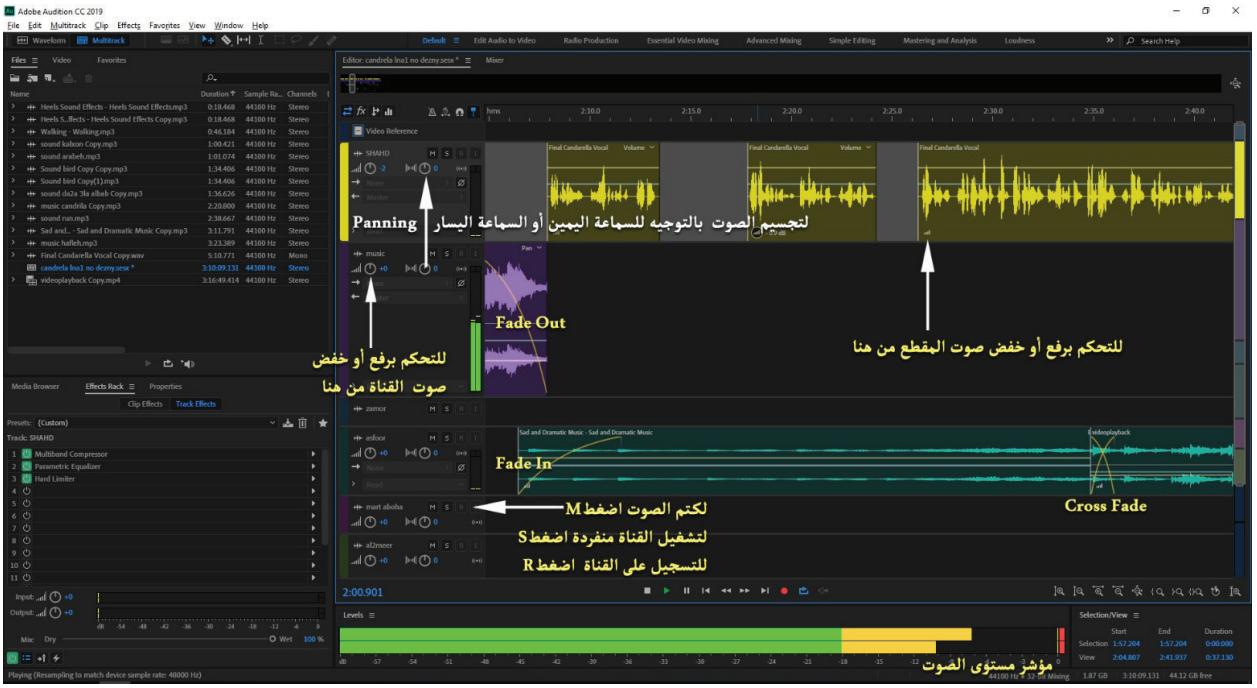
الشكل (2): واجهة برنامج أدوبي أوديشن Multitrack

والانتقال بين واجهة المقطع الصوتيّ الواحد إلى واجهة المشروع الذي يحتوي قنوات عدّة، ويتمّ بالضغط على F_{12}. يحتوي البرنامج على مكتبة تأثيرات شاملة في قائمة التأثيرات (Effects)، وهي مصنّفة وفق الوظائف التي تؤدّيها، ويمكن تركيبها على مقطع صوتيّ واحد، أو على القناة في المشروع، كما يوجد قائمة بتأثيرات تمّ تركيبها، وإعدادها مسبقاً لتسريع العمل في المشروع (Effect Presets).



الشكل (3): موازنة صوت القناة وإضافة تأثير صوتيّ

يمكن التحكُّم في مستوى الصوت لمقطع معيّن، أو على القناة الصوتيّة، باستخدام عدّة مفاتيح، كما يبيّن الشكل (3)، ويجب الانتباه دائماً إلى أن لا يتجاوز مستوى شدّة الصوت عن قيمة صفرdB؛ وذلك كي لا يحدث تشويه على الإشارة الصوتيّة (Distortion)، كما يمكن تجسيم الإشارة نحو السمّاعة اليُمنى، أو السمّاعة اليسرى(Panning) لكلّ قناة، كما يبيّن الشكل (4).

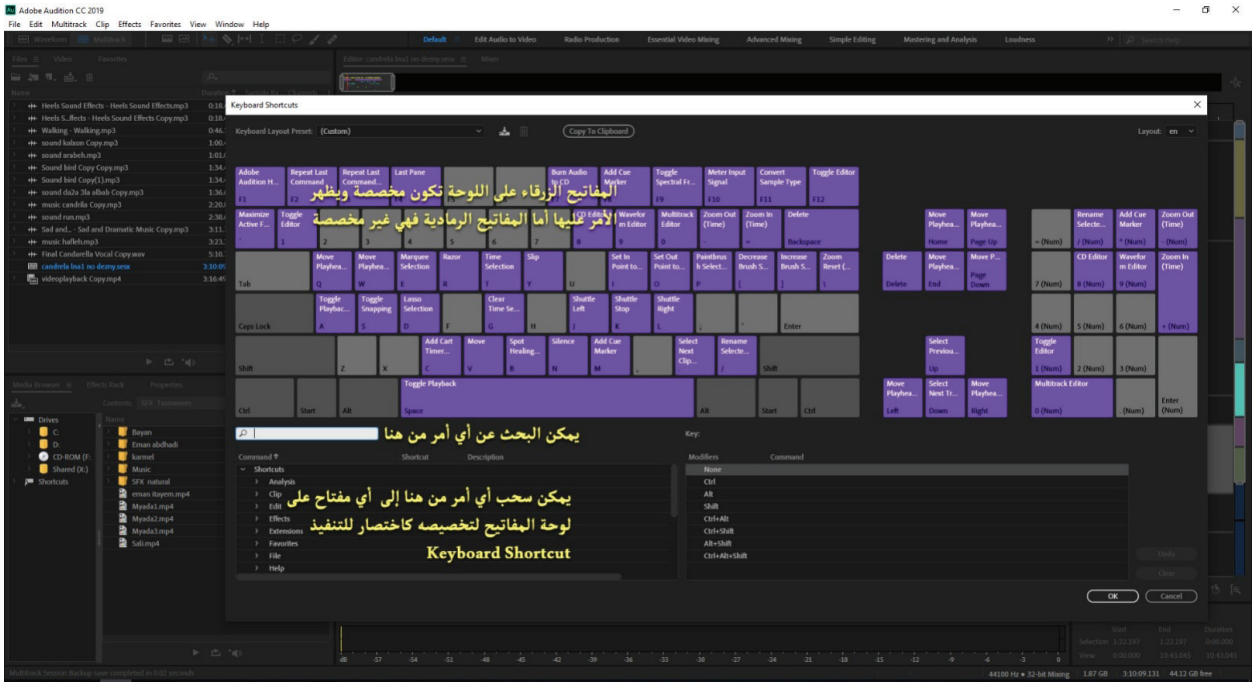


الشكل (4): رفع وخفض شدة الصوت وتجسيم الصوت

يحتوي البرنامج على الكثير من الأوامر التي يمكن تخصيصها (Keyboard Shortcuts) على لوحة المفاتيح، كما يبيّن الشكل (5) بطريقة سهلة، تساعد فني المونتاج على تنفيذ الأوامر المتكرّرة بسرعة واحترافيّة، ويمكن الوصول لهذه اللوحة من خلال قائمة (Edit\ keyboard shortcuts).الأمر(Silence) يقوم بكتم الصوت عند تظليل مقطع معيّن، وتطبيق هذا الأمر عليه.

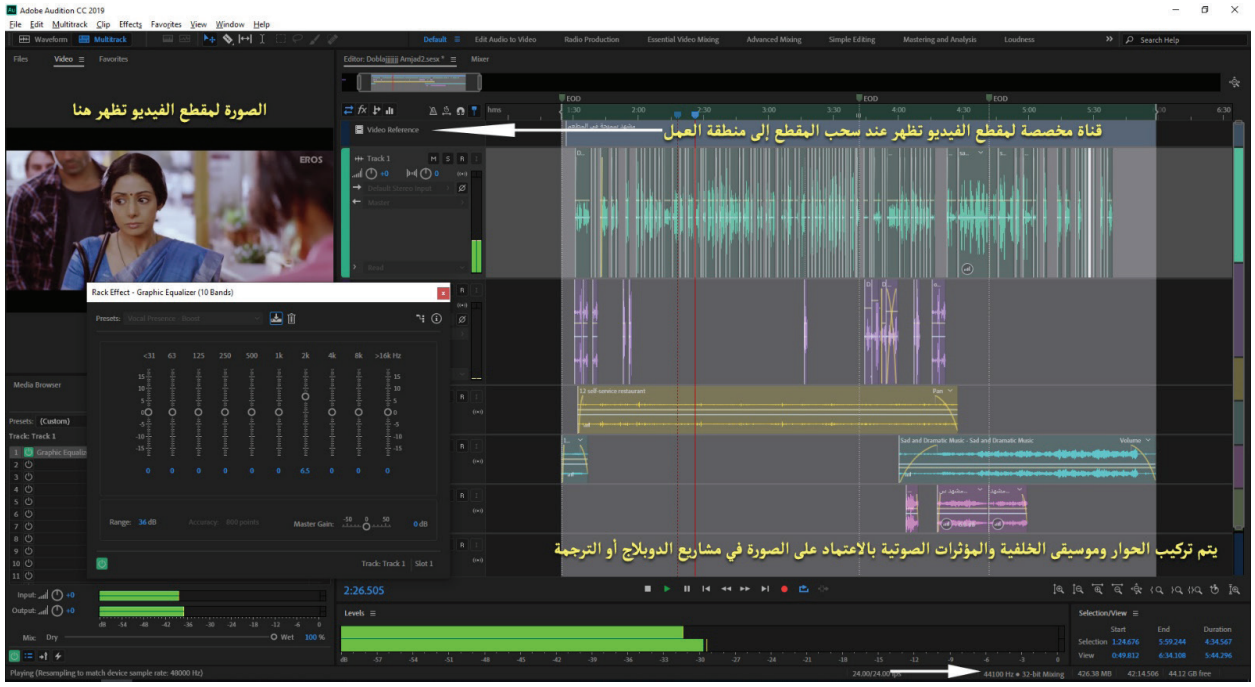
نشاط: (3)

ابحث عن أمر الكتم Silence، وقم بسحبه وتخصيصه على مفتاح حرف N على لوحة المفاتيح.



الشكل (5): تخصيص اختصارات الأوامر على لوحة المفاتيح

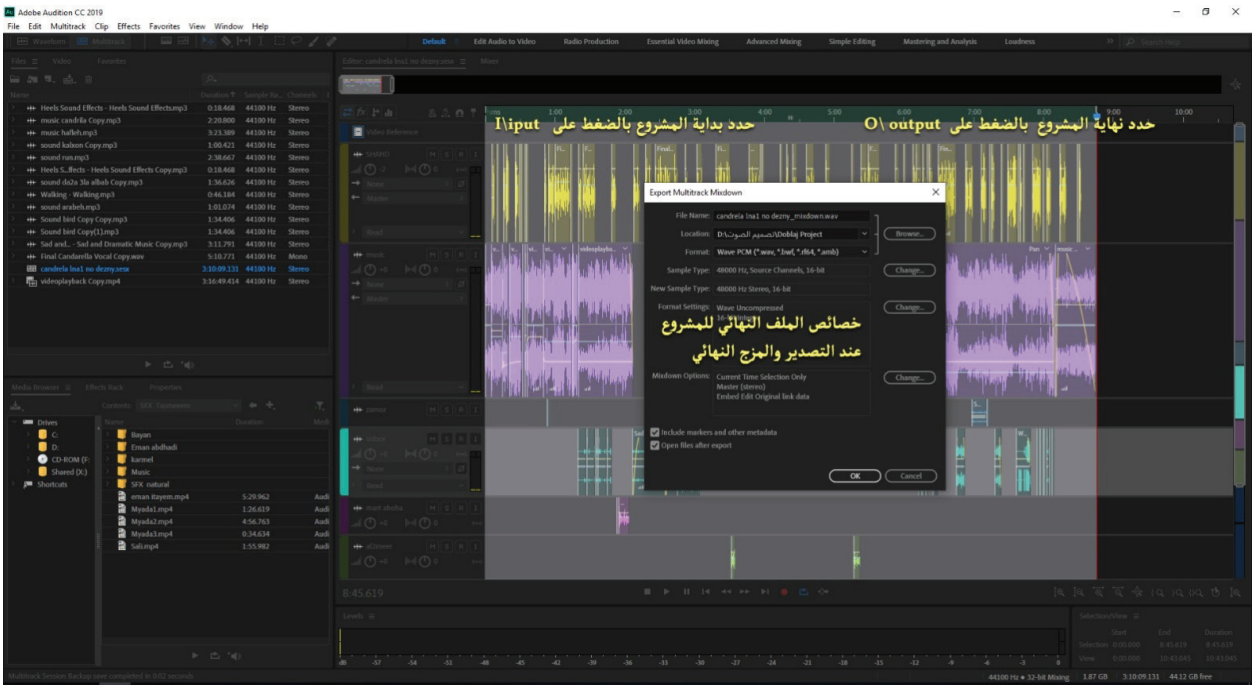
في مشاريع الدبلاج أو الترجمة الصوتيّة يتمّ استيراد مقطع الفيديو إلى المشروع، وسحبه إلى منطقة العمل، وإعادة بناء الأصوات بالتزامن مع الحركة في الصورة ، كما يبيّن الشكل (6).



الشكل (6): مشروع دبلاج صوتيّ

عند الانتهاء من أعمال المونتاج والمؤشّر في منطقة العمل نحدّد بداية مادّة المشروع(Input) بالضغط على

حرف I في لوحة المفاتيح، والضغط على حرف O لتحديد نهاية مادّة المشروع (Output) لتصديرها من خلال الأمر File\ Export\ Multitrackmixdown\ Timeselection، ثمّ نقوم باختيار خصائص الملفّ الذي ستصدره، مثل: تحديد صيغة الملفّ (mp3،wav،mov..) وتحديد الجَودة، ومعدّل العيّنات (Sample Rate)، واسم الملفّ، ومكان إخراجه على الحاسوب، كما يبيّن الشكل (7).



الشكل (7): تصدير الملفّ النهائيّ من المشروع

بعد تصدير المشروع ومزجه النهائيّ نقوم بتشغيل الملفّ للتأكُّد من عمله بشكل صحيح. يمكن الاطّلاع على المزيد من التوضيح وشرح البرنامج من خلال الموقع الخاصّ بالمساعدة للبرنامج على الرابط الآتي:

https://helpx.adobe.com/audition/tutorials.html

نشاط: (4)

حمِّل مقطع فيديو لنشيد فدائي من يوتيوب، وأدخله في برنامج (Adobe Audition)، وافصل الصوت عن الصورة، واحفظ المقطع الصوتيّ كملفّ من نوع mp3.

(3-4) الموقف التعليميّ التعلُّميّ: المونتاج الصوتيّ باستخدام الهاتف الذكيّ (Smartphone)

وصف الموقف: طلب رئيس التحرير في إذاعة، من المراسل الميدانيّ عمل تقرير إخباريّ إذاعيّ، باستخدام تطبيق المونتاج الصوتيّ على الهاتف الذكيّ.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من رئيس التحرير عن: - موضوع التقرير المطلوب عمل المونتاج له. - مدّة التقرير الصوتيّ المطلوب. - الصيغة والجَودة النهائيّة المطلوبة. • أجمع بيانات عن: - طريقة تحميل تطبيق البرنامج على الهاتف الذكيّ وتشغيله. - آليّة مونتاج التقرير الإخباري. - آليّة عمل البرنامج.	• البحث العلميّ. • المناقشة والحوار. • دراما.	• وثائق: - طلب رئيس التحرير. • الإنترنت: - صفحات إلكترونيّة خاصّة بالموضوع ذات موثوقيّة. • هاتف ذكيّ وملحقاته.
أخطّط وأقرّر	• أُصنّف البيانات: - نوع الملفّ الصوتيّ، والمونتاج المطلوب. • أُحدّد خطوات العمل: - أُحَمّل التطبيق من الموقع الخاصّ به، وأتأكّد من عمله على جهاز الهاتف الذكيّ. - أكتب نصّ التقرير المطلوب. - أُعِدّ خطّة التنفيذ.	• المناقشة والحوار. • التعلُّم التعاونيّ (العمل ضمن فريق). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).	• وثائق: - طلب رئيس التحرير. • الإنترنت: - صفحات إلكترونيّة خاصّة بالموضوع ذات موثوقيّة. • هاتف ذكيّ وملحقاته.

أُنفّذ	- أسجّل التقرير الإخباريّ باستخدام التطبيق الصوتيّ على الهاتف الذكيّ. - أُمَنْتِج التقرير الإذاعيّ على التطبيق. - أُركّب التأثيرات الصوتيّة المطلوبة وأضبطها. - أُحدّد بداية ونهاية التقرير المطلوب للإخراج النهائيّ. - أُصدّر المشروع على شكل ملفّ صوتيّ بالصيغة والجَودة المطلوبة، وأشاركه.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• وثائق: - طلب رئيس التحرير. - نصّ التقرير الإخباري. • الإنترنت: - صفحات إلكترونيّة خاصّة بالموضوع ذات موثوقيّة. - هاتف ذكيّ وملحقاته.
أتحقّق	• أتحقّق من: - ملاءمة التقرير الإذاعيّ وتنفيذ المونتاج المطلوب. - تركيب التأثيرات المطلوبة. - جودة التقرير الإذاعيّ، ومناسبة مدّته.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• هاتف ذكيّ، سمّاعات.
أوثّق وأُقدّم	• أُوثّق البيانات الخاصّة بالمشروع، من حيث: ملفّ المشروع النهائيّ، ومشروع العمل. • أعرض التقرير الإذاعيّ على جهاز عرض. • أعدّ ملفّاً للحالة باسم « التقرير الإذاعيّ». • أشارك ملفّ التقرير مع رئيس التحرير.	• التعلُّم التعاونيّ. • المناقشة والحوار.	• هاتف ذكيّ، وأجهزة عرض. • ملفّ للحالة.
أُقوّم	• رضا رئيس التحرير عن التقرير الذي تمّ عمله. • مطابقة التقرير الإذاعيّ للمعايير. • مدى سرعة وفعاليّة البرنامج الصوتيّ في تنفيذ العمل.	• المناقشة والحوار. • البحث العلميّ.	• ملفّ للحالة.

الأسئلة:

1- صمّم جدولاً يبيّن إيجابيّات المونتاج، باستخدام الهاتف الذكيّ(Smartphone) وسلبيّاته.

أتعلّم

المونتاج الصوتيّ باستخدام الهاتف الذكيّ (Smartphone)

نشاط: (1)

ابحث عن ثلاثة من التطبيقات التي يمكن من خلالها تنفيذ المونتاج الصوتيّ على الهاتف الذكيّ، واكتب مميّزات كلّ تطبيق.

إنّ ظهور الهواتف الذكيّة إلى جانب التكنولوجيا الرقميّة. وشبكات الإنترنت اللاسلكيّة (Wi Fi)، قد أسهم في إحداث قفزة في تطوُّر مهنة الصحافة، فالهواتف الذكيّة ليست مجرد أجهزة لاستهلاك الأخبار، بل أصبحت مركزاً إعلاميّاً مصغّراً للصحفيين أيضاً، ثمّة مزايا أخرى للهواتف الذكيّة إضافة إلى سهولة الاستعمال والتنقُّل، فهي تحتوي على أدوات التسجيل الصوتيّ، وكاميرات عالية الجَودة، وتطبيقات متنوّعة للمونتاج والبثّ، وتعمل بكفاءة مع معدّات إضافيّة صغيرة، تتيح للصحفيين إنجاز التقارير الإخباريّة بأسرع وقت، ومن الميدان.

وهذا مهمّ جدّاً لنشر الأخبار عند حدوثها مباشرة، والحصول على السّبق الصحفيّ، ومهمّ لإنتاج موادّ ذات جَودة عالية، تصلح أيضاً للبثّ من مكان الحدث، مثل: التقارير، والقصص الإخباريّة.

تطبيق مونتاج الصوت بنسخته المجّانيّة للهاتف الذكيّ - Lexis:

تطبيق لتسجيل ومونتاج الصوت، ويدعم عدّة أنظمة، فهو متاح لنظام تشغيل (Windows) و(Android) و(iOS)، ويُعدّ التطبيق مثاليّاً للصحفيين الذين يعملون في مجال عمل التقارير، والقصص الإخباريّة، وكذلك التسجيلات الصوتيّة، ويحتوي على خيارات لتحسين جَودة المادّة الصوتيّة المسجّلة. فعند تسجيل الصوت من خلال التطبيق يمكن تحسين جَودة الصوت، ومونتاجه خلال دقائق بسيطة، كما يبين الشكل (1).

الشكل (1): واجهة برنامج Lexis

أهم مميزات التطبيق:

1. سرعة إجراء مقابلة، تحديد الخيار (Talk) ليتعرف البرنامج على الإشارة الداخلة ومستوى الصوت، ولبدء التسجيل الضغط على زرّ التسجيل الذي يحتوي على دائرة حمراء في المنتصف(Rec).
2. يتمّ تخزين الملفّ على الهاتف الذكيّ(Smartphone) بعد الانتهاء من التسجيل، أو الجهاز اللوحيّ(Tablet)، ويمكن حذفه لاحقاً، أمّا بالنسبة لأدوات المونتاج، فهناك أدوات المونتاج الأساسيّة، مثل: أداة القطع، وأداة الفلترة (Noise reduction)، وخيار(Normalize) المسؤول عن موازنة مستوى الصوت.
3. بعد مونتاج ملفّ الصوت، يمكن مشاركته عن طريق البريد الإلكترونيّ أو بلوتوث، أو إضافته إلى (Dropbox) من خلال أيقونة مشاركة الملفّات (Lexis)، هو تطبيق يحقّق نتائج جيّدة؛ لذلك يعتمد عليه العديد من المستخدمين. ويجب الانتباه إلى وضع الهاتف في مكان قريب من مصدر الصوت، أثناء التسجيل للحصول على جَودة صوت ممتازة.
4. قائمة الأوامر منظّمة بشكل جيّد لأنّ واجهة التطبيق هي واحدة من أفضل مميّزاته، ويمكن تحديد موقع جميع الأزرار، ووظائف التطبيق بسرعة، وعمل قصّ التسجيل وتنظيفه وفلترته، وإضافة التأثيرات الضروريّة عليه؛ لجعل الجَودة أكثر احترافيّة في غضون دقائق، كما يبين الشكل (2).

الشكل(2): قائمة المؤثرات في برنامج Lexis

يمكن الاطّلاع على المزيد من التوضيح والشرح للبرنامج من خلال الموقع الخاصّ بالمساعدة على الرابط الآتي:
http://www.lexisaudioeditor.com/help-android/

المؤثرات الصوتيّة ودورها في المونتاج المرئيّ والمسموع:

تُعدّ المؤثّرات الصوتيّة من أهمّ مكوّنات الصوت في المونتاج، وتلعب دوراً أساسيّاً في التأكيد على الواقعيّة للحدث، وفي إتمام فهم المشاهد للصورة على الشاشة أو الراديو، فمثلاً رؤية باب وهو يُغلق يجب أن يصاحبه صوت إغلاق الباب، ورؤية ذئب وهو يعوي يجب أن يصاحبه صوت عواء، وللمؤثّرات الصوتيّة وظائف أخرى غير التأكيد على الواقعيّة، فيمكن مثلاً للصوت أن يعمل على الإيحاء بمساحة أكبر من حدود الشاشة التي يراها المُشاهد، وذلك لخلق حالة نفسيّة معيّنة، ولخلق الإحساس بوجود أماكن غير موجودة، أو لخلق الإحساس بالصمت.

وظائف أخرى تفيدها المؤثّرات الصوتيّة:

1. **امتداد حدود الرؤية:** يمكن استخدام المؤثّرات الصوتيّة للإيحاء بأحداث خارج حدود الشاشة، فيمكن تصوير لَقْطةٍ لِزَوْجة تقوم بأعمال المنزل، يصاحبها أصوات أطفال يلعبون في حديقة المنزل، كلُّ تلك المؤثّرات الصوتيّة تعطي إدراكاً للمكان، وتجعل المُشاهِد يُصدّق أنّ ما يراه على حدود الشاشة الصغيرة ما هو إلّا جزء صغير من عالم أوسع.

2. **خَلق جوّ نفسيّ:** يشكّل العامل النفسيّ للمؤثّرات الصوتيّة أهمّيّة خاصّة في أفلام الإثارة، مثلاً: صوت خطوات منتظمة هادئة، صوت باب يُفتح في منزل من المفترض أنّه خال من السكّان، أو وجود أصوات غير مُفسَّرة، فالأصوات غير المألوفة تؤثّر في شعور المشاهد، ويجب بعد ذلك أن يتمّ التعرُّف على الصوت، والتأكُّد من أنّه غير ضار قبل أن تتمّ حالة الارتياح لديه، والمخرج الجيّد هو الذي يستطيع أن يوظّف المؤثّرات الصوتيّة لخلق جوّ من الإثارة.

3. **خلق أماكن غير موجودة:** يمكن الإيحاء بأماكن خارج حدود الشاشة عن طريق استخدام المؤثّرات الصوتيّة، وبسبب الرغبة في تجنُّب التصوير مرتفع التكلفة في أماكن بعيدة، وتعيين عدد كبير من طاقم العاملين بالفيلم، فمثلاً يمكن استخدام بركة محاطة بالأشجار، مع شاطئ رمليّ صغير، كغابة استوائيّة، ليتمّ تصوير أفلام تحتاج البيئة نفسها، مثل: طرازان، أو حروب الغابات، وذلك باستخدام إيحاءات الاصوات، كالطيور، والصقور، والقرود، أو أصوات رصاص وأسلحة، وأصوات صرخات العدوّ بلغات أجنبيّة غير مفهومة، ويمكن استخدام أسلوب الإيحاء نفسه في مواقع التصوير الداخليّة، فيمكن مثلاً تكوين مصنع في زاوية ما، بوضع أدوات، طاولات للعمل، وإضافة مؤثّرات صوتيّة لطَرقات، ودقّات، وآلات، ومخارط، ويتمّ تسجيل هذا الصوت في مصنع حقيقيّ، وبإتمام تلك الطريقة سيتمّ تجنُّب تكاليف الحاجة للذهاب إلى مصنع حقيقيّ للتصوير.

4. **مونتاج المؤثّرات الصوتيّة:** يُستخدَم مونتاج المؤثّرات الصوتيّة في لقطات الذاكرة، أو المخاوف، والمشاعر، فمثلاً في حالة تذكُّر رجل يروي لصديقه تاريخه السياسيّ الحافل، تتكوّن المؤثّرات الصوتيّة من أصوات آتية من بعيد لعروض عسكريّة، وصرخات، وخُطب، وتصفيق، وتهليل من خلال مونتاج مؤثّرات الصوت التي تعطي إحساساً بحنين الرجل لماضيه.

5 **خلق جوّ الصمت:** يُعدّ الصمت والسكون صوتاً أيضاً، ففي أفلام كثيرة، وفى بعض لحظات الذروة يكون هناك لحظات صمت كامل، فالفجوة التي يشعر بها المتفرّج بين لَقْطة بها حركة، وأخرى صامتة تماماً، تعطيه إحساساً بأهميّة الفعل الدراميّ، مثل استخدام الصمت للتعبير، والتعريف بشخص أصمّ في الفيلم، ويمكن أن يُستخدم أيضاً في الأفلام التسجيليّة.

نشاط: (2) ضع أمثلة من أفلام شاهدتها، ووضّح المَشاهِد التي يظهر فيها دور المؤثّرات الصوتيّة ووظائفها.

استراتيجيّة العمل على المونتاج الصوتيّ:

عندما يتعلّق الأمر بالمونتاج، فإنّ التخطيط ضروريّ، وعلينا أن نسأل الأسئلة الآتية قبل البدء بالعمل:

1. ما نوع التسجيل الذي سنعمل عليه؟
2. مَنْ فريق العمل وما دور كلّ فرد؟ ومَن الشخص الذي سيقوم بعمل التسجيل، والمونتاج، والمكساج؟
3. كم يتوفّر من الوقت؟

تلك هي الأسئلة الأساسيّة التي من الضروريّ طرحُها قبل بدء العمل، إذا كان المشروع فيلماً وثائقيّاً قصيراً سيتمّ مزج الصوت له فيما بعد من قبل مسؤول مونتاج الصوت، بحيث أنّ التواصل الفعّال بين فريق العمل أمر مهمّ، ويؤدّي لإنجاز العمل بشكل أسرع. وهذه بعض النصائح الأخرى لتنظيم العمل في المشروع:

1. تُصنَّف الأصوات في مجموعات، مثل: الحوار، والمؤثّرات، والموسيقى، وتُبنى مكتبة خاصّة بالمشروع، ويُعتمد نظام مناسب لتسمية وترتيب ملفّات الأصوات في مكتبة المشروع، ليسهّل الرجوع لها عند العمل.
2. ربما يحتاج الفيلم إلى تسجيل وتوليف مؤثّرات صوتيّة خاصّة يؤدّيها مؤلّفو المؤثّرات الصوتيّة (Foley Artist)، كما يبيّن الشكل (3).

الشكل(3): Foley Artist

3 يجب عمل قائمة لاحتياجات العمل وفق أولويّاتها، توضع الملحوظات بما تمّ إنجازه، وما الذي يجب العمل عليه لاحقاً، هذه خطّة بسيطة لتنظيم العمل، عندما يكون هناك الكثير من الأعمال لتنفيذها.
عندما يتعلّق الأمر بتقنية وخطوات المونتاج الملائمة، نبدأ أوّلاً بتقطيع الأصوات، وتنظيفها، وترتيبها الأوّليّ، يمكن أن يكون التنظيف من الضوضاء غير المرغوب فيها، مثل: صوت التنفُّس المزعج، أو النقرات، أو صوت احتكاك الملابس أمراً متعباً وروتينيّاً لكنّه ضروريّ، ولن يكون من السهل إصلاح ذلك بعد التعمُّق في أعمال المونتاج.

4 يُعدّ قطع الأصوات وتحريكها أمراً سهلاً، حيث إنّه يتطلّب فقط الوظائف الأساسيّة في البرنامج، سنحتاج في بعض المشاريع إلى معالجة إضافيّة، مثل: عكس الصوت، أو إبطاء، أو تسريع الأصوات، وما إلى ذلك من التأثيرات الكثيرة التي يمكن من خلالها تصنيع الأصوات الجديدة، هذه المعالجة في بعض الأحيان قد تسبّب الإغلاق المفاجئ للبرنامج، فيجب الحذر دائماً، وحِفظ المشروع بنسخة احتياطيّة تباعاً.

5 عند اكتمال مونتاج أحد مراحل المشروع، يُحفظ العمل المنجز، ويُقدَّم للعرض على الفريق، هناك خيارات مختلفة لكيفيّة تمرير الملفّات المنجزة من مرحلة إلى أخرى، يمكن حِفظ المشروع بمراحله حتى تكون بمثابة أساس للرجوع لها إن لزم الأمر، أو يمكن تصدير الصوت كملفّات نهائيّة، وأرشفتها، وبغضّ النظر عن الطريقة التي يتم اختيارها مع فريق العمل، فإنّ التنظيم الجيّد لعمليّة المونتاج والمكساج ومزج الأصوات سيوفّر الكثير من الوقت، ويؤدّي إلى تجاوز أيّة معيقات بسهولة، وليكن التخطيط عادة من عادات العمل.

إنّ العمل كتقنّي للصوت يتطلّب القيام بأدوار كثيرة، قد تعمل أحياناً على مونتاج الصوت، وهو جزء مهمّ من العمل في مرحلة ما بعد الإنتاج، غالباً ما يكون ذلك أحد الأدوار التي تقوم بها في عملك، حيث قد تعمل أيضاً كمهندس صوت في موقع التصوير، وهذا الدور مهمّ لالتقاط وتسجيل الأصوات بأفضل جَودة خاصّة عندما يتعلّق الأمر بمشاريع الميزانيّة المنخفضة، أمّا فيما يتعلّق بالإنتاجات الكبيرة، يجب أن يعمل فنّي المونتاج الصوتيّ ومازج الصوت، ومصمّمو الأصوات وفقاً لإرشادات المخرج، أو مدير الصوت في المشروع.

نشاط: (3)

في نهاية كلّ فيلم تظهر قائمة أسماء مَن عملوا على صناعة الفيلم Credit.

اختر أحد الأفلام، واكتب أسماء الوظائف الخاصّة بمن عملوا على إنجاز الصوت للفيلم الذي اخترته.

أسئلة الوحدة النمطية الرابعة

السؤال الأوّل: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

1- أيّ الآتية يُعَدّ أحد تطبيقات الهاتف الذكيّ، ويُستخدم للتسجيل والمونتاج الصوتيّ؟

أ- Adobe Audition ب- Audacity جـ- Lexis د- FL Studio

2- ماذا تسمى عملية دمج وخلط الصوت من قنوات عديدة (Tracks)، وتحتوي أصواتاً وموسيقى ومؤثّرات، بنسب تريح السامع، ولا تطغى على بعضها؟

أ- مونتاج. ب- مكساج. جـ- إخراج. د- تصميم الصوت.

3- ما القائمة التي يتمّ الإخراج النهائيّ للمشروع، ومزجه في برنامج (Adobe Audition) من خلالها؟ (قائمة / أمر)

أ- File\Export ب- File\Import جـ- File\save د- File\save as

4- ما الاختصار على لوحة المفاتيح لأمر فصل المقطع الصوتيّ لجزأين في برنامج Audacity ؟

أ- ALT+S ب- ALT+K جـ- CTRL+C د- CTRL+I

5- ماذا نسمّي عمليّة بدء الصوت في الانخفاض تدريجيّاً إلى أن يتلاشى؟

أ- Fade In ب- Cross Fade جـ- Fade Out د- Fader

6- أيّ أنظمة التشغيل الآتية المتاحة للتطبيق Lexis؟

أ- Android ب- IOS

جـ- IOS + Android د- IOS + Android + windows

السؤال الثاني: عرف المفاهيم والمصطلحات الآتية:

أ- المؤثّرات الصوتيّة ب- المونتاج الصوتيّ جـ- مزج الصوت

د- تركيب الصوت هـ- Foley Artist

السؤال الثالث: للمؤثّرات الصوتيّة وظائف متعدّدة، وضّح ثلاثة منها.

السؤال الرابع: أيّهما تفضّل: المونتاج باستخدام برنامج Audacity أم Adobe Audition ولماذا؟

السؤال الخامس: بيّن وظيفة التأثيرات الصوتيّة الآتية: (Reverb، Delay، Equalizing، Time Pitch)؟

السؤال السادس: عند تسجيل التقارير الإخباريّة، ما أفضل الأدوات والتقنيّة المستخدمة لتنفيذ المونتاج؟

دراسة حالة: نفذ خطوات الموقف الآتي كاملةً:

طلب مدير إذاعة من فني المونتاج الصوتي، مونتاج التقرير الإخباري الذي قام بتسجيله المذيع.

مشروع الوحدة

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة وأنشطتها، قم بإنتاج أحد المشاريع الآتية، واعرضه أمام زملائك،

1- تسجيل ومونتاج قصّة مصوّرة.

2- تسجيل ومونتاج قصيدة شعريّة.

مع مراعاة اتباع خطوات تنفيذ المشروع من حيث:

اختيار المشروع، وخطة المشروع، وتنفيذ المشروع، وتقويم المشروع.

الوَحْدة النّمطيّة الخامسة
غُرف التحكُّم، تجهيزها وتشغيلها

أتأمّلُ، ثمّ أُناقشُ:

ما طُرق فحص العزل الصوتيّ الجيّد داخل الأستوديو؟

يُتوقّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على معرفة طُرق عزل الأستوديو، وتمييز الفرق بين غرف التحكُّم، وكيفيّة ربطها وتشغيلها، وذلك من خلال الآتي:

1. تركيب عيّنات من موادّ العزل على ألواح خشبيّة في غرف صغيرة، وفحص كمّيّة امتصاص الصوت، وانعكاسه، وانكساره، والفرق قبل تلك العمليّة وبعدها.
2. ترتيب وتجميع الأجهزة داخل غرفة التحكُّم، وربط مداخلها ومخارجها مع بعضها بعضاً، ثمّ تشغيلها، وتجربة التشغيل والاستماع.

الكفايات المِهْنيّة:

الكفايات المتوقّع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحْدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً: الكفايات الحرفيّة:

1. استخدام موادّ وأدوات العزل الصوتيّ، وطُرق فحصه.
2. التمييز بين العزل السليم والرديء، ومعرفة طُرق معالجته.
3. إتقان تركيب الأجهزة وتجميعها داخل الأستوديو وغرفة التحكُّم.
4. إتقان صناعة ولحام الكوابل ولوحات الربط.
5. تركيب وتشغيل غرف التحكُّم الصوتيّ، وعربات النقل الخارجي.
6. الإلمام بطرق ربط أكثر من أستوديو عن بعد.
7. معرفة مكوّنات نظام حفلات الـ DJ، وكيفية استخدامه.
8. تسجيل الصوت داخل الأستوديو من زوايا متعدّدة، وملاحظة الفرق.

ثانياً: الكفايات الاجتماعيّة والشخصيّة:

1. التفكير الإبداعيّ والابتكار.
2. احترام المهنة وفريق العمل.
3. الأمانة والصدق.
4. الدقّة وتنظيم الوقت.
5. التعامل بمصداقيّة ومهنيّة.
6. الاستعداد للإفادة من ذوي الخبرة.
7. الاتّصال والتواصل الفعّال.
8. التكيّف المَرِن الإيجابيّ.

ثالثاً: الكفايات المنهجيّة:

1. المناقشة والحوار.
2. البحث العلميّ.
3. العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار).
4. التعلُّم التعاونيّ.

قواعد الأمن والسلامة المهنية:

1. التقيُّد بالأنظمة والإرشادات المتعلّقة بالسلامة المهنيّة.
2. الاستخدام الآمن للأجهزة والأدوات والمعَدّات المستخدمة، وعزل غرف التحكُّم والأستوديو وتجميعها وربطها.
3. ارتداء الزيّ الرسميّ لفنّي الصوت.
4. الاهتمام بالصحّة والنظافة الشخصيّة.
5. المحافظة على نظافة مكان العمل وأدواته.
6. الانتباه إلى قوابس الكهرباء وتمديداتها عند توصيل الأجهزة.

الموقف(5-1) التعليمي التعلُّميّ:العزل الصوتيّ- عزل الأستوديو

وصف الموقف: طلب مدير محطّة إذاعيّة من تقنّي الصوت عزل غرفة إضافيّة بمقرّ الإذاعة، لاستخدامها كأستوديو، وعليك تجهيز ما يلزم.

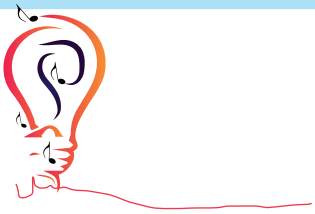
العمل الكامل:

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التّعلُّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير الإذاعة عن: - الهدف من عزل الأستوديو، (للتسجيل أو للبثّ). - طبيعة الغرفة من حيث الموقع، والمساحة، والتصميم. - عدد الشبابيك والأبواب فيها. - نظام التهوية والتبريد المستخدم وموقعه. - المواد المتوفّرة للعزل الصوتيّ. - الزمن المطلوب لتنفيذ المَهمّة. • أجمع البيانات عن: - المواد المستخدمة للعزل في الأستوديوهات. - الطريقة الأنسب لتنفيذ خطوات العزل. - رسم بياني يوضح طبقات العزل بالترتيب، عزل الشبابيك والأبواب، وفتحات التهوية، والتكييف.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مدير الإذاعة. - كتيّبات (دليل الإرشاد، كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: - أنواع العزل من حيث الجودة، والتكلفة، والكفالة، والمعدّات اللازمة، والدعم الفنّيّ اللازم. • أُحدّد خطوات العمل: - أرسم سكتشات. - أقترح سيناريوهات وبدائل. - أدرس البدائل المقترحة. - أختار الأنسب من البدائل لتنفيذ عمليّة العزل. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فرق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالمنتجين. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • تكنولوجيا: - حاسوب. - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّذ	• أُثبّت طبقات العزل وفق الأصول. • أقوم بسدّ الفراغات بين الزوايا والطبقات. • أُركّب قطعاً إضافيّة من الإسفنج في الزوايا لامتصاص التردُّدات المنخفضة غير المرغوبة. • أفحص العزل. • أُجرّب نظام الصوت داخل الغرفة المعزولة.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• موادّ عزل وعِدد كهرباء. • رسومات توضيحيّة. • تطبيق ميدانيّ.
أتحقّق	• أتأكّد أنّ العزل صحيح. • أتأكّد أنّ طريقة تركيب العزل تمّت وَفق الأسس المهنيّة السليمة. • أتحقّق أنّ جودة الصوت بعد العزل مضبوطة. • أتحقّق أنّ نظام العزل بالأستوديو تمّ وَفق المواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• وثائق: - طلب مدير الإذاعة - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أوثّق وأقدّم	• أُوثّق أشكال العزل الصوتيّ، وطريقة العزل المناسب المستخدم في القاعة. • أُقدّم من خلال عروض... • أفتح ملفّاً باسم الحالة: "العزل الصوتيّ للأستوديو".	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• جهاز حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• رضا مدير الإذاعة من طريقة العزل المستخدمة. • ملاءمة طريقة العزل المستخدمة للمواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• طلب مدير الإذاعة. • وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

الأسئلة:



1- عدّد موادّ العزل الصوتيّ.
2- ما التردُّدات الأكثر شيوعاً داخل الأستوديو؟
3- اذكر خطوات العزل الصوتيّ.

طُرق عزل الصوت

أستوديو معزول

أبحث مع زملائي كيف يمكن عمل غرفة عزل صغيرة متنقّلة (GOBO) لتسجيل الصوت.

◆ **العزل الصوتيّ** - Sound Insulatio: مجموعة المعايير والإجراءات التي تهدف إلى توفير عزل صوتيّ مناسب لمكان ما، للتخفيف من الأصوات المزعجة المحيطة أو الحدّ منها، وقد أُدرج عزل الصوت في العديد من خطط البناء، إمّا للحدّ من الضوضاء الشديدة في بيئة صناعيّة، أو في المنازل، والمكاتب، والمباني، وخاصّة التي

سيتمّ استخدامها لتسجيل الموسيقى، والإذاعة، ووسائل الإعلام، أو لأغراض تجاريّة أخرى تتطلّب عزل الصوت، والصالات الرياضيّة. **وهناك العديد من الطُّرق الأساسيّة لتقليل الصوت، منها:**

1. زيادة المسافة بين مصدر الصوت والمستقبل.
2. استخدام حواجز الضوضاء لتعكس أو تمتصّ طاقة الموجات الصوتيّة.
3. استخدام هياكل التخميد (Damping Structures).
4. استخدام مولّدات صوت نشطه مضادّة للإزعاج (Active Antinoise Sound Generators).

كيف تعزل غرفة التسجيل الصوتيّ؟

قبل البدء بعمليّة عزل الصوت يجب التعرف إلى آليّة السمع لدى الإنسان، والتداخل الموجيّ، ومبدأ اهتزاز، وشدّة الصوت، والتردّد، وطول الموجة، وظاهرة صدى الصوت، ومستوى الصوت.

أثناء التسجيل الصوتيّ بوساطة ميكروفون مكثّف، قد يكون هناك ضوضاء في الخلفيّة لا يدركها سمع الإنسان، وتصبح فجأة ملحوظة ومزعجة عند سماعها بعد التسجيل.

في أغلب الأحيان، يخلط المبتدؤون بين مفهوم العزل الصوتيّ، ومفهوم المعالجة الصوتيّة؛ لذا يجب معرفة الفرق بينهما:

- **العزل الصوتيّ:** يجعل الغرفة أكثر هدوءاً، عن طريق حجب الضوضاء الخارجيّة.
- **المعالجة الصوتيّة:** تجعل صوت الغرفة أفضل أثناء التسجيل، عن طريق امتصاص الأصوات المحيطة غير المرغوب فيها، وعند تجهيز أستوديو جديد يجب مراعاة العزل الصوتيّ، والمعالجة الصوتيّة معاً للحصول على أفضل جودة في التسجيل.

نشاط: (2)

بالرجوع إلى مصادر المعرفة المختلفة، أبحث عن نتائج العزل الصوتيّ عندما تكون الغرفة معزولة صوتيّاً، بشكل مثاليّ.

خطوات تجهيز الأستوديو الصوتيّ وعزله:

1. اختيار المكان المناسب لإنشاء أستوديو بعيداً عن الضوضاء الشديدة، ويُفضّل اختيار الطابق الأخير بالمبنى لتوفير تكلفة العزل.
2. فحص إذا ما تمّ إضافة موادّ عازلة للصوت إلى المبنى، أثناء مرحلة الإنشاء.
3. اختيار موادّ العزل الصوتيّ اللازمة للأرضيّات، والجدران، والسقف، والشبابيك، والأبواب.
4. تثبيت الموادّ العازلة للصوت في الغرفة.
5. مراقبة مستويات الصوت، وإجراء التعديلات وفق الضرورة.

طرق العزل الصوتيّ:

تتحقّق عمليّة العزل الصوتيّ من خلال مزيج من أربع طرق:

1 إضافة طبقة أو زيادة كثافتها:

الشكل (1): ألواح من القطن لعزل الجدران

يمكن عزل الصوت على جدار قيد الإنشاء، أو يمكن إضافته إلى جدار حاليّ بعد الإنشاء، هناك عدّة طرق لعزل الصوت للجدار، والسقف، والأبواب، والنوافذ، والفتحات، مثل: فتحات التهوية وغيرها، وقد نتج عن التحسينات في صناعة عازل الصوت منتجات أكثر فعاليّة، وأقلّ تكلفة من طرق عزل الصوت التقليديّة، ومن هذه الطُّرق:

- **عزل الجدران:** في داخل الأستوديو يتمّ إضافة مادّة عالية الكثافة إلى بنية الجدار، حيث تقلّل بشكل كبير من نقل الصوت عبر الحائط، وتُعدّ إضافة الكتلة طريقة شائعة لعزل الحائط.
- **عزل السقف:** كما هو الحال مع القسم الموجود على الجدران، يُقسم هذا القسم إلى قسمين، وسيتناول الجزء الأوّل كيفيّة عزل سقف جديد تماماً يتمّ بناؤه للتوّ، بينما سيتناول الجزء الثاني كيفيّة عزل سقف موجود بالفعل. هذه العمليّة متشابهة، لكن لديها عدّة اختلافات كبيرة.
- **عزل الأرضيّات:** ويتمّ ذلك من خلال فرش الأرض بالموكيت، أو طبقة من المطّاط.
- **عزل النوافذ والأبواب.**

2 الخمد - Damping:

الشكل (2): الخمد Damping

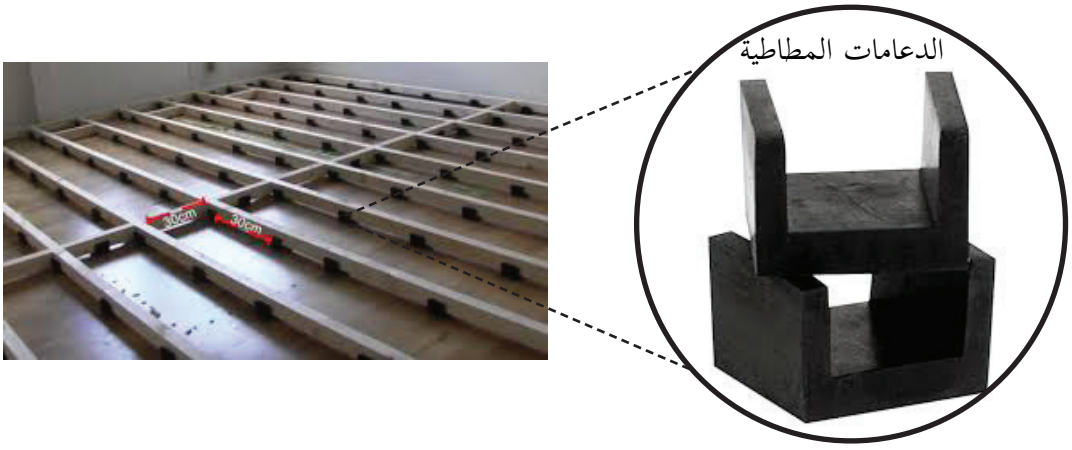
الخمد: طريقة لعزل الصوت، تعمل عن طريق تشتيت الطاقة الحركيّة الناشئة من الموجات الصوتيّة، بتحويلها إلى حرارة، ويمكن بسهولة إنشاء مانع صوتيّ عبر إضافة ألواح العزل لأيّة منطقة من الغرفة، مثل الأرضيّة، والسقف، والجدران أو الباب، ويُعدّ الصّمغ الأخضر من أشهر مركبات الخمد الأكثر فعاليّة في الأسواق، ويوضع الصمغ الأخضر بين لوحين صلبين، مثل: الخشب الرقائقيّ، أو خشب (MDF) المضغوط، كما يبين الشكل (3).

الشكل (3): الصمغ الأخضر Green Glue

③ الفصل - Separation :

تنتقل الاهتزازات الصوتيّة لجسمين متصلين اتّصالاً مباشراً من أحدهما إلى الآخر، هنا يعمل الفصل على منع ذلك الانتقال الصوتيّ عن طريق عزل مناطق الاتّصال، وتتمّ عادة باستخدام نوع من المطّاط السميك المرن، ومن الأمثلة الأخرى المنتشرة للفصل:

- **بناء أرضيّة عائمة باستخدام عوازل مطّاطيّة، مثل:** (Auralex U-boats) كما يبين الشكل (4).



الشكل (4): دعامات خشبية مثبتة داخل دعاميات مطاطية أسفل الأرضيّات

- **بناء جدران مزدوجة:** حيث يترك فراغاً هوائيّاً يساعد على منع الصوت، ويمكن جعله أكثر فعاليّة بإضافة العزل إلى ذلك الفراغ.
- **فصل الطبقات:** باستخدام القنوات المقاومة (Resilient Channel Acoustic)، ومشابك الصوت المقاومة (Green Glue Noise proofing Whisper Clip) لإنشاء جدار أو سقف عائم، كما يبين الشكل (5).

الشكل (5): القنوات المقاومة

- **فصل القوائم عن الأرضيّة، أو الجدران، أو السقف:** يتم ذلك بإضافة شريط حشو Joist إلى القوائم، كما يبين الشكل(6) باستخدام مزيج من تلك الطُّرق، ويمكن احتواء أيّ نوع من الرنين ينشأ في الغرفة داخل مصدره، بدلاً من تكبيره بوساطة الأسطح المحيطة.

الشكل (6): شريط حشو Joist

(4) ملء فراغات الهواء:

يتمّ التحقُّق من ملء كلّ الشقوق والفتحات الصغيرة في الأستوديو، للتأكُّد من أنّها معزولة ومحكمة الإغلاق؛ لأنّ ترك أيّ منفذ غير معزول سيكون ممرّاً لتسلُّل الصوت المزعج.

◆ ومن أشهر مواد العزل لسد الشقوق والفتحات ما يأتي:

■ **مانع تسرُّب الضوضاء:** والذي يمكن استعماله لسدّ أيّ شقوق في محيط الغرفة، أو أيّ فتحات صغيرة في أيّ مكان، هذا النوع يبقى طريّاً ولدناً، فلا تنفتح تلك الشقوق مع الوقت، كما يبين الشكل(7).

الشكل (7): مانع التسرُّب

■ **أطواق الفوم (الرغوة):** حيث تسدّ الفراغات الهوائيّة من فتحات الكهرباء، والنوافذ، والأبواب، وما إلى ذلك.

■ **مسدّات أسفل الأبواب الأوتوماتيكيّة:** وهي تغلق المسافة المفتوحة بين أسفل الباب والأرضيّة، كما يبين الشكل (8).

الشكل (8): مسدّات الأبواب الأوتوماتيكيّة

◆ خطوات عزل الأستوديو:

هناك نوعان من الضوضاء التي يجب عزل الأستوديو بسببها:

أولاً: ضوضاء التصادم - Impact Noise: المعروف أيضاً باسم ضوضاء السقوط، وهو ضجيج ناتج عن قوّة مطبقة أو مفروضة على الأرض من خُطا الأقدام، ويمكن أن تكون ناتجة عن تحريك الكراسي والأثاث، وحتى الآلات والأجهزة، هذه الاهتزازات تمتدّ في جميع أنحاء الأرضيّة، التي تنتقل من خلال الشقوق، وتستمر كلّما زاد قيمة الضغط على الأرض.

ثانياً: الضوضاء المحمولة عبر الهواء - Airborne Noise: الأصوات التي تأتي من التليفزيون، أو الراديو، أو الأشخاص الذين يتحدّثون، أو من أيّ مصدر آخر، ويمكن أن تكون الضوضاء المحمولة جوّاً مصدر إزعاج سواء في الغرفة التي تأتي منها، أو الغرف الموجودة أسفل الأرض.

أ- **عزل الأرضيّات:** في الوضع الذي يكون فيه الأستوديو في الوسط بين طابقين، يجب عزل الصوت من أعلى وأسفل؛ لذا يتمّ عزل أرضيّة الطابق العلويّ، وأرضيّة الأستوديو بشكل محكم، كما يبيّن الشكلان (9،10).

الشكل(9): العزل الأرضيّ (الطبقة الأساسيّة تغلّف الدعامات، والصوف المعدنيّ في الوسط)

الشكل (10): العزل الأرضيّ

ومن المواد المستخدمة لعزل الأرضيّات، طبقة أساسيّة عالية الأداء، مصنوعة من الألياف المعاد تدويرها، باستخدام عمليّة تصنيع عالية الحرارة، كما يبيّن الشكل (11)، ومن موادّ كالصوف المعدنيّ، مثل(roxul)، أو الصوف الصخريّ لمعالجة الضوضاء المحمولة بالهواء بين الأرضيّة والسقف، والقنوات المرنة، وغيرها من المواد العازلة للضوضاء، مثل الصمغ الأخضر (Green Glue) لفصل الطبقة النهائيّة من الألواح الخشبيّة المرصوفة على الأرض عن العارضة المصنوعة من الخشب الموجودة أسفلها؛ ما يحدّ من اهتزاز الصدمات والضوضاء الناتجة عن الحركة أو التنقُّل، كما يبيّن الشكل(12).

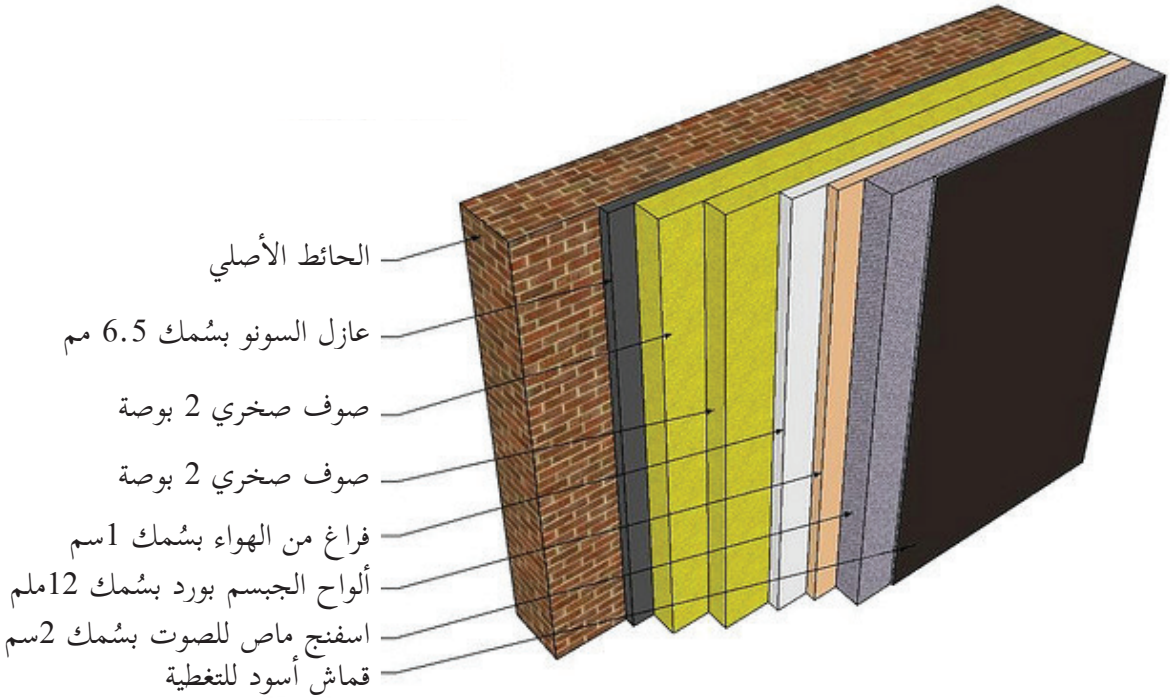
الشكل (11): طبقة أساسيّة من الألياف

الشكل (12): العارضة الخشبية عن قرب

بعد وضع الطبقة النهائيّة من الخشب يُغطّى بطبقة من العازل المطّاطيّ، تُسمّى الفينيل (Mass loaded Vinyl)، ومن ثمّ بالسجّاد، أو الموكيت، كما يبيّن الشكل (13).

الشكل (13): مادّة الفينيل Vinyl

ب- عزل الجدران: الطبقات التي يجب تركيبها على الجدران بشكل متوالٍ وبالترتيب، كي نحصل على عزل مثاليّ لجدران الأستوديو، كما يبيّن الشكل (14).



الشكل (14): طبقات عزل الجدار

وتتكوّن هذه الطبقات ممّا يأتي:

1. **الحائط الأصليّ:** وهو الجزء الرئيس من البناء، وعادة يكون من الإسمنت أو الطوب.
2. **طبقة من السونو** (Sono batts) بسُمك 6,5 ملم، كما يبيّن الشكل(15).

الشكل (15): ألواح السونو

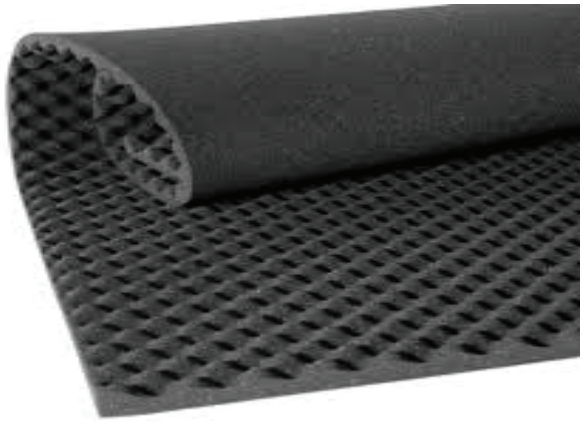
3 **طبقتان متتاليتان من الصوف الصخريّ (Rock Wool)**، فوق طبقة السونو تعادلّ كلّ طبقة بوصتين؛ أي ما مجموعه 6 سم تقريباً، كما يبيّن الشكل (16).

الشكل (16): عيّنة من طبقة الصوف الصخري

4 **طبقة مفرغة من الهواء** بسُمك 1 سم.

5 **طبقة من ألواح الجبسُم** (Plasterboard) سُمكها 12 ملم.

6 **طبقة من مادّة الفوم** (Noise Dampening Foam)، وهي مادّة تساعد في امتصاص الصوت، وتتكوّن من الإسفنج، كما يبيّن الشكل (17).

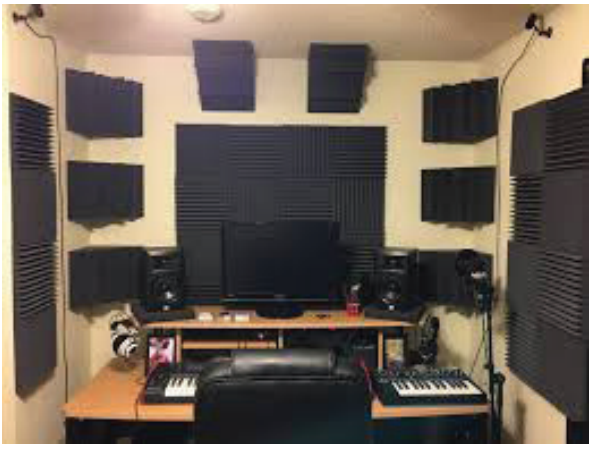


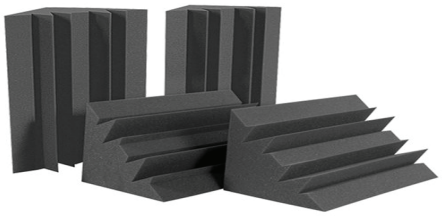
الشكل (17): مادة الفوم

7) **يُضاف غطاء من القماش الأسود** عند الانتهاء من عمليّة العزل الرئيسة، ويجب استخدام بعض الموادّ الضروريّة للحصول على عزل مثاليّ، من خلال حصر وتبديد التردّدات غير المرغوبة، وتقوم هذه المواد بامتصاص مساميّ، وهو أي نوع من المواد المساميّة، أو الليفيّة، مثل: المنسوجات، والقماش، والصوف، والسجّاد، والموادّ الرغويّة، والصوف المعدنيّ، والصوف القطنيّ، أو اللصقات الصوتيّة الخاصّة، إذ تقوم هذه الموادّ بامتصاص الطاقة الصوتيّة (Sound Energy) ؛ لأنّها تخمد تذبذُب جزيئات الصوت في الهواء، عن طريق الاحتكاك.

موادّ أخرى يجب إضافتها لحصر بعض التردُّدات غير المرغوبة داخل الأستوديو التي قد تشوّش على التسجيل، وعلى عمليّة ضبط الصوت (Equalizing) ، مثل:

المخمّدات المساميّة - Bass Trap: وتصنع من خامة الإسفنج نفسها الممتصّة للصوت، وتأتي بمقاسات مختلفة، والأشهَر منها طوله 100 سم، وعرضه 60 سم، وسُمكه 13 سم، تمّ تصميمه بحيث يحقّق أقصى استفادة ممكنة، لمنع تضاعُف قيمة الترددُّات المنخفضة (Bass) التي تنتج عند ارتداد الصوت في مناطق الزّوايا، ويتمّ تثبيته في الزوايا السفليّة أو العلويّة داخل الأستوديو، ويساعد على امتصاص فعّال يصل حتى 63 هرتزاً، مع معامل تقليل الضوضاء (NRC-Noise Reduction Coefficient)، الذي يُمَكّن مهندس الصوت من الحكم الصحيح على الصوت المسموع، وبالتالي ضبط EQ بدقّة عالية، يستحيل تنفيذها بأيّة غرفة لا يوجد فيها المخمّدات، كما يبيّن الشكل (18).





الشكل (18): المخمّدات المساميّة

المخمّدات اللوحيّة - Bass Trap panels: تمتصّ الترددُّات المنخفضة، لتخفّف الاستجابة الشاملة للموجات المنخفضة داخل الأستوديو، وتوفّر بيئة استماع أكثر توازناً، من خلال التحكُّم في كميّة صوت الترددُّ المنخفض ونسبة امتصاصه، وبترك "فجوة هوائيّة" بين اللوح والحائط، ويمكن تغطية قدر أكبر من المساحة المسطّحة باستخدام موادّ أقلّ. كما يبيّن الشكل (19).

الشكل (19): المخمّدات اللوحيّة

الموقف (5-2) التعليميّ التعلُّميّ: أجهزة غرفة التحكُّم ومعدّاتها

وصف الموقف: طلب مدير الإعلام التابع لرئاسة الوزراء، من قسم الصيانة تجهيز غرفة تحكُّم للصوتيّات (Control Room) في قاعة المؤتمرات، لاستخدامها في المؤتمرات الصحفيّة، وعليك تجهيز ما يلزم.

العمل الكامل:

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التعلّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير الإعلام عن: - طبيعة الفعاليّات والأنشطة التي تتمّ في القاعة (مؤتمرات صحفيّة، أو استقبال وفود، أو كلاهما،...). - تصميم القاعة وموقعها. - العزل الصوتيّ الكامل، أو الجزئيّ للقاعة. - الأجهزة الصوتيّة اللازمة لتجهيز القاعة (أجهزة التسجيل، لوحات الربط، أجهزة معالجة الإشارة، نوع المِكسر المستخدم، السمّاعات). - المكان الأفضل لتثبيت الأجهزة داخل القاعة. - نظام الترجمة، والفيديو كونفرنس. • أجمع البيانات عن: - الأجهزة والمعدّات الصوتيّة في القاعات، خصائصها، وطرق تشغيلها. - عدد الأجهزة اللازمة وتصنيفها. - رسم بيانيّ يوضّح أسماء الأجهزة، وطريقة تثبيتها، وربطها مع بعضها بعضاً. - أنواع الأجهزة المناسبة، وميّزات كلّ منها.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مدير الإعلام. - كتيّبات (دليل الإرشاد، كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: - طبيعة النشاطات في القاعة، وأجهزة توزيع الصوت على وكالات الصحافة، والمداخل والمخارج للأجهزة في غرفة التحكُّم، وأجهزة التسجيل والبثّ المباشر، والأجهزة والأدوات والمعدّات الصوتيّة اللازمة. • أُحدّد خطوات العمل: - أرسم سكتشات. - أقترح سيناريوهات وبدائل. - أدرس البدائل المقترحة. - أختار الأنسب من البدائل لتوزيع الأجهزة، والمعدّات، والصوتيّات. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فِرق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالمنتجين. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • حاسوب. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّـذ	• أُرَكّب الأجهزة والمعدّات في مواقعها المناسبة في القاعة. • أُوصِل الأجهزة مع بعضها بعضاً. • أُشَغّل النظام لأغراض التجريب. • أَضبِط معدّات الصوت. • أُجرّب نظام الصوت.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• كوابل صوت وكهرباء. • رسومات توضيحيّة. • تطبيق ميدانيّ.
أتحقّق	• أتأكّد أنّ الأجهزة والمعدّات الصوتيّة في مكانها المناسب. • أتأكّد أنّ التوصيلات تمّت وفق الأسس المهنيّة السليمة. • أتحقّق أنّ غرفة التحكُّم في القاعة مناسبة لطبيعة الفعاليّات. • أتحقّق أنّ غرفة التحكُّم في القاعة تمّت وِفق المواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• طلب مدير الإعلام • وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أوثّق وأُقدّم	• أُوثّق أنواع الأجهزة والأدوات الصوتيّة، ونظام التحكُّم المناسب المستخدم في القاعة. • أُقدّم من خلال عروض... • أفتح ملفّاً باسم الحالة: "تجهيز غرف التحكُّم".	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• جهاز حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.

التقويم	• رضا مدير الإعلام عن النظام في غرفة التحكُّم المستخدم. • ملاءمة نظام الصوت المستخدم للمواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• طلب مدير الإعلام. • وثائق المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

الأسئلة:

1- ارسم رسماً بيانيّاً يوضّح كيفيّة تثبيت أجهزة الصوت وتوصيلها داخل غرفة التحكُّم، وحجرة التسجيل.
2- من خلال دراستك للموقف التعليميّ السابق، اشرح كيف يتمّ ربط جهاز المِكسر مع لوحة الربط (Audio patch panel).

أتعلّم

غرف التحكُّم

غرفة التحكُّم

نشاط: (1) قم بزيارة أستوديو لتسجيل الصوتيّات، واكتب قائمة بالأجهزة المستخدمة في غرفة التحكُّم ووظائفها.

يُقسم الأستوديو إلى غرفتين، هما: غرفة التسجيل(Recording Room)، وغرفة التحكُّم (Control Room) ، التي تحتوي على عدد من الأجهزة المستخدمة في التسجيل، والمونتاج ومزج الأصوات، ومرحلة ما بعد المونتاج وهي المرحلة الأخيرة في عمليّة التسجيل الموسيقيّ (Post production).

أهمّ الأجهزة التي تحتويها غرفة التحكُّم:

1. **جهاز المازج أو المِكسر-Mixer:** يتيح للمستخدم في أبسط صورة التقاط إشارات صوتيّة من أكثر من مصدر، ومزجها معاً، وقد تحتوي أجهزة المِكسر الأكثر تعقيداً على نطاق أوسع من أدوات معالجة الإشارة، مثل: (EQ) لكلّ قناة (Fader).

ويوجد على المِكسر خيارات متعدّدة، وأهمّها:

- توجيه الإشارة (Routing).
- ناقلات الإشارة الرئيسيّة (Busses).
- مخارج المجموعات (Groups).
- إدراج الإشارات (Inserts).
- المخرج النهائيّ (Final/Direct Output).

أنواع المِكْسَرات المستخدمة في غرف التحكُم، هي: تناظري (AAnalogue) ورقمي (Digital)

التناظريّ: تُستخدم في هذه الأجهزة دوائر سلكيّة صلبة، لنقل ومعالجة وتوجيه جميع الإشارات التي تمزجها، وعادة ما تحتوي على (Mic Preamps) التي تُستخدم بشكل مقترن مع وسائط صوتيّة أخرى(Audio Interfaces)، حيث تقبل فقط إشارات خطّيّة (Line Level Inputs)، أو في أيّ حال يكون فيه عدد الإشارات الداخلة إلى الجهاز عند التسجيل الصوتيّ قد تجاوز عدد مداخل الصوت في الوسيط الصوتيّ المستخدم.

الرقميّ: يُستخدم عادة بالطريقة نفسها التي يُستخدم فيها الجهاز التناظريّ، ولكنّ معظم الدوائر الداخليّة افتراضيّة (Virtual)، تعمل على نظام رقميّ محوسب داخل الجهاز، باستثناء إشارة (Preamps) التي تكون عادة الخطوة الأولى في مسار الإشارة التناظريّة، ومن ثمّ تمرّ إلى محوّل يحوّل الإشارة من تناظريّة إلى رقميّة (A\D) ، بعد ذلك تُنقل الإشارة الرقميّة إلى جهاز الحاسوب الخاصّ بالتسجيل، أو وحدة الصوت الرقميّة (Digital Audio Workstation -DAW) لمعالجتها رقميّاً، أو إعادة تحويلها من رقميّة إلى تناظريّة (Digital To Analogue - D\A)؛ كي يتمكّن مهندس الصوت من الاستماع عبر السمّاعات وسمّاعة الرأس إلى المادة المسجّلة. كما يبيّن الشكل(1).

الشكل(1): مكسر رقميّ (Digital)

② **أنظمة التسجيل:** يوجد نظامان أساسيّان للتسجيل، وهما: إمّا جهاز حاسوب خاصّ يحتوي برامج التسجيل الصوتيّ، وكرت الصوت (sound card) المناسب، أو نظام التسجيل الرقميّ، متعدّد المسارات (digital multi-track system) كما يبيّن الشكل (2).

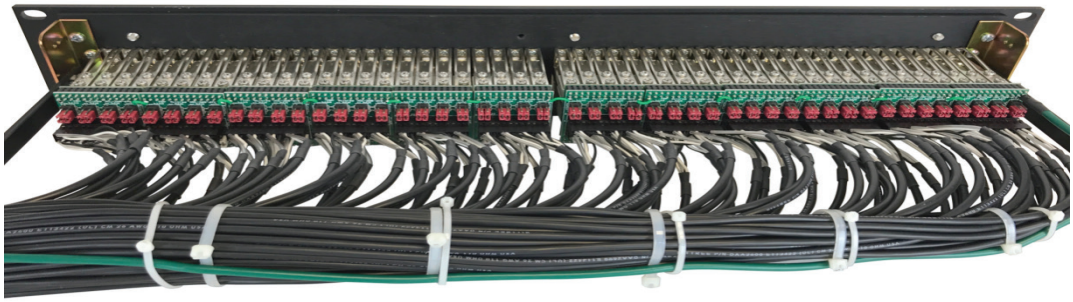
الشكل (2): جهاز Multi Track Recorder موصول بالحاسوب

وقد تعمل وحدة التسجيل بنظام تشغيل (windows أوMac)، كجهاز تسجيل أساسيّ، مع وحدة الصوت الرقميّ المتّصلة بالحاسوب (Digital Audio Workstation - DAW)، وتحتوي برنامجاً رئيسيّاً للتسجيل، والمونتاج الصوتيّ (editing , mixing , processing) ، كما يبيّن الشكل (3).

وأكثر برامج الـ DAW شيوعاً، هي: Adobe Audition, Apple logic, ProTools, Cubase

الشكل (3): واجهة برنامج Cubase

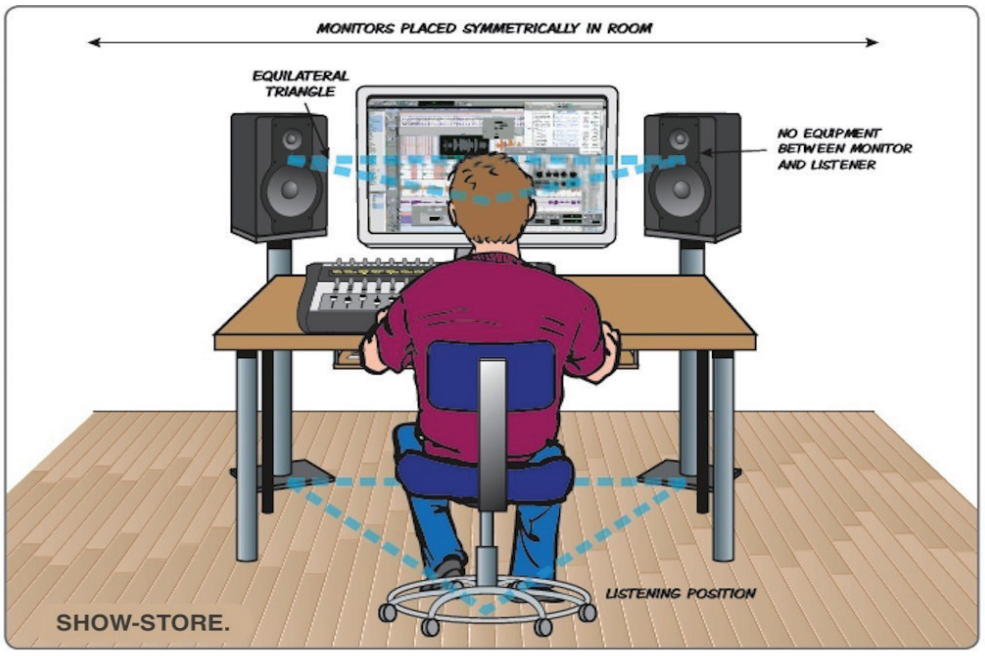
③ **لوحة ربط الصوت - Audio Patch Panel :** لوحة لها مداخل ومخارج متنوّعة الأشكال من الأمام، وغالباً ما تكون هذه الموصلات من نوع XLR ، أو Phono Jack (PL) ، ويتمّ وصل جميع مخارج ومداخل الأجهزة الموجودة في غرفة التحكّم مع الواجهة الخلفيّة لهذه الموصلات، عن طريق اللحامK،كما يبيّن الشكل (4)، أو بنوع الموصل نفسه المبيّن من الأمام، كما يبيّن الشكل (5)، ووظيفة هذه اللوحات ربط أيّ جهازين مع بعضهما بعضاً، عن طريق كوابل قصيرة، ذات رأسين من نوع المدخل نفسه المبيّن في واجهة اللوحة؛ وذلك لتوفير الوقت والجهد، وترتيب شكل توصيلات المداخل والمخارج بين جميع الأجهزة ولسهولة تغيير أيّ مدخل أو مخرج من وإلى الأجهزة الموجودة في غرفة التحكّم.



الشكل (4): لوحة ربط الأجهزة من الخلف باستخدام اللحام

الشكل (5): لوحة ربط الأجهزة من الأمام

④ **سمّاعات غرف التحكُّم - Studio Audio Monitors:** سمّاعتان ذات حساسيّة عالية جدّاً للصوت، ويمكن من خلالها سماع نطاق تردُّدات الصوت الثلاثة: المرتفعة، والمتوسطة، والمنخفضة، (high, mid, low)، ويجب تثبيت هذه السمّاعات إلى مستوى مساوٍ لمستوى أذنَي مهندس الصوت، وبزاوية 60° مع جسمه، كما يبين الشكل (6) .



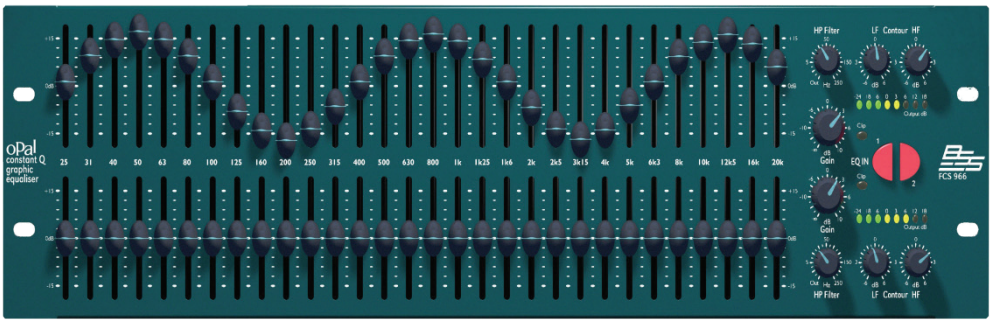
الشكل (6): تثبيت السمّاعات بزاوية 60° في الأستوديو

5 **أجهزة معالجة الإشارة المسجّلة ما بين مخارج المِكسر وبين جهاز التسجيل (DAW)، هي:**

■ **الضاغـط - Compressor:** يقـوم الضاغـط بتقليـل النطـاق الديناميكـيّ للإشـارة (Dynamic Range)، ويقلّـل الفـرق بيـن المسـتويات،من حيـث ارتفاعهـا وانخفاضهـا، بحيـث يقـوم بتخفيـض مسـتوى الصـوت المرتفـع، ورفـع الصـوت المنخفـض في النطـاق الديناميكـيّ ذاتـه للموجـة الصوتيّـة، مـن أجـل الحصـول علـى مسـتويات ثابتـة مسـجلة، ويتـمّ قيـاس معـدّلات الضغـط (Compression Rates) علـى شـكل نسـب (Ratio) علـى نحـو 4:1، وهـذا يعنـي أنّ كلّ زيـادة بمقـدار 4 ديسـيبل عنـد الإشـارة الداخلـة سـيتمّ تخفيضهـا (ضغطهـا) إلـى قيمـة تسـاوي 1 ديسـيبل عنـد المخـرج.

الشكل(7): الضاغط Compressor

■ **معادل الإشارة الجرافيكي - Graphic EQ :** هو معالج إشارة، وأحياناً يكون على شكل برنامج محوسب يأخذ الإشارة الداخلة (Input Signal)، ويقسمها إلى نطاقات تردُّد، تُسمّى نطاق (Band)، ويمكن التحكُّم في مستوى كلّ نطاق عادة مع فيدر (Fader) للتحكُّم، وإذا تمّ استخدام 3 نطاقات تردّديّة فقط، قد تكون إشارة مفتاح بدل فيدر، ويقسم النطاقات عادة إلى Bass، Middle، Treble. وأثناء الإعداد للتسجيل، يستخدم عادةً عدداً كبيراً من النطاقات، أكثرها شيوعاً هو 15 أو 31 نطاقاً في أجهزة المعالجة.



الشكل (8) Graphic Equalizer

الموقف (5-3) التعليميّ التعلُّميّ: غرفة التحكُّم المتنقّلة

وصف الموقف: طلب مدير إذاعة من وحدة النقل الخارجيّ بثّ الأمسية الشعريّة من متحف محمود درويش مباشرة إلى الإذاعة، وعليك تجهيز ما يلزم.

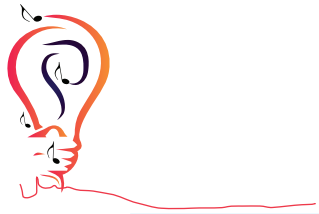
العمل الكامل:

العمل الكامل			
خطوات العمل	وصف الموقف الصفّيّ	المنهجيّة (استراتيجيّة التعلُّم)	الموارد
أجمع البيانات وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير الإذاعة عن: - طبيعة الفعاليّة أو النشاط. - ساعة البثّ ومدّة البرنامج. - برنامج الفعاليّة. - تقنية البثّ الأنسب لنقل الفعاليّة. - التجهيزات التقنيّة المتوفّرة بالمتحف، مثل خطوط الاتّصالات. - كيف نربط عربات النقل الخارجيّ؟ - الوسائط المستخدمة في بثّ الأمسية. • أجمع البيانات عن: - غرف التحكُّم المتنقّلة، وخصائصها، وطرق تشغيلها. - طريقة عمل غرفة التحكُّم الخارجيّة. - رسم بيانيّ يوضّح مكوّنات غرفة التحكُّم الخارجيّ، المداخل والمخارج، وطريقة التوصيل. - طريقة ربط وحدة التحكُّم الخارجي مع الإذاعة الأم عبر الإنترنت للبثّ المباشر.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ. • التعلُّم التعاونيّ.	• وثائق: - طلب مدير الإذاعة. - كتيّبات (دليل الإرشاد، كتالوج). - صور، مقالات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - فيديوهات تعليميّة توضيحيّة. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أُخطّط وأُقرّر	• أُصنّف البيانات إلى: - طبيعة الفعاليّة، والمتحدّثين الرئيسيّين، وبرنامج الفعاليّة، والأجهزة، والأدوات، والمعدّات، الصوتيّة اللازمة. • أُحدّد خطوات العمل: - أرسم سكتشات. - أقترح سيناريوهات وبدائل. - أدرس البدائل المقترحة. - أختار الأنسب من البدائل لاختيار المكان الأنسب لتثبيت الأجهزة والمعدّات الصوتيّة. - أضع جدولاً زمنيّاً للتنفيذ.	• التعلُّم التعاونيّ (فرق ومجموعات عمل). • العصف الذهنيّ (استمطار الأفكار). • الحوار والمناقشة. • البحث العلميّ.	• وثائق: - كتب. - كتالوجات خاصّة بالمنتجين. • قرطاسيّة (ورق، أقلام). • حاسوب. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.
أُنفّـذ	• أُرَكّب الأجهزة والمعدّات في مواقعها. • أقوم بتوصيلها. • أُشَغّل النظام لأغراض الربط مع المحطّة الرئيسة. • أَضبِط الصوت. • أُجرّب وحدة التحكُّم الخارجيّ.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• كوابل صوت وكهرباء. • رسومات توضيحيّة. • تطبيق ميدانيّ.
أتحقّق	• أتأكّد أنّ الأجهزة المعدّات والصوتيّات في مكانها المناسب. • أتأكّد أنّ التوصيلات تمّت وفق الأسس المهنيّة السليمة. • أتحقّق أنّ الإشارة الداخلة إلى النظام والخارجة منه إلى المحطّة سليمة. • أتحقّق أنّ غرفة التحكُّم الخارجيّ في المتحف قد تمّت وَفق المواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ. • الحوار والمناقشة.	• طلب مدير الإذاعة • وثائق: - المعايير والمواصفات. • تكنولوجيا: - الإنترنت. - مواقع تعليميّة موثوقة.

أوثّق وأقدّم	• أُوثّق أنواع الأجهزة وغرفة التحكُّم المتنقلة. • أُقدّم من خلال عروض... • أفتح ملفّاً باسم الحالة: "غرفة التحكُّم المتنقّلة".	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• جهاز حاسوب. • أجهزة عرض. • قرطاسيّة.
أقوّم	• رضا مدير الإذاعة عن غرفة التحكُّم المتنقّلة المستخدمة. • ملاءمة نظام الصوت المستخدم للمواصفات والمعايير.	• التعلُّم التعاونيّ (مجموعات). • الحوار والمناقشة.	• طلب مدير الإذاعة. • وثائق. • المعايير والمواصفات. • نماذج التقويم.

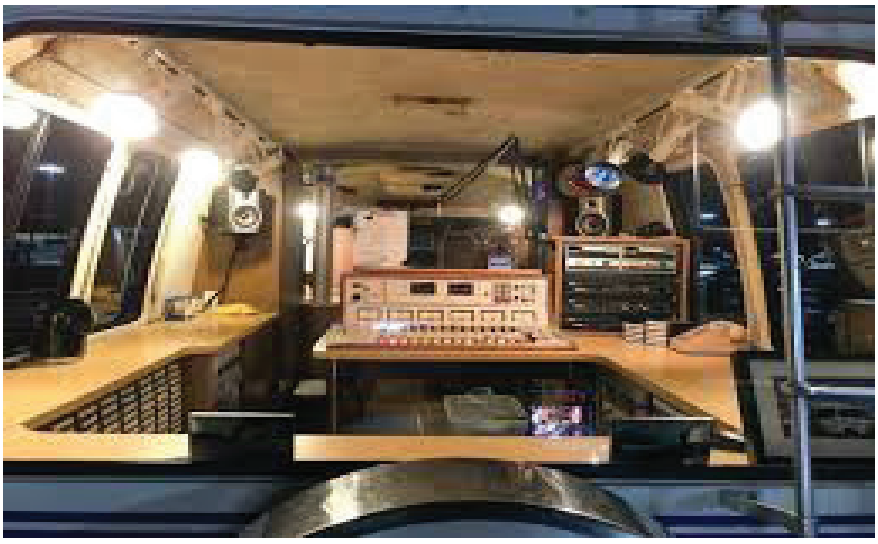
الأسئلة:



1- عدّد ميزات غرف التحكُّم المتنقّلة؟

أتعلّم

عربات النّقل
Outside Broadcasting (OB)



نشاط: جرّب مع زملائك ربط غرفتَي تحكُّم عن طريق خطّ الهاتف الأرضيّ، باستخدام Hybrid.

اعتمد البثّ في البداية على إشارات تماثليّة باستخدام تقنيّات الإرسال التماثلي، ثمّ تحوّل البثّ الإذاعيّ إلى النظام الرقمي، باستخدام الإرسال الرقمي(Digital Broadcasting)، أو البثّ التدفّقيّ عبر الإنترنت (Audio Streaming)، مع التطوُّر التقنيّ السريع، أمست كلّ المحطّات الإذاعيّة (الراديو) تعمل بالنظام الرقميّ، الذي يتوافق مع باقي أنظمة الاتّصالات السلكيّة واللاسلكيّة، والأقمار الصناعيّة، والاتّصالات المشفّرة التي تتقاطع وتتشارك أحياناً أخرى في وظيفتها، وتقنيّات عملها مع الراديو والتلفزيون، وقد أصبح من السهل نقل الفعاليّات المباشرة في مجالات الرياضة، والفنون، والموسيقى وغيرها من خلال الراديو والتلفزيون والإنترنت، بل إنّ كثيراً من المحطّات الإذاعيّة كذلك تبثّ برامجها عبر الأقمار الصناعيّة.

الشكل(1): عربة نقل خارجي

يجدر القول أنّ أوّل عربة نقل تلفزيونيّة استخدمتها محطّة الـ (BBC) عام 1937، كما يبين الشكل (1) وعربة النقل الخارجيّ، أو عربة البثّ الخارجيّ أصبحت من ضروريّات ومقتنيات أيّة محطّة تلفزيونيّة تقوم بإنتاج برامجها. وتقوم عربة النقل الخارجيّ (Outside Broadcasting-OB) التي تُسمّى أيضاً الإنتاج الإلكترونيّ الميدانيّ (Electronic Field Production - EFP) بنقل البرامج التلفزيونيّة والإذاعيّة، كما تُسمّى الوحدة المتنقّلة (Mobile Unit) او (Remote Truck) أو (OB Van)، وينقسم هذا المفهوم بين النقل أو البثّ الخارجيّ للتلفزيون من جهة، وينحصر من حيث حجم وكميّة المعدّات المستخدمة في النقل الخارجيّ للإذاعة من جهة أخرى، وقد تكون عربات النقل كالأستوديو إمّا تناظريّة النظام (Analogue) أو رقميّة (Digital) ، وعربة النقل الخارجيّ وسيلة تستخدمها محطّات التلفزيون، وشركات الإنتاج كوحدة تحكُّم تلفزيونيّ متكاملة متنقلة، بحيث تجعل من أيّ مكان وكأنّه أستوديو، يبثّ منه الفعاليّة، أو الحدث بصورة مباشرة، أو تسجّله للبثّ غير المباشر.

كيف تعمل وحدة النقل الخارجيّ؟

الشكل(2): أستوديو الراديو المحمول (Portable Radio Unit)

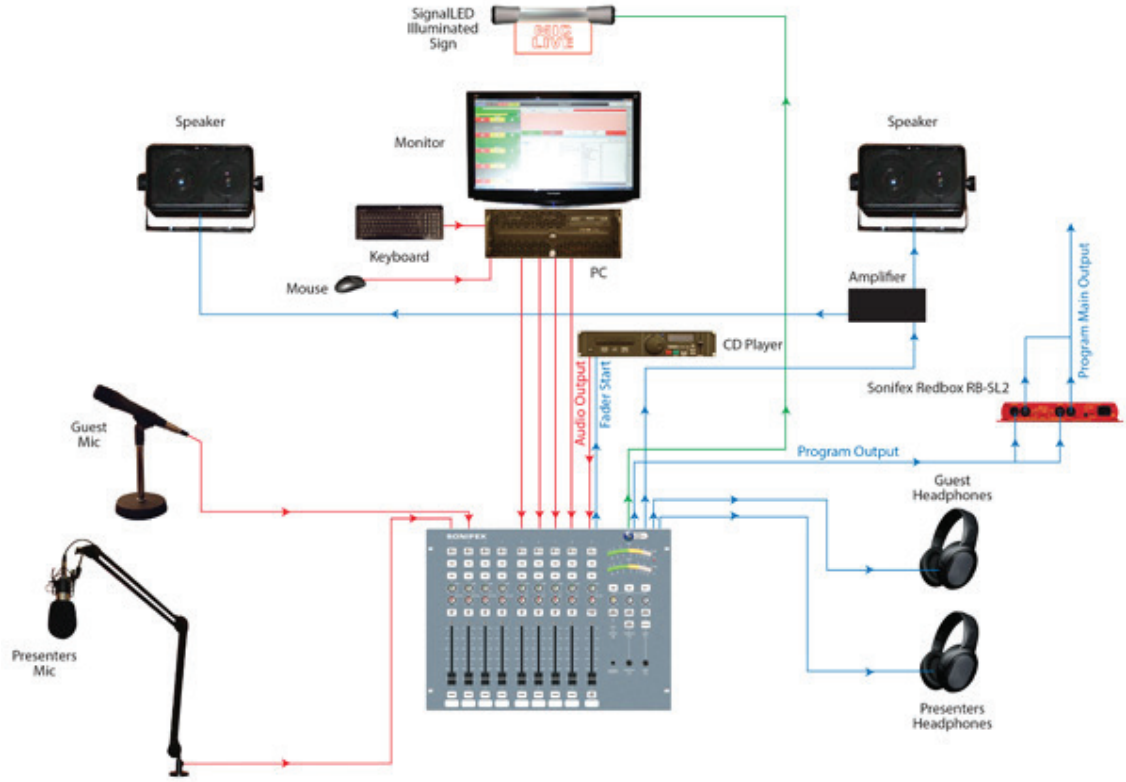
يُعدّ أستوديو الراديو المحمول (Portable Radio Unit) أو النقل الخارجيّ مثاليّاً للاستخدام في أماكن متعدّدة، حيث لا يحتاج حيّزاً كبيراً، فهو في الغالب يحتوي على عجلات ليسهل تحريكه، كما يبين الشكل (2).

ويتكوّن غالبا من حامل متنقّل (Rack) للأجهزة والمعدّات، أهمّها:

- جهاز المِكسر.
- جميع الميكروفونات اللازمة.
- سمّاعات الرأس.
- وعلامة البثّ المباشر (Live).
- شاشة LCD موصولة بجهاز حاسوب يحتوي على برنامج صوت (Audio Software) لتسجيل البثّ، وتشغيل أي موادّ صوتيّة من مكان النقل الخارجيّ.
- جهاز خطّ الهاتف الأرضيّ(Hybrid) للنقل عبر الهاتف، كما يبين الشكل (3).

الشكل(3): جهاز نقل الإشارة عبر الهاتف (Hybrid)

كذلك نحتاج إلى موزّع لسمّاعات الرأس، وتقوية الإشارة (Headphone Amplifire)، ويتمّ ربط الأجهزة المذكورة أعلاه، كما يبيّن الشكل (4).



الشكل(4): طريقة توصيل أجهزة الراديو المتنقّل

ويمكن نقل الإشارة من مكان الحدث إلى المحطّة الرئيسة من خلال جهاز (Hybrid)، أو استخدامه فقط لتلقّي المكالمات الهاتفيّة المباشرة، ونقلها مع باقي الأصوات من خلال المخرج الرئيسيّ في جهاز المِكسر، وبثّها **بطريقتين أُخرَيَيْن:**

■ **الطريقة الأولى:** ربط الإشارة الصوتيّة النهائيّة من المخرج الرئيسيّ مع جهاز بثّ يُسمّى ميكروويف، يقوم باستقبال الإشارة، وإرسالها إلى جهاز مماثل في المحطّة الأم، وتُسمّى موجاته موجات راديويّة (Radio waves)، التي تحتاج إلى مساحة أفقيّة في الهواء، لا يوجد فيها تضاريس أو حواجز، مثل البنايات المرتفعة، كما يبين الشكل(5).

الشكل(5): عربة نقل بتقنية ميكروويف

■ **الطريقة الثانية:** وهي الأفضل من ناحية التكلفة المادّيّة، وسرعة التنفيذ، وأيضاً ذات الجودة العالية، وهي توصيل الإشارة الصوتيّة الرئيسيّة الخارجة من المِكسر مع جهاز الحاسوب المتّصل مع الإنترنت، عن طريق كرت الصوت (USB Sound Card).

الذي يقوم بتحويل الإشارة التناظريّة القادمة من المِكسر الى إشارة رقميّة، وإدخالها إلى الحاسوب، ومن ثمّ يقوم البرنامج المحوسب على الجهاز ببثّ الإشارة إلى المحطّة الأم عن طريق الإنترنت، كما يبين الشكل (6).

الشكل(6): كرت الصوت

نظام الدي جي - DJ system:

الشكل(7): نظام الدي جي

مُنسِّق الموسيقَى هو ما يعرف باللفظ (DJ)، وهو اختصار لعبارة (Disc Jockey)، وتعني فارس الأسطوانات؛

أي منسّق الأغاني المسجّلة، وقد بدأ ظهور منسّقي الأغاني أوائل القرن العشرين بعد اختراع الفونوغراف، ومهنة تنسيق الأغاني تتطلّب عادة الموهبة والعلم في آن واحد، كما ويمكن دراستها في الجامعات، والمعاهد، والمدارس الموسيقيّة، ويقوم منسّق الموسيقى باختيار مجموعة أغانٍ مسجّلة وتنسيقها ومزجها، ومقاطع موسيقيّة، بحيث تكون بسرعة إيقاع ثابتة، مع إمكانيّة إجراء تحريفات، وإضافة مؤثّرات صوتيّة إليها يبثّها للجمهور؛ وذلك لزيادة المتعة والإثارة، ولتحفيزهم على الرقص عليها.

منسّقو الأغاني مقسمون عادة إلى مجموعات وفئات مختلفة؛ فمنهم منسقو أغاني الراديو (Radio DJs) يقومون بتنسيق الأغاني على الإذاعات المختلفة، ومنسّقو أغاني النوادي (Club DJs) يقومون بتنسيق الأغاني في النوادي، وصالات الأفراح، والحفلات المتنوّعة، ومنسّقو أغاني الهيب هوب (Hip Hop DJs) يقومون بتنسيق الأغاني من نمط الهيب هوب ،وينوّعون في ألحانها وأغانيها، وهم الذين عادة ما يرافقون منسّقي ومضيفي البرامج والأمسيّات أو الحفلات، ويمزجون الموسيقى للفواصل أثناء البرنامج، أو يجارون المضيف في تنسيقه للبرنامج.

يتكوّن نظام ال دي جي من المعدّات الآتية:

1. **جهاز التحكُّم - Controller:** وهو بمثابة جهاز مِكسر للصوت، في داخل جهاز التحكُّم، ويتّصل به المخرج الرئيسي للسمّاعات، وتتمّ بوساطته مزج الأغاني المخزّنة على برنامج التشغيل الخاصّ، الموجود على الحاسوب المتّصل به أثناء التشغيل، والتحكُّم بمستوى الصوت من خلال (Faders)، وعمل دمج بين القناتين الرئيستين عن طريق مؤشّر (Cross Fade)، بحيث يُسمع الصوت تدريجيّاً عندما يختفي الآخر، أو يصبح صامتاً، وعمل EQ للإشارة الصوتيّة من كلّ قناة على حِدة، وتوصل سمّاعات الأذن به دائما، وهو الجزء المهمّ لفحص وتحضير الموسيقى قبل تشغيلها.

الشكل(8): DJ Cotroller

ومن المفاتيح المهمّة أيضاً مِفتاح (CUE)، وهو لتحديد نقطة البداية للموسيقى أو الأغنية عند تشغيلها؛ من أجل الحصول على المتعة والإيقاع الصحيح عند دمج الأغاني مع بعضها بعضاً، كما يساعد عَجَل الـ (JOG Wheel) أيضاً على أداء المَهمّة نفسها.

② **جهاز - Turntable:** جهاز أسطوانيّ الشكل بحجم أسطوانات الفونوغراف، ويوضع مباشرة بقرب جهاز التحكُّم لتشغيل الأسطوانات.

الشكل(9): Turntable

والجزء المهمّ في هذا الجهاز هو إبرة القراءة التي تُسمّى (Cartridge)، والتي تُشبِهُ في عملها إبرة القراءة داخل جهاز السي دي الخاصّ بالأقراص المدمجة (CD player)، ودون هذه الإبرة لا يمكن تشغيل الأسطوانات أو عرضها، كما يبين الشكل (10).

الشكل(10): Cartridge

3 **جهاز حاسوب محمول - Laptop:** يُستخدم لتشغيل المكتبة الموسيقيّة من خلال برنامج محوسب خاصّ بأنظمة الـ (DJ)، ويكون موصولاً مع جهاز التحكُّم لنقل البيانات.

الشكل(11): برنامج تشغيل مكتبة موسيقية محوسبة

4 **سمّاعات خاصّة:** يجب أن تكون ذات صوت واضح، والمجال الصوتيّ للتردّدات المنخفضة (bass frequency) أيضاً يكون واضحاً، وأن تكون من نوع(Active) ، وأن تكون القدرة النهائيّة (Power) عند المخارج عالية، كما يبين الشكل(12).

الشكل(12): سماعات خاصة

5 **سمّاعات الراس- Headphones:** سمّاعات عالية الجَودة، وتغطي الأذنين بشكل محكم، ولا تسمح للصوت المحيط بالوصول إلى قناة السمع في الأذن، كي يتمكّن منسّق الموسيقى من سماع الصوت الداخليّ في جهاز التحكُّم قبل العرض، كما يبين الشكل(13).

الشكل(13): سماعات الرأس

تلك هي المكوّنات الرئيسة لنظام DJ، علماً بأنّ كثيراً من العاملين في هذا المجال يستخدمون جهاز مِكسر للصوت، ومشغّلات أقراص مدمجة، وجهاز حاسوب محمولاً، وبرامج التنسيق الموسيقيّ فقط، بدلاً من جهاز التحكُّم، وجهاز (Turntable)، إضافة إلى أنّ بعض منسّقي الموسيقى يستخدم إضاءة الليزر، والمؤثّرات البصريّة في الحفلات.

أسئلة الوحدة النمطية الخامسة

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة من الفقرات الآتية:

1- ما أهميّة المعالجة الصوتيّة للصوت؟

أ- تجعل الصوت داخل الأستوديو أفضل عن طريق امتصاص الصوت.

ب- تجعل الصوت داخل الأستوديو أفضل عن طريق الألواح الخشبيّة.

جـ- تجعل الصوت داخل الأستوديو أفضل عن طريق رفع الصوت.

د- تجعل الصوت داخل الأستوديو أفضل عن طريق ترك الضوضاء داخليّة.

2- أيّ كميّة من الصوف الصخريّ يتمّ استخدامها في العزل الصوتيّ للجدران؟

أ- طبقة واحدة من الصوف الصخريّ. ب- طبقتان فقط.

جـ- ثلاث طبقات. د- أربع طبقات.

3- ما وظيفة المخمّدات الصوتيّة؟

أ- إلغاء التردُّدات المتوسّطة. ب- تعديل الصوت بشكل أفضل.

جـ- إلغاء التردُّدات المنخفضة. د- تستخدم لفحص الميكروفونات السعويّة.

4- ماذا تعني عبارة DAW ؟

أ- وحدة المعالجة المركزيّة. ب- وحدة الصوت والصورة.

جـ- وحدة الصوت الرئيسة. د- وحدة الصوت الرقميّة.

5- ما وظيفة الـ Cartridge ؟

أ- تنظيف الأسطوانات الموسيقيّة. ب- طباعة الأقراص المدمجة.

جـ- قراءة الأسطوانات الموسيقيّة. د- قراءة الموادّ الصوتيّة المسجلة على جهاز الحاسوب.

السؤال الثاني: ما وظيفة جهاز Compressor؟

السؤال الثالث: اذكر طرق التسجيل الصوتيّ داخل الأستوديو.

السؤال الرابع: اشرح طرق بثّ الإشارة الصوتيّة النهائيّة من مكان الحدث، عبر وحدة النقل الخارجيّ إلى المقرّ الرئيسيّ للإذاعة.

دراسة حالة: نفذ خطوات الموقف الآتي كاملةً:

طلب ولي أمر من تقني الصوت تركيب نظام الـ DJ لإحياء ذكرى استشهاد الرئيس المناضل ياسر عرفات.