الاتصالات والإلكترونيات

العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي

الصف الثاني عشر

الفصل الدراسي الأول

الفرع الصناعي

12

فريق التأليف

د. زبيدة حسن أبو شويمة (رئيسًا)

م. محمد عبد اللطيف أبو رحمة (منسقًا)

د. أمجد يوسف هندي　　م. محمد طالب أبو ديه　　أكرم سالم عبد الرزاق

م. رشا فوزي تيم　　م. نور الدين محمد داغر

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06 - 5376262 / 235　06 - 5376266　P.O.Box : 2088 Amman 11941

@nccdjor　feedback@nccd.gov.jo　www.nccd.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (40/ 2022) تاريخ 6/ 7/ 2022 بدءًا من العام الدراسي 2022/ 2023م.

ISBN 978- 9923 - 41 - 388 - 3 (ردمك)

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2022/8/4060)

373.27

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الاتصالات والإلكترونيات: العلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي/ الصف الثاني عشر / الفصل الدراسي الأول/ المركز الوطني لتطوير المناهج - عمان: المركز، 2022

(202) ص.

ر.إ.: 2022/8/4060

الواصفات: / التعليم المهني/ / المدارس المهنية/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/

يتحمّل المُؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1443 هـ - 2022 م

أعيدت طباعته 2023 م

قائمة المحتويات

الفصل الدراسي الأول

الوحدة	الموضوع	الصفحة
المقدمة		4
إرشادات		5
الأولى: التضمين والكشف	أولًا: نظام الاتصال: مكوناته، أنماطه، أقسامه	10
	التمارين العملية	16
	ثانيًا: مفهوم التضمين وأنواعه	18
	التمارين العملية	29
	ثالثًا: كشف الإشارة المُضمنة ودارته	39
	التمارين العملية	46
	رابعًا: التشويش وأنواعه	50
	التمارين العملية	54
	أسئلة الوحدة	56
الثانية: خطوط النقل والهوائيات	أولًا: الطيف الكهرومغناطيسي	62
	ثانيًا: خطوط النقل	70
	التمارين العملية	84
	ثالثًا: الموجات وانتشارها	93
	رابعًا: الهوائيات	99
	التمارين العملية	105
	أسئلة الوحدة	110
الثالثة: أنظمة الإرسال والاستقبال	أولًا: أجهزة الإرسال والاستقبال الإذاعية	116
	التمارين العملية	125
	ثانيًا: الشاشات والاستقبال التلفازي	142
	التمارين العملية	150
	ثالثًا أنظمة الاتصالات بالألياف البصرية	159
	التمارين العملية	163
	أسئلة الوحدة	169
الرابعة: مدخل إلى الأردوينو	مدخل إلى الأردوينو	176
	التمارين العملية	183
	أسئلة الوحدة	196
مسرد المصطلحات		197
قائمة المراجع		200

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، سيِّدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

فانطلاقًا من الرؤية الملكية السامية، يستمر المركز الوطني لتطوير المناهج في أداء رسالته المتعلقة بتطوير المناهج الدراسية؛ بغية تحقيق التعليم النوعي المتميز. وبناءً على ذلك، جاء هذا الكتاب مُنسجمًا مع فلسفة التربية والتعليم، وخطة تطوير التعليم في المملكة الأردنية الهاشمية، ومُحقِّقًا مضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم الصناعية الخاصة والتدريب العملي والرسم الصناعي لتخصص الاتصالات والإلكترونيات، التي تتمثَّل في إعداد جيل واعٍ يُقدِّر المهن ويحترمها، وذي شخصية إيجابية متوازنة، ومعتز بانتمائه الوطني، ومُدرك لأهم الركائز الداعمة للاقتصاد الوطني التي يُقاس بها تقدُّم الدول وتطوُّرها.

يُعَدُّ تخصص الاتصالات والإلكترونيات أحد التخصصات الأساسية التي تتداخل مع الصناعات المختلفة؛ لذا، أُولِي الاهتمام الكبير والرعاية الكاملة، وجرى العمل به بما يتواءم مع متطلبات سوق العمل، وإعداد جيل من الطلبة يتمتَّع بمهارات مهنية على أساس الكفايات وحاجات سوق العمل. وقد ارتكز تأليف هذا الكتاب على المعرفة العلمية والخبرات العملية، ودمج المعرفة النظرية بالتطبيق العملي.

بناءً على ذلك، فقد اعتُمِدت دورة التعلُّم الخماسي المُنبثِقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعليمية التعلُّمية، وتتضمَّن المحاور الآتية: انظر وتساءل، واستكشف، واقرأ وتعلَّم، والإثراء والتوسُّع، والقياس والتقويم. وقد تضمَّن الكتاب أيضًا خريطة مفاهيمية تُلخِّص المفاهيم المهمة في كل وحدة.

روعي في هذا الكتاب توظيف كثير من الصور والرسوم التوضيحية والأشكال والجداول والأنشطة والقضايا البحثية؛ لتمكين الطلبة من الحصول على المعرفة بطرائق مختلفة ومتنوعة، إضافة إلى تضمينه ملحقًا لمسرد المصطلحات باللغة الإنجليزية؛ لتسهيل مهمة الطلبة والمهتمين، وبخاصة في عملية البحث.

ونحن إذ نُقدِّم هذا الكتاب، نأمل أن ينال إعجاب أبنائنا الطلبة ومعلِّميهم، ويجعل تعلُّمهم أكثر متعة وسهولة وفائدة، راجين تزويدنا بالملاحظات والمقترحات لتطويره وتحسينه.

المركز الوطني لتطوير المناهج

أوَّلًا: الإرشادات العامة

يتعيَّن على الطالب مراعاة ما يأتي في أثناء تنفيذ التمرينات العملية في المشغل:

1 - المحافظة على المواد والتجهيزات في المشغل، وعدم العبث بالأجهزة والمعدّات قبل معرفة طريقة تشغيلها وعملها من طرف المعلِّم.

2 - توخّي الحذر عند استعمال الأدوات والتجهيزات التي تعمل بالكهرباء، وعدم الاعتماد فقط على أجهزة الأمان للوقاية منها؛ إذ إنَّها لا تقي من الصدمات الكهربائية دائمًا، وكذلك ينبغي تعرُّف مصادر الخطر المحتملة للتجهيزات الكهربائية في المشغل.

3 - تجنُّب الأحاديث الشخصية في أثناء العمل.

4 - الالتزام بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

5 - ارتداء لباس العمل المهني، واستخدام معدّات الوقاية الشخصية.

6 - الحرص على نظافة مكان العمل وترتيبه.

7 - الاستعانة بأدلة الشركات الصانعة (الكتالوجات).

8 - العمل بروح الفريق، ومشاركة الزملاء في الأدوات والمعدّات المتوافرة.

ثانيًا: خطة تنفيذ التمارين العملية

تتضمَّن هذه الخطة مراعاة الآتي:

1 - الالتزام التام بالتعليمات الخاصة من المعلِّم؛ بما يخص تنفيذ التمارين، واستعمال الأجهزة والمعدّات.

2 - مشاركة جميع الطلبة في أعمال الإنتاج والصيانة، بحيث لا يُؤثِّر ذلك في مسار خطة التدريب.

3 - تكرار التدريب على تطبيق التمرينات العملية؛ لاكتساب المهارة اللازمة بالمستوى المطلوب.

4 - مشاركة الطلبة في أعمال الصيانة الوقائية والعلاجية للعُدَد والأجهزة.

ثالثًا: تقويم الأداء

تُراعى المعايير الآتية في أثناء تقويم الأداء:

الاحتفاظ بسجل أداء لكل طالب؛ على أنْ يشمل: المهارات المكتسبة، ومستوى أداء كل منها، وتقويم أداء الطالب في ما يخصُّ التمرينات العملية؛ بمراعاة الآتي:

1 - اختيار الأدوات والعُدد اليدوية والتجهيزات اللازمة للعمل.

2 - استخدام الأدوات بصورة صحيحة مأمونة.

3 - تطبيق إجراءات السلامة والصحة المهنية.

4 - التسلسل في أداء خطوات التمرينات العملية.

5 - السرعة في إنجاز التمرينات العملية.

6 - الدقة في الإنجاز، والالتزام بمواصفات العمل.

7 - المحافظة على المواد، والعُدَد، والأدوات، والتجهيزات المستخدمة.

8 - التعاون مع الآخرين، والعمل بروح الفريق.

9 - الالتزام بأخلاق المهنة وقواعدها.

رابعًا: تعليمات السلامة في أثناء استعمال الآلات

- ارتداء الملابس المناسبة للعمل، والتأكُّد من خلوها من الأطراف المتدلية؛ لأنَّها (أي الأجزاء الدوّارة من الآلة) مصدر خطر.
- استخدام مُعدات الوقاية الشخصية المناسبة لأداء العمل.
- التأكُّد من وجود أجهزة الأمان والحواجز الواقية للآلة في وضعها الصحيح.
- التأكُّد من عدم وجود أيَّة عُدَد أو مشغولات، أو مواد أُخرى على الآلة قبل تشغيلها.
- وضع جميع العُدَد والمواد اللازمة لأداء العمل في مكان خاص؛ على أنْ تكون منفصلة عن الآلة، ويسهل تناولها.
- تشغيل الآلة؛ للتأكُّد من صلاحيتها للعمل من دون تغذيتها بالمواد، وإعلام المعلِّم عن أيَّ عطل في الآلة (إنْ وُجِد).

الوحدة الأولى

التضمين والكشف

Modulation and DeModulation

- كيف أثَّرت تقنيات الاتصال الحديثة في طرائق التواصل بين الناس مُقارَنةً بالماضي؟
- ما الفرق بين أجهزة الاستقبال والإرسال في نظام الاتصالات قديمًا وحديثًا؟

1

مرَّت تقنيات الاتصالات بمراحل عِدَّة، أثَّرت في مختلف مناحي الحياة اليومية، وهذه أبرزها:

- في عام 1837م، اخترع العالِم مورس شيفرة مورس التي تنقل الحروف والأرقام.
- في عام 1876م، اخترع العالِم جراهام بيل الهاتف.
- في عام 1894م، بدأ العالِم ماركوني بتقديم أجهزة الإرسال اللاسلكي عبر موجات الراديو.
- في عام 1901م، أرسل العالِم ماركوني أوَّل برقية لاسلكية عبر المحيط الأطلسي.
- في عام 1920م، انطلق أوَّل بثٍّ إذاعي (AM).
- في عام 1923م، اخترع العالِم فلاديمير زوركين التلفاز.
- في عام 1926م، أرسل جون بيرد صورًا تلفازيةً عبر أسلاك الهاتف.
- في عام 1933م، اختُرعت تقنية تضمين البثِّ الإذاعي (FM).
- في عام 1935م، اخترع العالِم روبرت واتسون الرادار.
- في عام 1959م، أُنشِئت أوَّل دارة مُتكامِلة (IC) مصنوعة من السيليكون.
- في عام 1960م، أُطلِق أوَّل قمر صناعي للاتصالات (ناسا).
- في عام 1979م، أنشأت اليابان أوَّل شبكة هاتف خلوية.
- في عام 1988م، استُخدِم أوَّل كَبْل ألياف ضوئية عبر المحيط بين أمريكا وأوروبا.
- في عام 1989م، أصبحت شبكة الإنترنت متوافرة في بعض أنحاء العالَم.
- في عام 2012م، تجاوز عدد الهواتف الذكية في جميع أنحاء العالَم مليار جهاز.

مثَّل اكتشاف أشباه الموصِلات ثورةً تقنيةً هائلةً في عالَم الاتصالات؛ ما أدَّى إلى تطوُّر الأنظمة الرقمية، وأنظمة الميكروويف والأقمار الصناعية، وأنظمة الاتصالات الضوئية، فأصبح العالَم قرية صغيرة.

يُتوقَّع منِّي بعد دراسة هذه الوحدة أنْ أكون قادرًا على أنْ:

- أتعرَّف المُكوِّنات الأساسية لنظام الاتصالات.
- أتعرَّف أنماط الاتصال، وأقسامه.
- أتعرَّف مفهوم التضمين.
- أتعرَّف أنواع تضمين الإشارة التماثلية والإشارة النبضية والإشارة الرقمية.
- أتعرَّف مفهوم الكشف عن الإشارة المُضمَّنة، وأهميته.
- أتعرَّف الأنواع المختلفة من دارات كشف الإشارة المُضمَّنة.
- أتعرَّف مفهوم التشويش، وأنواعه.

انظر وأتساءل

أستكشف

اقرأ وأتعلَّم

الإثراء والتوسُّع

القياس والتقويم

الخريطة المفاهيمية

أوَّلًا: نظام الاتصال؛ مُكوِّناته، أنماطه، أقسامه

النتاجات

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرَّف المُكوِّنات الأساسية لنظام الاتصالات.
- أتعرَّف أنماط الاتصال، وأقسامه.

انظر... وأتساءل

مُعتمِدًا الشكل التالي:

- كيف تُنقَل المعلومة من مكان إلى آخر؛ سواء أكانت صورةً أم صوتًا؟
- ما الوسائط والوسائل التي تُستخدَم في نقل المعلومة؟
- ما نمط الاتصال الذي أستعمله للاتصال بشخص عن طريق الهاتف المحمول؟
- ما أنواع قنوات الاتصال التي تُستخدَم في نقل المعلومات بين المُرسِل والمُستقبِل؟

أستكشف

- أُناقِش زملائي/ زميلاتي في تطوُّر وسائل نقل المعلومات على مرِّ العصور.
- أُنظِّم حوارًا مع زملائي/ زميلاتي عن العمليةِ التي تتضمَّن نقل المعلومات بين المُرسِل والمُستقبِل، والأنماط المُستخدَمة في ذلك، وأقسامها قديمًا وحديثًا.

أقرأ وأتعلّم

1 - المكوّنات الأساسية لنظام الاتصالات.

تتمثَّل عملية الاتصال في نقل معلومات من مكان إلى آخر بين طرفين، أو عِدَّة أطراف. وفيها تُحوَّل المعلومات إلى إشارات كهرومغناطيسية، ثم تُنقل عبر قناة إرسال إلى مكان آخر، حيث تُستقبَل عن طريق جهاز مُستقبِل يُحوِّلها من إشارات كهربائية إلى شكلها الأصلي، مُحلِّلًا المعلومات التي تتضمَّنها، في ما يُعرَف بنظام الاتصال، مثل: البثِّ الإذاعي، والبثِّ التلفازي، والاتصالات المحمولة. سيقتصر الحديث عن الاتصالات في هذا الدرس على التقنيات الحديثة المُستخدَمة في الهواتف المحمولة، والأجهزة الذكية، والحواسيب، وما شابهها، أنظر الشكل (1) الذي يُبيِّن المُكوِّنات الأساسية لنظام الاتصالات.

الشكل (1): المُكوِّنات الأساسية لنظام الاتصالات.

أ- **المُرسِل:** جهاز يُحوِّل الإشارة التي تصل من مصدر المعلومات إلى إشارة مناسبة لإرسالها.

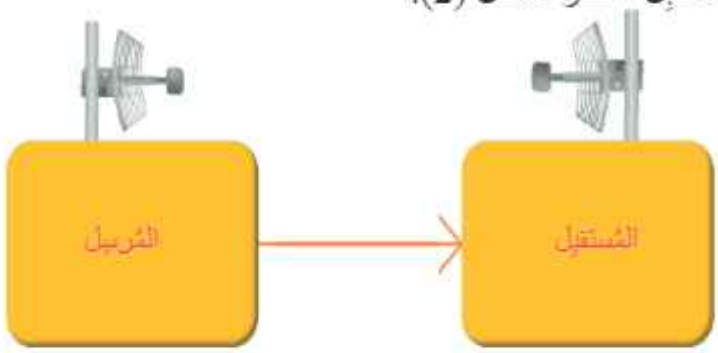
ب- **قناة الاتصال:** حلقة الوصل (الوسيط) التي تنتقل خلالها الإشارة من المُرسِل إلى المُستقبِل، وقد تكون قناة سلكية، مثل: الأكبال المحورية والألياف الضوئية، أو قناة لاسلكية، مثل: الهواء والماء والفراغ.

ج- **المُستقبِل:** جهاز يستقبل الإشارة التي تصل من جهاز الإرسال، ثم يعيد تحويلها إلى صورتها الأساسية كما في الإشارة الأصلية.

2 - أنماط الاتصال.

تُصنَّف وسائل الاتصالات إلى ثلاثة أنماط تصف اتجاه نقل المعلومات من المُرسِل إلى المُستقبِل، وهي:

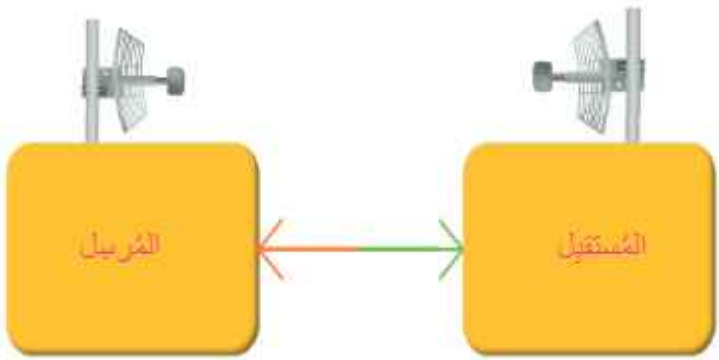
أ- **نمط الاتصال البسيط (Simplex Mode)**: اتصال في اتجاه واحد فقط (أيْ تدفُّق البيانات) من المُرسِل إلى المُستقبِل، أنظر الشكل (2).



الشكل (2): نمط الاتصال البسيط.

يمتاز هذا النمط باستخدام النطاق الترَدُّدي الكامل لقناة الاتصال، بحيث يُمكِن إرسال مزيد من البيانات في الوقت نفسه. أمّا أبرز سلبياته فتتمثَّل في أنَّ الاتصال أُحادي الاتجاه؛ ما يعني عدم وجود تبادل معلومات بين الأجهزة. ومن أمثلته: البثُّ التلفازي، والبثُّ الإذاعي.

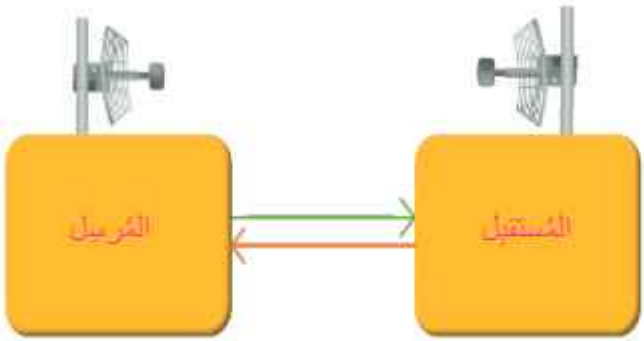
ب- **نمط الاتصال نصف المُزدوَج (Half Duplex)**: اتصال في اتجاهين؛ من المُرسِل إلى المُستقبِل، والعكس. فكلا الطرفين يُمكِنه الإرسال والاستقبال، ولكنْ ليس في الوقت نفسه؛ فحين يكون الطرف الأوَّل مُرسِلًا لا يُمكِنه أنْ يستقبل شيئًا، وحين يكون الطرف الثاني مُستقبِلًا لا يُمكِنه أنْ يُرسِل شيئًا، والعكس صحيح، أنظر الشكل (3).



الشكل (3): نمط الاتصال نصف المُزدوَج.

يمتاز هذا النمط بأنَّ وضع أُحادي الاتجاه يعمل على حجز سعة القناة كاملة. أمّا أبرز سلبياته فهي التأخُّر في إرسال البيانات في الوقت الصحيح كما هو الحال عند إرسال المُرسِل بيانات، وانتظار المُستقبِل إرسال البيانات. ومن أمثلته: الجهاز اللاسلكي، ونظام الدفع للتحدُّث (Walkie – Talkie).

ج- **نمط الاتصال المُزدوَج (Full Duplex):** اتصال في اتجاهين في الوقت نفسه، أنظر الشكل (4). يمتاز هذا النمط بحرية الإرسال والاستقبال للطرفين في الوقت نفسه، وبسرعة الاتصال بين الأجهزة مُقارَنةً بالنمطين السابقين. أمّا أبرز سلبياته فتتمثّل في تقسيم عرض النطاق الترَدُّدي لقناة الاتصال إلى جزأين. ومن أمثلته أنظمة الهواتف المحمولة.



الشكل (4): نمط الاتصال المُزدوَج.

3 - قنوات الاتصال.

تُعَدُّ قناة الاتصال حلقة الوصل بين المُرسِل والمُستقبِل، وهي تنقسم إلى قسمين أساسيين، هما: قناة الاتصال السلكية، وقناة الاتصال اللاسلكية.

أ- قناة الاتصال السلكية:

ومن الأمثلة على القنوات السلكية ما يلي:

1. الخطوط الثنائية: خطوط توصِل جهاز الهاتف الثابت بالمقسِّم داخل القرى والمدن.
2. الكبْل المحوري: ربط هوائي الصحن (الطبق) الخاص بجهاز التلفاز لنقل القنوات المختلفة.
3. كبْل الألياف الضوئية: هو من أحدث التقنيات السلكية ذات النطاق الترَدُّدي الواسع؛ إذ يُمكِنه نقل كمٍّ هائلٍ من المعلومات.

ب- قناة الاتصال اللاسلكية:

ومن الأمثلة على الإشارات والموجات التي تنقل عبر القناة اللاسلكية ما يلي:

1. موجات الراديو: موجات تُستخدَم في البثِّ الإذاعي عبر طبقات الغلاف الجوي.
2. موجات التلفاز: موجات أرضية تُستخدَم في البثِّ المرئي، وتنتشر بموازاة سطح الأرض.
3. موجات الميكروويف: موجات تنتقل بين أبراج الاتصالات المحمولة في المحطات الرئيسة بالمدينة، أو بين المدن.
4. الأقمار الصناعية: اتصالات بين محطات أرضية عن طريق القمر الصناعي في الفضاء.

- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن مفهوم الاتصالات، ومُكوِّناتها الأُخرى التي لم تُذكر في هذا الدرس.
- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن نمط الاتصال المُتعدِّد الاتجاهات، مع التمثيل.

القياس والتقويم

1- كيف تحدث عملية الاتصال؟

2- ما المراحل التي تمرُّ بها عملية الاتصال؟

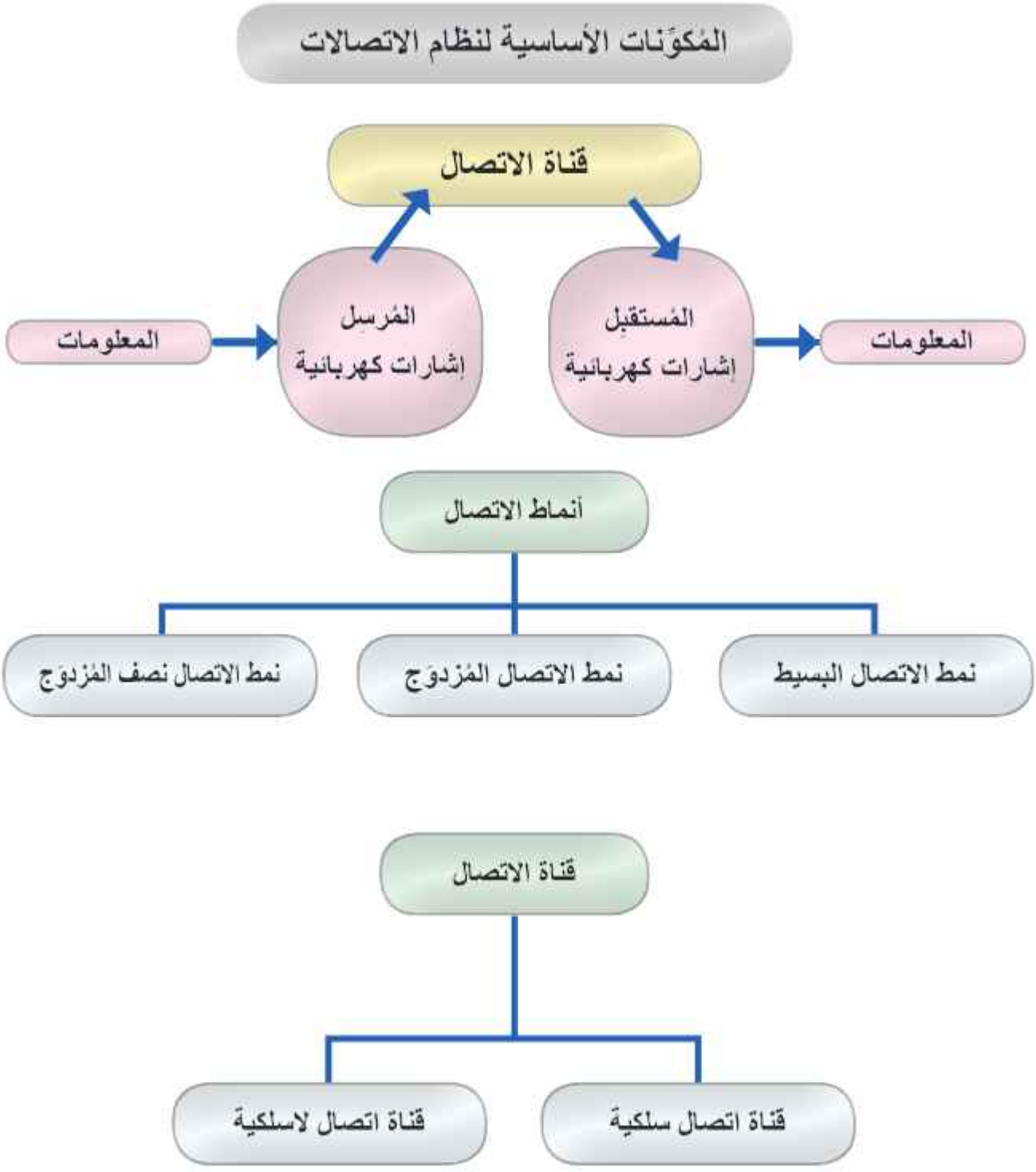
3- أُوضِّح المُكوِّنات الأساسية لنظام الاتصالات.

4- ما حلقة الوصل بين المُرسِل والمُستقبِل؟

5- أُعدِّد أنماط الاتصال، مُبيِّنًا مزاياها وسلبياتها.

6- تنقسم قناة الاتصال إلى قسمين رئيسين، أذكرهما، مُوضِّحًا كُلًّا منهما بالتفصيل.

الخريطة المفاهيمية



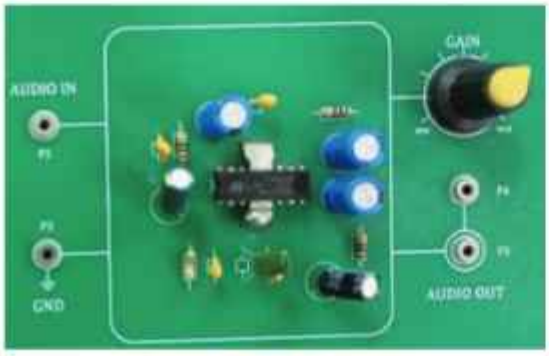
بناء نظام اتصال.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

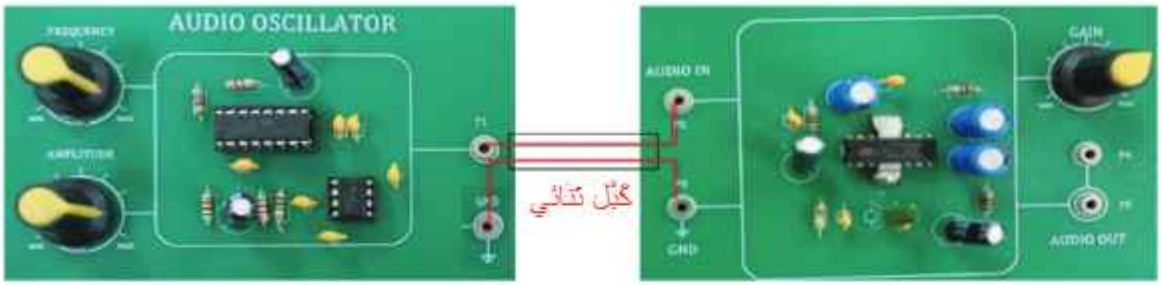
- أبني نظام اتصال يتألَّف من مُرسِل، ومُستقبِل، وقناة اتصال.
- أتحقَّق من خصائص نظام الاتصال.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل. 2. ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمَّن اتساع تدريبي (AH-03). 3. جهاز مُستقبِل تضمين اتساع تدريبي (AH-13). 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1- أُحدِّد دارة مُولِّد الإشارة الصوتية، ثم أَصِلها براسم الإشارة بعد أن أقومَ بضبطه، ثم أُشغِّل الجهاز التدريبي (AH-03). بعد ذلك أرسم شكل إشارة الخرج، ثم أُغيِّر اتساع الإشارة وتردُّدها، مُلاحِظًا شكل إشارة الخرج، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	 الشكل (1).
2- أستخدم الجهاز التدريبي (AH-13)، مُميِّزًا دارة مُكبِّر الصوت، ثم أُحدِّد مدخل مُكبِّر الصوت ومَخْرَجه.	 الشكل (2).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية



الشكل (3).

3 - أُنشِئ نظام اتصال بين المُرسِل والمُستقبِل، مُستخدِمًا سلكًا ثنائيًّا بين الدارتين، ثم أُصِل راسم الإشارة على مَخْرَج المُستقبِل، ثم أُشغِّل الدارة. بعد ذلك أرسم شكل الخرج، ثم أُغيِّر اتساع المُرسِل وتردُّده، مُلاحِظًا شكل الإشارة على الراسم، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

الشكل (4).

4 - أُغيِّر قناة الاتصال بين الدارتين باستخدام كبّل محوري، ثم أُصِل راسم الإشارة على مَخْرَج المُستقبِل، ثم أُشغِّل الدارة. بعد ذلك أرسم شكل الخرج، ثم أُغيِّر اتساع المُرسِل وتردُّده، مُلاحِظًا شكل الإشارة على الراسم، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

5 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.

التقويم

1- مِمَّ يتكوَّن نظام الاتصال؟

2- فيمَ يستفاد من قناة الاتصال في هذا النظام؟

3- ما الدارات العملية التي استُخدِمت مُرسِلًا ومُستقبِلًا في التمرين؟

ثانيًا: مفهوم التضمين وأنواعه

النتاجات

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

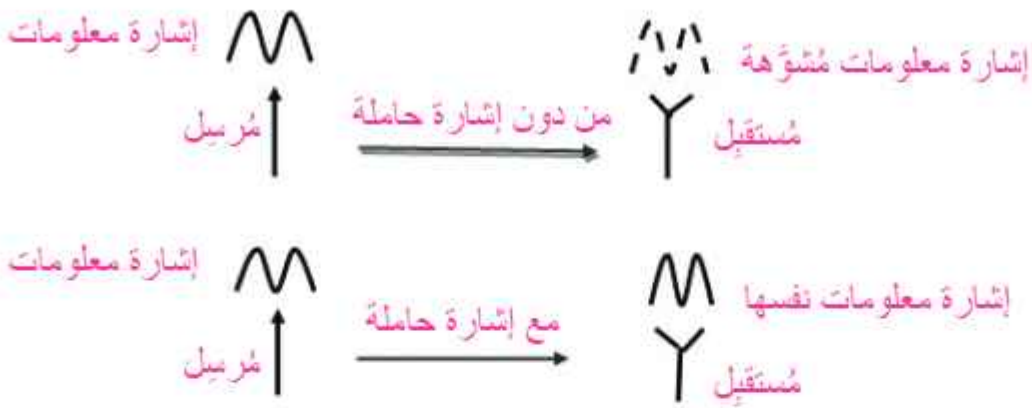
- أتعرَّف مفهوم التضمين.
- أتعرَّف أنواع تضمين الإشارة التماثلية.
- أتعرَّف أنواع تضمين الإشارة النبضية.
- أتعرَّف أنواع تضمين الإشارة الرقمية.

انظر... وأتساءل

- مُعتمِدًا الشكل الآتي، أُقارِن بين النقل والتنقُّل من مكان إلى آخر قديمًا وحديثًا.

أستكشف

- ما دلالة كل إشارة مُبيّنة في الشكل الآتي؟



أقرأ وأتعلّم

يُعَدُّ التضمين إحدى أهم العمليات الأساسية في أنظمة الاتصالات على اختلاف أنواعها.

1 - مفهوم التضمين

يُقصَد بالتضمين تغيير خصائص موجة حاملة ذات تردُّد عالٍ، بما يتناسب مع بعض خصائص موجة محمولة ذات تردُّد منخفض. ومن الأمثلة على ذلك البث الإذاعي؛ إذ تُرسِل محطة الإذاعة صوت المذيع على هيئة موجة ذات تردُّد منخفض، محمولة على موجةٍ كهرومغناطيسيةٍ ذات تردُّد عالٍ، ثم يستقبلها جهاز المذياع (الراديو) الذي يحوي دارات إلكترونية خاصة تعمل على فصل الموجتين إحداهما عن الأُخرى، فتكبر الموجة المحمولة كهربائيًّا، وتوصَل بمُكبِّر الصوت؛ ما يتيح للمُستمِع سماع صوت المذيع بوضوح من جهاز المذياع (الراديو).

يحدث التضمين على الموجة الحاملة مُغيِّرًا بعض خصائصها، مثل الاتساع والتردُّد، من دون أنْ يُؤثِّر ذلك في خصائص الموجة المحمولة؛ لأنَّها تُمثِّل المعلومة التي يراد نقلها، فينتج من ذلك إشارة (موجة) مُضمَّنة (modulated).

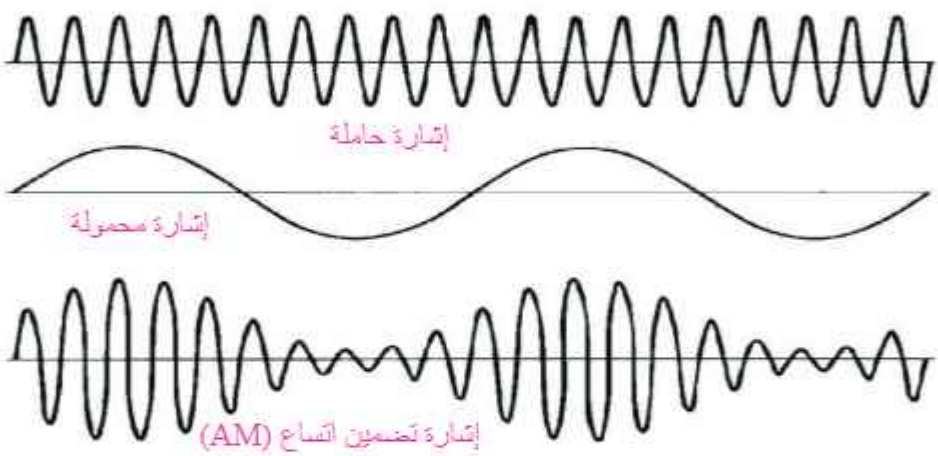
يحدث الاتصال بين المحطات الأرضية والأقمار الصناعية البعيدة باستخدام تردُّدات في مجال (GHz)؛ ما يُؤكِّد أهمية التضمين، فهي تتيح إرسال المعلومات واستقبالها بين المدن والأقطار والقارّات المختلفة، وتُقلِّل من طول الهوائي المُستخدم. يُذكر أنَّ إشارة المعلومات قد تكون تماثلية متصلة (Analogue)، أو رقمية مُتقطِّعة (Digital).

2 - أنواع التضمين

يُصنَّف التضمين إلى ثلاثة أنواع، هي:

أ- تضمين الإشارة التماثلية: في هذا النوع تُرسَل الموجة وتُستقبَل بشكل تماثلي؛ إذ تُحمَّل المعلومات على موجة تماثلية، مثل الموجات الجيبية، وهذه أهم أنواعها:

1. تضمين الاتساع Amplitude Modulation: AM) تغيُّر اتساع الإشارة الحاملة تبعًا لاتساع الإشارة المحمولة، وبقاء تردُّد الإشارة الحاملة ثابتًا. يعمل مُضمِّن الاتساع على تركيب الإشارة المحمولة ذات التردُّد المنخفض (fm) في الإشارة الحاملة ذات التردُّد العالي (fc) لتنتج الإشارة المُضمَّنة كما هو مُبيَّن في الشكل (5).



الشكل (5): إشارة تضمين الاتساع.

يكون معامل تضمين الاتساع (m) أقل من واحد صحيح، وهو يُمثِّل النسبة بين أقصى اتساع للإشارة المحمولة وأقصى اتساع للإشارة الحاملة وفق القانون الآتي:

$$m = \frac{Vm}{Vc}$$

حيث:

Vm: الاتساع الأقصى للإشارة المحمولة.

Vc : الاتساع الأقصى للإشارة الحاملة.

مثال

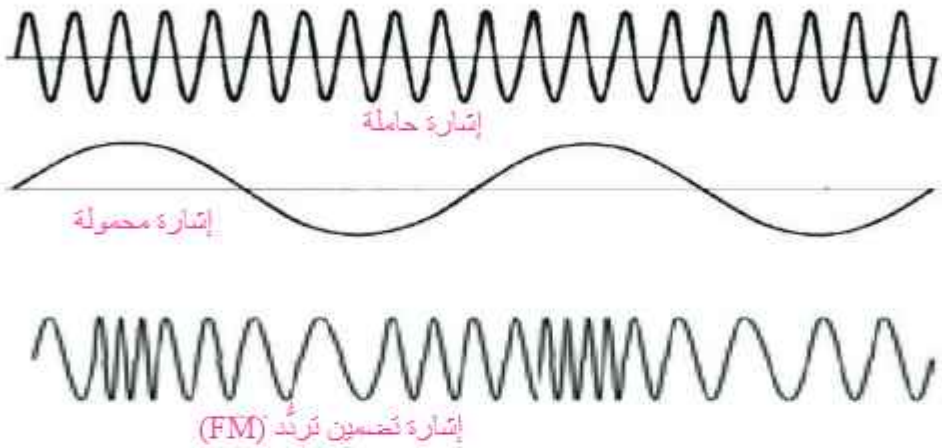
أجد معامل تضمين الاتساع، علمًا بأنَّ أقصى اتساع للإشارة المحمولة هو (100mV)، وأقصى اتساع للإشارة الحاملة هو (400mV).

الحل:

$$m = \frac{Vm}{Vc} \longrightarrow m = \frac{100}{400} = 0.25$$

تمتاز دارة تضمين الاتساع بسهولة تصميمها، وسهولة فكّ التضمين. غير أنَّ تضمين الاتساع يجعل الإشارة عُرْضة للتشويش بصورة كبيرة، وقد تُفقد الإشارة أحيانًا إذا كانت إشارة الإرسال ضعيفة.

2. **تضمين التردُّد (Frequency Modulation: FM)** تغيُّر تردُّد الإشارة الحاملة تبعًا لسعة الإشارة المحمولة، وبقاء سعة الإشارة الحاملة ثابتةً. يزداد تردُّد الإشارة الحاملة في النصف الموجب من الإشارة المحمولة، ويقلُّ في النصف السالب منها أو العكس كما هو مُبيَّن في الشكل (6).



الشكل (6): إشارة تضمين التردُّد.

تمتاز إشارة تضمين التردُّد بقلّة تعرضها للتشويش. أمّا أجهزة التضمين وعملية فكّ التضمين التردُّدي فمُعقَّدة نسبيًّا.

يُعرَّف معامل تضمين التردُّد (m_f) بأنَّه النسبة بين أقصى انحراف للتردُّد وتردُّد الإشارة المحمولة، وهو يُحسَب وَفق القانون الآتي:

$$m_f = \frac{\Delta f}{fm}$$

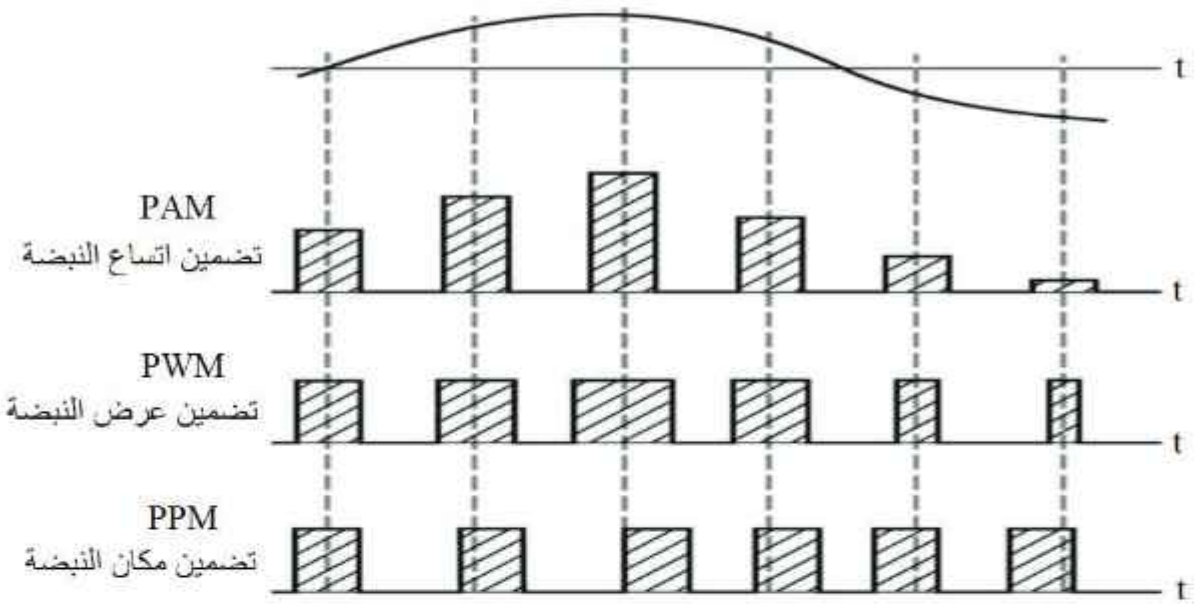
حيث:

Δf: أقصى انحراف التردُّد.

fm: تردُّد الإشارة المحمولة.

3. **تضمين الطور (Phase Modulation: PM)** تغيُّر طور الإشارة الحاملة بما يتناسب والتغيُّر اللحظي لاتساع الإشارة المحمولة، في حين يظل اتساع الإشارة الحاملة وتردُّدها ثابتًا.

ب- التضمين النبضي للإشارة: يقوم هذا النوع من التضمين على استخدام سلسلة نبضات منتظمة بوصفها إشارة حاملة. وفيه تتغيَّر خصائص النبضات من حيث الاتساع، والعرض (التردُّد)، والمكان (الطور)، تبعًا للقيمة اللحظية للمعلومة. يُصنَّف تضمين الإشارة النبضية إلى ثلاثة أنواع يُبيِّنها الشكل (7).



الشكل (7): أنواع تضمين الإشارة النبضية

1. **تضمين اتساع النبضة (PAM):** وفيه يتناسب اتساع نبضة الإشارة الحاملة في النقطة الزمنية المُحدَّدة تناسبًا طرديًّا مع اتساع الإشارة المحمولة في اللحظة الزمنية نفسها.
2. **تضمين عرض النبضة (PWM):** وفيه يتناسب عرض نبضة الإشارة الحاملة في النقطة الزمنية المُحدَّدة تناسبًا طرديًّا مع اتساع الإشارة المحمولة في اللحظة الزمنية نفسها، مع بقاء اتساع النبضة ثابتًا؛ فكلَّما زاد اتساع العيِّنة زاد عرض النبضة. يُذكر أنَّ هذا التضمين أقل تأثيرًا بالتشويش مُقارَنةً بتضمين اتساع النبضة.
3. **تضمين مكان النبضة (PPM):** وفيه يتناسب موقع النبضة (أيْ بداية نبضة الإشارة الحاملة) في النقطة الزمنية المُحدَّدة تناسبًا طرديًّا مع اتساع الإشارة المحمولة في اللحظة الزمنية نفسها، مع بقاء اتساع النبضة وعرضها ثابتين؛ فكلَّما زاد اتساع العيِّنة زاد تأخير موقع النبضة. يُذكر أنَّ هذا التضمين أقل تأثيرًا بالتشويش مُقارَنةً بالنوعين السابقين.

تُستخدَم هذه الأنظمة في معدّات الميكروويف والليزر، وأنظمة الاتصالات القصيرة المدى. ومن أبرز سلبياتها أنَّها تحتاج إلى عرض نطاق تردُّدي كبير.

جـ - تضمين الإشارة الرقمية: تأخذ المعلومة في هذا النوع قِيَمًا مُحدَّدةً عند تغيُّرها مع الزمن بصورة مُتقطِّعة، هي: الصفر المنطقي (0)، والواحد المنطقي (1)؛ ما يُسهِّل عملية إرسالها مباشرةً.

يمتاز هذا النوع من التضمين بما يأتي:

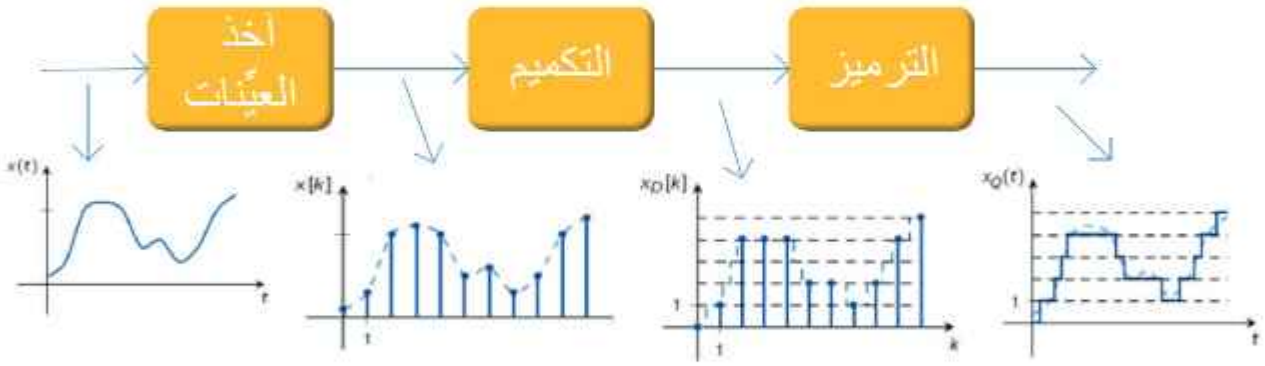
1. جودة المعلومات المُستقبَلة؛ ذلك أنَّ جهاز الاستقبال يتعامل مع قيمتين للإشارة فقط، هما: (0)، و (1).
2. إمكانية الإرسال والاستقبال لمختلف أنواع المعلومات في الوقت نفسه، وعبر القناة نفسها.
3. موثوقية النظام، ومرونته الكبيرة، ورخص ثمنه، وحمايته الفائقة للبيانات.
4. ملاءمة أنظمة الحاسوب وسرعتها.
5. تأثير التشويش في الأنظمة الرقمية أقل منه في الأنظمة التماثلية.

أمّا أبرز سلبياته فتتمثَّل في ما يأتي:

1. أكثر تعقيدًا من الأنظمة التماثلية.
2. الحاجة إلى عرض نطاق تردُّدي كبير جدًّا مُقارَنةً بالأنظمة التماثلية.

تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية (Analogue to Digital Converter):

يشار إلى هذه العملية اختصارًا بـ (A /D)، وهي تمرُّ بثلاث مراحل مُبيَّنة في الشكل (8)، وهي:



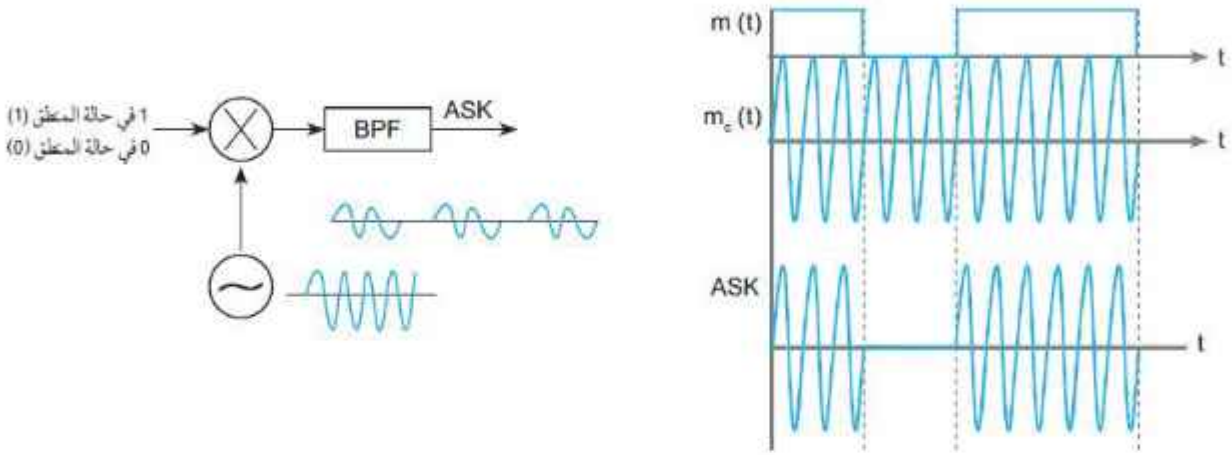
الشكل (8): تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية.

1. أخذ العيّنات: يُقصَد بذلك أخذ قِيَم لحظية لاتساع الإشارة التماثلية المتصلة في مُدد زمنية مُحدَّدة، بحيث تصبح الإشارة منفصلة في مجال الزمن.
2. التكميم: عملية تقريب القِيَم اللحظية، التي تمَّت في مرحلة أخذ العيّنات، إلى مستويات مُحدَّدة.
3. الترميز: عملية إعطاء مستويات التكميم رموزًا رقميةً مُحدَّدةً؛ أيْ نظامًا ثنائيًّا (0، 1).

أنواع التضمين الرقمي

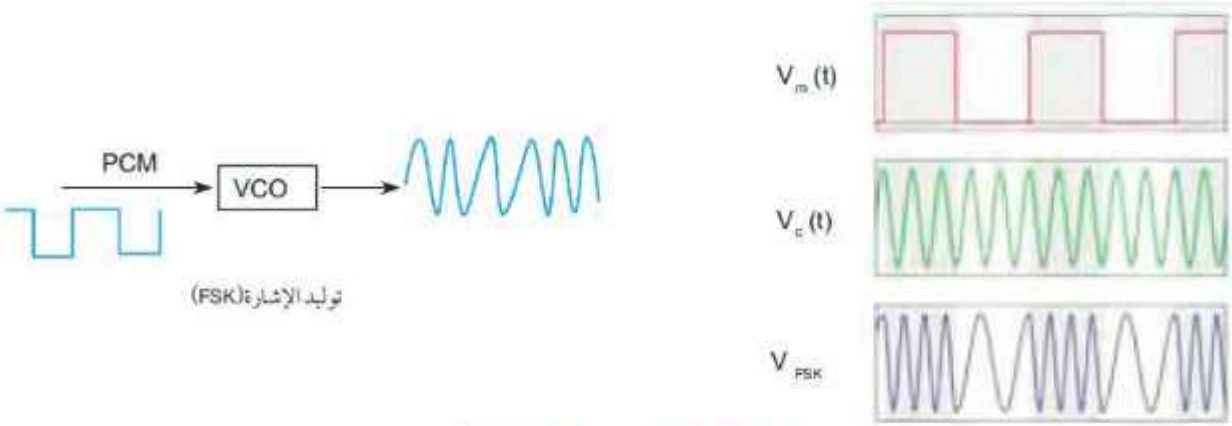
في ما يأتي أنواع التضمين الرقمي التي تُعَدُّ أبسط الأنواع وأكثرها استخدامًا في عديد من التطبيقات السلكية واللاسلكية:

1 - تضمين إزاحة الاتساع (ASK): يُقصَد به إزاحة اتساع الموجة الحاملة من القيمة الدنيا في حالة الصفر (0) إلى القيمة العليا في حالة الواحد (1)، أنظر الشكل (9).



الشكل (9): تضمين إزاحة الاتساع.

2 - تضمين إزاحة التردُّد (FSK): يُقصَد به إرسال الواحد المنطقي (1) والصفر المنطقي (0) على تردُّدات مختلفة، بحيث تأخذ إحدى الحالتين (أيْ تكون قيمة أحد التردُّدين أعلى من قيمة التردُّد الآخر)، أنظر الشكل (10).



الشكل (10): تضمين إزاحة التردُّد.

معلومة

(VCO: Voltage Controlled Oscillator) مذبذب تعتمد قيمة تردده على فولتية الدخل له.

3 - تضمين إزاحة الطور (PSK): يعتمد هذا التضمين على تغيُّر فرق الطور؛ إذ يتغيَّر طور الإشارة الحاملة بحسب إشارة المدْخَل الثنائية.

يُعَدُّ هذا النوع من أكثر الأنواع شيوعًا واستخدامًا في الاتصالات الرقمية للأسباب الآتية:

أ- صِغَر عرض النطاق الترَدُّدي.

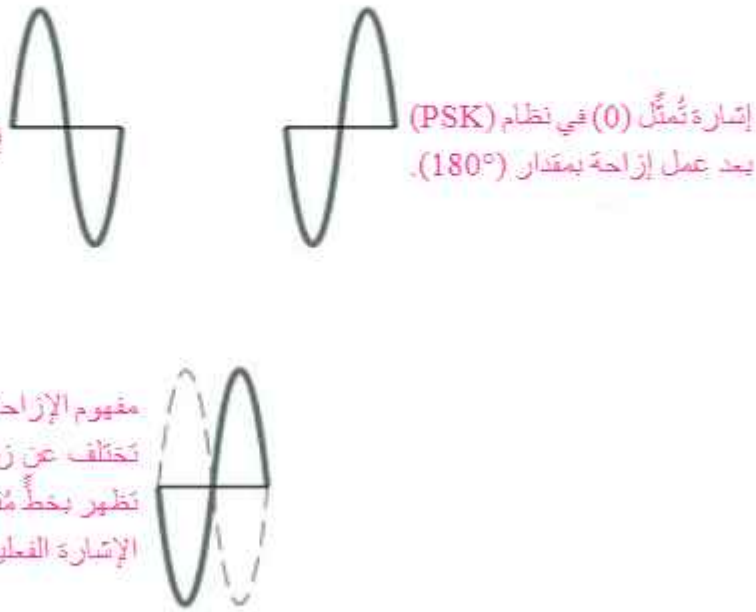
ب- الجودة العالية.

ج- عدم الحساسية للتغيُّرات غير الخطية في الاتساع.

د- انخفاض قدرة الإرسال مُقارنةً بالأنظمة الأُخرى.

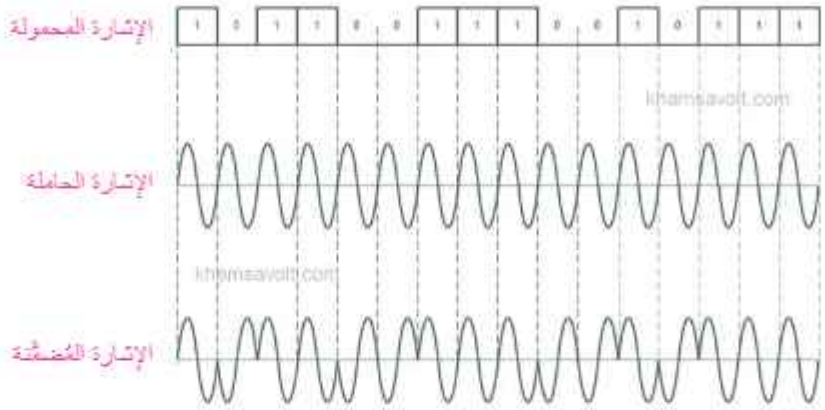
يُصنَّف تضمين إزاحة الطور (PSK) إلى أنواع عِدَّة، منها: تضمين الإزاحة الطورية الثنائية، وتضمين الإزاحة الطورية الرباعية، وتضمين الإزاحة الطورية المُتعدِّدة المستويات.

أ- **تضمين الإزاحة الطورية الثنائية (Binary PSK):** في هذا النوع من التضمين يحدث تغيُّر في زاوية الطور؛ إذ يأخذ طور الإشارة الحاملة إحدى القيمتين المُحتملتين، إلى جانب تثبيت قيمة الاتساع والترَدُّد كما في الشكل (11). فعندما تكون الإشارة المحمولة في الواحد المنطقي (1)، فإنَّ إزاحة الطور تكون (0°)، وعندما تكون الإشارة المحمولة في الصفر المنطقي (0)، فإنَّ إزاحة الطور تكون (180°).



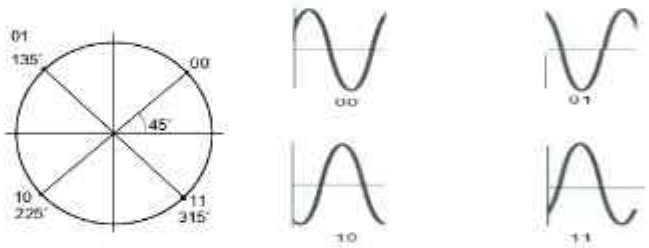
الشكل (11): تضمين إزاحة الترَدُّد.

ومن ثَمَّ، فإنَّ شكل الإشارة المُضمَّنة تضمين إزاحة الطور الثنائية يكون كما في الشكل (12).



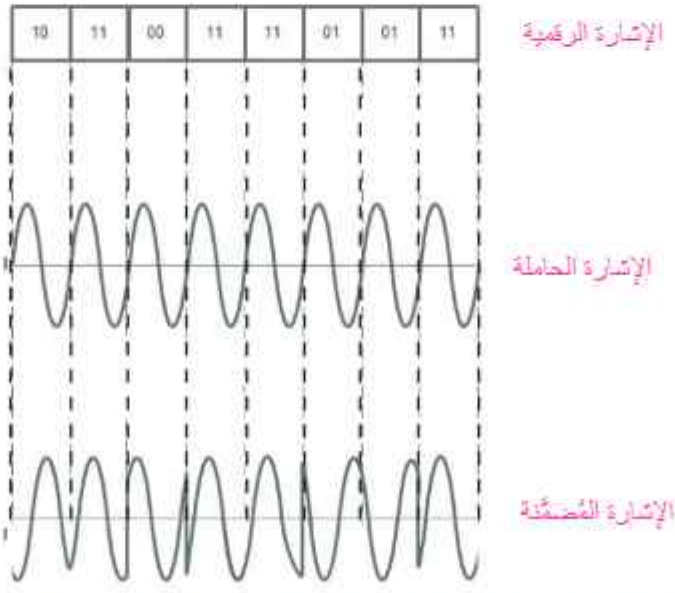
الشكل (12): الإشارة المُضمَّنة في تضمين إزاحة الطور الثنائية.

ب - تضمين الإزاحة الطورية الرباعية (QPSK): في هذا النوع من التضمين يأخذ طور الإشارة الحاملة إحدى أربع قِيَم مُحتملة للطور، هي: (45°، 135°، 225°، 315°) كما في الشكل (13)، فتنتج الاحتمالات الآتية: (00، 01، 10، 11)؛ ما يزيد سرعة الإرسال، ثم يزيد سعة المعلومات.



الشكل (13): تضمين الإزاحة الطورية الرباعية.

ومن ثَمَّ، فإنَّ شكل الإشارة المُضمَّنة تضمين إزاحة الطور الرباعية يكون كما في الشكل (14).



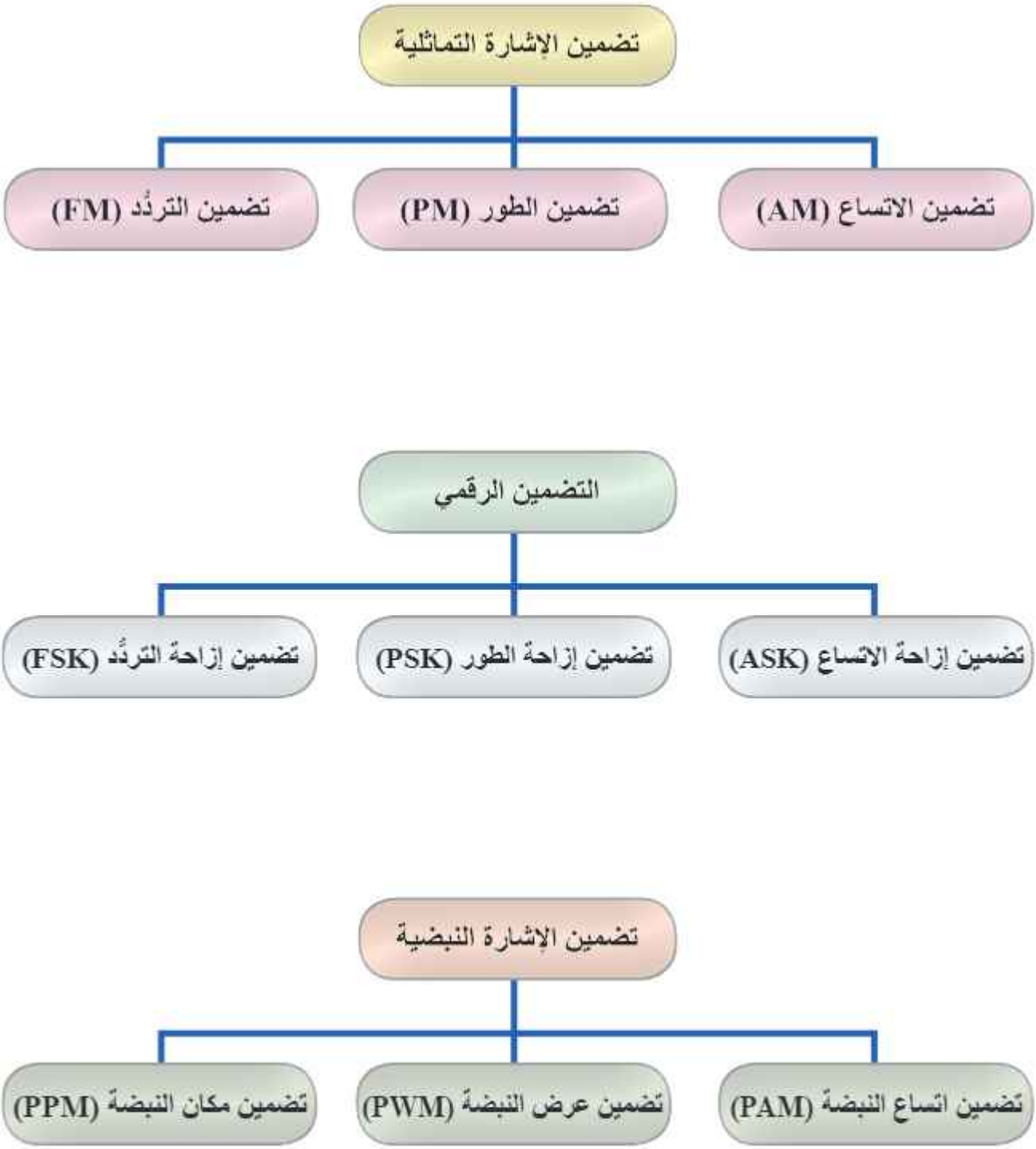
الشكل (14): الإشارة المُضمَّنة في تضمين إزاحة الطور الرباعية.

يُستخدم تضمين الإزاحة الطورية الرباعية كثيرًا في مجال الاتصالات ونقل المعلومات، وفي الاتصالات الرقمية الحديثة؛ نظرًا إلى جودته، وعدم تأثُّره بالعوامل الجوية. يُذكر أنَّ الأقمار الصناعية تستخدم هذا التضمين، مثل: القمر الصناعي نيل سات، والقمر الصناعي عرب سات.

- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن تحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة تماثلية، ثم أكتب تقريرًا عن ذلك، ثم أقرأه في غرفة الصف.

1- ما المقصود بالتضمين؟
2- أُعدِّد أنواع التضمين، ثم أذكر مثالًا على كلٍّ منها.
3- أُعدِّد مراحل تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية، مُوضِّحًا كُلًّا منها.
4- أذكر مزايا التضمين الرقمي.
5- أُعدِّد أنواع التضمين الرقمي، مُوضِّحًا كُلًّا منها.

الخريطة المفاهيمية



بناء دارة تضمين الاتساع.

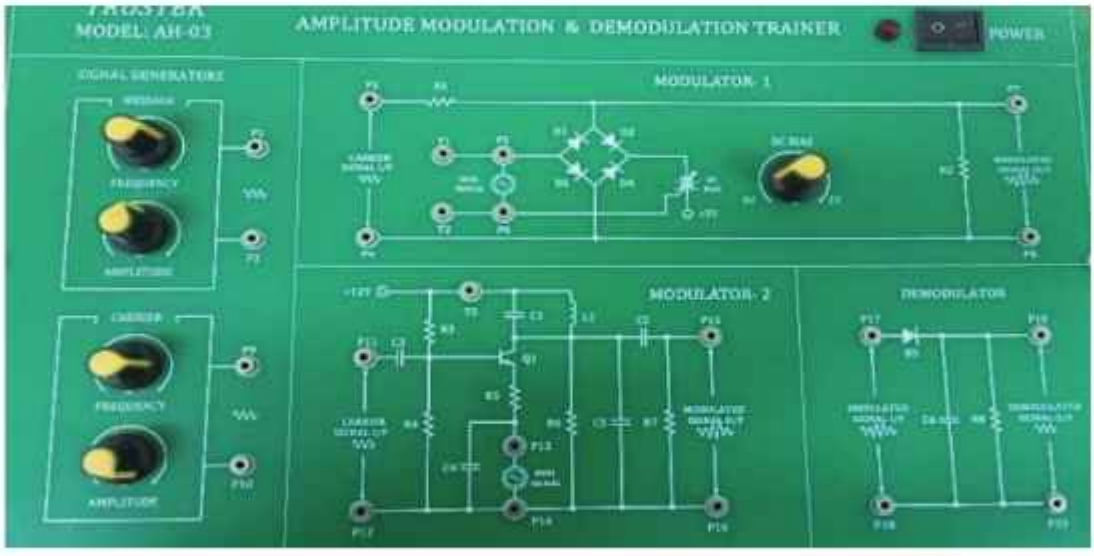
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أوصل دارة تضمين الاتساع.
- أتحقَّق من خصائص دارة تضمين الاتساع.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

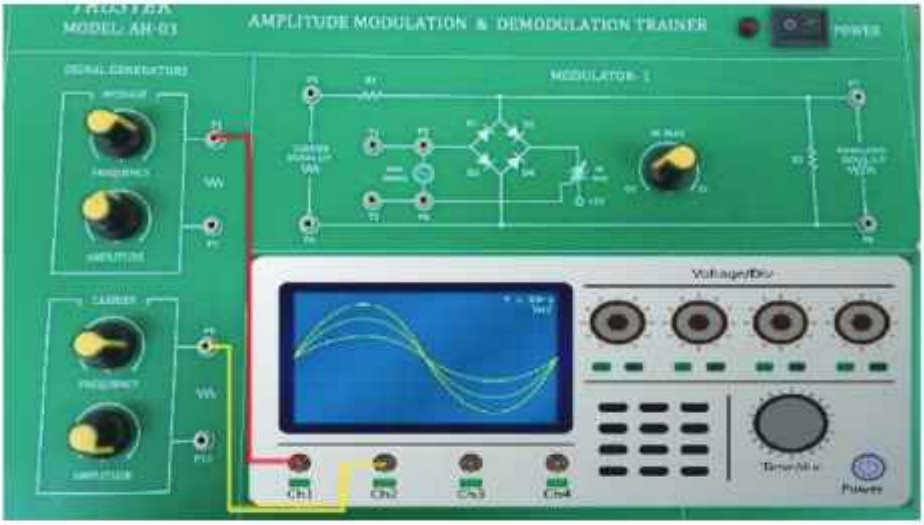
المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل. 2. ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمِّن اتساع تدريبي (AH-03). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

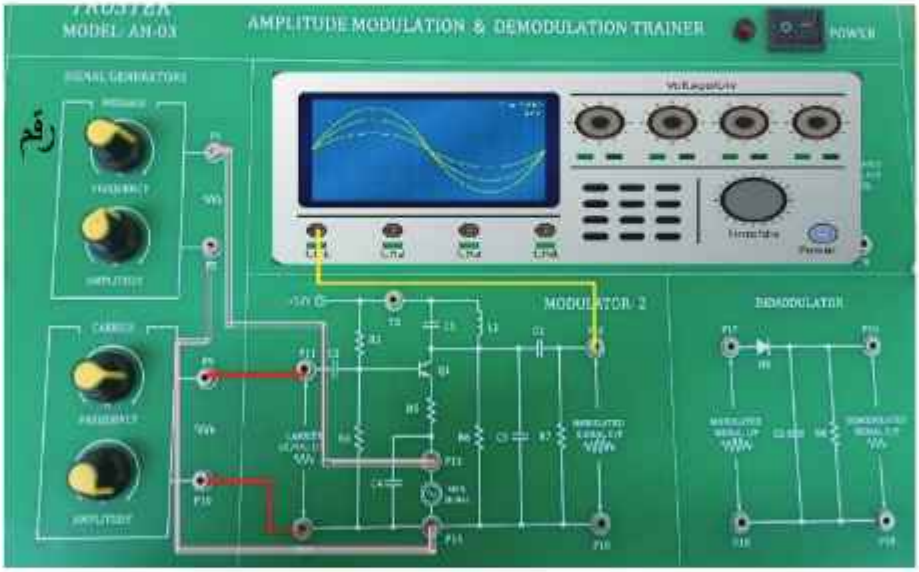


1 - أُنظِّم قائمة تحوي أسماء المفاتيح المُدوَّنة على جهاز المُضمِّن، ومُكوِّناته، مُحدِّدًا موضع كلٍّ من مُولِّد الإشارة الحاملة ومُولِّد إشارة المعلومات (المحمولة).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

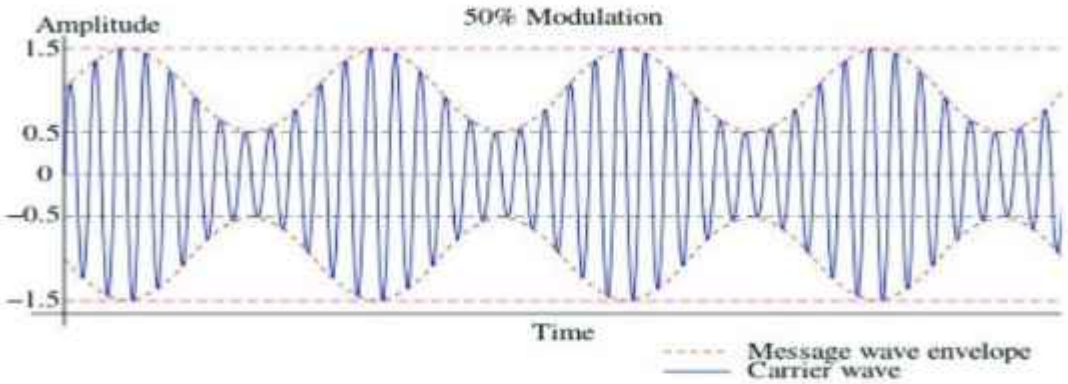


2 - أُصِل راسم الإشارة بمُولِّد الإشارة الحاملة ومُولِّد إشارة المعلومات (المحمولة)، ثم أُغيِّر مفتاح الاتساع والتردُّد لكل مُولِّد، مُلاحِظًا شكل الإشارة، ثم أرسمها، ثم أجد تردُّد اتساع كلٍّ منهما، مُستعمِلًا العلاقة الآتية لإيجاد اتساع الموجة: عدد مربعات الموجة الواحدة عموديًّا * مفتاح الفولت.

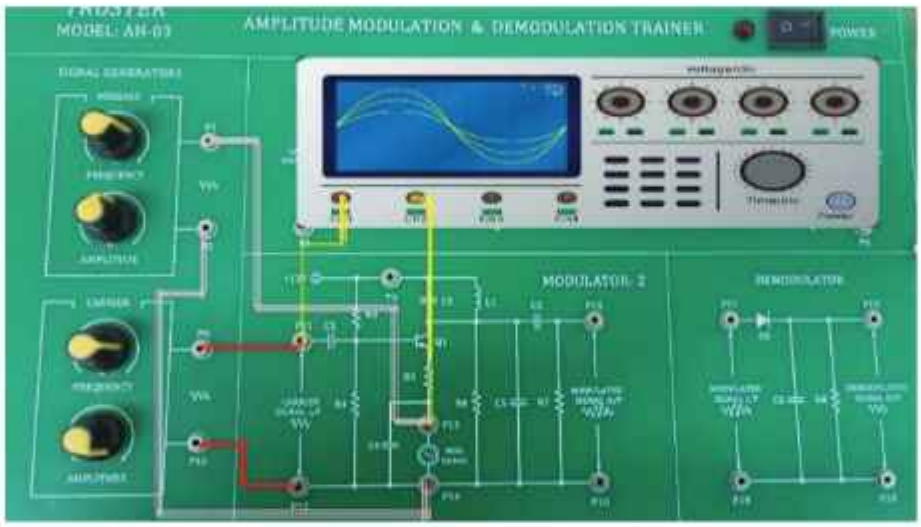


3 - أُصِل الإشارة الحاملة وإشارة المعلومات (المحمولة) بدارة المُضمِّن رقم (2) كما في الشكل، ثم أُصِل راسم الإشارة بمَخْرَج الدارة، ثم أُشغِّلها. بعد ذلك أرسم شكل الخرج، ثم أُغيِّر تردُّد إشارة المعلومات (المحمولة)، مُلاحِظًا شكل الإشارة على الراسم.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية



4 - أُغيِّر اتساع إشارة المعلومات لتوليد إشارة مُضمَّنة كما في الشكل، ثم أرسم شكل الإشارة، ثم أجد اتساعها.



5 - أَصِل راسم الإشارة بمَخْرَج كلٍّ من مُولِّد الإشارة الحاملة ومُولِّد الإشارة المحمولة، ثم أجد اتساع كلٍّ من الإشارة الحاملة وإشارة المعلومات (المحمولة)، ثم أرسم شكل الإشارة على مَخْرَج كلٍّ منهما.

6 - أجد اتساع كلٍّ منهما، ثم أجد معامل التضمين (m) من العلاقة الآتية: $m = \frac{Vm}{Vc}$

حيث:

Vm: اتساع الإشارة المحمولة.

Vc: اتساع الإشارة الحاملة.

ما القيمة العظمى لمعامل التضمين؟

7 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.

التقويم

1- ما وظيفة الترانزستور في دارة المُضمِّن؟

2- ماذا يحدث لخرج المُضمِّن إذا كان اتساع الإشارة المحمولة أكبر من اتساع الإشارة الحاملة؟

بناء دارة تضمين التردُّد.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أبني دارة تضمين التردُّد.
- أتحقَّق من خصائص دارة تضمين التردُّد.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل. 2. ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمِّن تردد تدريبي (AH-11). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أُنظِّم قائمة تحوي أسماء المفاتيح المُدوَّنة على جهاز المُضمِّن، ومُكوِّناته، مُحدِّدًا موضع كلٍّ من مُولِّد الإشارة الحاملة ومُكبِّر إشارة الميكروفون، ثم أُصِل السمّاعة بالجهاز.

2 - أُصِل راسم الإشارة كما في الشكل، ثم أُشغِّل الجهاز، مُلاحِظًا شكل الإشارة على مَخْرَج مُولِّد الإشارة ومَخْرَج مُكبِّر إشارة الميكروفون، ثم أرسم شكل الإشارتين، مُدوِّنًا ملاحظاتي.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

3 - أُحدِّد دارة مُضمِّن التردُّد، ومدخل إشارة المعلومات (المحمولة)، وموضع مُولِّد الإشارة الحاملة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

4 - أُصِل الميكروفون ومخْرَج المُضخِّم بمُضمِّن التردُّد، ثم أُصِل خرج المُضمِّن براسم الإشارة، ثم أرسم شكل الإشارة، مُدوِّنًا ملاحظاتي.

5 - أُصِل المذبذب الجيبي بمُضمِّن التردُّد، ثم أُصِل خرج المُضمِّن براسم الإشارة. بعد ذلك أرسم شكل الإشارة، ثم أجد اتساعها وتردُّدها، مُدوِّنًا ملاحظاتي.

6 - أُقارِن خرج المُضمِّن بإشارة مذبذب الإشارة الجيبية، ثم أُغيِّر تردُّد المذبذب. هل يتغيَّر تردُّد الخرج؟

7 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.

التقويم

1- ما وظيفة مُضمِّن التردُّد؟

2- ما التغيُّر الذي تُحْدِثه إشارة المعلومات بالإشارة المُضمَّنة تردُّديًّا؟

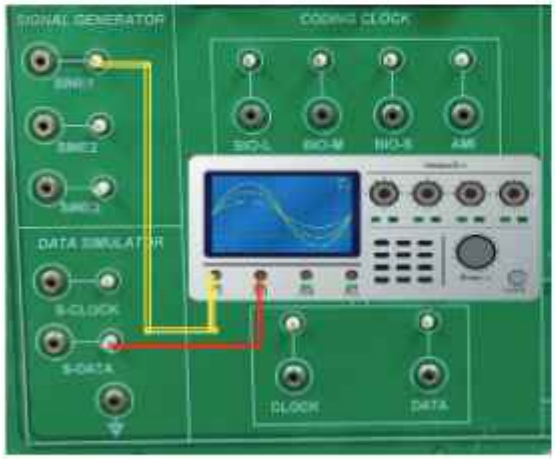
بناء دارة تضمين إزاحة الاتساع (ASK).

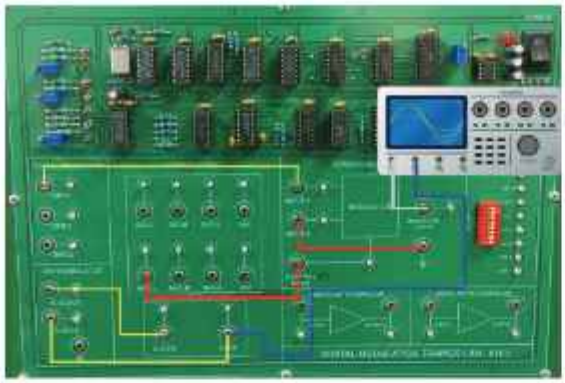
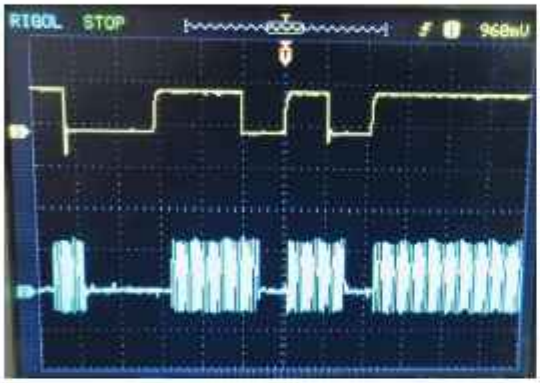
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أبني دارة تضمين إزاحة الاتساع.
- أتحقَّق من خصائص دارة تضمين إزاحة الاتساع.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمِّن إزاحة الاتساع التدريبي (AH-616). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بالمُخطَّط التمثيلي، أُحدِّد الوحدات المُكوِّنة لجهاز المُضمِّن، ووظيفة كل دارة.	
2 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز التدريبي وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد مكان مُولِّد الإشارة الحاملة.	
3 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز التدريبي وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد مكان مُولِّد الإشارة المحمولة (الرقمية).	
4 - أُصِل الإشارة الحاملة براسم الإشارة، ثم أُصِل إشارة المعلومات (الرقمية) في القناة الثانية براسم الإشارة، ثم أرسم مَخْرَج كلٍّ من الدارتين، مُدوِّنًا ملاحظاتي.	
5 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز التدريبي وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد طريقة توصيل الدارة؛ لبناء دارة مُضمِّن إزاحة الاتساع.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
6 - أصِل الإشارة الحاملة وإشارة المعلومات بدارة المُضمِّن كما في الشكل، ثم أصِل راسم الإشارة بمَخْرَج الدارة، ثم بمدخل الإشارة الرقمية. بعد ذلك أُشغِّل المُضمِّن، ثم أرسم الإشارتين بصورة دقيقة.	
7 - بعد تشغيل الدارة، سيكون الخرج كما في الشكل. ماذا أُلاحِظ على شكل الخرج عند وجود النبضة الموجبة؟ لماذا تصبح القيمة صفرًا عند النبضة السالبة؟	
8 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1- ماذا يحدث لاتساع إشارة الخرج عند وجود نبضة موجبة في دارة تضمين إزاحة الاتساع؟

2- ماذا يحدث لاتساع إشارة الخرج عند وجود نبضة سالبة في دارة تضمين إزاحة الاتساع؟

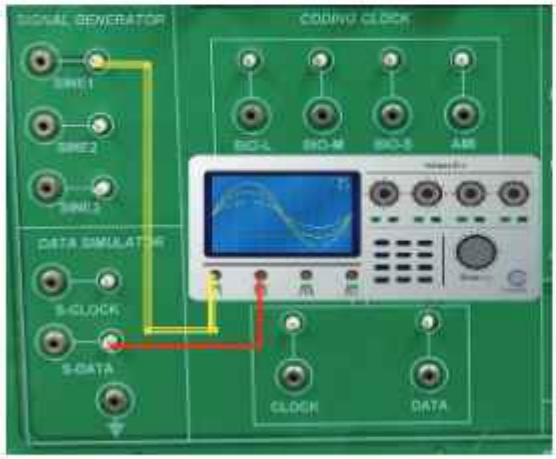
تضمين إزاحة التردُّد (FSK).

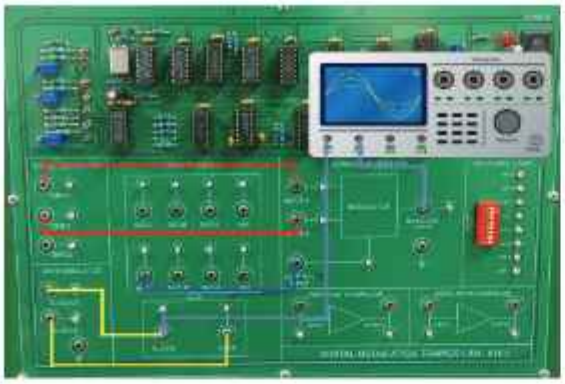
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أبني دارة تضمين إزاحة التردُّد.
- أتحقَّق من خصائص دارة تضمين إزاحة التردُّد.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمِّن إزاحة التردد التدريبي (AH-616). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بالمُخطَّط التمثيلي، أُحدِّد الوحدات المُكوِّنة لجهاز المُضمِّن، ووظيفة كل دارة.	
2 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز التدريبي وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد مكان مُولِّد الإشارة الحاملة.	
3 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز التدريبي وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد مكان مُولِّد الإشارة المحمولة (الرقمية).	
4 - أُصِل الإشارة الحاملة براسم الإشارة، ثم أُصِل إشارة المعلومات (الرقمية) في القناة الثانية براسم الإشارة، ثم أرسم مَخْرَج كلٍّ من الدارتين، مُدوِّنًا ملاحظاتي.	
5 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز التدريبي وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد طريقة توصيل الدارة؛ لبناء دارة مُضمِّن إزاحة التردُّد.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
6 - أصِل الإشارة الحاملة وإشارة المعلومات بدارة المُضمِّن كما في الشكل، ثم أصِل راسم الإشارة بمَخْرَج الدارة، ثم بمدخل الإشارة الرقمية. بعد ذلك أُشغِّل المُضمِّن، ثم أرسم الإشارتين بصورة دقيقة.	
7 - بعد تشغيل الدارة، سيكون الخرج كما في الشكل. ماذا أُلاحِظ على شكل الخرج عند وجود النبضة الموجبة؟ ماذا يحدث لتردُّد إشارة النبضة السالبة؟ أُدوِّن ملاحظاتي.	
8 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1- ماذا يحدث لتردُّد إشارة الخرج عند وجود نبضة موجبة في دارة تضمين إزاحة التردُّد؟

2- ماذا يحدث لتردُّد إشارة الخرج عند وجود نبضة سالبة في دارة تضمين إزاحة التردُّد؟

ثالثًا: كشف الإشارة المُضمَّنة وداراته

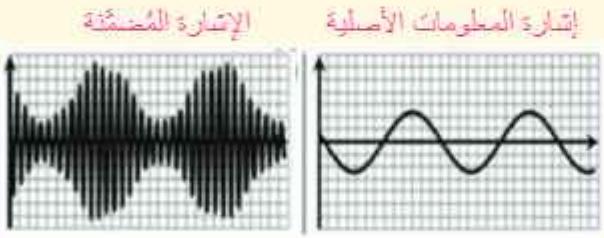
النتاجات

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرَّف مفهوم الكشف عن الإشارة المُضمَّنة، وأهميته.
- أتعرَّف الأنواع المختلفة من دارات كشف الإشارة المُضمَّنة.

انظر .... وأتساءل

مُعتمِدًا الشكل التالي، ما الطريقة التي يُمكِن استعمالها لإرجاع إشارة المعلومات الأصلية من الإشارة المُضمَّنة؟



أستكشف

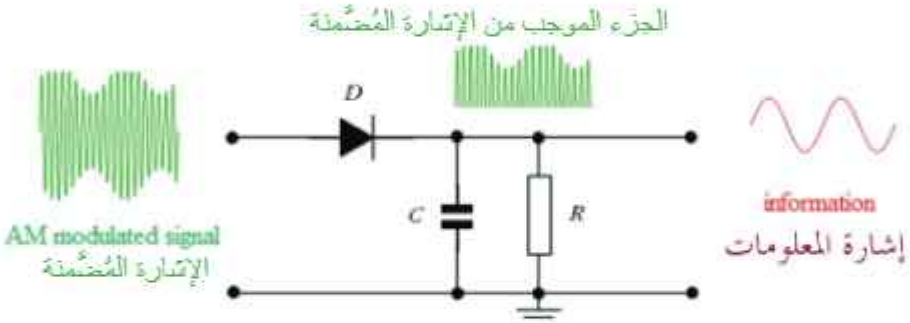
- أتدارس وزملائي/ زميلاتي الوسيلة المُستخدمة في استرجاع إشارة المعلومات التي أُرسِلت مع الإشارة المُضمَّنة.

يُعرَّف كشف الإشارة المُضمَّنة بأنَّه العملية العكسية لتضمين الإشارة؛ إذ تُستخرَج الإشارة المحمولة (إشارة المعلومات الأصلية) من الإشارة المُضمَّنة.

تتمثَّل أهمية الكشف في استرجاع الشكل الأصلي للإشارة المحمولة الأصلية ذات التردُّد المنخفض. ويُطلق على الدارة الإلكترونية المنوطة بهذه العملية اسم الكاشف.

1 - كشف تضمين الاتساع (Amplitude Demodulation).

يُمكِن كشف موجات (AM) بأكثر من طريقة. وسيقتصر الحديث في هذا الدرس على طريقة كشف تضمين الاتساع للموجة المُضمَّنة (كشف الغلاف) (Envelope Detection) باستخدام الدارة المُبيَّنة في الشكل (15).



الشكل (15): كشف تضمين الاتساع (AM).

يعمل الثنائي (D) بوصفه مُقوِّمًا؛ إذ يُمرِّر الأجزاء الموجبة من الإشارة المُضمَّنة، ويمنع الأجزاء السالبة من المرور، ويشحن المواسع (C) حتى تصل الفولتية على طرفيه إلى ذروة جُهْد الإشارة الداخلة. وما إنْ تقل قيمة الإشارة الداخلة عن القيمة التي وصل إليها جُهْد المواسع، حتى يتوقَّف توصيل الثنائي؛ لأنَّ جُهْد المواسع يكون أكبر من جُهْد الإشارة الداخلة في هذه اللحظة، فيعمل المواسع على التفريغ في مقاومة الحمل (R) بمُعدَّل منخفض. وعندما تصبح قيمة الإشارة المُضمَّنة الداخلة أكبر من جُهْد المواسع، فإنَّ الثنائي يوصَل مرَّةً أُخرى، وتبدأ عملية شحن المواسع ثانيةً. وهكذا تستمر عملية الشحن والتفريغ، ويكون الجُهْد في مَخْرَج دارة الكاشف مُتتبِّعًا لغلاف الإشارة الداخلة (إشارة AM). وكذلك يعمل المواسع (C) بوصفه دارة قصر بالنسبة إلى الإشارة الحاملة التي لا تظهر في الخرج؛ ما يعني استخلاص إشارة المعلومات فقط في مَخْرَج دارة الكاشف.

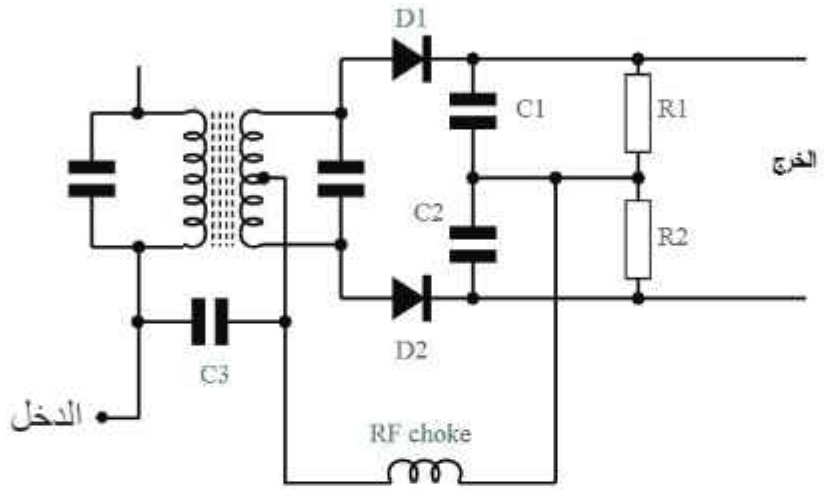
2 - كشف تضمين التردُّد (Frequency Demodulation).

تُستعمَل طرائق عديدة لكشف تضمين التردُّد. ونظرًا إلى تقدُّم صناعة الدارات المتكاملة وأشباه الموصِلات؛ فقد أخذت الدارات المتكاملة تُستخدم في بناء المُستقبِلات لكشف تضمين التردُّد.

بوجه عام، يُكشَف تضمين التردُّد عن طريق تحويل تغيُّرات التردُّد إلى تغيُّرات في الاتساع، ويُستعمَل كاشف تضمين الاتساع لكشف هذه التغيُّرات، ثم استخلاص الإشارة المحمولة من الإشارة المُضمَّنة تردُّديًّا.

تُستعمَل دارات وطرائق عديدة لكشف تضمين التردُّد، أبرزها:

أ- المُميِّز من نوع فوستر سيلي (Foster - Seeley Discriminator) كما في الشكل (16).



الشكل (16): المُميِّز من نوع فوستر سيلي.

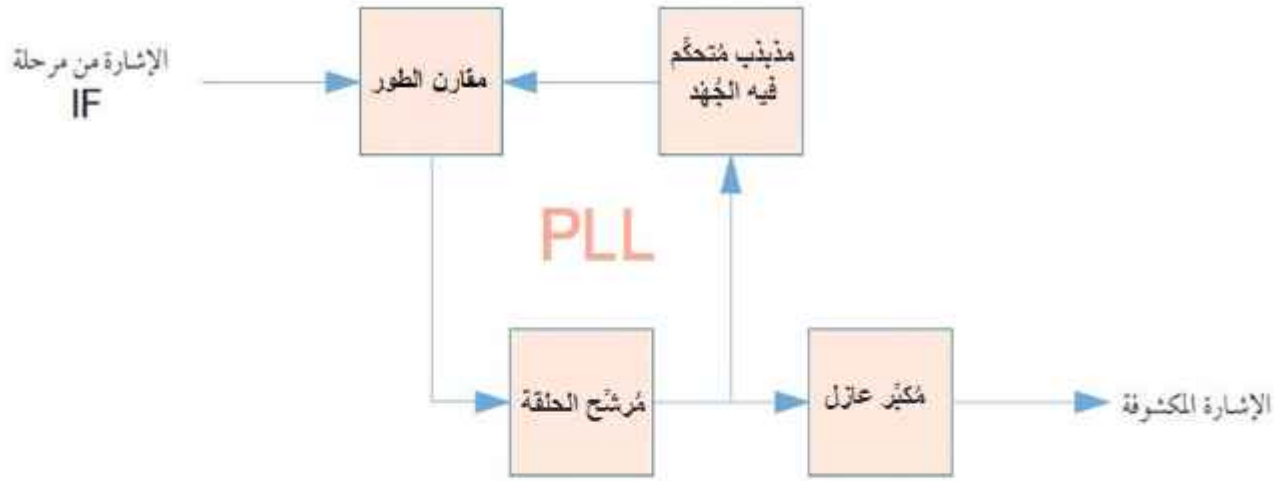
من المُلاحَظ أنَّ توليف مَدْخَل المُحوِّل ومَخْرَجه يتطابق مع تردُّد الإشارة البينية (سيتم شرحه في الوحدات اللاحقة). ونتيجةً لطريقة ربط مَدْخَل المُحوِّل ومَخْرَجه باستعمال المُواسِع؛ فإنَّ خرج المُحوِّل يساوي صفرًا عند تردُّد الإشارة البينية. أمّا إذا كانت الإشارة البينية مُضمَّنة تردُّديًّا، فإنَّ خرج المُحوِّل يُولِّد إشارات يتغيَّر اتساعها وفقًا لتغيُّرات التردُّد. وبذلك يُمكِن تحويل تغيُّرات التردُّد إلى تغيُّرات اتساع يكشفها الثنائي(D1) والثنائي (D2)، فتنتج الإشارة المحمولة في خرج الكاشف. يُذكر أنَّ دارة المُميِّز تسبقها دارة مُحدِّد اتساع لمنع أيِّ تغيُّرات في اتساع الإشارة البينية.

ب- كاشف النسبة (Ratio Detector).

ج- حلقة الطور المغلقة (Phase - Locked Loop: PLL) التي تُعَدُّ أفضل دارات كشف تضمين التردُّد(FM)؛ وهي دارة تحكُّم (تغذية راجعة) تتحسَّس في عملها عند تغيُّر التردُّد أو الطور.

يُبيّن الشكل (17) المُخطّط الصندوقي لهذا النوع الذي يستخدم مذبذبًا مُتحكّمًا فيه الجُهْد (VCO)، ومُقارِن طور، ومُرشّح حلقة، ومُكبّرًا عازلًا.

يمتاز هذا النوع بعدم الحاجة إلى استخدام ملف؛ ما يجعل استخدامه مُجْدِيًا اقتصاديًّا.



الشكل (17): المُخطّط الصندوقي لحلقة الطور المغلقة.

يقوم مبدأ عمل هذا النوع على تغذية مُقارِن الطور بإشارتين؛ إحداهما الإشارة المُستقبَلة من مرحلة التردُّد البيني، والأُخرى الإشارة المُستقبَلة من المذبذب (VCO). فعند عدم وجود إشارة مُضمَّنة (وجود إشارة الحامل فقط) تُقارَن الإشارة بإشارة المذبذب (VCO)، ويُحافظ على قيمة جُهْد مَخْرَج المُقارِن. أمّا عند وصول إشارة مُضمَّنة، فإنّ إشارة جهد ستظهر في مَخْرَج مُقارِن الطور، ويُغذّى جزء منها للمذبذب (VCO) الذي يعمل على تتبُّع التغييرات، فيتغيَّر التردُّد الذي يُولّده تبعًا لمَخْرَج المُرشّح.

3 - كشف إشارات التضمين النبضي (Pulsed Demodulation).

تُكشَف إشارة تضمين اتساع النبضة (PAM) عن طريق مُرشّح تمرير منخفض (LPF)، أنظر الشكل (18)، ثم تعاد إلى شكلها الأصلي؛ أيْ إشارة المعلومات الأصلية.

الشكل (18): كشف إشارات التضمين النبضي.

يُبيّن الشكل (19) كشف إشارة تضمين عرض النبضة (PWM) وكشف إشارة تضمين موقع النبضة (PPM) باستخدام دارة التكامل؛ لتحويلها إلى إشارة تضمين اتساع النبضة (PAM)، ثم كشفها باستخدام مُرشّح تمرير منخفض.

الشكل (19): كشف إشارة تضمين عرض النبضة (PWM)، وموقع النبضة (PPM).

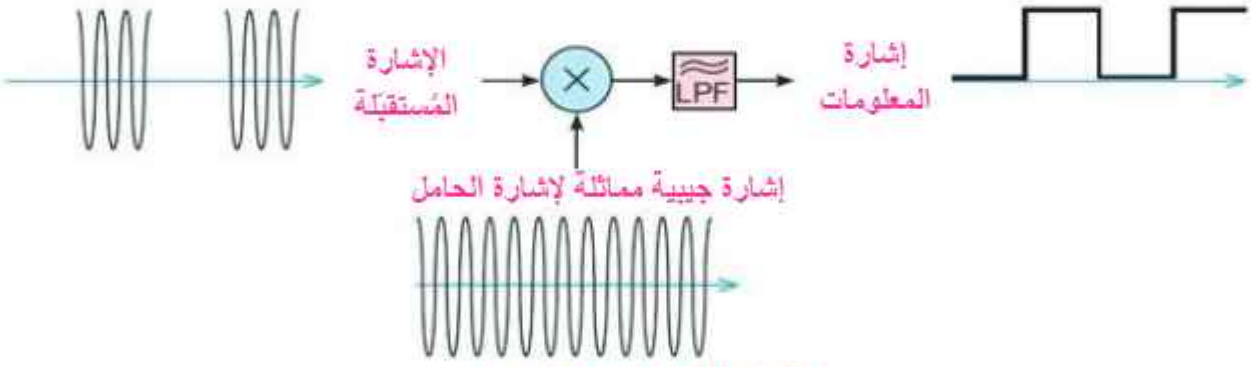
4 - كشف التضمين الرقمي (Digital Demodulation).

يُصنَّف كشف التضمين الرقمي إلى نوعين، هما:

أ- كشف تضمين إزاحة الاتساع (ASK): تنتج إشارة المعلومات في هذا النوع من إشارة التردُّد العالي باستخدام أحد نوعين من الكواشف، هما:

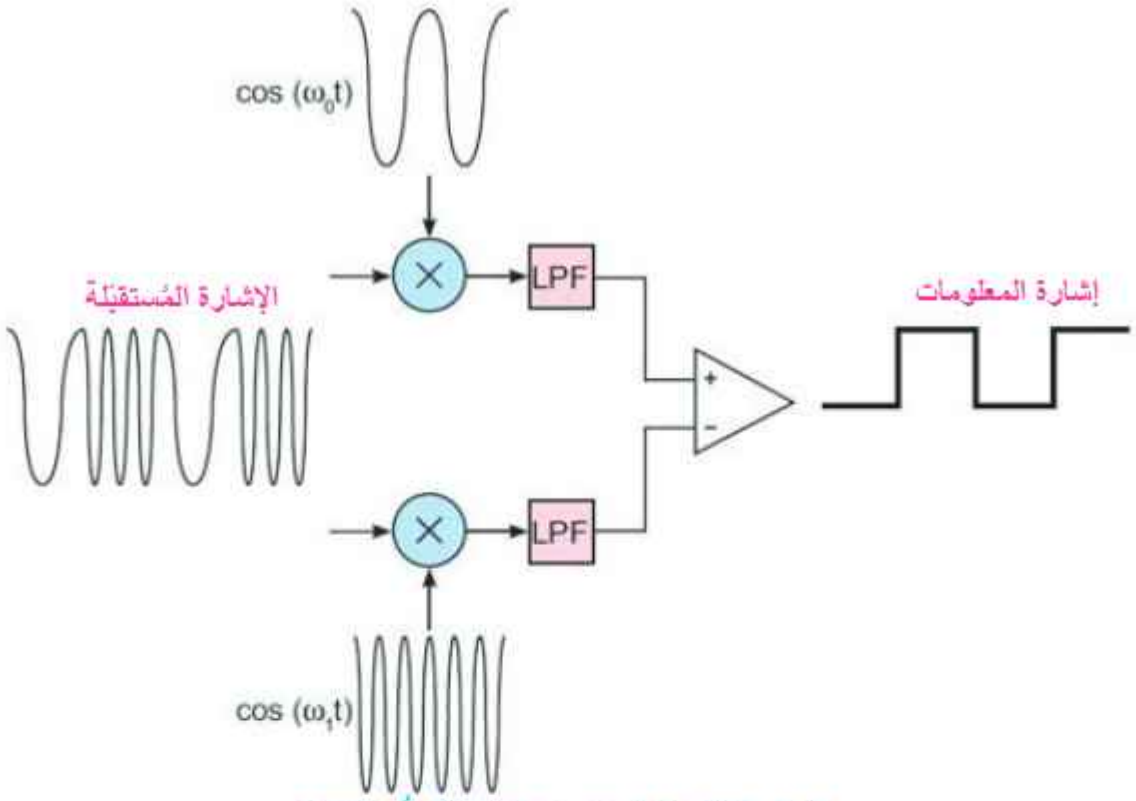
* الكاشف غير المُتزامن: وفيه تُكشف إشارة الغلاف كما في حالة تضمين الاتساع.

* الكاشف المُتزامن: وفيه يوجد تزامن بين المُرسِل والمُستقبِل؛ إذ تُولَّد إشارة في المُستقبِل تتوافق مع إشارة الحامل المُولَّدة في المُرسِل؛ لاستخدامها في عملية استعادة إشارة المعلومات، أنظر الشكل (20).



الشكل (20): الكاشف المُتزامن.

ب- كشف تضمين إزاحة التردُّد (FSK): يُكشف في المُستقبِل عن إشارة إزاحة التردُّد مفتاحيًّا (FSK) باستخدام الكشف التزامني لتضمين التردُّد؛ إذ تُولَّد موجة حاملة في المُستقبِل تُماثِل في مواصفاتها تلك المُولَّدة من المُرسِل، من حيث الطور والتردُّد لكلا المنطقين (0، 1)، ثم تُمرَّر على مُرشّح للتردُّدات المنخفضة، فتخرج فقط إشارة المعلومات، ثم تُقارَن بالإشارات الأُخرى التي قد تنتج من الضجيج والتداخل، أنظر الشكل (21).



الشكل (21): كشف تضمين إزاحة التردُّد (FSK).

الإثراء والتوسُّع

- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن طرائق كشف الإشارات الرقميّة بأشكالها المختلفة، ثم أكتب تقريرًا عنها، ثم أقرأه في غرفة الصف.

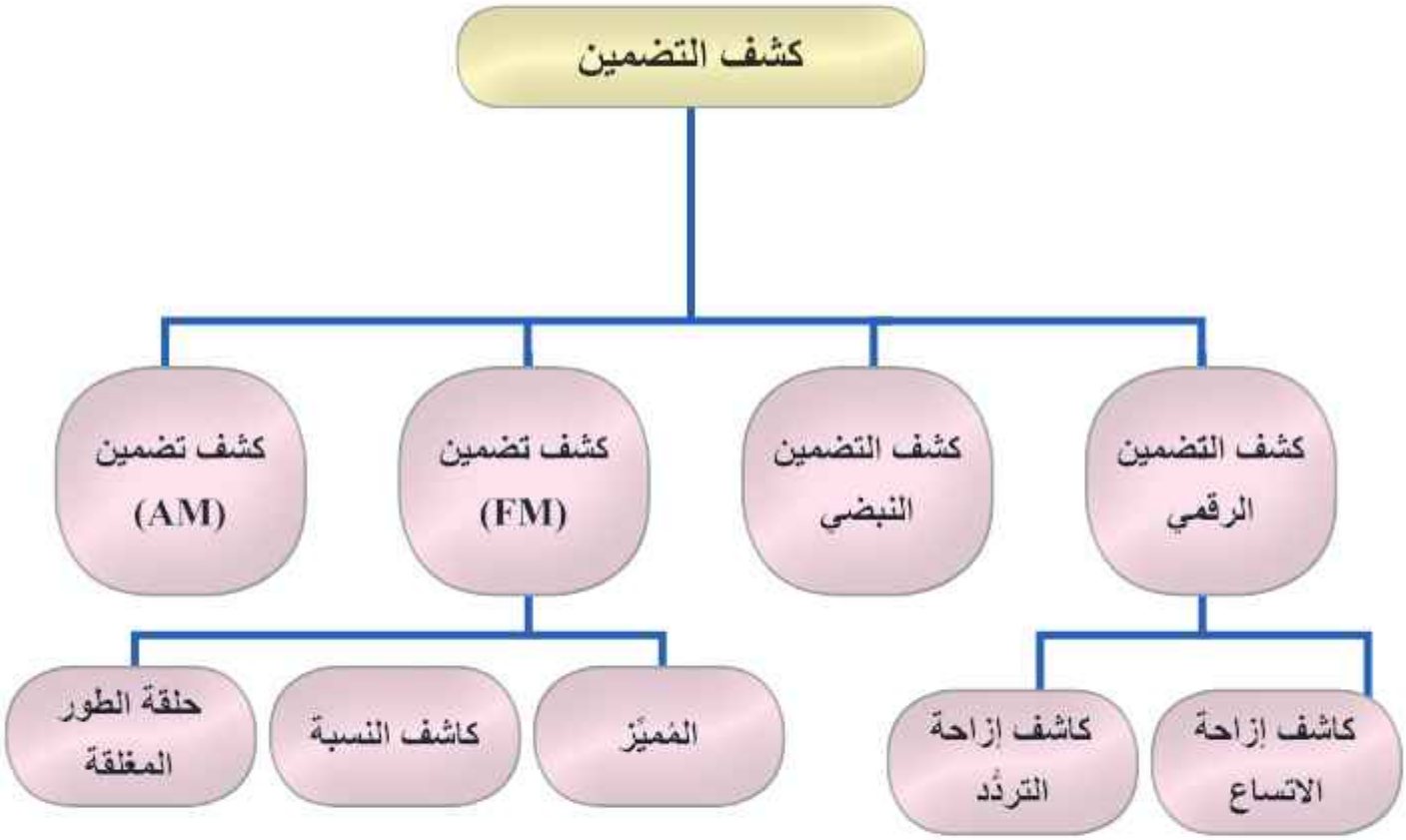
القياس والتقويم

1- أُعرِّف مفهوم كشف الإشارة المُضمَّنة، مُبيِّنًا أهميته.

2- أُعدِّد أنواع دارات كشف الإشارة المُضمَّنة، مُوضِّحًا كُلًّا منها.

3- أُعدِّد أنواع كشف التضمين الرقمي، مُوضِّحًا كُلًّا منها.

الخريطة المفاهيمية



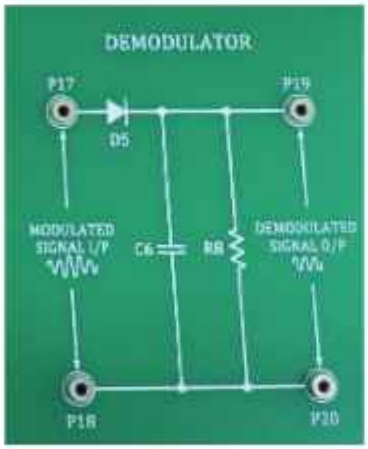
بناء دارة كاشف تضمين الاتساع.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أبني دارة كاشف تضمين الاتساع.
- أتحقَّق من خصائص دارة كاشف تضمين الاتساع.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل. 2. ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمِّن اتساع تدريبي (AH-616). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أُصِل الإشارة الحاملة وإشارة المعلومات بدارة المُضمِّن رقم (2) كما في الشكل، ثم أُصِل راسم الإشارة بمَخْرَج الدارة، ثم أُغيِّر اتساع إشارة المعلومات لتوليد إشارة مُضمَّنة كما في الشكل.	
2 - أُحدِّد دارة الكاشف في جهاز مُضمِّن الاتساع التدريبي (AH-03)، ثم أُحدِّد مدخل الدارة، ومَخْرَجها، ومُكوِّناتها.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أُصِل خرج المُضمَّن رقم (2) بدارة الكاشف، ثم أُصِل راسم الإشارة بخرج المُضمَّن، ثم أُصِل القناة الثانية بخرج الكاشف، مُلاحِظًا شكل الإشارتين، ثم أرسم كُلًّا منهما.	
4 - أُصِل خرج المُضمَّن رقم (2) بدارة الكاشف، ثم أُصِل راسم الإشارة بخرج الكاشف، ثم أُصِل القناة الثانية بمُولِّد الإشارة المحمولة، ثم أجد اتساعهما وتردُّدهما. هل توجد علاقة بين الإشارتين؟	
5 - أُغيِّر اتساع إشارة المعلومات في دارة المُضمَّن، مُلاحِظًا التغيُّر في شكل إشارة خرج الكاشف. هل توجد علاقة بين خرج الكاشف وإشارة المعلومات؟	
6 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1- ما نوع دارة الكاشف المُستخدمة في التمرين؟

2- ما وظيفة المواسع (C_6) في دارة الكاشف؟

بناء دارة كاشف تضمين التردُّد.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أبني دارة كاشف تضمين التردُّد.
- أتحقَّق من خصائص دارة كاشف تضمين التردُّد.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل. 2. ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمِّن تردُّد تدريبي (AH-11). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أُنظِّم قائمة تحوي أسماء الدارات التي تُستخدَم كواشف في جهاز مُضمِّن التردُّد التدريبي (AH-11)، ثم أُحدِّد المدخل والمَخْرَج لكل كاشف.	
2 - أُصِل المذبذب الجيبي بمُضمِّن التردُّد، ثم أُصِل خرج المُضمِّن براسم الإشارة. بعد ذلك أرسم شكل الإشارة، ثم أجد اتساعها وتردُّدها، مُدوِّنًا ملاحظاتي.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - بعد توصيل المذبذب الجيبي بالمُضمِّن، أُصِل خرج المُضمِّن بدارة كاشف فوستر سيلي، ثم أُصِل راسم الإشارة بخرج المُضمِّن وخرج الكاشف كما في الشكل. بعد ذلك أرسم أشكال إشارات الخرج، ثم أجد اتساعها وتردُّدها، مُدوِّنًا ملاحظاتي.	
4 - بعد توصيل المذبذب الجيبي بالمُضمِّن، أُصِل خرج المُضمِّن بدارة كاشف النسبة، ثم أُصِل راسم الإشارة بخرج المُضمِّن وخرج الكاشف كما في الشكل. بعد ذلك أرسم أشكال إشارات الخرج، ثم أجد اتساعها وتردُّدها، مُدوِّنًا ملاحظاتي.	
5 - أُصِل خرج المذبذب الجيبي براسم الإشارة، ثم أُصِل راسم الإشارة بخرج الكاشف كما في الشكل. بعد ذلك أرسم شكل كلٍّ من الإشارتين، ثم أجد اتساعهما وتردُّدهما، مُدوِّنًا ملاحظاتي.	
6 - أُغيِّر تردُّد مذبذب الإشارة الجيبية. هل يتغيَّر تردُّد خرج الكاشف؟ هل توجد علاقة بين إشارة المذبذب وخرج الكاشف؟	
7 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1- ما وظيفة كاشف تضمين التردُّد؟

2- أذكر نوعين من كواشف تضمين التردُّد.

3- ماذا يحدث للإشارة الحاملة بعد عملية الكشف؟

رابعًا: التشويش وأنواعه

النتاجات

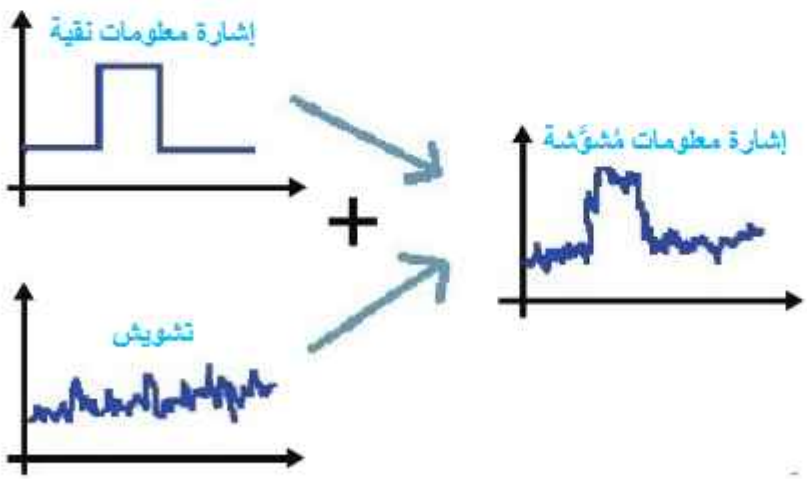
يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرَّف مفهوم التشويش، وأنواعه.

انظر... وأتساءل

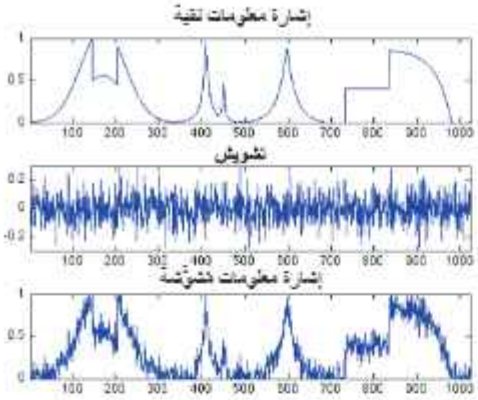
مُعتمِدًا الشكل التالي:

- ما الفرق بين إشارة المعلومات النقية وإشارة المعلومات المُشوَّشة؟
- ما الفرق بين التشويش المُرتبِط بالإشارة والتشويش غير المُرتبِط بها؟



أستكشف

- أُناقِش زملائي/ زميلاتي في تأثير التشويش في نقل الإشارات إلى أنظمة الاتصالات في الحياة العملية، أنظر الشكل المجاور.



أقرأ وأتعلّم

يُعدُّ التشويش أحد أبرز المُعوّقات الرئيسة لأنظمة الاتصالات، ويُنظر إليه بوصفه الطاقة العشوائية وغير المرغوب فيها، التي تُؤثّر في مختلف عناصر أنظمة الاتصالات، وتُشارِك الإشارة الأصلية في المرور عبر هذه العناصر.

يوجد اختلاف بين التداخل والتشويش؛ فالتداخل هو اضطراب لاسلكي غير مقصود. أمّا التشويش فهو ضوضاء لاسلكية مُتعمَّدة.

يُصنَّف التشويش إلى نوعين رئيسين، هما:

1 - التشويش غير المُرتبط بالإشارة:

تشويش ليس له علاقة بالإشارة الأصلية المنقولة عبر أنظمة الاتصالات، وهو نوعان:

أ- تشويش خارجي ينتج من مصادر خارجية ليس لها علاقة بالدارات الإلكترونية المُستخدَمة، وتُؤثّر فيه عوامل عديدة، مثل: تشويش الغلاف الجوي، وتشويش أشعة الشمس، وتشويش الأشعة الكونية.

ب- تشويش داخلي ينتج من مُكوّنات الدارات الإلكترونية (مثل: المقاومات، والترانزستورات) التي تُؤثّر في الإشارات المطلوب نقلها أثناء عبورها في هذه الدارات.

يوجد للتشويش الداخلي أشكال مُتعدِّدة تنتج بفعل أسباب عديدة، مثل الضوضاء الحرارية التي تنشأ بسبب ارتفاع درجة الحرارة في مُكوّنات الدارات الكهربائية؛ ذلك أنّ ارتفاع درجة الحرارة يزيد الحركة العشوائية للإلكترونات في المادة، ويؤدّي ذلك إلى إشعاع طاقة كهرومغناطيسية تظهر على هيئة جُهْد عشوائي (تشويش) غير مرغوب فيه. وكذلك التشويش الذي ينتج بسبب مشكلات التغذية الكهربائية لمُكوّنات الدارات الإلكترونية.

2 - التشويش المُرتبط بالإشارة:

تشويش يرتبط بالإشارة الأصلية ذات الصلة بالدارات الإلكترونية، ويدخل في تكوين نظام الاتصالات، ويحدث في ظلّ وجود الإشارة؛ لذا يقال: "لا إشارة، لا تشويش".

يُذكر أنَّ التشويش الناتج من الغلاف الجوي والعواصف الرعدية يُؤثِّر تأثيرًا مباشرًا في البثِّ الإذاعي (AM)؛ ذلك أنَّ الموجات الناتجة من العواصف الرعدية تتناسب تناسبًا عكسيًّا مع التردُّد؛ فكلَّما قلَّ التردُّد زاد التشويش.

نسبة الإشارة إلى التشويش (SNR):

يُستخدم تعريف نسبة الإشارة إلى التشويش (SNR) كثيرًا في قياس أداء أنظمة الاتصالات، وتحديد درجة كفاءتها؛ فكلَّما زادت هذه النسبة زادت كفاءة نظام الاتصالات. ويُنظر إلى هذه النسبة بوصفها ناتج قسمة قدرة الإشارة على قدرة التشويش، كما في المعادلة الآتية:

$$\text{SNR} = \frac{\text{قدرة الإشارة}}{\text{قدرة التشويش}}$$

- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن أنواع التشويش، ثم أكتب تقريرًا عنها، ثم أقرأه في غرفة الصف.

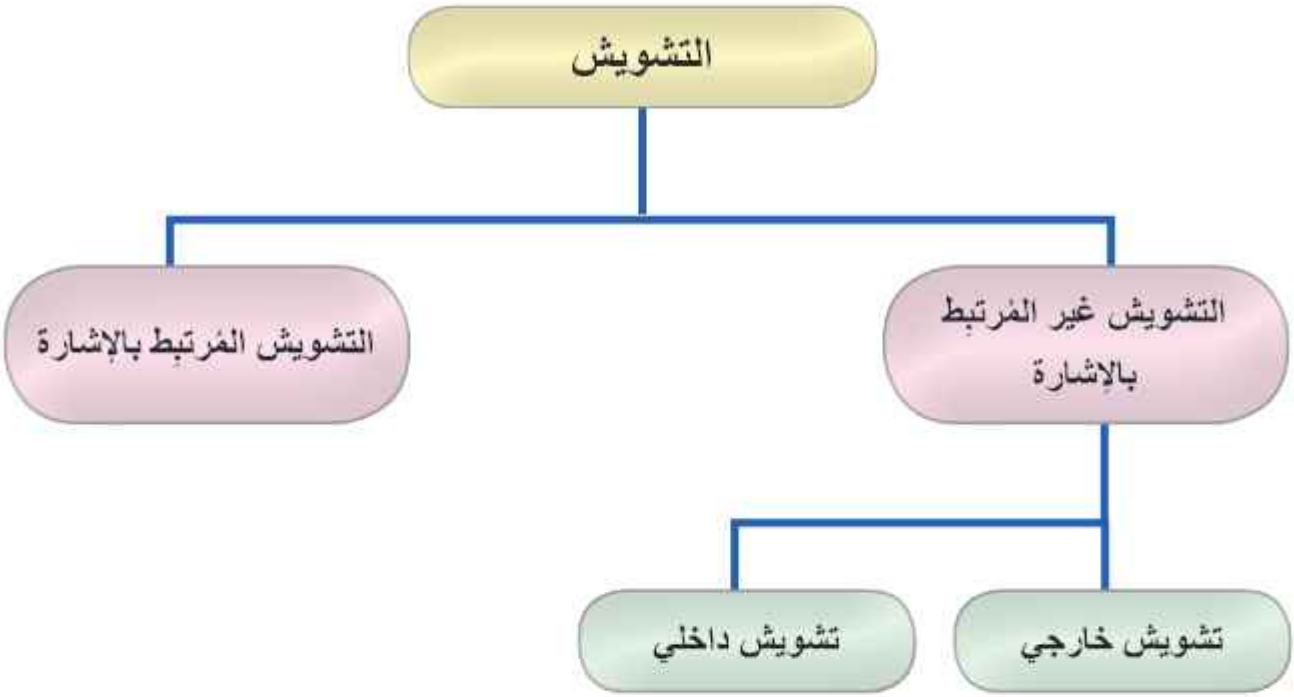
1- ما المقصود بالتشويش؟

2- ما الفرق بين التشويش والتداخل؟

3- أُعدِّد أنواع التشويش، مُوضِّحًا كُلًّا منها.

4- ماذا يُقصد بمفهوم نسبة الإشارة إلى التشويش؟

الخريطة المفاهيمية



تأثير التشويش في نظم الاتصالات.

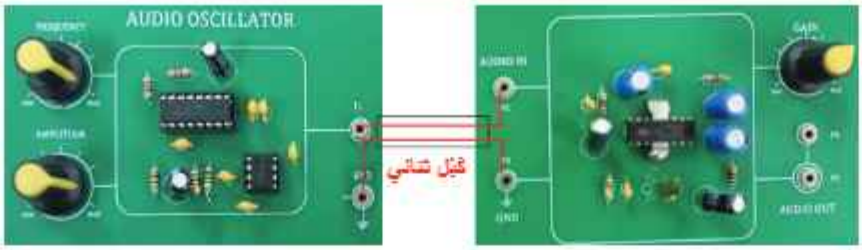
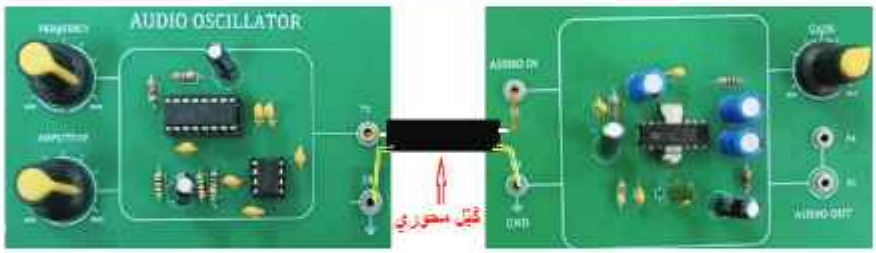
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أبني نظام اتصال يتألَّف من مُرسِل، ومُستقبِل.
- أُبيِّن مدى تأثير التشويش في نظام الاتصال الذي أنشأتُه.
- أتحقَّق من خصائص التشويش، ومدى تأثيره في نظام الاتصال.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أسلاك توصيل. 2. ميكروفون. 3. سلك نحاسي.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز مُضمَّن اتساع تدريبي (AH-03). 3. جهاز مُستقبِل تضمين اتساع تدريبي (AH-1). 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أُحدِّد دارة مُولِّد الإشارة الصوتية، ثم أصِلها براسم الإشارة، ثم أُشغِّل الجهاز التدريبي (AH-03). بعد ذلك أرسم شكل إشارة الخرج، ثم أُغيِّر اتساع الإشارة وتردُّدها، مُلاحِظًا شكل إشارة الخرج، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
2 - أستخدم الجهاز التدريبي (AH-13)، مُميِّزًا دارة مُكبِّر الصوت، ثم أُحدِّد مدخل مُكبِّر الصوت ومَخْرَجه؛ لاستخدامه مُرسِلًا في نظام الاتصال.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أُنشِئ نظام اتصال بين المُرسِل والمُستقبِل، مُستخدِمًا سلكًا ثنائيًّا (بوصفه قناة اتصال) بين الدارتين، ثم أُصِل راسم الإشارة على مَخْرَج المُستقبِل، ثم أُشغِّل الدارة. بعد ذلك أرسم شكل الخرج، ثم أُغيِّر اتساع المُرسِل وتردُّده، مُلاحِظًا شكل الإشارة على الراسم، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
4 - أفصل إشارة الإرسال عن نظام الاتصال، مُستخدِمًا مُولِّد إشارة وملف تشويش، ثم أُعرِّض قناة الاتصال بين المُرسِل والمُستقبِل لإشارة تشويش تردُّدها (1MHz)، مراعيًا أنْ يكون اتساعها أكبر ما يُمكِن. بعد ذلك أُصِل راسم الإشارة على مَخْرَج المُستقبِل، ثم أُشغِّل الدارة، راسمًا شكل الخرج.	
5 - أُغيِّر قناة الاتصال بين الدارتين باستخدام كَبْل محوري، ثم أُصِل راسم الإشارة على مَخْرَج المُستقبِل، ثم أُشغِّل الدارة. بعد ذلك أرسم شكل الخرج، مُلاحِظًا شكل الإشارة على الراسم، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
6 - أفصل إشارة الإرسال عن نظام الاتصال، مُستخدِمًا مُولِّد إشارة وملف تشويش، ثم أُعرِّض قناة الاتصال بين المُرسِل والمُستقبِل لإشارة تشويش تردُّدها (1MHz)، مراعيًا أنْ يكون اتساعها أكبر ما يُمكِن. بعد ذلك أُصِل راسم الإشارة على مَخْرَج المُستقبِل، ثم أُشغِّل الدارة، راسمًا شكل الخرج.	
7 - أُميِّز تأثير إشارة التشويش في نظام الاتصال عند استخدام كَبْل ثنائي وكَبْل محوري، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
8 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- أذكر مصدرين للتشويش قد يُؤثِّران في النُّظُم المختلفة للاتصالات؟

2- لماذا يقلُّ تأثير التشويش عند استخدام كَبْل محوري بوصفه قناة للاتصال؟

السؤال الأوّل: أضع إشارة (√) إزاء العبارة الصحيحة، وإشارة (X) إزاء العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

1 - المُستقبِل هو جهاز يُحوّل الإشارة التي تصل من مصدر المعلومات إلى الإشارة المناسبة لإرسالها. ( )

2 - من مزايا نمط الاتصال المُزدوَج أنَّه يتيح للطرفين الإرسال والاستقبال في الوقت نفسه. ( )

3 - التضمين هو من أهم العمليات في تقنية الاتصالات، ويُعَدُّ عصب الاتصالات القديمة. ( )

4 - تضمين الإزاحة الطورية الرباعية يُستخدم كثيرًا في مجال الاتصالات ونقل المعلومات. ( )

5 - كشف الإشارة المُضمَّنة هو عملية عكسية لتضمين الإشارة، تُستخرَج فيها الإشارة المحمولة من الإشارة المُضمَّنة. ( )

6 - التشويش هو الطاقة العشوائية غير المرغوب فيها التي تُؤثّر في مختلف عناصر أنظمة الاتصالات. ( )

7 - تعريف نسبة الإشارة إلى التشويش (SNR) يُستخدم كثيرًا في قياس أداء أنظمة الاتصالات فقط. ( )

8 - التضمين هو عملية تركيب موجتين كهربائيتين؛ إحداهما الموجة الحاملة ذات التردُّد المنخفض، والأُخرى الموجة المحمولة ذات التردُّد العالي. ( )

9 - إشارة تضمين اتساع النبضة (PAM) تُكشَف عن طريق مُرشِّح إمرار منخفض (LPF). ( )

10 - من مزايا التضمين الرقمي أنَّه مُعقَّد أكثر من الأنظمة التماثلية. ( )

السؤال الثاني: أختار رمز الإجابة الصحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

1 - إحدى الآتية ليست من مُكوّنات نظام الاتصال الأساسية:

أ- مصدر المعلومات. ب- قناة الاتصال.

ج- المُرسِل. د- التغذية الراجعة.

2 - من أنواع تضمين الإشارة التماثلية:

أ- تضمين التردُّد (FM). ب- تضمين اتساع النبضة (PAM).

ج- تضمين إزاحة الطور (PSK). د- تضمين إزاحة الاتساع (ASK).

3 - إحدى الآتية ليست من الدارات والطرائق التي تُستخدم في كشف تضمين التردُّد:

أ- كاشف النسبة. ب- حلقة الطور المغلقة.

ج- كشف تضمين إزاحة الاتساع. د- المُميِّز من نوع فوستر سيلي.

4 - ينقسم التشويش إلى نوعين رئيسين، هما:

أ- التشويش غير المُرتبِط بالإشارة، والتشويش الخارجي.

ب- التشويش الداخلي، والتشويش الخارجي.

ج- التشويش المُرتبِط بالإشارة، والتشويش غير المُرتبِط بالإشارة.

د- التشويش المُرتبِط بالإشارة، والتشويش الداخلي.

5 - موجة التضمين هي:

أ- الموجة الحاملة. ب- الموجة المحمولة.

ج- الموجة الحاملة، والموجة المحمولة. د- لا شيء ممّا ذُكِر.

6 - معامل تضمين الاتساع هو:

أ- m=1 ب- m=0 ج- m<1 د- m>1

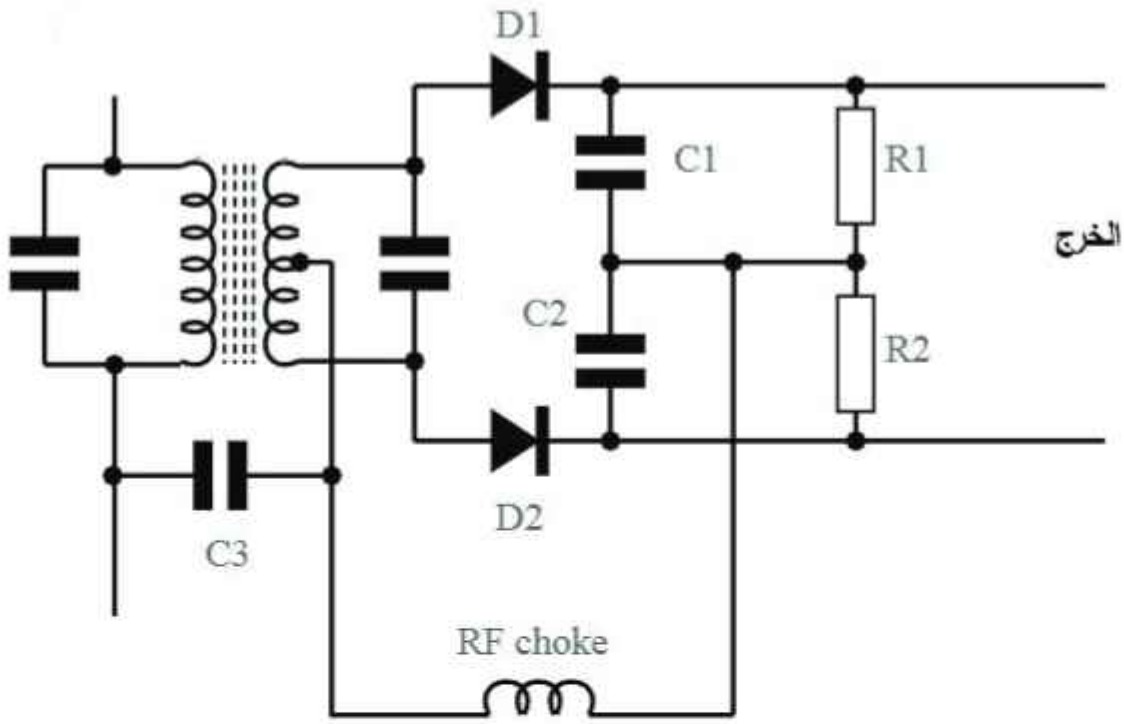
السؤال الثالث: أرسم إشارة تضمين الاتساع (AM)، ثم أرسم إشارة تضمين التردُّد (FM).

السؤال الرابع: أرسم دارة كشف تضمين الاتساع، مُحدِّدًا عليها الإشارة المضمنة، والإشارة المحمولة (fm).

السؤال الخامس: مُعتمِدًا الشكل التالي، أُجيب عن السؤالين الآتيين:

1 - ما اسم الدارة التي يُمثِّلها الشكل؟

2 - أشرح مبدأ عملها.



السؤال السادس: بناءً على دراستي موضوع تضمين إزاحة الطور (PSK)، أُجيب عن الأسئلة الآتية:

1 - علام يعتمد هذا النوع من التضمين؟

2 - لماذا يُعَدُّ أكثر أنواع التضمين الرقمي شيوعًا؟

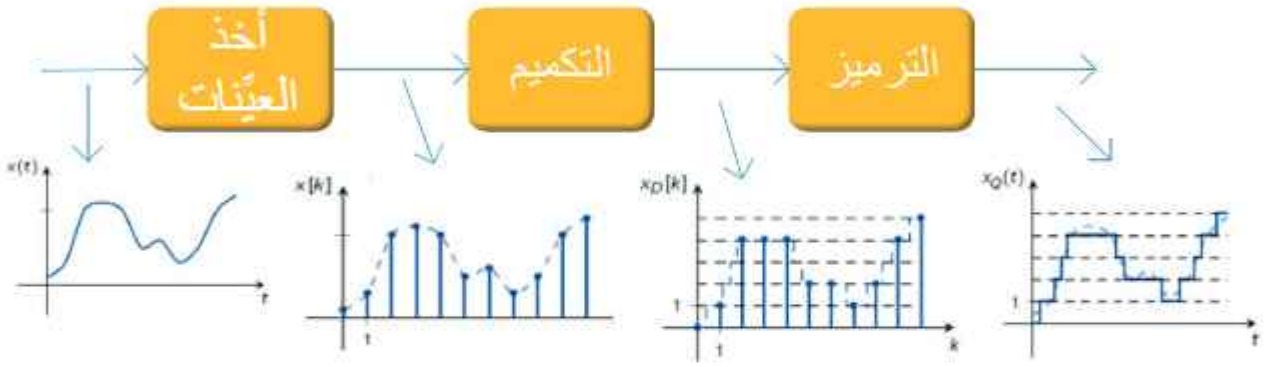
3 - أذكر أنواع هذا التضمين.

4 - أُعدِّد استخدامات هذا التضمين.

السؤال السابع: مُعتمِدًا الشكل التالي، أُجيب عن السؤالين الآتيين:

1 - ماذا يُمثِّل الشكل؟

2 - ما وظيفة كل مرحلة ممّا يأتي: التكميم، أخذ العيِّنات؟



الوحدة الثانية

خطوط النقل والهوائيات

(Transmission lines and antennas)

- ما المقصود بالهوائي؟
- ما مبدأ عمل الألياف الضوئية؟

2

تُعَدُّ خطوط النقل والهوائيات أحد أكثر العلوم تطوُّرًا في مجال نقل المعلومات؛ إذ تؤدّي الهوائيات دورًا أساسيًّا وفاعلًا في منظومة الاتصالات اللاسلكية، وأنظمة الرادار المختلفة، ومنظومة التحكُّم والاستشعار عن بُعْد، إلى جانب إسهامها الفاعل في علوم الفضاء.

تتناول هذه الوحدة الطيف الكهرومغناطيسي، ومُكوِّناته من أشعة مرئية وغير مرئية، واستخدامات كلٍّ منها، وأنواع الموجات وكيفية انتشارها، وأنواع الأكبال المُستخدَمة في الشبكات الهاتفية والحاسوبية.

تتناول الوحدة أيضًا دلائل الموجات، وخصائصها، وأنواعها، والألياف الضوئية، وتركيبها، وخصائصها، واستخداماتها، وأهمية الهوائيات، وأنواعها، وتركيبها وخصائصها، واستخدامات كل نوع منها.

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذه الوحدة أنْ أكون قادرًا على أنْ:

- أتعرَّف مفهوم الطيف الكهرومغناطيسي، ومُكوِّناته.
- أتعرَّف أنواع الموجات، وكيفية انتشارها.
- أتعرَّف أنواع الأكبال المُستخدَمة في الشبكات الهاتفية والحاسوبية.
- أتعرَّف مُكوِّنات دلائل الموجة، وخصائصها، واستخداماتها.
- أتعرَّف أنواع الألياف الضوئية، وخصائصها، واستخداماتها.
- أتعرَّف أنواع الهوائيات، ومُكوِّناتها.
- أستخدم تكنولوجيا المعلومات في استقصاء المعرفة الحديثة في مجال خطوط النقل وتركيب الهوائيات.
- أفحص كَبْلًا محوريًّا للتحقُّق من صلاحيته.
- أُميِّز الترَدُّدات المسموعة من أنواع الترَدُّدات الأُخرى.
- أُميِّز الأنواع المختلفة لدلائل الموجة، ثم أتحقَّق من خصائصها، ثم أَصِل بعضها ببعض.
- أُميِّز الأنواع المختلفة من الألياف الضوئية، ثم أتحقَّق من خصائصها، ثم أَصِل بعضها ببعض.
- ألحم أكبال الألياف الضوئية.
- أُميِّز الأنواع المختلفة من الأكبال المُستخدَمة في الشبكات الهاتفية من حيث الألوان والأرقام، ثم أتحقَّق من صلاحيتها.
- أجمع صحن (طبق) هوائيٍّ، ثم أُوجِّهه، ثم أتحقَّق من خصائصه.
- أُطبِّق قواعد الأمان وتعليمات السلامة والصحة المهنية في مجال خطوط النقل وتركيب الهوائيات.
- ألتزم بأخلاق المهنة وآدابها.

أوّلًا: الطيف الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Spectrum)

النتاجات

يُتوقّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أُعرّف الطيف الكهرومغناطيسي.
- أُميّز مُكوّنات الطيف المغناطيسي، مُبيّنًا استخدامات كل مُكوّن منها.
- أستنتج العلاقة بين التردُّد والطول الموجي للإشارة.

انظر... وأتساءل

- وجد العلماء أنّه يُمكن ترتيب أنواع عديدة من الموجات معًا، مثل النغمات على لوحة مفاتيح البيانو، أنظر الشكل (1). هل يُمكن ترتيب الموجات بحسب تردُّداتها وأطوالها الموجية؟

الشكل (1): مفاتيح البيانو.

أستكشف

- مِمَّ يتكوَّن الطيف الكهرومغناطيسي؟
- ما الموجات التي تتيح لنا رؤية الأشياء من حولنا؟

أقرأ وأتعلّم

1 - مفهوم الطيف الكهرومغناطيسي.

نعيش اليوم في هذا العالم ضمن منظومة واسعة من الأمواج ذات التردُّدات المختلفة. ومن هذه الأمواج ما نُدركه بحواسّنا، ومنها ما نستخدمه من خلال بعض الأدوات والتجهيزات.

يُعَدُّ الضوء المرئي أهم أجزاء الطيف الكهرومغناطيسي. ويُعرَّف الطيف فيزيائيًّا بأنَّه مجالات كهرومغناطيسية مُتغيِّرة زمنيًّا، وذات تردُّدات وأطوال مُحدَّدة (مثل الضوء المرئي)، إضافةً إلى مجالات كهرومغناطيسية غير مرئية بسبب تردُّدها (الأشعة تحت الحمراء، والأشعة فوق البنفسجية)، وأُخرى تُولَّد لاستخدامات عديدة (أمواج الراديو، وأمواج الميكروويف).

يُعتمَد في الطيف الكهرومغناطيسي التوزيعُ (الترتيب) الكامل للأمواج الكهرومغناطيسية (الإشعاع) وَفقًا لتردُّداتها (بالهيرتز Hz)، وأطوالها (بالمتر m).

من أهم خصائص الأشعة المُكوِّنة للطيف الكهرومغناطيسي انتشارُها في الفراغ بسرعة ثابتة، هي سرعة الضوء التي تبلغ ($3x10^8$ m/sec).

يرتبط طول الموجة وتردُّدها بالعلاقة الآتية:

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

حيث:

λ : طول الموجة بالمتر (m).

c: سرعة الضوء؛ وهي قيمة ثابتة مقدارها $3x10^8$ m/sec.

f: تردُّد الموجة بالهيرتز (Hz).

مثال (1)

ما طول الموجة لكلٍّ من إشارتين، تردُّدهما: (1KHz)، و(30KHz)؟

الحل:

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

$$= \frac{(3\times10^8)}{(1\times10^3)}$$

$$= 300Km$$

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

$$= \frac{(3\times10^8)}{(30\times10^3)}$$

$$= 10Km$$

إذن، العلاقة عكسية بين الطول الموجي للإشارة وتردُّدها.

مثال (2)

ما تردُّد موجة طولها الموجي (50m)؟

الحل:

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

$$= \frac{3\times10^{8}}{50}$$

$$= 6\times10^{6}\ \text{Hz}$$

$$= 6\text{MHz}$$

مثال (3)

ما تردُّد موجة طولها الموجي (25mm)؟

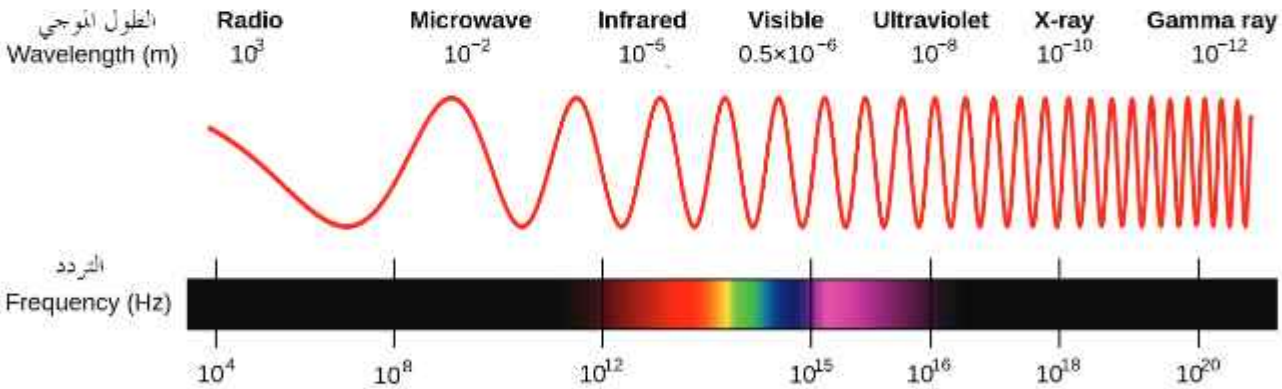
الحل:

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

$$= \frac{3\times10^{8}}{25\times10^{-3}}$$

$$= 12\times10^{9}\ \text{Hz} = 12\text{GHz}$$

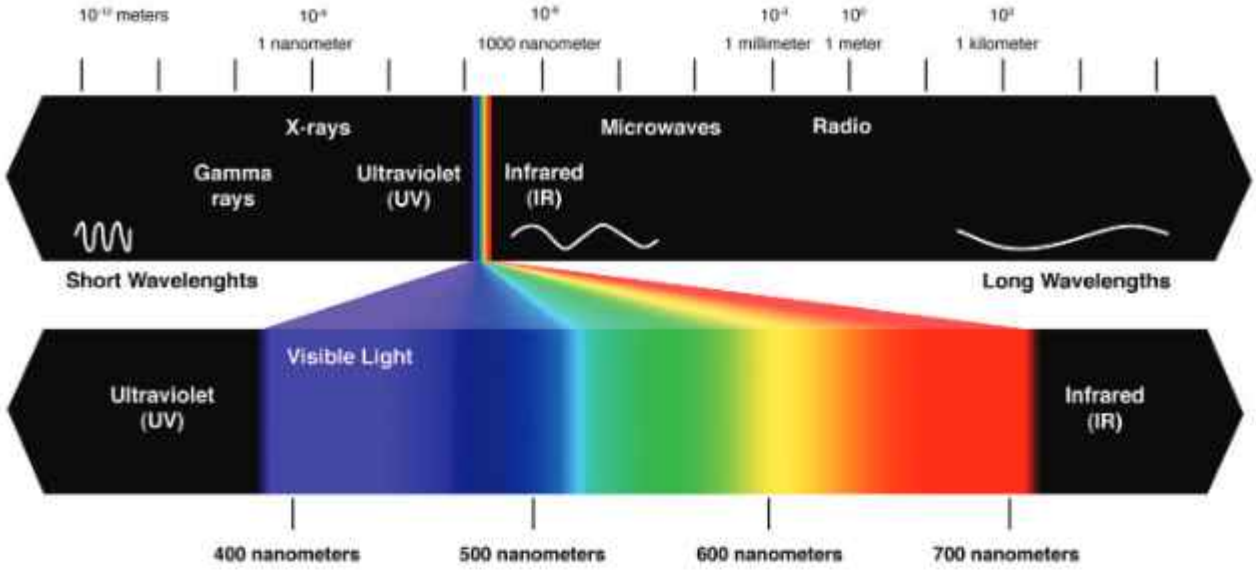
يُبيِّن الشكل (2) مُكوِّنات الطيف المغناطيسي، والعلاقة بين تردُّدات الموجات وأطوالها الموجية.



الشكل (2): الطيف الكهرومغناطيسي، والعلاقة بين تردُّدات الموجات وأطوالها الموجية.

2 - مُكوِّنات الطيف الكهرومغناطيسي.

يتألَّف الطيف الكهرومغناطيسي من الأجزاء التالية التي يُبيِّنها الشكل (3).



الشكل (3): مُكوِّنات الطيف الكهرومغناطيسي.

أ- الأمواج الراديوية (Radio Waves): تتراوح تردُّدات هذه الأمواج بين (3KHz) و(300GHz)، وتُشع بواسطة الشحنات الكهربائية التي تخضع للتسارع، مُصدِرةً موجات الراديو التي تتكوَّن بصورة طبيعية عن طريق البرق والأجرام الفلكية.

يُوضِّح الجدول (1) أقسام النطاق الترددي للموجات الراديوية، واستخدامات كل قسم منها.

الجدول (1): أقسام النطاق الترددي للموجات الراديوية.

الاسم		التردُّد	الاستخدام
الترددات المنخفضة جدًّا (VLF).	(Very Low Frequency)	(3-30) KHz	- الاتصالات البحرية العسكرية. - الغوّاصات.
الترددات المنخفضة (LF).	(Low Frequency)	(30-300) KHz	- الاتصالات البحرية البعيدة.
الترددات المتوسطة (MF).	(Medium Frequency)	(300-3000)KHz	- الملاحة.
الترددات العالية (HF).	(High Frequency)	(3-30) MHz	- اتصالات الطيران (جو– أرض). - الاتصالات البحرية من الشاطئ إلى سفينة، ومن سفينة إلى أُخرى.
الترددات العالية جدًّا (VHF).	(Very High Frequency)	(30-300) MHz	- أجهزة اللاسلكي المحمولة في المَرْكبات والطائرات، واتصالات الشرطة.
الترددات فوق العالية (UHF).	(Ultra High Frequency)	(300-3000) MHz	- نظام تحديد المواقع العالمي (GPS). - الهاتف المحمول.
الترددات الفائقة العلوّ (SHF).	(Super High Frequency)	(3-30) GHz	- اتصالات الأقمار الصناعية. - الإذاعة عن طريق الأقمار الصناعية.
الترددات المديدة العلوّ (EHF).	(Extremely High Frequency)	(30-300) GHz	- اتصالات الأقمار الصناعية. - الرادار.

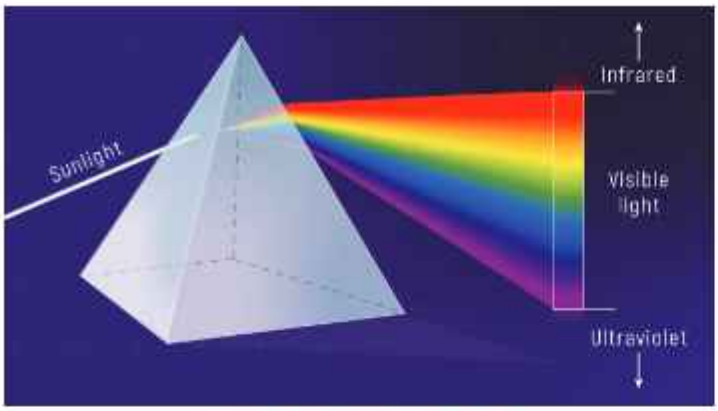
ب. أمواج الميكروويف (Microwave): إحدى أمواج الراديو للتردُّدات التي تبلغ أكثر من (1GHz)، وتُستخدم في مجالات الاتصال، والمجالات الطبية، أنظر الشكل (4).

الشكل (4): أبراج الاتصال في نظام الميكروويف.

جـ. الأمواج تحت الحمراء (Infrared): تُستخدَم هذه الأمواج في أجهزة التحكُّم عن بُعْد، وأجهزة الإنذار، وكاميرات التصوير الليلي، كما في برامج التلفاز التي تُشاهد فيها مروحيات الشرطة وهي تُلاحِق المجرمين في الليل، والبرامج الوثائقية التي تُصوَّر فيها الحيوانات ليلًا، أنظر الشكل (5).

الشكل (5): تصوير جزء من اليد باستعمال الأشعة تحت الحمراء.

د- الأشعة المرئية (Visible Light):
أشعة يُمكِن للعين البشرية التقاطها، وهي تنبعث من أيِّ مادة ساخنة إلى درجة التوهُّج. يتكوَّن الضوء الأبيض من مجموعة تضمُّ سبعة ألوان يُمكِن رؤيتها إذا مرَّ الضوء الأبيض بمنشور زجاجي، أنظر الشكل (6).



الشكل (6): الأشعة المرئية.

هـ - الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet waves): أشعة تنبعث من الشمس بصورة كبيرة، وتُستخدم في كشف النقود الورقية المُزوَّرة في محالّ الصرافة وتبديل العُملة، أنظر الشكل (7).

الشكل (7): الأشعة فوق البنفسجية.

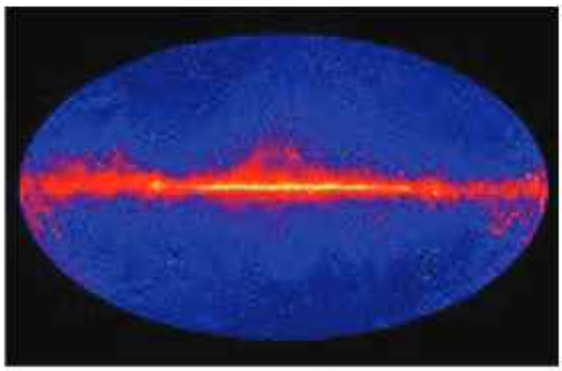
و- الأشعة السينية (X- ray): لهذه الأشعة تردد عالي جدًّا، وتستطيع المرور خلال معظم المواد، ورؤية ما في داخلها؛ ما يجعلها مفيدة في مجالي الطب والصناعة، فهي تستخدم في المجال الطبي لعلاج بعض الأمراض الخطيرة؛ كالسرطان، وفي تشخيص الكسور والرضوض العظمية وتصويرها، أنظر الشكل (8).

الشكل (8): تصوير جزء من اليد باستعمال الأشعة السينية.

تُستخدم الأشعة السينية على نحوٍ واسع في التطبيقات الأمنية، أنظر الشكل (8) الذي يُبيِّن استخدامها في الكشف عن الحقائب والبضائع في المطارات والحدود.

الشكل (8): جهاز الأشعة السينية (x-ray) للكشف عن الحقائب.

ز- أشعة غاما (Gamma Waves): أشعة كهرومغناطيسية تنتقل على هيئة أمواج أو جسيمات بأطوال موجية وترددات مختلفة، وهي تقع في مدى الطيف الكهرومغناطيسي فوق الأشعة السينية، وهو نفس مدى الأشعة السينية الصُّلْبة، ولكنَّ الفرق بينهما هو في المصدر؛ إذ تنتج الأشعة السينية من تسارع الإلكترونات (مصدر صناعي)، في حين تنتج أشعة غاما من النوى الذرية (مصدر طبيعي). تستطيع أشعة جاما اختراق معظم الأجسام؛ لذا، فهي تُستخدم في العلاج الإشعاعي، لكنَّها تُعطى للمريض بقدْر مناسب؛ لأنَّها قد تُسبِّب كثيرًا من الأضرار، أنظر الشكل (9).



الشكل (9): أشعة غاما.

الإثراء والتوسُّع

- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن مضارّ الأشعة المُكوِّنة للطيف الراديوي، ثم أكتب تقريرًا عنها، ثم أقرأه في غرفة الصف.

القياس والتقويم

1- ما المقصود بالطيف الكهرومغناطيسي؟

2- أُفسِّر سبب استخدام أشعة غاما والأشعة السينية في الطب.

3- أكتب أسماء الموجات والأشعة التي تشير إليها العبارات الآتية:

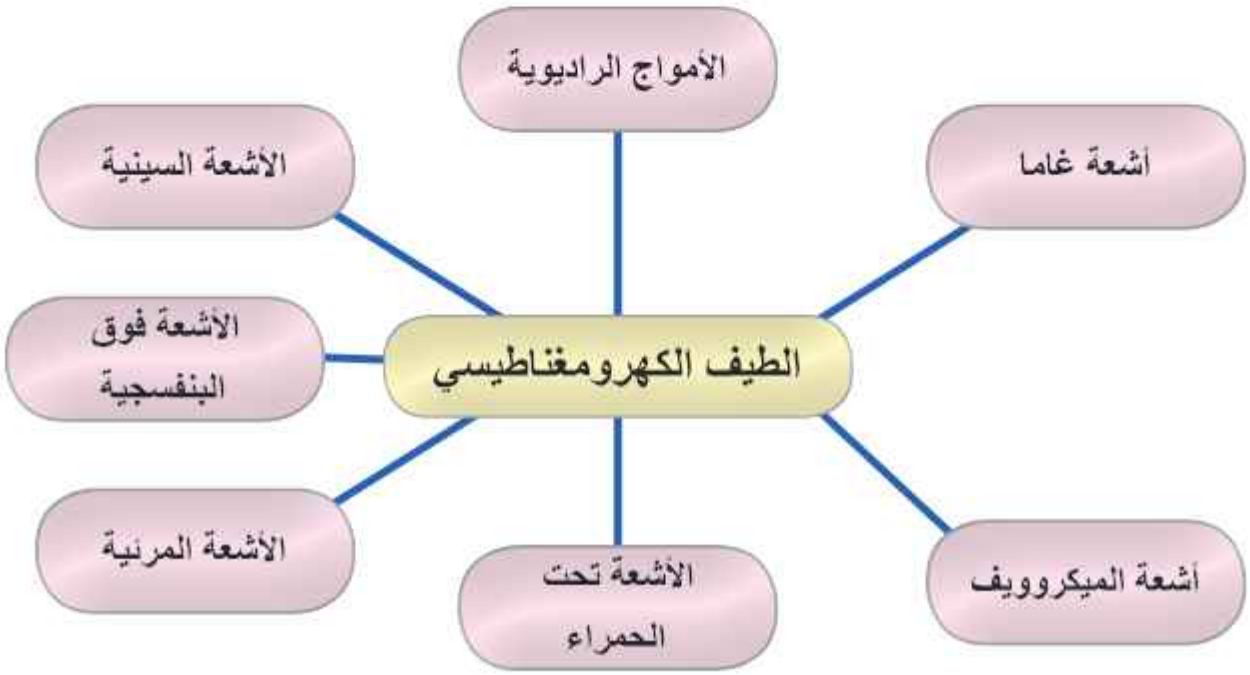
أ- تُستخدَم في كاميرات التصوير الليلي.

ب- تصدر بصورة طبيعية عن ظاهرة البرق، والأجرام السماوية.

ج- تُستخدَم في محطات البثّ الإذاعي.

4- ما طول موجة إشارة تردُّدها (150MHz)؟

الخريطة المفاهيمية



ثانيًا: خطوط النقل
(Transmission Lines)

النتاجات

يُتوقّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أُعدّد أنواع خطوط النقل.
- أُعرّف المقصود بأدلة الموجة.
- أُميّز بين الشرائط الدقيقة والخطوط الشريطية من حيث التركيب.
- أُعرّف المقصود بالألياف الضوئية، وأُبيّن مزاياها وسلبياتها.
- أشرح تركيب الألياف الضوئية، ثم أُبيّن مبدأ عملها.
- أُعدّد أنواع الألياف الضوئية، ثم أُميّز بين أنواعها.
- أُبيّن مزايا الألياف الضوئية وسلبياتها.

انظر... وأتساءل

الشكل (10): خطوط النقل

- تختلف إشارات المعلومات في ما بينها من حيث التردُّد، والطول الموجي. في رأيك، هل يُستعمل نوع واحد من الأكبال لنقل المعلومات؟

هل تختلف سرعة نقل المعلومات باختلاف التردُّدات؟ هل يُمكن الاستفادة من الضوء في نقل المعلومات؟ أنظر الشكل (10).

أستكشف

- ما خطوط النقل المُستخدَمة في إرسال المعلومات؟
- كيف تختلف خطوط النقل من حيث التركيب؟

أقرأ وأتعلّم

خطوط النقل (Transmission Lines): عناصر أساسية تنقل المعلومات من المُرسِل إلى المُستقبِل في أنظمة الاتصالات السلكية، أو تنقلها من جهاز الإرسال إلى هوائي الإرسال، أو من هوائي الاستقبال إلى جهاز الاستقبال في أنظمة الاتصالات اللاسلكية.

أنواع خطوط النقل:

1 - **الأكبال النحاسية:** أكبال تُستخدَم في توصيل الهواتف الأرضية، وأجهزة الفاكس، وشبكة الإنترنت المنزلي (ADSL).

تُستخدَم خطوط الهاتف النحاسية في عملية تبادل البيانات، وتوجد أشكال عديدة للأكبال النحاسية تبعًا لطريقة الاستخدام (داخلي، أو خارجي)، وتُستعمَل رأسية من نوع (RJ11) في نهاية هذه الأكبال للوصل بالأجهزة، أنظر الشكل (11).

الشكل (11): رأسية من نوع (RJ11) توصل بنهاية الأكبال النحاسية.

2 - **الأكبال الثنائية المجدولة (Twisted Pair Cables):** تحتوي الأكبال المُزدوَجة على موصِلين من النحاس، لكلٍّ منهما عازل، ويُلفُّ هذان الموصلان معًا؛ ما يُفسِّر سبب تسميتها الأكبال الثنائية المجدولة.

تُستخدَم هذه الأكبال في أنظمة الاتصالات، والشبكات الحاسوبية، وكاميرات المراقبة، والهواتف الأرضية؛ نظرًا إلى قدرتها على نقل المعلومات والطاقة، إضافةً إلى سهولة توصيلها، ورخص ثمنها مُقارَنةً بالأكبال الأُخرى.

تُصنَّف الأكبال الثنائية المجدولة إلى نوعين رئيسين، هما:

أ- الأكبال الثنائية غير المحمية (UTP: Unshielded Twisted Pair)، أنظر الشكل (12).

الشكل (12): الأكبال الثنائية غير المحمية.

ب- الأكبال الثنائية المحمية (STP: Shielded Twisted Pair)، أنظر الشكل (13).

الشكل (13): الأكبال الثنائية المحمية.

من أشهر أنواع الأكبال الثنائية المُجدولة التي تُستخدم في نقل البيانات المُتطوِّرة، وإيصال البنية التحتية الأساسية، الأكبالُ المُجدولةُ CAT6 (Category 6 cable): التي تُستخدم أساسًا في اتصالات الإيثرنت العالية السرعة، وفيها تبلغ سرعة مُعدَّلات نقل البيانات بين الخوادم وشبكات الحاسوب نحو (10Gb) في الثانية.

يُلاحَظ أنَّ كثيرًا من القطاعات التجارية والصناعية ترغب الاشتراك في خدمات الإنترنت ذات السرعات الكبيرة، لا سيَّما أنَّ معظم دول العالم تشهد اقتراب عصر إنترنت الأشياء (Internet of Things)؛ إذ ستكون الأجهزة كلها تقريبًا قادرة على تسجيل بيانات المُستخدِم ذات القيمة المُحتملة ونقلها حالًا، بعد شراء المُستخدِمين كبْل اتصالات الشبكة (Cat6) أو (Cat7)، وإعداد شبكة إنترنت سريعة في مكان العمل أو المنزل؛ إذ يمتاز هذا النوع من الأكبال بنقل البيانات بسرعات عالية.

أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين كَبْل (Cat6) وكَبْل (Cat7):

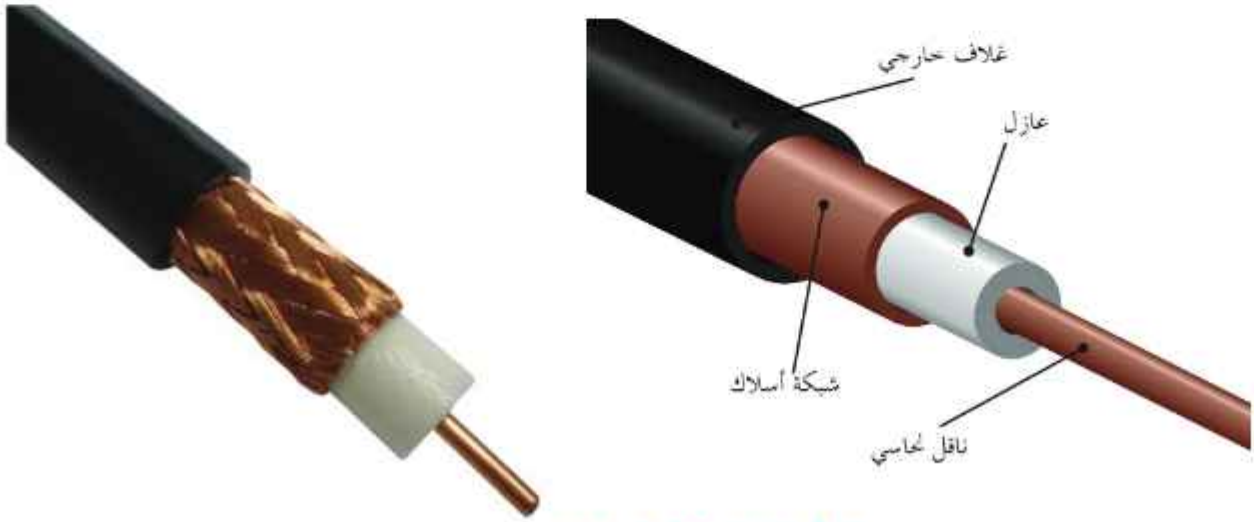
يتشابه كَبْل (Cat6) وكَبْل (Cat7) من حيث المُكوِّنات، والتصميم؛ إذ إنَّ كُلًّا منهما مُلتوٍ، ومُغلَّف، وذو أربعة أزواج، وقادر على إيصال تردُّدات إرسال (عرض النطاق الترَدُّدي) يبلغ مداها (600MHz)؛ ما يعني أنَّ كليهما يدعم إشارات إيثرنت تبلغ سرعتها (10Gb) في الثانية عبر مسافات تصل إلى (100m).

تتمثَّل إحدى نقاط القوَّة الإضافية لكبْل (Cat7) في أنَّه يُعَدُّ البديل الأحدث والأكثر حماية من التداخل الكهرومغناطيسي. وهذا هو الاختلاف الوحيد بين معظم أكبال (Cat6) وأكبال (Cat7)، أنظر الشكل (14) الذي يُبيِّن كَبْل (Cat7).

الشكل (14): كَبْل (Cat7).

3 - الأكبال المحورية (Coaxial Cables): أكبال كهربائية تنقل إشارات التردُّد الراديوي من نقطة إلى أُخرى، وهي تتكوَّن من موصِل داخلي محاط بطبقة عازلة، وغلاف شبكي موصِل، وغلاف خارجي عازل. وفيها تتدفَّق الإشارة الكهربائية عبر الموصِل المركزي، أنظر الشكل (15).

يُعَدُّ الكبْل المحوري أوَّل أنواع خطوط النقل التي استُخدِمت في مجال توصيلات الشبكات وأنظمة المراقبة، ومن أهم استخداماته اليوم نقلُ الإشارات في أنظمة البثِّ التلفازي؛ الأرضي، والفضائي.



الشكل (15): الكَبْل المحوري.

4 - وصلة (VGA :Video Graphics Array): يُعدُّ هذا النوع أقدم أنواع أكبال الشاشة، ويُستعمَل لنقل الصورة في شاشات (CRT) آنذاك. ينقل هذا الكبْل الصوت والصورة بدقَّة تصل إلى (pixels 1920×1200)، أنظر الشكل (16).

الشكل (16): كبْل (VGA).

5 - وصلة High-Definition Multimedia Interface (:HDMI):

الشكل (17): كَبْل (HDMI).

يُمثِّل كبْل (HDMI) إحدى التقنيات الثورية في نقل الصورة والصوت من أجهزة الحاسوب ومِنصّات الألعاب إلى الشاشات عامّة؛ سواء كانت شاشات تلفاز، أو شاشات حاسوب محمول. وفيها يصل مُعدَّل الأُطر إلى (60) إطارًا في الثانية عن طريق (HDMI 2.0)، وبدقَّة تصل إلى (pixels 2160×3840)، أنظر الشكل (17).

6 - وصلة (Display Port:DP):

الشكل (18): كَبْل (DP).

يمتاز هذا الكبْل بقدرته الكبيرة على توفير عرض نطاق تردُّدي عالٍ في نقل البيانات؛ إذ يستطيع (Display Port - 1.4) أنْ ينقل نحو (25.92Gb) كل ثانية؛ ما يُفسِّر سبب وجوده في الشاشات الحديثة والمُتطوِّرة. وهو يمتاز أيضًا بعرضه مقاطع الفيديو بدقَّة تصل إلى (8K) /60Hz، أو(4K) /120Hz، ودعمه (HDR)؛ لذا يُعدُّ مَنْفَذ (Display Port 1.4) أحد أفضل الموصلات في الألعاب؛ إذ يتيح ممارسة الألعاب جميعها بسلاسة وسرعة من دون أيِّ تأخير، أنظر الشكل (18).

توجد أنواع أُخرى من المداخل والمنافذ، ويُبيِّن الشكل (19) أنواعًا عديدةً من القطع التي تُستعمَل للتحويل بين أنواع المداخل والمخارج.

الشكل (19): بعض القطع التي تُستعمَل للتحويل بين أنواع المداخل والمخارج.

7 - دلائل الموجة (Wave Guides):

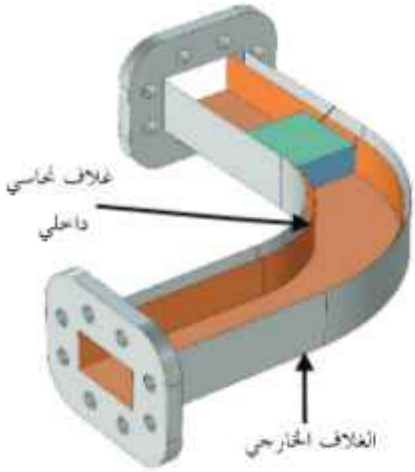
عند استخدام تردُّدات الميكروويف (1GHz –300GHz)، فإنَّه يُمكِن استعمال أنابيب معدنية مُجوَّفة لنقل الأمواج عن طريق الانعكاس الداخلي الكلي (Zigzag pattern)، ويُعرَف كل أنبوب منها باسم دليل الموجة، ويكون ذا مقطع مستطيل، أو دائري، أو بيضوي، أنظر الشكل (20).

الشكل (20): أشكال أدلة الموجات: المستطيل، والدائري، والبيضوي.

يُعرَّف دليل الموجة بأنَّه أنبوب معدني موصل، ومُجوَّف، ومصنوع من النحاس الذي يُشكِّل جدران الدليل. وبوجه عام، فإنَّ الهواء يُمثِّل المادة العازلة بين هذه الجدران، وهو يُستعمَل لنقل موجات ذات نطاق مُعيَّن من التردُّدات بين موقعين.

تمتاز دلائل الموجة بعرض النطاق الترددي الخاص بها، وقلَّة الفَقْد.

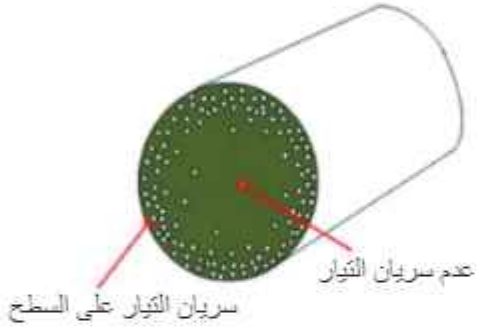
أنظر الشكل (21) الذي يُبيِّن الشكل الداخلي لدليل الموجة.



الشكل (21): الشكل الداخلي لدليل الموجة.

تُستخدَم دلائل الموجة بديلًا عن خطوط النقل التقليدية، مثل الكبْل المحوري عند استعمال تردُّدات الميكروويف؛ للسببين الآتيين:

أ- ظاهرة التأثير السطحي (Skin effect): تحدث هذه الظاهرة حول السطح الخارجي للموصِل في خطوط النقل الكهربائي، حيث تكون شِدَّة التيار أعلى ما يُمكِن قرب سطح الموصِل الخارجي، وتتناقص تدريجيًّا عند الابتعاد عن السطح، والاقتراب من مركز الموصِل؛ حتى ينعدم التيار بصورة كاملة عند عمق مُعيَّن من السطح. تؤدّي هذه الظاهرة إلى تناقص مساحة المقطع الفعلية للموصِل؛ لأنَّ التيار لا يسري في جميع المقطع، ما يتسبَّب في زيادة مقاومة الموصِل، أنظر الشكل (22).



الشكل (22): موضع سريان التيار في الموصِل نتيجة ظاهرة التأثير السطحي.

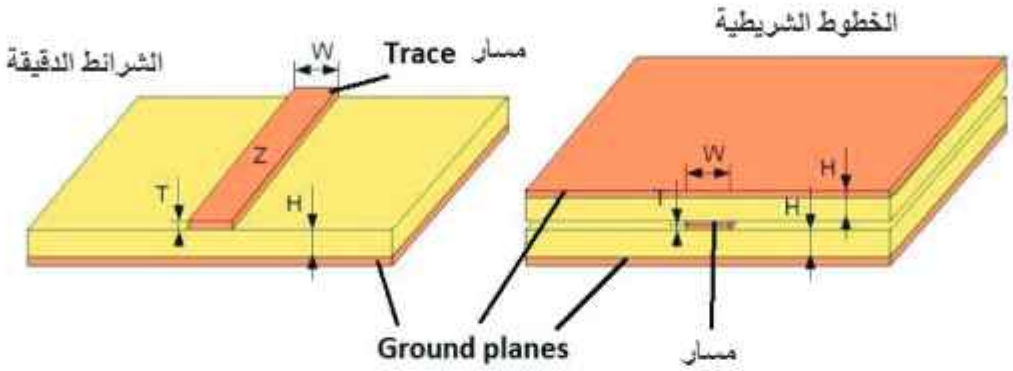
ب- ظاهرة خسائر العازل (Dielectric losses): يُقصَد بذلك تمرير المادة العازلة للتيار الكهربائي عند زيادة تردُّده، خلافًا للوظيفة الأساسية للمادة العازلة، وهي عدم تمرير أيِّ تيار بموصلية تساوي صفرًا للعازل المثالي.

ولمّا كان خطُّ النقل هذا مُكوَّنًا من موصِل واحد، فإنَّه لا يسمح بمرور التردُّدات المنخفضة، وإنَّما يسمح بمرور التردُّدات العالية، بدءًا بتردُّد حدِّي مُعيَّن (cutoff frequency) تُحدِّده أبعاد الأنبوب الداخلية؛ فكلَّما زادت أبعاد الأنبوب قلَّ التردُّد الحدِّي. ولهذا، فمن النادر استخدام أدلة الأمواج للتردُّدات دون (2MHz)؛ نظرًا إلى ضخامة حجمها، وصعوبة انتشارها، وتُستخدَم بدلًا منها الأكبال المحورية بالرغم من فَقْدها العالي عند هذه التردُّدات العالية. تُستعمَل دلائل الموجة لنقل الإشارات بين الأجهزة، وبين المُرسِلات والهوائيات في أنظمة الأمواج الدقيقة، وفي أنظمة الرادار، ومن النادر استخدامها في نقل الإشارات إلى مسافات بعيدة؛ نظرًا إلى ارتفاع احتمالية فَقْدها.

8 - الشرائط الدقيقة (Micro strips)، والخطوط الشريطية (Strip lines):

شرائط مُسطَّحة تُصنَع من مواد موصِلة ومفصولة عن مستوى أرضي واحد باستعمال مادة عازلة كما في الشكل (23).

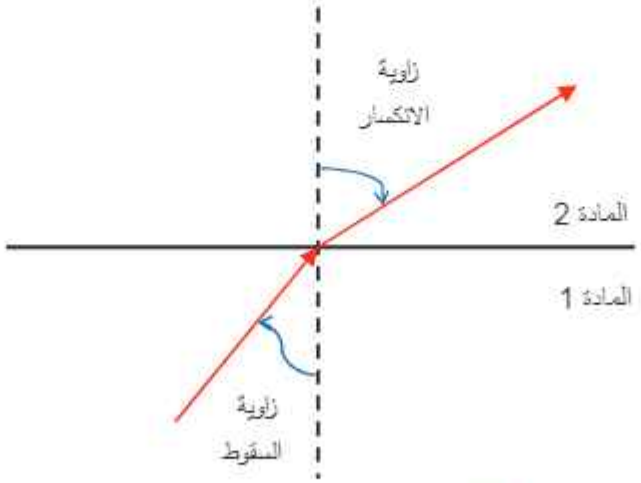
يمتاز الشريط الدقيق بأنَّ تكلفته أقلُّ من تكلفة دليل الموجة، وأنَّه أكثر خِفَّةً وسهولةً في التصنيع، فضلًا عن سهولة اكتشاف الأخطاء فيه وإصلاحها.



الشكل (23): تركيب الشرائط الدقيقة (Micro strips)، والخطوط الشريطية (Strip lines).

9 - الألياف الضوئية (Optical Fiber): ألياف تُصنَع من زجاج خاص نقي جدًّا، وهي تمتاز بأنَّها طويلة، ورفيعة، ولا يتجاوز سُمْكها سُمْك الشعرة.

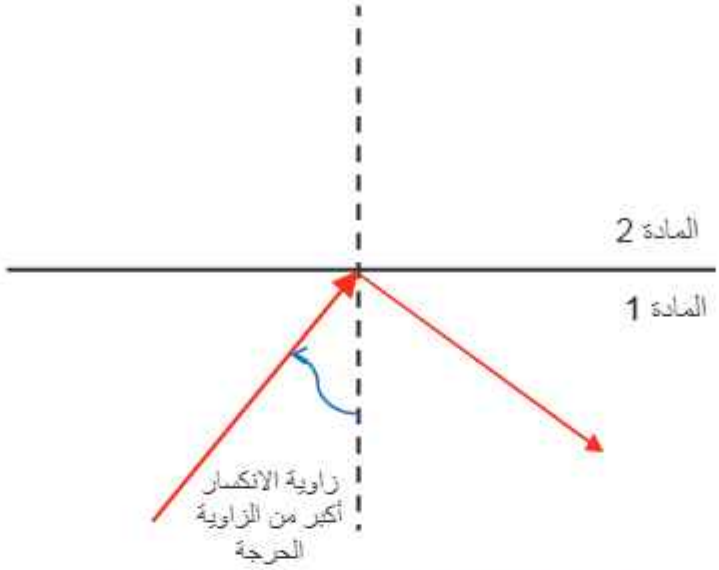
تُجمَع ألياف ضوئية عديدة في حُزَم داخل الأكبال الضوئية، وهي تعتمد في عملها على مبدأ انعكاس الإشارة الكلي. لفهم مبدأ عمل هذه الألياف، يجب استعراض بعض أساسيات انكسار الضوء؛ إذ تنتشر الموجة الضوئية في الفراغ بسرعة الضوء، وتقلُّ هذه السرعة في أكثر الأوساط كثافةً من الفراغ؛ لذا، فإنَّ شعاع الضوء ينكسر، ويُغيِّر اتجاهه عند الحدِّ الفاصل بين الوسطين، أنظر الشكل (24).



الشكل (24): انكسار شعاع ضوئي.

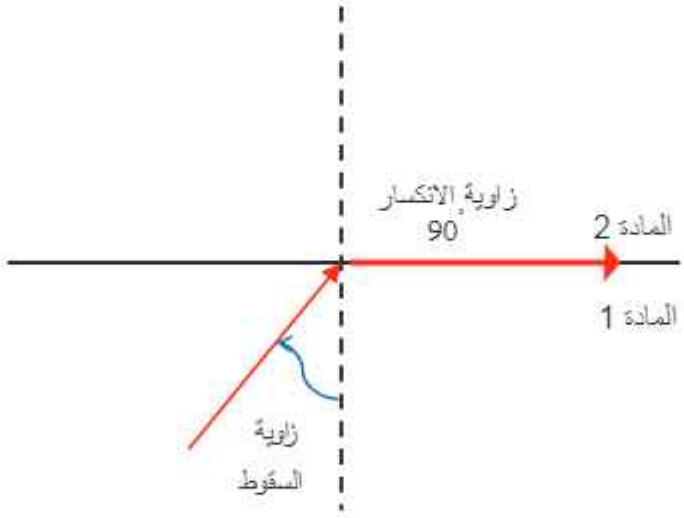
ولكنْ، كيف يحدث الانعكاس الكلي للشعاع الضوئي؟

يحدث الانعكاس الكلي للشعاع الضوئي عندما تكون زاوية سقوط الشعاع أكبر من الزاوية الحرجة، أنظر الشكل (25).



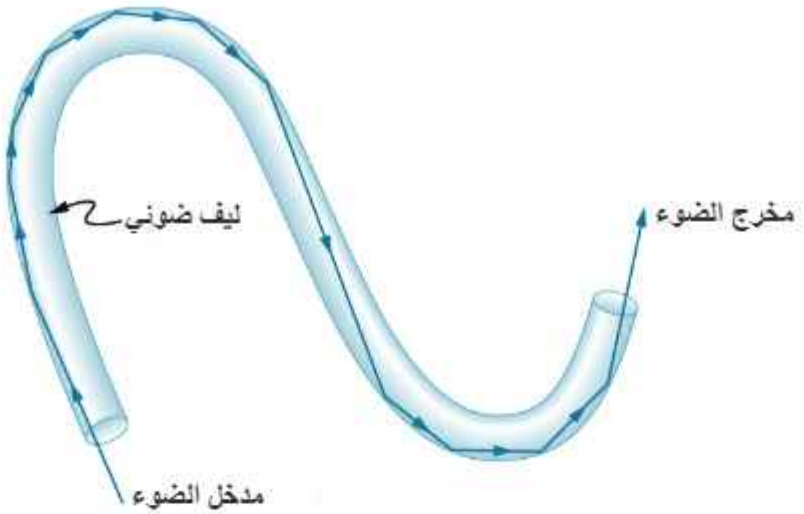
الشكل (25): الانعكاس الكلي للشعاع الضوئي.

تُعرَّف الزاوية الحرجة (Critical Angle) بأنَّها حالة خاصة لقيمة زاوية سقوط الشعاع عندما تكون زاوية انكساره (90°)، أنظر الشكل (26)، عندئذٍ ينتشر الشعاع، ثم ينكسر أفقيًّا على نحوٍ مُوازٍ للحدِّ الفاصل بين الوسط الأوَّل والوسط الثاني.



الشكل (26): الزاوية الحرجة.

أمّا المسار الداخلي للشعاع الضوئي (داخل الليف الضوئي) فيكون مُماثِلًا للشكل (27).



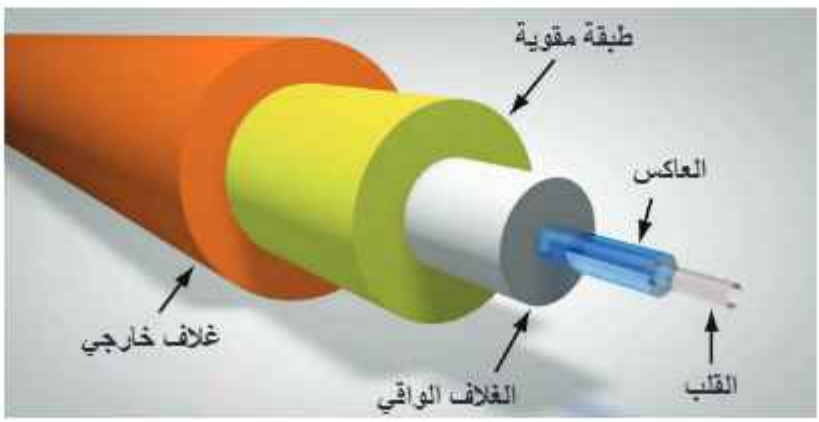
الشكل (27): مسار الضوء داخل الليف الضوئي.

مُكوّنات الليف الضوئي:

تُصنَع الألياف الضوئية من مادة السيليكا التي تتوافر بكثرة، وتُعَدُّ أرخص ثمنًا من النحاس الذي بدأ ينفد من العالم.

يتألّف الليف الضوئي من ثلاثة أجزاء، هي:

1. القلب أو النواة (core): زجاج رفيع (أسطواني) ينتقل فيه الضوء، ويُصنَع من السيليكا.
2. الغلاف أو العاكس (Cladding): مادة تُصنَع من السيليكا، وتحيط بالقلب، وتعمل على حفظ الضوء في مركز الليف الضوئي، علمًا بأنَّ معامل انكسار القلب أكبر من معامل انكسار العاكس؛ تحقيقًا لظاهرة الانعكاس الكلي للشعاع.
3. غلاف الوقاية (Protective Jacket): مادة تعمل على حماية القلب من الرطوبة والاهتزازات الميكانيكية، وتمنح الليف قوّة إضافية، أنظر الشكل (28) الذي يُبيِّن تركيب الليف الضوئي.



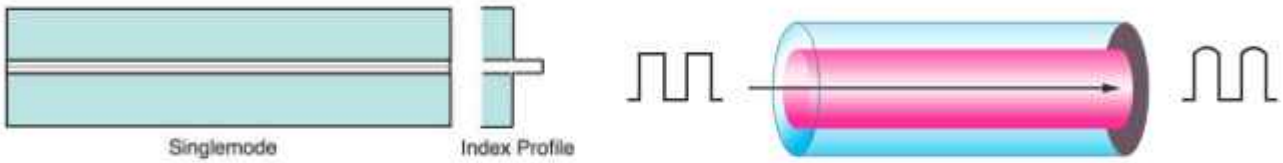
الشكل (28): تركيب الليف الضوئي.

أنواع الألياف الضوئية:

تعرَّفْتُ سابقًا أنَّ الضوء ينتشر في الليف الضوئي بالانعكاس الداخلي الكلي، وأنَّ هذا الانتشار يعتمد على النمط ومعامل انكسار الليف. ويُقصَد بالنمط المسار؛ أيْ مسار الضوء داخل الليف الضوئي.

بناءً على ذلك، تُصنَّف الألياف الضوئية إلى ثلاثة أنواع، هي:

1. الليف الأُحادي النمط بمعامل انكسار خطوي (Single mode step index Fiber): يمتاز هذا النوع بوجود مسار واحد للضوء على طول الكَبْل، وتكون الأشعة الضوئية مُتوازية من بداية الليف إلى نهايته، ويكون قُطْر القلب فيه صغيرًا جدًّا، أنظر الشكل (29).



الشكل (29): الليف الأُحادي النمط بمعامل انكسار خطوي.

2. الليف المُتعدِّد الأنماط بمعامل انكسار خطوي (Multimode step index Fiber): يمتاز هذا النوع بوجود أكثر من مسار للضوء على طول الليف الضوئي، وبأنَّ معامل انكسار مادة القلب أكبر منه لمادة الغلاف، أنظر الشكل (30).

الشكل (30): الليف المُتعدِّد الأنماط بمعامل انكسار خطوي.

3. الليف المُتعدِّد الأنماط بمعامل انكسار مُتدرِّج (Multimode Graded Index Fiber): يمتاز هذا النوع بوجود أكثر من مسار للضوء، ولكنَّ مادة الليف تُصنَع بكثافة مُتغيِّرة، وبمعامل انكسار غير ثابت، يتدرَّج من قيمة كبيرة عند المركز إلى قيمة أصغر عند حافة الغطاء؛ ما يؤدّي إلى انحناء مسار الضوء باستمرار، أنظر الشكل (31).

الشكل (31): الليف المُتعدِّد الأنماط بمعامل انكسار مُتدرِّج.

التوهين في الألياف الضوئية (Attenuation):

ينتج التوهين من فَقْدِ طاقة الإشارات المنقولة، ويكون في الألياف الضوئية أقلَّ بكثير منه في الأكبال المعدنية.

في ما يأتي أهم أنواع الفَقْد في الألياف الضوئية:

1 - فَقْدُ الامتصاص (Absorption Loss): فَقْدٌ تُسبِّبه الشوائب القليلة داخل الليف الضوئي التي تمتص الضوء، ثم تُحوِّله إلى حرارة.

2 - فَقْدُ التناثر (Scattering Loss): فَقْدٌ تُسبِّبه التنوعات المجهرية في الليف الضوئي؛ ما يؤدّي إلى تناثر الضوء داخل الليف وخارج الغطاء.

3 - فَقْدُ الانتشار (Propagation Loss): فَقْدٌ يُسبِّبه الفارق الزمني لانتشار أشعة الضوء التي تسير في مسارات مختلفة.

4 - فَقْدُ التناثر اللوني، أو فَقْدُ أطوال الموجات (Wave - length Loss): فَقْدٌ ناتج من اختلاف أطوال موجات الضوء التي يبثُّها الثنائي (Lazer) عند مدخل الليف؛ ما يُؤثِّر في سرعتها، وزمن وصولها، ثم تشوُّهها.

5 - فَقْدُ الإشعاع (Radiation Loss): بسبب التواءات وانحناءات صغيرة في الليف الضوئي.

6 - فَقْدُ الربط (Coupling Loss): فَقْدٌ يحدث عند وصل الليف الضوئي بمصدر الضوء (الإرسال)، أو بكاشف الضوء (جهة الاستقبال)، أو بليف ضوئي آخر.

مزايا استخدام الألياف الضوئية:

1. سعة النقل الكبيرة (اتساع عرض النطاق الترددي).
2. مُعدَّل الضياع المنخفض.
3. الوزن المنخفض، والحجم الصغير، والمرونة العالية.
4. عدم التأثُّر بالحقول الكهرومغناطيسية.
5. التكلفة المادية المنخفضة.
6. درجة الأمان الفائقة في ما يخصُّ نقل المعلومات.

سلبيات استخدام الألياف الضوئية:

1 - التأثير سلبًا في فاعلية نقل الإشارة في حال وجود أيِّ خلل في صناعة الألياف التي تتطلَّب دقَّة كبيرة.

2 - صعوبة وصل الأجزاء المُنفصلة بعضها ببعض.

استخدامات الألياف الضوئية:

1 - شبكات الاتصالات البعيدة المدى؛ إذ مُدِّدت ملايين الكيلومترات من خطوط الألياف الضوئية حول أرجاء العالَم.

2 - نقل البيانات في شبكات الحاسوب والإنترنت.

3 - الوصل بين المقاسم في شبكات الهاتف.

4 - الاتصالات العسكرية؛ نظرًا إلى صعوبة التنصُّت عليها.

5 - إجراء العمليات الجراحية الدقيقة، مثل عمليات التنظير.

- أُنظِّم زيارة ميدانية إلى إحدى شركات الاتصالات؛ لأتعرَّف أنواع خطوط النقل المُستخدَمة في المواقع وربط شبكات الإنترنت، ثم أكتب تقريرًا عن ذلك، ثم أقرأه في غرفة الصف.

1- أُعرِّف كل مصطلح ممّا يأتي: خطوط النقل، دليل الموجة.

2- أشرح مبدأ عمل أدلة الموجات.

3- هل يُمكِن استخدام الكَبْل المحوري بدلًا من دليل الموجة؟ لماذا؟

4- أُوضِّح بالرسم أشكال أدلة الموجات.

5- أُوضِّح بالرسم مبدأ عمل الألياف الضوئية.

6- أُفسِّر سبب انحناء شعاع الضوء داخل الليف المُتعدِّد الأنماط بعامل انكسار مُتدرِّج.

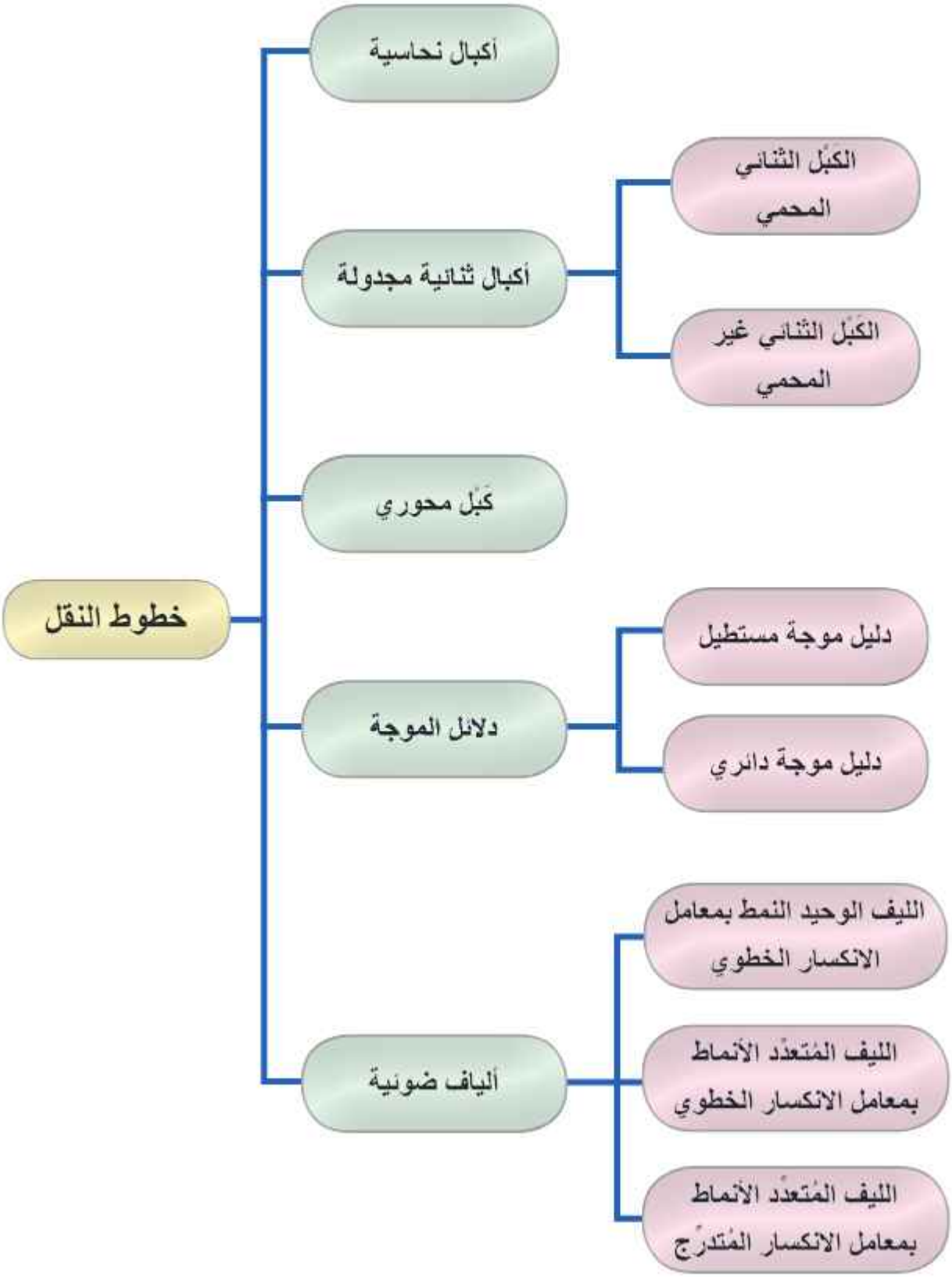
7- ما نوع التوهين في ما يأتي:

أ- التواءات وانحناءات صغيرة في الليف الضوئي.

ب- فَقْد ناتج من الشوائب القليلة داخل الليف الضوئي.

ج- فَقْد ناتج من اختلاف أطوال موجات الضوء التي يبثُّها الثنائي (Lazer) عند مدخل الليف الضوئي.

الخريطة المفاهيمية



تمييز أنواع الأكبال وفحصها.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

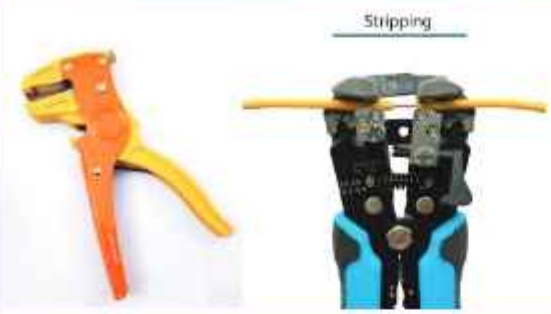
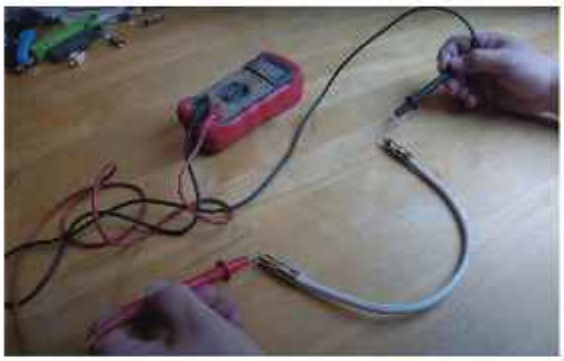
- أُميِّز أنواع الأكبال بعضها من بعض.
- أفحص الأكبال، وأتحقَّق من صلاحيتها.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. أكبال نحاسية مختلفة. 2. أكبال ثنائية مُجدوَلة محمية. 3. أكبال ثنائية مُجدوَلة غير محمية. 4. كَبْل محوري. 5. كَبْل ألياف ضوئية.	1. جهاز مُتعدِّد القياس الرقمي (DMM). 2. قطّاعة أسلاك. 3. عرّاية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أفحص أنواع الأكبال والوصلات المُبيَّنة في الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 - أُعرّي الكَبْل النحاسي باستخدام عرّاية الأسلاك المتوافرة في المشغل.	
3 - أضبط جهاز مُتعدِّد القياس الرقمي على وضع قياس المقاومة، ثم أتحقَّق من موصلية الكَبْل بوضع السلك الأحمر من الجهاز على طرف الكَبْل، ثم وضع السلك الأسود منه على آخر السلك من الطرف الآخر، ثم أدوِّن قيمة المقاومة.	
4 - أُكرِّر الخطوة رقم (2) للأكبال الثنائية المُجدوَلة (المحمية، وغير المحمية)، وأتحقَّق من سلامة أجزائها.	
5 - أُكرِّر الخطوة رقم (2) للكَبْل المحوري، وأتحقَّق من سلامة أجزائه.	
6 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- أُعدِّد أنواع الأكبال.

2- ما المحاذير الواجب تجنُّبها في أثناء تعرية الأسلاك؟

كبس الطرف (RJ 45) والطرف (RJ 11) والتحقُّق من توصيل كلٍّ منهما.

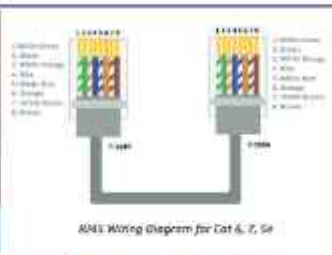
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف الطرف (RJ 45)، والطرف (RJ 11).
- أكبس الطرف (RJ 45)، والطرف (RJ 11).
- أستخدم جهاز (Tracer) استخدامًا صحيحًا.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. كَبْل ثنائي مُجدوَل. 2. كَبْل هاتف. 3. طرف (RJ 45). 4. طرف (RJ 11).	1. مكبس (RJ 45). 2. مكبس (RJ 11).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أُميِّز بالشكل بين الطرف (RJ 45) والطرف (RJ 11)، أنظر الشكل (1).	 الشكل (1): الطرف (RJ 45)، والطرف (RJ 11).
2 - أكبس الطرف (RJ 11) بسلك الهاتف الأرضي، ثم أُعرّي جزءًا من الكَبْل الثنائي المُجدوَل حتى طول يُكافِئ طول الطرف (RJ 11) باستخدام العرّاية، أو الجزء السفلي من مكبس (RJ 11)، أنظر الشكل (2).	 الشكل (2): مكبس (RJ 11).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أضع الأسلاك داخل (RJ 11)، ثم أضعها في المكان المُخصَّص داخل المكبس، ثم أضغط المكبس بإحكام.	
4 - أكبس الطرف (RJ 45) بسلك الإنترنت، ثم أُعرّي جزءًا من الكَبْل الثنائي المُجدوَل حتى طول (3) سم باستخدام العرّاية، أو الجزء السفلي من مكبس (RJ 45)، أنظر الشكل (3).	
5 - أُرتِّب الأسلاك بحسب ألوانها كما في الشكل (4).	 الشكل (4): ترتيب ألوان الأسلاك المُجدوَلة.
6 - أضع الأسلاك المُرتَّبة داخل (RJ 45)، ثم أضعها في المكان المُخصَّص داخل المكبس، ثم أضغط المكبس بإحكام.	
7 - أتحقَّق من عمل الكَبْل بوصل السلك بجهاز تتبُّع عمل الأسلاك (Tracer tester)؛ وهو جهاز يتكوَّن من جزأين، ويُستعمَل لفحص موصلية السلك، أنظر الشكل (5).	الشكل (5): جهاز تتبُّع عمل الأسلاك (Tracer tester).
8 - بعد توصيل الأسلاك بين الجهازين كما في الشكل (6)، أُمرِّر الجهاز على طول السلك. ماذا أُلاحِظ؟	الشكل (6).
9 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- ما الفرق بين الطرف (RJ 45) والطرف (RJ 11)؟

2- ما أهمية التحقُّق من عمل الكَبْل؟

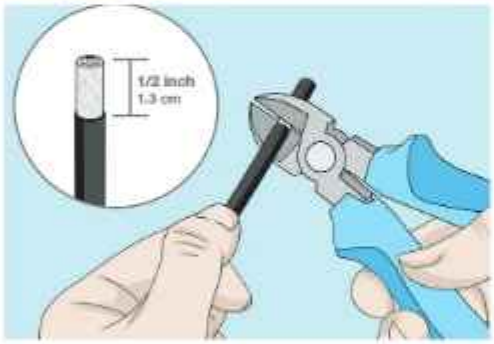
تمرين رقم (3) تركيب موصِل للكَبْل المحوري.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف شكل وصلة الكَبْل المحوري.
- أُركِّب وصلة الكَبْل المحوري.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. كَبْل محوري. 2. وصلة كَبْل محوري.	1. قطّاعة. 2. عرّاية.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أُعرّي جزءًا من الغلاف الخارجي للكَبْل المحوري.	
2 - أُزيح شبكة الأسلاك النحاسية إلى الأسفل حتى تظهر المادة العازلة البيضاء.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أقطع المادة العازلة البيضاء بالقطّاعة حتى يظهر الناقل النحاسي وحده.	
4 - أُدخِل موصِل الكَبْل المحوري في الكَبْل، ثم أضغط إلى الأسفل.	
5 - أُنظِّف منطقة التوصيل بالقطّاعة.	
6 - أُدوِّن النتاجات في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- فيمَ يُستخدَم الكَبْل المحوري؟

2- ما أهمية المادة العازلة البيضاء في الكَبْل؟

3- ما أهمية شبكة الأسلاك النحاسية حول الكَبْل؟

دلائل الموجة.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أُميِّز أشكال دلائل الموجات بعضها من بعض.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. دليل موجة مربع. 2. دليل موجة دائري. 3. دليل موجة بيضوي.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أفحص أنواع دلائل الموجات المتوافرة في المشغل، مُميِّزًا بين أشكالها، أنظر الشكل (1).

الشكل (1).

2 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.

التقويم

1- فيم يستفاد من دليل الموجة؟

2- هل توجد أشكال أُخرى لدلائل الموجات؟

لحام أكبال الألياف الضوئية.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- ألحم كَبْل ألياف ضوئية.
- أستخدم جهاز لحام كَبْل الألياف الضوئية استخدامًا صحيحًا.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. كَبْل ألياف ضوئية.	1. جهاز لحام كَبْل الألياف الضوئية. 2. عرّاية. 3. قاطع خاص بكَبْل الألياف الضوئية (Clipper).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أُعرّي الغطاء العازل لكبل الألياف الضوئية باستخدام العرّاية.	
2 - أُزيل المادة الشفّافة التي تُغطّي كبل الألياف الضوئية باستخدام العرّاية.	
3 - أمسح الكَبْل بقطعة من القطن والكحول.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
4 - أقطع طرف الكَبْل بالقاطع الخاص (Clipper)؛ لضمان أنْ تكون زاوية القطع (90°).	
5 - أُدخِل الغلاف الشفّاف في الكَبْل.	
6 - أُكرِّر الخطوات السابقة جميعها لطرف آخر من الكَبْل المحوري؛ بُغْيَة وصلها معًا.	
7 - أضع الكَبْلين في جهاز اللحام بحيث يكونان مُتقابِلين.	
8 - أُشغِّل الجهاز.	
9 - أضع الغلاف الشفّاف الذي أضفتُه في الخطوة رقم (5) على منطقة اللحام، ثم أضعه في مكان التسخين؛ لإذابته على الكَبْل، مُشكِّلًا طبقة حماية، ثم أتركه في الجهاز مدَّة (25) ثانية.	
10 - أُدوِّن النتاجات في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1- فيمَ يستفاد من الألياف الضوئية؟

2- ما أهمية المادة الشفّافة التي تُغطّي الكَبْل؟

3- لماذا يجب لحام الألياف الضوئية؟

ثالثًا: الموجات وانتشارها
(Waves Propagation)

النتاجات

يُتوقّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرّف مفهوم الموجة.
- أتعرّف مفهوم الموجات الكهرومغناطيسية.
- أُميّز طرائق انتشار الموجات الكهرومغناطيسية.
- أتعرف طبقات الغلاف الجوي المحيط بالأرض، ثم أُبيّن خصائص كلٍّ منها.
- أعي أهمية طبقة الأيونوسفير.

انظر ..... وأتساءل

- ماذا يحدث عند رمي حجر في بركة ماء؟ أنظر الشكل (32).

الشكل (32).

أستكشف

- ما عدد الأمواج الموجودة في الهواء؟
- ما عدد الأمواج التي أُشاهِدها؟

أقرأ وأتعلّم

1 - تعريف الموجة:

تُعرَّف الموجة بأنَّها أحد أشكال انتقال الطاقة وتحرُّكها في أوساط مادية مختلفة؛ إذ تنتقل هذه الطاقة من مكان إلى آخر من دون أنْ تنقل جزيئات الوسط الخاصة بصورة دائمة.

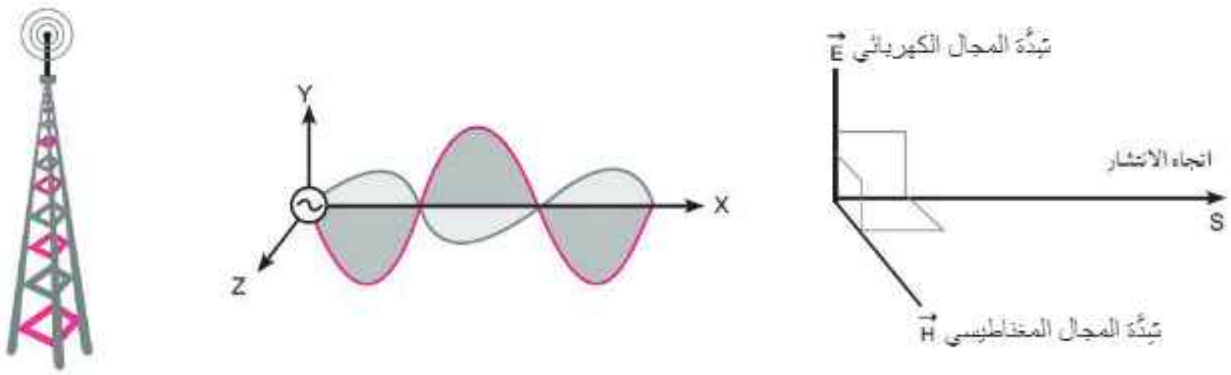
ولكنْ، توجد موجات لا يَلزمها وسط مادي للانتقال من مكان إلى آخر، وهي الموجات الكهرومغناطيسية؛ نظرًا إلى قدرتها على الانتقال في الفراغ. تمتاز هذه الموجات بسرعتها الفائقة التي تسير بها بسرعة الضوء؛ إذ تصل سرعتها إلى (300) مليون متر في الثانية الواحدة.

2 - الموجات الكهرومغناطيسية:

تُعرَّف الموجات الكهرومغناطيسية بأنَّها موجات تمرُّ عبر أيِّ جسم أو مادة في الفضاء، ولا يَلزمها وسط للانتقال أو الانتشار، وهي تنتج من الاهتزازات الناتجة عن المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي معًا.

3 - خصائص الموجة الكهرومغناطيسية (The Electromagnetic Wave):

تتكوَّن الموجة الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي، ومجال مغناطيسي، أحدهما مُتعامِد على الآخر، وكلاهما مُتعامِد على اتجاه انتشارهما، أنظر الشكل (33).



الشكل (33): خصائص الموجة الكهرومغناطيسية.

4 - طرائق انتشار الموجات الكهرومغناطيسية:

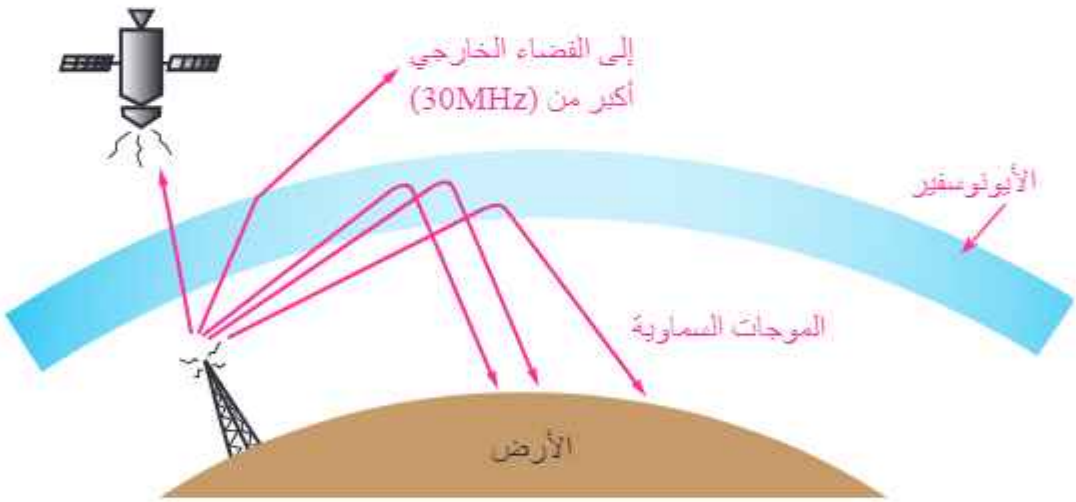
يعتمد انتشار الموجة الكهرومغناطيسية أساسًا على تردُّد الموجة نفسها، وطبيعة وسط الانتشار.

تُصنَّف الأمواج بحسب طرائق انتشارها إلى ثلاثة أنواع، هي:

أ- الموجات الأرضية (Ground Waves): سُمِّيت هذه الموجات بهذا الاسم لأنَّها تنحني، وتتبع سطح الأرض عند انتشارها، لكنَّها تضعف بسبب امتصاص الأرض جزءًا من طاقتها. يكون مجال التردُّد المُستخدَم عند الاتصال بين نقطتين باستخدام الموجات الأرضية أقل من (2KHz). تُستعمَل هذه الموجات بكثرة لأغراض البثِّ الإذاعي إذا كانت التردُّدات منخفضة ومتوسطة.

ب- الموجات السماوية (Sky Waves): موجات تُبَثُّ في اتجاه السماء، ثم تنعكس، وتعود إلى الأرض نتيجة انعكاسها داخل طبقة الأيونوسفير، وتعتمد المسافة التي تقطعها داخل هذه الطبقة على تردُّدها؛ فكلَّما زاد التردُّد زادت المسافة.

يُذكَر أنَّ بعض الموجات ذات التردُّد العالي (30MHz تقريبًا) لا تنعكس من طبقات الأيونوسفير، بل تخترقها إلى الفضاء الخارجي، في ما يُعرَف بالموجات الفضائية، أنظر الشكل (34)، وهي تُستخدَم بكثرة في البثِّ الإذاعي والاتصالات الهاتفية البعيدة المدى.



الشكل (34): طرائق انتشار الموجات الكهرومغناطيسية.

جـ - الموجات الفضائية (Space Waves): موجات تنتشر بخطوط مستقيمة وصولًا إلى الاتصال بين أنظمة خطِّ النظر المباشر (Line Of Sight)، وهي تُستخدَم في البثِّ التلفازي، واتصالات الموجات الميكروويَّة، واتصالات الأقمار الصناعية، أنظر الشكل (35).

تُقسَم الموجات الفضائية قسمين، هما:

1. الموجات المباشرة: موجات تصل مباشرةً من هوائي الإرسال إلى هوائي الاستقبال، وتُمثِّل معظم الموجات الفضائية المُرسَلة.

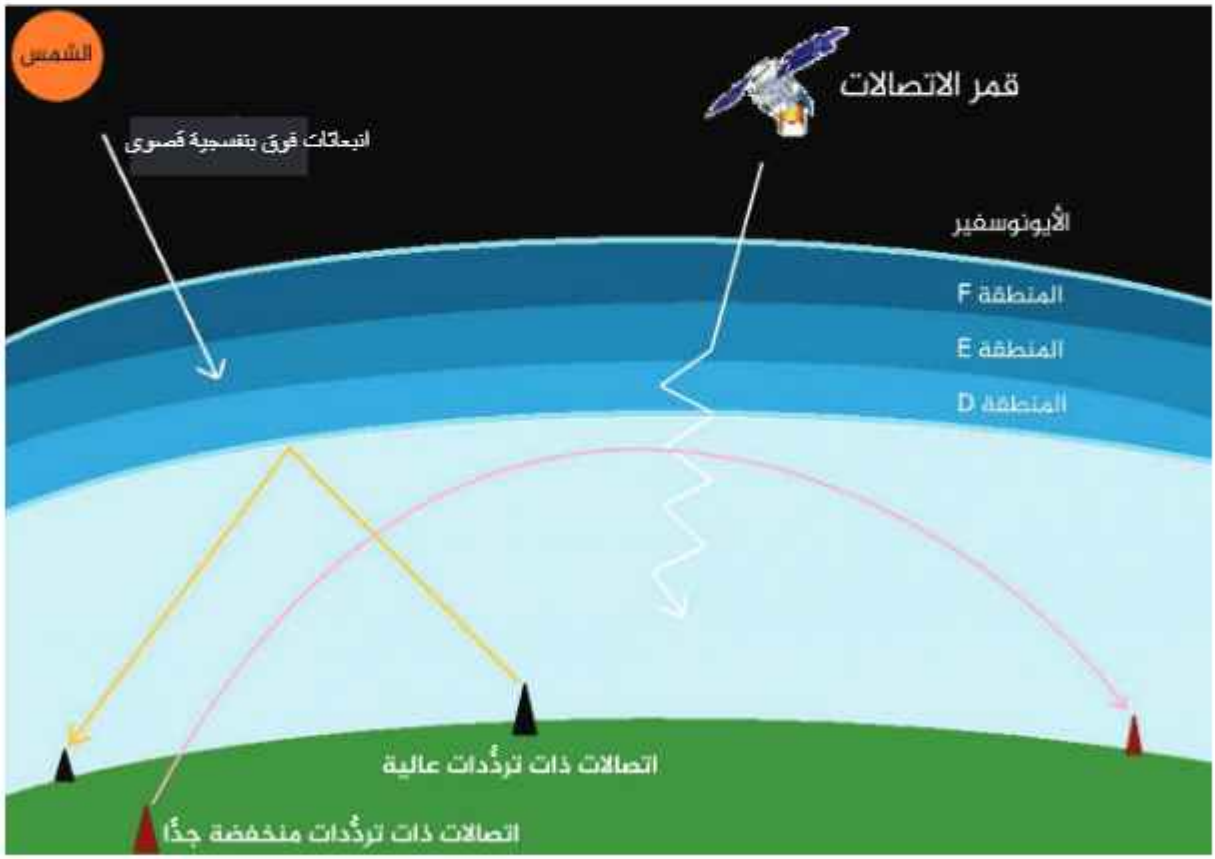
2. الموجات المنعكسة من الأرض: موجات تصل إلى هوائي الاستقبال بعد انعكاسها عن سطح الأرض، وتُمثِّل نسبة قليلة من الموجات الفضائية المُرسَلة.

الشكل (35): الموجات الفضائية.

5 - طبقات الغلاف الجوي المحيط بالأرض:

يحيط الغلاف الجوي بالأرض، ويعمل على حمايتها، ويُعَدُّ وجوده عاملًا أساسيًّا ومُهمًّا جدًّا لنشأة الحياة على سطح الأرض، وهو يُمثِّل الوسط الذي تتحرَّك خلاله الموجات الكهرومغناطيسية عند انتقالها من هوائي الإرسال إلى هوائي الاستقبال.

يتكوَّن الغلاف الجوي من طبقات عديدة، أهمها طبقة الأيونوسفير؛ نظرًا إلى دورها الفاعل في أنظمة الاتصالات، أنظر الشكل (36).



الشكل (36): طبقات الغلاف الجوي المحيط بالأرض.

6 - طبقة الأيونوسفير: (Ionosphere)

تقع هذه الطبقة على ارتفاع يتراوح بين (50km) و(400km) من سطح الكرة الأرضية، وقد سُمِّيت بهذا الاسم نسبةً إلى الأيونات التي تكوَّنت فيها بفعل جُسَيْمات الطاقة من الفضاء الخارجي، أو أشعة الشمس؛ إذ تصطدم هذه الأيونات بإلكترونات الذَّرّات تمامًا كالأشعة السينية، والأشعة فوق البنفسجية؛ أيْ إنَّ هذه الطبقة موصلة للكهرباء، وهي طبقة الأيونات والإلكترونات الحُرَّة التي تعكس أمواج الراديو.

تتكوَّن هذه الطبقة من الطبقات الآتية: طبقة (D)، وطبقة (E)، وطبقة (F1)، وطبقة (F2)، وهي تتفاوت تبعًا للمدى والفصول، وتحدث فيها تغيُّرات بصورة يومية. فمثلًا، تعمل طبقة (D) السفلى على امتصاص أمواج الراديو ذات التردُّد العالي، في حين تتلاشى طبقة (E) ليلًا؛ ما يؤدّي إلى وصول أمواج الراديو إلى ارتفاع أكبر في طبقة الأيونوسفير.

- أنظر إلى أحد أبراج الاتصالات في مكان سكني، مُحاوِلًا تعرُّف نوع الموجات المُرسَلة والمُستقبَلة عن طريق هذا البرج، أنظر الشكل (37).

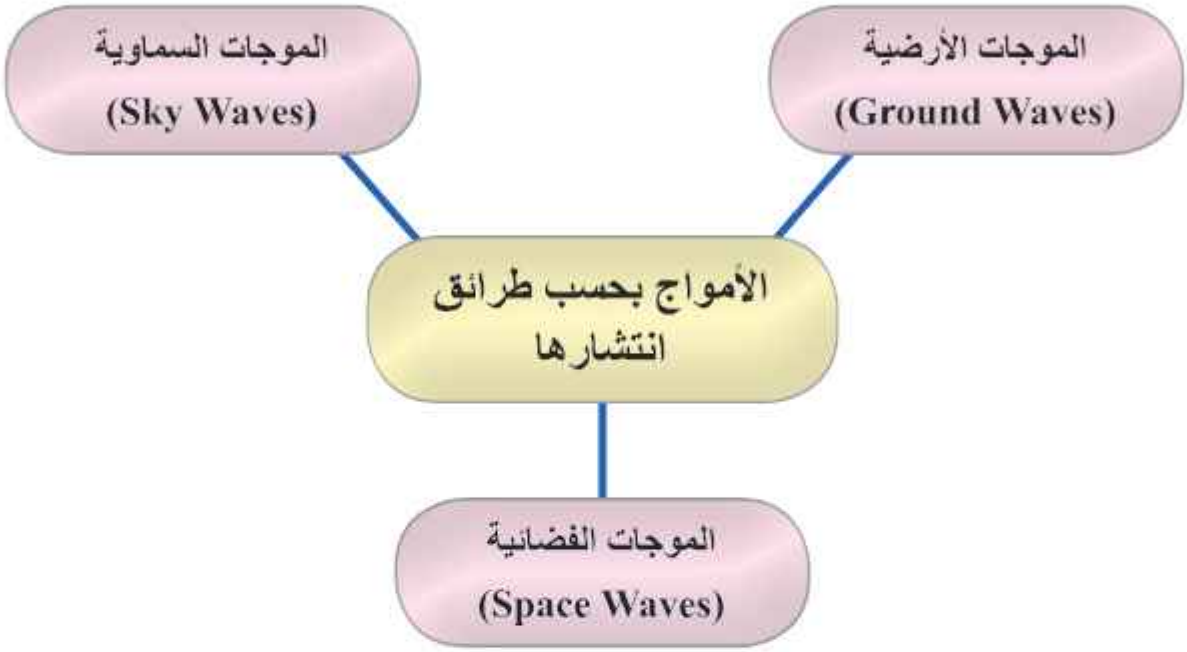
الشكل (37).

1- ما المقصود بالموجة؟

2- أذكر أنواع الموجات من حيث طرائق الانتشار.

3- ما نوع الموجات المُستخدَمة في البثّ الإذاعي؟

الخريطة المفاهيمية



رابعًا: الهوائيات (Antennas)

النتاجات

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرَّف مفهوم الهوائي.
- أُميِّز أنواع الهوائيات وأشكالها بعضها من بعض.
- أُبيِّن أهم استخدامات أنواع الهوائيات.

انظر.... وأتساءل

- كيف تنتقل الموجات في الهواء؟
- ماذا يُمثِّل الشكل الآتي؟

الشكل (32).

أستكشف

- أتجوَّل في الحَيِّ الذي أسكن فيه، ثم أُعدِّد أنواع الهوائيات التي أُشاهِدها.

أقرأ وأتعلّم

تُمثِّل الهوائيات العنصر الرئيس في أنظمة الاتصالات؛ إذ تُستخدم في إرسال الموجات الكهرومغناطيسية واستقبالها. ونظرًا إلى التطوُّر المُتسارِع في أنظمة الاتصالات؛ فقد أصبح استخدام الهوائي أكثر أهمية، فضلًا عن وجود أصناف وأنواع عديدة من الهوائيات مُتعدِّدة الأشكال والحجوم.

يرتبط طول الهوائي وشكله بالاستخدام المنوط منه، ويُحسَب طول الهوائي على نحوٍ تقريبي باستعمال المعادلة الآتية: $L=\frac{\lambda}{2}$

مثال

أجد طول الهوائي الذي يُستعمَل لاستقبال موجة تردُّدها (3KHz).

الحل:

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

$$=\frac{3X10^{8}}{3X10^{3}}=10^{5}m$$

$$L=\frac{\lambda}{2}$$

$$=\frac{10^{5}}{2}=5\ X\ 10^{4}\ m.$$

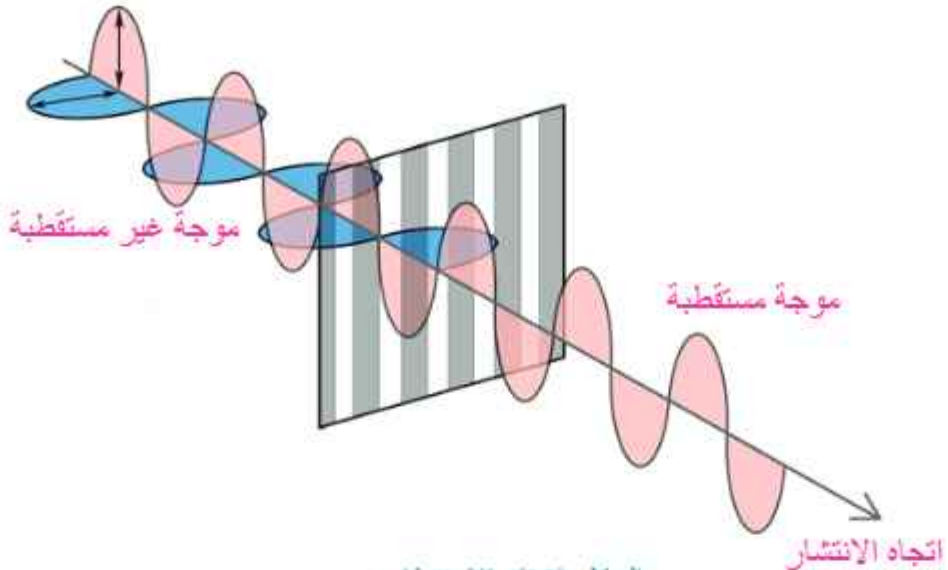
إذن، طول الهوائي الذي يُستعمَل لاستقبال موجة تردُّدها (3KHz) هو ($5\ X\ 10^{4}m$).

أستنتج ممّا سبق أنَّه كلَّما قلَّ تردُّد الموجة زاد طولها الموجي، ثم زاد طول الهوائي المُستخدَم في استقبال الموجة. وهذا يُفسِّر سبب الحاجة إلى التضمين؛ إذ يعمل تضمين الإشارة على زيادة تردُّدها، ثم نقصان طولها الموجي؛ ما يعني عدم استعمال هوائي طويل لاستقبال الموجة.

استقطاب الهوائي (Antenna Polarization):

تتكوَّن الموجة الكهرومغناطيسية من موجة كهربائية وموجة مغناطيسية، ويكون اتجاه المجال المغناطيسي فيها دائمًا عموديًّا على اتجاه المجال الكهربائي، ويتحرَّك معه باستمرار، ويكون هذان المجالان دائمًا عموديين على اتجاه الانتشار. ونظرًا إلى ارتباط الهوائي بإرسال الموجات واستقبالها؛ فإنَّ اتجاه الموجة الكهربائية وقيمتها - في أثناء عملية الانتشار - يصفان استقطاب الهوائي.

لضمان استقبال موجة كهرومغناطيسية ذات جودة عالية، يجب أنْ يكون استقطاب هوائي الاستقبال من نفس نوع استقطاب هوائي الإرسال الذي يُحدِّد نوع استقطاب الموجة الكهرومغناطيسية.



الشكل (38): الاستقطاب.

توجد أنواع عديدة من الهوائيات التي تختلف أشكالها تبعًا لخصائصها، ومجالات استخدامها. وفي ما يأتي استعراض للهوائيات، وأنواعها، وخصائصها المُتعدِّدة:

1 - الهوائيات الأُحادية القطب، والهوائيات الثنائية القطب (Monopole and Dipole Antennas):

ينتمي هذان الهوائيان إلى ما يُسمّى هوائيات السلك (wire antenna) التي تُمثِّل النوع الرئيس للهوائيات، وتُعَدُّ أقدم أنواع الهوائيات، وأبسطها، وأرخصها، وأسهلها تصنيعًا؛ إذ يُستخدَم في ذلك فقط سلك معدني يعمل على نقل التيار الكهربائي من طرف إلى آخر، أنظر الشكل (39).

تُستخدَم هوائيات السلك بكثرة في أجهزة استقبال الراديو والتلفاز؛ ذلك أنَّها أجهزة تستخدم تردُّدات منخفضة نسبيًّا مُقارَنةً بغيرها من أجهزة الاتصال الراديوية مثل: أجهزة الهاتف المحمول، وشبكات الاتصال (wi fi)؛ ما يعني أنَّها تحتاج إلى هوائيات كبيرة الحجم؛ إذ إنَّ انخفاض تردُّد (frequency) الموجة يتناسب طرديًّا مع ازدياد طول الهوائي.

الشكل (39): الهوائيات الأُحادية القطب، والهوائيات الثنائية القطب.

2 - هوائي ياغي (Yaqi Antenna):

هوائي اتجاهي يتكوَّن من عِدَّة عناصر مُتوازية في خطٍّ، وتكون عادة أقطابًا نصفيةً ثنائيةَ الموجة، وهي تُصنَع من قضبان معدنية.

يتكوَّن هوائي ياغي من عنصر واحد مُتَّصل بالمُرسِل أو المُستقبِل مع خطِّ نقل، وعناصر إضافية غير مُرتبطة بالمُرسِل أو المُستقبِل، هي: العاكس، والمَخْرَج، أنظر الشكل (40).

الشكل (40): هوائي ياغي.

3 - هوائي الفرايت (Ferrite Rod Antenna):

من أكثر الهوائيات استعمالًا في أجهزة الاستقبال الإذاعي، وهو يتكوَّن من قضيب من الفرايت تُلَفُّ عليه مجموعة من الملفات، كلٌّ منها يخصُّ موجة مُعيَّنة، أنظر الشكل (41).

الشكل (41): هوائي الفرايت.

4 - هوائي الصحن (Parabolic Antenna- Dish):

سطح معدني مُقعَّر يعمل على تجميع الأشعة في بؤرته كما في المرآة المُقعَّرة. وقد يُصنَع الصحن من المعدن، أو من الفيبر الذي يُخفي داخله شبكة معدنية تعمل على عكس الموجات وتركيزها في بؤرة الصحن.

يُستخدم هوائي الصحن في الاتصالات الفضائية لاستقبال المحطات التلفازية عبر الأقمار الصناعية، أنظر الشكل (42).

الشكل (42): هوائي الصحن.

5 - الهوائي القطاعي (Sector Antenna):

يُستخدم الهوائي القطاعي في أبراج اتصالات الهواتف المحمولة على نطاق واسع؛ إذ يعمل بوصفه هوائي إرسال واستقبال للتواصل مع الوحدات المحمولة.

بوجه عام، تُركَّب الهوائيات القطاعية على أبراج، وتصل مدى زاوية بثه في كل منطقة إلى (120°)، أنظر الشكل (43).

الشكل (43): الهوائي القطاعي.

6 - هوائي الميكروويف (Microwave Antennas):

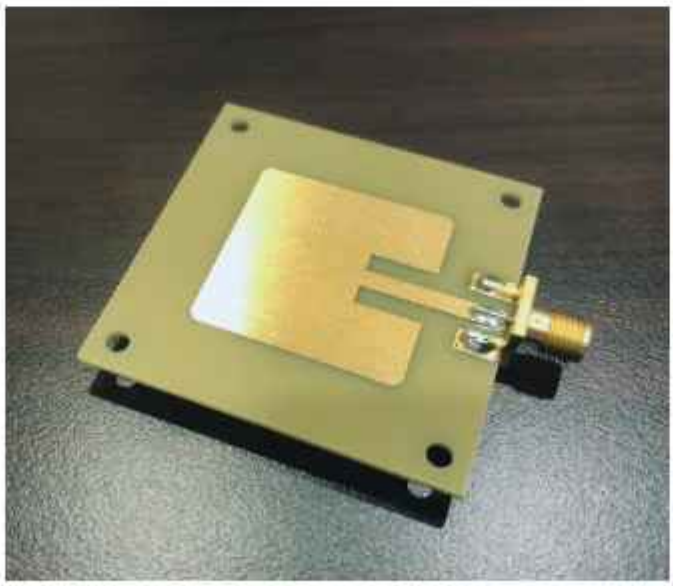
هو جهاز إرسال يُستخدَم في نقل تردُّدات الميكروويف من موقع إلى آخر، ويعمل وَفق هذه التردُّدات، وتوجد منه أنواع عديدة، أنظر الشكل (44).

الشكل (44): هوائي الميكروويف.

7 - الهوائي الشريطي (Micro Strip Antenna):

هو شريط معدني رقيق جدًّا (سُمْكه أقلُّ بكثير من طول الموجة)، يُصنَع بأشكال مختلفة، مثل: المستطيل، والدائري، والحلقي، والشريط الرقيع. ويُعَدُّ الهوائي الشريطي المستطيل أكثر هذه الأشكال شيوعًا.

بوجه عام، يُثبَّت الهوائي الشريطي وتوصيلاته في صورة عناصر مطبوعة على لوحات الأجهزة، ويُستخدَم في الاتصالات اللاسلكية التي تتطلَّب صِغَر الحجم، وخِفَّة الوزن، وقِلَّة السُّمْك، وسهولة التركيب، مثل الهواتف المحمولة، أنظر الشكل (45).



الشكل (45): الهوائي الشريطي.

- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن أنواع وأشكال حديثة من الهوائيات واستخدامات كلٍّ منها، ثم أكتب تقريرًا عن ذلك، ثم أقرأه في غرفة الصف.

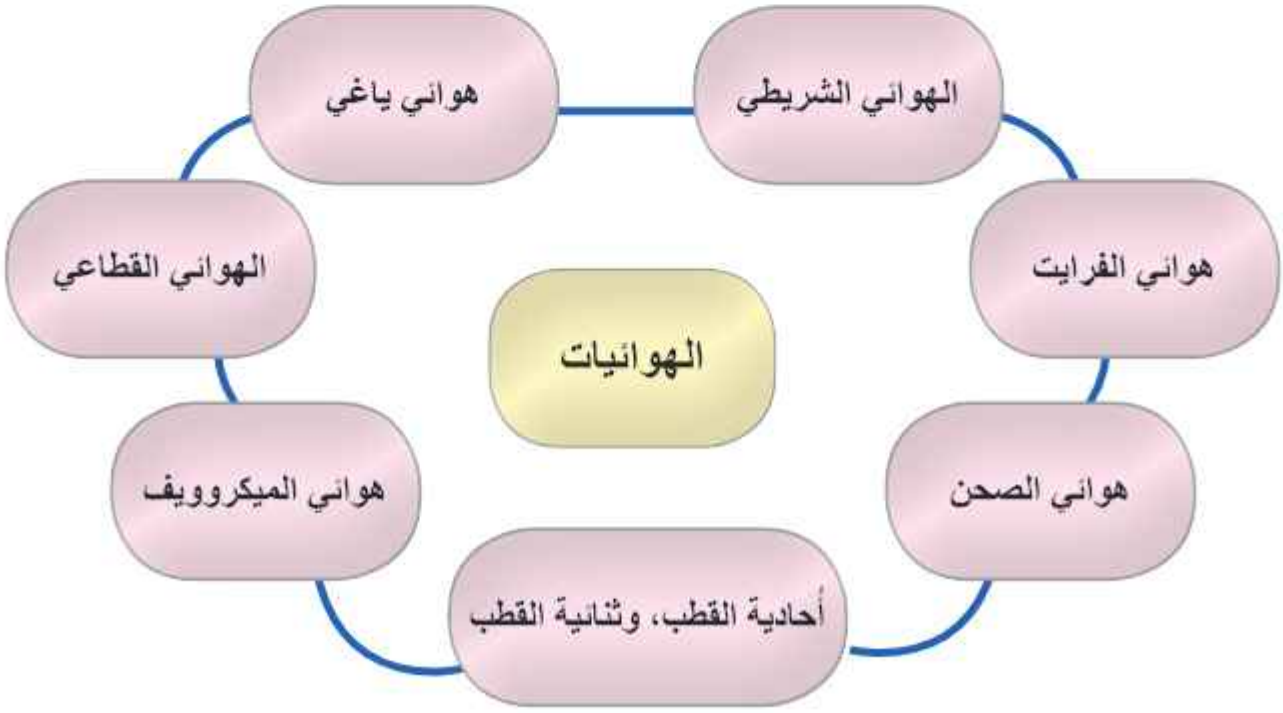
1- ما الوظيفة الأساسية للهوائي؟

2- أُعدِّد أنواع الهوائيات.

3- أُقارِن بين هوائي الصحن وهوائي الميكروويف من حيث الشكل والوظيفة.

4- ما اسم الهوائي الذي يُستخدم في أجهزة الهاتف المحمولة؟ لماذا؟

5- ما طول الهوائي اللازم لاستقبال موجة تردُّدها (60GHz)؟ ماذا أُلاحِظ؟



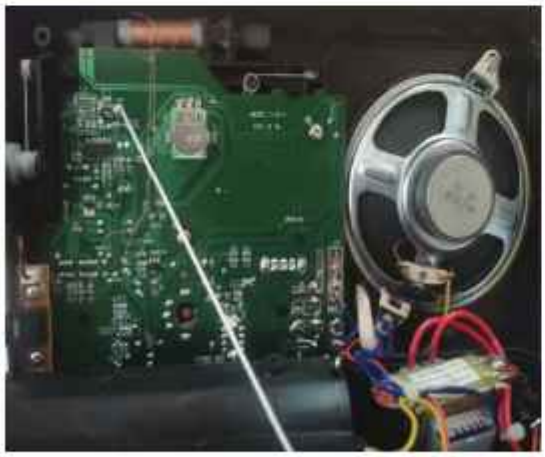
هوائيات الاستقبال الإذاعي.

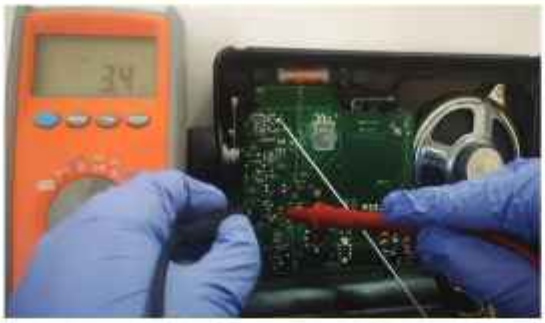
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أُميِّز هوائيات الاستقبال الإذاعي بعضها من بعض.
- أفحص هوائي الاستقبال الإذاعي.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
	1. جهاز استقبال إذاعي (SW , AM , FM). 2. جهاز مُتعدِّد القياس الرقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أتعرَّف جهاز الاستقبال الإذاعي (SW AM , FM).	
2 - أفتح الغطاء الخلفي لجهاز الاستقبال الإذاعي، ثم أُميِّز هوائي الموجة القصيرة (SW)، مُتتبِّعًا أطرافه.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أقيس مقاومة الهوائي باستخدام جهاز مُتعدّد القياس الرقمي، ثم أُدوِّن القراءة.	
4 - أضبط جهاز الاستقبال الإذاعي لالتقاط موجة متوسطة (AM)، أو (FM)، ثم أُحرِّك هوائي الموجة المتوسطة على طول هوائي الفرايت، مُلاحِظًا تأثير ذلك في قوّة الإشارة المُستقبَلة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
5 - أفصل الهوائي التلسكوبي عن جهاز الاستقبال الإذاعي، مُحاوِلًا التقاط إشارة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	

التقويم

1- أيُّ الموجات الآتية أفضل لاستقبال المحطات: (SW)، أم (AM)، أم (FM)؟ أُبرِّر إجابتي.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز شكل الهوائي (SW).			
2	أستخدم (AV) في قياس مقاومة الهوائي.			
3	أُلاحِظ التغيُّرات في المقاومة عند تغيير اتجاه الهوائي.			

أنظمة الاستقبال التلفازي المنزلية.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف مُكوِّنات محطة استقبال تلفازي بيتي من الأقمار الصناعية.
- أُركِّب محطة استقبال تلفازي بيتي.
- أُوجِّه الهوائي للاستقبال من الأقمار الصناعية.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
1. كَبْل ألياف ضوئية.	1. صحن هوائي. 2. وحدة خافض التردُّد المنخفض التشويش (اللاقط) (LNB). 3. وحدة استقبال داخلية (Receiver). 4. قاعدة معدنية. 5. مُحرِّك (اختياري). 6. جهاز تلفاز. 7. كَبْل محوري. 8. حقيبة عُدَّة، وبراغي تثبيت. 9. ميزان مائي.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 -أختار المكان المناسب لتركيب الصحن، بحيث يكون مكشوفًا على مدى (180°)، وألّا يكون مُواجِهًا لحائط. أُثبِّت قاعدة الصحن بالأرض، بحيث تكون على شكل زاوية قائمة باستخدام ثلاثة براغي، مُستعمِلًا ميزانًا مائيًّا أو ميزان زاوية؛ ليَسْهُل ضبط قاعدة الصحن.	
2 - أُركِّب القاعدة المُتحرِّكة على طوق الصحن.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أُركّب مِرْبَط المُحرّك على ظهر الصحن، وعلى القاعدة المُتحرّكة.	
4 - أُركّب الصحن على القاعدة المُثبّتة.	
5 - أُركّب القطعة التي تحمل اللاقط (LNB).	
6 - أُركّب وحدة خافض التردُّد المنخفض التشويش (اللاقط) (LNB)، بحيث يكون اللاقط في بؤرة الصحن. وبوجه عام، تعمل الشركات المُصنّعة على برمجة البُعْد البؤري لوحدات الاستقبال.	
7 - أُوجّه الصحن في الاتجاه المناسب.	
8 - أَصل اللاقط بوحدة الاستقبال الداخلي عن طريق الكَبْل المحوري.	

9 - أضبط وحدة الاستقبال لتحديد المحطات المطلوبة على النحو الآتي:

أ - أضبط الوحدة الداخلية على تردُّد مُعيَّن وقطبية مُعيَّنة.

ب - أبدأ عملية البحث عن المحطات؛ بتغيير اتجاه الصحن وتحريكه أفقيًّا ورأسيًّا لاستقبال أفضل إشارة.

ج- بعد تثبيت مدار المحطات، أُركِّب المُحرِّك على قاعدة الصحن، ثم أُركِّب جهاز التوجيه الخاص بالمُحرِّك.

د- أَصِل الوحدة الداخلية بمُوجِّه المُحرِّك، ثم أُبرمِج الجهازين لتحديد المحطات المطلوبة.

التقويم

1- ما وظيفة هوائي الصحن؟

2- لماذا يُستخدَم كَبْل محوري خلافًا لبقية أنواع خطوط النقل؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُحدِّد مُكوِّنات محطة الاستقبال التلفازي البيتي.			
2	أُركِّب هوائي الصحن مع اللاقط.			
3	أستقبل الإشارة التلفازية.			

أسئلة الوحدة

السؤال الأوّل: أختار رمز الإجابة الصحيحة في كلٍّ ممّا يأتي:

1. أكثر أنواع الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة في مجالات الاتصالات هي:

أ- الأشعة تحت الحمراء. ب- الأمواج الراديوية.

ج- أمواج الميكروويف. د- الأشعة المرئية.

2. إذا كان تردُّد إشارة هو (300Hz)، فإنَّ طولها الموجي بالمتر هو:

أ- 10^6 ب- 600

ج- 3×10^8 د- 3×10^6

3. الأشعة التي تُستخدَم في المجالات الطبية هي:

أ. الأشعة تحت الحمراء. ب- الأشعة السينية.

ج- أشعة غاما. د- (ب+ج).

4. أحد أنواع خطوط النقل الذي يتكوَّن من شريط مُسطَّح من مادة موصلة مفصول عن مستوى أرضي واحد بواسطة مادة عازلة هو:

أ- الكَبْل المحوري. ب- الألياف الضوئية.

ج- الشرائط الدقيقة. د- الأكبال النحاسية.

5. الجزء المُكوِّن لليف الضوئي الذي يمنحه قوة إضافية هو:

أ- القلب. ب- الغلاف.

ج- غلاف الوقاية. د- النواة.

6. الفَقْدُ الذي تُسبِّبه النتوءات المجهرية في الليف الضوئي هو:

أ- فَقْدُ التناثر الضوئي. ب- فَقْدُ التناثر.

ج- فَقْدُ الانتشار. د- فَقْدُ الإشعاع.

7. الفَقْدُ الذي يحدث عند وصل الليف الضوئي بمصدر الضوء هو:

أ- فَقْدُ التشبيك. ب- فَقْدُ الامتصاص.

ج- فَقْدُ الإشعاع. د- فَقْدُ الانتشار.

8. الليف الضوئي الذي يكون فيه القُطْر صغيرًا جدًّا هو:

أ- الليف الوحيد النمط بمعامل انكسار خطوي.

ب- الليف المُتعدّد الأنماط بمعامل انكسار خطوي.

ج- الليف المُتعدّد الأنماط بمعامل انكسار مُتدرّج.

9. الليف الضوئي الذي يكون معامل الانكسار لمادة القلب فيه أكبر من معامل انكسار مادة الغلاف هو:

أ- الليف الوحيد النمط بمعامل انكسار خطوي.

ب- الليف المُتعدّد الأنماط بمعامل انكسار خطوي.

ج- الليف المُتعدّد الأنماط بمعامل انكسار مُتدرّج.

10. الموجات التي التي تُرسَل إلى السماء، وتنعكس على الأرض بسبب طبقة الأيونوسفير هي:

أ -الموجات الأرضية. ب- الموجات السماوية.

ج- الموجات الفضائية. د- (أ+ب).

11.الموجات التي تنتشر بخط مستقيم لتحقيق الاتصال بين أنظمة خط النظر هي:

أ -الموجات الأرضية. ب- الموجات السماوية.

ج- الموجات الفضائية. د- (أ+ج)

12. الهوائي الذي ينقل تردُّدات الميكروويف من موقع إلى آخر هو:

أ- الهوائي القطاعي. ب- هوائي الصحن.

ج- هوائي الميكروويف. د- الهوائي الشريطي.

13.الهوائي المُستخدَم في أجهزة الاستقبال الإذاعي هو:

أ - هوائي الصحن. ب- الهوائي الأُحادي القطب.

ج- الهوائي القطاعي. د- الهوائي الشريطي.

14. الهوائي المُستخدَم في استقبال المحطّات التلفازية هو:

أ - هوائي الصحن. ب- الهوائي الأُحادي القطب.

ج- الهوائي القطاعي. د- الهوائي الشريطي.

السؤال الثاني: أضع إشارة (√) إزاء العبارة الصحيحة، وإشارة (×) إزاء العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

1. الضوء هو المفهوم الذي يُمثِّل مجالات كهرومغناطيسية مُتغيِّرة زمنيًّا وذات تردُّدات وأطوال موجية مختلفة. ( )
2. في الكَبْل المحوري تتدفَّق الإشارات الكهربائية عبر الغلاف الشبكي والموصل المركزي معًا. ( )
3. تتكوَّن الموجة الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي ومجال مغناطيسي متوازيين. ( )
4. العلاقة بين الطول الموجي للإشارة وتردُّدها علاقة طردية. ( )
5. يُستخدَم دليل الموجة بديلًا عن الكَبْل المحوري عند تردُّدات الميكروويف. ( )
6. تعمل الألياف الضوئية بمبدأ الانكسار الكلي. ( )
7. تُستخدَم الهوائيات القطاعية للتواصل بين الوحدات المحمولة. ( )

السؤال الثالث: أذكر اسم كل نوع من أنواع خطوط النقل الآتية:

(أ)

.....

(ب)

.....

(ج)

.....

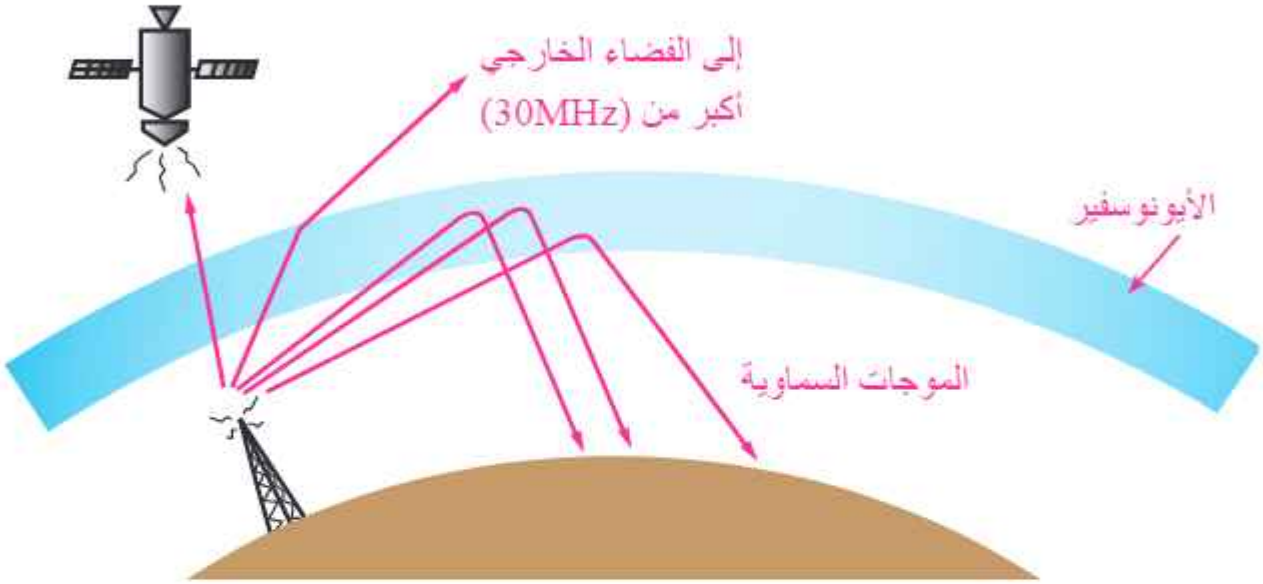
(د)

.....

السؤال الثالث: مُعتمِدًا الشكل التالي، أُجيب عن السؤالين الآتيين:

1 - أُعدّد أنواع الأمواج بحسب طرائق انتشارها.

2 - أُقارن بين هذه الأنواع من حيث: التردُّد، والاستخدام.



الوحدة الثالثة

أنظمة الإرسال والاستقبال

(Transmitting and Receiving Systems)

- ما أهمية الاستقبال الإذاعي والتلفازي في حياتنا؟
- ما مراحل تطوُّر البثِّ الإذاعي والتلفازي؟

3

يتمثَّل عمل جميع أجهزة الإرسال والاستقبال في التقاط الإشارة الكهرومغناطيسية المُرسَلة من جهاز الإرسال، ثم تحويلها إلى إشارة كهربائية مُضمَّنة، ثم استخلاص الإشارة السمعية من الإشارة المُضمَّنة بعد معالجتها، ثم تضخيم هذه الإشارة، ثم تحويلها إلى أمواج صوتية عن طريق السمّاعة.

من التطبيقات التي تُستخدَم فيها تقنية الإرسال والاستقبال، أجهزةُ الاستقبال التلفازية، وهي أجهزة مرَّت صناعتها بمراحل عِدَّة، وطُوِّرت التقنيات المُستخدَمة فيها على مدار سنين طويلة؛ ما أفضى إلى ظهور أجهزة التلفاز الحديثة (LED) التي تمتاز بوضوح الصورة الفائق الدقة (8K).

وبالمثل، فقد تطوَّرت أنظمة اتصالات الألياف البصرية (Optical Fibers) بعدما كانت أنظمة بسيطة تُستعمَل فقط لإيصال الضوء إلى أماكن يصعب الوصول إليها؛ إذ أصبحت هذه الأنظمة تُستخدَم في كثير من مجالات الحياة، وهي تمتاز بمزايا عديدة، منها: محدودية الفقْد، وخِفَّة الوزن. أمّا أهم مزاياها فهي سعة نطاقها العالية جدًّا؛ إذ إنَّها تصل إلى آلاف البلايين من البتات لكل ثانية.

أسهمت الألياف البصرية إسهامًا فاعلًا في مجال الاتصالات؛ إذ حلَّت محَلَّ الأسلاك النحاسية في عديد من الاستخدامات، مثل الربط بين المقاسم الهاتفية والخطوط البعيدة المدى. أمّا تقنية البصريات الليفية (Fiber Optics) في البحار فقد تطوَّرت تطوُّرًا سريعًا في العقود الماضية؛ ما جعلها تتبوَّأ موقعًا مُميَّزًا نافست فيه وسائل الاتصالات الأُخرى.

سأتعرَّف في هذه الوحدة تقنية الألياف البصرية، ومُكوِّناتها، وتطبيقاتها، ومزاياها، فضلًا عن آليَّة استخدام هذه التقنية في مجال هندسة الاتصالات.

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذه الوحدة أنْ أكون قادرًا على أنْ:

- أتعرَّف الدارات الإلكترونية لاستقبال تضمين الاتساع الإذاعي.
- أتعرَّف الدارات الإلكترونية لاستقبال تضمين التردُّد الإذاعي.
- أُحدِّد معايير جودة جهاز الاستقبال الإذاعي.
- أتعرَّف جهاز الاستقبال التلفازي، وشاشات العرض التلفازي.
- أستخدم تكنولوجيا المعلومات في استقصاء المعرفة الحديثة في مجال صيانة أجهزة الاستقبال الإذاعي والتلفازي.
- أتتبَّع مراحل جهازي إرسال واستقبال تضمين الاتساع وتضمين التردُّد.
- أتتبَّع الإشارة في جهاز استقبال تضمين الاتساع وتضمين التردُّد.
- أُحدِّد أعطال أجهزة الاستقبال الإذاعي، ثم أُصلِحها.
- أفكّ المُكوِّنات الرئيسة لشاشات العرض التلفازي، ثم أُعيد تجميعها.
- أتتبَّع مُكوِّنات شاشات العرض التلفازي، ثم أُقارنها بالمُخطَّط التمثيلي.
- أُحدِّد أعطال شاشات العرض التلفازي، ثم أُصلِحها.

أوّلًا: أجهزة الإرسال والاستقبال الإذاعية (Radio Transmitters and Receivers)

النتاجات

يُتوقّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرّف مبدأ إرسال تضمين الاتساع الإذاعي.
- أتعرّف مبدأ استقبال تضمين الاتساع الإذاعي.
- أتعرّف مبدأ إرسال تضمين التردُّد الإذاعي.
- أتعرّف مبدأ استقبال تضمين التردُّد الإذاعي.
- أتعرّف العوامل التي تُحدّد جودة أجهزة الإرسال والاستقبال الإذاعية.

انظر وأتساءل

- هل فكّرْتُ يومًا كيف أسمع صوت المذيع في إحدى المحطّات الإذاعية؟ هل أتوقّع أنّ معالجة الصوت حدثت في جهاز الإرسال، فانتقلت الإشارة من المحطّة إلى المذياع (الراديو) خاصّتي؟ انظر الشكل (1).

الشكل (1): استقبال المحطّات الإذاعية.

أستكشف

- بناءً على دراستي الوحدة الأولى، ما مراحل معالجة إشارة المعلومات التي ستُرسَل إلى جهاز الاستقبال الإذاعي؟

أقرأ وأتعلّم

1 - مبدأ الإرسال الإذاعي.

تتمثّل عملية الإرسال الإذاعي في الخطوات الآتية:

أ- تحويل الصوت إلى إشارة كهربائية مُكافِئة.

ب- رفع تردُّد إشارة الصوت المُكافِئة؛ بتحميلها على إشارة راديوية ذات تردُّد عالٍ.

ج- تحويل الإشارة الكهربائية إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الفضاء بسرعة الضوء عند بثّها من هوائيات الإرسال.

2 - جهاز الإرسال الإذاعي.

يستفاد من جهاز الإرسال في توليد إشارات راديوية يُمكن التحكُّم في خصائصها تبعًا لنوع المعلومات المراد إرسالها؛ إذ يحوي هذا الجهاز عددًا كبيرًا من الدارات الإلكترونية المُرتبطة معًا، وتؤدّي كل وحدة فيه وظيفة مُحدَّدة.

3 - مبدأ الإرسال الإذاعي (تضمين الاتساع).

من أسهل الطرائق لفهم عمل جهاز الإرسال، دراسة مُخطَّطه الصندوقي، أنظر الشكل (2) الذي يُمثّل مُخطَّطًا صندوقيًّا لمُرسل إشارة صوتية خاصَّة بتضمين الاتساع.

في ما يأتي استعراض لأجزاء جهاز الإرسال، ووظيفة كلٍّ منها:

أ- الميكروفون: تحويل الصوت إلى إشارة كهربائية مُكافِئة.

ب- مُكبِّر الإشارة المسموع: تكبير إشارة المصدر الصوتي إلى القيمة المطلوبة؛ لتتمكَّن من تضمين الإشارة الراديوية.

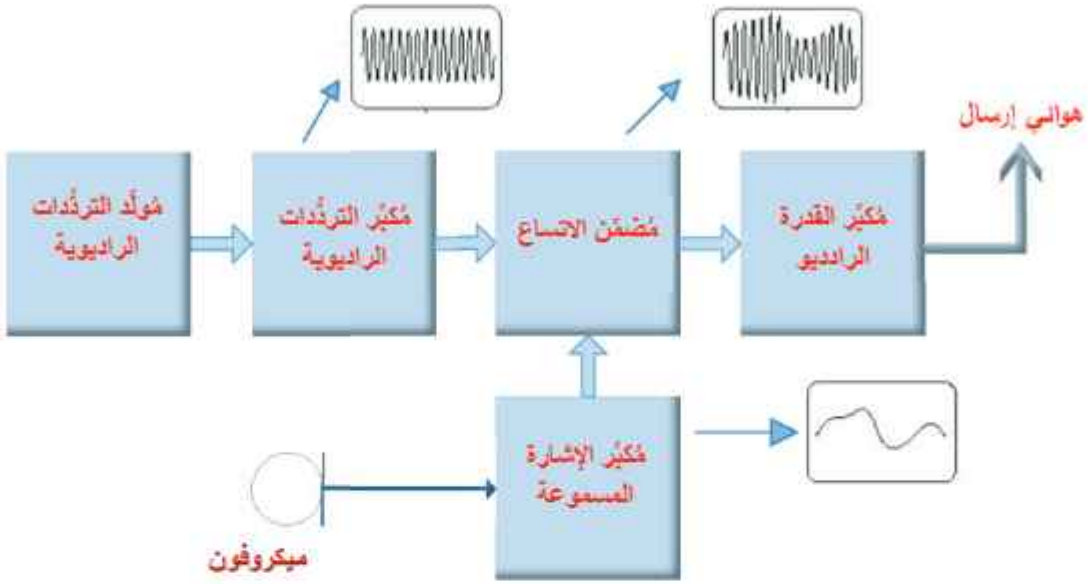
جـ - مُولِّد التردُّدات الراديوية: توليد إشارة راديوية ذات تردُّد عالٍ واتساع ثابت.

د - مُكبِّر التردُّدات الراديوية: تضخيم الإشارة المُولَّدة.

هـ - مُضمِّن الاتساع: مزج الإشارة القادمة من المُولِّد، والإشارة القادمة من مُضخِّم الإشارة المسموعة، فتَنتج الإشارة المُضمَّنة من المَخْرَج باستخدام دارات مناسبة.

و- مُكبّر القدرة الراديوي: تضخيم الإشارة الراديوية الناتجة من المُضمّن إلى الحَدِّ اللازم للإرسال، علمًا بأنّ هذه العملية قد تمرُّ بمراحل عديدة.

ز- هوائي الإرسال: تحويل الإشارة الراديوية إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الجوّ.



الشكل (2): مُخطط صندوقي لمُرسِل إشارة صوتية خاصّة بتضمين الاتساع.

4 - جهاز الاستقبال الإذاعي (AM).

ما إنْ بدأ استخدام الإرسال الإذاعي مطلع القرن العشرين الميلادي، حتى واجهت أجهزة الاستقبال الإذاعي مشكلات عديدة، أهمها صعوبة التوليف (Tuning) لاختيار المحطّات المطلوبة؛ لذا خضعت هذه الأجهزة لعمليات تحسين وتطوير في الأداء، انتهت باستخدام مبدأ السوبر هيتروداين الذي أسهم في حَلّ المشكلة المذكورة آنفًا، إضافةً إلى تسهيل عمليات تكبير الإشارات المُستقبَلة، وكشفها، وقصرها على تردُّد وسطي ثابت يُسمّى التردُّد البيني. فما المقصود بالسوبر هيتروداين (Superheterodyne)؟ ما مبدأ عمله؟

5 - السوبر هيتروداين (Superheterodyne) وإنتاج التردُّد البيني (Intermediate Frequency).

من المعلوم أنّ جهاز الاستقبال الإذاعي (الراديو) مُصمّم لاستقبال ترددات عديدة، ولكنّ دارات هذا الجهاز لا يُمكِنها التعامل مع جميع الترددات بالكفاءة نفسها. وللتغلُّب على هذه المشكلة، وجعل دارات الجهاز تعمل بالكفاءة نفسها عند استقبال هذه الترددات، فقد استُخدِم مبدأ السوبر هيتروداين الذي يعمل على خفض تردُّد الإشارة الراديوية المُستقبَلة عند مدخل جهاز المذياع (الراديو) - بصرف النظر عن تردُّدها- ليصبح تردُّدًا ثابتًا يُسمّى التردُّد البيني (IF). يُستعمَل التردُّد البيني (455KHz) لإشارة الموجة المتوسطة (MW) الخاصّة بتضمين الاتساع (AM)، في حين يُستعمَل التردُّد البيني (10.7MHz) لإشارة الموجة الخاصّة بالتضمين الترددي (FM).

يُخفَّض التردُّد في دارتي المذبذب المحلي (LO) والمازج (Mixer) اللتين تُعرَفان بمُغيِّر التردُّد. تتمثَّل وظيفة المازج في استقبال إشارتين، هما: الإشارة الراديوية التي يلتقطها هوائي الجهاز، والإشارة الراديوية المُولَّدة في المذبذب المحلي التي يكون تردُّدها أعلى من تردُّد الإشارة المُستقبَلة بمقدار ثابت، هو قيمة التردُّد البيني (IF). ثم يعمل المازج على مزج هاتين الإشارتين معًا، فتُنتج في مَخْرَجه مجموعةٌ من الإشارات، أهمها إشارة الفرق بين إشارة المذبذب المحلي والإشارة المُستقبَلة. ويُطلَق على إشارة الفرق هذه اسم إشارة التردُّد البيني (IF) التي تُختار باستخدام مُرشِّحات تعمل على تغذيتها، وصولًا إلى مراحل التضخيم اللاحقة.

مثال (1)

إذا كانت قيمة تردُّد الإشارة المُلتقَطة لإحدى المحطّات الإذاعية على الموجة المتوسطة في جهاز استقبال إذاعي سوبر هيتروداين (تعديل اتساع AM) هي (1000KHz)، فما تردُّد الإشارة التي يُولِّدها المذبذب المحلي في الجهاز؟

الحل:

(تردُّد إشارة المذبذب المحلي) = (تردُّد المحطَّة) + التردُّد البيني

$$1000 + 455 = 1455 \text{ KHz}.$$

6 - مراحل المُستقبِل الإذاعي (AM) ووظائفها.

يُبيِّن الشكل (3) المُستقبِل الإذاعي (AM) سوبر هيتروداين وأجزاءه التي تتمثَّل وظائفها في ما يأتي:

أ- الهوائي (Antenna): التقاط الأمواج الراديوية من الفضاء، ثم تحويلها إلى إشارة كهربائية تدخل الجهاز.

ب- مُكبِّر التردُّد الراديوي (RF AMP) والمُولِّف (Tuner): اختيار تردُّد المحطَّة المطلوبة عن طريق المُولِّف، ثم تكبيرها إلى المستوى الذي يُمكِّن المازج من التعامل معها.

ج- المذبذب المحلي (Local Oscillator): توليد إشارة تردُّدها يساوي (تردُّد المحطَّة المُستقبِلة + 455 KHz) لاستخدامها في المازج.

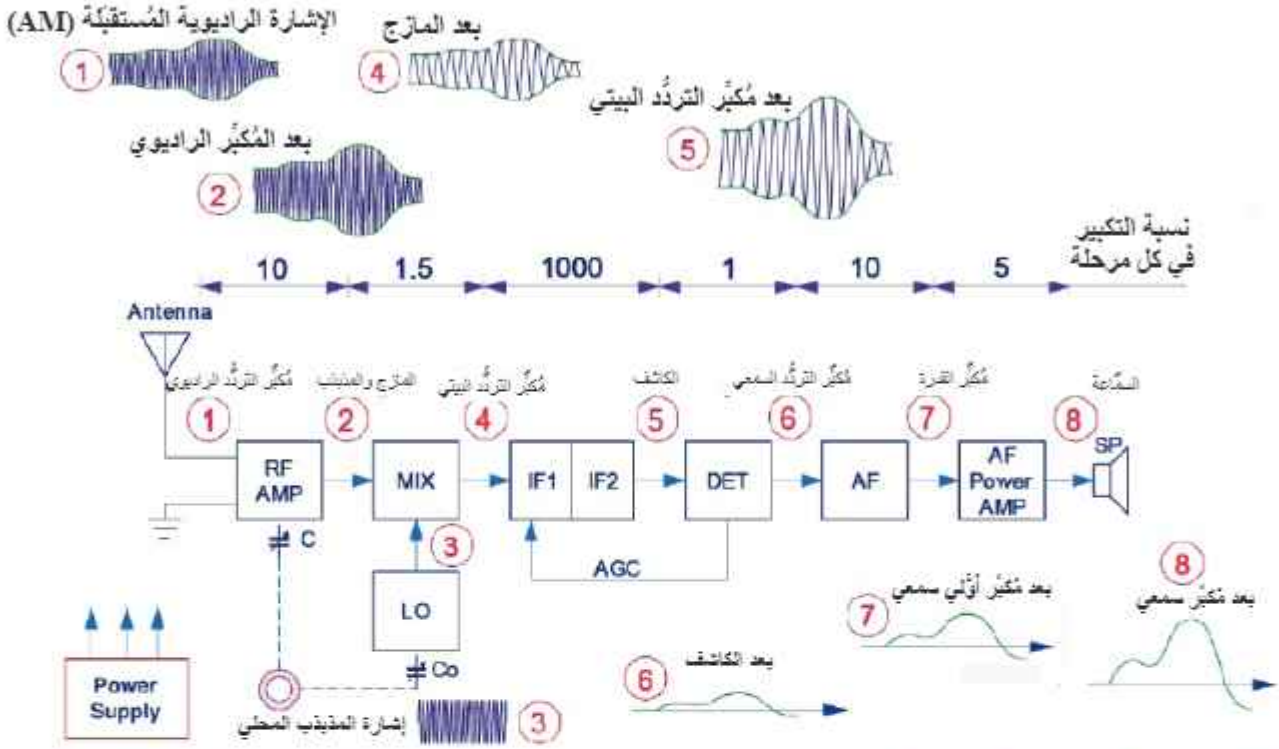
د- المازج (Mixer): مزج إشارة المحطَّة المُستقبِلة بإشارة المذبذب المحلي لتوليد إشارة التردُّد البيني (IF)، التي مقدارها دائمًا في تضمين الاتساع (455KHz).

هـ - مُكبِّر التردُّد البيني (IF Amp): تكبير إشارة التردُّد البيني إلى المستوى المطلوب على مرحلتين.

و- الكاشف (Detector): استخلاص إشارة المعلومات الصوتية من الإشارة المُضمَّنة بتضمين (AM).

ز - مُكبِّر التردُّد السمعي (AMP) (AF & AF Power): الاستخدام بوصفه مُكبِّرًا أوَّليًّا، ثم الاستخدام بوصفه مُكبِّر قدرة.

ح- السمّاعة: تحويل الإشارة الكهربائية إلى صوت مسموع.



الشكل (3): مُخطَّط صندوقي لجهاز استقبال إذاعي سوبر هيتروداين (تضمين الاتساع)، وشكل الإشارات الناتجة في كل مرحلة.

7 - الإرسال الإذاعي (تضمين التردُّد) (FM).

تتمثَّل عملية الإرسال الإذاعي (FM) في ما يأتي:

أ- توليد إشارة عالية التردُّد.

ب- تضمين هذه الإشارة أيَّ تغيُّر لتردُّدها بناءً على تغيُّر اتساع الموجة الصوتية المراد إرسالها.

ج- تصفية الإشارات غير المرغوب فيها التي تقع تردُّداتها خارج نطاق التردُّدات المراد إرسالها.

د- إرسال الموجة المُضمَّنة تضمينًا تردُّديًّا عن طريق هوائي الإرسال.

8 - الاستقبال الإذاعي (تضمين التردُّد) (FM).

تتمثَّل عملية الاستقبال الإذاعي (FM) في ما يأتي:

أ- اختيار إشارة (FM) المراد استقبالها من جُمْلة الإشارات التي يلتقطها هوائي الاستقبال.

ب- تكبير الإشارة المُستقبَلة التي تكون ضعيفةً جدًّا في معظم الأحيان.

ج- كشف الإشارة الصوتية من الإشارة المُضمَّنة تضمينًا تردُّديًّا باستعمال أحد أنواع كواشف تضمين التردُّد التي درستُها سابقًا.

د- تكبير الإشارة الناتجة - بعد الكشف- إلى المستوى اللازم لتحويلها إلى صوت مسموع عن طريق السمّاعة.

9 - عناصر الإرسال الإذاعي (FM) ووظائفها.

في ما يأتي عناصر الإرسال الإذاعي، ووظيفة كل عنصر منها:

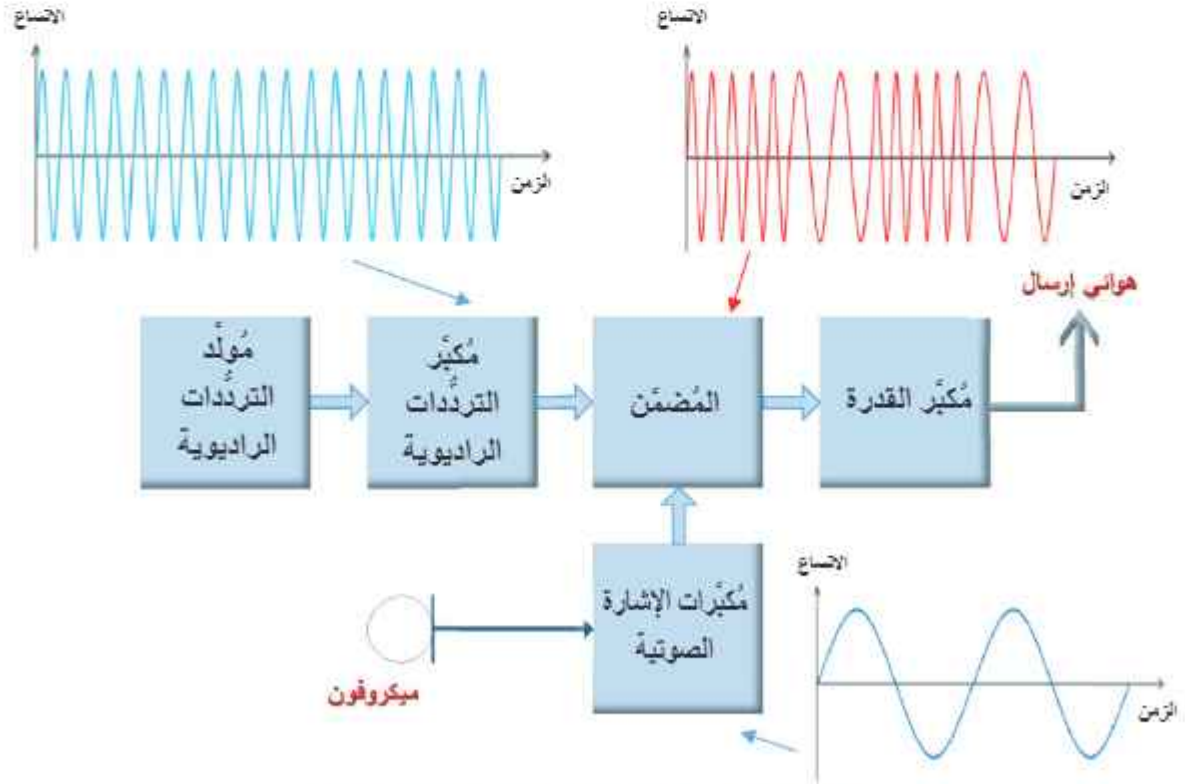
أ- الميكروفون: تحويل الصوت إلى تيار كهربائي مُتغيِّر مُكافئ له.

ب- مُكبِّرات الإشارة الصوتية: تكبير الإشارة الصوتية الواردة من الميكروفون.

ج- المُضمِّن: دمج الإشارة الصوتية في إشارة راديوية عالية التردُّد، ثم عمل الإشارة الصوتية على تغيير تردُّد الإشارة الراديوية لتوليد إشارة (FM).

د- مُكبِّرات القدرة: تكبير الإشارة الراديوية المُضمَّنة إلى المستوى المطلوب الذي يجعلها تنتشر إلى مسافات بعيدة.

هـ- هوائي الإرسال: إشعاع إشارة (FM) التي تسلَّمها من مُكبِّر القدرة على شكل موجات كهرومغناطيسية في جميع الاتجاهات، أنظر الشكل (4) الذي يُبيِّن مُخطَّطًا صندوقيًّا بسيطًا لجهاز إرسال (FM).



الشكل (4): مُخطَّط صندوقي لمُرسِل تضمين التردُّد.

10 - عناصر مُستقبِل السوبر هيتروداين (تضمين التردُّد) ووظائفها.

يُبيِّن الشكل (5) المُستقبِل الإذاعي سوبر هيتروداين وأجزاءه التي تتمثَّل وظائفها في ما يأتي:

أ- الهوائي (Antenna): التقاط الأمواج الراديوية من الفضاء، ثم تحويلها إلى إشارة كهربائية تدخل الجهاز.

ب- مُكبِّر التردُّد الراديوي (RF Amp): اختيار المحطَّة المطلوبة من بين المحطَّات الموجودة حول الهوائي، ثم تكبيرها.

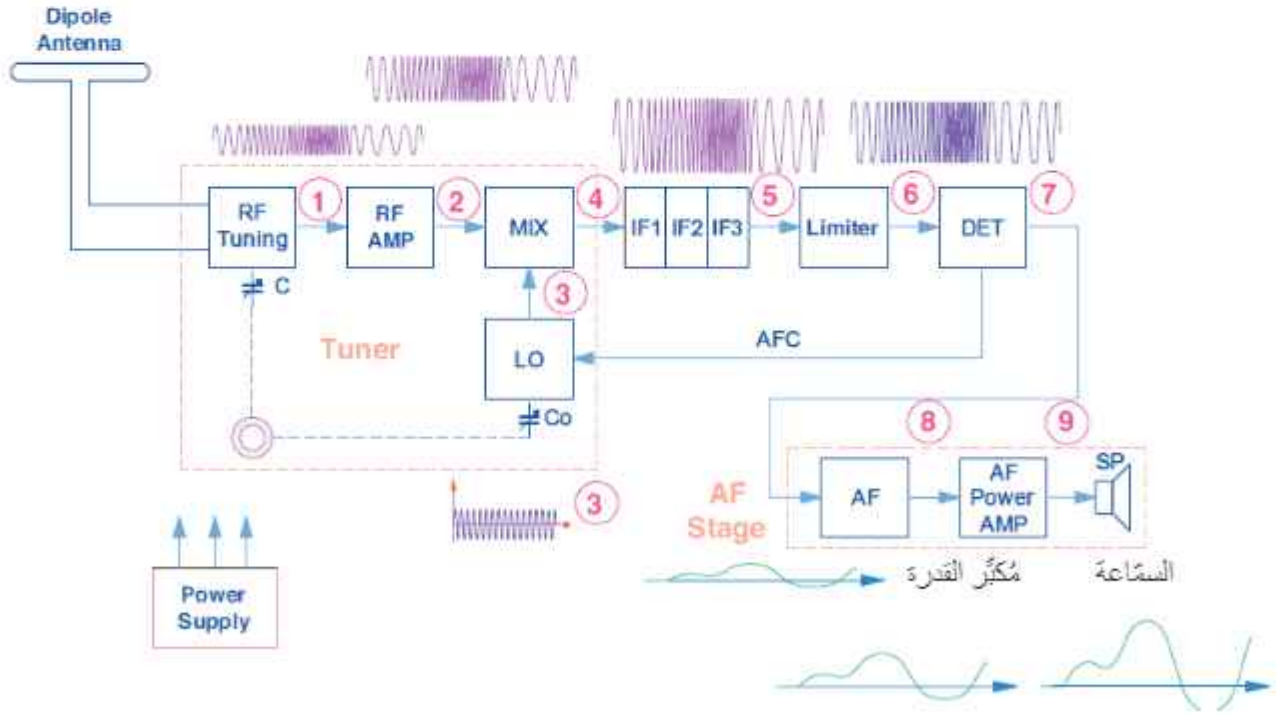
ج- المذبذب المحلي (Local Oscillator): توليد إشارة ذات تردُّد عالٍ.

د- المازج (Mixer): مزج إشارة المحطَّة المختارة بإشارة المذبذب المحلي لتوليد إشارة التردُّد البيني، وقيمتها (10.7) ميجا هيرتز.

هـ- مُكبِّر التردُّد البيني (IF Amp Stages): تكبير إشارة التردُّد البيني إلى المستوى المطلوب ضمن ثلاث مراحل.

و- الكاشف (Detecor): استخلاص الإشارة الصوتية من الإشارة المُضمَّنة، وهو كاشف تضمين تردُّد يحتوي على دارتين، هما: دارة مُحدِّد، ودارة مُميِّز.

ز- مُكبِّر الترددات الصوتية (AF Amp): تكبير الإشارة الصوتية إلى المستوى الذي يُحوِّلها إلى صوت مسموع في السمّاعة.



الشكل (5): مُخطَّط صندوقي لجهاز استقبال إذاعي سوبر هيتروداين (تضمين التردُّد)، وشكل الإشارات الناتجة في كل مرحلة.

11 - معايير جودة جهاز الاستقبال الإذاعي.

في ما يأتي المعايير المُعتمدة لتحديد جودة جهاز الاستقبال الإذاعي:

أ- الحساسية (Sensitivity): قدرة المُستقبِل على استقبال الإشارات الضعيفة التي تُحدَّد غالبًا عن طريق ضبط تكبير الإشارة الراديوية المُستقبَلة.

ب- الانتقائية (Selectivity): قدرة جهاز الاستقبال على اختيار إشارة محطَّة واحدة واستقبالها، وحجب التردُّدات المجاورة والقريبة.

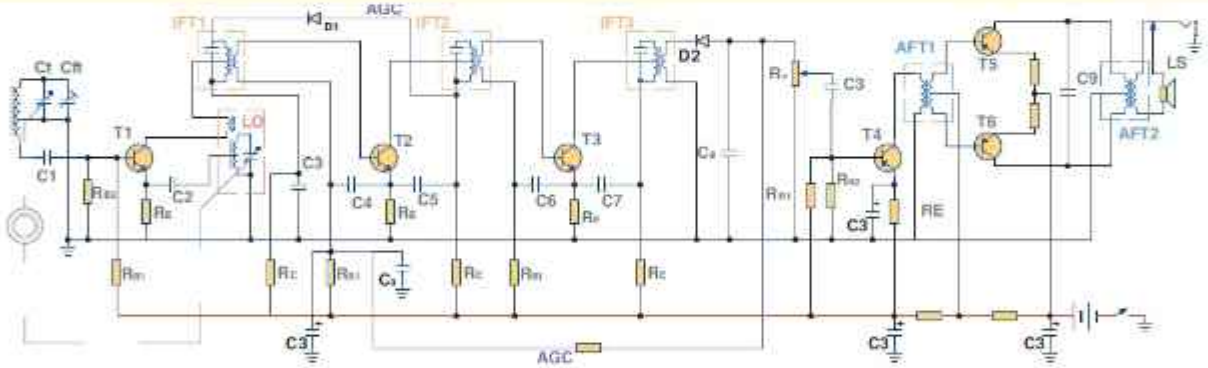
ج- عرض الحزمة (Bandwidth): الجهاز ذو الانتقائية العالية يوصَف بأنَّه جهاز ذو حزمة ضيِّقة.

د- ثبات التردُّد (Stability): بقاء الجهاز مُولِّفًا على التردُّد نفسه من دون إزاحة إلى تردُّدات المحطَّات الأُخرى. أمّا عدم بقاء المحطَّة المُولَّفة على التردُّد المطلوب فيُعرَف بهروب المحطَّة.

هـ - التحكُّم الذاتي في الكسب (AGC): تحكُّم ذاتي بالحساسية عن طريق التحكُّم في شِدَّة الإشارة التي يُولِّف عندها الجهاز؛ ما يضمن الحفاظ على مستوى ثابت للإشارة.

الإثراء والتوسُّع

- يُبيِّن الشكل (6) مُخطَّطًا تمثيليًّا لمُستقبِل إذاعي سوبر هيتروداين (تضمين الاتساع). أُحدِّد وظيفة كلٍّ من: T_1، وT_2، وT_3، ثم أُناقِش زملائي في ذلك.



الشكل (6): مُخطَّط تمثيلي لمُستقبِل إذاعي سوبر هيتروداين (تضمين الاتساع).

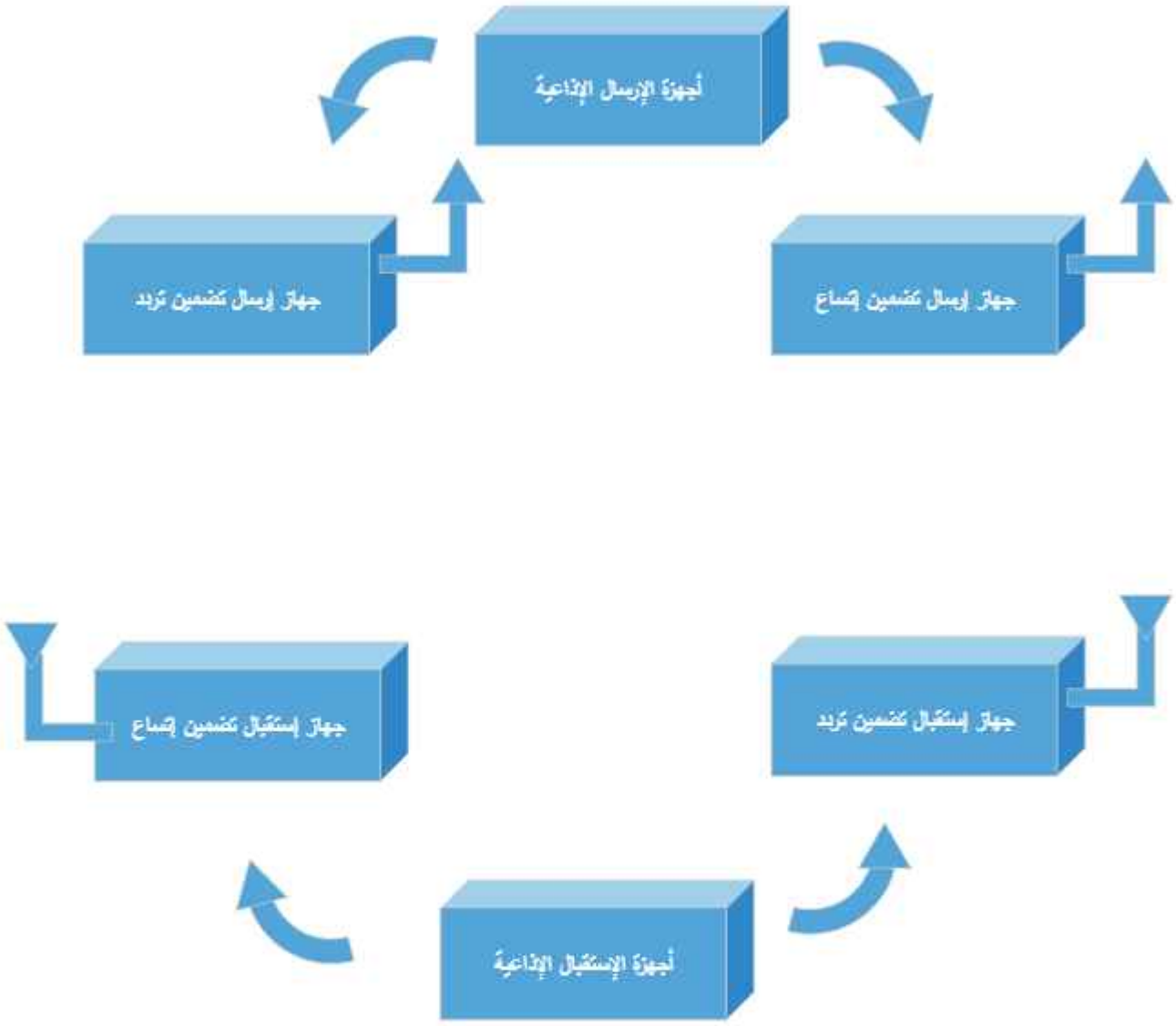
القياس والتقويم

1- فيمَ يستفاد من دارة مُولِّد التردُّدات الراديوية في مُرسِل تضمين الاتساع؟

2- ما قيمة التردُّد البيني لكلٍّ من: تضمين التردُّد، والاتساع؟

3- ما وظيفة الميكروفون في مُرسِل تضمين الاتساع؟

الخريطة المفاهيمية



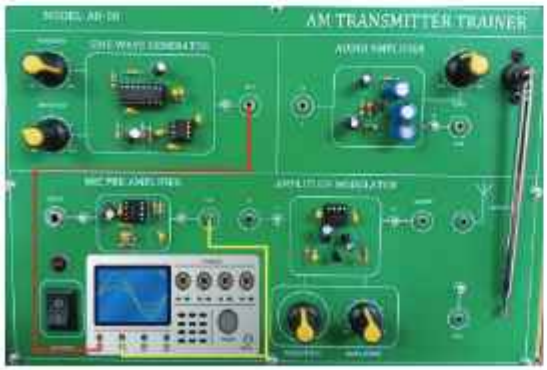
تتبُّع مراحل جهاز إرسال تضمين الاتساع.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف مُكوِّنات جهاز إرسال تضمين الاتساع.
- أتتبَّع مراحل جهاز إرسال تضمين الاتساع.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز إرسال تضمين الاتساع التدريبي (AH-08). 3. جهاز استقبال تضمين الاتساع التدريبي. 4. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتَيِّب التشغيل. 5. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أكتب قائمة تحوي أسماء المفاتيح في جهاز الإرسال، ووظيفة كل مفتاح منها، مُحدِّدًا مكان وجود مُولِّد الإشارة الحاملة.	
2 - أُصِل راسم الإشارة على مخْرَج مذبذب الإشارة الجيبية والمُكبِّر الأوَّلي للميكروفون، ثم أُشغِّل الجهاز، ثم أرسم شكل إشارة الخرج لكلٍّ من الدارتين في كل حالة.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أُصِل مَخْرَج مُكبِّر الميكروفون بمدخل دارة مُضمِّن الاتساع، ثم أُصِل الميكروفون كما في الشكل، ثم أُصِل راسم الإشارة بمَخْرَج الجهاز، ثم أُشغِّل الجهاز، مُدوِّنًا ملاحظاتي، ثم أرسم شكل الخرج.	
4 - أُصِل إشارة المعلومات (المحمولة) من مُولِّد الإشارة الجيبية بمدخل دارة مُضمِّن الاتساع، ثم أُصِل راسم الإشارة بمَخْرَج المُضمِّن، ثم أُشغِّل الجهاز، مُدوِّنًا ملاحظاتي، ثم أرسم شكل الخرج.	
5 - أُغيِّر جهد إشارة المعلومات، ثم أُدوِّن ناتج التغيُّر على إشارة الخرج باستخدام راسم الإشارة.	
6 - أُصِل مَخْرَج المُضمِّن بدارة المُكبِّر الصوتي؛ لتحديد عمل جهاز الإرسال، وسماع صوت الإشارة المُضمَّنة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
7 - أُصِل جهاز الاستقبال (AM)، ثم أعمل توليفًا للبحث عن تردُّد مُرسِل تضمين الاتساع، ثم أُغيِّر التردُّد واتساع الإشارة الجيبية في المُرسِل، مُلاحِظًا الصوت، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
8 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1- أرسم المُخطَّط الصندوقي لجهاز الإرسال، مُوضِّحًا مراحل إرسال تضمين الاتساع.

2- ما وظيفة مُولِّد الإشارة الجيبية في جهاز الإرسال التدريبي؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات جهاز إرسال تضمين الاتساع.			
2	أفحص عمليًّا أجزاء جهاز إرسال تضمين الاتساع.			
3	أتتبَّع مجرى الإشارة في جهاز إرسال تضمين الاتساع.			

تتبُّع مراحل جهاز استقبال تضمين الاتساع.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين الاتساع.
- أتتبَّع مراحل جهاز استقبال تضمين الاتساع.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز إرسال تضمين الاتساع التدريبي (AH-08). 3. جهاز استقبال تضمين الاتساع التدريبي (AH-06). 4. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 5. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1- مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وظيفة كل مفتاح، ومكان وجود الوصلات الآتية: J_1، J_2، J_3، J_4، J_5، J_6.	
2 - أصِل جهاز الإرسال التدريبي (AH-08)، ومُولِّد الإشارة الصوتية (بوصفه إشارة معلومات)، ثم أُشغِّل المُرسِل.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

3 - أُشغِّل جهاز الاستقبال التدريبي (AH-06)، ثم أعمل توليفًا لاستقبال الإشارة من المُرسِل، ثم أُغيِّر تردُّد الإشارة المُرسَلة، مُلاحِظًا التغيُّر في الإشارة المُستقبَلة في جهاز الاستقبال.

4 - أقيس كل إشارة على الوصلات: J_3، وJ_4، وJ_5، ثم أرسم شكل الإشارة على كل وصلة، مُحدِّدًا قيمة تردُّد هذه الإشارات، ثم أُدوِّن ملاحظاتي. بعد ذلك أفصل كل وصلة على حِدَة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي في كل حالة.

5 - أقيس الإشارة على (P1)، ثم أرسم شكل إشارة الخرج، ثم أُغيِّر قيمة مفتاح (Gain Control)، مُلاحِظًا مستوى الصوت، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
6 - أفصل بين الوصلة J_1 والوصلة J_2، مُلاحِظًا الإشارة المُستقبَلة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي، مُحدِّدًا وظيفة كلٍّ منهما. هل التُقِطت الإشارة المُستقبَلة؟	
7 - أُحاول تغيير تردُّد المُرسِل. هل سيستمر التقاط الإشارة؟ أُحاول تغيير المُؤلِّف في المُستقبِل لالتقاط الإشارة المُرسَلة من جهاز الإرسال التدريبي.	
8 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1- ما سبب وجود دارتي المازج والمذبذب المحلي في أجهزة الاستقبال الإذاعي (السوبر هيتروداين)؟

2- ما وظيفة مفتاح (Gain Control) في جهاز الاستقبال التدريبي؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين الاتساع.			
2	أفحص عمليًّا أجزاء جهاز استقبال تضمين الاتساع.			

تتبُّع الإشارة في جهاز استقبال تضمين الاتساع.

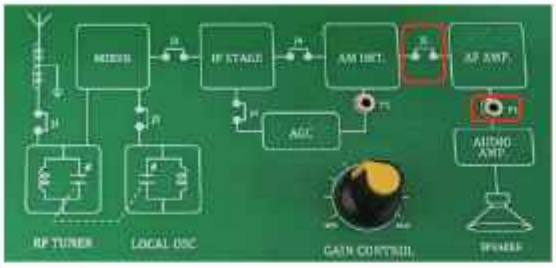
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أُميِّز مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين الاتساع بعضها من بعض.
- أتتبَّع الإشارة في جهاز استقبال تضمين الاتساع.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز استقبال تضمين اتساع تدريبي (AH-06). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُنشِئ جدولًا يحوي الوصلات: J_1، وJ_2، وJ_3، وJ_4، وJ_5، وJ_6، ويُبيِّن استخداماتها.	
2 - أُحدِّد مكان وجود كل وصلة من الوصلات: J_1، وJ_2، وJ_3، وJ_4، وJ_5، وJ_6 في جهاز الاستقبال الإذاعي.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أُشغِّل المُستقبِل، ثم أقيس الإشارة على كلٍّ من الوصلتين: J_3 وJ_4 باستعمال راسم الإشارة، مُحدِّدًا قيمة تردُّد كل إشارة منهما، ثم أُدوِّن ملاحظاتي، وأذكر ما تُمثِّله كل إشارة.	
4 - أقيس الإشارة على كلٍّ من الوصلتين: J_5 و$P1$ باستعمال راسم الإشارة، مُحدِّدًا قيمة تردُّد كل إشارة منهما، ثم أُدوِّن ملاحظاتي، وأذكر ما تُمثِّله كل إشارة. هل سيتغيَّر شكل الإشارة عند توليف الجهاز لاستقبال محطَّة أُخرى؟	
5 - أفصل J3 وJ4، كلٌّ على حِدَة، مُلاحِظًا الإشارة المُستقبَلة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
6 - أفصل J1 وJ2، كلٌّ على حِدَة، مُلاحِظًا الإشارة المُستقبَلة. بمساعدة معلِّمي/ معلِّمتي، أُحاول إيجاد مُكثِّف مُتغيِّر أستعمله لتوليف مرحلة الاستقبال الإذاعية.	
7 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1- ما قيمة التردُّد البيني لمُستقبِل سوبر هيتروداين (تضمين الاتساع)؟

2- بناءً على جهاز الاستقبال (AM) المُستخدَم في التمرين:

أ- أين استُخلِصت الإشارة الصوتية؟

ب- كم مرحلة تكبير عولِجت بها الإشارة قبل وصولها إلى السمّاعة؟

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ: **التقويم الذاتي**

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين الاتساع بعضها من بعض.			
2	أتتبَّع مجرى الإشارة في جهاز إرسال تضمين الاتساع.			

تتبُّع مراحل جهاز إرسال تضمين التردُّد.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف مُكوِّنات جهاز إرسال تضمين التردُّد.
- أتتبَّع مراحل جهاز إرسال تضمين التردُّد.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز إرسال تضمين التردُّد التدريبي (AH-12). 3. جهاز استقبال تضمين التردُّد التدريبي. 4. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 5. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وظيفة كل مفتاح، ومكان وجود مُولِّد الإشارة الحاملة.	
2 - أصِل راسم الإشارة على مَخْرَج كلٍّ من وحدة مذبذب الإشارة الصوتية ووحدة المُكبِّر الأوَّلي للميكروفون، ثم أُشغِّل الجهاز، ثم أرسم شكل إشارة الخرج لكلٍّ من الدارتين في كل حالة.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أَصِل مَخْرَج مُكبِّر الميكروفون بمدخل دارة مُضمِّن التردُّد، ثم أَصِل الميكروفون كما في الشكل، ثم أَصِل راسم الإشارة بمَخْرَج الجهاز. بعد ذلك أُشغِّل الجهاز، مُدوِّنًا ملاحظاتي، ثم أرسم شكل الخرج.	
4 - أَصِل إشارة المعلومات (المذبذب الصوتي) بمدخل دارة مُضمِّن التردُّد كما في الشكل، ثم أَصِل راسم الإشارة بمَخْرَج المُضمِّن. بعد ذلك أُشغِّل الجهاز، مُدوِّنًا ملاحظاتي، ثم أرسم شكل الخرج.	
5 - أَصِل مَخْرَج المُضمِّن بدارة المُكبِّر الصوتي؛ لتحديد عمل جهاز الإرسال، وسماع صوت الإشارة المُضمَّنة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
6 - أَصِل جهاز الاستقبال (AM)، ثم أعمل توليفًا للبحث عن تردُّد مُرسِل تضمين التردُّد، ثم أُغيِّر التردُّد واتساع الإشارة الجيبية في المُرسِل، مُلاحِظًا الصوت، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
7 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1 - أرسم مُخطَّطًا صندوقيًّا لمُرسِل تضمين التردُّد.

2 - ما سبب وجود مذبذب صوتي في دارة مُرسِل تضمين التردُّد؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات جهاز إرسال تضمين التردُّد.			
2	أفحص عمليًّا أجزاء جهاز إرسال تضمين التردُّد.			
3	أتتبَّع مجرى الإشارة في جهاز إرسال تضمين التردُّد.			

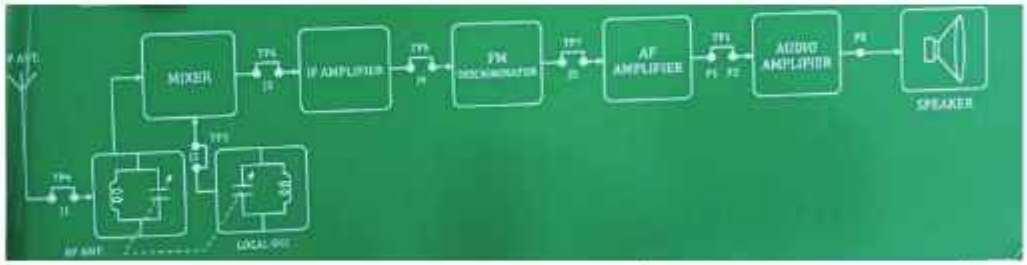
تتبُّع مراحل جهاز استقبال تضمين التردُّد.

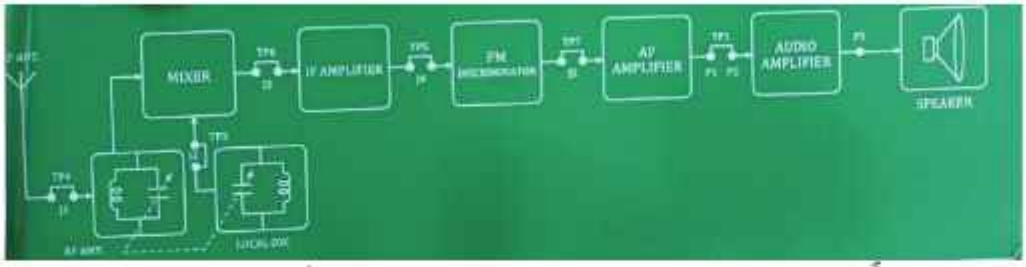
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين التردُّد.
- أتتبَّع مراحل جهاز استقبال تضمين التردُّد.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز إرسال تضمين التردُّد التدريبي (AH-12). 3. جهاز استقبال تضمين التردُّد التدريبي (AH-13). 4. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 5. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وظيفة كل مفتاح، ومكان وجود الوصلات الآتية: J2، J1 J3، J4، J5، J6.	
2 - أُصِل جهاز الإرسال التدريبي (AH-12)، ومُولِّد الإشارة الصوتية (بوصفه إشارة معلومات)، ثم أُشغِّل المُرسِل.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - أصِل بين P_1 و P_2 في جهاز الاستقبال التدريبي (AH-13)، تم أُشغِّل الجهاز، تم أعمل توليفًا لاستقبال الإشارة من المُرسِل، تم أُغيِّر تردُّد الإشارة المُرسَلة، مُلاحِظًا التغيُّر في الإشارة المُستقبَلة في جهاز الاستقبال. بعد ذلك أُعيد توليف المُستقبِل لاستقبال الإشارة من المُرسِل.	
 4 - أقيس الإشارة على كلٍّ من الوصلات: J3، وJ4، وJ5، وP1، وP2، ثم أرسم شكل الإشارة على كل وصلة، ذاكرًا وظيفة كلٍّ منها، ومُحدِّدًا مكان وجود خرج التردُّد البيني وخرج الكاشف، ثم أُدوِّن ملاحظاتي في كل حالة.	
5 - أفصل بين الوصلات: J3 ، وJ4، وJ5، وP1، وP2، كلٌّ على حِدَة، ثم أُدوِّن تأثير ذلك في استقبال الإشارة.	
6 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1 - أُحدِّد قيمة تردُّد الخرج بعد دارة المازج في مُستقبِل تضمين التردُّد.

2 - اذكر نوعين من أنواع كواشف تضمين التردُّد.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين التردُّد.			
2	أفحص عمليًّا أجزاء جهاز استقبال تضمين التردُّد.			

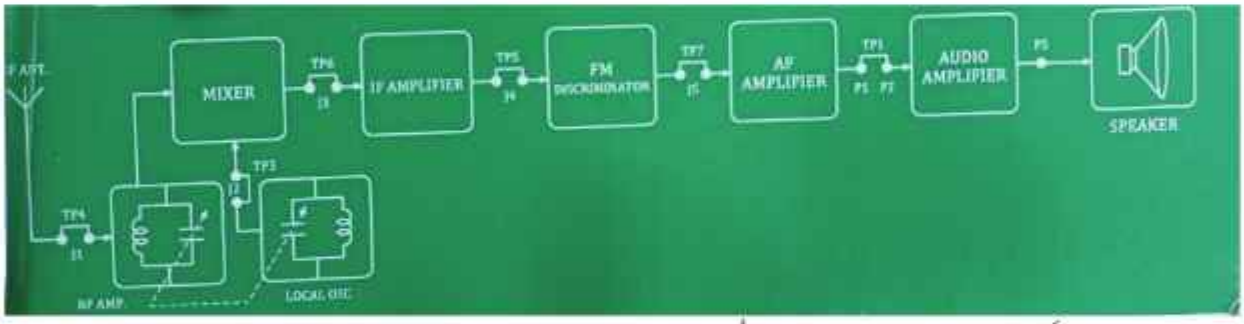
تتبُّع الإشارة في جهاز استقبال تضمين التردُّد.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

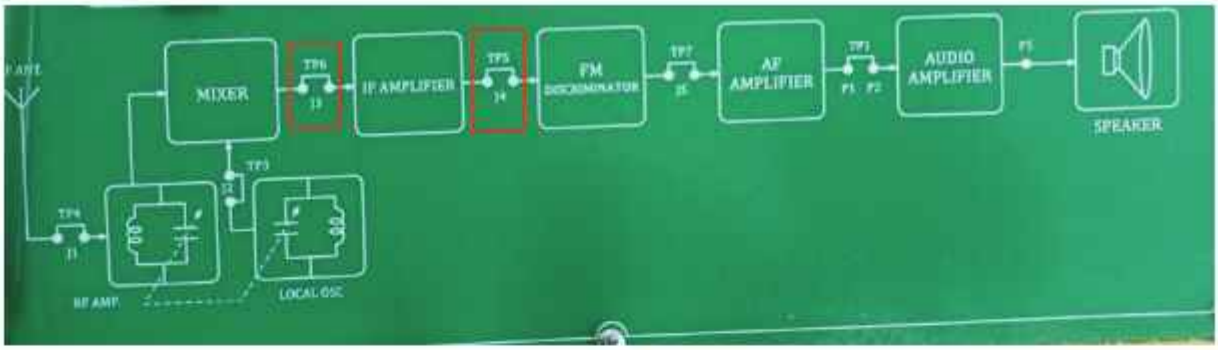
- أُميِّز مراحل جهاز تضمين التردُّد.
- أتتبَّع الإشارة في جهاز استقبال تضمين التردُّد.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

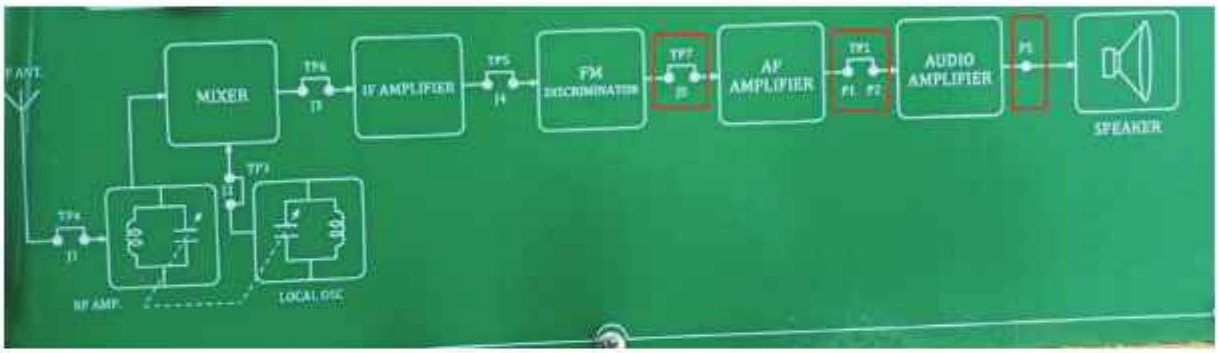
المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز استقبال تضمين التردُّد التدريبي (AH-13). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُنشِئ جدولًا يحوي الوصلات: J1، وJ2، وJ3، وJ4، وJ5، وJ6، ويُبيِّن استخداماتها.	
2 - أُحدِّد مكان وجود كل وصلة من الوصلات: J1، وJ2، و J3، وJ4، وJ5، وJ6 في جهاز الاستقبال الإذاعي.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية



3 - أُشغِّل المُستقبِل، ثم أقيس الإشارة على كلٍّ من الوصلتين: J_3 وJ_4 باستعمال راسم الإشارة، مُحدِّدًا قيمة تردُّد كل إشارة منهما، ثم أُدوِّن ملاحظاتي، وأذكر ما تُمثِّله كل إشارة.



4 - أقيس الإشارة على كلٍّ من الوصلات: P2، وJ5، وP5 باستعمال راسم الإشارة، مُحدِّدًا قيمة تردُّد كل إشارة منها، ثم أُدوِّن ملاحظاتي، وأذكر ما تُمثِّله كل إشارة. هل سيتغيَّر شكل الإشارة عند توليف الجهاز لاستقبال محطَّة أُخرى؟

5 - أفصل J3 وJ4، كلٌّ على حِدَة، مُلاحِظًا الإشارة المُستقبَلة، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.

6 - أفصل J1 وJ2، كلٌّ على حِدَة، مُلاحِظًا الإشارة المُستقبَلة.

7 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.

التقويم

1 – ما قيمة التردُّد البيني لمُستقبِل سوبر هيتروداين (تضمين التردُّد)؟

2 – أُحدِّد نوع الهوائي المُستخدَم في جهاز استقبال إذاعي تضمين التردُّد.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين التردُّد.			
2	أفحص عمليًّا مُكوِّنات جهاز استقبال تضمين التردُّد.			
3	أتتبَّع مجرى الإشارة في جهاز استقبال تضمين التردُّد.			

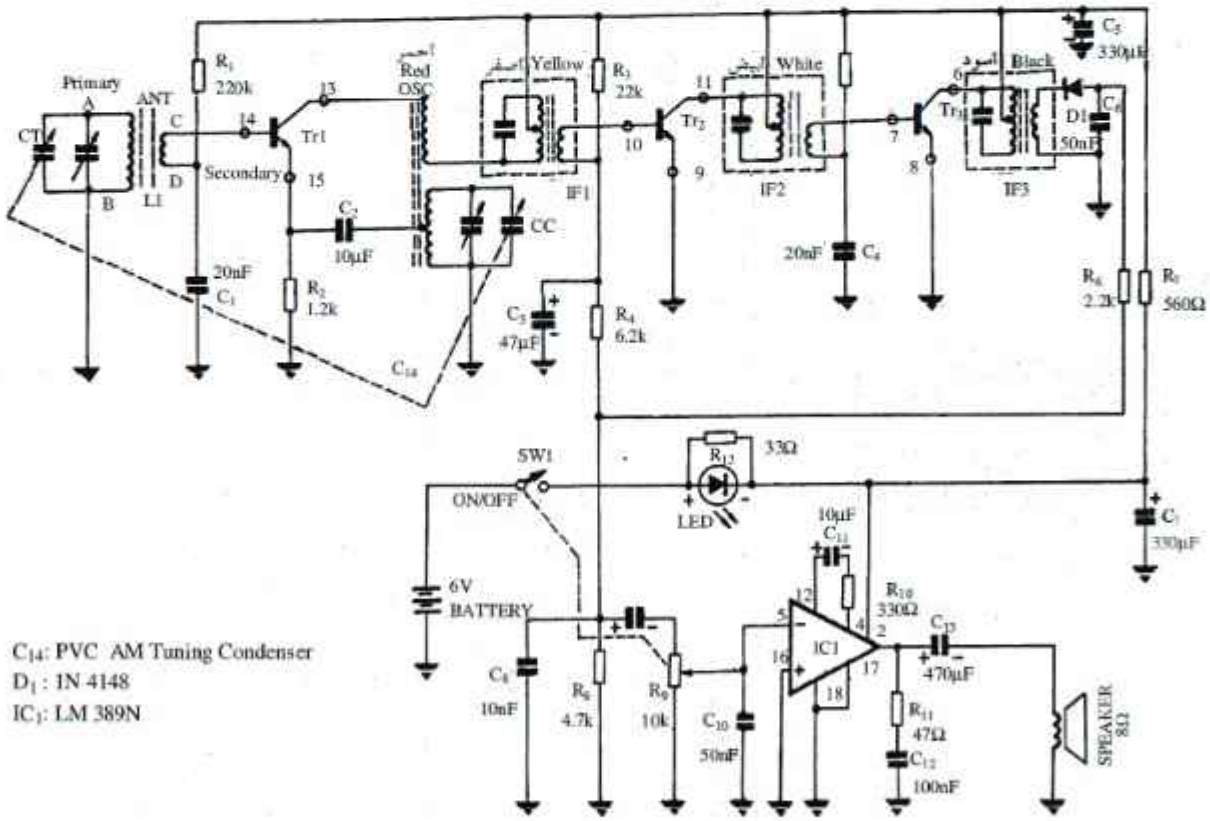
تشخيص أعطال أجهزة الاستقبال الإذاعي.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف الأعطال المُحتمَلة في أجهزة الاستقبال الإذاعي.
- أعمل القياسات اللازمة لتحديد القطع الإلكترونية التالفة واستبدالها.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - عناصر إلكترونية مختلفة.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز استقبال إذاعي تضمين الاتساع. 3. مُخطَّط جهاز استقبال إذاعي تضمين الاتساع. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).



خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - أُشغِّل جهاز الاستقبال الإذاعي (على إذاعة عمّان)، ثم أضبط درجة الصوت على وضع (متوسط).	
2 - أفصل المقاومة (R1). ماذا أسمع؟ ما اسم الجزء الذي تعطّل؟ أُدوِّن ملاحظاتي.	
3 - أصِل راسم الإشارة على قاعدة الترانزستور (Tr3)، ثم أرسم شكل الإشارة.	
4 - أعمل قصرًا للترانزستور (Tr2)، مُلاحِظًا ما يحدث، ومُحدِّدًا الجزء الذي تعطّل، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
5 - أفصل الثنائي (D1)، ثم أُدوِّن ملاحظاتي. ما وظيفة هذا الثنائي؟	
6 - أفصل المقاومة (R6). ما اسم الجزء الذي تعطّل؟ ما وظيفة هذه المقاومة؟ أُدوِّن ملاحظاتي.	
7 - أضبط جهاز الأفوميتر الرقمي على وضع (قياس الجُهْد المستمر)، ثم أقيس الجُهْد على طرف الدارة المُتكاملة رقم (4).	
8 - أرسم شكل إشارة خرج راسم الإشارة على طرف الدارة المُتكامِلة رقم (5)، وطرف الدارة المُتكامِلة رقم (2).	
9 - أفكُّ السمّاعة، والترانزستور(Tr 3)، ومفتاح التشغيل (ON /OFF)، مُحدِّدًا صلاحية كلٍّ منها.	
10 - أُنشِئ جدولًا يحوي الأعطال التي يُمكِن حدوثها في جهاز الاستقبال الإذاعي، وكيفية إصلاحها.	
11 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1 - ما وظيفة الثنائي (D1)، مُحدِّدًا كيفية فحصه؟

2 - يوجد في جهاز الاستقبال الإذاعي هوائي خاص (هوائي الفرايت):

أ- ما وظيفة هذا الهوائي؟

ب- لأيِّ أنواع التضمين يُستخدَم؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُحدِّد أعطال أجهزة الاستقبال الإذاعي.			
2	أعمل القياسات اللازمة لتحديد القطع الإلكترونية التالفة.			
3	أُصلِح أعطال أجهزة الاستقبال الإذاعي.			

ثانيًا: الشاشات والاستقبال التلفازي (Screens and TV Reception)

النتاجات

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرَّف مفهوم التلفاز، وأهميته.
- أُميِّز أنواع شاشات التلفاز بعضها من بعض.
- أتعرَّف المُخطَّط الصندوقي لجهاز استقبال رقمي.
- أتعرَّف نظام (IPTV).

أنظر... وأتساءل

- يُعَدُّ التلفاز إحدى أكثر وسائل الاتصال الجماهيري انتشارًا، وهو يُمثِّل وسيلة مُهمَّة لنقل الأخبار والأحداث. فما مراحل التطوُّر التي مَرَّ بها التلفاز؟ أنظر الشكل (7).

الشكل (7): تلفاز.

أستكشف

- لعلَّ كُلًّا منّا يتذكَّر أوَّل جهاز تلفاز وقعت عليه عيناه. ما التطوُّرات التي أُلاحِظها على حجم الجهاز، وشكله، ووضوح الصورة فيه؟ هل يُمكِن استخدام بعض تطبيقات الإنترنت في شاشات التلفاز الحديثة؟ ما مُستقبَل هذه الشاشات في عصر الإنترنت وشبكات التواصل الاجتماعي؟

أقرأ وأتعلّم

تتربَّع الشاشة الصغيرة على قِمَّة الأجهزة المنزلية؛ فلا يكاد يخلو منزل أو مكتب من هذه الشاشة الساحرة، التي يلتفُّ حولها أفراد الأُسْرة كبارًا وصغارًا. وبالرغم من أنَّ قنوات التلفاز المحلية كانت محدودة بحيث لا يتجاوز عددها عدد أصابع اليد الواحدة، فقد أصبح له مؤسسات إعلامية خاصَّة به. وما إنْ دخل القمر الصناعي (الستالايت) عالَمنا، حتى حدثت الطفرة التي حوَّلت التلفاز إلى نافذة عالمية، ننظر من خلالها إلى العالَم أجمع، ونتجوَّل به بين القارّات والدول.

الشكل (8): شاشة أنبوب أشعة الكاثود (Cathode Ray Tube: CRT).

أنواع شاشات التلفاز:

1 - شاشة أنبوب أشعة الكاثود (Cathode Ray Tube: CRT): هي أوَّل أنواع شاشات التلفاز التي صُنِعت، وكان حجمها (14) بوصة فأكثر، أنظر الشكل (8).

2 - شاشة البلازما (PLASMA TV): بدأ صنع هذا النوع من الشاشات عام 1999م، مُمهِّدًا الطريق أمام الشاشات الرفيعة والمُسطَّحة. أهم ما تمتاز به شاشة البلازما هو ألوانها التي تُشبِه كثيرًا الألوان الموجودة في الطبيعة، أنظر الشكل (9).

الشكل (9): شاشة بلازما.

3 - شاشة (LIQUID CRYSTAL DISPLAY: LCD): ظهر هذا النوع من الشاشات نتيجة التنافس الشديد بين الشركات الكبيرة، مُمثَّلًا في تطوير التصميم الداخلي للتلفاز، والعمل - في الوقت نفسه- على أنْ يكون أقل ثمنًا، وأفضل أداءً.

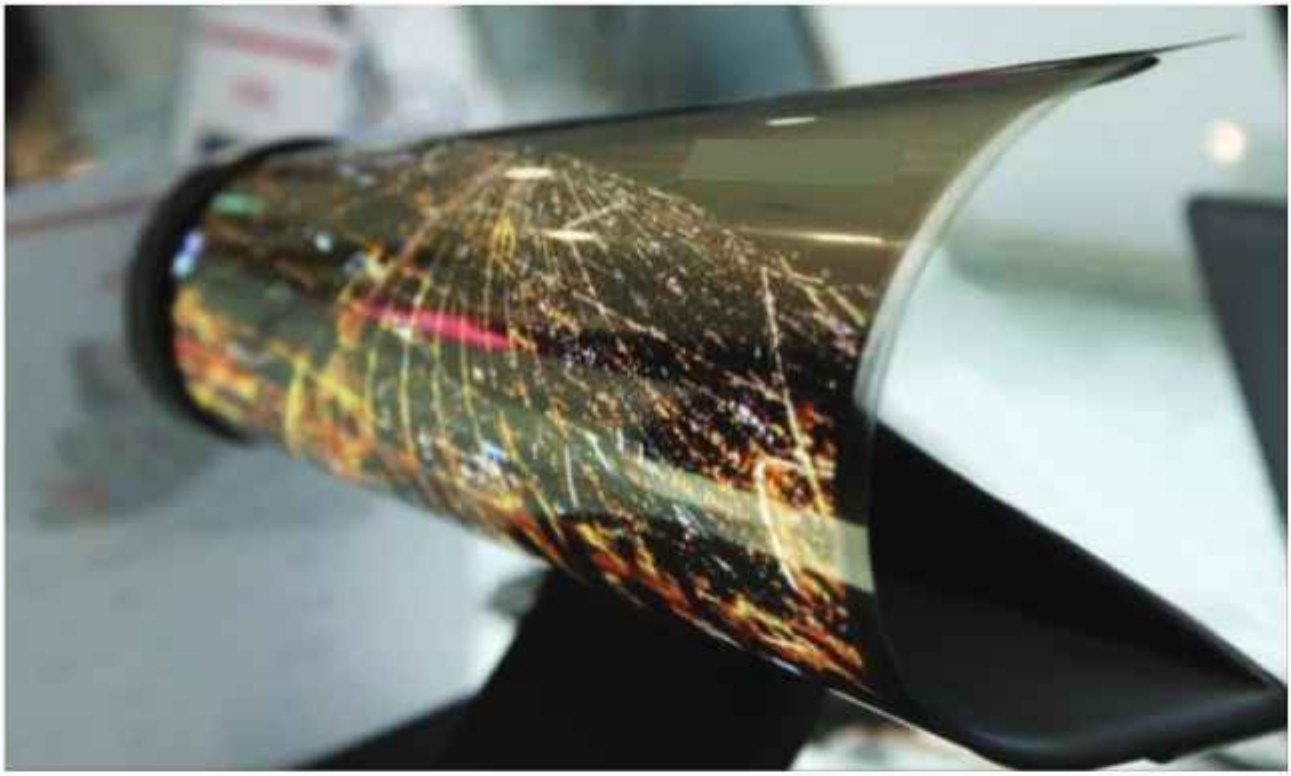
يمتاز هذا النوع من الشاشات بأنَّه مُوفِّر للطاقة، وبألوانه الناصعة والواضحة. أمّا أبرز سلبياته فتتمثَّل وجوب النظر إلى الشاشة على نحوٍ مستقيم؛ ذلك أنَّ مشاهدتها من مكان غير مُقابل لها يُظهر خللًا كبيرًا في الألوان، فضلًا عن ضعف زمن استجابتها، لا سيَّما عند عرض اللقطات السريعة.

4 - شاشة (LIGHT-EMITTING DIODE: LED): يُعَدُّ هذا النوع نسخة مُطوَّرة لشاشات (LCD) من حيث درجة الإضاءة، والتباين، ونقاء الألوان؛ نتيجة استخدام الثنائيات الباعثة للضوء.

5 - الشاشة الثلاثية الأبعاد (3D): تُعَدُّ هذه الشاشة من أحدث الشاشات الخاصَّة بعرض الأفلام والألعاب؛ إذ تتيح للمُشاهِد فرصة التمتُّع بتجربة صورة ثلاثية الأبعاد، أنظر الشكل (10).

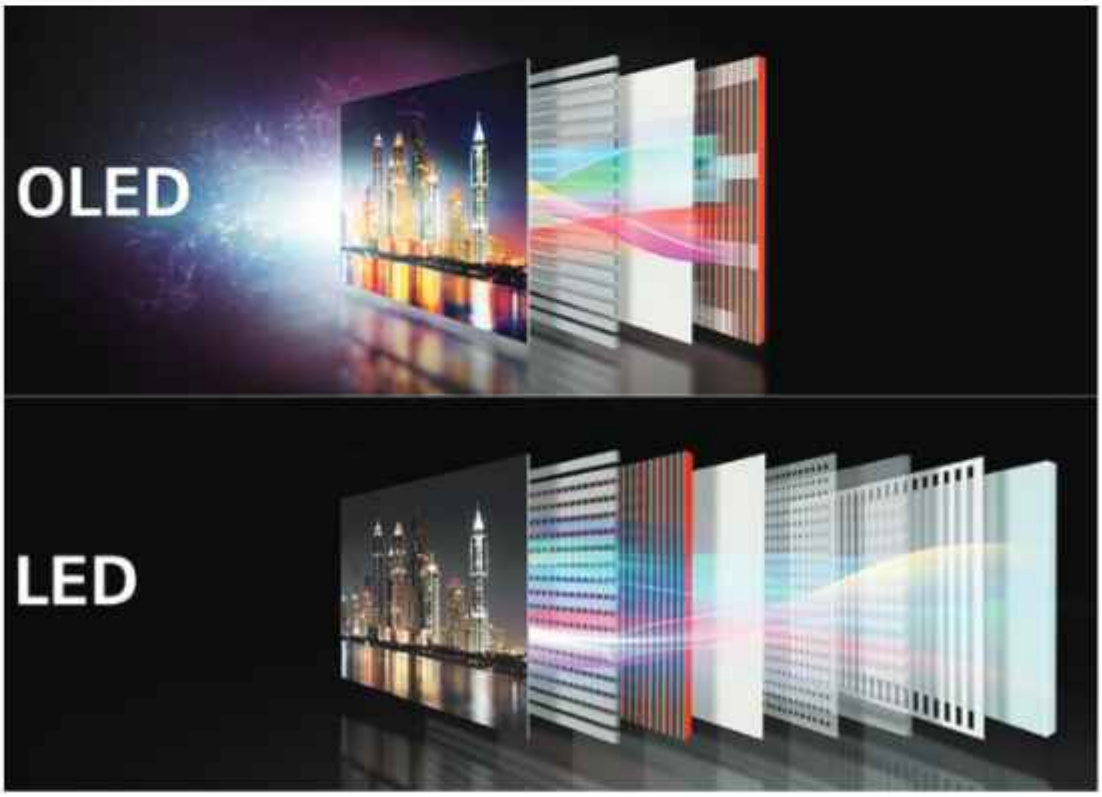
الشكل (10): شاشة ثلاثية الأبعاد (3D).

6 - شاشة (ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE: OLED): تمتاز هذه الشاشة بمرونتها، ودِقَّة سُمْكها الفائقة، وتُعَدُّ التقنية المُستخدَمة في صناعتها من أحدث التقنيات في عالَم الشاشات، وتمتاز أيضًا بأنَّها صديقة للبيئة، وأكثر حداثةً وتطوُّرًا مُقارَنةً بأنواع الشاشات المذكورة آنفًا، فضلًا عن صِغَر حجمها، وخِفَّة وزنها، حتى إنَّ بعضها دقيق جدًّا، وأقرب ما يكون إلى الورق؛ ما يسمح بطَيِّها، أنظر الشكل (11).



الشكل (11): شاشة (ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE: OLED).

يُبيِّن الشكل (12) الفرق في درجة وضوح الألوان بين شاشة (LED) وشاشة (OLED).



الشكل (12): الفرق في درجة وضوح الألوان بين شاشة (LED) وشاشة (OLED).

- نظام (IPTV):

التكل (13): نظام (IPTV).

أصبح شائعًا اليوم استخدام شبكة الإنترنت في مختلف مناحي الحياة اليومية، وقد امتدَّ ذلك ليشمل استخدام هذه الشبكة في التلفاز بدلًا من (الستالايت)، وهو ما يتطلَّب توافر نظام (IPTV) خاصٌّ به لأداء هذه المهمة، أنظر الشكل (13). فما نظام (IPTV)؟

- ماهية نظام (Internet Protocol Television – IPTV):

توجد طرائق عِدَّة لنقل البثِّ التلفازي، منها: البث الأرضي، والأقمار الصناعية، وشبكة الإنترنت باستخدام الحاسوب، أو باستخدام التلفاز عن طريق نظام (IPTV)، وهذه الأحرف هي اختصار لمصطلح (Internet Protocol Television)، الذي يعني ميثاق (بروتوكول) الإنترنت للبثِّ التلفازي.

1- البثُّ الأرضي:

تُعَدُّ هذه الطريقة أقدم الطرائق المعروفة لنقل البثِّ التلفازي التقليدي. وفيها يُستعمَل الهوائي التقليدي لالتقاط التردُّد المطلوب، وقد أصبح من النادر استعماله هذه الأيام.

2- البثُّ عن طريق الأقمار الصناعية:

يُعَدُّ استخدام هذه الطريقة شائعًا في الدول النامية. وفيها يُلتقَط البثُّ عن طريق أطباق (الستالايت) المعروفة، إلى جانب جهاز المُستقبِل (الرسيفر) الخاصِّ بذلك.

3- البثُّ عن طريق شبكة الإنترنت:

توجد ثلاث طرائق لالتقاط البثِّ بواسطة شبكة الإنترنت، هي:

1 - جهاز الحاسوب المُتَّصِل بشبكة الإنترنت.

2 - جهاز التلفاز باستعمال نظام (IPTV).

3 - جهاز الاستقبال الرقمي باستعمال نظام (IP RECEIVER).

- مُكوِّنات نظام (IPTV):

أ- شبكة إنترنت ذات سرعة كبيرة.

ب- تلفاز ذكي (Smart TV)، أو تلفاز تقليدي، وجهاز مُستقبِل رقمي.

- مزايا نظام (IPTV):

أ- عدم استعمال الأطباق.

ب- توافر جميع القنوات؛ فالتقاط كثير من التردُّدات يتطلَّب استعمال أطباق ذات أقطار كبيرة نسبيًّا، وتوجيهها توجيهًا خاصًّا، خلافًا لِما يتطلَّبه نظام (IPTV)؛ فجميع القنوات متوافرة، وبجودة عالية.

ج- التزامن: توجد برامج عِدَّة تُبَثُّ في الأوقات التي لا تناسب الجميع، مثل: وقت العمل، ووقت الخروج من المنزل، ووقت النوم؛ لذا يُمكِن ضبط الجهاز - في هذا النظام- على موعد البرنامج، ثم مشاهدته لاحقًا.

د- الفيديو حسب الطلب: يُقصَد بذلك خدمة (VOD) التي تتيح مشاهدة عديد من الأفلام، بالاختيار عن طريق مُزوِّدي الخدمة.

هـ - الجودة العالية: يمتاز نظام (IPTV) بجودة العرض المُتعدِّدة (HD, 4K, SD).

- في أثناء مشاهدتي مباراة كرة قدم، أنظر إلى الشاشة الموجودة في الملعب كتلك الظاهرة في الشكل (14)، مُحاوِلًا تعرُّف نوعها، وطريقة عملها.

الشكل (14).

1- أُعرِّف مصطلح (IPTV)، مُعدِّدًا مُكوِّناته.

2- أُعدِّد أنواع شاشات التلفاز.

3- ما نوع الشاشة المُستخدَمة في الهواتف الخلوية وفي جهاز (ATM)؟

تركيب شاشة العرض التلفازي (LED TV).

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف طرائق توصيل شاشة العرض التلفازي (LED TV).
- أتعرَّف المداخل والمخارج والبرمجة لشاشة العرض التلفازي (LED TV).

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- وصلات (AV). - وصلات (HDMI). - وصلة (VGA).	1. شاشة العرض التلفازي (LED TV). 2. مُخطَّط شاشة العرض التلفازي، وكُتَيِّب التشغيل. 3. مُستقبِل فضائي (رسيفر).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

أوَّلًا- التوصيل بين شاشة العرض والمُستقبِل الفضائي (الرسيفر) باستعمال وصلة (AV).

1 - أَصِل شاشة العرض بالمُستقبِل، علمًا بأنَّه توجد طرائق عديدة لذلك، تبعًا للمواصفات والمداخل الخاصَّة بكلٍّ من المُستقبِل، وشاشة (LED)، أنظر الشكل (1).

الشكل (1): مداخل شاشة (LED).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 - أتعرَّف الواجهة الخلفية للمُستقبِل الظاهر في الشكل (2).	 الشكل (2): واجهة خلفية لمُستقبِل.
3 - أصِل بين شاشة العرض على مدخل (AV in) والمُستقبِل (AV o/ t) باستعمال وصلة (AV) حسب الألوان، أنظر الشكل (3).	 الشكل (3).
4 - أُشغِّل التلفاز، ثم أختار وضعية (AV) بالضغط على زرّ (Source) من جهاز التحكُّم (الريموت).	
5 - أصِل الكَبْل الممتدّ من طبق الاستقبال الفضائي بالمُستقبِل.	
6 - أصِل بين شاشة العرض على مدخل (AV in) والمُستقبِل (AV o/ t) باستعمال وصلة (AV) حسب الألوان، ثم أُشغِّل المُستقبِل، مُلاحِظًا المحطَّة المُستقبَلة، أنظر الشكل (4).	 الشكل (4).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
ثانيًا- التوصيل بين شاشة العرض والمُستقبِل الفضائي (الرسيفر) باستعمال وصلة (HDMI).	
1 - أصِل شاشة العرض بالمُستقبِل عن طريق وصلة (HDMI)، أنظر الشكل (6).	
الشكل (6).	
2 - أُشغِّل التلفاز، ثم أختار وضعية (HDMI) بالضغط على زرّ (Source) من جهاز التحكُّم (الريموت).	
3 - أصِل الكَبْل الممتدّ من طبق الاستقبال الفضائي بالمُستقبِل، ثم أُشغِّل المُستقبِل، مُلاحِظًا المحطَّة المُستقبَلة.	
4 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي، ثم أرسم جميع طرائق توصيل شاشة العرض بالمُستقبِل.	

التقويم

1. فيم يُستخدم زرّ (Source) في جهاز التحكُّم (الريموت)؟
2. هل يمكن توصيل جهاز حاسوب بشاشة العرض؟
3. أيُّ المداخل يُمكِن استعماله لهذا الغرض؟
4. ما الوصلة المناسبة لذلك؟

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مداخل شاشة العرض التلفازي (LED TV).			
2	أُميِّز عمليًّا طرائق توصيل الشاشة بأنظمة الاستقبال الفضائية.			

فكّ شاشة العرض التلفازي (LED TV).

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

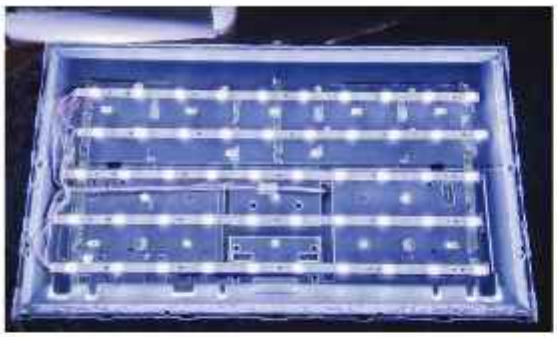
- أتعرَّف مُكوِّنات شاشة العرض التلفازي (LED TV).
- أتتبَّع مراحل شاشة العرض التلفازي (LED TV).

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون. - مِفكّات خاصة.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. شاشة العرض التلفازي (LED TV). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بكُتيِّب التشغيل، ومُخطَّط شاشة العرض، أقرأ تعليمات الشركة الصانعة لتحديد مُكوِّنات الشاشة، وتعرُّف خطوات فكِّها.	
2 - أفكُّ غطاء الشاشة، ثم أفصل الملفات عن اللوحة.	
3 - مستعينًا بكُتيِّب التشغيل ومُخطَّط شاشة العرض، أُحدِّد دارة القدرة (power)، ودارة التحكُّم (Control)، وملفات (Ticon) الموصولة بالشاشة الداخلية (Panel)؛ لتمييز إنْ كان لها دارة خاصة أم لا، وتحديد عدد ملفات ((1) Ticon، أو 2، أو 4)، وقياسات دارة القدرة.	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
4 - أُحدِّد الدارة الخاصة بأطراف ملفات (Ticon)، ثم أُدوِّن ملاحظاتي.	
5 - أُحدِّد اللوحات الموجودة داخل الشاشة، مُميِّزًا بين دارة القدرة، ودارة التحكُّم، ودارة (Ticon)، ثم أفصل الوصلات عنها، ثم أفكُّ اللوحات.	
6 - أضع قطعة إسفنج أسفل الشاشة، ثم أقلبها بحذر شديد، ثم أفكُّ الإطار عن الشاشة، فتظهر الشاشة الداخلية (panel).	
7 - أُحدِّد مُكوِّنات الشاشة الداخلية (panel)، وعدد المُرشِّحات (الفلاتر) فيها، وإذا كانت توجد ملفات (Ticon) للشاشة، أو دارة (Ticon) خاصَّة بها أم لا. **ملحوظة:** تحتوي الشاشة الداخلية على (cof)؛ وهي وسيلة نقل المعلومات إلى دارة (Ticon)؛ لذا يجب تحريرها بصورة كاملة لفكِّ الشاشة الداخلية (panel).	

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
8 - أفصل الشاشة الداخلية (panel)، ثم أفكُّها، ثم أفكُّ عواكس الألواح البيضاء.	
9 - أفكُّ إحدى مساطر الإضاءة (LEDs)، ثم أفحصها بجهاز فحص مساطر الشاشة. وفي حال كانت تالفة، فإنَّني أُغيِّرها، ثم أجمع الشاشة؛ للتأكُّد من إصلاح العطل.	
10 - أُعيد تجميع الشاشة، ثم أُدوِّن النتاجات في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1 - ما وظيفة مساطر الإضاءة في شاشة العرض التلفازي (TV LED)؟

2 - علامَ يُؤثِّر تلف أحد الثنائيات المُكوِّنة لإحدى المساطر؟

3 - ما وظيفة دارة التحكُّم في الشاشة؟

التقويم الذاتي

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات شاشة العرض التلفازي (LED TV).			
2	أُميِّز عمليًّا طريقة فكِّ شاشة العرض التلفازي (LED TV).			

تحديد أعطال شاشة العرض التلفازي (LED TV).

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف الأعطال المُحتملة في شاشة العرض التلفازي (LED TV).
- أعمل القياسات اللازمة لتحديد القطع الإلكترونية التالفة واستبدالها.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون. - مِفكّات خاصة.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. شاشة العرض التلفازي (LED TV). 3. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 4. جهاز فحص مساطر الإضاءة. 5. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أفصل مصدر التغذية عن الشاشة، ثم أفكُّ غطاء الشاشة.

2 - مستعينًا بكُتيِّب التشغيل ومُخطَّط شاشة العرض، أُحدِّد دارة القدرة (power)، ودارة التقويم، ودارة التنعيم، ودارة تثبيت الجُهْد، ودارة المُصهر، ومفتاح التشغيل (ON /OFF)، ثم أفحص كُلًّا منها لتحديد صلاحيته.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
3 - مستعينًا بمُخطَّط شاشة العرض، أُحدِّد جُهْد الخرج لدارة القدرة، وأفحص الشاشة باستعمال جهاز الفولتميتر، ثم أُحدِّد مكان العنصر التالف. بعد ذلك أفصل جُهْد التشغيل لأتمكَّن من فكِّ القطعة، ثم أفحصها وأستبدلها إنْ كانت تالفة.	LCD/ LED TV BLOCK DIAGRAM TCON BOARD PANEL TUNER USB HDMI A/V IN MOTHER BOARD LVDS CABLE T CON IC SCAN DRIVER IC GATE COF SCREEN DC DC IC GAMA IC SOURCE COF BACK LIGHT 12 V POWER SUPPLY 230 VOLT AV 24V DC INVERTOR / DRIVER BOARD أعطال الإضاءة (Back light).
4 - أُحدِّد أطراف تغذية مساطر الإضاءة (يُمكِن فحصها قبل عملية الفكِّ)؛ لتمييز إنْ كان العطل من دارة القدرة أم من أعطال الإضاءة (Back light).	
5 - أفصل مصدر التغذية عن الشاشة، ثم أفكُّ غطاء الشاشة، ثم أفكُّ اللوحات، فالإطار. بعد ذلك أفصل الشاشة الداخلية (panel).	
6 - قبل إجراء أيِّ قياس باستخدام الفولتميتر أفصل عواكس الألواح البيضاء، لتصل إلى (Back light)، ثم أتأكَّد من ذلك بالنظر إلى التنائيات المشعة للضوء، لكل مسطرة على حِدَة.	
7 - أتحقَّق من صلاحية كل مسطرة باستعمال جهاز فحص مساطر الشاشة. وفي حال وجود مسطرة تالفة، فإنَّني أُغيِّرها، ثم أجمع الشاشة؛ للتأكُّد من إصلاح العطل. 8 - أُعيد تجميع الشاشة، ثم أُدوِّن النتاجات في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1 - ما نوع الجُهْد المُغذّي لمساطر الإضاءة؟

2 - أُحدّد وظيفة جهاز فحص مساطر الإضاءة.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا أعطال شاشة العرض التلفازي (LED TV).			
2	أُميِّز عمليًّا خطوات إصلاح الشاشة، وفحصها، وصيانتها.			

ثالثًا: أنظمة الاتصالات بالألياف البصرية
(Fiber Optic Communication Systems)

النتاجات

يُتوقّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرّف المُكوّنات الأساسية لأنظمة الاتصالات بالألياف البصرية.
- أُنشِئ نظام إرسال واستقبال بالألياف الضوئية.

انظر ... وأتساءل

- هل عرضت عليك إحدى شركات الاتصالات تركيب نظام فايبر (Fiber) في بيتك؟ في رأيك، لماذا أقدمت شركة الاتصالات على فعل ذلك؟ كيف يُمكِن تحويل المعلومات إلى إشارة ضوئية أو العكس في عملية الإرسال والاستقبال؟ أنظر الشكل (15).

الشكل (15): عرض استبدال خطوط الألياف البصرية بالخطوط المُستخدَمة في المنازل.

أستكشف

- تعرَّفْتُ في الوحدة السابقة الألياف البصرية بوصفها أحد أنواع خطوط النقل. كيف يُمكِن الاستفادة من الثورة العلمية والتقنية في مجال الاتصالات في الحياة اليومية؟ ما طبيعة النظام الذي تُستخدم فيه تقنية الألياف الضوئية؟

أقرأ وأتعلّم

نظام الاتصالات بالألياف البصرية:

يتكوَّن نظام الاتصال البصري من ثلاثة أجزاء رئيسة يُبيِّنها الشكل (16)، وهي:

1 - **المُرسِل البصري (الضوئي) (optical transmitter):** المصدر الضوئي هو الجزء الأساسي الذي يُحوِّل الإشارة الكهربائية المُدخَلة (إشارة المعلومات) إلى إشارة ضوئية. ومن الأمثلة على هذا المصدر: الثنائيات، والترانزستورات المُشِعَّة للضوء، والليزر.

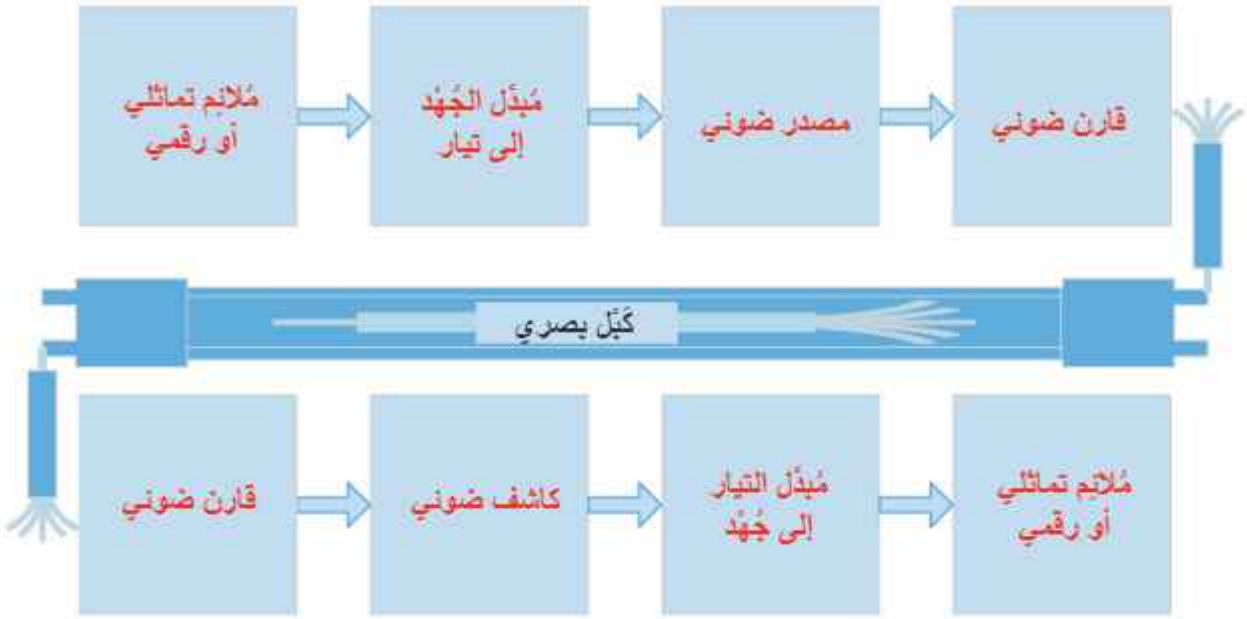
يتطلَّب إرسال الإشارات التلفازية أو الهاتفية تضمين هذه الإشارات قبل نقلها عن طريق إشارة المعلومات التماثلية أو الرقمية.

2 - **الليف البصري (the fiber optic):** يعمل الليف البصري على إيصال الإشارة الضوئية من المُرسِل إلى المُستقبِل.

3 - **المُستقبِل البصري (optical receiver):** تتمثَّل وظيفة المُستقبِل البصري في استقبال الإشارة الضوئية، وكشفها، وتحويلها إلى إشارة كهربائية تُرسَل إلى المُستخدِم، وتظهر على شاشة التلفاز، أو شاشة الهاتف.

الشكل (16): نظام الاتصال بالألياف البصرية.

يُبيِّن الشكل (17) مُكوِّنات نظام الاتصال البصري مُمثَّلةً في المُرسِل البصري، والمُستقبِل البصري.



الشكل (17): عناصر نظام الاتصال البصري.

يتكوَّن المُرسِل البصري من الأجزاء الآتية:

1 - **المُلائِم (التماثلي-الرقمي):** يُستعمَل المُلائِم لضبط النظام باستقبال نوعية مُحدَّدة من الإشارات (تماثلية، أو رقمية)، وهو لا يستقبل الإشارات التماثلية والرقمية معًا.

2 - **مُبدِّل الجُهْد إلى تيار:** يعمل المُبدِّل على تحويل جُهْد الإشارات الداخلة إلى تيار مُكافِئ ومُناسِب لتشغيل مصدر الضوء.

3 - **المصدر الضوئي:** يتألَّف المصدر الضوئي من ثنائي مُشِعٍّ للضوء (LED)، أو ثنائي ليزر (LD).

4 - **القارن الضوئي:** أداة ميكانيكية تُستعمَل لربط المصدر الضوئي بالليف البصري، وإيصال الضوء.

يتكوَّن المُستقبِل البصري من الأجزاء الآتية:

1 - **القارن الضوئي.**

2 - **الكاشف الضوئي:** يتمثَّل الكاشف الضوئي في أحد الأنواع الآتية:

أ - الثنائي الضوئي (photo diode).

ب- الثنائي الضوئي (p-i-n).

ج- الثنائي الضوئي (APD).

علمًا بأنَّ هذه الثنائيات جميعها تُحوِّل الضوء إلى تيار؛ ما يُحتِّم وجود مُبدِّل تيار إلى جُهْد.

3 - **مُبدِّل التيار إلى جُهْد:** يعمل هذا المُبدِّل على تحويل تغيُّرات تيار الكاشف إلى تغيُّرات في جُهْد إشارة المَخْرَج.

4 - **المُلائِم (التماثلي-الرقمي):** يُستعمَل المُلائِم لضبط الإشارات الخارجة من النظام البصري (تماثلية، أو رقمية)، ويجب أنْ يكون مُتوافِقًا في الضبط مع المُلائِم (التماثلي-الرقمي) في وحدة الإرسال.

الإثراء والتوسُّع

- أبحث أنا وأفراد مجموعتي في المراجع العلمية المناسبة عن أنظمة الاتصالات بالألياف الضوئية، ثم أكتب تقريرًا عنها، ثم أُناقِشه مع أفراد المجموعة.

القياس والتقويم

1- فيم يستفاد من مُبدِّل جهد التيار في المُرسِل البصري؟

2- ما أنواع الثنائيات المُستخدمة في الإرسال بالألياف الضوئية؟

3- ما أنواع الثنائيات المُستخدمة في الاستقبال بالألياف الضوئية؟

الخريطة المفاهيمية

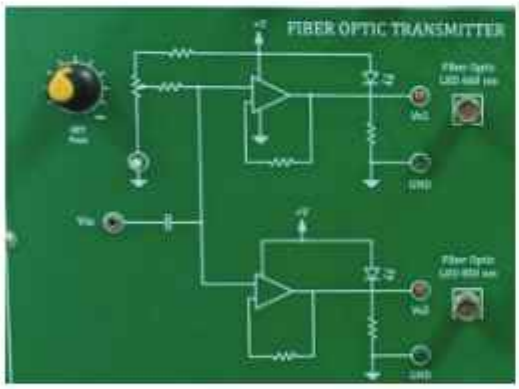
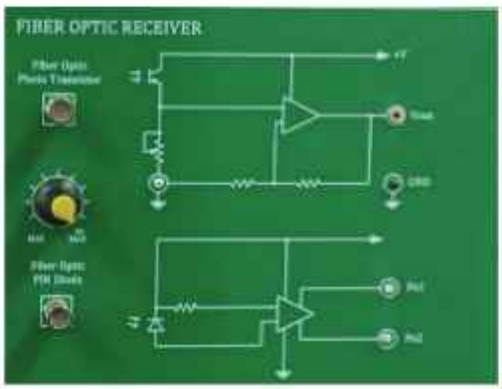
نظام الاتصالات بالألياف الضوئية (إرسال إشارة صوتية).

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أتعرَّف مُكوِّنات نظام الاتصالات بالألياف الضوئية.
- أتتبَّع مراحل جهاز إرسال الألياف الضوئية التدريبي.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز إرسال الألياف الضوئية التدريبي (AH-F01). 3. جهاز استقبال الألياف الضوئية التدريبي. 4. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 5. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وحدة المُرسِل الضوئي، ووظيفة المقاومة المُتغيِّرة، والعنصر الضوئي المُستخدَم في الدارتين.	
2 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وحدة المُستقبِل الضوئي ووظيفة المقاومة المُتغيِّرة، والعنصر الضوئي المُستخدَم في الدارتين.	

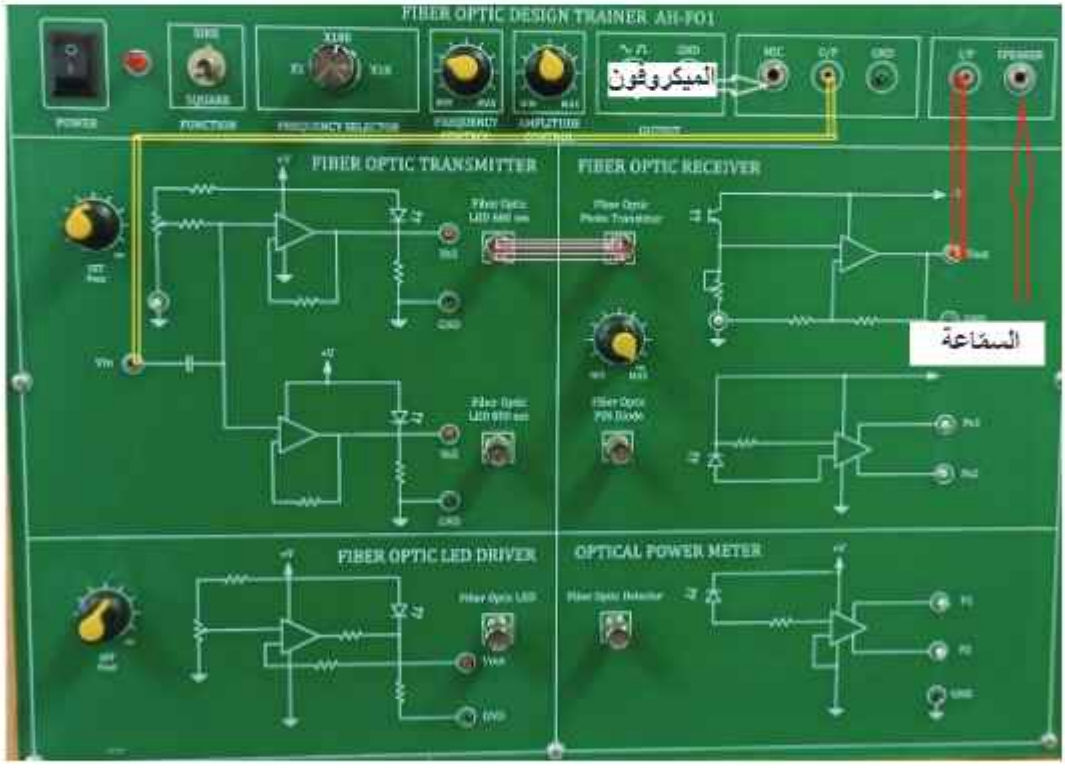
خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

3 - أُحدِّد مكان مدخل الميكروفون ومَخْرَجه؛ لتوصيله بوحدة المُرسِل الضوئي.

4 - أُحدِّد مكان توصيل السمّاعة ومدخلها؛ لتوصيلها بوحدة المُستقبِل الضوئي.

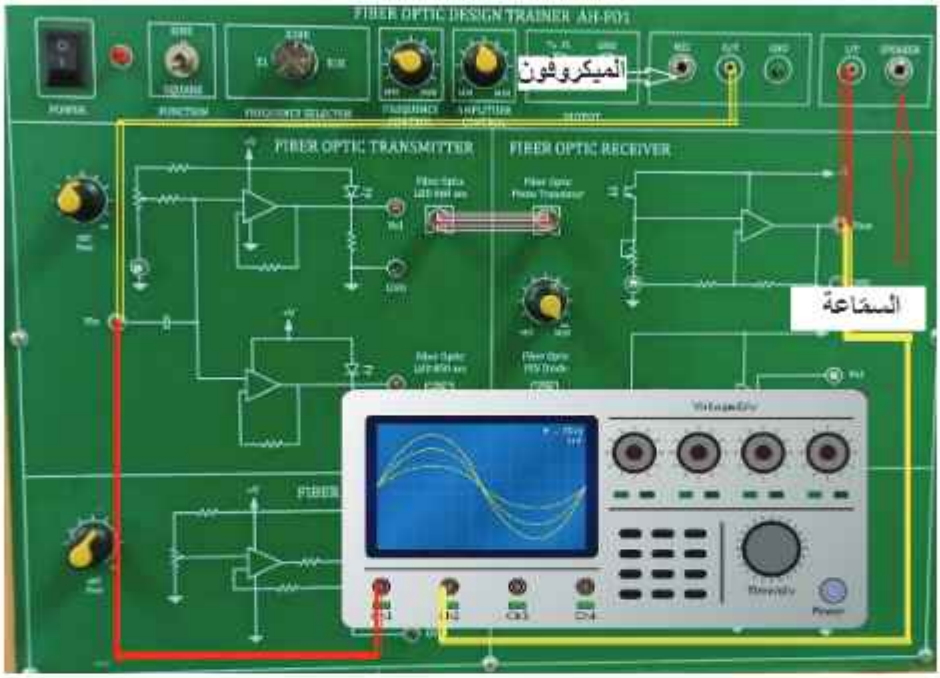
5 - أَصِل الميكروفون، ثم مَخْرَج مُكبِّر الميكروفون بمدخل وحدة المُرسِل البصري. بعد ذلك أَصِل كِبْل الألياف الضوئية بين وحدتي المُرسِل البصري والمُستقبِل البصري كما في الشكل، ثم أَصِل مَخْرَج المُستقبِل بمدخل السمّاعة، ثم أَصِل السمّاعة بمدخلها، ثم أُشغِّل الجهاز. هل نُقِلَت إشارة الميكروفون من المُرسِل إلى المُستقبِل؟

- أفصل الليف البصري. هل انقطع الصوت؟ أُدوِّن ملاحظاتي.



خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

6 - أُصِل راسم الإشارة بمدخل وحدة المُرسِل الضوئي، ثم أصِل القناة الثانية للراسم بمخْرَج المُستقبِل الضوئي كما في الشكل. بعد ذلك أُشغِّل الجهاز، ثم أرسم شكل الخرج والدخل، مُدوِّنًا ملاحظاتي.



7 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.

التقويم

1 - ما مُكوِّنات وحدة المُرسِل الضوئي في نظام الاتصالات بالألياف البصرية؟

2 - ما وظيفة مُكبِّر الميكروفون (إشارة الميكروفون) المُستخدم في الجهاز التدريبي الخاصّ باتصالات الألياف البصرية.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز عمليًّا مُكوِّنات نظام اتصالات ألياف ضوئية.			
2	أفحص عمليًّا أجزاء نظام اتصالات ألياف ضوئية.			
3	أتتبَّع مجرى إشارة صوتية في نظام اتصالات ألياف ضوئية.			

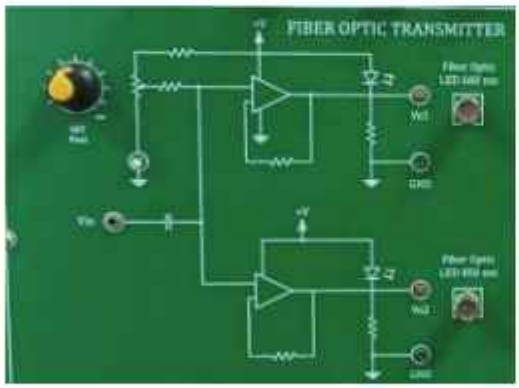
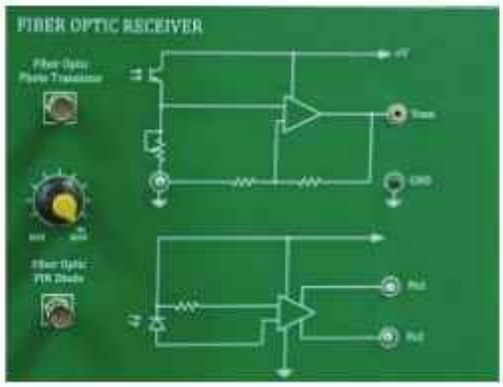
نظام الاتصالات بالألياف الضوئية (إرسال إشارة جيبية).

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أُنشئ نظام اتصالات باستخدام الألياف الضوئية.
- أتتبع مجرى إشارة جيبية في نظام اتصالات ألياف ضوئية.
- أتتبَّع مراحل جهاز إرسال تضمين الاتساع.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- أسلاك توصيل. - ميكروفون.	1. راسم إشارة (قناتان/ 100MHz). 2. جهاز إرسال الألياف الضوئية التدريبي (AH-F01). 3. جهاز استقبال الألياف الضوئية التدريبي. 4. مُخطَّط الجهاز التدريبي، وكُتيِّب التشغيل. 5. جهاز قياس أفوميتر رقمي (DMM).

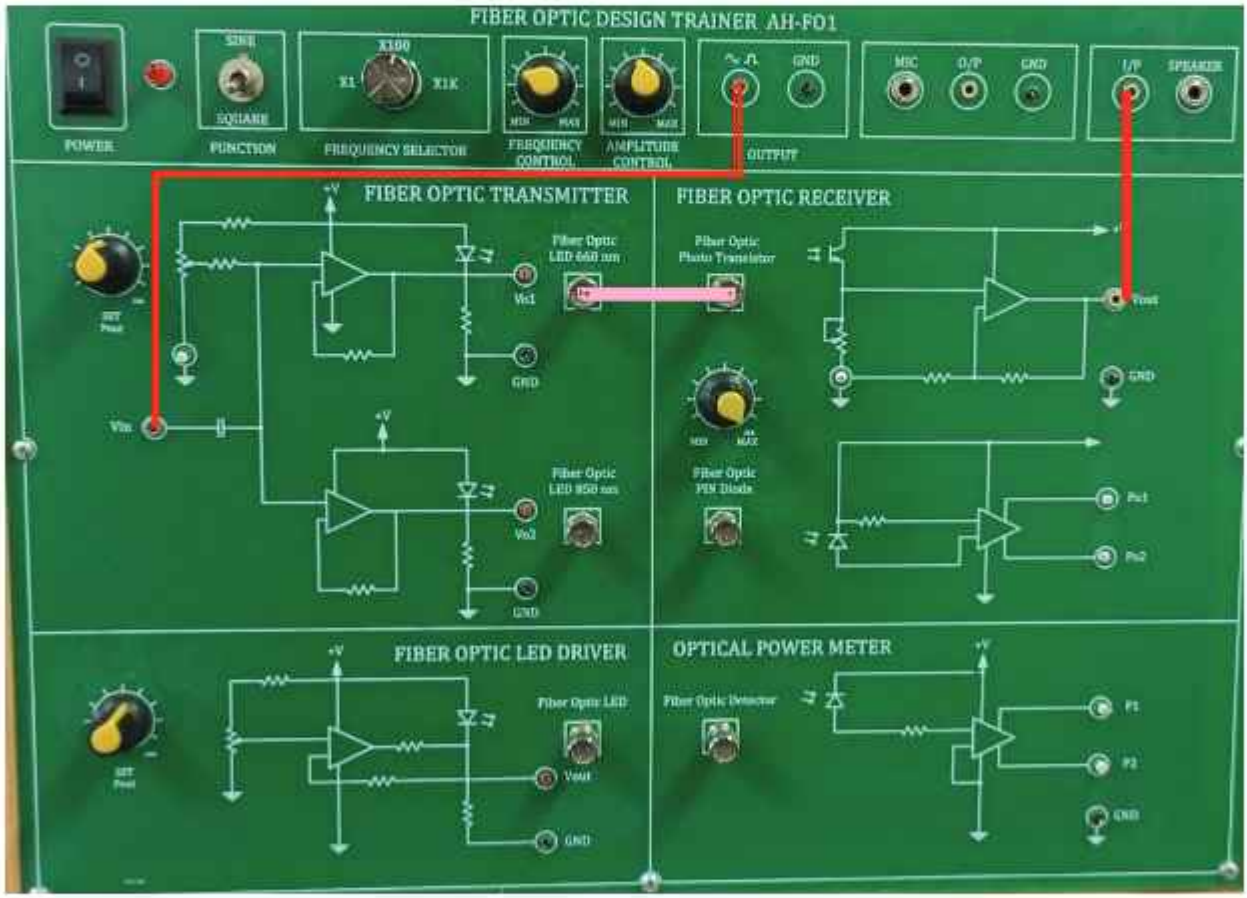
خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
1 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وحدة المُرسِل الضوئي، ووظيفة المقاومة المُتغيِّرة، والعنصر الضوئي المُستخدَم في الدارتين.	
2 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وحدة المُستقبِل الضوئي ووظيفة المقاومة المُتغيِّرة، والعنصر الضوئي المُستخدَم في الدارتين.	

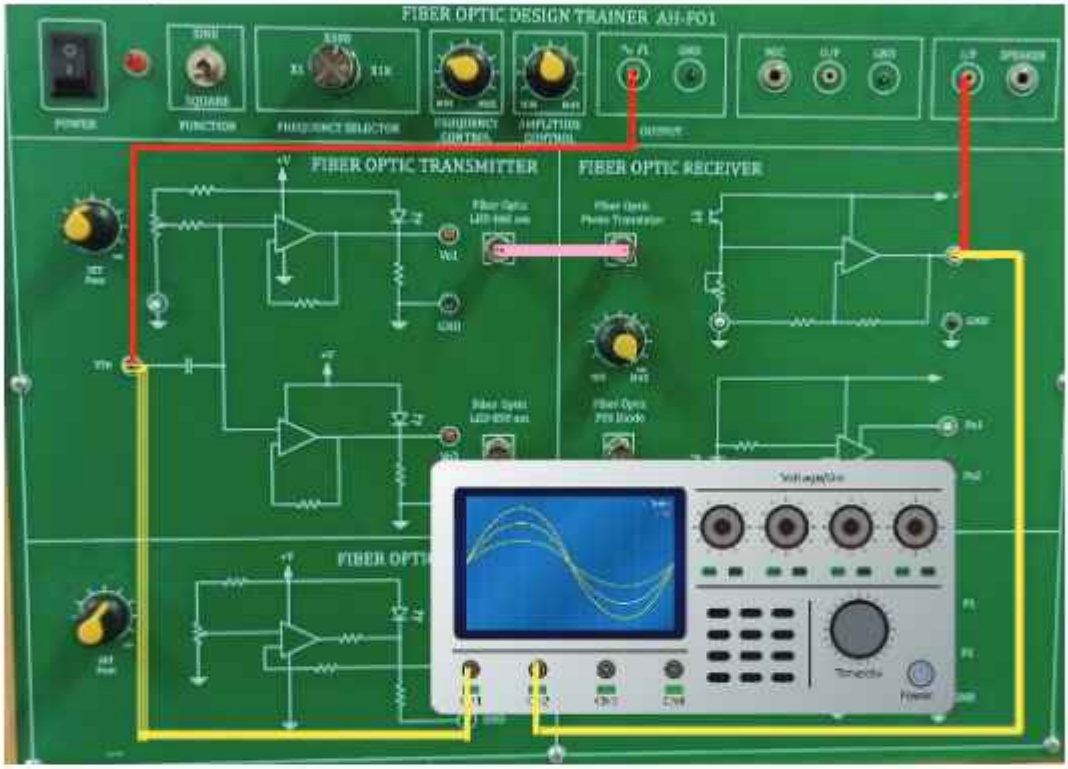
خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

3 - أُحدِّد مكان وجود مُولِّد الإشارة الجيبية والإشارة المُربَّعة، مُبيِّنًا كيفية التحكُّم في اتساع المُولِّد وتردُّده، وكيفية اختيار نوع الموجة.

4 - أُصِل مَخْرَج مُولِّد الإشارة بمدخل وحدة المُرسِل البصري. بعد ذلك أُصِل كَبْل الألياف الضوئية بين وحدتي المُرسِل البصري والمُستقبِل البصري كما في الشكل، ثم أُصِل مَخْرَج المُستقبِل بمدخل السمّاعة، ثم أُصِل السمّاعة بمدخلها، ثم أُشغِّل الجهاز. هل نُقِلت إشارة المذبذب من المُرسِل إلى المُستقبِل؟

- أفصل الليف البصري. هل انقطع الصوت؟ أُدوِّن ملاحظاتي.



خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 - أَصِل راسم الإشارة بمدخل وحدة المُرسِل الضوئي، ثم أصِل القناة الثانية للراسم بمَخْرَج المُستقبِل الضوئي كما في الشكل. بعد ذلك أُشغِّل الجهاز، ثم أرسم شكل الخرج والدخل، مُدوِّنًا ملاحظاتي.	
6 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي بعد تحديد القياسات المطلوبة.	

التقويم

1 - ما مُكوِّنات وحدة المُستقبِل الضوئي في نظام الاتصالات بالألياف البصرية؟

2 - ما وظيفة مُولِّد الإشارة (الجيبية، المُربَّعة) المُستخدَم في الجهاز التدريبي الخاصّ باتصالات الألياف البصرية؟

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ: **التقويم الذاتي**

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُنشِئ نظام اتصالات باستخدام الألياف الضوئية.			
2	أفحص عمليًّا أجزاء نظام اتصالات ألياف ضوئية.			
3	أتتبَّع مجرى إشارة جيبية في نظام اتصالات ألياف ضوئية.			

أسئلة الوحدة

السؤال الأوّل: أضع إشارة (√) إزاء العبارة الصحيحة، وإشارة (×) إزاء العبارة غير الصحيحة في ما يأتي:

1 - وظيفة دارة الكاشف في أجهزة الاستقبال الإذاعية هي استخلاص الإشارة الحاملة. ( )

2 - السمّاعة هي أحد أجزاء المُرسِل الإذاعي تضمين التردُّد. ( )

3 - نظام الاتصال بالألياف البصرية يتكوّن من مُرسِل ومُستقبِل بصري بينهما ليف بصري. ( )

4 - الميكروفون هو أحد أجزاء المُستقبِل الإذاعي تضمين التردُّد. ( )

5 - الدارة التي تُحوّل تغيُّرات تيار الكاشف إلى تغيُّرات في جُهْد إشارة المخْرَج في المُستقبِل البصري هي دارة مُبدِّل التيار إلى جُهْد. ( )

6 - المُستقبِل البصري هو الجزء الذي يستقبل الإشارة الضوئية، ويكشفها، ويُحوّلها إلى إشارة كهربائية تُرسَل إلى المُستخدِم لتظهر على شاشة التلفاز، أو شاشة الهاتف. ( )

7 - في نظام (IPTV)، يجب استخدام تلفاز (Smart TV) فقط. ( )

8 - عملية البثّ التلفازي تكون فقط عن طريق الأقمار الصناعية. ( )

السؤال الثاني: أختار رمز الإجابة الصحيحة في كلّ ممّا يأتي:

1 - في جهاز الإرسال الإذاعي تضمين الاتساع، الدارة التي تُولّد إشارة راديوية ذات تردُّد عالٍ واتساع ثابت هي:

أ- مُكبّر التردُّدات الراديوية. ب- مُضمّن الاتساع.

ج- هوائي الإرسال. د- مُولّد التردُّدات الراديوية.

2 - في جهاز الإرسال الإذاعي تضمين التردُّد، العنصر الذي يُحوّل الإشارة الراديوية إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الجو هو:

أ- مُضمّن التردُّد. ب- هوائي الإرسال.

ج- الميكرفون. د- مُولّد التردُّدات الراديوية.

3 - في جهاز الإرسال الإذاعي تضمين الاتساع، العنصر الذي يُحوّل الصوت إلى إشارة كهربائية مُكافِئة هو:

أ- السمّاعة. ب- هوائي الإرسال.

ج- مُولّد الترددات الراديوية. د- الميكرفون.

4 - في جهاز الاستقبال الإذاعي تضمين الاتساع، الدارة التي تمزج إشارة المحطة المُستقبلة بإشارة المذبذب المحلي لتوليد إشارة الترددُ البيني هي:

أ- الكاشف. ب- المذبذب المحلي. ج- الهوائي. د- المازج.

5 - الترددُ البيني لجهاز الاستقبال الإذاعي تضمين الاتساع هو:

أ- 455kHz ب- 10.7kHz ج- 455MHz د- 10.7MHz

6 - وظيفة الكاشف في جهاز الاستقبال الإذاعي تضمين الاتساع هي استخلاص:

أ- الإشارة الحاملة. ب- الإشارة المُضمّنة.

ج- الإشارة البينية. د- الإشارة المحمولة.

7 - وظيفة السمّاعة في جهاز الاستقبال الإذاعي هي:

أ- استخلاص الإشارة المحمولة. ب- تحويل الصوت إلى إشارة كهربائية.

ج- تحويل الإشارة الكهربائية إلى صوت مسموع. د- لا شيء ممّا ذُكِر.

8 - الترددُ البيني لجهاز الاستقبال الإذاعي تضمين الترددُ هو:

أ- 455kHz ب- 10.7kHz ج- 455MHz د- 10.7MHz

9 - إحدى الآتية تُعبّر عن قدرة جهاز الاستقبال على اختيار إشارة محطّة واحدة واستقبالها، ورفض الترددُات المجاورة والقريبة:

أ- الحساسية. ب- الانتقائية. ج- التوهين. د- عرض الحزمة.

10 - في نظام الاتصال بالألياف البصرية، الدارة التي تعمل على تضمين الإشارة الضوئية عن طريق إشارة المعلومات التماثلية أو الرقمية هي:

أ- المُرسِل البصري. ب- المُستقبِل البصري.

ج- الليف البصري. د- لا شيء ممّا ذُكِر.

11 - الشاشات التي لا يُمكِن رؤية ما فيها بوضوح عند النظر إليها بشكل مائل هي:

أ- شاشات البلازما. ب- شاشات (LED).

ج- شاشات (LCD). د- شاشات (CRT).

12 - أفضل الشاشات من حيث جودة الصورة هي:

أ- شاشات البلازما. ب- شاشات (LED).

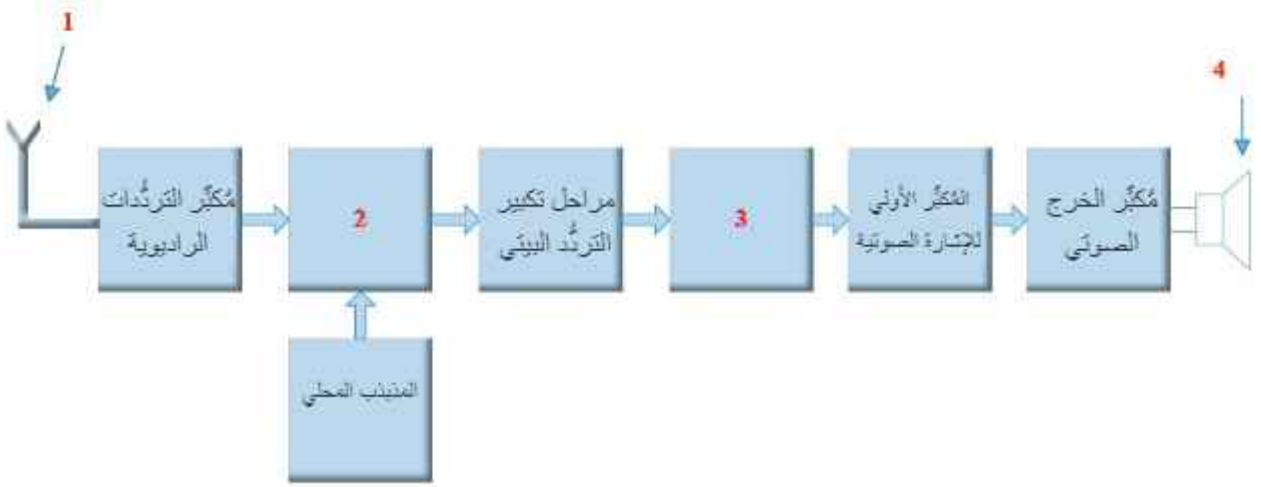
ج- شاشات (LCD). د- شاشات (OLED).

السؤال الثالث: مُعتمِدًا المُخطَّط الصندوقي التالي لمُستقبِل سوبر هيتروداين (تضمين الاتساع)، أُجيب عن الأسئلة الآتية:

1 - أذكر أسماء المراحل التي تحمل الأرقام الآتية: 1، 2، 3، 4.

2 - ما قيمة التردُّد البيني للإشارة على المَخْرَج رقم (2)؟

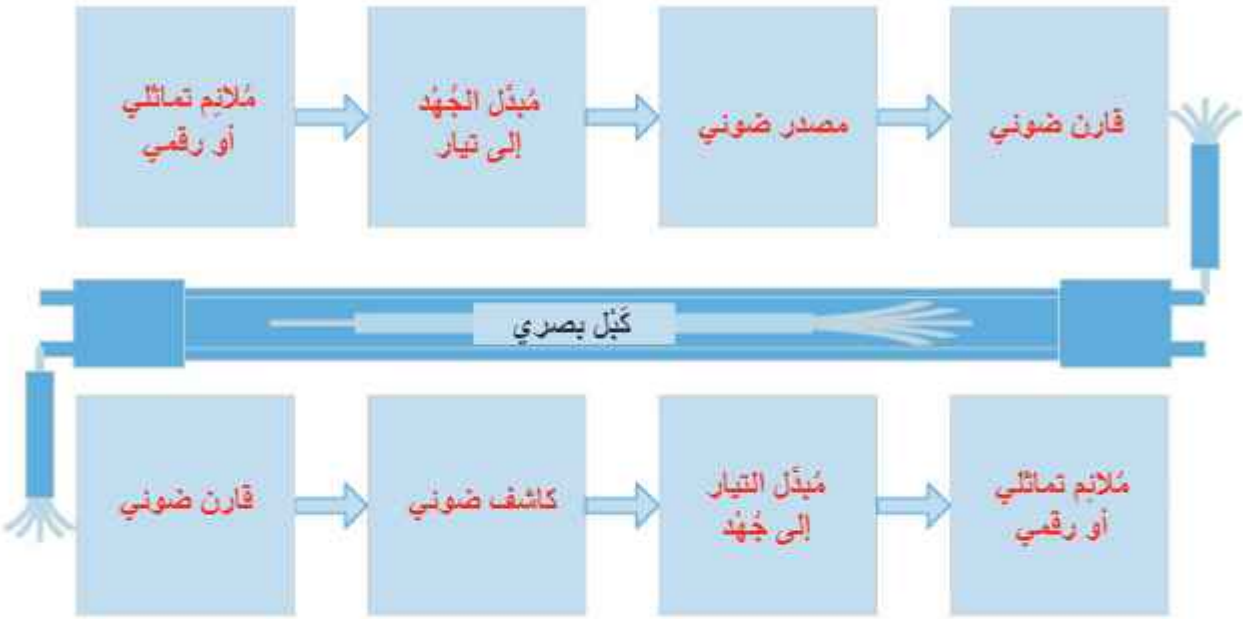
3 - إذا كان تردُّد المحطَّة المُستقبِلة هو (801) كيلوهيرتز، فما قيمة التردُّد المُولَّد من دارة المذبذب المحلي؟



السؤال الرابع: مُعتمِدًا المُخطَّط الصندوقي التالي لمُكوِّنات المُرسِل والمُستقبِل في أحد الأنظمة، أُجيب عن السؤالين الآتيين:

1 - ما وظيفة كلٍّ من القارن الضوئي، والكاشف الضوئي؟

2 - ما أنواع الثنائيات المُستخدَمة في دارة الكاشف الضوئي؟



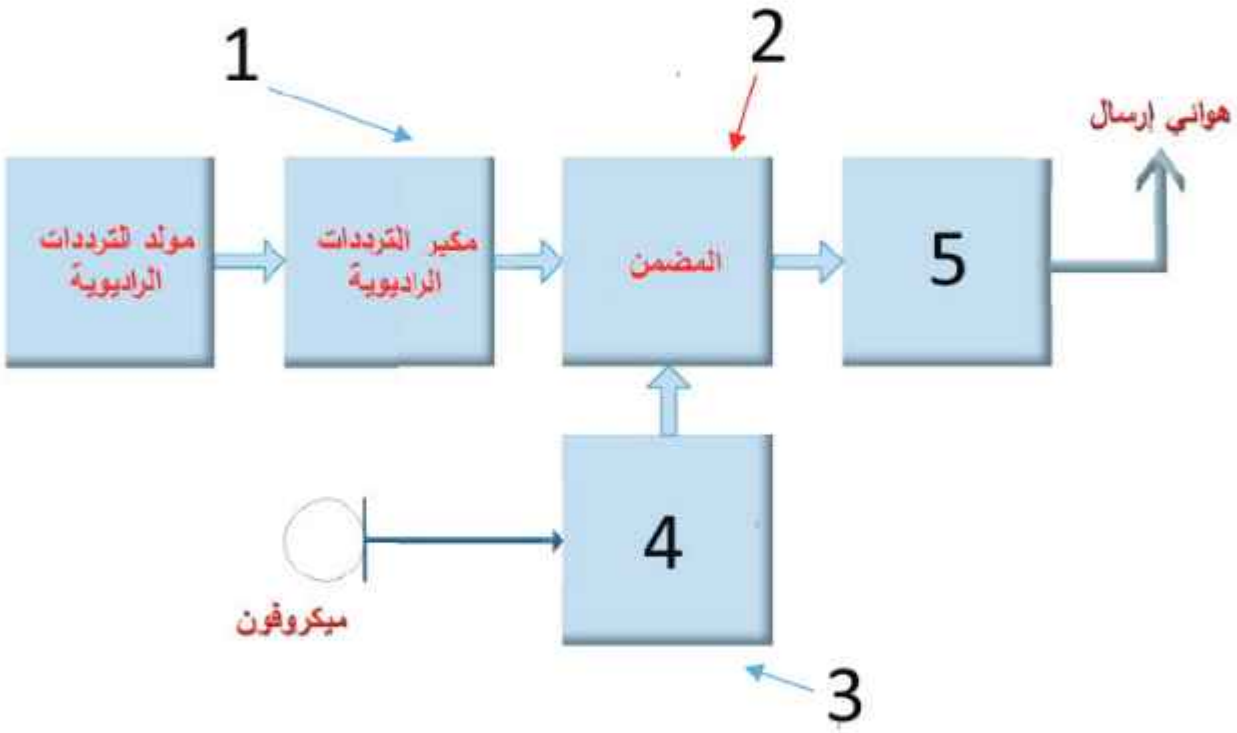
السؤال الخامس: مُعتمِدًا الشكل التالي، أُجيب عن الأسئلة الآتية:

1 - ما اسم الشكل؟

2 - ما وظيفة كلٍّ من المُضمّن، وهوائي الإرسال؟

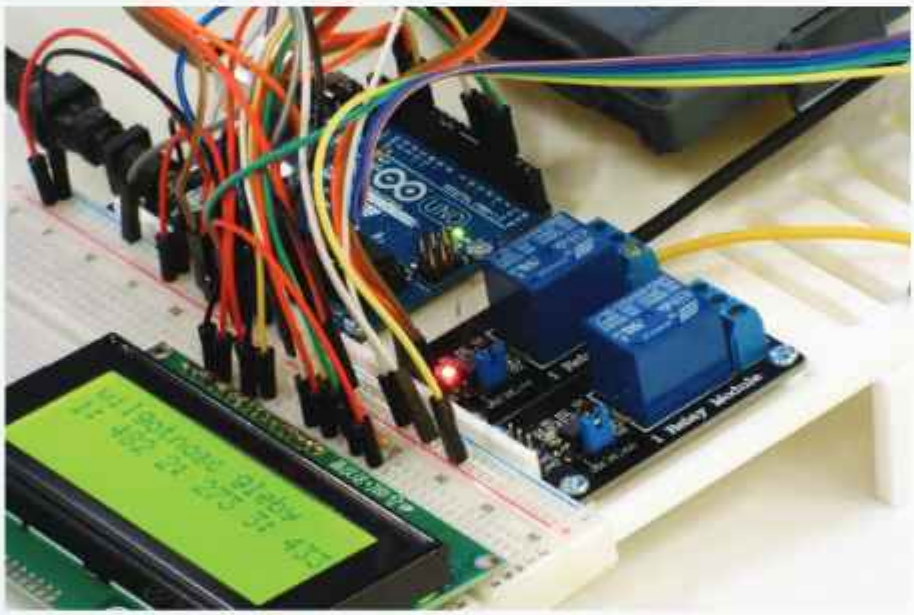
3 - أرسم الموجات المُشار إليها بالأرقام: 1، 2، 3.

4 - علام يدل الرقم (4) والرقم (5)؟



الوحدة الرابعة

مدخل إلى الأردوينو
(Introduction to Arduino)



- كيف أستطيع التحكُّم في الدارات الإلكترونية؟
- ماذا أعرف عن الأردوينو؟

4

تطوَّرت أنظمة التحكُّم الإلكتروني بصورة مُتسارِعة في العقد الأخير، وأصبحت إمكانية التحكُّم في الأجهزة وغيرها أسهل كثيرًا؛ إذ يُمكِن للأشخاص التحكُّم في منازلهم، وإدارتها بصورة كاملة، بما في ذلك تشغيل جميع الأجهزة الكهربائية فيها باستخدام برامج تحكُّم مختلفة، وهو ما يُعرَف بالمنازل الذكية (Smart Home).

شمل التطوُّر أيضًا أنظمة التحكُّم في المنشآت والتطبيقات الصناعية، بما في ذلك لوحات التحكُّم التي أشهرها لوحة الأردوينو (Arduino). فما لوحة الأردوينو؟ ما فائدتها واستخداماتها؟ ما أشهر تطبيقاتها؟

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذه الوحدة أنْ أكون قادرًا على أنْ:

- أتعرَّف أهمية لوحة الأردوينو.
- أُبيِّن مبدأ عمل لوحة الأردوينو.
- أُحدِّد مُكوِّنات لوحة الأردوينو.
- أُعدِّد مزايا لوحة الأردوينو.

أوَّلًا: مدخل إلى الأردونيو

النتاجات

يُتوقَّع منّي بعد دراسة هذا الدرس أنْ:

- أتعرَّف أهمية لوحة الأردوينو.
- أُبيِّن مبدأ عمل لوحة الأردوينو.
- أُحدِّد مُكوِّنات لوحة الأردوينو.
- أُعدِّد مزايا لوحة الأردوينو.
- أبني بعض التطبيقات باستخدام لوحة الأردوينو.

انظر.... وأتساءل

- ما الفرق بين لوحتي التحكُّم المُبيَّنتين في الشكل الآتي؟

أستكشف

- كيف أستطيع برمجة لوحات التحكُّم الحديثة؟ هل يتطلَّب ذلك توافر جهاز حاسوب ولغات برمجة خاصَّة بذلك؟

أقرأ وأتعلَّم

تطوَّرت أنظمة التحكُّم الإلكتروني بصورة مُتسارِعة في العقد الأخير، وأصبحت إمكانية التحكُّم في الأجهزة وغيرها أسهل كثيرًا؛ إذ يُمكِن للأشخاص التحكُّم بالأجهزة التي في منازلهم، وإدارتها بصورة كاملة، باستخدام برامج تحكُّم مختلفة، وهو ما يُعرَف بالمنازل الذكية (Smart Home).

شمل التطوُّر أيضًا أنظمة التحكُّم في المنشآت والتطبيقات الصناعية، بما في ذلك لوحات التحكُّم التي أشهرها لوحة الأردوينو (Arduino). فما لوحة الأردوينو؟ ما فائدتها واستخداماتها؟ ما أشهر تطبيقاتها؟

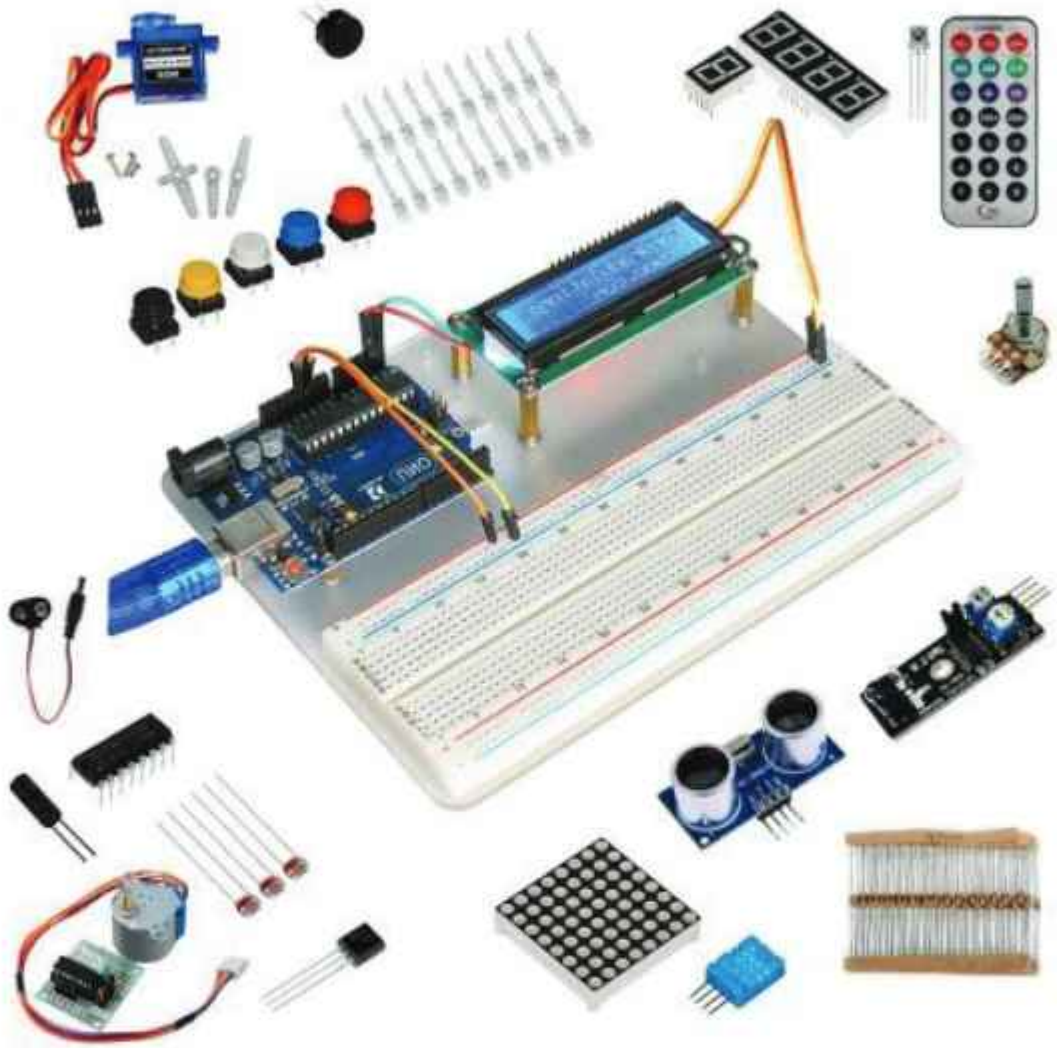
1 - مفهوم الأردوينو واستعمالاته:

الأردوينو (Arduino): لوحة إلكترونية تُبرمج باستخدام جهاز الحاسوب؛ لبناء المشروعات الإلكترونية، وتنفيذ مجموعة من المهام المختلفة، أنظر الشكل (1).

الشكل (1): لوحة الأردوينو.

تُستعمَل لوحة الأردوينو للتحكُّم في كثير من الأجهزة والآلات، مثل: إصدار الأصوات، وفتح الأبواب والنوافذ وغلقها، وتشغيل المُحرِّكات والمصابيح.

تُستعمَل لوحة الأردوينو أيضًا في تصميم المشروعات التفاعلية، مثل التواصل مع العالَم المادي؛ إذ توصَل لوحة الأردوينو بحسّاسات، ثم تُحوَّل قراءة الحسّاسات إلى بيانات تُحلِّلها اللوحة؛ ما يُمكِّنها من اتِّخاذ قرارات مُعيَّنة بناءً على أوامر البرمجية الخاصَّة بذلك، مثل: تشغيل المُحرِّكات، والتحكُّم في مصادر الإنارة والصوت، أنظر الشكل (2).



الشكل (2): تطبيقات عملية باستخدام لوحة الأردوينو وعناصر ووحدات ملحقة.

يستفاد من لوحة الأردوينو في إرسال البيانات إلى جهاز الحاسوب واستقبالها منه باستخدام وصلة (USB)، أو بإضافة قطعة أُخرى إلى الجهاز تُسمّى (Shields)؛ ما يُمكِّنه من إرسال البيانات واستقبالها عن طريق البلوتوث (Bluetooth)، أو شبكة (WiFi) والإنترنت بعد وصلها بلوحة الأردوينو؛ ما يتيح الربط بين العالَم الافتراضي والعالَم الحقيقي.

2 - مزايا لوحة الأردوينو:

تمتاز لوحة الأردوينو بمزايا عِدَّة، أهمها:

أ- التوافر دائمًا.

ب- سهولة الاستخدام؛ إذ يُمكِن لأيِّ شخص (الأطفال، والمبتدئون، والهُواة، ومُحِبّو عالَم الإلكترونيات التفاعلية، والمُصنِّعون، والمُصمِّمون، وطلبة كلية الهندسة وخرّيجوها) تعلُّم برمجة الأردوينو، ثم استخدامها في تصميم المشروعات.

ج- المصدر المفتوح (Open Source)؛ أيْ إمكانية الوصول إلى المُخطَّطات والرسوم الهندسية لدائرة الأردوينو، وتطويرها، وتعديلها، فضلًا عن تعديل البرنامج خاصَّتها (Arduino IDE).

د- التحديث والتطوير؛ إذ تحرص شركات تصنيع لوحات الأردوينو على إنتاج لوحات جديدة أكثر حداثةً وتطوُّرًا من سابقتها.

هـ - رخص الثمن.

3 - مبدأ عمل لوحة الأردوينو:

تتكوَّن لوحة الأردوينو من قطعة أساسية قابلة للبرمجة تُسمَّى المُتحكِّم الدقيق (Microcontroller)؛ وهو شريحة تُبرمَج لأداء وظائف عديدة، إضافةً إلى بعض الدارات التي تساعد (Microcontroller) على أداء العمل، مثل: دارة الطاقة (Power Supply)، ودارة البرمجة التي تُمثِّل بيئة تطوير مُتكاملة، وتعمل باستخدام جهاز الحاسوب عن طريق برمجية تدعى (Integrated Development Environment: IDE)؛ إذ يُمكِن بها كتابة أوامر البرمجية، ونقلها من جهاز الحاسوب إلى لوحة الأردوينو. وكذلك توجد دارات أُخرى تُمكِّن لوحة الأردوينو من أداء الوظائف المنوطة بها بصورة صحيحة.

4 - المُكوِّنات الرئيسة للوحة الأردوينو (UNO):

1- **المُتحكِّم الدقيق (Microcontroller):** الجزء المسؤول عن معالجة العمليات في لوحة الأردوينو.

2- **مدخل الفولتية (Power Connector):** الجزء المسؤول عن تزويد لوحة الأردوينو بفولتية مقدارها (7-12V).

3- **مخرج الفولتية (مُنظِّم الجُهْد) (Voltage Regulator):** الجزء المسؤول عن تخفيض الفولتية الداخلة إلى (5V)، و(3.3V).

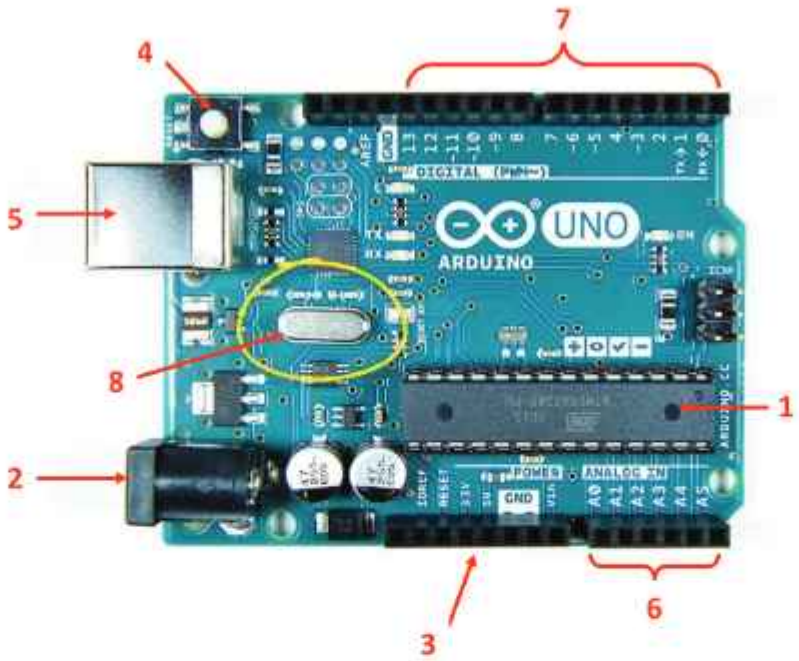
4- **زرُّ إعادة التشغيل (Reset Button):** الجزء المسؤول عن إعادة تشغيل (Microcontroller)، وإعادة تشغيل البرنامج كاملًا.

5- **مَنْفَذ وصلة (USB):** الجزء المسؤول عن وصل لوحة الأردوينو بجهاز الحاسوب.

6- **المداخل التماثلية.**

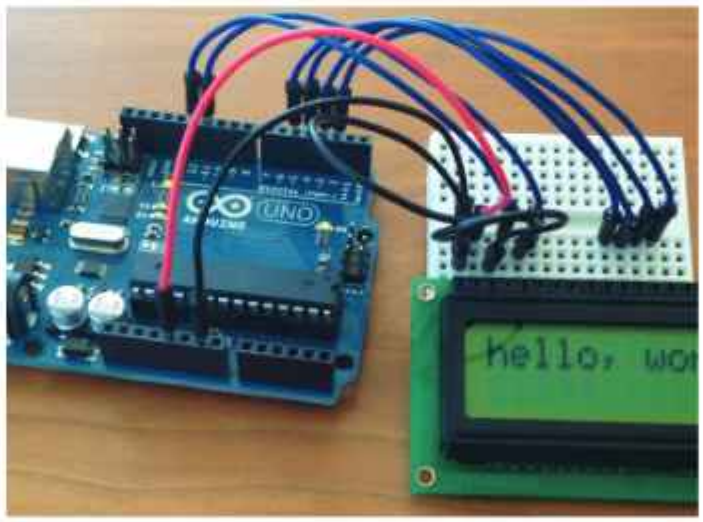
7- **مجموعة من المداخل والمخارج الرقمية.**

8- **المذبذب الكريستالي (Crystal Oscillator):** الجزء المسؤول عن توليد نبضات لتنظيم عمل (Microcontroller)، أنظر الشكل (3) الذي يُبيّن هذه المُكوّنات.



الشكل (3): الأجزاء الرئيسة للوحة الأردوينو.

يُمكن إضافة شاشة العرض التي تعتمد على الحروف (LCD Character)؛ لإظهار النصوص التي تتكوّن من حروف، أو أرقام، أو رموز ، كما في شاشة جهاز الحاسوب، أنظر الشكل (4).



الشكل (4): لوحة الأردوينو موصولة بشاشة.

معلومة

يتطلّب استعمال لوحة الأردوينو توافر لغة برمجة خاصّة بها، مُشتقّة من لغة البرمجة (processing)، ولغة البرمجة (C).

5 - أنواع لوحات الأردوينو:

مرَّت عملية تصنيع لوحات الأردوينو بمراحل عديدة، وخضعت لكثير من عمليات التطوير والتحديث المستمرة؛ ما يُفسِّر التنوُّع والاختلاف في لوحات الأردوينو من حيث المزايا، والخصائص، والمواصفات، والاستخدامات.

في ما يأتي الضوابط والمعايير التي تحكم أوجه الاختلاف بين أنواع لوحات الأردوينو:

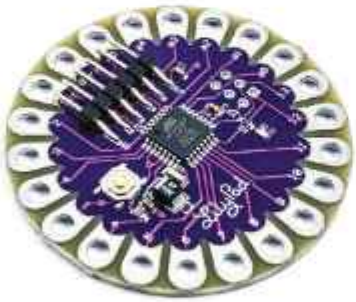
أ- عدد المخارج والمداخل في اللوحة الواحدة، وهو ما يُحدِّد عدد الأجهزة التي يُمكِن التحكُّم فيها.

ب- نوع المُتحكِّم الدقيق (Microprocessor) المُستخدَم، وسرعة مُعالِجه.

يُبيِّن الشكل (5) بعض أنواع لوحات الأردوينو.

(Uno)

(Board Uno)



(Lily Pod)

(Nano)

(Mega)

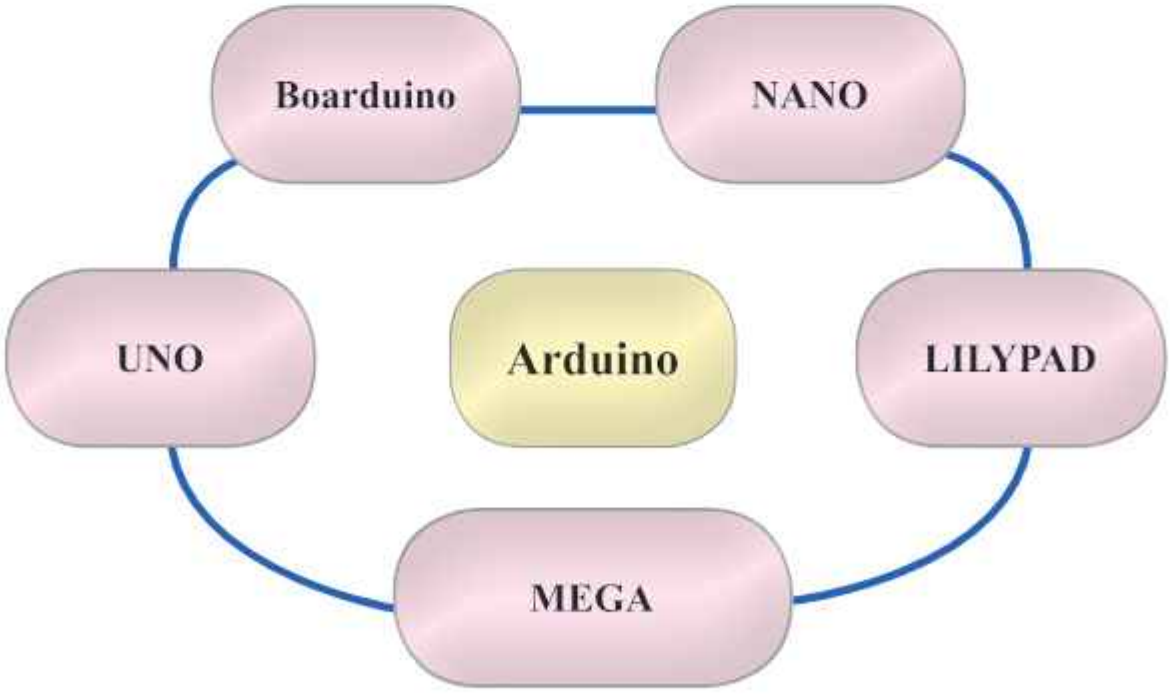
الشكل (5): بعض أنواع لوحات الأردوينو.

- أبحث في مصادر المعرفة المتوافرة عن أهم المواصفات التي تُميِّز كل نوع من أنواع لوحات الأردوينو، ثم أُنظِّم جدولًا أكتب فيه هذه المزايا، ثم أعرضه في غرفة الصف.

1- ما لوحة الأردوينو؟

2- ما أهم التطبيقات الخاصَّة بلوحة الأردوينو؟

3- أُعدِّد مزايا لوحة الأردوينو.



تعرُّف لوحة الأردوينو وبرمجتها.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

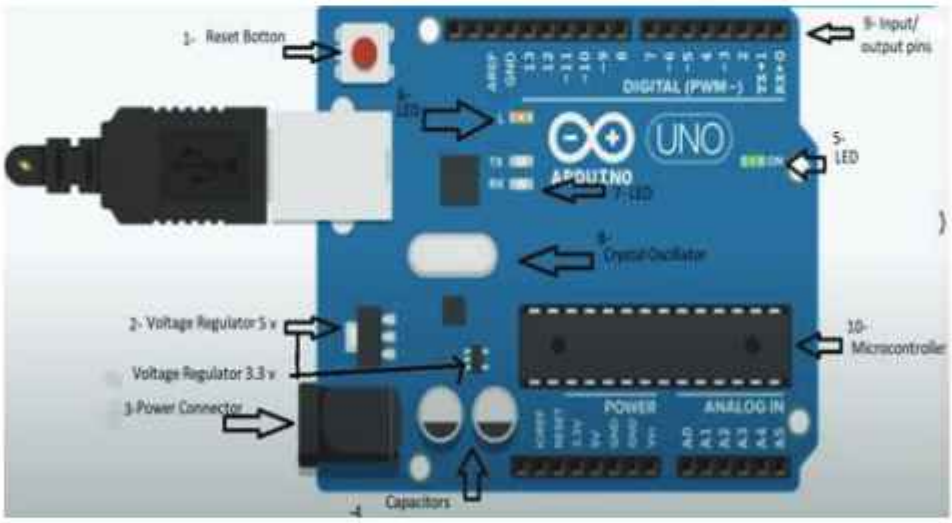
- أتعرَّف مُكوِّنات لوحة الأردوينو.
- أُميِّز أجزاء لوحة الأردوينو بعضها من بعض.
- أتعرَّف مُكوِّنات الشاشة الخاصَّة ببرنامج لوحة الأردوينو.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
	1. لوحة أردوينو. 2. جهاز حاسوب. 3. وصلة (USB).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

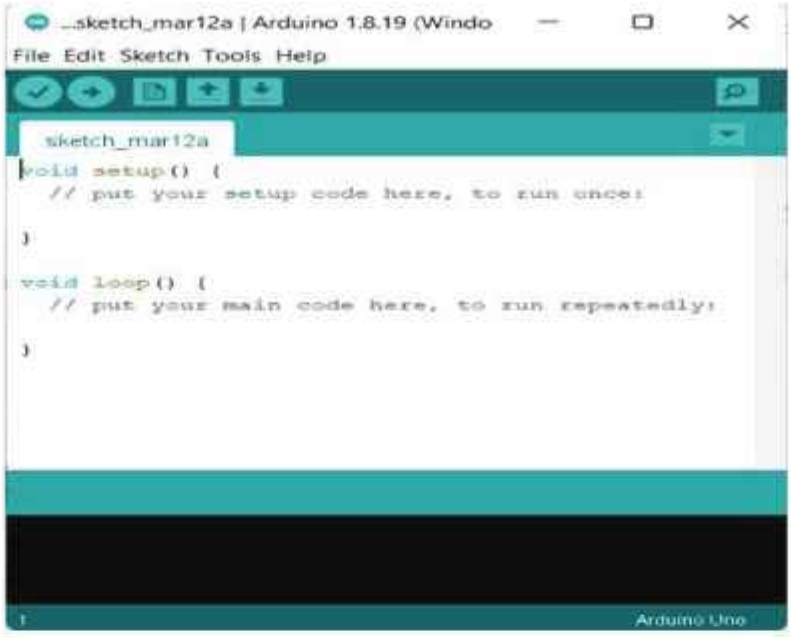
1 - أتعرَّف الأجزاء التي تتكوَّن منها لوحة الأردوينو.



2 - مستعينًا بمُخطَّط الجهاز وكُتيِّب التشغيل، أُحدِّد وحدة المُستقبِل الضوئي ووظيفة المقاومة المُتغيِّرة، والعنصر الضوئي المُستخدَم في الدارتين.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

2 - أُبرمِج لوحة الأردوينو بسبب وجود (Microcontroller)؛ إذ يتعيَّن تحويل لغة الآلة (high level language).



3 - أتعرَّف أجزاء الشاشة الآتية الخاصَّة ببرنامج لوحة الأردوينو:

التحقُّق (Verify): الجزء المسؤول عن التحقُّق من وجود أخطاء بعد كتابة الرمز (الكود) الخاص بالدارة التي تضاف إلى لوحة الأردوينو.

التحميل (Upload): الجزء المسؤول عن إرسال الرمز (الكود) إلى (Microcontroller) .

صفحة جديدة (New): الجزء المسؤول عن فتح صفحة جديدة.

فتح (Open): الجزء المسؤول عن فتح صفحة مُخزَّنة.

تخزين (Save): الجزء المسؤول عن تخزين الرمز (الكود).

4 - أتعرَّف منطقة العمل في برنامج لوحة الأردوينو التي تتألَّف من ثلاثة أجزاء، هي:

أ- Predefined Variables: الجزء المسؤول عن تعريف المُتغيِّرات والمداخل الرقمية.

ب- Void setup: الجزء المسؤول عن كتابة الرمز (الكود) الذي يُنَفَّذ مَرَّة واحدة فقط.

ج- Void loop: الجزء المسؤول عن كتابة الرمز (الكود) الذي يتكرَّر تنفيذه طوال استخدام لوحة الأردوينو.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
5 - أُدوِّن النتاجات في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1. أُحدِّد على لوحة الأردوينو الأجزاء التي تتألَّف منها، مُبيِّنًا وظيفة كل جزء من هذه الأجزاء.
2. أُسمّي أجزاء الشاشة الرئيسة الخاصَّة ببرنامج لوحة الأردوينو بعد تشغيلها.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُميِّز أجزاء لوحة الأردوينو بعضها من بعض.			
2	أُحدِّد وظائف أجزاء الشاشة الآتية الخاصَّة ببرنامج لوحة الأردوينو:			
3	أُميِّز أجزاء منطقة العمل الثلاثة بعضها من بعض.			

توصيل دارة إنارة (LED) باستخدام لوحة الأردوينو.

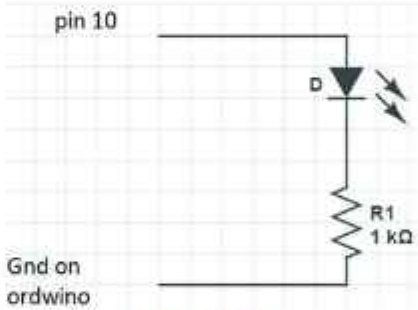
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أصِل دارة إنارة (LED) بلوحة الأردوينو.
- أكتب رمز (كود) دارة الإنارة (LED).

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- مصباح إنارة (LED). - مقاومة (Ω1K). - أسلاك توصيل.	1. لوحة أردوينو. 2. جهاز حاسوب. 3. وصلة (USB).

* أصِل دارة الإنارة (LED) المُبيَّنة في الشكل (1).



الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أصِل الدارة المُبيَّنة في الشكل (2) بلوحة الأردوينو، ثم أصِل بين اللوحة وجهاز الحاسوب بِكَبْل.

الشكل (2).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

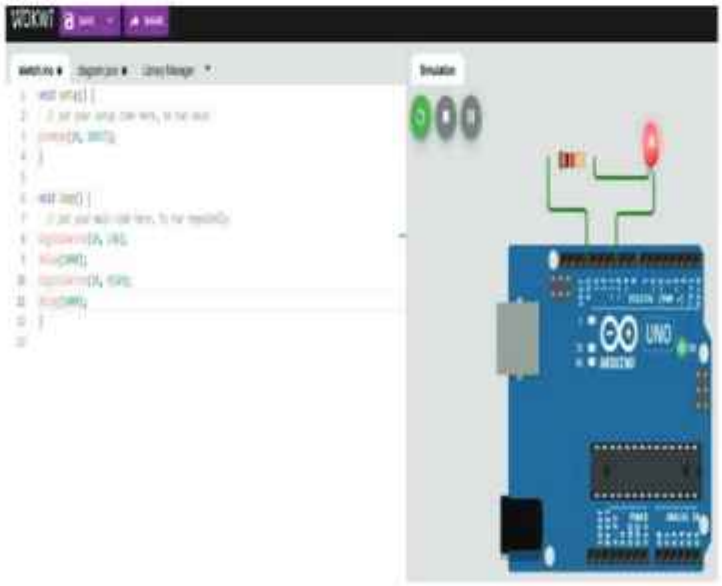
2 - أكتب الرمز (الكود) في برنامج لوحة الأردوينو، مراعيًا ما يأتي:

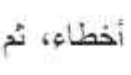
أ- كتابة الحرف (M) بخطٍّ كبير في كلمة (pinMode).

ب- إمكانية استخدام أيِّ رقم من (0) إلى (13) بدل المدخل رقم (10)، والتحقُّق من رقم المدخل على اللوحة، علمًا بأنَّ دارة الإنارة (LED) موصولة بالرقم (13) في اللوحة؛ لذا، لا حاجة إلى استخدام مصباح (LED) خارجي.

ج - وحدة الزمن في برنامج لوحة الأردوينو هي الميلّي ثانية؛ لذا، أكتب (1000) delay، وأضع فاصلة منقوطة بعد كل أمر.

3 - أعمل محاكاة (Simulation) للبرنامج قبل التشغيل.



خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
4 - أضغط على زرّ التحقُّق (Verify)  للتأكُّد من عدم وجود أخطاء، ثم أضغط على زرّ التحميل (Upload) لإرسال الرمز (الكود) إلى (Microcontroller).	
5 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1. أبني دارة إنارة (LED)، ثم أصِلها بالمدخل رقم (4)، ثم أكتب الرمز (الكود) الخاصَّ بها، بحيث يعمل المصباح وينطفئ كل نصف ثانية.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أصِل دارة إنارة (LED) بلوحة الأردوينو.			
2	أكتب رمز (كود) الدارة المناسب، مُغيِّرًا رقم المدخل.			
3	أستعمل برنامج المحاكاة للتحقُّق من عمل الدارة بصورة صحيحة.			

تشغيل دارة (Servo Motor) بالزوايا (0°-90°-180°) باستخدام لوحة الأردوينو.

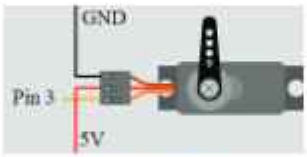
يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أُصِل دارة (Servo Motor) بلوحة الأردوينو.
- أكتب رمز (كود) التشغيل في لوحة الأردوينو.

متطلّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- (Servo Motor).	1. لوحة أردوينو. 2. جهاز حاسوب. 3. وصلة (USB).

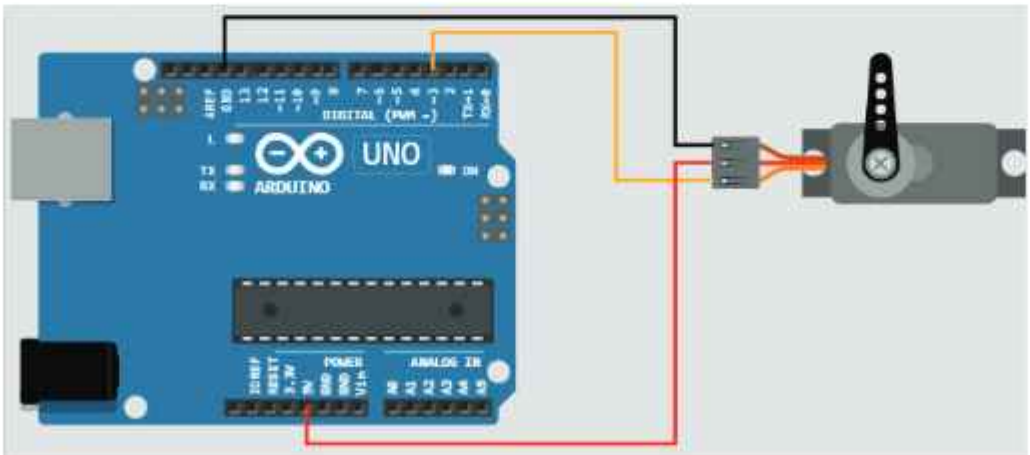
*** التحكُّم في عمل دارة (Servo Motor) المُبيَّنة في الشكل (1).**



الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أُصِل الدارة المُبيَّنة في الشكل (2) بلوحة الأردوينو، ثم أُصِل بين اللوحة وجهاز الحاسوب بِكَبْل.



الشكل (2).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

2 - أكتب الرمز (الكود) في برنامج لوحة الأردوينو، مراعيًا ما يأتي:

أ- <Servo.h>#include هي الدالّة الخاصة بالدخول في (Servo).

ب - كل ما يُكتَب بعد // هو شرح توضيحي لا علاقة له بالبرمجة.

ج- إمكانية استخدام أيِّ رقم من (0) إلى (13).

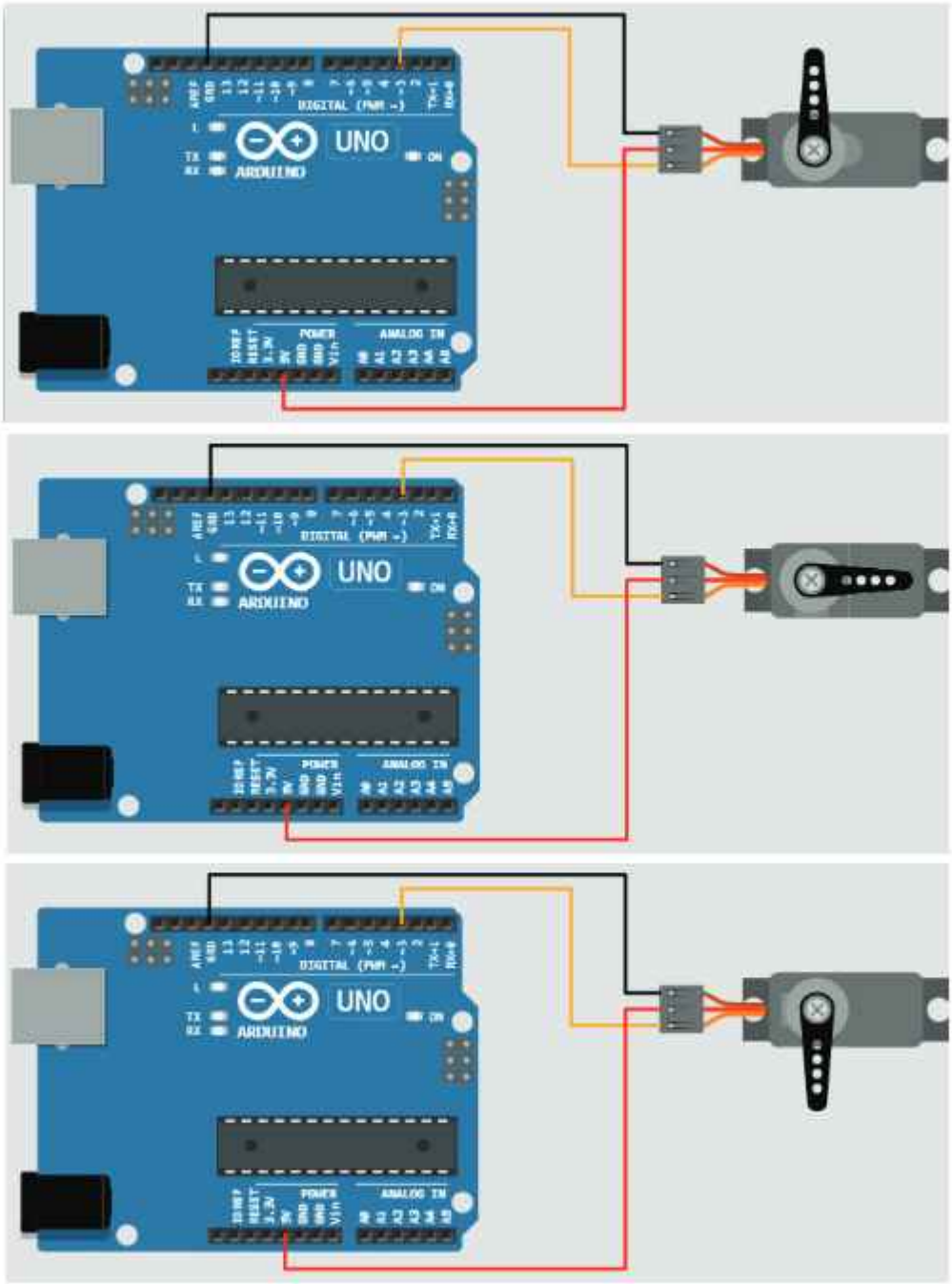
FLZ3H1WIBXMMPU

```
// Chapter 5 - Motor Control
// Controlling Speed
// By Cornel Amariei for Packt Publishing

// Include the Servo library
#include <Servo.h>

// Declare the Servo pin
int servoPin = 3;
// Create a servo object
Servo Servo1;

void setup() {
  // We need to attach the servo to the used pin number
  Servo1.attach(servoPin);
}

void loop(){
  // Make servo go to 0 degrees
  Servo1.write(0);
  delay(1000);
  // Make servo go to 90 degrees
  Servo1.write(90);
  delay(1000);
  // Make servo go to 180 degrees
  Servo1.write(180);
  delay(1000);
}
```

3 - أضغط على زرِّ التحقُّق (Verify) للتأكُّد من عدم وجود أخطاء، ثم أضغط على زرِّ التحميل (Upload) لإرسال الرمز (الكود) إلى (Microcontroller).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

4 - أعمل محاكاة (Simulation) للبرنامج قبل التشغيل باستخدام جهاز الحاسوب، مُلاحِظًا حركة (Servo) بالزاوية صفر أوَّلًا، ثم الزاوية 90°، ثم الزاوية 180°.



5 - أُدوِّن النتائج في دفتر التدريب العملي.

التقويم

1. أبني دارة لتشغيل (Servo) بالزوايا (0° - 45° - 90° - 180°) باستخدام لوحة الأردوينو، مراعيًا أنْ يكون زمن الحركة ثانيتين.

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُصِل دارة (Servo Motor) بلوحة الأردوينو.			
2	أكتب رمز (كود) الدارة المناسب، مُغيِّرًا رقم المدخل.			
3	أستعمل برنامج المحاكاة للتحقُّق من عمل الدارة بصورة صحيحة.			

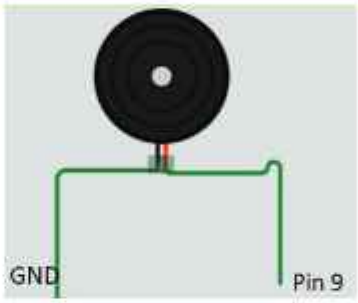
توصيل دارة (Buzzer) باستخدام لوحة الأردوينو.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

- أُصِل الدارة المطلوبة بلوحة الأردوينو.
- أكتب برنامج (code) لسماع صوت (Buzzer).

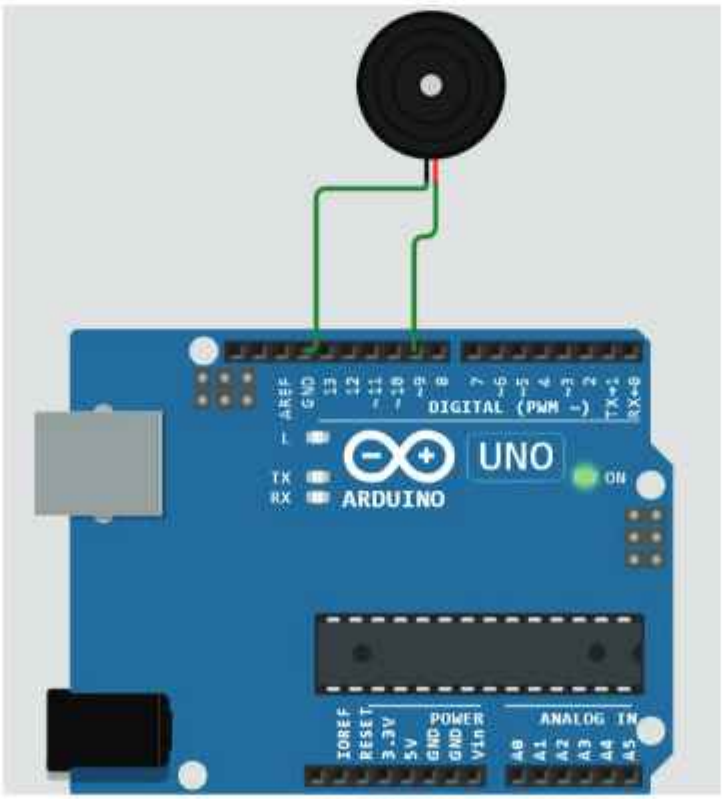
متطلّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- (Buzzer). - أسلاك توصيل.	1. لوحة أردوينو. 2. جهاز حاسوب. 3. وصلة (USB).



خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أُصِل الدارة المُبيَّنة في الشكل (1)، ثم أُصِل كَبْلًا بين لوحة الأردوينو وجهاز الحاسوب.



الشكل (1).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

2 - أكتب البرنامج (الكود) على لوحة الأردوينو، مراعيًا ما يأتي:

أ- كتابة الحرف (M) بخطٍّ كبير في كلمة (pinMode).

ب- إمكانية استخدام أيِّ رقم من (0) إلى (13) بدل المدخل رقم (9).

جـ - وحدة الزمن في برنامج لوحة الأردوينو هي الميلّي ثانية (ms)؛ لذا، أكتب (1000) (delay)، ثم أضع فاصلة منقوطة بعد كل أمر.

د- كتابة الأمر في برنامج لوحة الأردوينو: tone (buzzer,450)، وهو قيمة التردُّد للصوت الصادر، ويُمكِن تغييره، وملاحظة الفرق في الصوت.

FLZ3H1WIBXMMPIJ | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)

File Edit Sketch Tools Help

FLZ3H1WIBXMMPIJ §

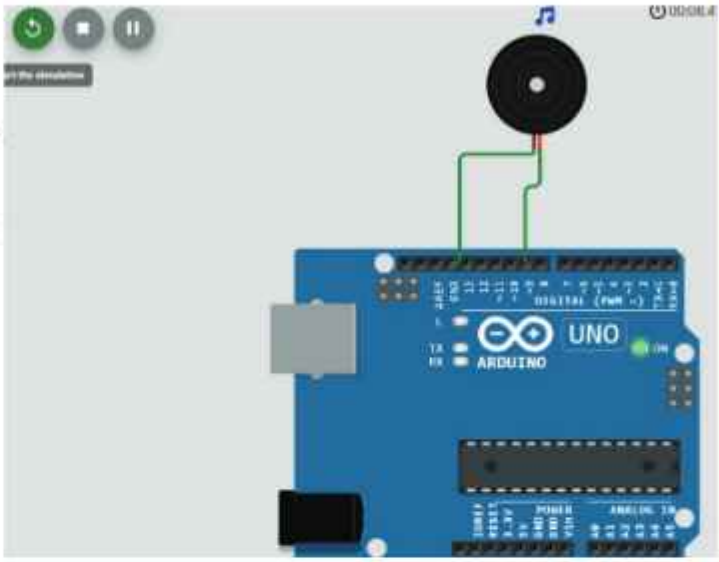
```
const int buzzer = 9; //buzzer to arduino pin 9


void setup(){

  pinMode(buzzer, OUTPUT); // Set buzzer - pin 9 as an output

}

void loop(){

  tone(buzzer, 450); // Send 450Hz sound signal...
  delay(1000);         // ...for 1 sec
  noTone(buzzer);      // Stop sound...
  delay(1000);         // ...for 1sec

}
```

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

3 - أعمل محاكاة (Simulation) للبرنامج قبل التشغيل.

4 - أضغط على زرّ التحقُّق (Verify) للتأكُّد من عدم وجود أخطاء، ثم أضغط على زرّ التحميل (Upload) لإرسال الرمز (الكود) إلى (Microcontroller).

```
const int buzzer = 9; //buzzer to arduino pin 9

void setup(){

  pinMode(buzzer, OUTPUT); // Set buzzer - pin 9 as an output

}

void loop(){

  tone(buzzer,450); // Send 450Hz sound signal...
  delay(1000);      // ...for 1 sec
  noTone(buzzer);   // Stop sound...
  delay(1000);      // ...for 1sec

}
```



5 - أُدوِّن النتاجات في دفتر التدريب العملي.

التقويم

1 - أُصمِّم دارة لسماع صوت (Buzzer)، ثم أصِلها بالمدخل رقم (6)، ثم أكتب البرنامج (code) الخاصَّ بها، بحيث يكون تردُّد الصوت (1000Hz)، والزمن (2000ms).

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أنْ:

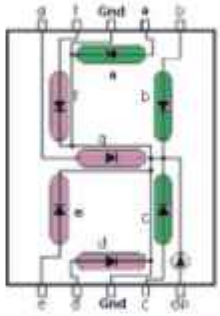
الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُصِل دارة (Buzzer) بلوحة الأردوينو.			
2	أكتب البرنامج (code) المناسب للدارة، مُغيِّرًا رقم المدخل.			
3	أستعمل برنامج المحاكاة للتحقُّق من عمل الدارة بصورة صحيحة.			

تصميم عدّاد من (3-0) باستخدام لوحة الأردوينو.

يُتوقَّع منّي بعد تنفيذ هذا التمرين أنْ:

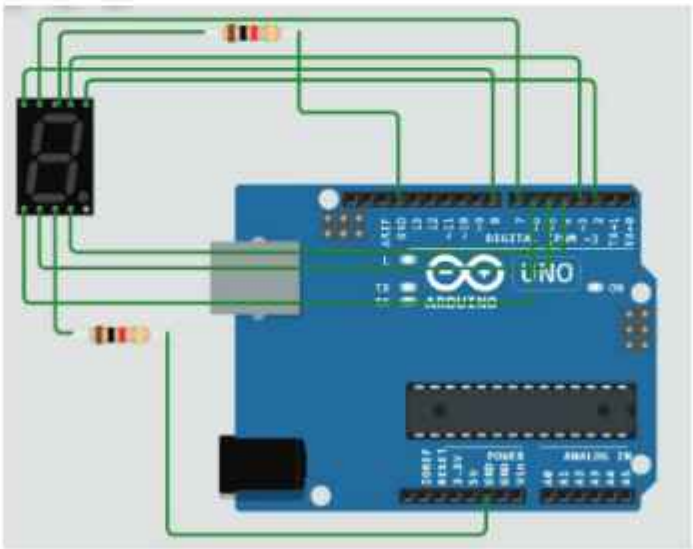
- أُصِل الدارة المطلوبة بلوحة الأردوينو.
- أكتب برنامج (code) للعدّاد.

متطلَّبات تنفيذ التمرين

المواد	الأدوات والتجهيزات
- مقاومتان، كلٌّ منهما (1000Ω). - 7-segment (common cathode). 	1. لوحة أردوينو. 2. جهاز حاسوب. 3. وصلة (USB).

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية

1 - أُصِل الدارة المُبيَّنة في الشكل (1) بلوحة الأردوينو، ثم أُصِل بين اللوحة وجهاز الحاسوب بِكَبْل.



الشكل (1).

ملحوظة: يُمكِنني اختيار رقم المدخل المناسب على لوحة الأردوينو.

خطوات العمل	الرسوم والصور التوضيحية
2 - أكتب البرنامج (code) على لوحة الأردوينو، مراعيًا ما يأتي: أ- تعريف المداخل في منطقة التعريف على شاشة البرنامج. ب- تحديد الشريحة (LOW)، والشريحة (HIGHT) لكل رقم من (0) إلى (3). جـ - تعريف (pine Mode) لكل مدخل بوصفها (out put). د- تحديد الزمن (2ms)، والأمر (delay 2000).	
3 - أعمل محاكاة (Simulation) للبرنامج قبل التشغيل. 4 - أضغط على زرّ التحقُّق (Verify) للتأكُّد من عدم وجود أخطاء، ثم أضغط على زرّ التحميل (Upload) لإرسال الرمز (الكود) إلى (Microcontroller).	
5 - أُدوِّن النتاجات في دفتر التدريب العملي.	

التقويم

1 - أُصمِّم دارة عدّاد من (9-0)، ثم أكتب البرنامج (code) الخاصَّ به، بحيث يكون الزمن (3s).

التقويم الذاتي

بعد دراستي الدرس أستطيع أن:

الرقم	مؤشر الأداء	درجة تحقُّق المؤشر		
		ممتاز	جيد	بحاجة إلى تحسين
1	أُصِل دارة العدّاد بلوحة الأردوينو.			
2	أكتب البرنامج (code) المناسب للدارة.			
3	أستعمل برنامج المحاكاة للتحقُّق من عمل الدارة بصورة صحيحة.			

1- أذكر الأجزاء الرئيسة للوحة الأردوينو، مُبيِّنًا وظيفة كلٍّ منها.

2- أُعدِّد أهم أنواع لوحات الأردوينو.

3- لماذا تُضاف قطعة (Shields) إلى لوحة الأردوينو؟

4- ما الضوابط والمعايير التي تحكم أوجه الاختلاف بين لوحات الأردوينو؟

5- أُحدِّد أنواع لوحات الأردونيو الآتية:

أ-

ب -

ج -

مسرد المصطلحات

المصطلح بالعربية	المصطلح بالإنجليزية
مُرَشِّح فعّال	Active Filter
مُضَخِّم	Amplifier
مُوَهِّن	Attenuator
قاطع آلي	Automatic Circuit Breaker
نظام ثنائي	Binary System
مُخطَّط صندوقي	Block Diagram
مُقَوِّم قنطري	Bridge Rectifier
عازل	Buffer
دارة تقطيع	Chopper Circuit
دارة تحديد	Clamper Circuit
مقارن	Comparator
مفاتيح تلامسية	Contactors
ملامسات	Contacts
تغذية راجعة عكسية	Feedback
مُرشِّح	Filter
نطّاط	Flip Flop
تابع	Follower

المصطلح بالإنجليزية	المصطلح بالعربية
Forward Bias	انحياز أمامي
Functional Diagram	مُخطَّط وظيفي (مجرى الإشارة)
Fuse	مُصهِر (عنصر حماية)
Impedance	ممانعة
Inductor	ملفّ حثّي
Intermediate Frequency Amplifier	مُضَخِّم تردُّد بيني (تردُّد وسيط)
Inverter	عاكس قدرة
Integrated Circuit	دارة متكاملة
Joint	نقطة توصيل
Limiter	مُحدِّد
Logic Gate	بوّابة منطقية
Loudspeaker	سمّاعة
Microphone	ميكروفون
Mixer	مازج
Motor	مُحرِّك
Multivibrator	مُتعدِّد الاهتزازات
Negative Feedback	تغذية راجعة عكسية سالبة
Non-Inverting	غير عاكس
Operational Amplifie (OP. Amp).	مُضَخِّم عمليات
Oscillator	مذبذب (مُولِّد إشارات)

المصطلح بالإنجليزية	المصطلح بالعربية
Oscilloscope	راسم إشارات (جهاز قياس)
Passive Filter	مُرشِّح غير فعّال
Power Amplifier	مُضَخِّم قدرة
Power Supply	مصدر قدرة
Proximity Switch	مفتاح تقاربي
Pulse	نبضة
Pushbutton	كبسة ضاغطة
Push Button Switch	مفتاح زرٌّ انضغاطي
Rectifier	مُقَوِّم
Relay	مُرَحِّل
Resistance	مقاومة كهربائية
Relay, Thermal	مُرَحِّل حراري
Rotary Switch	مفتاح دوّار
Schematic Diagram	مُخطَّط تمثيلي (تفصيلي)
Selector Switch	مفتاح اختيار
Service Manuals	تعليمات الصيانة
Signal Generator	مُولِّد إشارات
Silicon Controlled Rectifier (SCR)	مُقَوِّم سيليكوني محكوم (SCR)
Single Pole	أُحادي القطب
Single Throw	أُحادي الرمية

قائمة المراجع

أوّلًا: المراجع العربية

1 - أبو النصر، محمد (2007). أساسيات المكونات الإلكترونية. الإسكندرية: معهد الدراسات التقنية والمهنية، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري.

2 - ذياب، عصام (2011). الإشارات في الاتصالات. بغداد، العراق.

3 - الشبول، ياسين (2006). الإلكترونيات المعاصرة. الأردن: مكتبة المجتمع العربي.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

4- Corned Barbu (2008). How To Read Electrical drawing. Canada: Corned Barbu.

5- John R. Ottaway. Charles J. Baer (2005). Electrical and electronic drawing. USA: McGraw-Hill.

6- Tony R Kuphaldt (2006). Lessons in Electric Circuit, VolumeI- DC.

7- Tony R Kuphaldt (2007). Lessons in Electric Circuit, VolumeII- AC.

تم بحمد الله تعالى