

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

الاتصالات والإلكترونيات

المؤلفون:

د. إياد أبو هدروس

م. معاذ أبوسليقة (منسقاً)

أ. أسامة حمور

م. ضرار خضر

أ. إبراهيم قدح



قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٧/٢٠١٨ م

الإشراف العام

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

الدائرة الفنية

الإشراف الإداري	أ. حازم عجاج
التصميم الفني	عبد الناصر أبوشوشة
التحرير اللغوي	د. سهير قاسم
المتابعة للمحافظات الجنوبية	د. سميرة النخالة

الطبعة التجريبية

٢٠١٧ م / ١٤٣٨ هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين

وَأَرْأَى أَنَّ التَّجْلِيلَ إِعْجَالٌ



مركز المناهج

mohe.gov.ps | mohe.pna.ps | mohe.ps

f.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym

هاتف +970-2-2969350 | فاكس +970-2-2969377

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pdc.edu.ps | pdc.mohe@gmail.com

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

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

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

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

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

وزارة التربية والتعليم العالي

مركز المناهج الفلسطينية

آب / ٢٠١٧

انطلاقاً من رؤية وزارة التربية والتعليم العالي والمتمثلة في «إيجاد مجتمع فلسطيني يمتلك القيم والعلم والمعرفة والتكنولوجيا ويوظفها في التحرر والتنمية»، فقد تم إطلاق الفرع التكنولوجي وهو فرع تعليمي خاص يوازي الأفرع القائمة الأخرى والذي يهدف إلى تخريج طلبة يمتلكون كفايات تؤهلهم لإكمال مسارهم الأكاديمي والمهني المتخصص في أحد قطاعات الهندسة أو التكنولوجيا الحديثة أو الانخراط المباشر في سوق العمل.

يعد هذا الكتاب أحد كتب هذا الفرع للصف الحادي عشر والذي يحتوي على ثلاث وحدات، حيث تتطرق الوحدة الأولى إلى موضوع الإلكترونيات وأساسياتها بحيث يتمكن الطالب من التعرف إلى العناصر والقطع الأساسية في علم الإلكترونيات إضافة إلى بناء دارات إلكترونية بسيطة ومحاكاة بعض الدارات الأخرى عبر برامج حاسوبية، مما يعطي الطالب القدرة والمهارة في تصميم الدارات ومحاكاتها حاسوبياً والتأكد من عملها في الشكل المطلوب.

بعد امتلاك الطالب للمهارات السابقة ينطلق في رحلته إلى الوحدة الثانية والتي تتمحور حول عالم الروبوت والأردوينو حيث يتم من خلالها استعراض مفهوم الروبوت البسيط والأذرع الروبوتية وأنواعها كذلك إلى تركيب لوحة الأردوينو وكيفية استخدامها وبرمجتها من خلال الحاسوب للتحكم باتجاه حركة محرك ومن ثم تصميم روبوت سيّار وبرمجته، وتأتي الوحدة الثالثة بموضوع الشبكات والاتصالات للتعرف إلى مكونات الشبكات وكيفية إعداد شبكة محلية سلكية ولاسلكية، كما تم التطرق إلى موضوع شبكات الهواتف الخليوية والموجّهات ومبدأ عملها بحيث يمتلك الطالب مهارات أساسية تمكنه من فهم ما يدور حوله في عالم الاتصالات والشبكات وإمكانية التعامل مع الشبكات المنزلية وكيفية ضبط إعداداتها.

تم إنجاز هذا الكتاب بجهود فريق عمل متميز، حيث يُعدّ في السنة الأولى من إصداره نسخة تجريبية بحاجة إلى التنقيح والتعديل بناء على التغذية الراجعة التي تردنا من الميدان، لذا نشق بخبرات معلمينا وأبنائنا الطلبة وإخوتنا أولياء الأمور وقدراتهم آملين منهم تزويدنا في الإدارة العامة للمباحث العلمية /مركز المناهج بكافة الملاحظات والاقتراحات من أجل الإثراء والتعديل والتحديث.

المحتويات

الوحدة الأولى: أساسيات الإلكترونيات

4	الدرس الأول: مدخل إلى العناصر الإلكترونية
27	الدرس الثاني: الثنائيات
47	الدرس الثالث: الترانزستور
57	أسئلة الوحدة:

الوحدة الثانية: الروبوت والأردوينو

62	الدرس الأول: الروبوت نظام متكامل
72	الدرس الثاني: لوحة الأردوينو وتطبيقاتها
86	الدرس الثالث: الروبوت في الصناعة
96	الدرس الرابع: تصميم روبوت سيار وبرمجته
104	أسئلة الوحدة:

الوحدة الثالثة: الشبكات والاتصالات

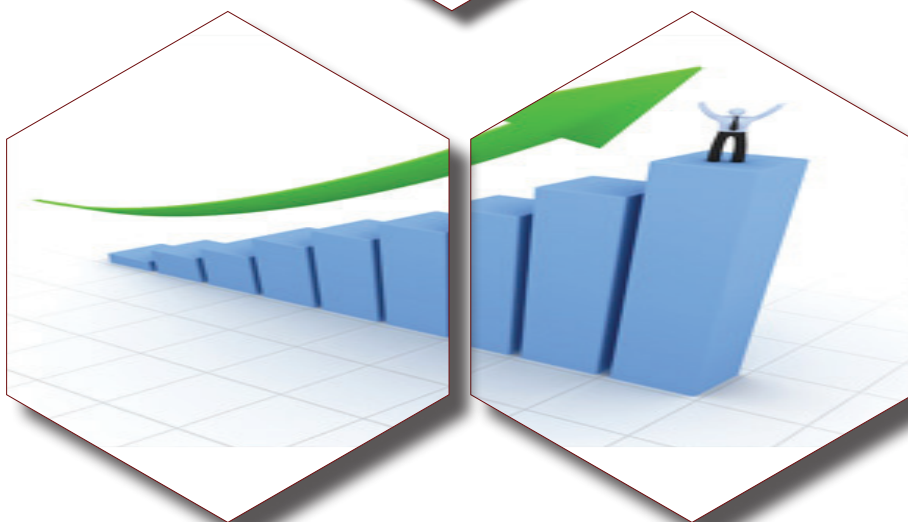
108	الدرس الأول: عالم الاتصالات والشبكات
123	الدرس الثاني: الشبكات المحلية
155	الدرس الثالث: الشبكات العالمية البعيدة
182	أسئلة الوحدة:

أساسيات الإلكترونيات

الوحدة
الأولى



متع عقلك الإلكترونيات
بصحبة



تعد القدرة على توظيف أفكار الدارات الإلكترونية في تطبيقات حياتية هي خلاصة مراحل عديدة من المهارات الأساسية التي تحتاج إلى تحديد العناصر الإلكترونية المكونة لهذه الدارات والتأكد من صلاحيتها، وتحديد خصائصها، وتطبيقها عمليا، والقدرة على تتبع مراحلها وصيانتها، وقد تغلبت التكنولوجيا على مشكلة الثمن المرتفع للقطع الإلكترونية المكونة للدارات في مرحلة البناء والتجريب، وذلك من خلال برامج محاكاة حاسوبية للدارات الإلكترونية يتم من خلالها اختيار القطع وتركيب الدارة وتنفيذها وتجربتها دون تكلفة مادية.

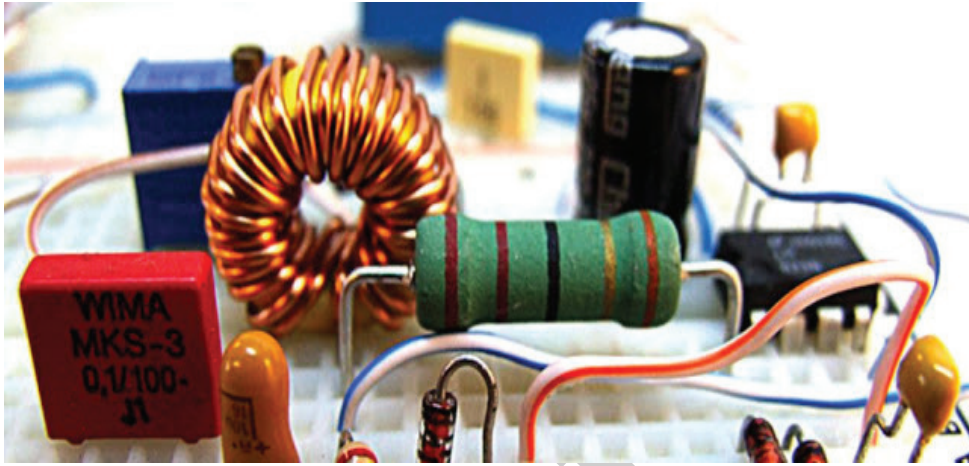
تهدف هذه الوحدة إلى إضفاء متعة للعقل عند تطبيق الأفكار وتجسيدها في واقع عملي للدارات الإلكترونية ومحاكاتها ببرامج حاسوبية ثلاثية الأبعاد وتنفيذها في تطبيقات حياتية مختلفة.

التعرف إلى بعض العناصر الإلكترونية وتحديد صلاحيتها وخصائصها.

تحليل الدارات الإلكترونية ومحاكاتها وتنفيذها عمليا.

استخدام الدارات الإلكترونية في تطبيقات حياتية.

مدخل إلى العناصر الإلكترونية



تعرفت في السنوات السابقة على الدارة الكهربائية المفتوحة والمغلقة وقمت ببناء دارات إلكترونية وتجربتها والتأكد من عملها واكتسبت بعض المهارات، وفي هذا الدرس سنقوم بترسيخ ما تعلمناه سابقاً لننتقل إلى مهارات جديدة من تحليل الدارة الإلكترونية وتصميمها ومحاكاتها وتثبيت عناصرها واستخدامها في تطبيقات حياتية.

تتكون الأجهزة الإلكترونية من مجموعة من الأنظمة التي تعمل معاً لتشكيل نظاماً متكافلاً، فمثلاً يتكون جهاز التلفاز من أنظمة فرعية مثل نظام تخفيض الجهد الكهربائي، ودارة مكبر الصوت، ودارة استقبال الإشارة من جهاز الإرسال (Remote Control)، حيث يتم بناء هذه الأنظمة الفرعية من مجموعة من القطع الإلكترونية، وتعد القطع الإلكترونية المكون الأساسي للأجهزة الإلكترونية، فالتلفاز والحاسوب والهاتف الذكي وغيرها من الأجهزة تتكون من المقاومات (Resistors) والمكثفات (Capacitors) والترانزستورات (Transistors) إضافة إلى مجموعة من العناصر الأخرى التي سنتعرف إليها لاحقاً، وتستخدم الدارات الإلكترونية في مجالات هندسية شتى مثل التحكم والقياس ودارات الإنذار.

هل تساءلت يوماً لماذا نحتاج إلى عناصر مختلفة لبناء الدارات الإلكترونية؟ هل شاهدت مهندساً يصمم دارة إلكترونية على جهاز الحاسوب ويقوم بعمل محاكاة لها، أو فني صيانة يعمل صيانة لجهاز إلكتروني.

تتميز الدارة الإلكترونية مثل لوحة الحاسوب بأنها تتعامل مع تيارات منخفضة القيمة ملي أمبير mA، مايكرو أمبير μA ، بينما الدارة الكهربائية مثل دارات التحكم بالمحركات والمولدات الكهربائية فإنها تتعامل مع تيارات عالية

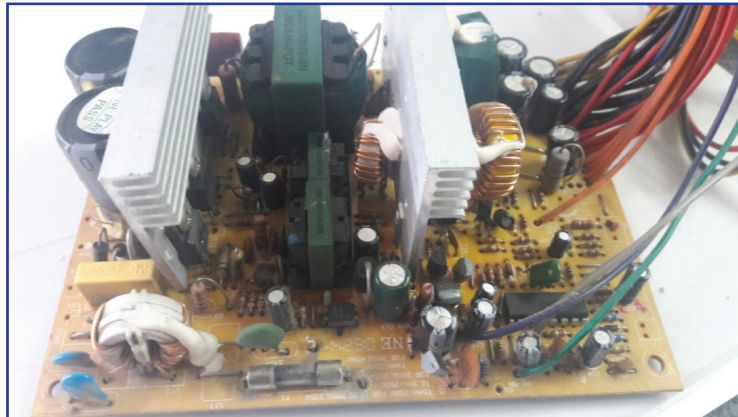
القيمة أمبير أو مضاعفاته، ويتم تصنيع المكونات الإلكترونية بحيث يتم تجميعها على لوحة التجارب أو التثبيت النهائي باللحام بلوحة دائرة مطبوعة بهدف إنشاء دائرة إلكترونية لها وظيفة معينة (مثل جهاز استقبال لاسلكي أو مولد ذبذبة)، ويمكن أن توجد المكونات الإلكترونية في صورة فردية بسيطة أو في صورة مجمعة أكثر تعقيداً كالتالي توجد في الدارات المتكاملة ICs.

تصنف الدارات الإلكترونية حسب العناصر المكونة لها إلى دارات تماثلية ورقمية وأخرى مختلطة، حيث تتكون الدارات التماثلية من عناصر بسيطة مثل (المقاومات، الثنائيات ومضخمات الترانزستور....)، بينما تتكون الدارة الرقمية من مجموعة من الدارات المتكاملة مثل (الدارات المتكاملة الرقمية، المعالج المركزي...)، أما الدارات المختلطة فهي التي تدمج بين العناصر الرقمية والتماثلية مثل لوحة الحاسوب والهاتف الذكي.



نشاط 1

للتعرف إلى مكونات الدارة الإلكترونية تمعن الصورة الآتية ثم أكمل الجدول الذي يليها باختيار خمسة عناصر مختلفة وتحديد رموزها.



الرقم	اسم العنصر	رمز العنصر

نشاط 2

قارن بين الدارة الإلكترونية التماثلية والدارة الإلكترونية الرقمية لجهاز التلفاز بتعبئة الجدول الآتي :

موضوع المقارنة	الدارة الإلكترونية التماثلية (القديم)	الدارة الإلكترونية الرقمية (الحديث)
حجم اللوحة الإلكترونية		
استهلاك الطاقة		
الكفاءة في الأداء		
تعدد المهام للدارة		
توفر القطع البديلة		

تعد دراسة القوانين الرياضية المتعلقة بتحليل الدارات الإلكترونية أساس دراسة الإلكترونيات وتصميم داراتها مثل قانون أوم وقوانين كيرشوف وقانون مجزئ التيار والجهد، ودراسة طرق الحل المختلفة لمعرفة المتغيرات المجهولة مثل معرفة مقدار الجهد الكهربائي الذي يستهلكه عنصر ما أو عند نقطة في الدارة أو في فرع ومسار محدد، ونستعين بالأدوات التحليلية الحاسوبية وبرامج المحاكاة للدارات الإلكترونية لأهميتها، فالمحاكاة عنصر أساسي في العلوم والدراسات الحديثة كافة.

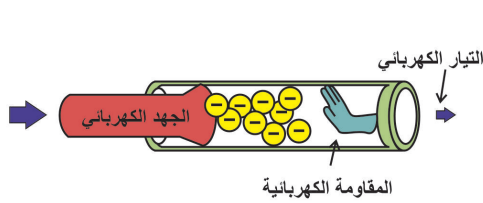
قضية للنقاش

وضّح دور برامج المحاكاة في الهندسة المعمارية لعمل محاكاة لتأثير الزلازل على المباني، وللأنظمة الإلكترونية المعقدة، وتصميم شبكات الحاسوب.

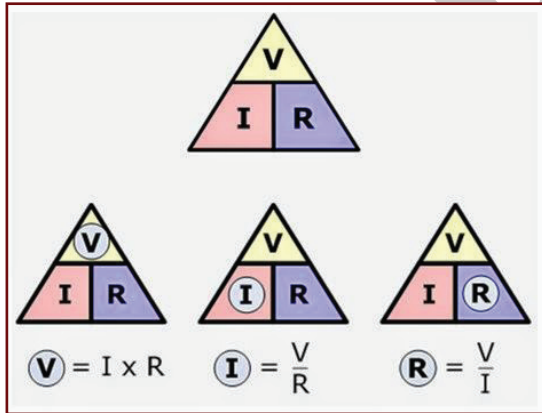
العناصر الإلكترونية

تتكون الدارات الإلكترونية والكهربائية من عددٍ محدد من العناصر والتي يقوم كل عنصر منها بوظيفة معينة، حيث تتكامل هذه الوظائف معاً لتحقيق الهدف من بناء الدارة، وتتنوع خصائص العناصر الإلكترونية ومهامها، فخاصية المقاومة تعبر عن مقدار اعاقه المادة أو ممانعتها لمرور التيار الكهربائي خلالها، والخاصية السعوية المتوفرة في المكثف تعبر عن مقدار تخزين الشحنة الكهربائية في العنصر والخاصية الحثية التي يعبر من خلالها الملف عن قدرته على توليد مجال مغناطيسي نتيجة لمرور التيار الكهربائي خلاله.

المقاومة الكهربائية Electric Resistance



تعد خاصية توصيل التيار الكهربائي من العوامل الأساسية لتصنيف المواد، فالمواد الموصلة للتيار الكهربائي، مثل النحاس والذهب تعد ذات مقاومة منخفضة تسمح بمرور تيار كهربائي خلالها، والمواد العازلة ذات مقاومة عالية مثل الزجاج والخشب حيث لا تسمح بمرور تيار كهربائي من خلال ذراتها.



ترتبط المقاومة بقانون أوم والذي يبين ان العلاقة بين التيار والمقاومة علاقة عكسية، وتقاس المقاومة بوحدة الأوم (Ω) أو مضاعفاتها وتستهلك المقاومة جزءاً من الطاقة مما يشكل هدراً لها إلا أنه لا يمكن الاستغناء عن هذه الطاقة لأنها تتحكم في شدة التيار المار وتتحكم أيضاً في فرق الجهد بين طرفيها حسب قيمتها.

لماذا ترتفع درجة حرارة بعض القطع الإلكترونية المكونة للأجهزة الإلكترونية؟



طرق تحديد قيمة المقاومة:

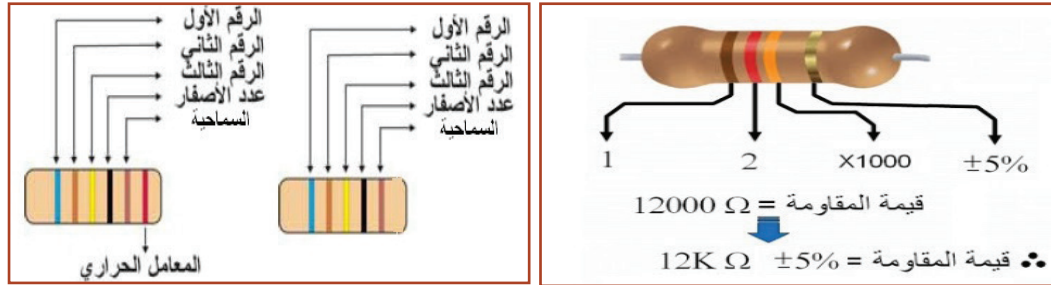
★ القياس باستخدام جهاز متعدد القياسات (DMM) Digital Multi meter.



★ الحساب باستخدام القوانين الرياضية مثل قانون أوم وقانون كيرشوف.

★ الحزم اللونية (4 band، 5 band، 6 band).

الجدول الخاص بالترميز عن طريق الحزم اللونية (4 band، 5 band، 6 band).



طرق توصيل المقاومات

كما مر معك في الصفوف السابقة توصيل المقاومات على التوالي، أو التوازي، أو التراكب (توالي وتوازي معاً)، وبيّن الجدول الآتي القوانين الرياضية التي يتم من خلالها حساب كل من المقاومة الكلية والتيار والجهد الكهربائي لكل مقاومة:

العنصر	دائرة التوالي	دائرة التوازي
التيار	$I_{RT} = I_{R1} = I_{R2} = \dots = I_{RN}$	$I_{RT} = I_{R1} + I_{R2} + \dots + I_{RN}$
الجهد	$V_T = V_{R1} + V_{R2} + \dots + V_{RN}$	$V_T = V_{R1} = V_{R2} = \dots = V_{RN}$
المقاومة	$R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_N$	$1/R_T = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_N$
I_{RT} : تيار المقاومة المكافئة	V_T : الجهد الكلي على المقاومات في الدائرة	R_T : المقاومة المكافئة

وعند استبدال المقاومة التالفة بأخرى صالحة يجب التأكد من:

★ قيمة المقاومة.

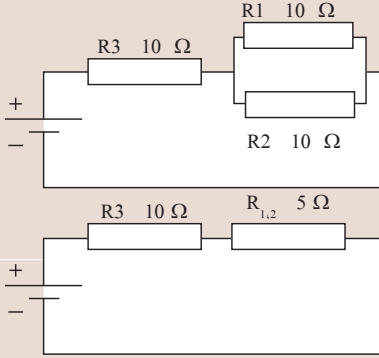
★ القدرة التي تتحملها (wattage).

★ السماحية (Tolerance) وتمثّل نسبة الخطأ في قيمة المقاومة عند قياسها باستخدام (DMM) وكذلك

يمكن الاستدلال عليها من خلال الحزم اللونية.

★ المعامل الحراري: خاصية تحدد بلون من الحزم اللونية على جسم المقاومة يحدد درجة الحرارة التي تتحملها المقاومة ضمن ظروف بيئية معينة وتستخدم في الأجهزة دقيقة القياس مثل الأجهزة الطبية.

مثال احسب القيمة الكلية (المكافئة) R_T (Total Resistance) للمقاومات في الدارة الآتية.



الحل:

★ R_1 مع R_2 توازي

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5 \Omega$$

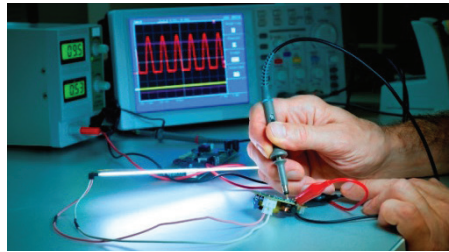
تصبح الدارة كالآتي:

★ $R_{1,2}$ توازي مع R_3

$$R_T = R_{1,2} + R_3 = 5 + 10 = 15 \Omega$$

أجهزة القياس

تستخدم أجهزة القياس لقياس التيار والجهد بأنواعه المتردد والمستمر وكذلك المقاومة والموصلية وفاحص



أشبه الموصلات والمكثفات ومنها ما يقيس القيم ويعطي النتيجة رقمياً فيسمى Digital Multi meter (DMM) جهاز متعدد القياسات الرقمي، أو يعطي النتيجة على شكل مؤشر يتحرك ليحدد القيم المطلوبة

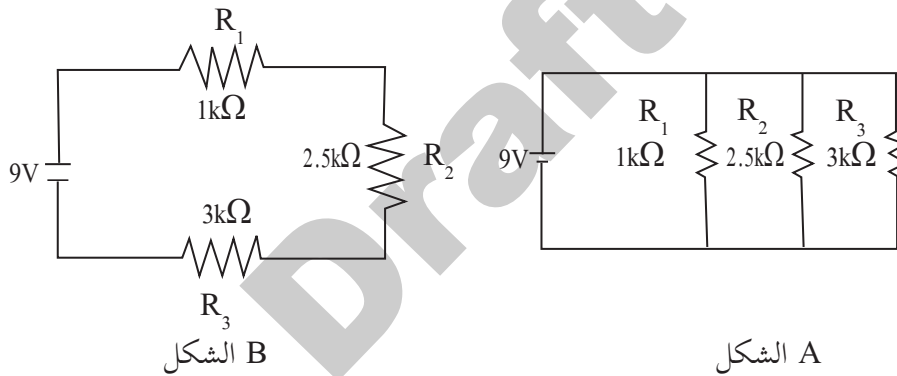
فيسمى AVO meter لقياس التيار Ampere والجهد Volt والمقاومة Ohms، وهناك أجهزة أخرى تستخدم في الصيانة والقياس تسمى راسم الإشارة (Oscilloscope) تُظهر شكل الإشارة في الدارة الإلكترونية عند نقاط محددة تسمى نقاط الفحص (Test point).

نقوم بتوصيل الفولت ميتر على التوازي مع العنصر المراد قياس جهده الكهربائي لأن مقاومته الداخلية عالية جداً، وكذلك بالنسبة إلى الأوم ميتر لقياس مقاومة الحمل (load)، ويجب فصل أحد أطراف المقاومة من الدارة عند قياسها. بينما نقوم بتوصيل الأميتر على التوالي لقياس التيار المار خلال العنصر لأن مقاومته قليلة جداً فلا تقتطع جهداً من جهد المصدر فيمر التيار جميعه في العنصر المحدد.

سؤال برأيك... هل يوجد لمصدر التغذية (البطارية) مقاومة داخلية؟

نشاط 3

أكمل الجدول الآتي بحساب قيمة المقاومة المكافئة (المقاومة الكلية Total Resistance) في الشكلين الآتيين ثم ناقش النتائج مع معلمك.



الشكل A

الشكل B

الموضوع			قيمة المقاومة باستخدام جهاز القياس (DMM)			التيار المار في المقاومة حسب (قانون أوم)			قيمة المقاومة عن طريق جدول الحزم اللونية		
رقم المقاومة			R ₁	R ₂	R ₃	I _{RT} (A) =			R ₁	R ₂	R ₃
قيمة المقاومة						I _{RT} (B) =					
(الشكل B)						I _{R1} =	I _{R2} =	I _{R3} =	R _T =		
(الشكل A)						I _{R1} =	I _{R2} =	I _{R3} =	R _T =		

أنواع المقاومات:

تستخدم المقاومة لحماية العناصر الإلكترونية عن طريق تخفيض الجهد أو التيار وذلك حسب طريقة توصيلها، وقد تكون ثابتة مثل المقاومة الكربونية أو متغيرة مثل المقاومة المتغيرة التماثلية "Variable Resistance"، المقاومة الحرارية (PTC،NTC)، والمقاومة الضوئية Photo Resistor وكذلك أنواع أخرى مثل الشبكية والسلكية والفيوزية وغيرها، ولكل منها خصائص ومميزات تعلق استخدامها في التطبيقات الحياتية المختلفة فيتم استخدام المقاومات من أجل تحديد التيار المار في الدوائر الكهربائية، والتحكم في مكبر العمليات Amplifier Operational، ووحدة إدخال للتحكم بوظائف معينة اعتماداً على قراءتها، كالتحكم بالمحركات الكهربائية وغيرها.



مكبر العمليات

نشاط 4

أكمل الجدول الآتي بهدف تحديد الخصائص للمقاومات المختلفة ثم اعمل مشاركة للملف على صفحة (الفيس بوك) الخاصة بصفحة المدرسة.

اسم المقاومة	الرمز	صورة	مبدأ العمل
الكربونية			
المتغيرة			
الحرارية			نوع PTC تزيد قيمة المقاومة بزيادة درجة الحرارة
الضوئية			



من خلال الشبكة العنكبوتية (الانترنت) اعمل على إعداد بحث لأنواع مقاومات لم يظهر اسمها في الجدول مبيناً خصائصها ورمزها وصورتها على شكل عرض تقديمي وقدمه إلى معلمك.

نشاط 5

تحليل الدارات الإلكترونية

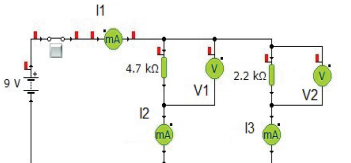
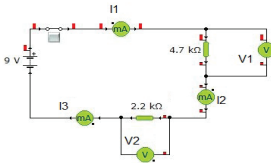
١. تمعّن في الدارات الإلكترونية الآتية وطريقة التوصيل لأجهزة القياس وخصائصها ثم حلّ الدارات لتحديد الخطأ فيها إن وجد مع ذكر السبب.

شكل 2	شكل 1
شكل 4	شكل 3

نشاط 6

محاكاة الدارات الإلكترونية

استخدم أحد برامج المحاكاة للدارات الإلكترونية لتصميم الدارات الآتية وقياس قيم الجهد والتيار ومناقشة النتائج مع معلمك

B 			A 								
$V_{R(4.7)} =$		$V_{R(2.2)} =$		$V_{R(4.7)} =$		$V_{R(2.2)} =$					
$I1 =$		$I2 =$		$I3 =$		$I1 =$		$I2 =$		$I3 =$	

من خلال القراءات السابقة التي حصلت عليها تأكد من النقاط الآتية :

★ في الشكل A العلاقة بين كل من V_T ، V_2 ، V_1 (قانون كيرشوف للجهد في الدارة $V_T = V_{R1} + V_{R2}$).

V_T : جهد المصدر (الجهد الكلي Total Voltage).

V_2 : قراءة الفولتميتر الثاني.

V_1 : قراءة الفولتميتر الأول.

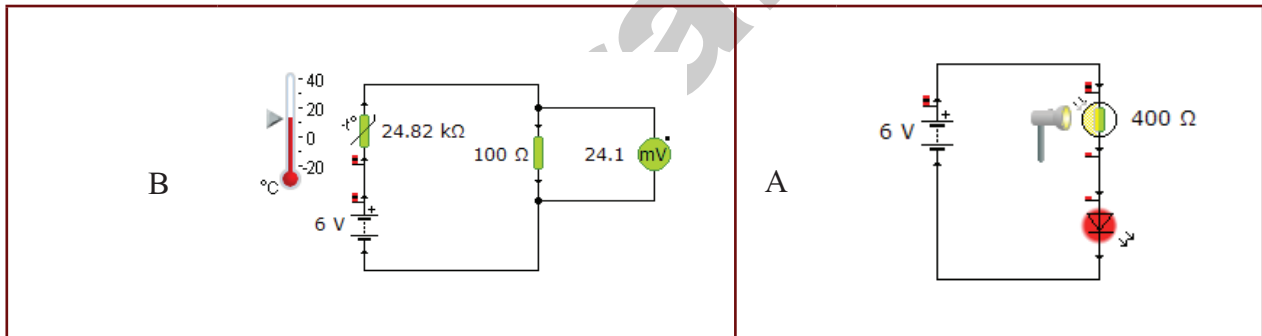
I_1 : تيار المصدر الكهربائي.

I_2 : قراءة الأميتر الثاني (تيار المقاومة $4.7k$).

I_3 : قراءة الأميتر الثالث (تيار المقاومة $2.2k$).

نشاط 7

نفذ الدارة في القسم A عملياً ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



١. ما أثر الحرارة على قيمة المقاومة الحرارية، وكيف يتم تحديد صلاحيتها باستخدام (DMM)?

٢. كيف يتم تحديد صلاحية المقاومة الضوئية LDR باستخدام (DMM)?

٣. ما الخصائص التي يجب مراعاتها عند استبدال المقاومة الحرارية التالفة?

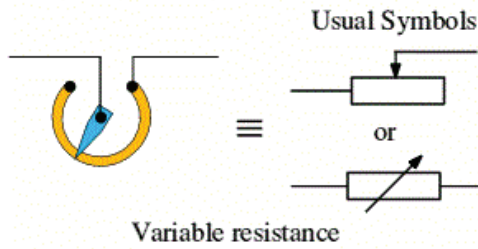
٤. ما أثر زيادة الضوء على المقاومة الضوئية?

٥. اقترح تطبيقاً حياً للمقاومة الحرارية.

فقد معاذ شاحن هاتفه الذكي والذي يعمل على جهد مقداره 5V D.C، ووجد عنده الأدوات والقطع الإلكترونية الآتية:

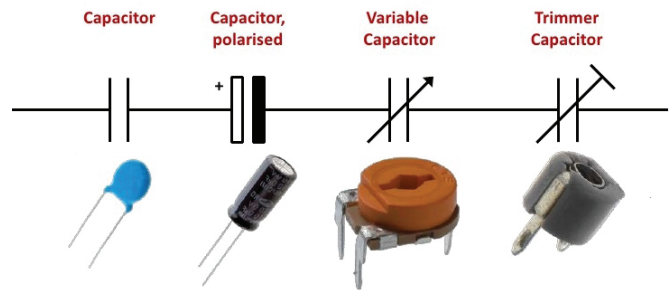
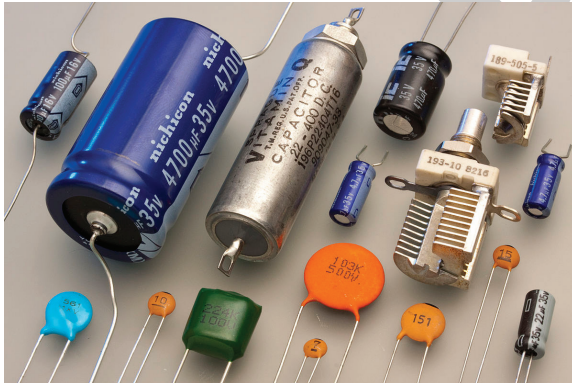


المطلوب: مساعدته في اختيار الأدوات والقطع المطلوبة ورسم الدارة وتحديد الخطوات اللازمة ليقوم بشحن هاتفه دون إحداث أي ضرر فيه.



رمز وتوضيح تركيب المقاومة المتغيرة بطرفين وبثلاثة أطراف

المكثفات الكهربائية



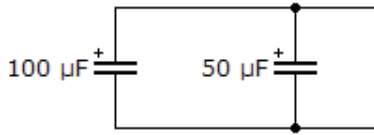
يعد المكثف (Capacitor) أحد مكونات الدارات الكهربائية، حيث يخزن الشحنة الكهربائية لفترة من الزمن تعتمد على قيمة المقاومة وسعة المكثف، ويسمى الثابت الزمني للشحن (T) وقانونه الرياضي $T = R * C$.

يتكوّن المكثف من لوحين موصلين يحمل كل منهما شحنة كهربائية مختلفة ويتحدد نوع المكثف حسب المادة العازلة المستخدمة، فمنها ما هو قطبي ومنها غير قطبي، وتقاس سعة المكثف بوحدة الفاراد (وهي كبيرة جداً) أو أحد أجزائها. μF (مايكرو فاراد)، pf (بيكو فاراد)، nf (نانو فاراد).



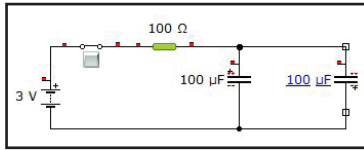
ما العوامل المؤثرة على سعة المكثف؟ وما العلاقة الرياضية التي تربط بين هذه العوامل؟

نشاط 9



تم توصيل مكثفين قطبيين معاً على التوازي كما في الشكل المجاور

والمطلوب:



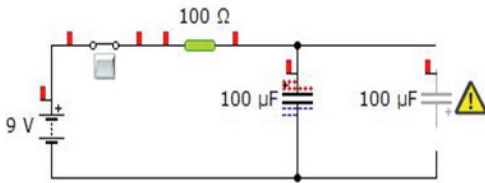
1. حساب الجهد الكهربائي على أطراف المكثف في الشكل (أ).
2. إذا تم عكس توصيل أقطاب أحد المكثفات كما في الشكل (ب)، وقياس السعة الكلية... ماذا تلاحظ؟

تحذير

يجب الانتباه عند توصيل المكثفات في الدارة الإلكترونية إلى قطبية المكثف الكيماوي مع مصدر الجهد (البطارية) وكذلك الجهد التشغيلي للمكثف لأن عدم تماثل الأقطاب يحدث ضرراً، حيث تكون القطبية والجهد موضحة على المكثف الكيماوي

نشاط 10

محاكاة توصيل المكثفات

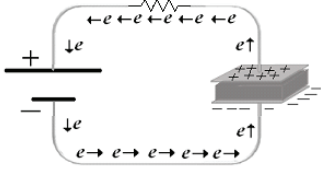


1. من خلال برنامج المحاكاة اعرض مثال شحن المكثف وتفرغته وتعرف إلى خصائص الرسم البياني من خلال تغيير القيم في المثال.
2. نفذ الدارة المرفقة (بعكس أقطاب أحد المكثفات) على برنامج المحاكاة واجعل قيمة مصدر الجهد 3V ثم اعمل على زيادة قيمة جهد المصدر كما في الصورة لتحصل على النتيجة المرفقة... وضح السبب؟

- احضر ثلاثة مكثفات كيميائية سعتها 22μ ، 10μ ، 47μ ثم نفذ ما يلي:
1. احسب السعة المكافئة لها عند توصيلها على التوالي ... ماذا تستنتج؟
 2. وضح بالرسم طريقة وصل الأقطاب للمكثفات معا على التوالي وعلى التوازي؟
 3. ما الخصائص التي يجب مراعاتها عند توصيل المكثفات الكيماوية معا؟
 4. ما المحددات التي يجب مراعاتها عند استبدال المكثف التالف؟

شحن وتفريغ المكثف

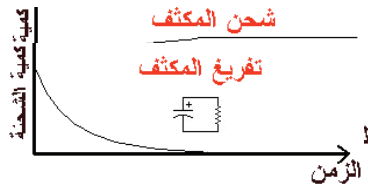
هل تساءلت كيف يعمل المكثف؟ وكيف يشحن؟ وما علاقة الشحنة على المكثف بجهد المصدر؟



إن المادة العازلة لا تمرر تيار كهربائي خلالها لأن مقاومتها عالية جدا وبما أن المكثف يتكون من لوحين موصلين بينهما عازل، فهل يمرر العازل تياراً كهربائياً في المكثف عند توصيله في الدارة؟

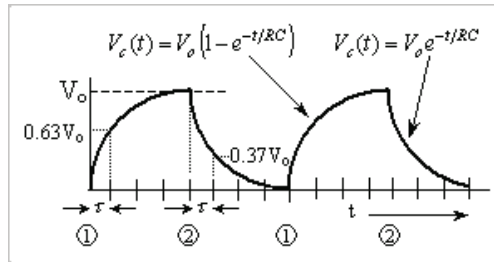
تنتقل الإلكترونات من اللوح الموجب بسبب التجاذب مع قطب

البطارية الموجب وتنتقل إلى اللوح السالب فتصبح غالبية الشحنات على اللوح العلوي (الموجب) موجبة وغالبية



الشحنات على اللوح السفلي (السالب) سالبة وتستمر العملية حتى يصل الجهد الكهربائي بين أطراف المكثف قريبا من قيمة مصدر الجهد.

إن عملية الشحن للمكثف ترتبط بثابت زمني يسمى $T = R \cdot C$ ويحتاج المكثف إلى اكتمال عملية الشحن بين لوحية إلى $5T$ وكذلك بالنسبة للتفريغ أيضا.



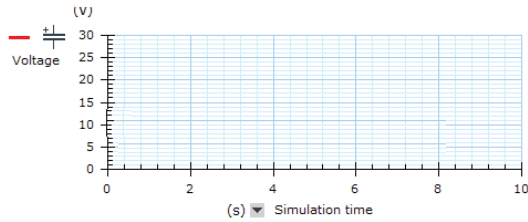
ولكن في (T) الأولى يشحن المكثف بمقدار 0.63 % من قيمة مصدر الجهد، وأما في التفريغ فيخسر من شحنته 0.37 % من قيمة الشحنة بين أطرافه، وتعتمد الشحنة بين لوحى المكثف على سعته وقيمة الجهد الكهربائي لمصدر الجهد حسب العلاقة الآتية:

$$C = Q / V, \quad (C: \text{السعة}, Q: \text{الشحنة}, V: \text{قيمة مصدر الجهد})$$

نشاط 12

بناءً على الشكل المجاور نفذ ما يلي عملياً:

شحن المكثف:



1. اعتماداً على $T = R * C$ اختر قيمة مكثف

ومقاومة ليكون الثابت الزمني للشحن 10S.

2. قم بتوصيل فولتميتر على التوازي مع المكثف.

3. اضغط على S1 وفي اللحظة نفسها اضغط على مؤقت لتسجيل قراءة الفولميتر في الجدول حسب قيمة الثابت الزمني.

النسبة المئوية للجهد	الزمن
% 63.212	1T
% 86.466	2T
% 95.021	3T
% 98.168	4T
% 99.326	5T
% 99.752	6T
% 99.909	7T
% 99.966	8T
% 99.988	9T
% 99.995	10T

T5	T4	T3	T2	T1	الثابت الزمني - شحن
					قراءة الفولميتر

4. ارسم بيانيا العلاقة بين الزمن وقراءة الفولميتر.

تفريغ المكثف:

يتم شحن المكثف بمقدار 5T وذلك بالضغط على S1 ومراقبة الزمن من خلال المؤقت.

نضغط على S2 ونحسب الثابت الزمني لكل T حسب الجدول ونسجل قراءة الفولميتر، ونرسم العلاقة بيانياً.

النسبة المئوية للتيار	الزمن
% 36.788	1T
% 13.534	2T
% 4.9787	3T
% 1.8316	4T
% 0.67379	5T
% 0.24788	6T
% 0.091188	7T
% 0.033546	8T
% 0.012341	9T
% 0.00454	10T

T5	T4	T3	T2	T1	الثابت الزمني - تفريغ
					قراءة الفولميتر

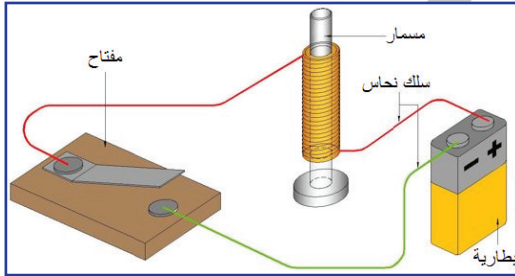
من استخدامات المكثف في الدارة الإلكترونية:

1. يعمل كمرشح (فلتر) فيمنع التيار المستمر من المرور لأن المكثف يفتح الدارة (open circuit) عند إتمام شحنه، وكذلك في حالة التيار المتردد لا يمر التيار عبر المكثف، ولكن التيار يعكس اتجاهه في كل نصف دورة بحيث تنتقل الشحنات بين طرفي المكثف في الدورة الواحدة بسبب اختلاف القطبية لإشارة التيار المتردد.
2. يستعمل المكثف الكيماوي للشحن والتفريغ في دوائر تقويم التيار التي تحوّل التيار المتغير إلى تيار مستمر.
3. يستعمل المكثف الكيماوي كبير السعة في دوائر فلاش كاميرا التصوير، ويتم توصيله مع المحركات ليعطي عزم دورات للمحرك.
4. يوصل المكثف المتغير (الهوائي) على التوازي مع ملف ومقاومة موصولين على التوالي لاختيار المحطات (تردد الموجات - دارة الرنين) في أجهزة الاستقبال.
5. يوصل المكثف مع المقاومة في الدارة الإلكترونية للحصول على أشكال موجات متنوعة ويطلق على الدارة في هذه الحالة دارة تفاضل أو دارة تكامل.



من خلال بحث مختصر
وضّح الفرق بين توصيل المكثف
في حالة التوالي Coupling أو
التوازي Bypass مع عنصر ما.

الملف والمحوّل الكهربائيّ Coil & Transformer



هل صنعت في سنوات دراستك السابقة مغناطيس صناعي كما في الصورة المرفقة؟ عندما يمر تيار كهربائي في الملف ينشأ مجال مغناطيسي داخل الملف اللولبي وخارجه تعتمد شدته على القوة الدافعة الكهربائية (قيمة الجهد والتيار).

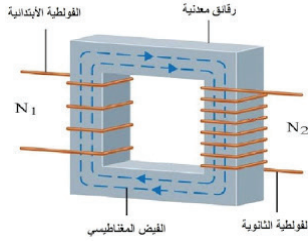
وحدة القياس هي الهنري واختصارها بـ "H" أو أجزاءها

وتعتمد القيمة على أبعاد الملف وعدد لفاته ونصف قطر

اللفات، ويمكن قياسها بالأوم ميتر للتأكد من سلامة الملف، وقد استخدمت هذه الفكرة في المحوّل الخافض للجهود بأنواعه وفي مجال الاتصالات لاختيار تردد محطة ما باستخدام دارة الرنين RLC.



المحوّل الكهربائي Transformer



$$\frac{N1}{N2} = \frac{V1}{V2} = \frac{I1}{I2}$$

$$\frac{\text{عدد لفات الملف الابتدائي}}{\text{عدد لفات الملف الثانوي}} = \frac{\text{جهد الملف الابتدائي}}{\text{جهد الملف الثانوي}} = \frac{\text{تيار الملف الثانوي}}{\text{تيار الملف الابتدائي}}$$

التلفاز ويتكون من ملفين:
ملف ابتدائي N1 يوصل مع 220V AC وملف ثانوي N2 يخفض الجهد بين أطرافه

بقيمة محدّدة حسب العلاقة المرفقة ويبقى النوع نفسه (AC) ويمكن التأكد من سلامة المحوّل عن طريق فحص مقاومة الملف الابتدائي والملف الثانوي باستخدام (DMM).

أنواع محوّلات خفض الجهد

محوّل متعدد الجهد	محوّل ذو نقطة تفرّع مركزي	محوّل عادي بجهد واحد

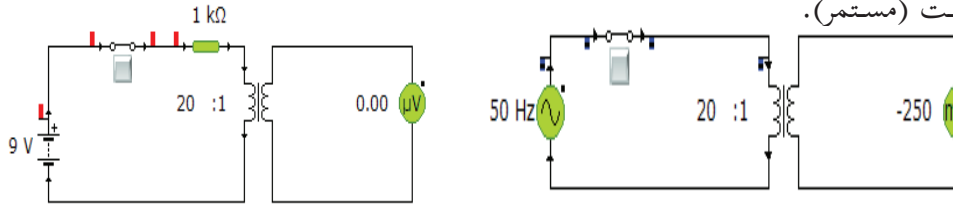


من خلال الشبكة العنكبوتية (الانترنت) حضّر بحثاً عن المحوّلات ثلاثية الأطوار 3 phase من حيث التركيب، مبدأ العمل والاستخدام.

1. نحتاج إلى محوّل خفض يعطي 12V وتوفر لدينا محوّل ذو نقطة تفرع مركّبة 6V، 6V، هل يمكن استخدامه بدلاً منه.
2. يتم تحديد الملف الابتدائي والملف الثانوي عند عدم ظهور علامة تبين الملف باستخدام (DMM).

نشاط 13

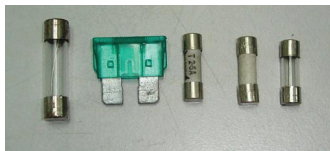
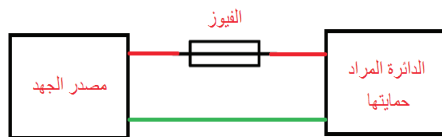
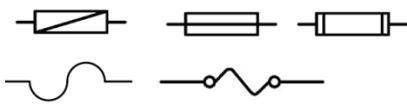
اعمل على محاكاة توصيل الدارتين الآتيتين من خلال أحد برامج المحاكاة، ثم قارن بين قراءتي الفولتميتر في الدارتين موضحا السبب، حيث إن الدارة الأولى موصولة بمصدر جهد متناوب بينما تم توصيل الدارة الثانية بمصدر جهد ثابت (مستمر).



من خلال الشبكة العنكبوتية (الانترنت) ابحث عن أنواع أخرى من المحوّلات وحضّر عرضاً تقديمياً.

المُصَهِّر Fuse

تخيل عدم توفر القواطع المغناطيسية في تمديدات شبكتكم المنزلية وقد حدث خلل كهربائي في البيت!

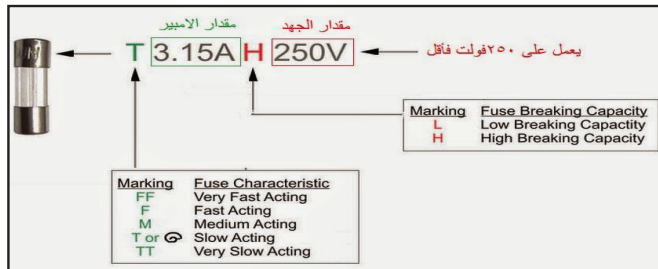


يتسبب قصر الدارة بمرور تيار كبير لقلّة المقاومة حسب قانون أوم مما يشكل خطراً على حياة الإنسان الذي ابتكر بدوره وسائل الحماية لنفسه وللأجهزة الإلكترونية والكهربائية والتي لا يخلو منها أيّ جهاز إلكتروني فصنع المصهر والذي ينصهر أو ينقطع عندما يتجاوز التيار المار به حداً معيناً والشكل الآتي يوضّح رمز المصهر Fuse في الدارات الكهربائية ويتم توصيله على التوالي مع مدخل الجهاز الإلكتروني لحماية الجهاز من زيادة التيار .

يصنع المصهر بأحجام وأشكال متنوعة فيستخدم في شبكات

الضغط العالي للحماية من تيارات عالية جدا، وكذلك في التمديدات المنزلية بحسب قطر السلك المستخدم فنجد 10A لتمديدات الإنارة بمساحة مقطع 1.5 ملم و 16A لتمديدات المقابس بمساحة مقطع 2.5 ملم .

نشاط 14



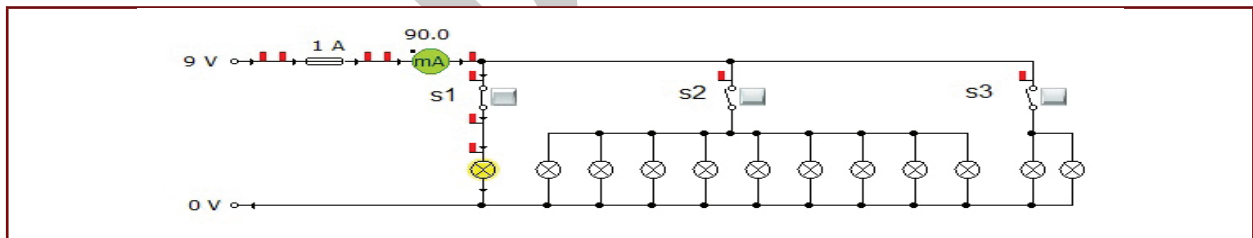
اعتمادا على المعلومات التي توضحها الصورة المرفقة، ما المعايير التي يجب مراعاتها عند استبدال المصهرات التالفة؟

نشاط 15

تحليل ثم محاكاة دائرة إلكترونية (المصهرات كوسيلة حماية).

المطلوب: بين ماذا يحدث عند إغلاق كل من s2, s3 موضحا السبب اعمل على محاكاة الدارة وتأكد

من الإجابة؟



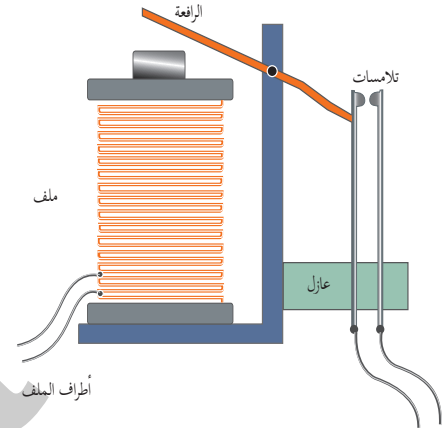
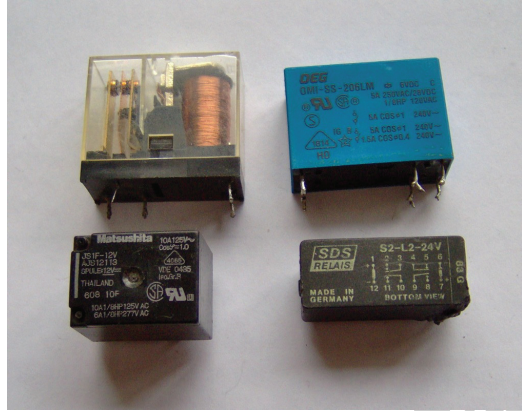
من خلال الشبكة العنكبوتية (الانترنت)، ابحث عن أنواع أخرى من المصهرات وأدرجها في جدول وقدمه إلى معلمك بحيث يحتوي على:

(النوع / الصورة / التيار / الجهد / مكان الاستخدام / مساحة مقطع السلك).

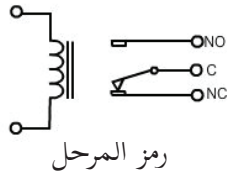


المرحّل الكهرومغناطيسي

هل فكرت يوماً باستثمار مبدأ عمل عنصر إلكتروني في تطبيق حياتي؟ أم خطر لك كيف تستخدم المجال المغناطيسي للملف والمحوّل في تطبيقات حياتية لتوفير مبدأ العزل للدائرة؟ وهل باستطاعتنا ان نتحكم بتشغيل نظام يعمل على جهد مقداره 220 فولت من خلال دارة بسيطة تعمل بجهد منخفض 12 فولت مثلاً.



يعدّ المرحّل (Relay) من القطع الكهربائية المهمة، حيث يقسم إلى جزئين (الملف والتلامسات) كما يظهر في الشكل المجاور، وتكمن أهميته في تحقيق مبدأ العزل للدائرة الكهربائية عن طريق التحكم بدارة كهربائية ذات جهد عالٍ يتم توصيلها مع التلامسات من خلال جهد منخفض 6 أو 12 فولت يتم توصيله مع أطراف الملف مما يؤدي إلى توليد مجال مغناطيسي يعمل على جذب رافعة ميكانيكية باتجاه الملف لوجودها في مجال مغناطيسي مما يؤدي إلى حركة ميكانيكية للتلامسات فتقوم بتوصيل دارة أو الفصل عنها.

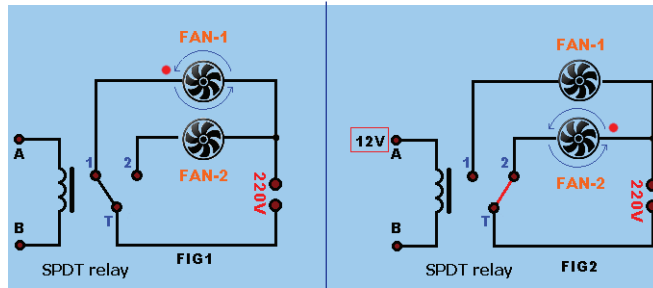


	C: common	مشترك
	NC: normally closed	مغلق دائماً
	NO: normally opened	مفتوح دائماً

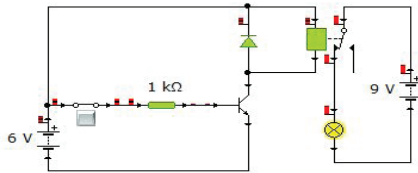
1. يتعامل المحوّل المخفض للجهد مع مصدر تيار متردد AC على كلا ملفيه، فهل ينطبق هذا على ملف المرحّل وتلامساته.
2. يوفر كل من المرحّل والمحوّل مبدأ العزل وحماية الدارة الكهربائية.

نشاط 16

(تحليل ومحاكاة) وضح مبدأ العمل للدارات في الأشكال الآتية: معتمدا على عدم توفر الجهد الكهربائي في FIG1 على أطراف الملف، وعند توفر جهد قيمته 12V على أطراف الملف كما يوضح الشكل FIG2.

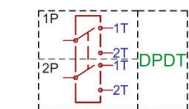


نشاط 17

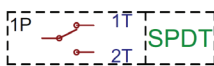


(تطبيق عملي) قم بتوصيل الدارة المرفقة ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ما أسماء القطع الإلكترونية المكونة للدارة؟
- اعمل على قياس مقاومة ملف المرحّل قبل توصيله في الدارة.
- اعمل على تحديد نوع التلامسات في المرحّل N.O و N.C باستخدام (DMM).
- لماذا نحتاج إلى مصدري جهد؟
- هل يمكن الاستغناء عن أحد المصادر... وضح بالرسم؟
- ما مبدأ عمل الدارة.
- اقترح تطبيقاً حياتياً يمكن استخدام هذه الدارة في تنفيذه.



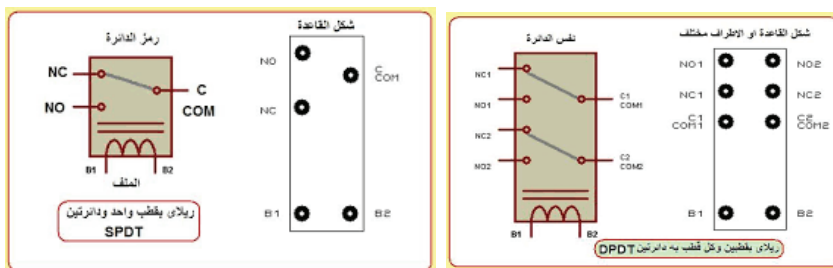
تم تصنيع أنواع من المفاتيح تسمى (SPST) Single pole single throw ويتم التحكم في دارتين حسب حالة التوصيل 1T أو 2T.



وهناك نوع آخر يسمى (SPDT) Single pole double throw، يتم من خلاله التحكم بدارتين، كل دارة لها حالتان.

وقد تم دمج هذه المفاتيح لتشكيل تلامسات مرحّل كهرومغناطيسي يستخدم في التحكم في عدد من الدارات الإلكترونية والكهربائية.

أمثلة على أنواع المرحلات من حيث عدد الأقطاب SPDT (Single pole, double throw)

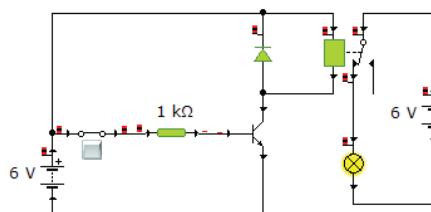


من خلال الشبكة العنكبوتية (الانترنت)، ابحث عن مرحل الخطوة (Step Relay) واستخدماتاته.

نشاط 18

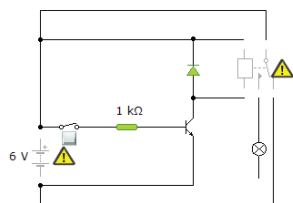
تحليل ومحاكاة

الدائرة في شكل 1 تعمل باستخدام مصدري جهد، ارسم الدائرة في الفراغ المقابل لتعمل بمصدر جهد واحد



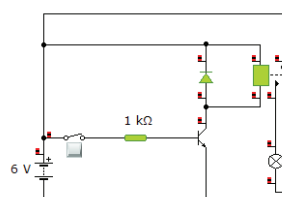
شکل 1

لماذا يحدث تلف للدارة في الشكل 3 عند تشغيلها

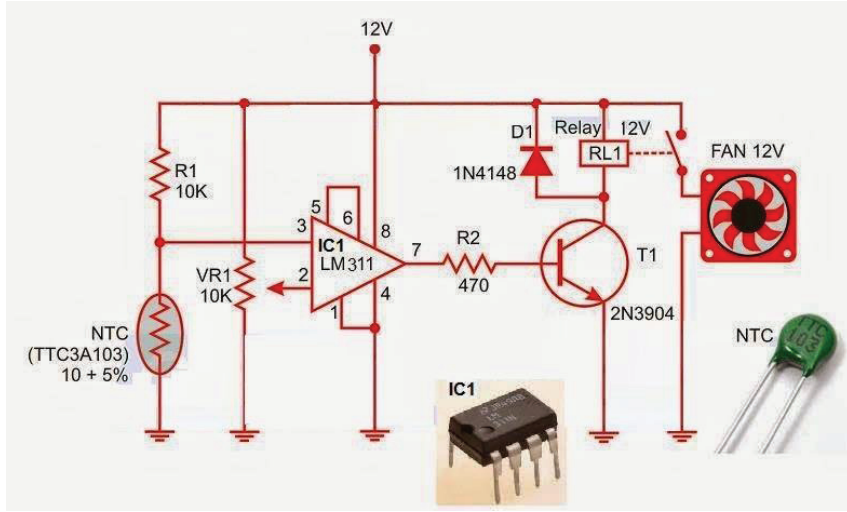


الشكل 3

ناقش عمل الدارة في الشكل 2



الشكل 2



ملخص مبدأ العمل :

تعمل الدارة بواسطة الدارة المتكاملة (المقارن) IC_1 على تكبير إشارة المقاومة الحرارية (NTC) و ضبط حساسيتها عن طريق المقاومة المتغيرة (VR_1) ليقوم الترانزستور (T_1) بتشغيل المرحل بشكل أوتوماتيكي عند ارتفاع درجة الحرارة عند حد معين، و يمكن عن طريق المرحل تشغيل مروحة أو انذار أو فصل تيار تلقائي عن الجسم الساخن لحمايته من الحرارة الزائدة و يجب معايرة حساسيتها عن طريق المقاومة المتغيرة (VR_1) للوصول الى افضل وضع تشغيل... المطلوب :

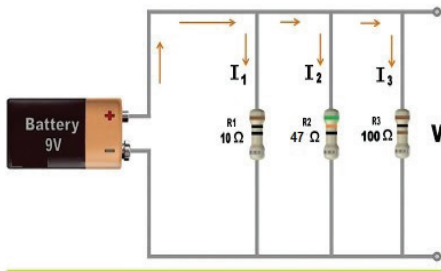
1. التأكد من صلاحية القطع الالكترونية .
2. التركيب العملي للدارة والتأكد من العمل .
3. اذا اردنا عكس مبدأ العمل للدارة (تعمل الدارة عادة وتتوقف عن العمل عند درجة حرارة معينة).
4. ما التغيير المطلوب اذا اردنا استخدام الدارة في جهاز الكتروني (فقاسة بيض) بحيث تتوفر فيه الخصائص التالية :

- ★ تشغيل مروحة للتبريد اذا تجاوزت درجة الحرارة عن درجة معينة .
- ★ تشغيل دفاية كهربائية اذا قلت الحرارة عن درجة معينة .

اسئلة الدرس

س1 ضع إشارة (✓) أمام العبارة الصحيحة وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة لكل مما يلي:

- عند تلف المقاومة فإنها تصبح دائرة مفتوحة. ☐
- عند تلف المكثف الكيماوي فإنه يصبح دائرة قصر short circuit. ☐
- عند توصيل مقاومتان كل منهما 100Ω على التوالي فإن المقاومة المكافئة لهما $= 50\Omega$ ☐
- عند توصيل مكثفان معا كل منهما 10μ على التوازي فإن السعة المكافئة لهما $= 5\mu$ ☐
- من مميزات المصهر رخص ثمنه وسهولة التركيب وسرعة قطع الدارة. ☐
- يجب التأكد من قيمة الجهد والتيار عند استبدال المصهر التالف. ☐
- يمكن توصيل محوّلين لهما نفس قيمة الجهد والتيار على التوالي للحصول على ضعف تيار احدهما. ☐
- يمكن قياس مقاومة ملف المرحّل باستخدام جهاز الأوم ميتر. ☐
- يستخدم مكثف هوائي ذو سعة متغيرة في دوائر الرنين في أجهزة التلفاز والراديو لتوليف المحطات. ☐

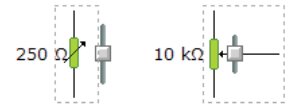
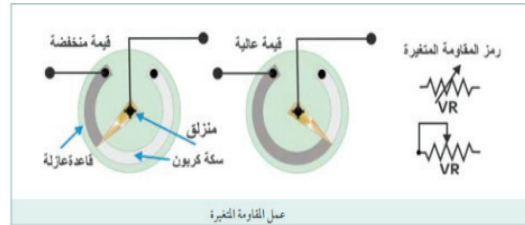


س2 بالاعتماد على الدارة الموضحة في الشكل المجاور،

ما العلاقة بين التيار الكلي الخارج من البطارية والتيارات I_1 ، I_2 ، I_3 وكذلك جهد البطارية والجهد على طرفي كل مقاومة؟ ماذا تستنتج؟

س4 هل يمكن استبدال إحدى المقاومات المتغيرة ذات الطرفين

بثلاثة أطراف في الدارة إلا أن: ١. ٢. ٣. ٤.

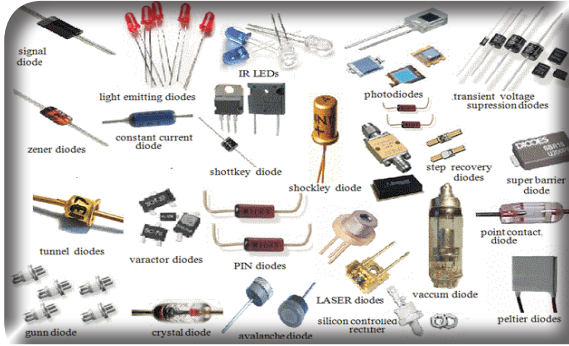


س5 قارن بين المصهر والقاطع المغناطيسي من حيث (مبدأ العمل / قيم الجهود التي يتعامل معها / أنواع الجهد الكهربائي التي يوصل في دارتها / إمكانية الاستخدام لأكثر من مرة / التكلفة / مكان الاستخدام).

س6 محوّل كهربائي يعمل على جهد 220V وعدد لفاته 80 لفة كم يبلغ قيمة الجهد على ملفه الثانوي إذا كانت عدد لفاته 15 لفة؟

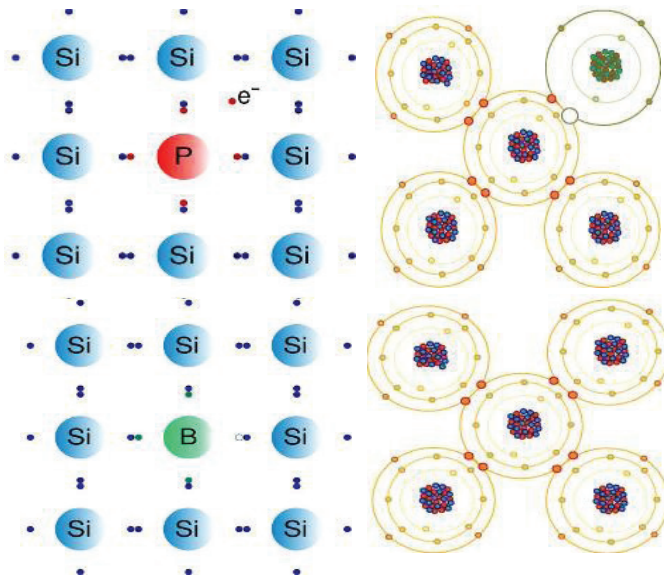
الثنائيات (Diodes)

تعرفنا في الدرس السابق إلى بعض القطع والأدوات الكهربائية والإلكترونية وبعض تطبيقاتها وسنتعرف في هذا الدرس إلى نوعين جديدين من القطع الإلكترونية وبعض التطبيقات عليها، حيث تعد الثنائيات والترانزستورات أحد أهم مكونات الأدوات والأجهزة الإلكترونية الحديثة.



(التطعيم Doping)

إضافة عدد قليل جداً من ذرات مادة يتم اختيارها بشكل محدد مثل الألمنيوم أو الزنك إلى بلورة شبه الموصل (الشريحة) بنسبة (1:1.000.000) بهدف زيادة الإلكترونات أو الفجوات الإلكترونية في البلورة لإنتاج مادة جديدة ذات خصائص عالية التوصيل.



تتكون المواد شبه الموصلة Semiconductors من ذرات تحتوي في مدارها الأخير على 4 إلكترونات، حيث يمكننا إنتاج بلورة (crystal) نقية عند بناء رابطة تشاركية بين الذرة والتي حولها فينتج مادة خاملة يكتمل مدارها الأخير بثمانية إلكترونات وهذه المادة الخاملة لا تنقل التيار الكهربائي إلا بعد أن يتم تحرير أو انتزاع الإلكترونات بالحرارة أو عن طريق (التطعيم Doping).

تنتج الشريحة الموجبة (P- type) بتطعيم

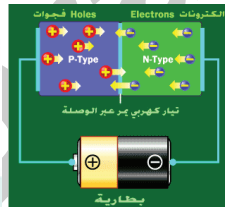
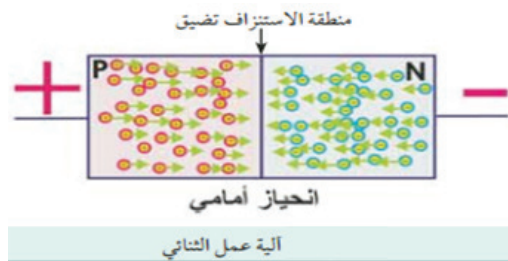
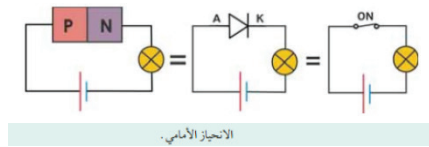
بلورة شبه الموصل بمواد تحوي في مدارها الأخير على 3 إلكترونات مثل الألمنيوم والبورون وتنتج الشريحة السالبة (N-type) بتطعيم بلورة شبه الموصل بمواد تحوي في مدارها الأخير على 5 إلكترونات مثل الأنثيمون والزرنيخ، وعند دمج الطبقات ينتج ثنائي الطبقة (P-N) وهي من أبسط أشكال الثنائيات.

الثنائيات وأنواعها

الثنائي عنصر فعال ذو طرفين (مصعد / مهبط)، يتركب ثنائي أشباه الموصلات من وصلة (P-N) تشكل على شريحة واحدة من مادة شبه الموصل، ويسمى الطرف المتصل بالمادة نوع (P) بالأنود ويرمز له بالحرف (A) ويسمى الطرف المتصل بالمادة نوع (N) بالكاثود ويرمز له بالرمز (K).



وصف عمل الثنائي (مقوم الإشارة في دائرة التيار المستمر Rectifier)



يسمح الثنائي في حالة الانحياز الأمامي بتمرير التيار عندما يوصل الأنود (القطب الموجب) بالقطب الموجب لمصدر الجهد بينما يوصل الكاثود (القطب السالب) بالقطب السالب للمصدر وفي الحالة هذه يتصرف الثنائي كمفتاح في حالة توصيل ON عندما يكون جهد الأنود أكثر من جهد الكاثود بقيمة جهد تزيد عن (0.7) فولت بالنسبة

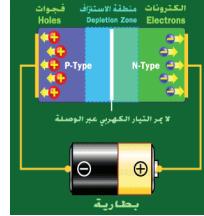
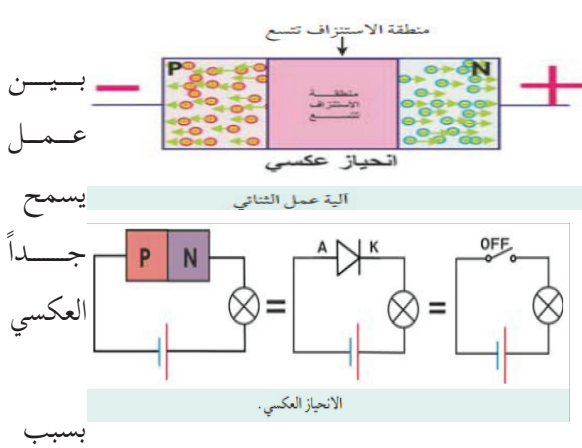
لثنائي السيليكون و(0.3) فولت بالنسبة لثنائي الجرمانيوم، ويعرف هذا الجهد ب (جهد الانحياز الأمامي) ويرمز له بالحرف V_f ، ويعمل في هذه الحالة على تمرير التيار.

منطقة الاستنزاف: هي المنطقة المحصورة بين الطبقة الموجبة والسالبة في الثنائي، تقل هذه الطبقة في حالة الانحياز الأمامي نتيجة تنافر أقطاب البطارية المتماثلة مع أقطاب الثنائي مما يدفع الإلكترونات من الطبقة السالبة إلى الفجوات في الطبقة الموجبة مما يؤدي إلى تقليل المنطقة الفاصلة بين الطبقات وزيادة حركة الإلكترونات عبر الوصلة.

وضّح آلية انتقال الشحنات في الثنائي في حالة الانحياز الأمامي وعلاقتها بمنطقة الاستنزاف.



وفي حالة الانحياز العكسي يوصل الانود (القطب الموجب) بالقطب السالب لمصدر الجهد بينما يوصل الكاثود (القطب



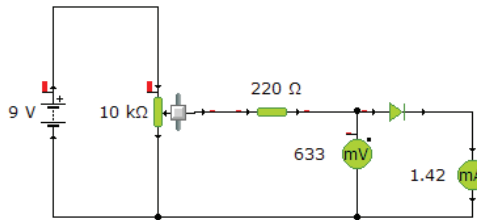
السالب) بالقطب الموجب لمصدر الجهد وفي الحالة هذه تصبح المقاومة طرفي الثنائي مرتفعة جداً، مما يؤدي إلى الثنائي كمفتاح في حالة قطع off ولا بمرور التيار الكهربائي الا بمقدار قليل يسمى تيار التشبع (Micro Ampere μA) (reverse saturation current) نتيجة وجود شحنات قليلة جداً وذلك

جذب حاملات الشحنات الموجبة (الفجوات) في الطبقة السالبة إلى القطب الموجب، وجذب حاملات الشحنات السالبة (الإلكترونات) في الطبقة الموجبة إلى القطب السالب ليزداد عرض منطقة الاستنزاف.

نشاط 1

(تطبيق عملي): خصائص الوصلة الثنائية DIODE CHARACTERISTICS

حضر الأدوات والقطع الإلكترونية المكونة للدارة، وتأكد من صلاحيتها واعمل على توصيل الدارة ثم غير قيمة المقاومة المتغيرة حسب الجدول، وسجل قراءة كل من الأميتر والفولميتر في الجدول الآتي:

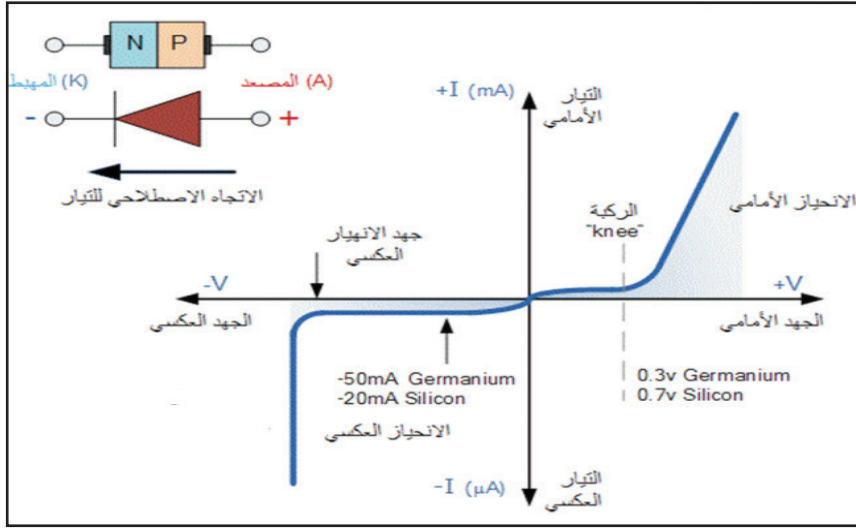


قيمة المقاومة $K\Omega$	قراءة الأميتر mA	قراءة الفولميتر mV
1		
2		
3		
5		
7		
9		

ملاحظة هامة: يجب فصل طرف مصدر الجهد الكهربائي عند قياس المقاومة في كل حالة.

• ارسم منحنى العلاقة ما بين قراءة الأميتر وقراءة الفولميتر بتحديد نقاط تقاطعها واعمل على التوصيل بين النقاط.

المنحنى المميز للثنائي



يبين الشكل المنحنى لثنائي مصنوع من مادة السيليكون، وهذا المنحنى يوضح العلاقة بين التيار المار عبر الثنائي والجهد بين طرفيه وذلك في حالة الانحياز الأمامي والانحياز العكسي.

اعتمادا على منحنى الثنائي أجب عن الأسئلة الآتية:

- ما المقصود بجهد الركبة، وهل يوجد جهد انهيار في حالة الانحياز الأمامي؟
- علل المقولة الآتية: العلاقة بين التيار والجهد في منحنى الثنائي ليست علاقة خطية.
- قبل الوصول إلى الركبة نلاحظ مؤشر على سريان تيار قليل لكن الثنائي لا يعمل.
- في حالة الانحياز العكسي يبقى التيار قليلاً جداً حتى الوصول إلى جهد الانهيار.. وضح ذلك.

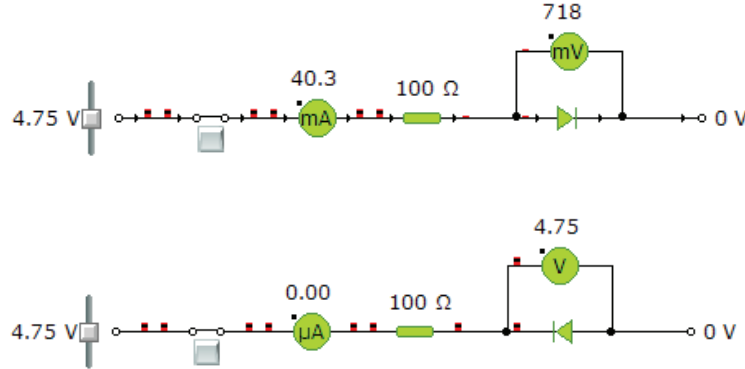
جهد الانهيار

وهو قيمة الجهد التي تفقد المادة عندها خصائصها وتنهار فتصبح مقاومتها قليلة جداً مما يؤدي إلى مرور تيار كبير يؤدي إلى تلف الثنائي.

وصف عمل الثنائي (مقوم الإشارة في دائرة التيار المستمر Rectifier)

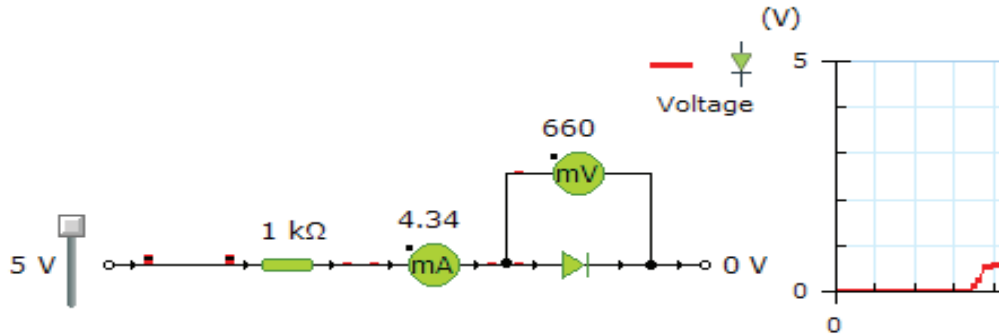
نشاط 2

ادرس الأشكال الآتية جيداً التي توضّح قراءة الأميتر وقراءة الفولميتر ثم استعن بالقراءات لتحليل الدارة مبيناً مبدأ عمل الثنائي وسبب اختلاف القراءات.



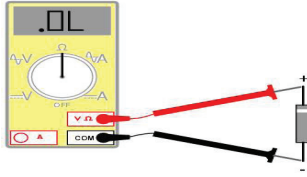
نشاط 3

اعتماداً على مبدأ عمل الثنائي في دائرة التيار المستمر، استخدم أحد برامج المحاكاة لتوصيل الدارة الآتية والتأكد من منحني الانحياز الأمامي للثنائي عن طريق الرسم البياني.

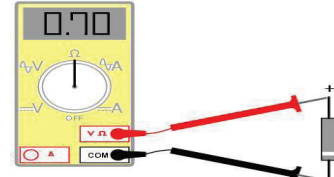


نشاط 4

(التطبيق العملي): التأكد من نتيجة فحص الثنائي العادي موحد (مقوم) الموجة باستخدام ساعة متعددة الأغراض الرقمية (DMM) ومقارنتها بقراءة عدة ثنائيات.



الانحياز العكسي



الانحياز الأمامي

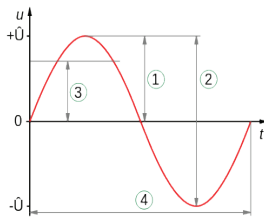
عند فحص الثنائيات عمليا: ستلاحظ أن القيم المقاسة لعدة ثنائيات ستكون مختلفة (حتى لو كانت تحمل الرقم نفسه)... ما سبب هذا الاختلاف؟



مقوم الإشارة في دارات التيار المتردد

خصائص الموجة (الإشارة في دارات التيار المتردد)

تتنوع الموجات حسب أشكالها، فمنها الموجة الجيبية والمربعة وسن المنشار وقد تكون منتظمة بتردد محدد 50Hz (وهو عدد الموجات المتكونة خلال وحدة الزمن ثانية) كما في التمديدات المنزلية وقد تكون الموجة الجيبية غير منتظمة، وتسمى قيمة الجهد من الصفر إلى أعلى قيمة أو من الصفر إلى أقل قيمة الاتساع V.m. ويمكن حساب التردد باستخدام العلاقة $f = 1/t$ (التردد، t: زمن الموجة) وإذا بدأت الموجة من الصفر على المحور السيني يكون فرق الطور للموجة صفرا.



منحنى الموجة الجيبية

1. اتساع الموجة: Peak or amplitude Value

2. القمة إلى القاع: Peak-to-peak Value

3. القيمة الفعالة للجهد: Root mean square

4. زمن الموجة: Wave period(t)

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

إن القيمة التي يتم قياسها باستخدام (DMM) تسمى القيمة الفعالة Vr.m.s (Root mean square) وقانونها الرياضي كما يظهر من العلاقة حيث V_p هو اتساع الإشارة.



اعتمادا على خصائص الموجة أجب عن الأسئلة الآتية:

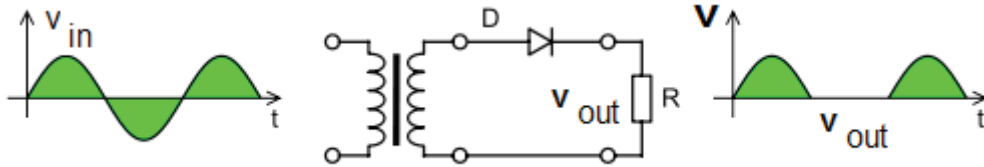
1. لماذا نستخدم الموجة المربعة؟
2. ما سبب استخدام قيمة التردد 50Hz في التمديدات المنزلية في بيوتنا.
3. إذا تشكلت الموجة كاملة خلال فترة زمنية قدرها 30msec، فكم يبلغ تردد الموجة؟
4. إذا كانت وحدة الزمن المستخدمة نفسها فأأي الموجات في الصورة (A، B) ترددها أعلى؟ ولماذا؟



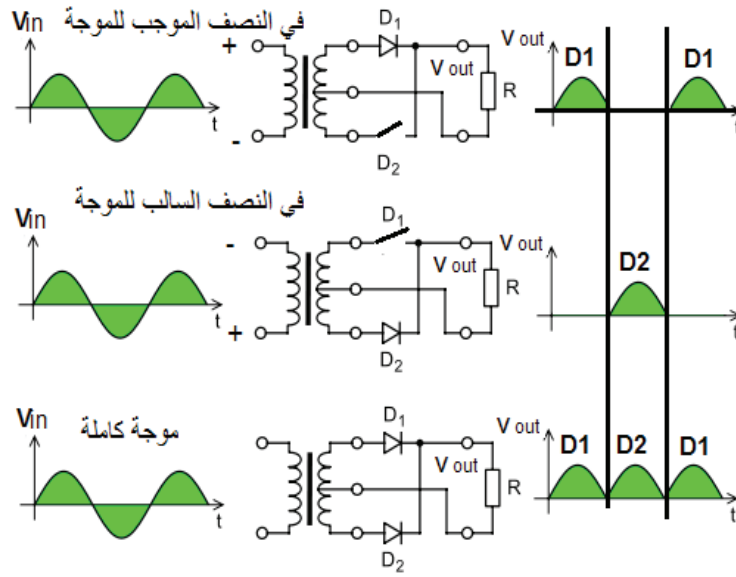
مقوم الإشارة في دارات التيار المتردد

ثنائي مقوم الإشارة Rectifier Diode

عملية التقويم - موحد نصف الموجة: يعتمد شكل الموجة الخارجة على وضعية الثنائي في الدارة ويستخدم ثنائي واحد في دوائر أحادي الطور، يلاحظ أن الثنائي يمرر نصف الموجة، بينما يمنع النصف الآخر وذلك لأن الثنائي يكون في حالة انحياز عكسي عند مرور نصف الموجة السالب.



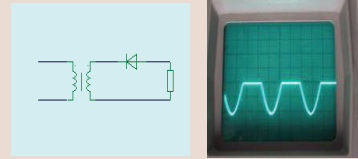
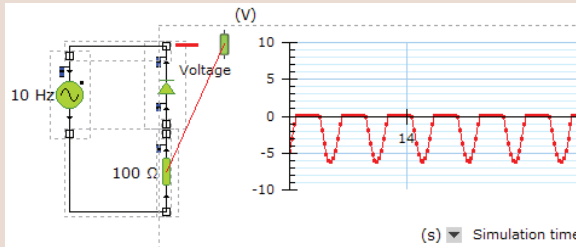
عملية التقويم - لموجة كاملة باستخدام ثنائيين ومحوّل ذي نقطة تفرع مركزية (Center tap) يظهر موجة كاملة للإشارة الخارجة V_{out} .



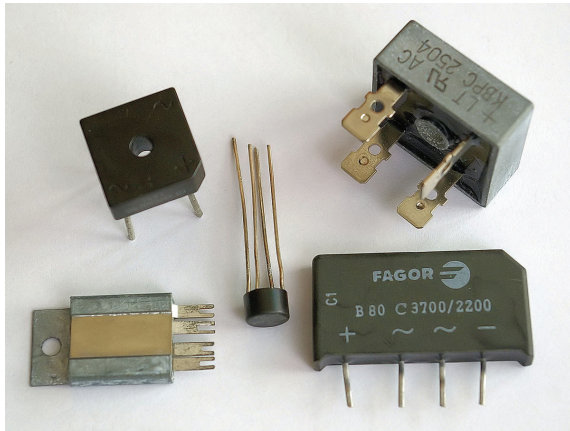
ظهرت الإشارة في الجزء العلوي من الرسم عند دخول النصف السالب من الموجة V_{in} .



- إذا كان شكل الإشارة الناتجة على جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope) كما يظهر في الشكل الآتي، ماذا يحدث لو كانت الإشارة الداخلة بطارية 3V D.C؟



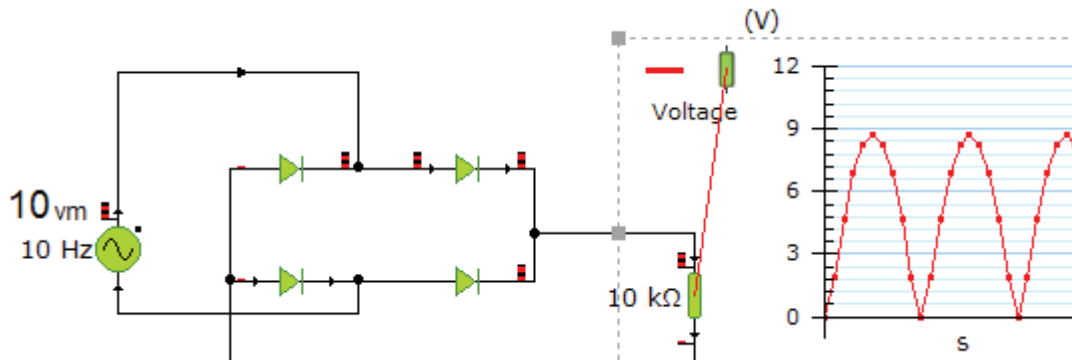
قضية للنقاش



ويتم استخدام قنطرة التوحيد في الأجهزة الإلكترونية أكثر من الطرق السابقة لتوحيد الموجة، وتتكون القنطرة من أربع ثنائيات مغلقة كما يظهر في الشكل الآتي.

نشاط 6

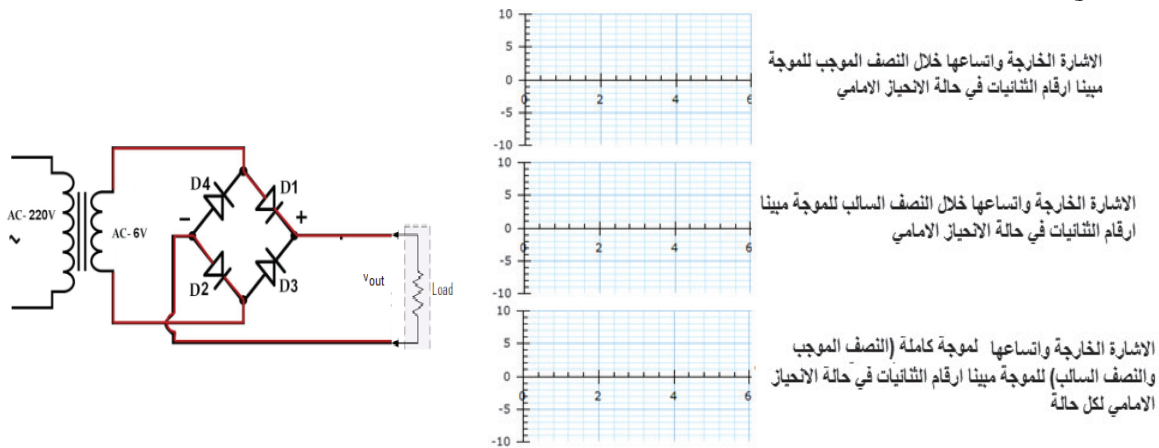
استخدم برنامج محاكاة لرسم الدارة لمقوم موجة كاملة باستخدام 4 ثنائيات (قنطرة التوحيد).



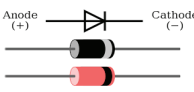
إذا كان اتساع الإشارة الداخلة إلى دارة مقوم نصف الموجة تساوي 5 mV فإن اتساع الإشارة الخارجة يساوي 4.3 mV إذا كانت الثنائيات من مادة السيليكون بينما إذا دخلت الإشارة نفسها إلى قنطرة التوحيد فإن اتساع الإشارة الخارجة يساوي 3.6 mV .

نشاط 7

اعتمادا على الصورة الآتية وضح بالرسم شكل الموجة الناتجة وأي الثنائيات تعمل في أنصاف الموجة واتساع الموجة الخارجة.



أكمل الجدول الآتي لبيان خصائص الثنائيات: حيث تتنوع الثنائيات وكذلك استخداماتها، فلكل نوع منها رمزه الخاص، فقد تشابه الثنائيات في الشكل إلا أنها تختلف في طريقة التوصيل ومبدأ العمل

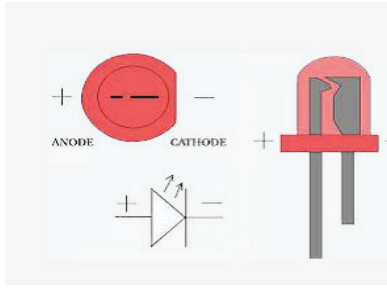
الرمز	اسم الثنائي	مبدأ العمل	طريقة التوصيل	الشكل (الصورة)
	ثنائي الليزر			
	مرسل الأشعة تحت الحمراء			
	زينر		انحياز عكسي	
	ثنائي الحساس للضوء		انحياز عكسي	
	الباعث الضوئي			
	مقوم الموجة		انحياز أمامي	

الثنائي الباعث للضوء Light Emitting Diode



تم تصنيع الثنائي بشكل منفرد، كما نشاهد، كمؤشر لشحن الهاتف المحمول أو دليل على وصول التيار الكهربائي إلى جهاز معين، ومع التقدم التكنولوجي تم تصنيع أجهزة محمولة وشاشات تلفاز تستخدم عدداً كبيراً من الثنائيات يتم التحكم بعملها من خلال دائرة متكاملة IC يمكن التحكم بإضاءة كل باعث ضوئي باللون المطلوب وبشكل مستقل.

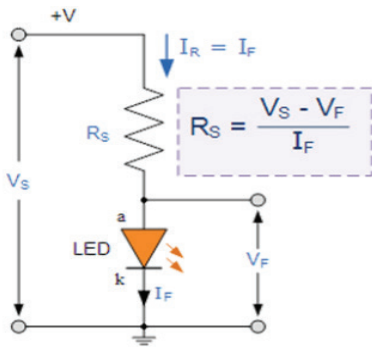
يتكون الثنائي من طرفين أحدهما موجب يسمى مصعد Anode والطرف الآخر سالب ويسمى المهبط



Cathode. يوصل في الدارة بانحياز أمامي ويستخدم الباعث الضوئي بكثرة في الأجهزة الإلكترونية، حيث يكاد لا يخلو جهاز إلكتروني منه، ويصنع من مادة تتأثر بمرور التيار عبره فيضئ نتيجة انبعاث فوتونات (Photon) على شكل حزم مترابطة عند تطبيق فرق جهد على أطرافه.

تمثل قاعدة المثلث الطرف الموجب للثنائي بينما يمثل رأس المثلث

الطرف السالب، ويمكننا معرفة القطبية من الثنائي نفسه حيث يمثل القسم الأكبر حجماً داخل الثنائي القطب



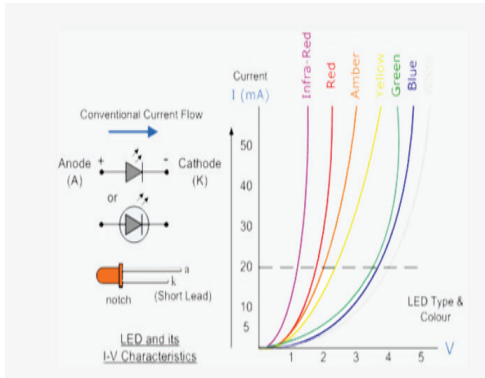
السالب بينما القسم الأصغر يمثل الطرف الموجب، وكما يظهر من الرسم فإن الطرف المقصود يمثل الطرف السالب ويبيّن الشكل المرفق كيفية حساب المقاومة R_S حسب قانون أوم.

ما الهدف من توصيل المقاومة مع الثنائي على التوالي؟



خصائص الثنائي الباعث للضوء:

العلاقة بين التيار المار في الثنائي والجهد المطبق على أطرافه علاقة غير خطية كما يظهر من الشكل المرفق وعند التعامل مع القطع الإلكترونية لت تركيب الدارات وتنفيذها لابد من قراءة قائمة البيانات Data sheet جيداً حتى تتمكن من معرفه القيم الحرجة من الجهد والتيار حتى لا يتلف القطعة الإلكترونية.



ومن البيانات التي يجب معرفتها عند توصيل الثنائيات:

Max_{IF} : أقصى تيار يتحمله الثنائي وبعدها يتلف إذا ارتفعت هذه القيمة.

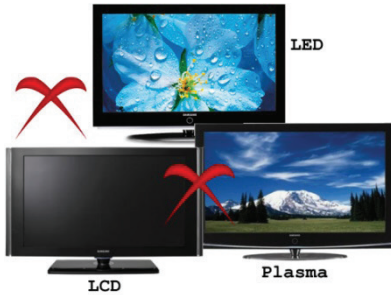
Type_{VF} : الجهد المتكون على أطراف الثنائي الباعث للضوء أثناء عمله.

Max_{VF} : أقصى جهد يمكن تطبيقه على الثنائي الباعث للضوء وبعدها يتلف.

Max_{VR} : أقصى جهد يمكن تطبيقه عند حدوث خطأ وعكس القطبية على الثنائي الباعث للضوء وفي هذه الحالة لا يعمل لأن القطبية معكوسة.

يستخدم الباعث الضوئي ذو اللون الأحمر للإنذار في الأماكن الخطرة.

عدد تطبيقات أخرى للثنائي الباعث للضوء في الحياة العملية؟



تم تصنيع شاشات للتلفاز اعتماداً على تقنيات مختلفة، حضر بحثاً للمقارنة وبين الأنواع المختلفة للشاشات حسب الصورة المرفقة من حيث دقة الصورة، وزن الشاشة، التقنية المستخدمة، مبدأ العمل) على شكل جدول

أنواع أخرى للثنائي الباعث للضوء:



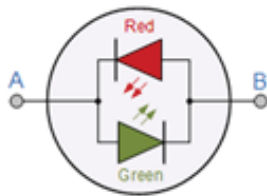
مرسل الأشعة تحت الحمراء : Infra Red-LED يصدر أشعه لا ترى بالعين المجردة بعكس ضوء الباعث الضوئي ولكن يمكن التأكد من عمله عن طريق كاميرا الهاتف الذكي، ولا تتداخل الأشعة تحت الحمراء مع ترددات الإضاءة الأخرى مما يؤدي إلى استخدامه في أجهزة التحكم عن بعد (الريموت كونترول) للتحكم في الأجهزة المختلفة ودارات الإنذار.

لماذا لا نرى الأشعة تحت الحمراء بينما يمكن الاستدلال عليها باستخدام كاميرا الهاتف المحمول؟



Bi-LED : هو عبارة عن ثنائيين متعاكسين يتم الحصول منهما على 3 ألوان، يتكون من طرفين، ويتم الحصول على

الثنائي الباعث للضوء ذو اللونين

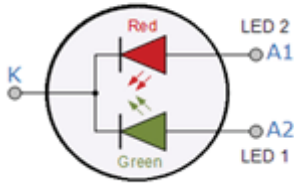


اللون حسب الانحياز المناسب يضيء اللون الأول وعند عكس الانحياز يضيء اللون الثاني، وللحصول على اللون الثالث (محصلة اللونين) نطبق جهداً متردداً ومن الأمثلة عليه الباعث الضوئي الذي يعبر عن حالة شحن البطارية في الحاسب المحمول حيث يكون أخضر إذا كانت البطارية مشحونة أو يرتقاليها في حالة الشحن أو أحمر إذا كانت البطارية فارغة.

كيف يمكن توظيف هذا النوع من الثنائيات في تطبيقات حياتية أخرى؟

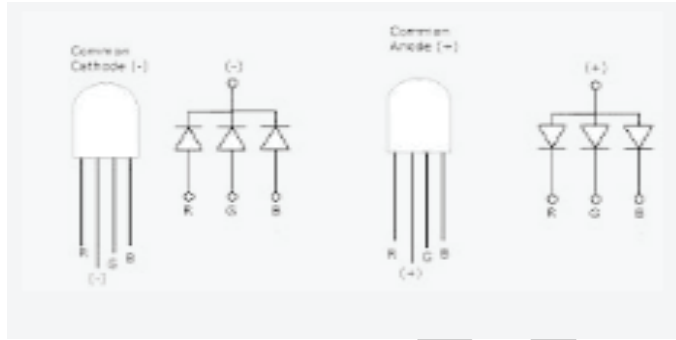
Tri-LED: هو عبارة عن ثنائيين يتم دمجهما معا بنفس فكره عمل Bi-Led لكن بثلاثة أطراف: طرف مشترك

الثنائي الباعث للضوء ذو الألوان الثلاثة



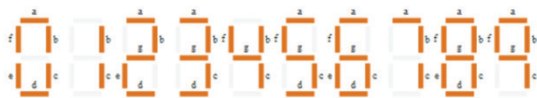
وهو الأرضي والطرفين الباقيين يضيئ كل منهما حسب الانحياز المناسب للثنائي ويتم الحصول على اللون الثالث عن طريق دمج إضاءة الثنائيين معا عند تطبيق تيار متردد على أطرافها.

RGB-LED: ثنائي يتكون من ثلاثة ثنائيات معا مما يتيح الحصول على الألوان جميعها عن طريق دمج الألوان



الأساسية الأحمر والأخضر والأزرق، والتي يتكون منها كل الألوان كما في ألوان التلفاز وشاشات الحاسوب.

الشاشة السباعية 7 Segment Display: تجمع 7 من الثنائيات، وتوفر مساحة في الأجهزة الإلكترونية



وسهولة في التركيب تستخدم في المصاعد والساعات الرقمية وأجهزة الاستقبال لبيان أرقام المحطات.

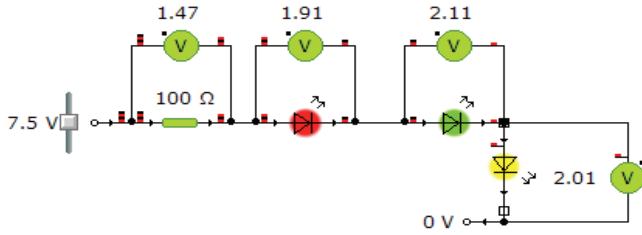
الشاشة النقطية Dot Matrix Display: وهي عبارة عن شاشة تحتوي على مصفوفات من الثنائي



الباعث للضوء وتستخدم لعرض الأشكال والحروف والأرقام والصور أحادية اللون وتستخدم في الإعلانات التجارية وفي تطبيقات مختلفة.

نشاط 9

استخدم أحد برامج المحاكاة لبناء الدارة الآتية ثم أجب عن كل مما يلي:

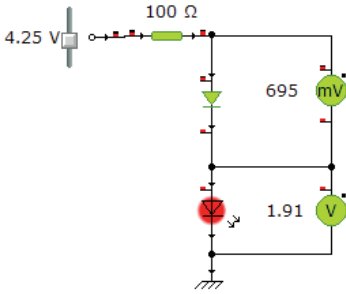


★ ما نوع الانحياز لكل ثنائي.

★ فسر اختلاف قراءة الفولتميتر على كل ثنائي.

نشاط 10

استخدم أحد برامج المحاكاة لبناء الدارة الآتية ثم أجب عن الأسئلة المرفقة:

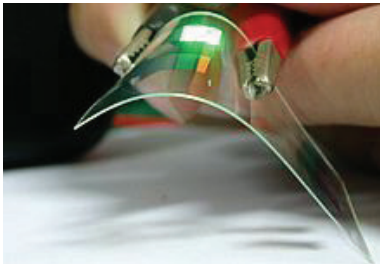


✱ ما اسم الثنائيات المستخدمة في الدارة؟

✱ ما نوع الانحياز لكل ثنائي؟

✱ غير قيمة مصدر الجهد وراقب قراءة الفولتميتر على كل ثنائي.. ماذا

تلاحظ؟



المطلوب إعداد بحث يتضمن تعريفاً وميزات
ومساوئ الثنائيات العضوية الباعثة للضوء & Advantages
Disadvantages of OLED وإرساله إلى معلمك من خلال
البريد الإلكتروني.

- يفضل استخدام ثنائيات led بدلاً من مصابيح الفلورسنت في أجهزة تخزين الطاقة عند انقطاع التيار الكهربائي.
- تم استبدال لمبات التنغستون بلمبات (led) في التمديدات المنزلية.

قضية للنقاش

الثنائي الضوئي Photo Diode:

لعلك شاهدت باباً يفتح عند اقترابك منه أو إصدار صوت من أزاز عند دخولك منطقة معينة.



ان العناصر الفعالة في الدارة هي مرسل ومستقبل الأشعة تحت الحمراء، حيث يتأثر مستقبل الأشعة تحت الحمراء بنطاق ترددي للموجة ما بين 1 - 400 تيرا هيرتز ولا ترى هذه الأشعة بالعين المجردة لأنها خارج نطاق الرؤيا لبصر الإنسان، ومن استخداماتها كاميرات الرؤيا الليلية.



الثنائي الحساس للضوء ورمزه

يتكون الثنائي الضوئي من شريحة موجبة وسالبة ولكن مبدأ العمل يعتمد على سقوط الضوء من خلال فتحة مما يؤدي إلى تكسير الروابط البلورية فتتحرر بذلك الإلكترونات والتي يتناسب عددها تناسباً طردياً مع الضوء الساقط فيتولد تياراً يسمى تيار التسريب، ويستخدم في الدارات الإلكترونية مثل دارات الانذار ويوصل الثنائي الضوئي في الدارة بانحياز عكسي، ويتكون الثنائي الضوئي من طرفين بينما يتكون الترانزستور الضوئي من ثلاثة أطراف كما في المستقبلات ودارات التحكم المختلفة.

يريد أحمد ترشيد استهلاك الطاقة لمصدر إضاءة أمام المنزل، كيف يمكن مساعدته باستثمار فكرة الأشعة تحت الحمراء؟

النقاشية

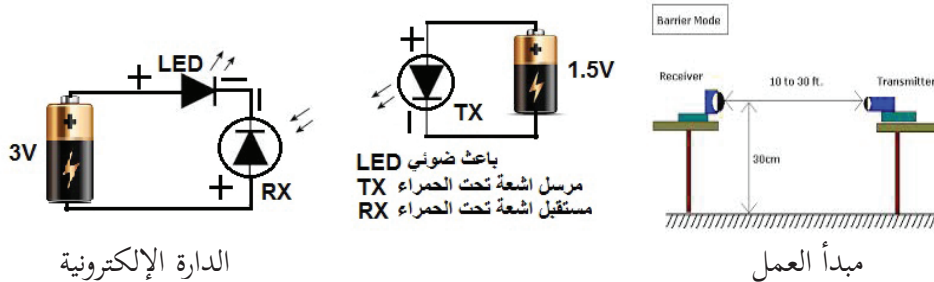
منصور شاب طموح مجتهد في المدرسة لكنه من ذوي الاحتياجات الخاصة (مصاب بفقدان البصر) يتعرض للسقوط أثناء السير، هل يمكنك مساعدته لبقائه على مساره المحدد عند تنقله داخل المدرسة؟

مشكلة

نشاط 11

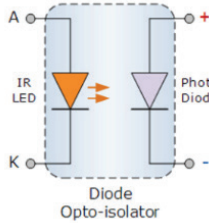
(التوصيل العملي - فاحص أجهزة التحكم عن بعد Remote Control): للتعرف إلى خصائص

مرسل ومستقبل الأشعة تحت الحمراء، حضّر القطع الإلكترونية لبناء الدارة الآتية .

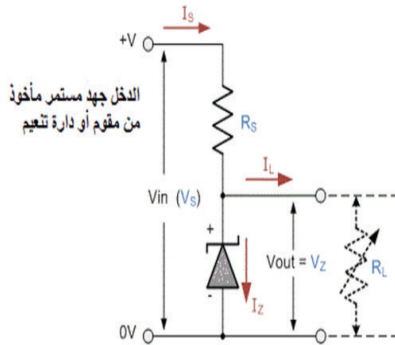




اقترح طرقاً أخرى للتأكد من عمل الدارة بدل استخدام الباعث الضوئي LED.



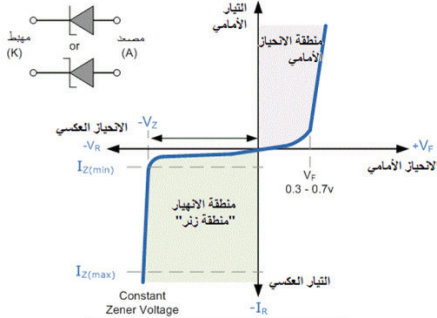
يستخدم مرسل الأشعة تحت الحمراء على شكل دائرة متكاملة IC تسمى Opto - isolator العازل الضوئي بكثرة في الأجهزة الإلكترونية، ابحث عن تطبيقات حياتية تستخدم هذه التقنية.



دائرة تنظيم الجهد باستخدام ثنائي زينر

$$R_S = \frac{V_S - V_Z}{I_Z}$$

رمز ثنائي زينر في الدارات الإلكترونية

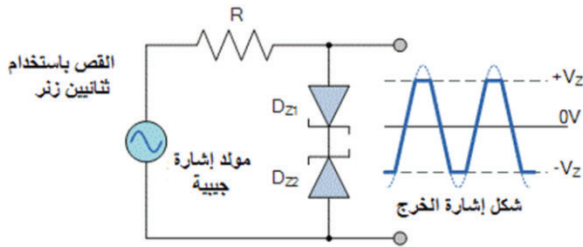


منحني خواص I-V لثنائي زينر



القص باستخدام ثنائي زينر واحد

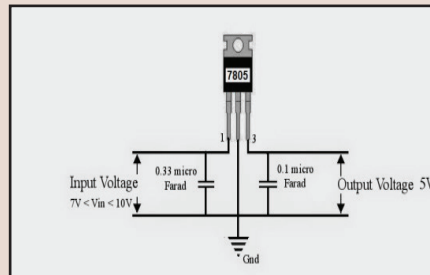
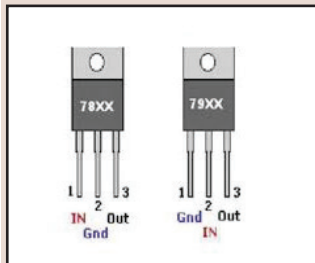
هذه الحالة قص الإشارة عند قيمة VZ وفي النصف السالب للإشارة يتم اقتطاع 0.7 فولت من قيمة المصدر لأن زينر يكون في حالة انحياز أمامي.



وضّح مبدأ عمل الدارة باستخدام ثنائيّ زينر، وما دور كل منهما؟



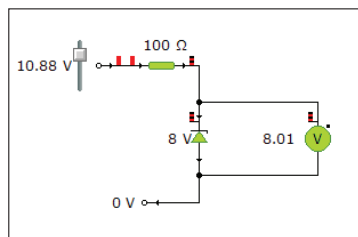
هل تعلم؟ تستخدم دارات متكاملة لتنظيم الجهد الثابت بإضافة قطع إلكترونية مختلفة وثنائيّ زينر في



داخلها وتعطي هذه الدارة جهداً ثابتاً على مخرجها موجب إذا بدأ رقمها بـ 78 وجهداً سالباً إذا بدأ الرقم بـ 79 والأرقام الأخرى تحدد قيم الجهد والشكل الآتي يوضح أطراف الدارة المتكاملة، وكيفية التوصيل وعلاقة الرقم بالجهد الخارج منها، والجدير بالذكر أن هذه الدارات المتكاملة تحتاج إلى تبديد حرارتها المتولدة نتيجة العمل لذا يتم توصيلها مع مبرد (heat sink).

من خلال شبكة الانترنت ابحث عن الدارة المتكاملة LM 317 لتنظيم الجهد المتغير

وتعرف إلى خصائصها.



نشاط 12

يريد إبراهيم شحن هاتفه الذكي والذي يعمل على 5V DC وتوفر لديه مقاومة 100Ω وثنائيّ زينر جهده $V_Z = 12V$ DC، ساعد إبراهيم في حلّ مشكلته من خلال بناء الدارة في الشكل المجاور باستخدام أحد برامج المحاكاة مع تنفيذ الخطوات الآتية:

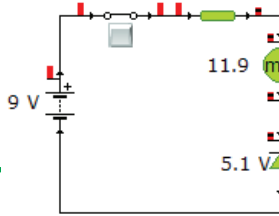
✳ تغيير قيمة المصدر من 12-0 فولت، ماذا تلاحظ؟

✳ تغيير توصيلة الثنائي بحيث يكون القطب الموجب موصولاً مع طرف المقاومة والسالب مع الأرضي، ما

نوع الانحياز في هذه الحالة؟

✳ غير قيمة مصدر التغذية مرة أخرى وراقب قراءة الفولتميتر، ماذا تلاحظ؟

✳ ما علاقة عمل زينر بالانحياز الأمامي بعمل الثنائي مقوم الموجة؟



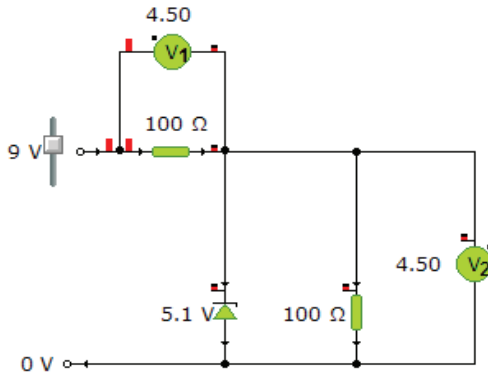
اعتمادا على الرسم المرفقة، احسب قيمة المقاومة الكربونية التي يجب وصلها في الدارة حسب القراءات المرفقة .



نشاط 13

(التوصيل العملي): حضر القطع الإلكترونية لبناء الدارة الآتية للتعرف إلى خاصية تنظيم الجهد لثنائي زينر

من خلال تغيير قراءة مصدر الجهد حسب القيم المرفقة في الجدول ومراقبة قراءة الفولتميتر V_1 ، V_2 .

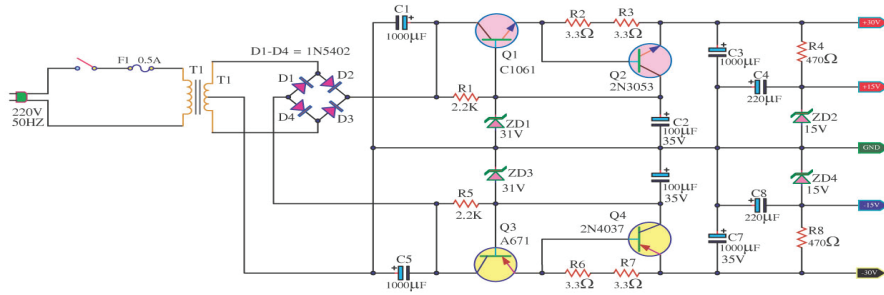


C	B	A
قراءة الفولت ميتر V_1	قراءة الفولت ميتر V_2	قيمة المصدر
		1
		2
		3
		4
		5
		6
		8
		10
		12

خلاصة

لا بد أنك لاحظت أن قراءتي الفولتميتر V_1 ، V_2 متساويتان لأن قيم المقاومات متساوية ولكن عندما يزيد الجهد عن جهد زينر فإن قراءة الفولتميتر V_2 تثبت على جهد زينر ويساوي تقريبا 5.1V بتغير جهد المصدر.

ما مبدأ عمل الدارة الآتية موضحا (نوع الجهد الخارج من الدارة وقيمتة، القطع المستخدمة).



www.elecfree.com

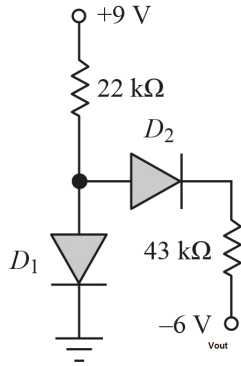
هناك أنواع أخرى من الثنائيات مثل (الثنائي النفقي Tunnel diodes، ثنائي Schottky، الثنائي السعوي Varactor)، ابحث عن هذه الأنواع ومبدأ عملها واشكالها وقدمها إلى معلمك بصورة عرض تقديمي.

س1 ضع إشارة (✓) أمام العبارة الصحيحة وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة لكل مما يلي: _

يمكن توصيل ثنائي زينر بدل الثنائي مقوم الموجة عندما يكون في حالة انحياز أمامي.

عند توصيل باعث ضوئي مع مصدر جهد 3V يتم توصيل مقاومة كربونية لحمايته قيمتها 10kΩ.

يستخدم Bi-Led في لوحة الاظهار السباعية 7 Segment Display .



س2 من خلال تطبيق الدارة في الشكل المجاور عمليا, اجب عن الاسئلة المرفقة :

أ- التأكد من صلاحية القطع الالكترونية وقيمها قبل توصيلها

ب- اذا تم ادخال اشارة قيمتها +9 كما في الشكل فهل نتيجة 6 - صحيحة ؟

ج- ما مبدا عمل الدارة ؟

س3 من خلال تطبيق الدارة التالية عمليا, اجب عن الاسئلة المرفقة :

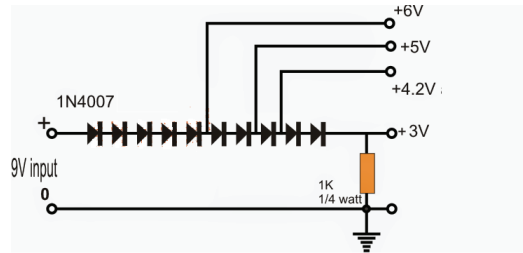
أ- ما نوع الثنائي المستخدم في الدارة .

ب- كيف نتأكد من صلاحية ؟

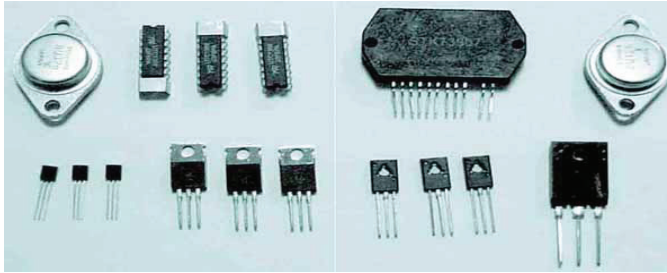
ج- نفذ الدارة عمليا .

د- وضح مبدا عمل الدارة

هـ- هل يمكن استخدام الدارة عمليا بدل منظمت الجهد ... وضح اجابتك ؟

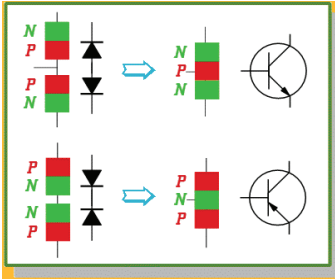


الترانزستور (Transistor)

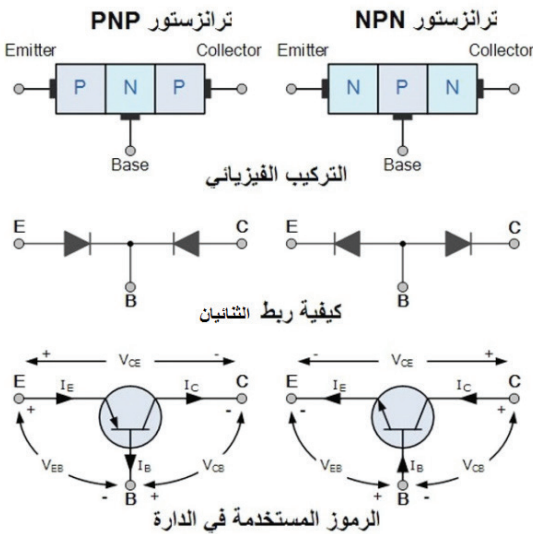


يعدّ الترانزستور ثنائي القطب (Bipolar Junction Transistor) والتي تختصر إلى (BJT) من الاسس التي قام عليها علم الإلكترونيات وهو اختصار لكلمتي Transfer Resistor أي مقاوم النقل وله عدة استخدامات حيث يعمل كمفتاح إلكتروني ومكبر للإشارات الإلكترونية ومذبذب،

ويمكن تمثيل الترانزستور اصطلاحاً بثنائيين (NP) ليشكلا معا وصلة (NPN) أو (PNP) ويكون الترانزستور الدوائر المتكاملة "Integrated circuit" والتي تختصر بـ "IC" والبوابات المنطقية (Logic gates) والمعالجات الدقيقة "Microprocessors".



مقارنة بين نوعي الترانزستورات PNP و NPN



يتكون ترانزستور ثنائي الوصلة من الأطراف الآتية:

✱ القاعدة (base): وهي المنطقة الفاصلة بين أطراف

الترانزستور الأخرى، يمكن التحكم بعمل الترانزستور

كمفتاح نتيجة سريان تيار صغير جدا من خلالها

عندما يزيد الجهد عندها عن جهد الباعث بـ 0.7V.

✱ الجامع أو المجمع (Collector): المنطقة

الموصولة مع قاعدة الترانزستور وتتكون من مادة

الكربون مع مادة الزنك حيث يتم توصيلها مع

القطب الموجب للبطارية في ترانزستور NPN.

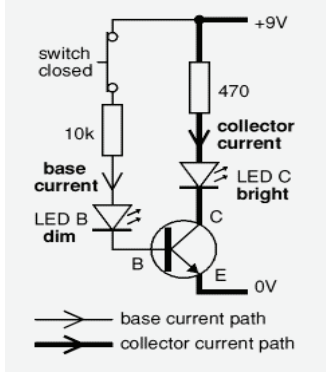
✱ المشع أو الباعث (Emitter): يملك التركيب

نفسه من حيث وجود نفس العناصر ويعد التطعيم

وكذلك المقاومة ومساحة الوصلة بين القاعدة والباعث أكبر منها لما بين القاعدة والمجمع.

نشاط 1

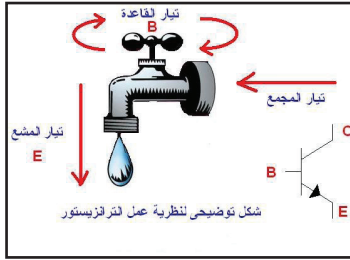
فكرة عمل الترانزستور كمفتاح



(التطبيق العملي): اعتمادا على الدارة المرفقة، حضّر القطع الإلكترونية

المكونة لها ونفّذ بالخطوات الآتية:

- ★ تأكد من صلاحية القطع المكونة للدارة.
- ★ تأكد من توصيلها في الشكل الصحيح.
- ★ هل يضيء الباعث الضوئي الموصول مع المجمع قبل توصيل المفتاح.
- ★ حلل سبب إضاءة الباعث الضوئي عند الضغط على المفتاح.



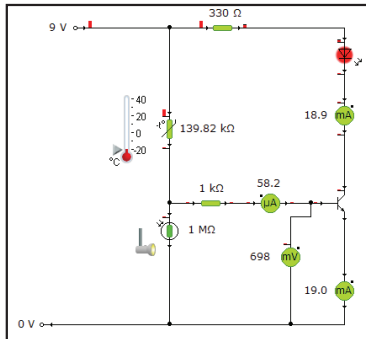
اعتمادا على التوصيل العملي في النشاط السابق وتحليل الدارة والتحقق من مبدأ عملها وتنفيذها لا بد أنك لاحظت أن الترانزستور يعمل كمفتاح بعد استهلاكه جزءاً معيناً من جهد المصدر لوجود مقاومة داخلية بين المجمع والباعث تسمى R_{ce} وتناسب قيمة هذه المقاومة تناسباً عكسياً مع تيار القاعدة وبالاتي يعمل الترانزستور كمفتاح عندما يمرر تيار القاعدة فتصبح المقاومة أقل ما يمكن.

فكما نلاحظ من الشكل المرفق رغم توفر الماء في الخزان فإن الماء لا يخرج من الصنبور الا بالتحكم بحركة فتح الصنبور، وكذلك بالنسبة لإضاءة الباعث الضوئي عند الضغط على المفتاح.

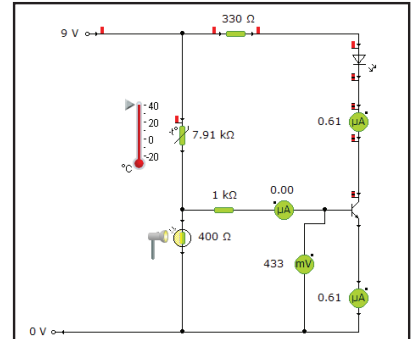
نشاط 2

اعتمادا على فكرة عمل الترانزستور كمفتاح وباستخدام أحد برامج المحاكاة صمم الدارات الآتية كما في الشكلين الآتيين، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

شكل B



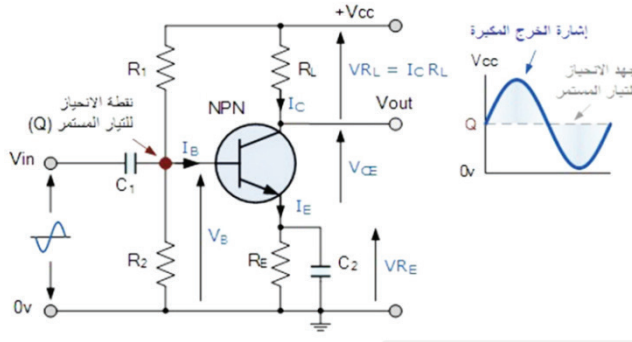
شكل A



★ ما الشرط الذي يجب توافره لعمل الباعث الضوئي كما يظهر من الشكلين.

★ ما أثر تغيير المقاومة 330Ω إلى 10Ω على إضاءة الباعث الضوئي عند تغيير المقاومة الضوئية وتثبيت المقاومة الحرارية على قيمة قليلة (الحد الأدنى).

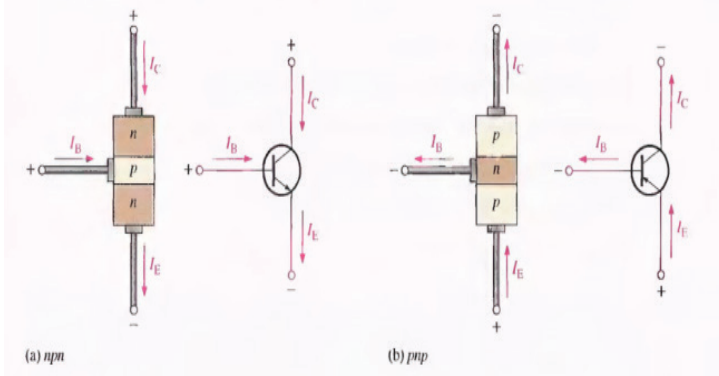
الترانزستور مكبر إشارة



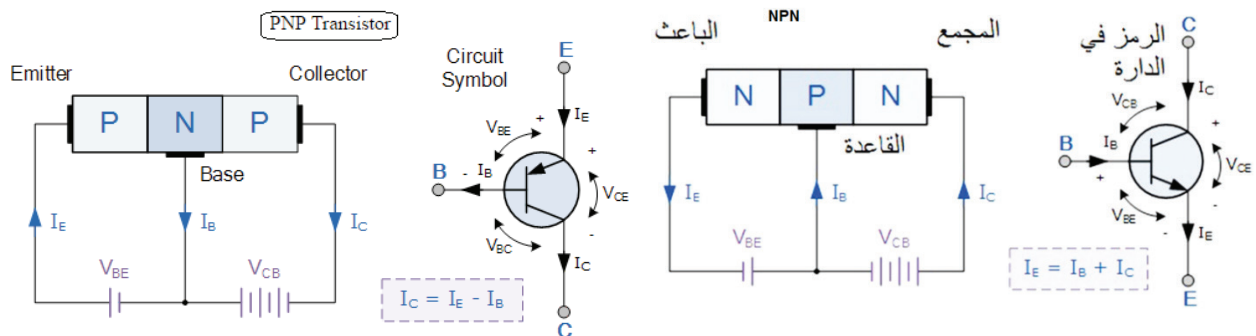
يعالج الترانزستور الإشارات الصغيرة الداخلة إلى القاعدة وتنتج إشارات كبيرة على المجمع تسمى هذه العملية التكبير (Gain) ويمكن التحكم بعملية التكبير بشكل متناسب بين الإشارة الداخلة والخارجة عن طريق التحكم ببقية العناصر.

تيارات الترانزستور: Transistor currents

يتم التحكم بعمل الترانزستور كمفتاح من خلال تيار القاعدة I_B والذي يتحكم بتيار المجمع I_C ، فكلما ازداد تيار القاعدة ازداد تيار المجمع إلى نقطة معينة تسمى حالة التشبع التي لا تزيد بعدها قيمة تيار المجمع.



ويبين الشكل المجاور اسم واتجاه التيارات في نوعي الترانزستور ففي ترانزستور NPN يكون $I_E = I_B + I_C$ بينما ترانزستور PNP يكون $I_C = I_E - I_B$ كما في الصور المرفقة ويحب الانتباه إلى انحياز وصلة القاعدة - الباعث، القاعدة المجمع لكلا نوعي الترانزستور ليحقق الهدف من توصيله.





هناك أنواع أخرى من الترانزستورات تسمى (Power Electronics) لها استخدامات متنوعة، ابحث عنها من خلال شبكة الانترنت وحضر عرضاً تقديمياً لهذه الأنواع وبدائلها وبعض من تطبيقاتها العملية.

توصيل الترانزستور

يوصل الترانزستور ضمن الدارة الإلكترونية بثلاث حالات وحسب الهدف من عملية التوصيل، ويبيّن الجدول الآتي العلاقة بين المدخل والمخرج والخصائص الأخرى لكل نوع وهي:

1. وصلة المجمع المشتركة وتمتاز بتكبير الجهد.

2. وصلة الباعث المشترك وتمتاز بتكبير الجهد والتيار.

3. وصلة القاعدة المشتركة وتمتاز بتكبير التيار.

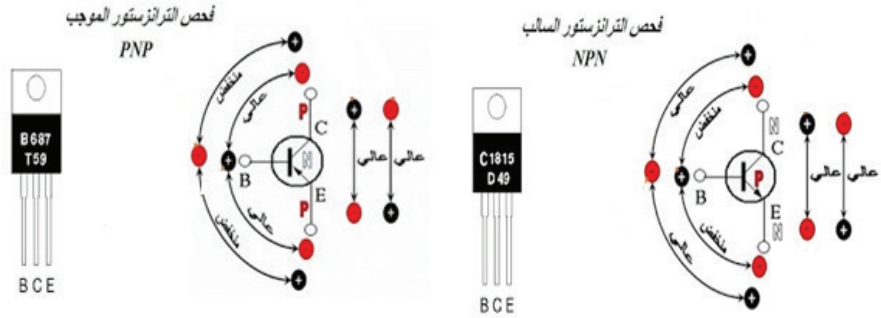
المجمع مشترك (مكبر جهد)	الباعث المشترك (مكبر جهد و تيار)	القاعدة المشتركة (مكبر تيار)

الخصائص	القاعدة المشتركة	الباعث المشترك	المجمع المشترك
مقاومة الدخل	صغيرة	متوسطة	كبيرة
مقاومة الخرج	كبيرة جداً	كبيرة	صغيرة
زاوية الطور (درجة)	0	180	0
ربح الجهد	عالي	متوسط	منخفض
ربح التيار	منخفض	متوسط	عالي
ربح الاستطاعة	منخفض	عالي جداً	متوسط

جدول المقارنة بين التوصيلات الثلاث

فحص الترانزستور والتأكد من الصلاحية:

يوجد للترانزستور ثلاثة أطراف، ولتحديد صلاحية الترانزستور نحتاج إلى ست حالات فحص تظهر نتائجها بقيمة المقاومة (عالية، منخفضة) كما في الصور الآتية.



كيف يمكن تحديد أطراف الترانزستور (C, B, E) وكذلك نوعه (PNP, NPN) باستخدام D.M.M علما بأن المقاومة بين (B-E) أكبر من المقاومة بين (B-C).



نشاط 3

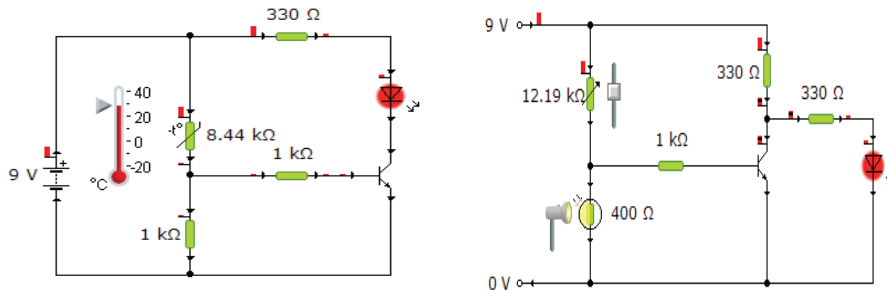
حدد صلاحية كل من BC 243 و 2N2222، BC 244 و BC 548 ونوعه وأسماء أطرافه باستخدام جهاز متعدد القياس (DMM).

من خلال شبكة الانترنت ابحث عن بدائل الترانزستور BC 548 وجميع خصائصه.
(يمكنك الاستعانة بموقع www.alldatasheet.com).

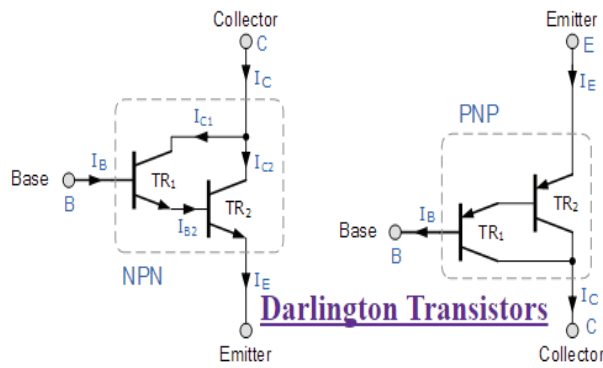


نشاط 4

(التطبيق العملي): حضّر القطع الإلكترونية المكونة للدارات وتأكد من صلاحيتها وناقش مبدأ العمل والتركيب العملي لكل دارة من الدارات الآتية وتوضيح علاقة الإضاءة والحرارة بعمل الترانزستور.



هناك أنواع أخرى من ترانزستورات PNP، NPN تضاعف التيار على مخرجها مثل ترانزستور دارلينغتون والتي



تستخدم في دارات التحكم باتجاه حركة المحركات وغيرها وكذلك الترانزستور الضوئي والذي يعمل كمفتاح اعتمادا على الضوء الساقط على قاعدته وله استخدامات كثيرة مثل دارات الإنذار.

يعد هذا النوع من أشباه الموصلات عالية القدرة وتتميز بقيم التيار والجهد والقدرة العالية مقارنة بترانزستور ثنائي الوصلة BJT.

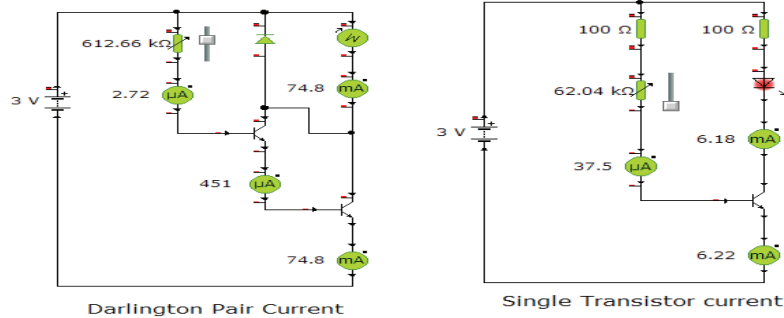
$$I_c = \{\beta^2 \times I_B\}$$

حيث β^2 : نسبة تكبير الترانزستور الأول * نسبة تكبير الترانزستور الثاني.

ويمكن استخدام هذا النوع على شكل دارات متكاملة تحوي عددا محددا من هذا النوع من الترانزستورات.

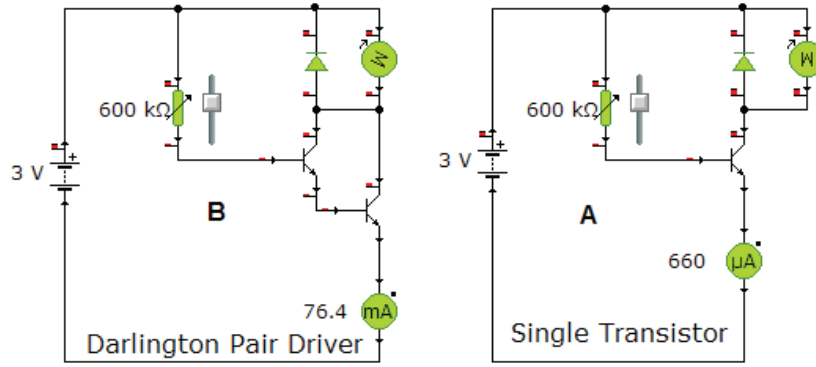
نشاط 5

حلّل الدارات الآتية معتمدا على قراءة الأميتر في كل دائرة لتيارات القاعدة والمجمع والباعث.



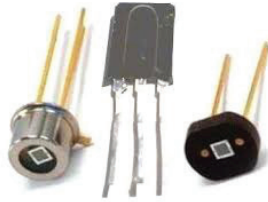
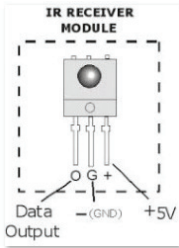
نشاط 6

اعتمد على فكرة النشاط السابق لمساعدة أحمد في حلّ مشكلته حيث يوجد لديه مروحة (محرك M) في الدارة A ولكن المشكلة أن دوران المحرك بطيء، هل يمكن مساعدة أحمد في استخدام ترانزستور دارلينغتون كما في الدارة B؟ تحقق من إجابتك عن طريق محاكاة الدارة.



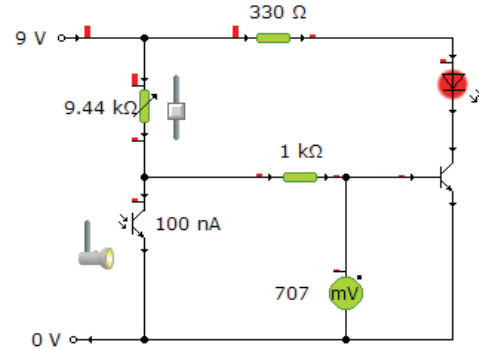
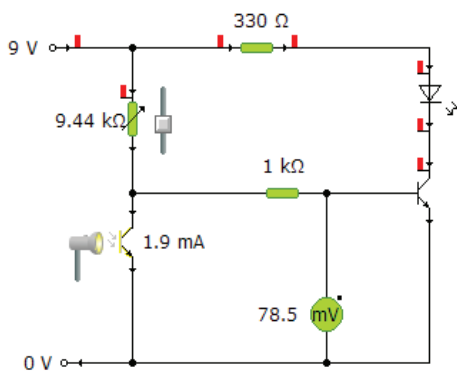
*الترانزستور الضوئي Photo Transistor:

يتشابه عمل الترانزستور الضوئي Photo Transistor مع عمل الثنائي الضوئي Photo Diode إلا أن الثنائي الضوئي يعمل كمفتاح بينما الترانزستور الضوئي يعمل مكبراً للإشارة ويتم تشغيل الترانزستور الضوئي عن طريق الضوء الساقط على قاعدة الترانزستور والضوء هنا بمثابة حقن إشارة لقاعدة الترانزستور مما يسمح بتشغيله.

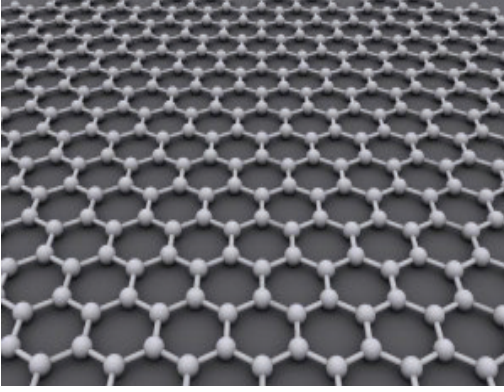


نشاط 7

معتمداً على قراءة الفولتميتر ما بين القاعدة والباعث V_{BE} ، حلل حالة الباعث الضوئي وعلاقته بالضوء الساقط على قاعدة الترانزستور الضوئي في الدارات الآتية وتأكد من عملها بالتطبيق العملي.



آفاق مستقبلية إلكترونية



من خلال أبحاث تطويرية تم العثور على مادة تسمى الجرافين والتي تعد مادة العصر ولها تطبيقات مختلفة في مصادر الطاقة، وتعد هذه المادة بديلا للمواد شبه الموصلة بسبب سرعتها في نقل البيانات، فسرعتها أكثر من سرعة المواد شبه الموصلة بحوالي 200 مرة.

من خلال بحث على شكل عرض تقديمي بين خصائص هذه المادة ومميزاتها وقارن بينها وبين المواد شبه الموصلة.



Draft

س1 ضع إشارة (✓) أمام العبارة الصحيحة وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة لكل مما يلي:ـ

يمكن استخدام الترانزستور كمذبذب.

ترانزستور الدارلينغتون يعطي تكبيرا للتيار أربعة أضعاف الترانزستور ثنائي الوصلة NPN .

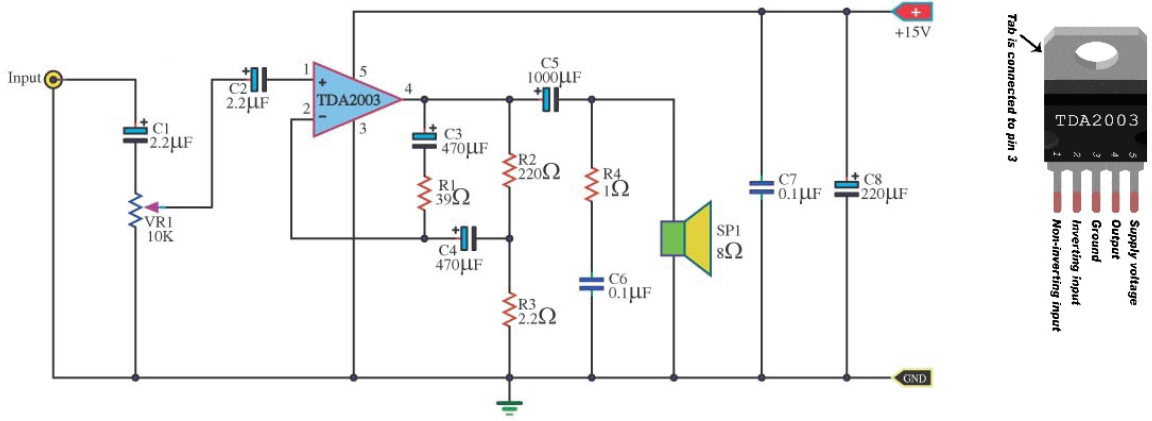
يتكون العازل الضوئي من ثنائي باعث للضوء وترانزستور ضوئي فقط

س2 يريد سائق سيارة فتح باب مخزن السيارة في البيت عند الإضاءة على الباب بأضواء السيارة في الليل، هل يمكنك مساعدة السائق على أن تتحقق الشروط الآتية في الدارة:

★ اعتماد الدارة في العمل على الترانزستور الضوئي أو المقاومة الضوئية.

★ استخدام المرحّل لأننا نتعامل مع جهد 220V AC.

★ إضافة دارة تأخير زمني (555 مؤقت زمني) خوفا من إغلاق الباب على السيارة أثناء الدخول.



ملخص مبدأ العمل :

تقوم الدارة بتكبير إشارة الصوت الداخلة وتضخيمها عن طريق الدارة المتكاملة (TDA 2003) حيث تعد دائرة مكبر قدرة متوسطة، واستخدام المقاومة VR_1 للتحكم في مستوى الإشارة الداخلة من مصدر صوتي (الميكروفون):

المطلوب :

1. التأكد من صلاحية القطع الالكترونية .
 2. التركيب العملي للدائرة وتركيب مبدد حرارة على الدارة المتكاملة والتأكد من عملها .
 3. ادخال إشارة من ميكروفون او عن طريق مصدر خارجي (AUX) .
- اعتمادا على الدارة اجب عن الاسئلة التالية :
1. سبب استخدام المكثف C_1 ، C_8 (التوصيل على التوازي).
 2. هل يمكن الاستغناء عن المكثف C_7 ؟
 3. ما اهمية استخدام المكثف C_2 (تم التوصيل على التوالي) .
 4. ما أثر استبدال السماعة بسماعة أخرى مقاومتها أقل أو أكثر من القيمة المحددة في الدارة .
 5. هل يمكن معرفة قيمة نسبة تكبير الدارة معتمدا على جهاز (DMM).

اسئلة الوحدة

السؤال الأول

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل من العبارات الآتية:ـ

- ١ إحدى العناصر الآتية تعد نشطة (تكبر الجهد أو التيار) في الدارة الإلكترونية :
 أ. المقاومة. ب. المكثف. ج. الترانزستور
- ٢ مقاومة إذا زاد الجهد الكهربائي بين أطرافها عن قيمة محددة تصبح دارة قصر (short circuit):
 أ. المقاومة الضوئية ب. المقاومة الشبكية ج. الفايبريستور.
- ٣ يمكن استخدام محوّلين بقيمة 12V على التوالي بهدف:
 أ. زيادة الجهد ب. زيادة التيار. ج. تقليل المقاومة.
- ٤ أي من الآتية يستطيع تخزين وتفريغ الطاقة الكهربائيّة:
 أ. المكثف والبطارية. ب. المكثف والمقاومة. ج. البطارية والمقاومة.
- ٥ يتم توصيلهما بانحياز عكسي في الدارة:
 أ. ثنائي زينر ومستقبل الأشعة تحت الحمراء. ب. الباعث الضوئي وزينر. ج. مقوم الموجة وزينر.

السؤال الثاني

ضع إشارة (✓) أمام العبارة الصحيحة وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة لكل مما يلي:

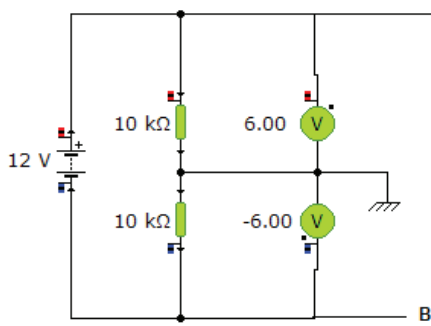
- ☐ عند توصيل ثلاث مقاومات كربونية قيمة كل منها 330Ω على التوازي فإن المقاومة المكافئة 11Ω
- ☐ إذا كانت الحزمة الثالثة على المقاومة الكربونية ذهبي أو فضي فإن قيمة المقاومة تكون قليلة.
- ☐ تقل قيمة المقاومة الضوئية عند تعرضها للضوء.
- ☐ ثنائي زينر الثنائي الوحيد الذي يوصل في الانحياز الأمامي وكذلك في الانحياز العكسي.
- ☐ عند استبدال محوّل تالف يتم التركيز على قيمة الجهد والتيار .
- ☐ يستخدم الثنائي النفقي من أجل توليف المحطات في التلفاز.
- ☐ يحدث جهد الانهيار للثنائي في حالة الانحياز الأمامي والانحياز العكسي كذلك.

السؤال الثالث

علل العبارات الآتية:

- ١ يتم التعامل مع المقاومة المتغيرة الرقمية في الدارات الرقمية أكثر من الدارات التماثلية.
- ٢ عند استبدال المقاومة يُؤخذ بالاعتبار قدرة المقاومة.
- ٣ يتم استخدام ترانزستور دارلينغتون في دارات التحكم.
- ٤ لا ينصح باستخدام المرحّل عند التعامل مع المتحكمات الدقيقة إنما تستخدم العوازل الضوئية.

السؤال الرابع تأكد من قراءة الفولميتر بعد عمل محاكاة للدارة الآتية ثم ناقش الأسئلة التي تليها



★ ما الهدف من توصيل الدائرة؟

★ ما أثر تغيير قيمة إحدى المقاومات إلى $5k\Omega$ ؟

★ اذكر مثالا على تطبيق حياتي تستخدم به الدارة .

السؤال الخامس اعتمادا على الشكل المرفق إذا كان الجهد

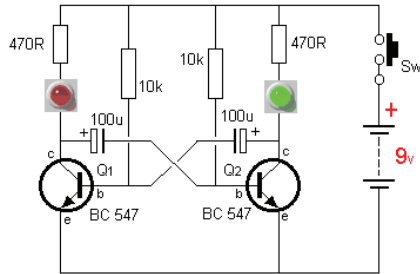
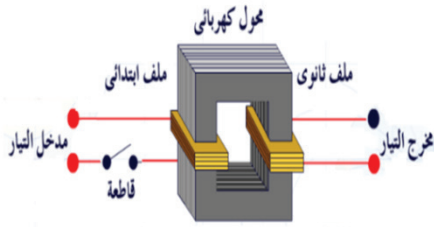
الداخل $220V$ والجهد الخارج من المحوّل يساوي

$12V$ وكان التيار الخارج يساوي $2A$ فحدد ما يلي:

★ المصهر المناسب لتوصيله على الملف الابتدائي .

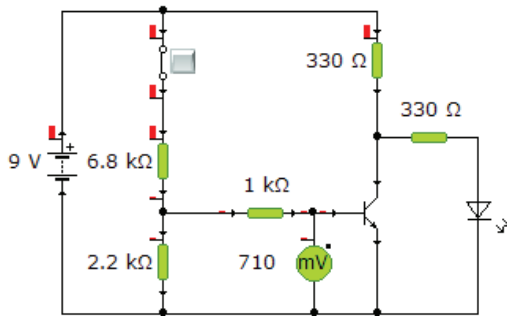
★ الملف الابتدائي والثانوي إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي

35 لفة.

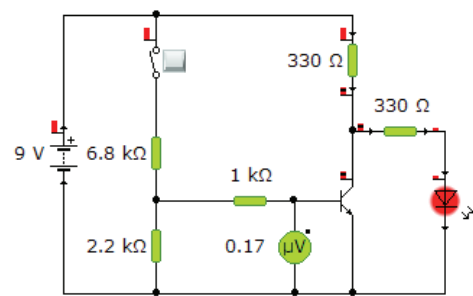


السؤال السادس حل الدارة الإلكترونية الآتية موضحا مبدأ العمل.

السؤال السابع معتمدا على مبدأ العمل وقراءة الفولميتر، حاول تحديد مبدأ عمل الدارة المرفقة في الشكلين



شكل ٢



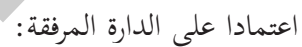
شكل ١

السؤال الثامن

555-TIMER-CIRCUITS.COM



A = 60V
B = 80V
C = 100V
I_c = 6A



السؤال التاسع

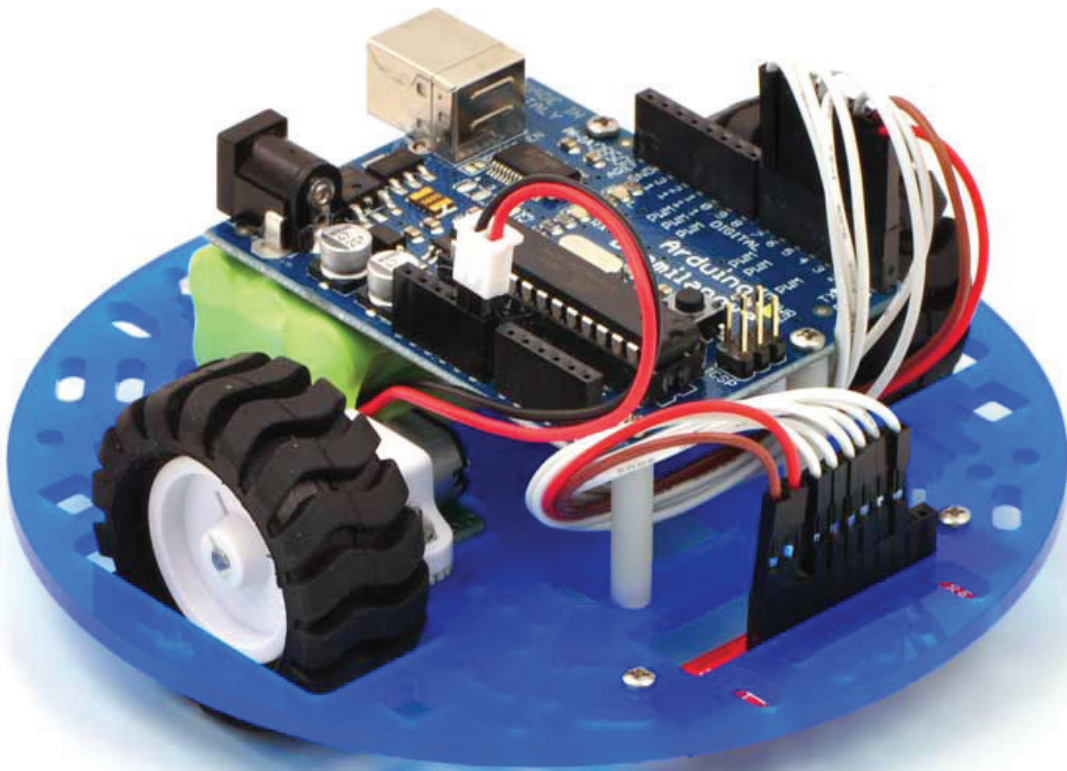
★ محاكاة الدارة والتأكد من عملها.

★ تطبيق الدارة عمليا.

★ استبدال المحرك بلمبة إضاءة والتحكم بإضاءتها

الروبوت والأردوينو

الوحدة
الثانية



تشهد دول العالم المتقدمة تقدماً سريعاً ومذهلاً وسباقاً محموماً في مجال تكنولوجيا الروبوت، وقد بدأت هذه التكنولوجيا تدخل تقريباً في شتى مجالات الحياة اليومية. وقد أصبحت تكنولوجيا الروبوت صناعة عالمية واعدة، تستثمر فيها المليارات، كما أصبح مستوى تطوير الروبوتات معياراً لقياس قوة الدولة الصناعية.

يعدّ الروبوت من أفضل الأمثلة على تكامل العلوم، فهو يمثل نظاماً متكاملًا يشتمل على العديد من فروع العلوم، ومنها علوم الميكانيك والكهرباء والإلكترونيات والحاسوب والرياضيات والفيزياء وغيرها من العلوم. وتمتاز الروبوتات الحديثة الذكية بقدرتها على إدراك البيئة المحيطة بها، وتعديل عملياتها وقراراتها طبقاً للمتغيرات التي تحدث في البيئة من خلال نظام للاستشعار ونظام للتحكم يعمل على تحليل البيانات المستقبلية ومعالجتها ومن ثم إعطاء الأوامر إلى المحركات في الأذرع والقبضات والعجلات لتنفيذ مهمة ما. تستكمل هذه الوحدة ما تم شرحه في الصفوف السابقة مع عرض لمفاهيم وتطبيقات أكثر تقدماً.

يتوقع منك بعد دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على:

- ✧ التعرف إلى نظم التحكم، ودورها في بناء الروبوت وعمله.
- ✧ استخدام لوحة الأردوينو في تطبيقات متنوعة.
- ✧ إدراك دور الروبوت في الصناعة.
- ✧ تصميم نظام روبوت متكامل باستخدام المتحكم الدقيق، لأداء مهمة ما.

الروبوت نظام متكامل

سنتعرف في هذا الدرس إلى المفاهيم الأساسية في نظم التحكم ودورها في بناء الروبوت وعمله، وسنعمل على شرح مكونات الروبوت الرئيسة وعرض نظام التحكم فيه، ثم التطرق إلى بعض المستشعرات المهمة والمستخدمه في مجال الروبوت، كذلك سيتم تقديم عرض لمخطط صندوقي يوضح أهم تصنيفات الروبوت والأذرع الروبوتية، هذا الدرس يساعد على تنمية قدراتك في طرح أفكار لتصميم نظام تحكم واقترح تطبيقات مفيدة للمستشعرات، وكذلك على التمييز والمقارنة بين أنواع الأذرع الروبوتية والنهايات الفاعلة.

1-1 نظام التحكم

نشاط 1

شاهد الفيديو الخاص بالروبوت والنظام المفتوح والمغلق على الرابط الآتي، ثم حدّد الفرق بين النظامين من حيث مكونات كل نظام وميزاته، ومتى يتم استخدام كل منهما؟

<https://youtu.be/NXyM64GV7qA>

النظام: عبارة عن

مجموعة من العناصر المتداخلة التي تعمل معاً بشكل متكامل لتحقيق هدف معين، ويقوم عمل النظام على استقبال المدخلات ومعالجتها لإنتاج المخرجات.

يمكن تعريف نظام التحكم (Control System) بالجهاز الذي يدير ويتحكم في تصرف جهاز أو نظام آخر. ويوجد فئتان رئيسيتان من نظم التحكم:

1. نظام التحكم ذو المسار المفتوح (Open loop control system).
2. نظام التحكم ذو المسار المغلق (Closed loop control system).

ففي نظام التحكم ذي المسار المفتوح، كما في الشكل، تحدث عملية التحكم نتيجة تغير مدخلات النظام فقط.

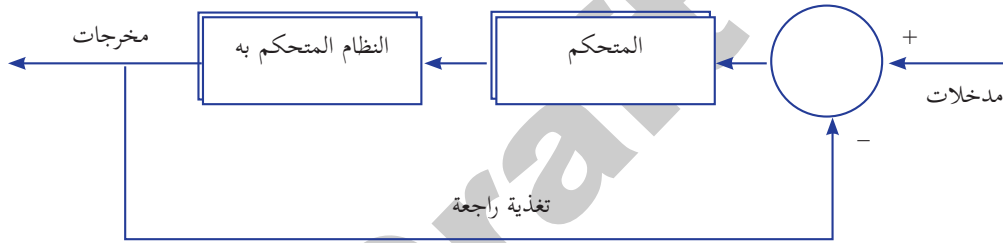


شكل (1-1): المكونات الرئيسة لنظام التحكم ذي المسار المفتوح

مثال 1 يعدّ نظام عمل المروحة مثلاً جيداً لنظام التحكم ذي المسار المفتوح. ويتم التحكم في المروحة بواسطة مفاتيح أو عجلة تحكم يتم من خلالها تشغيل أو إيقاف المروحة وهي تمثّل المدخلات، والتي تعطي إشارة الدخل لدارة كهربية لتحريك محرك المروحة، وتحدد المفاتيح السرعة المطلوبة لها. وتبقى المروحة تعمل بالسرعة نفسها بغض النظر عن التغيرات في الغرفة سواء زادت الحرارة أو نقصت.

اذكر أمثلة أخرى على أنظمة تحكم ذي المسار المفتوح؟

أما في نظام التحكم ذي المسار المغلق فإن عملية التحكم تأخذ في الاعتبار واقع مخرجات النظام إضافة إلى مدخلات النظام، وذلك من خلال دائرة تغذية راجعة (Feedback)، ويعطي الشكل الآتي رسماً توضيحياً لنموذج نظام التحكم ذي المسار المغلق، يلاحظ أن الدائرة في يمين الشكل يدخل إليها إشارتان أحدهما تحمل علامة (+)، والأخرى تحمل علامة (-)، والمقصود هنا أنه يتم المقارنة بين الاشارتين، الأولى تعكس قيمة مدخلة، والثانية ناتجة من دائرة التغذية الراجعة. وبناءً على هذه المقارنة ترسل إشارة إلى النظام المتحكم به من خلال المتحكم لينفذ عملاً محدداً بصورة معينة.



شكل (2-1) : المكونات الرئيسية في نظام التحكم ذي المسار المغلق

مثال 2 يعدّ المكيف في الغرفة مثلاً جيداً لنظام تحكم ذي مسار مغلق، ففي بدء التشغيل نعمل على تشغيل المكيف وتحديد درجة الحرارة المطلوبة في الغرفة (20 درجة مئوية مثلاً). وتشكل هذه المعلومة مدخلات نظام التحكم في شكل (2-1). وتتوفر في المكيفات الحديثة جميعها تجهيزات لقياس درجة الحرارة في الغرفة، ويتم بصورة مستمرة تمرير المعلومة عن درجة حرارة الغرفة عبر دائرة التغذية الراجعة إلى دائرة المقارنة. فإذا انخفضت الحرارة في الغرفة عن الدرجة المطلوبة، يقوم نظام التحكم بإيقاف جهاز التبريد في المكيف، وبالطبع ستبدأ درجة الحرارة في الغرفة بالازدياد. وعندما ترتفع درجة الحرارة في الغرفة أعلى من الدرجة المطلوبة يُعطي نظام التحكم إشارة أخرى يتم من خلالها تشغيل جهاز التبريد في المكيف ليبدأ مرة أخرى بتبريد الغرفة وهكذا.

اذكر أمثلة أخرى على أنظمة تحكم ذي المسار المغلق؟

نظام مروحة أوتوماتيكي

الأدوات المطلوبة:

* لوحة تجارب وأسلاك توصيل

* مجس حرارة LM35

* مقاومات ثابتة ($1K\Omega, 47K\Omega$)

* مقاومة متغيرة ($10K\Omega$)

* ثنائي عادي N4007

* مقارن LM324

* ترانزستور (BC337 أو BC547)

* محرك تيار مستمر صغير أو مروحة حاسوب

* بطارية 9 فولت

خطوات العمل:

1. توصيل الدارة عملياً (أو باستخدام أحد برامج المحاكاة)، كما هو موضح في الشكل.
2. تقريب مصدر للحرارة من المجس الحراري، سجل ملاحظاتك؟
3. العمل على تبريد المجس، ماذا يحدث؟.

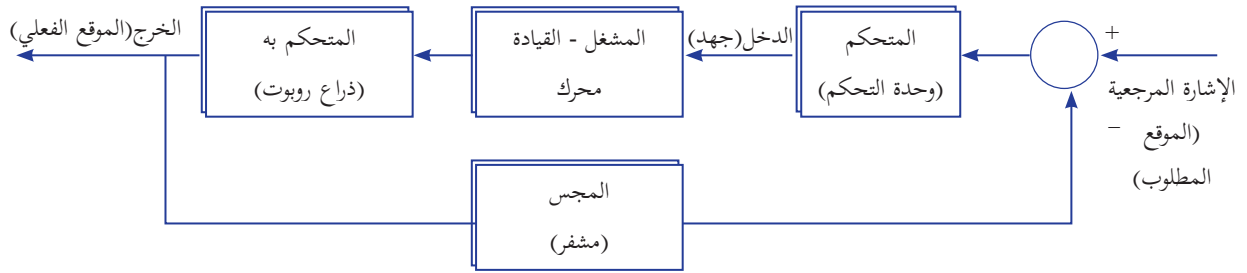
تنويه: قد تحتاج إلى معايرة المقاومة المتغيرة كي تعمل الدائرة بشكل سليم.

وضّح آلية عمل الدائرة، هل النظام عبارة عن نظام تحكم ذي مسار مغلق أم مفتوح؟.

ما مقدار الزيادة في الجهد على طرف الخرج لمجس الحرارة عند كل ارتفاع مقداره درجة مئوية واحدة؟.

المكونات الرئيسية للروبوت

يمثل الروبوت نظاماً إلكتروميكانيكياً يتكون من أجزاء ميكانيكية وأخرى كهربائية إلكترونية محوسبة، إن نوعية المكونات والأنظمة المستخدمة للتحكم به تحدد خصائصه الأساسية كالسرعة والدقة والتكرار والقدرة على حمل الأوزان. ويبين المخطط الصندوقي الآتي النظام الروبوتي كنظام تحكم مغلق مستخدم لتحريك ذراع روبوت إلى موقع معين.



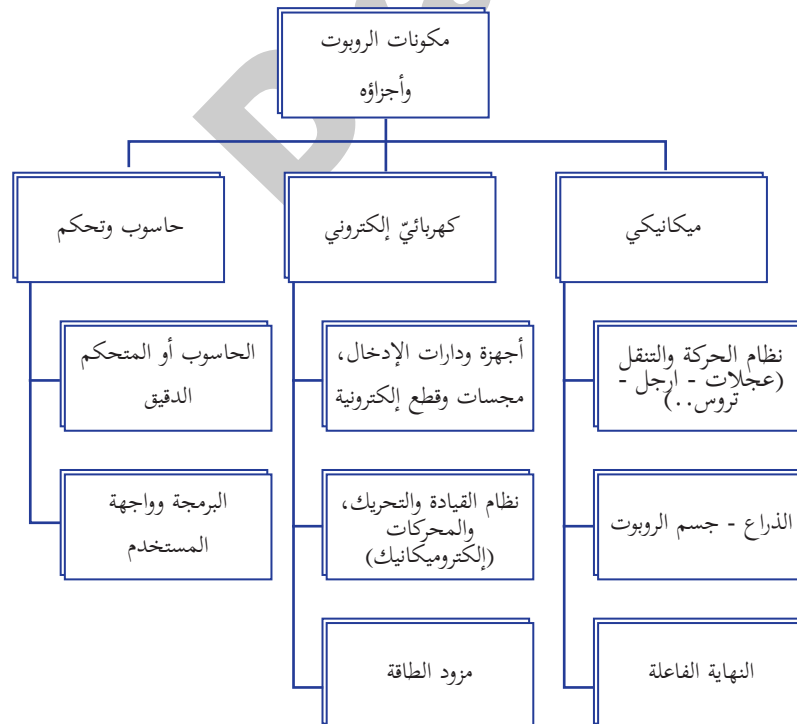
شكل (3-1): مخطط صندوقي لنظام التحكم الروبوتي المغلق

نشاط 3

شاهد الفيديو بعنوان «الروبوت المتحرك ذو الذراع» على الرابط الآتي، ثم دون ملاحظاتك مع تحديد المكونات الخاصة بهذا الروبوت؟

<https://youtu.be/NrWft1Zy52M>

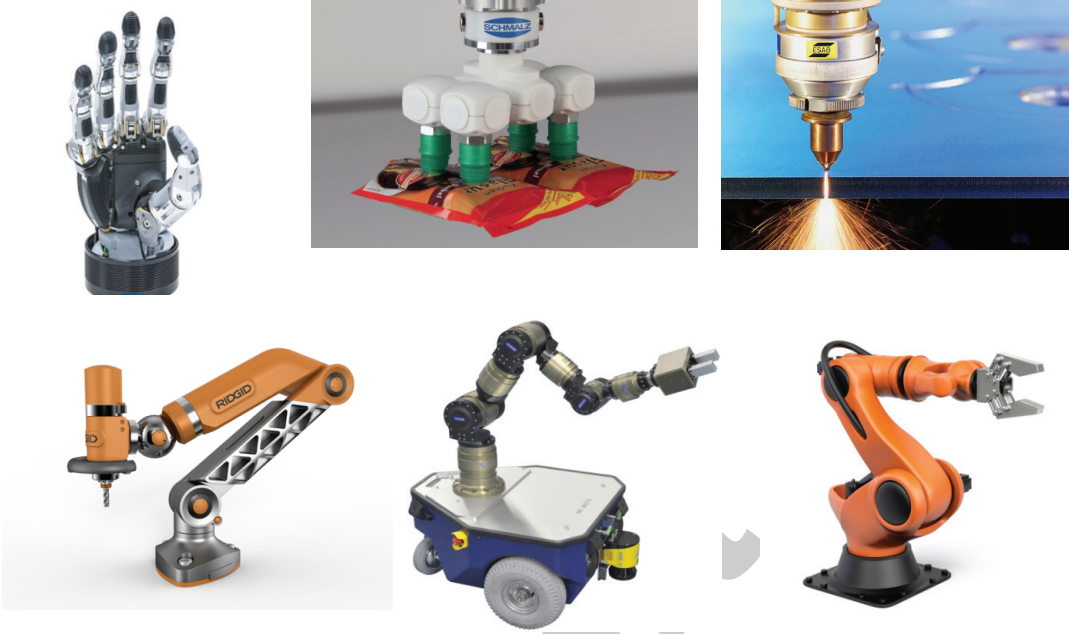
إن نظام الروبوت المركب يتكون من أنظمة عديدة، وفيما يلي شرح مختصر لأهم النظم المكونة للروبوت وهي موضحة في الشكل أدناه:



شكل (4-1): أهم النظم المكونة للروبوت

1. **النظام الميكانيكي:** يكون جسم الروبوت ويندرج تحت هذا النظام الأنظمة الفرعية الآتية:
 - أ. **نظام الحركة والتنقل:** وفي معظم التطبيقات الصناعية يكون للروبوت قاعدة ثابتة، وتقتصر الحركة على الذراع وعلى النهاية الفاعلة. ولكن في حالة الحاجة إلى أن يتحرك الروبوت وأن ينتقل من مكان لآخر فتكون الحركة إما على عجلات كما في العربات، أو على أطراف متحركة مثل الأرجل، وتمتاز الحركة بواسطة الأطراف في إمكانية الصعود على الدرج أو العقبات أو النزول عنها.
 - ب. **ذراع (Arm - Manipulator):** تعد هذه الوحدة من المكونات الرئيسية في أي روبوت، وتكمن وظيفته في إيصال النهاية الفاعلة للروبوت إلى الموقع الصحيح. وعادة يصنف الذراع بحسب عدد درجات حرية الحركة للذراع، وأفضلها ما يتمتع بعدد 6 درجات لحرية الحركة، وهي 3 درجات للحركة المستقيمة في الإحداثيات: س، ص، ع. وثلاث درجات للحركة الدائرية حول المحاور: س، ص، ع. ويبين شكل (5-1) بعض النماذج والأشكال المتنوعة لذراع الروبوت.
 - ج. **نظام النهاية الفاعلة (End Effector):** تعمل كحاملة لحمل الأداة المستخدمة لتنفيذ المهمات الممنوعة بها، ومنها قبضات اليد، ويختلف تصميم قبضة اليد بحسب الغرض من الروبوت، وبشكل عام لا بد أن تتمكن القبضة من الإمساك بالأشياء التي يفترض للروبوت أن يتعامل بها، وبالقدر المناسب من الشدة، فالإمساك بقطعة ثقيلة مثل باب السيارة ليس كمثل الإمساك بكأس زجاجية، ويبين الشكل (5-1) بعض النماذج والأشكال المتنوعة لنهايات فاعلة. وأحيانا لا تعد هذه النهايات جزءاً من الروبوت، وإنما قطعاً منفردة عنه تُصمم وتُنفذ بشكل مستقل ولها أنواع كثيرة، أهمها: اللواقط، المثاقب، المكابس، أدوات اللحام، أجهزة القياس والقص والقطع، والليزر.
2. **نظام الاستشعار والحساسات وأجهزة الإدخال:** يختلف نظام الاستشعار في الروبوت بحسب غرض الروبوت والمهام التي يقوم بها. وأحيانا تحتاج الإشارة القادمة من الحساسات إلى معالجة أولية وتكييف للإشارة (Signal Conditioning) باستخدام قطع إلكترونية قبل قراءتها بواسطة نظام الحاسب أو المتحكم الدقيق.
3. **نظام القيادة والتحرك (Actuators):** وظيفته العمل كمصدر لحركة الذراع أو العجلات ومنها الرافعات الهيدروليكية والهوائية والعضلات الصناعية والمحركات الكهربائية التي تحتاج إلى محفزات (Drivers) لتغذيتها بالطاقة الكافية مثل إلكترونيات القوى (الثيرستور - ترانزستور دارلنغتون - H-Bridge).
4. **مزود الطاقة:** هو المسؤول عن إمداد مكونات الروبوت وتغذيته بالطاقة الكهربائية، وتوجد في العديد من الروبوتات على شكل البطاريات إضافة إلى أدوات وأجهزة الشحن، ومن أمثلتها الخلايا الشمسية المربوطة بمحولات الطاقة لإعادة شحن البطاريات.
5. **نظام الحاسب والتحكم:** وهي وحدة التحكم المركزية أو المعالج (Controller)، وهو العقل المدبر في الروبوت الذي ينفذ برامج التشغيل للروبوت، والتحكم في مكونات الروبوت الأخرى، وظيفتها التنظيم والسيطرة ومعالجة البيانات المدخلة وإعطاء الأوامر (لتحريك مفصل ذراع آلي أو محرك). وغالبا تدخل

المتحكمات أو المعالجات الدقيقة في بناء نظام الحاسب، إضافة إلى الذاكرة، ووحدات الإدخال والإخراج مع بيئة برمجة مناسبة.



شكل (5-1): نماذج وأشكال متنوعة لنهايات فاعلة وأذرع روبوتية

6. **البرمجة وواجهة المستخدم:** تستخدم برمجيات خاصة ولغات برمجة متنوعة لتطوير برامج تهدف إلى السيطرة والتحكم بحركات الروبوت وإحداث سلسلة من الحركات والتأثيرات المتناسقة أو المرجوة وقد تُصمم واجهة للمستخدم تؤمن له التفاعل مع الروبوت وذلك باستخدام أيقونات وصور رسومية تمثل عناصر تحكم، ومن لغات البرمجة المستخدمة لغة C/C++ ولغة بايثون وجافا. إضافة إلى ما سبق، يوجد الكثير من الأنظمة الفرعية مثل نظام توليد الأصوات والكلام، نظام أجنحة للطيران وغيرها.

المستشعرات الروبوتية

نشاط 4

في مختبر الحاسوب شاهد الفيديو الخاص بالروبوت (SCARA) على الرابط الآتي، ثم اشرح النظام موضحا المستشعرات المستخدمة ونظام التحكم؟

<https://youtu.be/BZ0k5W7dAJQ>

يتم التقاط معطيات المحيط الذي يجب على الروبوت أن يعمل ضمنه بواسطة المستشعرات، وتشكل هذه المعطيات بيانات دخل للبرنامج الحاسوبي الذي يتحكم بحركة الروبوت وأدائه.

تستخدم المستشعرات أو المجسات لمساعدة الروبوت لتحسس المؤثرات الخارجية، والحساس (Sensor) كما نعرف هو أداة تحول المؤثر الفيزيائي (حرارة، مسافة، قوة،...) إلى إشارة كهربائية يمكن للمتحكم قراءتها ومعالجتها.

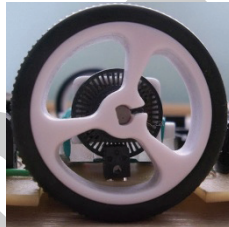
يوجد مجسات ومستشعرات عديدة تستخدم في الروبوت ونظم التحكم، ومنها: مستشعرات تحديد القوة، الاهتزاز، الرطوبة، الحركة، الغاز، التيار والجهد، الفيض المغناطيسي، الصوت، ونظام الرؤية بالكاميرات الذي يتطلب توفير البرمجيات الخاصة بمعالجة الصور للحصول على المعلومات المفيدة منها.

نشاط 5

بالتعاون مع زملائك وعلى شكل مجموعات، اختر أحد المستشعرات في الشكل الآتي (1-6)، ثم اعمل على اعداد تقرير عن المستشعر على شكل عرض تقديمي، يتم عرضه في الحصة أمام زملائك. موضحا بشكل مختصر مبدأ عمله واستخداماته وسليباته إن وجدت.



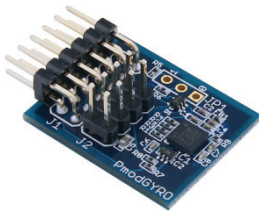
كاميرا ثنائية
Stereo Camera System



مشفرات بصرية
Encoders



مستشعر الليزر
Laser Range Funder



جيروسكوب
Gyroscope



نظام تحديد الموقع العالمي
Global Positioning System

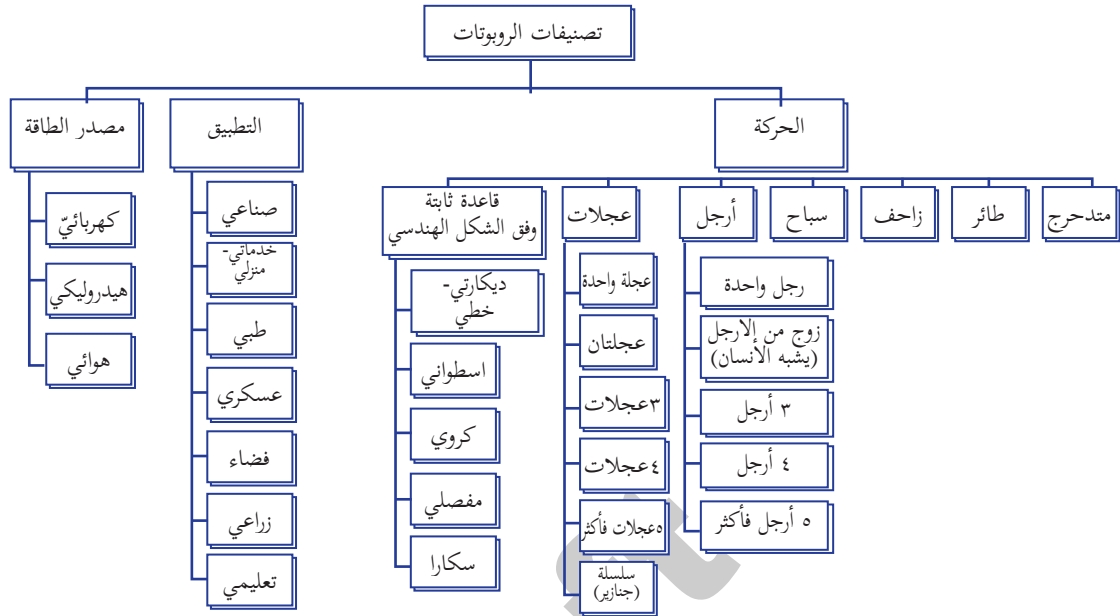


تحديد موقع داخلي باستخدام
مؤشرات لاسلكية
Indoor Localization

شكل (1-6): أنواع مختلفة من المستشعرات

تصنيفات الروبوتات والأذرع الروبوتية

يوجد طرائق عديدة لتصنيف الروبوتات والشكل الآتي يوضح بعضاً منها.



شكل (7-1): بعض تصنيفات الروبوتات

نشاط 6

شاهد مقطع الفيديو على الرابط الآتي والخاص بتصنيف الأذرع الروبوتية وفقاً للشكل الهندسي وفضاء العمل. تفحصها جيداً، ثم قارن بينها من حيث الحركة والاستخدام، وابحث عن ميزات وسلبيات كل نوع من هذه الأذرع الروبوتية المختلفة؟

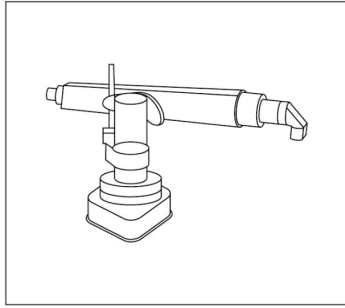
<https://youtu.be/v7f8tP8fing>

تصنف الأذرع الروبوتية ذات القاعدة الثابتة تبعاً للشكل الهندسي لفضاء عمل الروبوت، كما هو موضح في الشكل (8-1) ومعظم الأذرع من هذا الصنف تستخدم لأغراض صناعية وهي كما يلي:

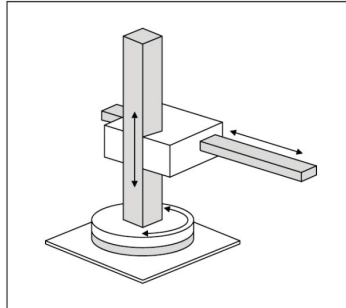
1. **الذراع الديكارتية Cartesian أو الخطية:** يتحرك الروبوت وفق ثلاثة محاور خطية متعامدة (X, Y, Z) ، ويستخدم عادة لحمل الأوزان الثقيلة أو نقلها من مكان لآخر وتتميز بسهولة التحكم والدقة العالية، ولكن الصعوبة تكمن في التصميم الميكانيكي بسبب تحويل الحركة الدورانية إلى خطية.
2. **الأسطوانية Cylindrical:** يتحرك الروبوت وفق نظام الإحداثيات الأسطوانية (R, Θ, Z) . ويستخدم عادة في عمليات التجميع واللحام بالنقطة وصب المعادن، وهو أقل دقة من الخطية.
3. **القطبية أو الكروية Spherical:** ومثال عليه الروبوت «يونيميت» ويتحرك الروبوت وفق نظام الإحداثيات الكروية (R, Θ, Φ) ويستخدم لحمل قطع المكن وتركيبها واللحام بالنقطة والقوس وصب المعادن.

4. **المفصلي Articulated:** حيث يتم التحكم بوضعية الروبوت بثلاث زوايا. يشبه هذا النوع في حركته يد الإنسان، وهو متعدد الاستخدامات وأكثر الروبوتات انتشاراً، إلا أنه أكثرها صعوبة برمجياً، ويستخدم لأغراض التصنيع والتجميع واللحام بالغاز واللحام بالقوس الكهربائي والطلاء الحراري بالرش.

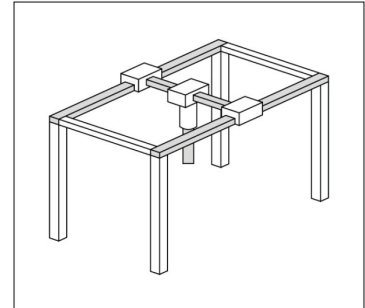
5. **الذراع المفصلي المطاوع الانتقائي (SCARA: Selective Compliance Articulated Robot Arm):** وهو مزيج بين الروبوت الأسطواناني والروبوت المفصلي بطريقة تسمح بالاستفادة من إيجابيات كل نوع منهما، وتستطيع ذراع الروبوت التحرك نحو الأعلى أو الأسفل وبزاوية حول محور الأسطوانة كما في الروبوت الأسطواناني، ولكنها تكون موصولة بطريقة التفاضلية لتسمح للروبوت بأخذ وضعيته بدقة وسرعة. يستخدم لأغراض نقل قطع من مكان لآخر وأغراض التجميع.



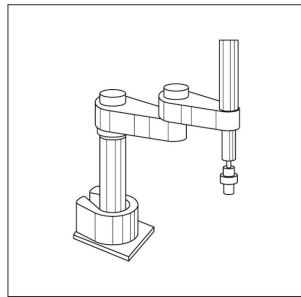
الروبوت الكروي



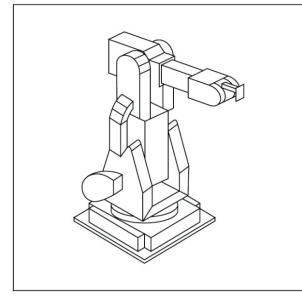
الروبوت الأسطواناني



الروبوت الخطي



الذراع المفصلي المطاوع الانتقالي



الروبوت المفصلي

شكل (8-1): أشكال وتصنيفات الأذرع الروبوتية (Robot Arms)

تدعى الأدوات التي يتم وصلها إلى نهاية ذراع الروبوت والتي تسمح له بالقيام بالأعمال المفيدة المكلف بها بالنهايات الفاعلة المنفذة End Effectors، وقد تم توضيحها سابقاً.

ابحث عن مقطع فيديو عن ذراع روبوت (Robot arm) يقوم بتجميع لوحة إلكترونية؟
اشرح مكونات النظام موضحاً المستشعرات المستخدمة فيه ونظام التحكم؟



أسئلة الدرس:

س١- اذكر ثلاثة أمثلة عملية من البيئة المحيطة لتطبيقات نظم تحكم ذات مسار مفتوح، وثلاثة أمثلة لتطبيقات نظم تحكم ذات مسار مغلق؟

س٢- ماذا يحدث عند عكس المداخل على الطرفين 2 و 3 للمقارن في نظام مروحة أوتوماتيكي؟

س٣- السيقان والعجلات تمكن الروبوت من الحركة، ناقش ميزات وعيوب كلاهما؟

س٤- أكمل الفراغ:

1. يمكن تقسيم نظم التحكم إلى فئتين هما.....و.....
2. يمكن تصنيف الروبوتات وفقاً ل..... و.....
3. من الأمثلة على النهايات الفاعلة..... و.....
4. الجيرسكوب يستخدم لقياس.....
5. بواسطة..... يتم التقاط معطيات الوسط المحيط التي يعمل ضمنه الروبوت
6. من تصنيفات الروبوتات ذات القاعدة الثابتة، وفقاً للشكل الهندسي لفضاء العمل:..... و.....
7. نظام الروبوت هو نظام إلكتروميكانيكي يتكون من ثلاثة أنظمة رئيسية:..... و.....
8. النظام المغلق يقوم بتعديل مخرجاته بناءً على.....
9. عندما تكون قيمة الجهد على الطرف الموجب أقل من قيمته على الطرف السالب للمقارن، تكون قيمة الخرج فيه تساوي.....

لوحة الأردوينو وتطبيقاتها

في هذا الدرس ستتعرف إلى لوحة الأردوينو وبيئتها البرمجية، وستعمل على تنفيذ مجموعة من التطبيقات والأنشطة العملية باستخدام لوحة الأردوينو، لتكون قادراً على التمييز بين وظائف القطع الإلكترونية المختلفة واستخداماتها. وهذا يؤهلك لطرح أفكار وتصميم مشاريع إلكترونية صغيرة، وأيضاً يؤهلك لأن تبني نظاماً متكاملًا في الدرس الرابع والخاص بالروبوت السيار متتبع الخط، وتمكنك من الانطلاق نحو تطبيق مشاريع أكبر تفيدك في حياتك العملية.

لوحة الأردوينو Arduino Board

نشاط 1

تفحص لوحة الأردوينو في المختبر، وتعرف على مكوناتها مع زملائك مسجلاً ملاحظاتك.

مصدر مفتوح

تتوافر فيه التصميمات جميعها المتعلقة بلوحات الأردوينو بشكل مجاني، بحيث يمكن تعديلها وتطويرها من قبل المطورين حول العالم، كما أن بيئة البرمجة الخاصة باللوحة مجانية ومفتوحة المصدر، ويمكن تحسينها وإضافة توسيعات لها من قبل المبرمجين حول العالم.

لوحة الأردوينو عبارة عن نظام حاسوبي صغير ومتكامل،

تتكون من دائرة إلكترونية مع متحكم دقيق «Microcontroller»، وهو نظام مفتوح المصدر (Open Source) بشقيه العتادي (Hardware) والبرمجي (Software).

يقوم المتحكم بأداء الوظائف الحاسوبية، من استقبال المعطيات والبيانات، ومعالجتها، وإصدار الأوامر اللازمة لعمل الأجزاء والقطع الأخرى المرتبطة بهذا النظام.

ويستخدم الأردوينو بصورة أساسية في تصميم المشاريع الإلكترونية التفاعلية والتي تستخدم حساسات مختلفة مثل (درجات الحرارة، المسافة، الضغط...) وكذلك في مشاريع التحكم الآلي وانترنت الأشياء (Internet of Things)، وتتميز الأكواد البرمجية الخاصة بالمتحكم

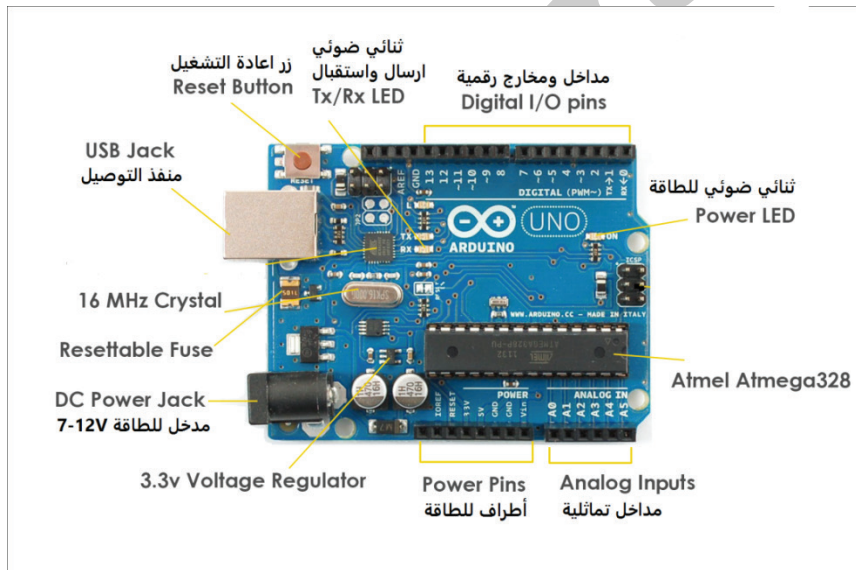
أنها تشبهه لغة ++C، تسمى Arduino C.

ويوجد أنواع عديدة من لوحات الأردوينو ومنها ARDUINO UNO، ARDUINO MEGA، ARDUINO MINI وتختلف هذه الأنواع فيما بينها في عدد المداخل والمخارج ومصدر الجهد (5 أو 3.3 فولت) ونوع المتحكم الدقيق فيها إضافة إلى ميزات إضافية في كل نوع، وبناء على هذه الميزات يتم اختيار المتحكم أو لوحة الأردوينو المناسبة لبناء المشروع.

انترنت الأشياء: مصطلح علمي

يتطور مع تطور التكنولوجيا، ويقصد بها شبكة اتصالات عالمية تصل ليس فقط الإنسان عبر الحواسيب، بل تصل الأشياء ببعضها بعضا باستخدام شبكة الانترنت والاتصالات اللاسلكية، ومن هذه الأشياء المجسات والمحركات والأجهزة المنزلية وغيرها، بحيث يصبح لكل شيء معرف (ID)، ويمكن التواصل مع هذه الأشياء عن بعد وقراءتها أو التحكم بها عبر نظم اتصالات معيارية (بروتوكول)، فشبكات الاتصال المستقبلية تسعى للتواصل مع أي شيء في أي زمان أو مكان.

سيتم في هذا الدرس استخدام لوحة الأردوينو أونو ARDUINO UNO، والتي تحتوي على:



شكل (1-2): مكونات لوحة الأردوينو

* متحكم دقيق من نوع

ATmega328

* 14 (مدخل ومخرج)

للإشارة الرقمية، من 0 إلى 13.

* 6 مداخل للإشارة

التمثيلية (A0-A5).

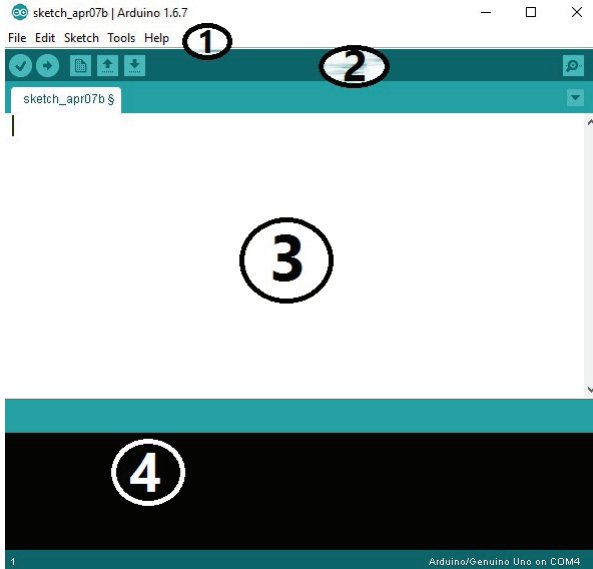
* ذاكرة 32KB.

* مداخل للطاقة ومخارج

للطاقة (5، 3.3 فولت)

وأرضي.

* منفذ USB ونظام إرسال المعلومات التسلسلي ومفتاح Reset



بيئة برمجة الأردوينو:

حمل برنامج بيئة الأردوينو من موقع الشركة الرسمي وهو مجاني، ثم اعمل على تنصيبه على جهاز الحاسوب، وتأكد من أن جهاز الحاسوب قد تعرف على اللوحة وأعطى لها رقم منفذ تسلسلي (Com port) عند توصيل كابل USB. رابط موقع الشركة:

<http://arduino.cc/hu/Main/Software>

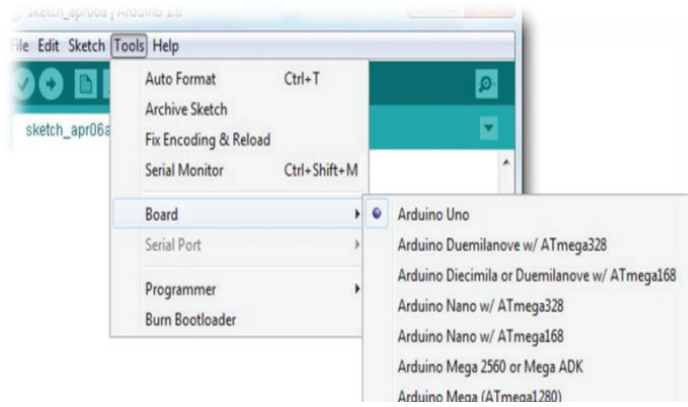
شكل (2-2): واجهة بيئة الأردوينو البرمجية

افتح البرنامج بعد التنصيب، وتعرف على أقسامه المختلفة:

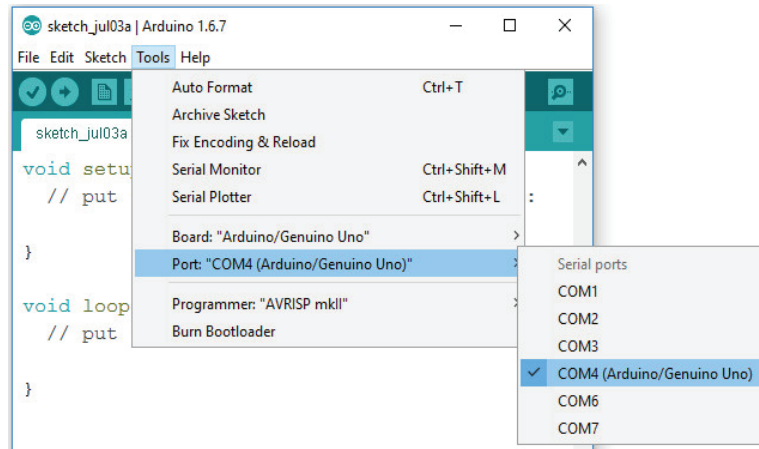
1. **شريط القوائم:** ملف - عدل - الشيفرة البرمجية - أدوات - مساعدة.
 2. **شريط الأوامر السريعة:** تصحيح/ترجمة - تحميل البرنامج إلى الأردوينو - جديد - فتح - حفظ - المراقب التسلسلي.
 3. **منطقة كتابة الكود** وملاحظات عن الكود.
 4. **منطقة الرسائل والتنبيهات** لعرض الأخطاء البرمجية.
- الجدول الآتي يوضح بعض الأوامر البرمجية المهمة للمداخل والمخارج الرقمية:

الرقم	الأمر - مثال	التوضيح
1.	<code>pinMode(13, INPUT);</code> <code>pinMode(13, OUTPUT);</code>	لتحديد نوع الطرف 13 مدخل أو مخرج
2.	<code>digitalWrite(13, LOW);</code> <code>digitalWrite(13, HIGH);</code>	لإخراج قيمة رقمية على الطرف 13 اما 0 أو 5 فولت
3.	<code>digitalRead(13);</code>	لقراءة قيمة رقمية من الطرف 13

والأشكال الآتية توضح بعض الخطوات المهمة في بيئة الأردوينو:



شكل (2-3): تحديد نوع الأردوينو المستخدم



شكل (2-4): تحديد رقم مدخل المنفذ التسلسلي COM المتصل بلوحة الأردوينو

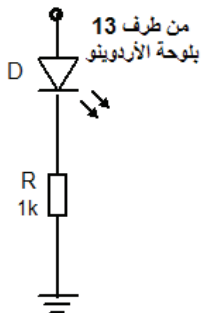
نشاط 2

تشغيل ثنائي ضوئي كومات (Blinking LED)

يهدف هذا النشاط إلى التعرف إلى بيئة البرنامج وكيفية استخدام مخرج رقمي.

الأدوات المطلوبة:

1. لوحة تجارب وأسلاك توصيل.
2. لوحة أردوينو أونو.
3. مقاومة ثابتة ($1K\Omega$).
4. ثنائي ضوئي.

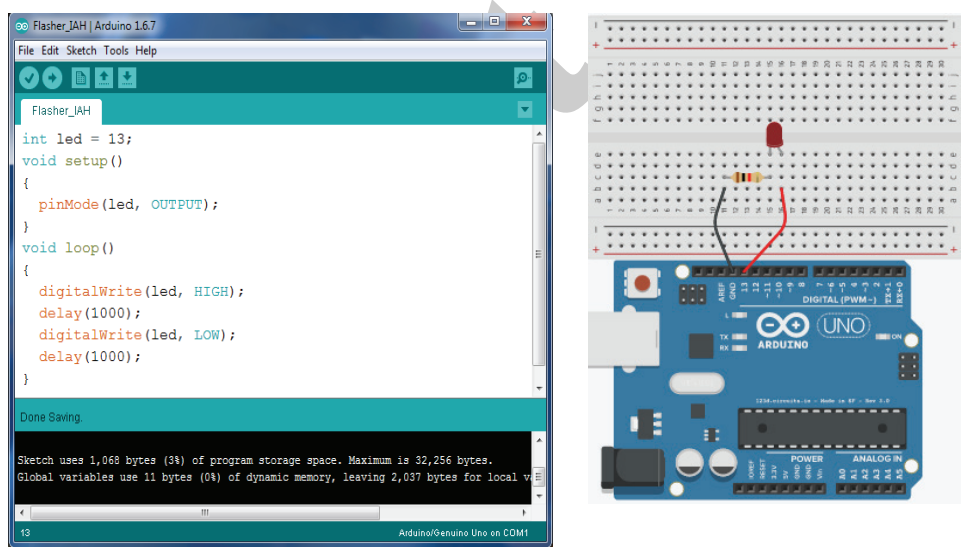


خطوات العمل:

1. توصيل لوحة الأردوينو بالحاسوب بواسطة كابل USB.
2. تحديد نوع الأردوينو المستخدم من قائمة Tools ثم من Boards واختيار Arduino Uno.
3. تحديد رقم مدخل ال COM المتصل بلوحة الأردوينو من قائمة Tools ثم Port.
4. كتابة البرنامج الآتي في بيئة مبرمج الأردوينو وحفظه باسم Flasher.
5. التحقق من صحة البرنامج وخلوه من الأخطاء من من قائمة Sketch ثم Verify.
6. توصيل الدارة البسيطة الآتية مع لوحة الأردوينو، كما هو موضّح في الشكل.
7. تحميل البرنامج إلى لوحة الأردوينو من قائمة Sketch ثم Upload.
8. سجل ملاحظتك.

ملاحظة:

طرف رقم 13
موصول إلى ثنائي
ضوئي في معظم
لوحات الأردوينو.

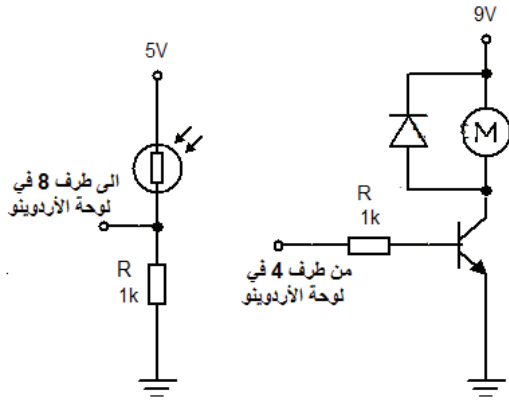


شكل (5-2): نشاط تشغيل ثنائي ضوئي كوماض

موقع الويب (123D circuits):

موقع يمكن من خلاله محاكاة دارات تستخدم لوحة الأردوينو. اعمل على فتح حساب لك في الموقع، واصل على تنفيذ تطبيقاتك عليه.

التحكم بحركة محرك وفقا لشدة الإضاءة باستخدام مقاومة ضوئية LDR الأدوات المطلوبة:



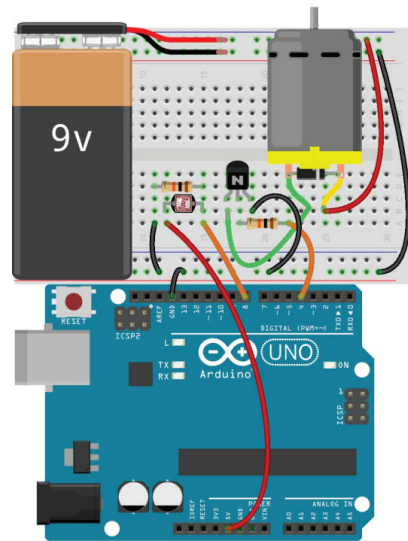
شكل (6-2)

1. لوحة تجارب وأسلاك توصيل.
2. لوحة أردوينو أونو.
3. مقاومات ثابتة ($1K\Omega$ ، $10K\Omega$).
4. مقاومة ضوئية LDR.
5. ثنائي عادي N4007.
6. ترانزستور (BC337 أو BC547).
7. محرك تيار مستمر صغير.
8. بطارية (9-3) فولت، وفقا للمحرك المستخدم.

الخطوات:

1. العمل على توصيل الدارة كما موضح في الشكلين (6-2)، (7-2).
2. كتابة البرنامج الآتي وحفظه باسم LDR_Motor
3. العمل على تحميل النص البرمجي إلى لوحة الأردوينو من خلال وصلة ال (USB)
4. تعريض المقاومة للضوء مرة وعزل الضوء عنها مرة أخرى، سجل ملاحظاتك مع شرح آلية عمل الدارة.
5. انتبه إلى أن سالب البطارية المغذية للمحرك يجب أن يوصل مع سالب لوحة الأردوينو.

```
int ldr = 8;
int mot = 4;
void setup()
{
  pinMode(mot, OUTPUT);
  pinMode(ldr, INPUT);
}
void loop()
{
  if(digitalRead(ldr)==HIGH)
    digitalWrite(mot, HIGH);
  else
    digitalWrite(mot, LOW);
}
```



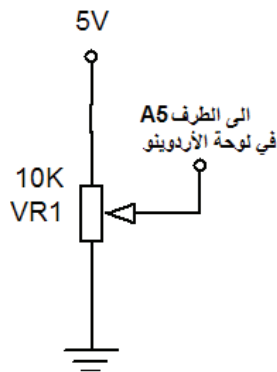
شكل (7-2)

مبدأ عمل الدارة: تمثّل دائرة الدخل دائرة مُقسّمة لجهد المصدر (5 فولت)، حيث إن قيمة المقاومة الضوئية تكون كبيرة عند عزلها عن الضوء، وبذلك يكون مقدار الجهد صغيراً على الطرف رقم 8 للأردوينو ويُقرأ كقيمة منطقية صفر (LOW)، بينما عندما تتعرض المقاومة للضوء تصبح قيمتها صغيرة، ويكون مقدار الجهد على الطرف رقم 8 للأردوينو كبيراً، ويُقرأ كقيمة منطقية واحد (HIGH). لقد تمت قراءة معطيات المقاومة الضوئية بشكل رقمي (digital)، يمكن قراءتها بشكل تماثلي، مع تعديل بسيط في النص البرمجي لتحقيق الهدف نفسه من النشاط.

يمثّل هذا النشاط الفكرة الرئيسة في نظام روبوت متتبع الخط، وضح ذلك !



من برامج المحاكاة للدوائر الإلكترونية برنامج فريتزينج (Fritzing) وبرنامج بروتس (Proteus)، وهي تستخدم لرسم الدوائر الإلكترونية وتصميمها.



نشاط 4

قراءة إشارة تماثلية باستخدام الأردوينو وعرضها في المراقب التسلسلي
الأدوات المطلوبة:

1. لوحة تجارب وأسلاك توصيل.
2. لوحة أردوينو أونو.
3. مقاومات متغيرة $10K\Omega$.

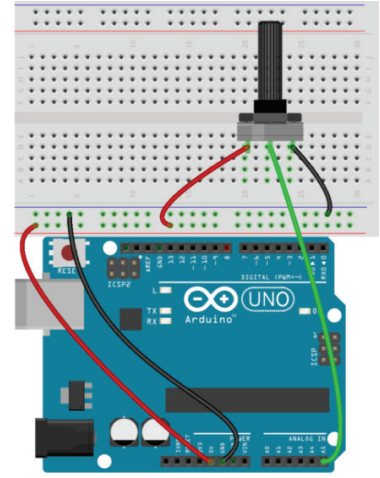
خطوات العمل:

1. توصيل الدارة كما في الشكل الآتي، يتم توصيل الطرف الأول للمقاومة المتغيرة بمصدر 5 فولت، والطرف الآخر بالأرضي GND، وتوصيل الطرف الأوسط للمقاومة المتغيرة بمدخل الأردوينو التماثلي رقم A5.
2. كتابة البرنامج الآتي وحفظه باسم Analog_Read
3. تحميل البرنامج إلى لوحة الأردوينو من خلال وصلة الـ (USB)

4. فتح المراقب التسلسلي من قائمة Tools ثم Serial Monitor

5. غير قيمة المقاومة المتغيرة، سجل ملاحظاتك مفسراً الأرقام على المراقب التسلسلي، مع شرح آلية عمل الدارة.

```
int sensorPin = A5;  
int sensorValue;  
void setup()  
{  
  Serial.begin(9600);  
}  
void loop()  
{  
  sensorValue=analogRead(sensorPin);  
  Serial.println(sensorValue);  
  delay(500);  
}
```



شكل (8-2): قراءة إشارة تماثلية

بالاستعانة في الشكل في النشاط السابق الخاص بالمقاومة الضوئية، اعمل على تطوير الدارة لقراءة قيمة المقاومة الضوئية بشكل تماثلي من الدخل رقم A1 وعرض القيمة على المراقب التسلسلي.

الإشارة التماثلية أو التناظرية (Analogue Signal):

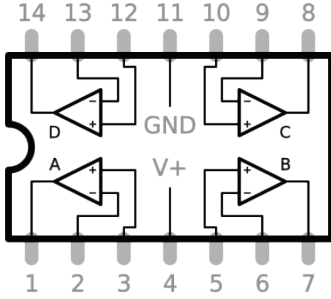
هي إشارة متغيرة ومتصلة تأخذ قيم مختلفة في زمن مستمر بعكس الرقمية التي تأخذ قيمتين فقط.

ملاحظة: يتم وضع تأخير زمني delay للتمييز بين القراءات

مبدأ العمل: يدخل الجهد من 0 إلى 5 فولت إلى الطرف A5، وهو أحد المداخل المخصصة للقراءة التماثلية Analog Read، ليتم تحويله من قيمة تماثلية إلى قراءة رقمية مكونة من 10 بت، فإذا كان الجهد المدخل هو 0 فولت، تكون القيمة الرقمية له 0، أما إذا كان الجهد الداخل هو 5 فولت فتكون القيمة الرقمية هي 1023، وهكذا، فمثلاً الجهد 2.5 فولت يتحول إلى قيمة 512.

اعمل على تطوير الكود البرمجي لعرض القيمة الحقيقية للجهد على المراقب التسلسلي.

التحكم بحركة محرك DC باستخدام مجس IR (Tx+Rx) الأدوات المطلوبة:



الدائرة المتكاملة للمقارن LM324

1. لوحة تجارب وأسلاك توصيل.

2. لوحة أردوينو أونو.

3. مقاومات ثابتة (عدد 2، 1KΩ، 10KΩ، 220Ω).

4. مقاومة متغيرة 10KΩ.

5. ثنائي عادي N4007 وثنائي ضوئي LED.

6. مقارن تماثلي LM324.

7. مرسل ومستقبل أشعة تحت الحمراء أو (QRB1114).

8. ترانزستور (BC337 أو BC547).

9. محرك تيار مستمر صغير.

10. بطارية 3-9 فولت (وفقا للمحرك).

خطوات العمل:

1. توصيل الدائرة كما هو موضح في الشكل أدناه.

2. كتابة البرنامج في الاطار المجاور وحفظه باسم

IR_Motor .

3. تحميل النص البرمجي إلى لوحة الأردوينو من خلال وصلة ال (USB).

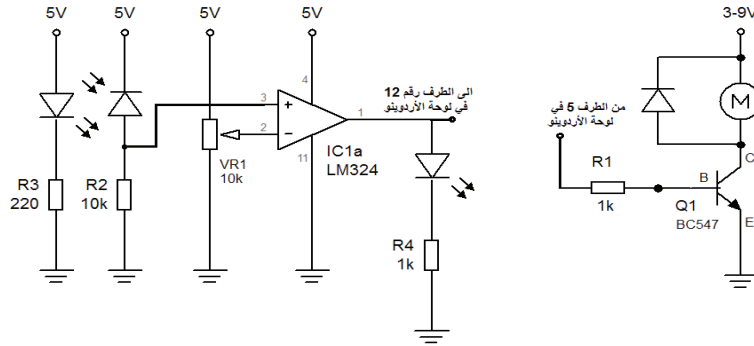
4. تعريض المستقبل والمرسل مرة إلى خط أسود ومرة إلى خط أبيض، قد تحتاج لمعايرة قيمة المقاومة المتغيرة، سجل ملاحظاتك وشرح آلية عمل الدارة.

```
int irsensor = 12;
int mot = 5;
void setup()
{
  pinMode(mot, OUTPUT);
  pinMode(irsensor, INPUT);
}
void loop()
{
  if(digitalRead(irsensor)==HIGH)
digitalWrite(mot, HIGH);
  else
digitalWrite(mot, LOW);
}
```

من أنواع المحركات الكهربائية:

- محركات التيار المستمر DC Motors
- المحركات المؤازرة - سيرفو Servo - Motors
- المحركات الخطوية Stepper Motors

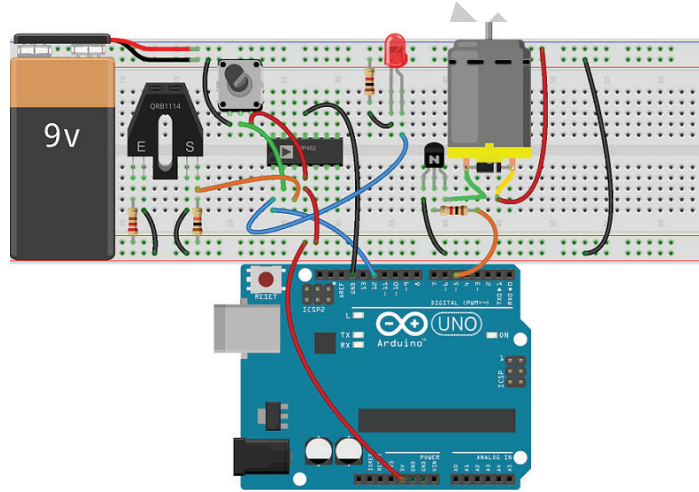
ملاحظة: يمثل هذا النشاط نصف الدارة الكهربائية لنظام الروبوت متتبع الخط



دارة الدخول لقراءة مجس ال IR

دارة الخرج لتحريك المحرك

الشكل الآتي يوضح توصيل الدارة للنشاط السابق بشكلها الحقيقي مع لوحة الأردوينو:

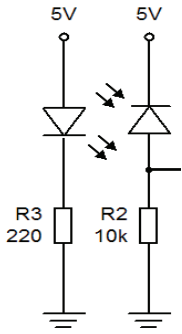


الشكل (2-9): التحكم بحركة محرك DC باستخدام مجس IR (Tx+Rx)

مبدأ العمل: في الدارة السابقة يقوم المرسل بإرسال أشعة تحت حمراء باستمرار، فإذا كان السطح المقابل أسود يمتص هذه الأشعة المرسل فلا تعود إلى المستقبل، وبالتالي تصبح مقاومة المستقبل كبيرة، مما يجعل الجهد على الطرف الموجب أقل من الجهد على الطرف السالب للمقارن، وبالتالي يكون الخرج (0) فيتوقف المحرك.

إذا كان السطح المقابل أبيض فإنه يعكس الأشعة، فتصل إلى المستقبل وبالتالي تصبح مقاومة المستقبل صغيرة مما يجعل الجهد على الطرف الموجب أكبر من الجهد على الطرف السالب للمقارن، وبالتالي يكون الخرج (1) فيعمل المحرك.

وفقاً لما سبق، ومع توفر لوحة الأردوينو وبمساعدة المداخل التماثلية، يمكن الاستغناء عن المقارن تماماً، والاستعاضة عنه بإجراء بعض التعديل في النص البرمجي في لوحة الأردوينو.



وتصبح دائرة الدخل المبسطة كما هي موضحة في الشكل المجاور. يمكن فحص عملها باستخدام ساعة لقياس الجهد على خرج المستقبل، أو بوصل ثنائي ضوئي مع مقاومة مناسبة على الخرج.

ناقش مع زملائك كيف سيتم توصيل الدارة مع لوحة الأردوينو؟ وما هو التعديل اللازم على النص البرمجي؟



مكتبات الأردوينو:

هي مجموعة ضخمة من الأكواد البرمجية Codes الجاهزة التي ستحتاجها من أجل بناء مشاريعك، أو التي ستحتاجها لوحة Arduino لتعريفات بنية العتاد Hardware المستخدم مع لوحة الأردوينو وهي تسهل عليك عملية الاتصال مع المجسات، المحركات، الشاشات وغيرها من الأجهزة.

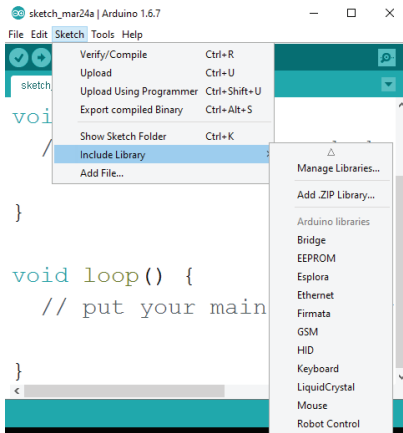
ومن أمثلة هذه المكتبات، مكتبة محرك السيرفو (Servo.h) ومكتبة شاشة، (LiquidCrystal.h) LCD ومكتبة التعامل مع بروتوكول مرسل الأشعة تحت الحمراء (IRremote.h)، ومكتبة الاتصال التسلسلي (SoftwareSerial.h) عبر أطراف غير الطرفين (0،1) في لوحة الأردوينو.

يوجد هنالك العديد من المكتبات الإضافية متوفرة على الانترنت ومتاحة للتحميل ولاستخدام مكتبة إضافية عليك تثبيتها أولاً.

في المثال الآتي سيتم توضيح كيفية إضافة وتثبيت مكتبة إلى بيئة الأردوينو بطريقتين:

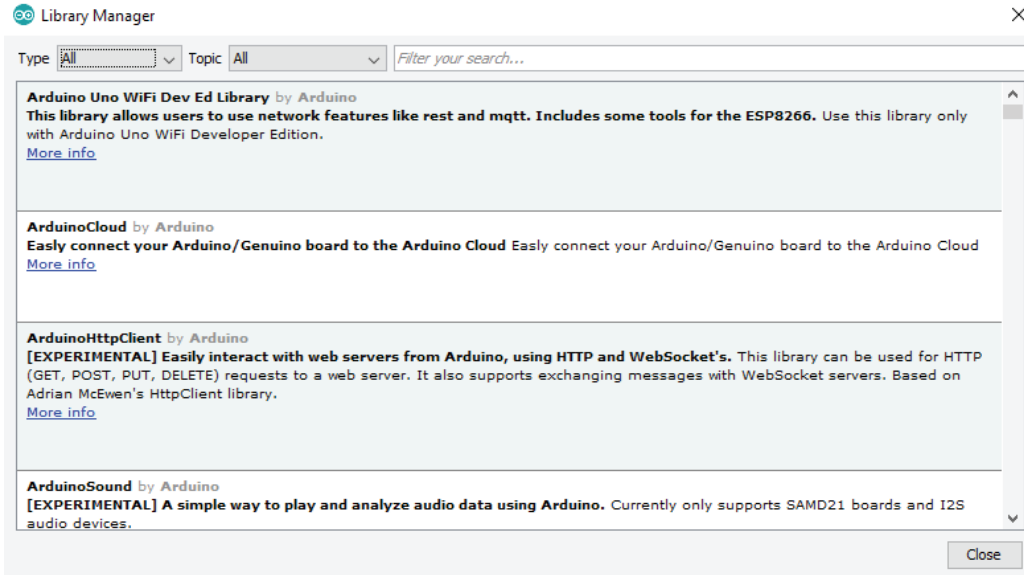
1. باستخدام مدير المكتبات:

مدير المكتبات متوفر في بيئة التطوير (Arduino IDE 1.6.2) فما فوق، بعد فتح بيئة التطوير انقر على قائمة (Sketch | مكتش) ثم (تضمين مكتبة | Include Library) ثم (إدارة المكتبات | Manage Libraries).



شكل (10-2): مدير المكتبات ببيئة الأردوينو

بعد فتح مدير المكتبات، ستجد قائمة بالمكتبات التي تم تثبيتها مسبقاً أو جاهزة للتثبيت.



شكل (2-11): قائمة بالمكتبات في بيئة برمجة الأروينو

في هذا المثال سيتم تثبيت (IRremote Library) ابحث في القائمة لتجدها ثم اختر إصدار المكتبة الذي تريد تثبيته. في بعض الأحيان يتوفر إصدار واحد فقط للمكتبة. وأخيراً انقر فوق تثبيت (Install) وانتظر ليتم تثبيت المكتبة الجديدة.

بعد الانتهاء من التثبيت مباشرةً، يظهر وسم مثبتة (Installed). الآن يمكنك إغلاق مدير المكتبات.

2. استيراد مكتبة من ملف (ZIP)

يمكن أن تكون المكتبة على شكل ملف مضغوط (ZIP)، أو مجلد يحتوي على الملفات الخاصة لعمل المكتبة.

ولتثبيت مكتبة إضافية، يمكن ذلك بأحد الطرق الآتية:

1. يمكن بعد تحميل المكتبة المطلوبة من الانترنت، فك ضغط الملف المضغوط ووضعه في مسار مكتبات الأروينو وهو موجود داخل مجلد الأروينو على جهازك. أو اتبع النقطة 2.

2. لا تقم بفك ضغط المكتبة التي قمت بتحميلها، واذهب إلى بيئة التطوير (Arduino IDE)، انتقل إلى (Sketch > Include Library) في أعلى القائمة المنسدلة اختر (اضافه مكتبة Add.ZIP Library). بعدها يتم اختيار المكتبة الإضافية، بالانتقال إلى مكانها والضغط عليها. عند العودة إلى (Sketch > Library menu) يجب أن تلاحظ المكتبة في أسفل القائمة المنسدلة وهي جاهزة للاستخدام في أكوادك البرمجية. ويكون قد تم فك ضغط المكتبة في مجلد المكتبات في مسار الأروينو في حاسوبك.

- س١ ← ما أهم ميزات لوحة الأردوينو؟
- س٢ ← ما الفرق بين المداخل التماثلية والمداخل الرقمية في لوحة متحكم الأردوينو؟
- س٣ ← اذكر أسماء أدوات وأجهزة يتم توصيلها في المداخل الرقمية والمداخل التماثلية للوحة الأردوينو؟
- س٤ ← وضح مع الرسم كيف يمكن توصيل المقاومة الضوئية مع لوحة الأردوينو، لعمل جهاز يقيس شدة الإضاءة؟
- س٥ ← استبدل المقاومة المتغيرة في النشاط الخاص بقراءة إشارة تماثلية، بمجس الحرارة LM35 واعرض القيمة على المنفذ التسلسلي.
- س٦ ← كيف يمكن استبدال محرك التيار المستمر بمحرك يعمل على تيار متردد قيمته 220 فولت، موضحاً الأدوات اللازمة لذلك؟
- س٧ ← ما المقصود بمكتبة الأردوينو Arduino Library؟
- س٨ ← اكتب الكود البرمجي لما يلي:
- أ. تحديد الطرف رقم 10 ليصبح مدخلاً.
 - ب. تحديد الطرف رقم 11 ليصبح مخرجاً.
 - ج. إسناد القيمة صفر إلى الطرف رقم 9.
 - د. إسناد القيمة واحد إلى الطرف رقم 10.
 - هـ. قراءة قيمة الطرف رقم 8.
- س٩ ← املأ الفراغ:
1. من تطبيقات لوحة الأردوينو..... و.....
 2. القطعة الإلكترونية LM324 تحتوي على عدد..... مقارنات، وعندما تكون إشارة الدخل الموجب أكبر من إشارة الدخل السالب في المقارن فإن الخرج يساوي.....
 3. في برمجة لوحة الأردوينو السطر البرمجي digitalWrite (5, LOW) تعني:.....
 4. يوجد على لوحة الأردوينو أونو عدد..... طرف تستخدم كمداخل ومخارج رقمية لأغراض.....

عامة، ويوجد عدد..... طرف تستخدم كمدخل تماثلية.

5. لجعل الطرف رقم 12 يعمل كطرف لإدخال قيمة رقمية ما، نستخدم سطر الكود الآتي:.....

6. قيمة المقاومة الضوئية تكون كبيرة عند.....

7. من أنواع المحركات الكهربائية، محرك..... ومحرك.....

8. كي يضيء الثنائي الضوئي بشكل مناسب يحتاج إلى تيار مقداره..... ملي أمبير، وتكون مقاومة قيمتها..... أوم مناسبة عند توصيله مع مصدر جهد قدره 5 فولت.

Draft

الروبوت في الصناعة

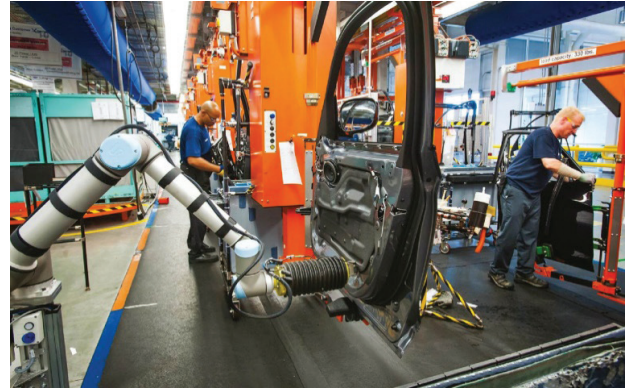
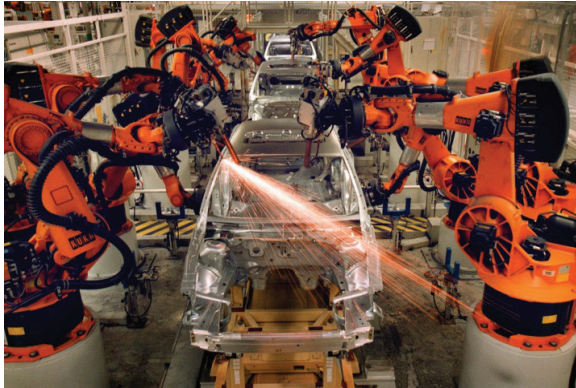
في هذا الدرس ستتعرف إلى إيجابيات استخدام الروبوت في الصناعة وسليبيتها، وستعمل على تطوير دارة للتحكم باتجاه دوران محرك يمكن أن يستخدم في تحريك روبوت سيار أو في دوران ذراع روبوتية وذلك باستخدام لوحة الأردوينو، ومع نهاية الدرس يمكن دمج معارفك ومهاراتك المكتسبة من الدرس الحالي والسابق لتطوير مشاريع أكثر تطوراً.

التطبيقات الصناعية أو الروبوت الصناعي

تشكل التطبيقات الصناعية أهم تطبيقات الروبوتات، إذ إنها الأساس في اختراع وتطوير الروبوتات

ابحث باستخدام الانترنت عن عدد من مقاطع الفيديو الخاصة باستخدام الروبوت في صناعة السيارات، معدداً استخدامات أو تطبيقات الروبوت في صناعة السيارات.

تستأثر مصانع تجميع السيارات بالعدد الأكبر من الروبوتات الصناعية، وتأتي مصانع الأجهزة الإلكترونية في المركز الثاني، ويبين الشكل الآتي صوراً للأدوار المختلفة التي تؤديها الروبوتات في عملية تجميع السيارات.



شكل (3-1): استخدام الروبوت في صناعة السيارات

إن استخدام الروبوتات لا يقتصر على مصانع تجميع السيارات فحسب، وإنما ينتشر استخدامها في الكثير من مجالات الإنتاج الصناعي.

ناقش مع زملائك بعض التطبيقات الصناعية الأخرى للروبوت.



نشاط 1

تبرز أهمية استخدام الروبوتات في خطوط الإنتاج من حيث مستوى الجودة والإنتاجية وحجم التكلفة، كذلك استخدام الروبوتات في المصانع له بعض السلبيات، فكر وابحث عن إيجابيات استخدام الروبوت بالمصانع وسلبياته مستعينا بالجدول الآتي:

م.	الإيجابيات	التوضيح
1	ثبات مستوى الجودة	ثبات مستوى الجودة: ويمكن للروبوت أن ينجز الأعمال المتكررة بالجودة المحددة نفسها. أما بالنسبة للعامل البشري فيتفاوت مستوى الجودة عند أداء المهمة نفسها من عملية لأخرى بحسب تغير الظروف البشرية لدى العامل.
2	ثبات مستوى الإنتاجية	
3	العمل الآمن في الظروف الخطرة	
4	تخفيض التكلفة	
	السلبيات	التوضيح
1	ارتفاع التكلفة التأسيسية	يعزى ارتفاع التكلفة التأسيسية للتكلفة الإضافية للروبوتات والتجهيزات المساندة لها. وهنا لابد من عمل دراسة جدوى اقتصادية دقيقة للتأكد من الزيادة في التكلفة الأساسية للمصنع يمكن تغطيتها من خلال التوفير في التكلفة التشغيلية للمصنع.
2	الحاجة إلى خبرات أعلى	
3	الحاجة إلى خطة تقنية متكاملة تأخذ بالاعتبار التكنولوجيا الجديدة	

جدول (1-3): إيجابيات وسلبيات استخدام الروبوت في الصناعة

تطبيق التحكم باتجاه دوران محرك

نلاحظ أنه في كثير من التطبيقات العملية والصناعية للروبوتات، يتطلب منا تحريك محرك ليدور في اتجاهين وليس في اتجاه واحد، أي أن يتم التحكم به ليدور تارةً في اتجاه عقارب الساعة وتارةً أخرى عكس اتجاه عقارب الساعة. إن أبسط مثال على ذلك تحريك ذراع روبوتية مثبتة على محرك تيار مستمر ويتم التحكم بدوران الذراع لتنفيذ مهمة ما. (مثال: روبوت ذراع مناول، لعبة الديسكفري في مدن الملاهي).

إن الفكرة الأساسية في التحكم تكمن في تبديل القطبية على طرفي المحرك، لكن كيف يمكن أن يتم ذلك باستخدام دائرة إلكترونية وبمساعدة لوحة الأردوينو؟

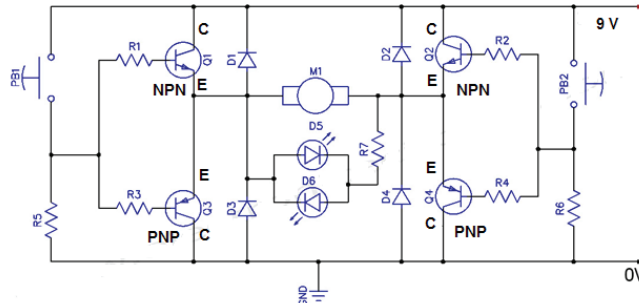
نشاط 2

محاكاة التحكم باتجاه دوران محرك تيار مستمر

الدائرة الآتية توضح كيف يتم توصيل المحرك مع 4 ترانزستورات على شكل حرف (H)، لذا تسمى (H-Bridge).

القطع المطلوبة:

- لوحة تجارب وأسلاك توصيل
- ترانزستور NPN عدد 2 (Q3، Q4)، نوع 2SB507 أو بديل له (BC547 أو BC337).
- ترانزستور PNP عدد 2 (Q1، Q2)، 2SD313 أو بديل له.
- ثنائي عادي، D1، D2، D3، D4 (1N4001)، يمكن الاستغناء عنهم في المحاكاة.
- مقاومات ثابتة $1K\Omega$ عدد 3 (R5، R6، R7).
- مقاومات ثابتة 220Ω عدد 4 (R1، R2، R3، R4).
- ثنائي ضوئي عدد 2، يمكن الاستغناء عنهم وعن المقاومة R7.
- مفتاح (on-off) عدد 2.
- محرك تيار مستمر صغير (3-9 فولت).
- مصدر للجهد (بطارية) 6-9 فولت.



شكل (2-2): دائرة التحكم باتجاه دوران محرك تيار مستمر باستخدام ترانزستورات

اعمل على توصيل الدارة السابقة باستخدام أحد برامج المحاكاة، وأكمل الجدول الآتي، موضحاً وضع المحرك



في كل حالة (متوقف، يدور باتجاه عقارب الساعة، يدور عكس اتجاه عقارب الساعة):

وضع المحرك	PB2	PB1
	0	0
	0	1
	1	0
	1	1

نجد في الدارة السابقة أنه في حالة إغلاق المفتاح رقم 2 وترك المفتاح رقم 1 مفتوح، فإن كل من الترانزستور 2 و 3 يكون في حالة وصل، وكل من الترانزستور 1 و 4 يكون في حالة قطع، في هذه الحالة يدور المحرك باتجاه معين. عند عكس حالة المفاتيح، فإن المحرك سيدور في الاتجاه الآخر.

والآن يمكن أن نستخدم لوحة الأردوينو للتحكم باتجاه دوران المحرك بدلاً من استخدام المفاتيح، كما هو موضح في النشاط الآتي.

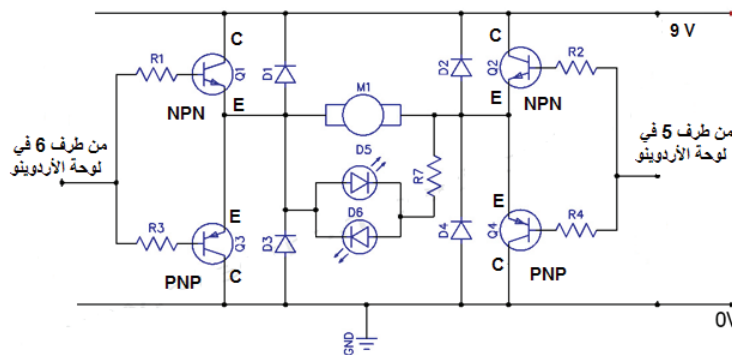
نشاط 3

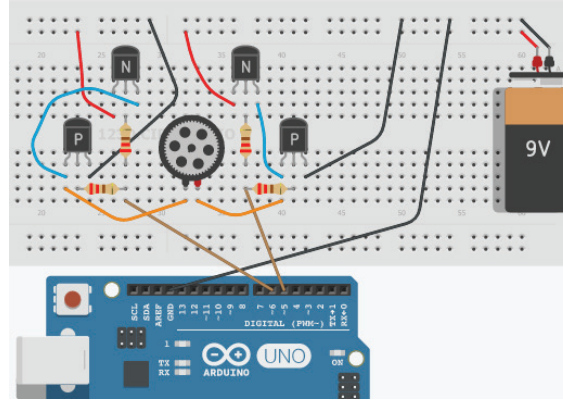
محاكاة التحكم في اتجاه محرك التيار المستمر باستخدام الأردوينو الأدوات المطلوبة:

- أدوات وقطع النشاط السابق مع استبدال المفاتيح بلوحة أردوينو أونو.

خطوات العمل:

1. توصيل الدائرة كما هو موضح في الشكل باستخدام أحد برامج المحاكاة (123D Circuits).
2. كتابة البرنامج الآتي الخاص بتبديل اتجاه دوران المحرك.
3. تشغيل المحاكاة وملاحظة ما يحدث، موضحاً آلية عمل الدارة.





شكل (3-3): الدارة الخاصة بالتحكم في اتجاه محرك التيار المستمر باستخدام لوحة الأردوينو

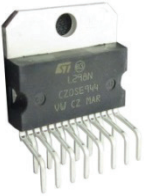
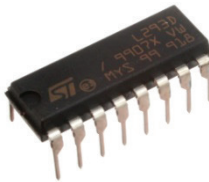
والبرنامج البسيط الآتي يتحكم باتجاه دوران محرك التيار المستمر باستخدام لوحة الأردوينو:

```
int pb1 = 5;
int pb2 = 6;
void setup()
{
  pinMode(pb1, OUTPUT);
  pinMode(pb2, OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(pb1, HIGH);
  digitalWrite(pb2, LOW);
  delay(2000);
  digitalWrite(pb1, LOW);
  digitalWrite(pb2, HIGH);
  delay(2000);
}
```

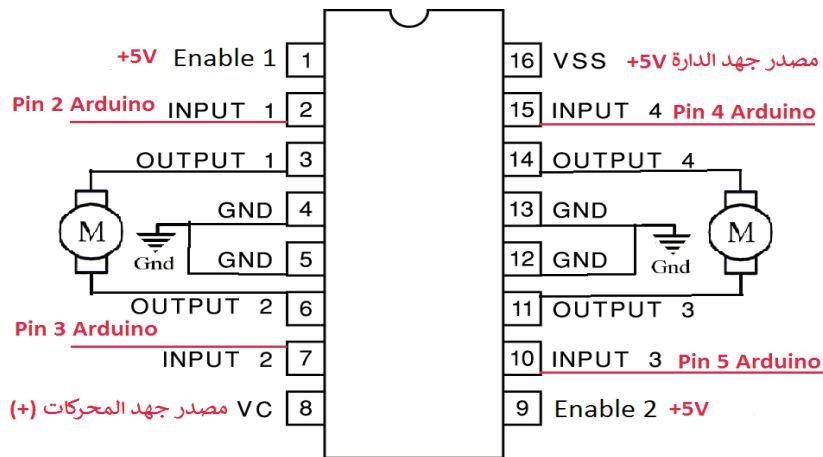
عدّل على البرنامج السابق بحيث يتوقف المحرك لمدة ثانيتين بين كل اتجاه دوران للمحرك.

السائق L293D (Driver): تحتوي القطعة الإلكترونية المتكاملة L293D أو L298N على زوج من الدارة

الإلكترونية الموجودة في الشكل (4-2)، أي أن هذه الدارة المتكاملة تسمح للتحكم في محركين في الوقت نفسه، ويصلح استخدامها في حالة الروبوت السيار حيث يمكن جعل الروبوت يتحرك إلى الأمام أو إلى الخلف أو أن يدور حول نفسه. مع العلم أن هذه القطعة الإلكترونية تستخدم ترانزستورات دارلنغتون وليست ترانزستورات عادية. الجدول الآتي يقارن بين الدارتين المتكاملتين.

L298N	L293D	السائق (Driver)
		الشكل
40 فولت	36 فولت	أقصى جهد (Max. Supply voltage)
2.5 أمبير	1.2 أمبير لكل قناة (محرك)	قيمة التيار الخارج القصوى (Peak output current)
2 أمبير	0.6 أمبير لكل قناة (محرك)	التيار الخارج المستمر (Continuous output current)
25 واط	5 واط	استهلاك الطاقة (Power dissipation)

جدول (2-3): مقارنة بين الدارتين المتكاملتين المتكاملة L293D أو L298N



شكل (4-3): مخطط القطعة الإلكترونية (L293D driver) وطريقة التوصيل

نشاط 4

محاكاة التحكم في اتجاه محركي تيار مستمر باستخدام الأردوينو و L293D

الأدوات المطلوبة:

لوحة تجارب وأسلاك توصيل

• القطعة الإلكترونية H-Bridge L293

- لوحة أردوينو أونو.

- محرك تيار مستمر صغير عدد (2).

- مصدر للجهد (بطارية) 9-6 فولت.

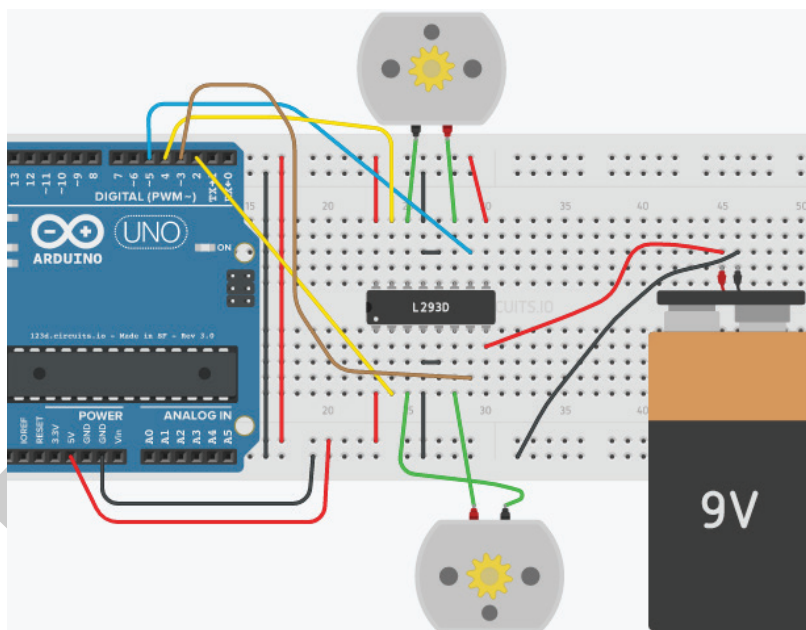
خطوات العمل:

1. توصيل الدائرة كما هو موضح في الشكل باستخدام أحد برامج المحاكاة

2. كتابة البرنامج الآتي والخاص بعكس اتجاه دوران المحرك.

3. سجل ملاحظاتك، موضحاً آلية عمل الدارة.

```
int m1 = 2;
int m2 = 3;
int m3 = 4;
int m4 = 5;
void setup()
{
```



شكل (3-5): التحكم في اتجاه محركي تيار مستمر باستخدام الأردوينو وL293D

```
digitalWrite(m4,HIGH);  
delay(1000);  
digitalWrite(m1,LOW);  
digitalWrite(m2,LOW);  
digitalWrite(m3,LOW);  
digitalWrite(m4,LOW);  
delay(1000);  
}
```

المحركات الكهربائية المستخدمة في الروبوت

يوجد أنواع كثيرة من المحركات التي تستخدم في الروبوتات، ومنها محركات التيار المتردد (AC motors) التي تستخدم في التطبيقات الصناعية والأحمال الثقيلة، أما في الروبوتات الصغيرة وروبوتات الهواة تستخدم الأنواع الآتية:

1. محرك التيار المستمر (DC motor): وهو المستخدم في روبوت متتبع الخط، ويعتمد مبدأ عمله

على مرور تيار كهربائي في سلك (ملف) موضوع في مجال مغناطيسي، يعمل على توليد قوة مجال كهرومغناطيسي تعمل على تحريكه ودورانه. ولدى هذا النوع طرفان، طرف أرضي وطرف جهد موجب، وهو يدور بشكل مستمر، ويمكن التحكم بسرعه من خلال تغيير قيمة الجهد الموجب باستخدام تضمين عرض النبضة (PWM).

2. المحرك المؤازر أو السيرفو (Servo motor): وهو عبارة عن محرك تيار مستمر مضاف إليه

صندوق تروس ودارة تحكم ومجس لتحديد الموضع (زاوية)، قد يكون المجس عبارة عن مقاومة دورانية متغيرة. ويكون للمحرك عادة ثلاثة أطراف. طرف أرضي وطرف جهد موجب، وطرف (PWM) للتحكم في الموضع (الزاوية) وليس السرعة وذلك بمساعدة دارة تحكم خارجية.

3. المحرك الخطوي (Stepper motor): يستخدم مغناطيسات كهربية عديدة مرتبة حول ترس مركزي

لتحديد الموضع. تحتاج هذه المحركات إلى دارة خارجية مع وحدة تحكم (أردوينو أو راسبيري باي) لتغذية كل ملف خاص بمغناطيس كهربائي بشكل متتابعي لجعل عمود المحرك يدور. هذا النوع موجود في داخل قارئ الاسطوانات المدمجة.

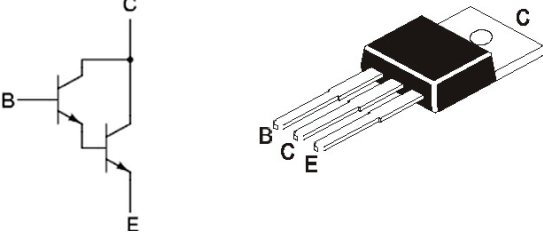
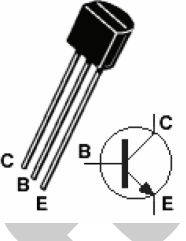
إن اختيار المحرك المناسب لتطبيق ما، يعتمد على الخصائص التي تحتاجها في هذا التطبيق:

1. السرعة التي تريدها لتحريك شيء معين.
2. وزن الجهاز وحجمه أو الشيء الذي تتعامل معه.
3. تكلفة وحجم المحرك.
4. الدقة في الموضع (الزاوية) أو السرعة المطلوبة.

الجدول الآتي يقارن بين محرك السيرفو والمحرك الخطوي:

وجه المقارنة	محرك سيرفو Servo motor	محرك خطوي Stepper motor
التحكم	مثال على نظام تحكم مغلق	مثال على نظام تحكم مفتوح، لا يوجد فيه تغذية راجعة
العزم	العزم وفقا للحاجة ومقدار الحمل (كفاءة أعلى)، أي لا يستهلك طاقة في الأحمال الخفيفة، وبشكل عام يعطي عزمًا منخفضًا	يعمل بعزم كامل وثابت بغض النظر عن الحمل، ويعطي عزمًا عاليًا وخاصة في السرعات المنخفضة
الدقة	ممتازة	جيدة، يفقد بعد الخطوات عند وجود حمل كبير
السرعة	عالية	قليلة - متوسطة
التكلفة	مرتفعة	قليلة

- س١- اذكر اثنين من إيجابيات استخدام الروبوت في الصناعة مع التوضيح.
- س٢- اذكر اثنين من سلبيات استخدام الروبوت في الصناعة مع التوضيح.
- س٣- ما الفكرة الأساسية في التحكم بعكس حركة دوران محرك تيار مستمر؟
- س٤- بالاستعانة بالنشاط 9 في الدرس السابق، وضح كيف يمكن عمل نظام ستارة أوتوماتيكية.
- س٥- استخدم الجدول الآتي للمقارنة بين الترانزستور العادي و ترانزستور دارلنغتون، مستعيناً بالإنترنت؟

ترانزستور دارلنغتون Darlington	ترانزستور عادي	وجه المقارنة	
		الشكل	1.
		مثال	
		معامل تكبير التيار	2.
		ممانعة الدخل	3.
		الحساسية لتيار الدخل	4.

س٦- املاً الفراغ:

1. من استخدامات الروبوت في صناعة السيارات..... و.....
2. الدارة الإلكترونية المتكاملة L293D تستخدم ك..... وهي تسمح بالتحكم في عدد..... من محركات التيار المستمر.
3. يمكن عكس اتجاه دوران محرك التيار المستمر من خلال.....
4. ترانزستور pnp يقوم بتمرير التيار بين المجمع والباعث (يغلق) عندما تكون قيمة..... على القاعدة.
5. معامل تكبير التيار في ترانزستور..... كبير جداً ويقدر بالآلاف أو عشرات الآلاف.

تصميم روبوت سيّار وبرمجته

لاحظت في دراستك السابقة وجود بعض العيوب من خلال تصميمك لروبوت متتبع الخط البسيط ذي المجسّين، سيتم التخلص من بعض هذه العيوب من خلال تصميم روبوت وتتبع الخط باستخدام متحكم الأردوينو وثلاثة مجسات، وبآلتي ستصبح قادراً على كتابة برنامج للتحكم في الروبوت، واقتراح تطوير على هذا النظام وعلى التفكير في تطبيقات جديدة وأنظمة أخرى متكاملة مثل نظام تتبع الخلايا الشمسية للشمس بشكل أوتوماتيكي.

روبوت متتبع الخط باستخدام الأردوينو

المخطط الصندوقي:

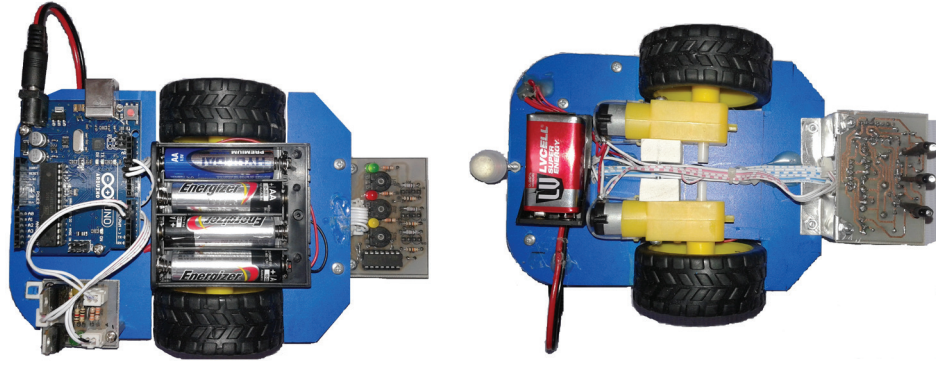


شكل (1-4): المخطط الصندوقي لروبوت متتبع الخط

أولاً: التصميم الميكانيكي والتجميعي:

يتم وضع التصميم للمخطط الميكانيكي للروبوت والذي يشبه المخطط المستخدم في الصف العاشر، بحيث يتم تحديد مواقع القطع جميعها على القاعدة البلاستيكية ومن ثم تثبيتها، وهذه القطع هي:

1. محرك تيار مستمر (DC) مع صندوق التروس عدد 2، تعمل على جهد 4.5 فولت.
2. العجلات، عدد 2 وتثبت على محور الدوران للمحركات.
3. عجلة ارتكاز خلفية.

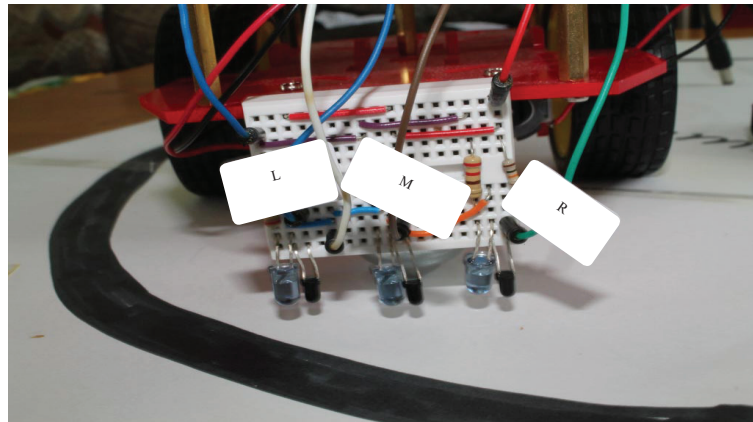
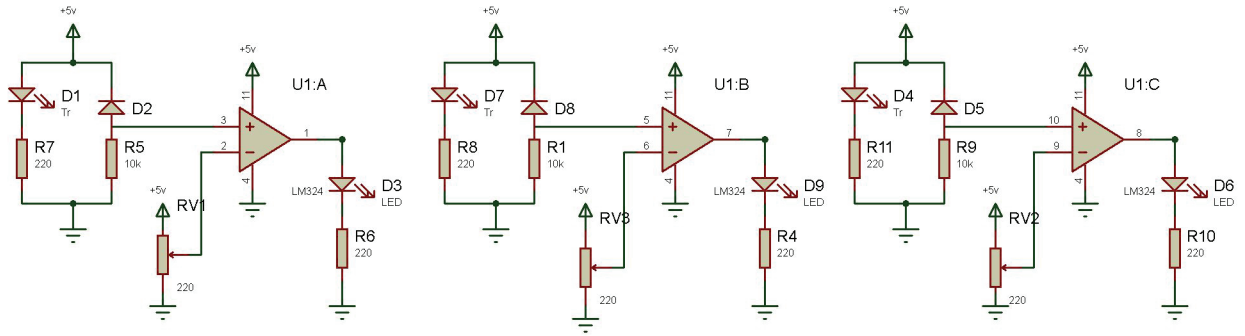


شكل (2-4): الروبوت متتبع الخط

ثانياً: التصميم والتجميع الكهربائي

1. تصميم الدارة الكهربائية للمداخل:

وهي تحتوي على دائرة المقارن والمجسات الثلاثة، كل واحد من هذه المجسات يتكون من مرسل ومستقبل IR، تمر الإشارة من المجس عبر المقارن ومنه إلى مداخل الأردوينو، يتم استخدام الدارة المتكاملة LM324 لأنها تحتوي على أربعة مقارنات، حيث يستخدم ثلاثة منها فقط كما هو موضح في الشكل.



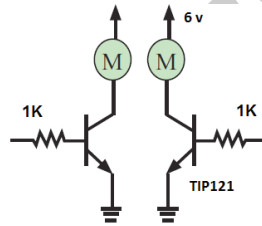
شكل (3-4): دائرة الدخل في روبوت متتبع الخط

توصيل دائرة الدخل بلوحة الأردوينو:

- وصل موجب دائرة المداخل مع الطرف 5v من لوحة الأردوينو.
- وصل سالب دائرة المداخل مع طرف GND من لوحة الأردوينو.
- وصل مخرج المقارن الخاص بالمجس الأيسر (L) بالطرف رقم 11 في لوحة الأردوينو.
- وصل مخرج المقارن الخاص بالمجس الأوسط (M) بالطرف رقم 12 في لوحة الأردوينو.
- وصل مخرج المقارن الخاص بالمجس الأيمن (R) بالطرف رقم 13 في لوحة الأردوينو..

2. تصميم الدارة الكهربائية للمخرج:

وهي تتكون من محركين، محرك إلى جهة اليمين ومحرك إلى جهة اليسار، لكل محرك يوجد ترانزستور دارلنغتون (TIP121) يعمل كسائق (Driver)، يأخذ الإشارة من المتحكم (لوحة الأردوينو) ويكبرها لتناسب طاقة المحرك.



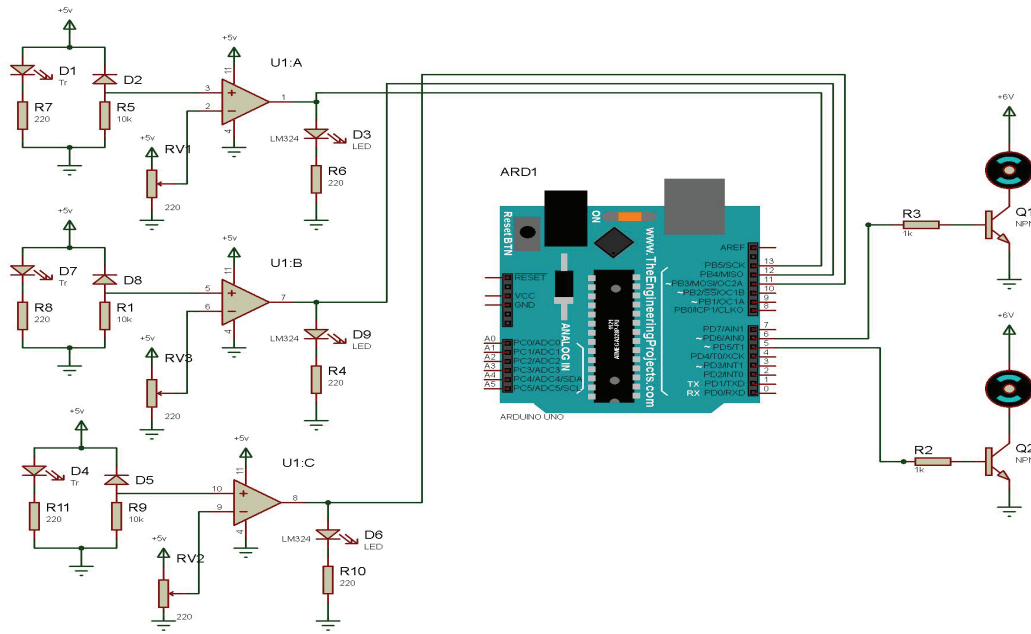
توصيل دائرة المخرج بلوحة الأردوينو:

- وصل الطرف رقم 5 بطرف مقاومة 1k ثم وصل طرف المقاومة الآخر بقاعدة الترانزستور الأيمن.
- وصل الطرف رقم 6 بطرف مقاومة 1k ثم وصل طرف المقاومة الآخر بقاعدة الترانزستور الأيسر.
- وصل طرف الباعث من الترانزستور بالرجل GND من لوحة الأردوينو.
- وصل مجمع الترانزستور الأيمن مع سالب المحرك الأيمن.
- وصل مجمع الترانزستور الأيسر مع سالب المحرك الأيسر.

ملاحظة: مصدر الطاقة للمحركين مختلف عن مصدر الطاقة لدائرة الدخل، فمثلا يمكن استخدام بطارية (9 فولت) لتغذية دائرة الدخل، ويمكن استخدام بطارية (6 أو 4.5 فولت لتغذية المحركين).

3. التجميع النهائي للدارة الكهربائية:

حيث تم استخدام لوحة الأردوينو كمتحكم في روبوت متتبع الخط، والشكل الآتي يوضح توصيل دارتي الدخل والمخرج مع لوحة الأردوينو.



شكل (4-4): توصيل المدخل والمخرج بلوحة الأردوينو

اعمل على معايرة المجسات من خلال تغيير قيمة المقاومات المتغيرة حتى يضيء الشائئ الضوئي الموجود عند مخرج المقارن عند اللون الأبيض ويطفئ عند اللون الأسود للمسار.

تصميم جدول الحقيقة المناسب لمهمة الروبوت:

الجدول الآتي يوضح جدول الحقيقة المستخدم في الروبوت لتتبع الخط الأسود على خلفية بيضاء.

الدخل (حالة المجسات)		الحالة المطلوبة	الخروج (الأوامر للمحركات)	
المجس الأيمن R (13)	المجس الأوسط M (12)	حركة الروبوت	المحرك الأيمن R (5)	المحرك الأيسر L (6)
0	0	توقف الروبوت	0	0
1	0	اتجه يساراً	1	0
0	1	حالة مهمة	X	X
1	1	اتجه يساراً	1	0
0	0	اتجه يميناً	0	1
1	0	إلى الأمام	1	1
0	1	اتجه يميناً	0	1
1	1	توقف الروبوت	0	0

جدول (4-1): جدول الحقيقة الخاص بروبوت متتبع الخط بثلاث مجسات

في نهاية النشاط، تتم كتابة البرنامج الآتي في بيئة مبرمج الأردوينو وتحميل البرنامج إلى لوحة الأردوينو ثم فحص أداء الروبوت.

```
int LSensor = 11; int MSensor = 12; int RSensor = 13;
int Lmot = 6; int Rmot = 5;
void setup()
{
  pinMode(LSensor,INPUT);
  pinMode(MSensor,INPUT);
  pinMode(RSensor,INPUT);
  pinMode(Lmot,OUTPUT);
  pinMode(Rmot,OUTPUT);
}
void loop()
{
  int Lval=digitalRead(LSensor);
  int Mval=digitalRead(MSensor);
  int Rval=digitalRead(RSensor);
  if(Lval==0&&Mval==0&&Rval==0)
  {digitalWrite(Rmot,LOW);
  digitalWrite(Lmot,LOW);}
  if(Lval==0&&Mval==0&&Rval==1)
  {digitalWrite(Rmot,HIGH);
  digitalWrite(Lmot,LOW);}
  if(Lval==0&&Mval==1&&Rval==1)
  {digitalWrite(Rmot,HIGH);
  digitalWrite(Lmot,LOW);}
  if(Lval==1&&Mval==0&&Rval==0)
  {digitalWrite(Rmot,LOW);
  digitalWrite(Lmot,HIGH);}
  if(Lval==1&&Mval==0&&Rval==1)
  {digitalWrite(Rmot,HIGH);
  digitalWrite(Lmot,HIGH);}
  if(Lval==1&&Mval==1&&Rval==0)
  {digitalWrite(Rmot,LOW);
  digitalWrite(Lmot,HIGH);}
  if(Lval==1&&Mval==1&&Rval==1)
  {digitalWrite(Rmot,LOW);
  digitalWrite(Lmot,LOW); }
}
```

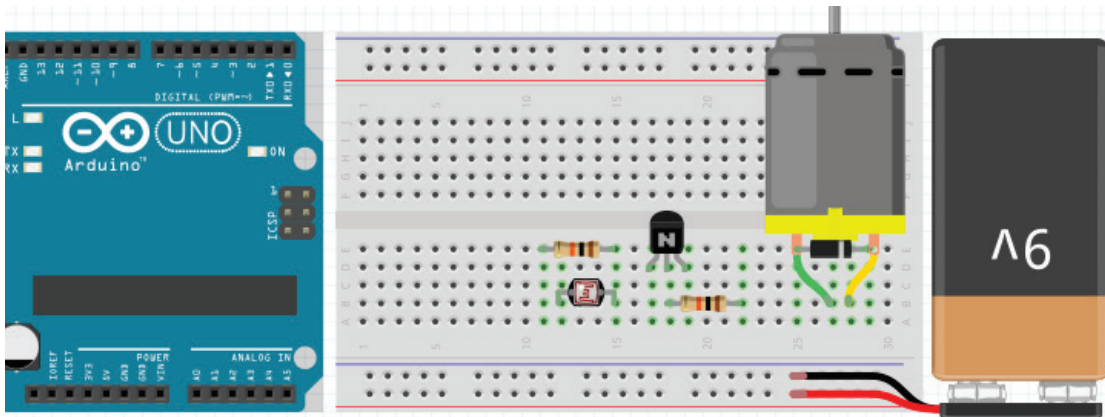


أسئلة الدرس

- س١- ما ميزات استخدام ثلاثة مجسات بدلاً من مجسين في روبوت متتبع الخط؟
 - س٢- ما ميزات استخدام لوحة الأردوينو في روبوت متتبع الخط؟
 - س٣- كيف تتم معايرة المجسات مع التوضيح، ماذا يحدث لو لم تتم المعايرة؟
 - س٤- علل يوصل مع طرفي محرك التيار المستمر ثنائي عادي؟
 - س٥- ما مكونات دائرة الدخل في روبوت متتبع الخط باستخدام المقارن؟ أرسم المخطط لمجس واحد فقط.
 - س٦- هل يمكن الاستغناء عن المقارنات في روبوت متتبع الخط باستخدام الأردوينو؟ وضح ذلك
- ترجم حالة محركات روبوت متتبع الخط الأسود في الجدول أدناه؟

LM	RM	الحركة	LS	MS	RS
			1	0	1
			0	0	1
			1	0	0
			0	0	0

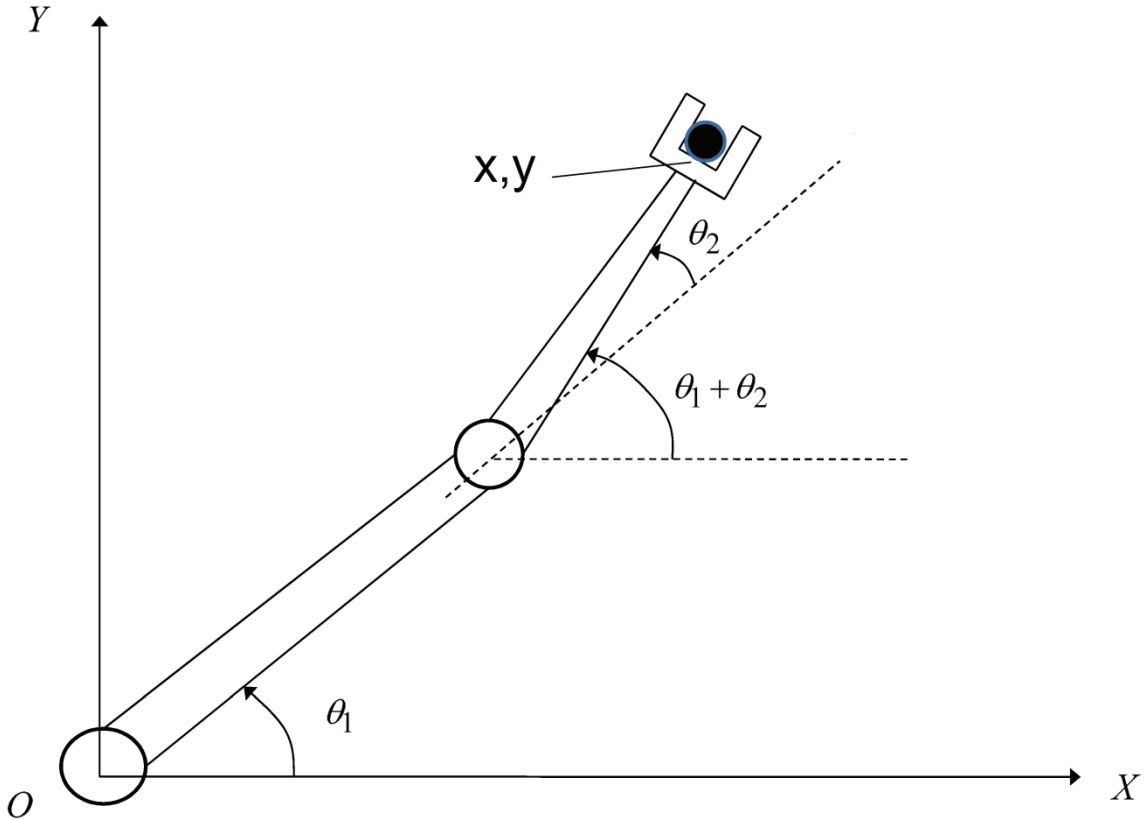
اعمل على إجراء التوصيلات المناسبة للقطع الآتية حتى يدور المحرك عند سقوط الضوء على المقاومة الضوئية. استخدم الطرف 8 للدخل والطرف 4 للخروج في الأردوينو. على افتراض وجود كود داخل ذاكرة الأردوينو.



يفكر أحد الفنيين في تطوير ذراع مناولة روبوتية (Two Link Manipulator) تستخدم في بعض التطبيقات، والتي منها الراسمة ثنائية الأبعاد.

والمطلوب في هذا المشروع اعداد دراسة لمساعدة الفني في تنفيذ المشروع وفق الآتي:

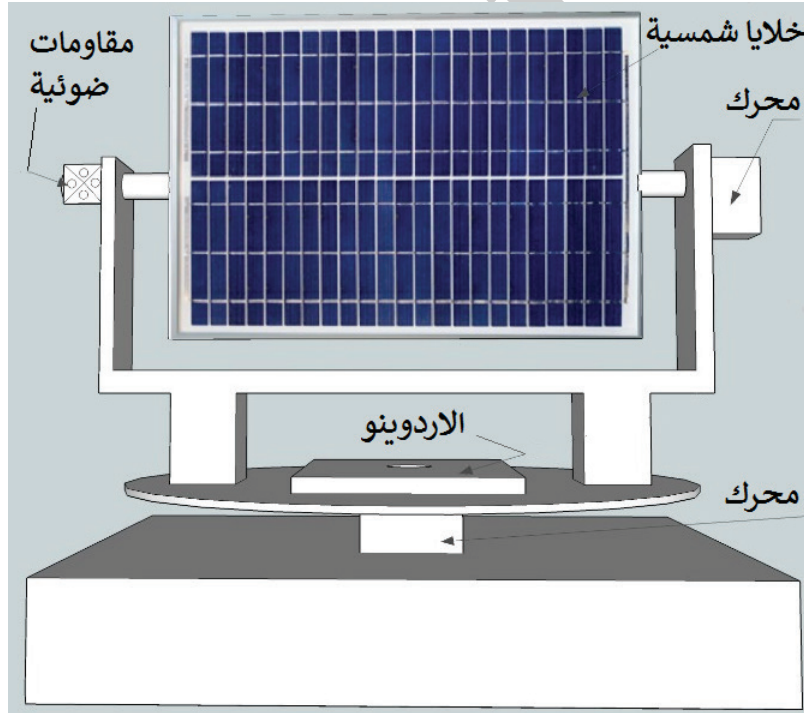
1. استخدام الانترنت في البحث عن مقاطع فيديو وشروحات توضّح كيفية عمل هذا الذراع.
2. اقتراح عددا من التطبيقات لاستخدام هذا الذراع.
3. حدد المتطلبات الفنية (قطع ومعدات وغيرها) اللازمة لتنفيذ المشروع.
4. وضّح خطوات العمل لتنفيذ هذا المشروع.
5. صمم عرضا تقديميا عن الدراسة باستخدام برنامج العروض التقديمية.
6. اذكر مراجع الدراسة في النهاية العرض.



بشكل مبسط، صمم نظام تحكم يقوم بتتبع الشمس وتحريك الخلايا الشمسية باتجاهها؟ بحيث توظف فيه فكرة نشاط المقاومة الضوئية والنشاط الخاص بالتحكم في اتجاه دوران محرك.

والمطلوب في هذا المشروع اعداد دراسة لتنفيذ المشروع وفق الآتي:

1. استخدام الانترنت في البحث عن مقاطع فيديو وشروحات توضّح كيفية عمل النظام.
2. وضّح فائدة هذا النظام.
3. حدد المتطلبات الفنية (قطع ومعدات وغيرها) اللازمة لتنفيذ المشروع، موضحا نوع المحركات المفضل في مثل هذا النوع من الأنظمة.
4. وضّح خطوات العمل لتنفيذ هذا المشروع.
5. صمم عرضا تقديميا عن الدراسة باستخدام برنامج العروض التقديمية.
6. اذكر مراجع الدراسة في نهاية العرض.



أسئلة الوحدة:

- س١ علل سبب وجود مصدر جهد منفصل للمحرك في دائرة الروبوت متتبع الخط؟
- س٢ عدد ثلاثة من تطبيقات الأردوينو في مجال الروبوت؟
- س٣ اقترح بعض الاستخدامات العملية لفكرة تتبع الخط في الصناعة؟
- س٤ اقترح تطويرا على روبوت متتبع الخط باستخدام الأردوينو لتنفيذ مهام أخرى؟
- س٥ أكمل التوصيلات اللازمة لعمل الدارة الآتية وذلك بعد الاستغناء عن المقارن، استخدم المداخل التماثلية لتوصيل مجسات الأشعة تحت الحمراء.

س6) ضع إشارة (✓) أمام العبارات الصحيحة وإشارة (X) أمام العبارات الخاطئة لكل مما يلي:

الروبوت هو جهاز ينفذ مهمة محددة مسبقاً غير قابلة لإعادة البرمجة. ☐

شاشة اللمس يمكن أن تعد وحدة إدخال وإخراج في الوقت نفسه لنظام الروبوت. ☐

المتحكم الدقيق لا يحتوي على ذاكرة داخلية. ☐

من المتحكمات الدقيقة عائلة PIC ومتحكمات Atmega328. ☐

تناسب قيمة المقاومة LDR طردياً مع شدة الإضاءة والعلاقة بينهما خطية. ☐

محرك التيار المستمر ذو التروس المستخدم في روبوت متتبع الخط يحتاج إلى تيار قدره 200 ملي أمبير. ☐

Draft

الشبكات والاتصالات

الوحدة
الثالثة



يشهد العالم اليوم ثورة هائلة في مجال الاتصالات، وتسارعا كبيرا في ظهور تقنيات الاتصال الحديثة والمتطورة باستمرار، وخلال فترات زمنية قصيرة، حيث أصبحت هذه التقنيات وسيلة مهمة في حياة الإنسان لأداء مهماته وأعماله ونشاطاته المختلفة.

ظهرت الاتصالات في شتى مجالات الحياة، العلمية والعملية وحتى الترفيهية، وتعتمد عليها مختلف الصناعات في تحسين إنتاجها، وكذلك الشركات لأنها تساهم في تسريع إنجاز أعمالها ووظائفها، وتقسم الاتصالات إلى البسيطة والمعقدة وذلك حسب حاجة المستخدم لها.

ساعدت الاتصالات في نمو الاقتصاد القومي وتطوره، وارتفاع نسبة الدخل، وكذلك التقدم الصناعي والتكنولوجي في الدول، مما يؤدي إلى تحسين مستوى المعيشة للأفراد، وبالتالي ارتفاع مستوى رفاة المجتمع. نستعرض في هذه الوحدة تاريخ وتطور الاتصالات بشكل عام، ثم نتعرف إلى الشبكات المحلية وطرق بنائها، وكذلك سوف نطلع على الأنظمة اللاسلكية، وأخيرا نشرح طريقة عمل الموجّهات والشبكات البعيدة.

التعرف إلى تاريخ أنظمة الشبكات والاتصالات وتطورها.

تصميم شبكة محلية بسيطة.

تصميم وتنفيذ شبكة لاسلكية بسيطة.

التعرف إلى الموجّهات وطريقة عملها، وكيفية الوصول إلى الإنترنت.

عالم الاتصالات والشبكات



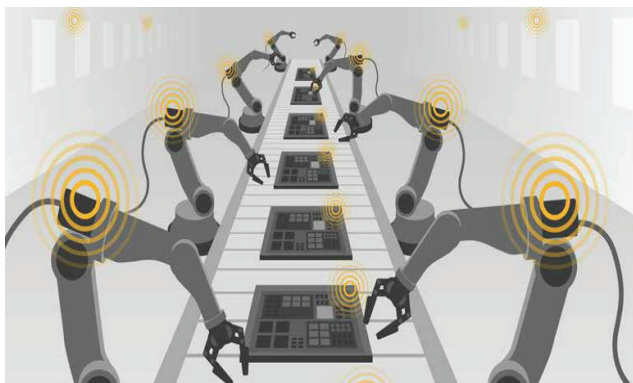
أسهم علم الاتصالات والشبكات في تطوير المجتمع ونمو الاقتصاد، مما أدى إلى ظهور صناعات جديدة وتقليل بطالة العمل، كما أسهم في جعل العالم قرية صغيرة.

يتميز عصرنا الحالي بأنه عصر المعلومات (Information Age)، وهذه المعلومات تزداد يومياً، وبشكل متسارع، ومن مصادر متعددة، مثل أجهزة الهاتف المحمول (Mobile Phone)، والإنترنت المنزلي، الذي يعتمد تقنية DSL (Digital Subscriber Lines)، والتي ترمز إلى خطوط المشتركين الرقمية، إشارةً إلى قدرتها على حمل بيانات رقمية (Digital Data)، مثل الملفات والصور والفيديو، وهناك الكثير من المصادر التي تنتج معلومات رقمية.



لم تقتصر عملية إنتاج البيانات ونقلها ومعالجتها على الاستخدام الشخصي والمنزلي، بل تعدى ذلك إلى الاستخدام الصناعي كما هو الحال في البيت الذكي (smart house) حيث تتم مراقبة المنزل والتحكم بالأقفال والستائر والإضاءة وفحص التهوية الداخلية بشكل آلي عن طريق شبكة تربط بين الأجهزة المختلفة كما في الشكل المجاور.

تتكون المصانع الحديثة كذلك من أجهزة تجميع وفحص متصلة فيما بينها بشبكة وتعمل بشكل آلي وتساعد في مراقبة العمل عن بعد من قبل أفراد متخصصين.



روبوتات تجميع متصلة فيما بينها لاسلكيا



مركز مراقبة في المصنع

كما نرى، فإن العامل المشترك لكل هذه التقنيات هو علم الاتصالات والشبكات، الذي ينتج المعلومات، ثم يقوم بإرسالها أو استقبالها. فعلى سبيل المثال، يستطيع الإنسان في المكتب إنتاج المعلومات وإرسالها عبر الإيميل أو الإنترنت أو الهاتف الذكي، وبصورة مشابهة، فإن الآلة في المصنع تستطيع إنتاج البيانات ونقلها إلى مركز المراقبة أو التواصل مع آلة أخرى لتنفيذ مهمة جديدة لإتمام العمل.

ناقش إمكانية وجود صفوف إلكترونية (e-class) في مدرستك وكيفية الاستفادة من الشبكة لهذا الغرض.



لماذا لا يمكن الاستغناء عن الشبكات لنقل المعلومات؟



هناك العديد من الطرق لنقل المعلومات بين مواقع عديدة أو أشخاص، ومنها الذاكرة الخارجية (Memory Flash USB)،

وكذلك الأقراص المدمجة مثل (DVDs، CDs)، ولكن هناك صعوبات تواجه هذه الطرق لنقل البيانات بشكل سريع وفعال منها:

1. هذه الأدوات لها حجم محدود وهي تصلح لعملية نقل واحدة في الوقت نفسه.

2. عملية النقل تحتاج إلى وقت طويل نسبيا لوضعها



وسائط نقل المعلومات

على أداة النقل ومن ثم لإيصالها إلى الطرف الآخر.

3. لا يمكن لأي طرف آخر المشاركة والاستفادة من هذه المعلومات.

4. في حال حدوث أي ضرر على هذه الوسائط الحاملة للمعلومات، فإن المعلومات ستضيع.

5. تطور الإلكترونيات وظهور الحواسيب الشخصية واعتماد الاقتصاد والتكنولوجيا عليها بشكل كبير أدى إلى إنتاج كمية كبيرة من المعلومات وهذا يتطلب سرعة في التعامل والتفاعل وتحليل هذه المعلومات في أكثر من مكان.

سؤال اقترح كيف يمكن التغلب على هذه الصعوبات؟



أعط أمثلة لمؤسسات تنتج كمية كبيرة من البيانات يوميا وتحتاج لمعالجتها فورا من أجل الاستفادة منها.



الصعوبات المذكورة جميعها جعلت من الضروري وجود تقنية لحفظ المعلومات لفترة زمنية طويلة، وجعلها متاحة للمشاركة (sharing) من أكثر من شخص، سواء كان في الموقع نفسه أو في موقع بعيد جغرافيا، وكذلك إيجاد خدمات (services) أخرى مثل إرسال البريد الإلكتروني (email)، ونقل الملفات (file transfer) مما أدى إلى ظهور الشبكات والتي تنقسم إلى أنواع عديدة حسب طريقة عملها والوسائط المستخدمة فيها.

أنواع الشبكات حسب وسائط النقل

1. الشبكات السلكية التي تستخدم الأسلاك النحاسية لنقل المعلومات على شكل إشارات كهربائية.
2. الشبكات اللاسلكية التي تستخدم البث الراديوي لنقل المعلومات على شكل أمواج كهرومغناطيسية.
3. الشبكات الضوئية التي تستخدم الألياف الضوئية لنقل المعلومات من خلال الضوء.

هل تعلم؟

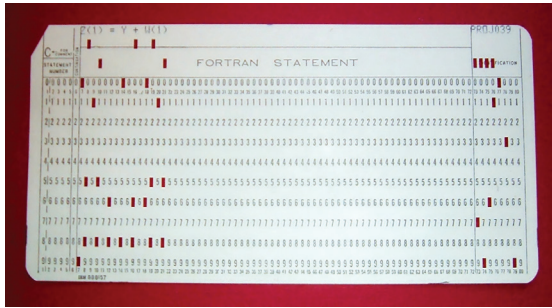
من الجدير ذكره أولا، أن بداية ظهور الشبكات البعيدة (WANs) كانت قبل الشبكات المحلية (LANs)، ويعود السبب إلى وجود أجهزة حاسوب قليلة جدا وباهظة الثمن، وموجودة فقط لدى الدولة ومؤسساتها،

أو لدى الشركات الكبرى وفي فروعها المنتشرة في مدن متباعدة جغرافيا، لهذا كان من الواجب ربط هذه الحواسيب



كتابة البرامج الحاسوبية قديما

المتباعدة جغرافيا مع بعضها لتسيير الأعمال المطلوبة. وقد كان في البنية الواحدة جهاز حاسوب واحد مركزي يسمى (mainframe)، ويقوم بأعمال الموظفين جميعهم الذين يكتبون برامجهم على بطاقات مثقوبة تسمى (punch cards)، وتُحمّل البرنامج المطلوب تنفيذه، وكان الأفراد ينتظرون على التوالي من أجل تنفيذ برامجهم على هذا الحاسوب، وتسمى هذه الطريقة (Batch-processing)، أي "التنفيذ على التوالي"، وكانت شائعة في ستينات وسبعينات القرن الماضي. ولهذا السبب لم يكن هناك داعٍ لربط أجهزة الحاسوب محليا داخل المبنى. هنا في الشكل المجاور نرى الموظف يكتب برنامجه على بطاقات كرتونية لإدخالها لاحقا في الجهاز المركزي.



صورة للبطاقات المثقوبة

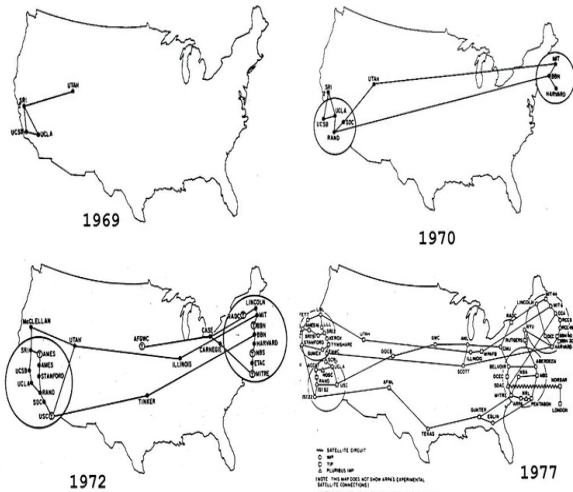
اعتمدت الشبكة البعيدة (WAN) في بداياتها بشكل كلي على خطوط شبكة الهاتف الرخيصة نسبيا، وذات الجودة المنخفضة لنقل المعلومات بين المناطق البعيدة، وذلك لأن الخطوط المخصصة للشبكات البعيدة، وذات الجودة العالية، كانت باهظة الثمن، ولا يمكن تحمل تكاليفها، وقد كانت شبكات المعلومات القديمة تقدم خدمات بسيطة مثل نقل الملفات، وإرسال البريد الإلكتروني، وكان حجم البيانات المنقولة صغير (عشرات الكيلو بايت)، ولهذا كانت تكتفي بخطوط الهاتف لنقل المعلومات.

برغم كل البساطة التي اعتمدت عليها الشبكات البعيدة قديما، فقد احتاجت إلى تقنيات معقدة من أجل التمكن من إيصال المعلومات إلى مسافات كبيرة، وكذلك القدرة على قراءتها من المستقبل بشكل سليم. وقد كانت الشبكة المسماة (X.25) والتي تم اختراعها في السبعينات من القرن الماضي، أولى الشبكات البعيدة التي اعتمدت على استئجار خطوط الهاتف التماثلية (analog) من قبل المؤسسات لاستخدامها من أجل نقل البيانات لمسافات طويلة.



يرمز DTE إلى (data terminal equipment)، ويعني الجهاز المرسل أو المستقبل (الأجهزة الطرفية). والرمز DCE هو اختصار لـ (data communication equipment)، ويعني جهاز نقل المعلومات ويقوم بإدخال معلومات المرسل إلى داخل الشبكة على أحد الطرفين ثم أخذها من الطرف الآخر وتحويلها إلى معلومات، وهو يشبه المودم من حيث المبدأ إلا أنه أبسط من حيث التركيب، ويستعمل طرقاً أبسط من المودم الحديث، كما أنه ينقل كمية أقل من المعلومات.

لمحة تاريخية



(شبكة ARPANET)

تاريخياً، تعد الشبكة المسماة (ARPANET) التي تم اختراعها في 1969 من قبل وزارة الدفاع الأمريكية أولى الشبكات البعيدة، وقد كانت لأهداف عسكرية وحربية، من أجل التواصل بين مراكز القيادة المختلفة، في حال نشوب حرب عالمية ثالثة. الشكل المقابل يبين تطور الشبكة العالمية في أميركا من العام 1969 حتى العام 1977.

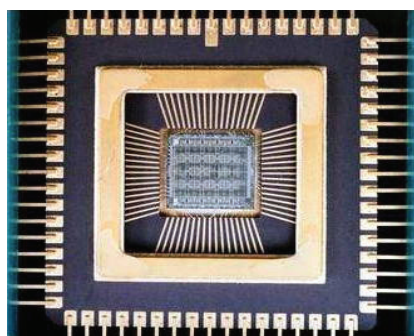
لاحظ زيادة خطوط الاتصال تدريجياً.

كما نرى، فإن الشبكات البعيدة كانت تعتمد كلياً على شبكات الهاتف، ولهذا فإن أي تطور في شبكات الهاتف

سيؤثر إيجابياً على تطور شبكات المعلومات، وقد كانت أهم مرحلة لهذا التطور، حين أصبحت شبكات الهاتف تعمل بالطريقة الرقمية (DIGITAL)، وذلك في نهاية الستينات من القرن الماضي، وقد ساعد هذا التطور في زيادة الخدمات التي تقدمها الشبكات البعيدة، وزيادة سرعة النقل (Transmission Rate)، وكذلك أصبحت هذه الخدمات متوفرة للجميع.

نشأة الشبكات المحلية (LANs = Networks Area Local)

في السبعينات من القرن الماضي ظهرت التكنولوجيا الأكثر تأثيراً في تطور الأجهزة الإلكترونية مثل الحواسيب وأجهزة الشبكات. هذه التقنية هي LSI (Large Scale Integration)، وتعني تكامل الإلكترونيات على المستوى الكبير، أي بواسطتها يتم وضع حتى 64000 ترانزستور داخل شريحة واحدة (chip) كما في الشكل المجاور.



LSI microchip

وقد أدى ظهور تكنولوجيا LSI ذات الإمكانيات العالية والسعر المنخفض إلى تسريع ظهور الحواسيب الشخصية (mini computers)، وبالتالي اختفاء الحواسيب المركزية المسماة mainframes.



الحاسوب المركزي (mainframe)



حاسوب شخصي (mini computer)

مع تزايد الإقبال على الحواسيب الشخصية من قبل الأفراد والمؤسسات، ظهرت الحاجة إلى مشاركة المعلومات



بين الأفراد داخل البنية الواحدة، وكذلك إتاحة الفرصة لبعض الحواسيب لاستخدام موارد جهاز آخر مثل الخادم (Server)، والذي يُمكن المستخدمين من الوصول إلى بعض الملفات الموجودة في الشبكة، أو قراءة بعض المعلومات وتخزينها في قاعدة بيانات معينة، أو إرسال واستقبال البريد الإلكتروني. كل هذه المتطلبات جعلت من الضروري استخدام شبكات داخلية قصيرة المدى (أي داخل البنية أو تربط عمارات قريبة من بعضها)، وبالفعل ظهرت الشبكة المحلية (LAN).

الشبكة المحلية: مجموعة من الأجهزة الموجودة في غرفة أو طابق أو بناية يتم ربطها مع بعضها من خلال أسلاك نحاسية أو ألياف ضوئية مع جهاز يسمى المفتاح (switch)، أو يربط الأجهزة لاسلكيا مع نقطة وصول من خلال أمواج راديوية. الهدف من الشبكة المحلية هو تبادل المعلومات وتشارك مواردها في مسافة لا تتعدى عدة كيلومترات، ومن هذه الموارد: الطابعات، الخادما (Servers)، الماسحات الضوئية، ملفات المشاركة، ...

مع بداية ظهور الشبكات المحلية، كانت كل شركة مُطَوِّرة لتقنيات الشبكات تضع أسلوبها الخاص لصنع الشبكة، وبهذا كان لها أسلاكها الخاصة، وبطاقاتها الخاصة، وبرمجياتها الخاصة، ولم يكن ممكنا ربط تقنيتين مختلفتين لتشكيل شبكة واحدة، والسبب أن أنظمة كل شركة كانت خاصة بها، ولم يكن بإمكانها التعرف إلى أجهزة الشركات الأخرى، وتبادل المعلومات معها، ولذا كان من الضروري وضع معايير ومقاييس عالمية (standards) تتفق عليها الشركات جميعها المصنعة لتقنيات الشبكات، وبهذا يكون من الممكن استخدام تقنيات مُتوافقة لصنع شبكة واحدة، بالرغم من أنها صنعت من شركات مختلفة.

التقنيات المتوافقة (compatible) هي التقنيات التي تعمل جنبا إلى جنب، لتنفيذ مهمات معينة، وبأسلوب متفق عليه عالميا،

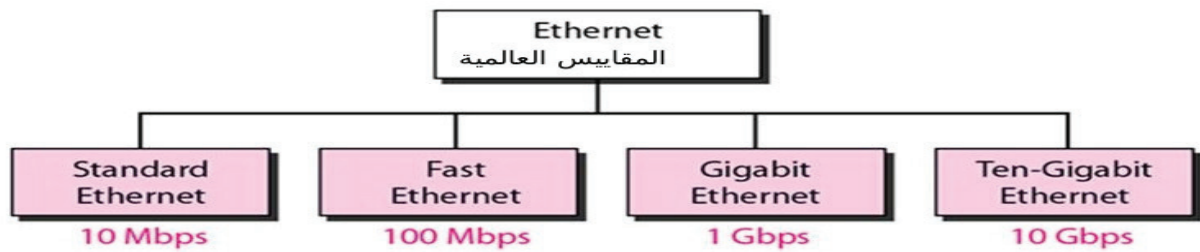


IEEE=Institute of Electrical
and Electronic Engineers

وترمز إلى معهد المهندسين
الكهربائيين والإلكترونيين، وهو
مجموعة عالمية متخصصة في
تطوير تقنيات الاتصالات والشبكات
وغيرها من المجالات الهندسية
والإلكترونية.

وواضح نظريا، ومُجَرَّب عمليا. على سبيل المثال: الأسلاك من شركه معينة، وبطاقة الشبكة من شركة ثانية، والبرمجية من شركة ثالثة، وتوافق عمل هذه القطع مع بعضها يعطي شبكة واحدة صحيحة.

نرى في الشكل الآتي أحد المعايير العالمية، والمستخدم في معظم الشبكات المحلية، ويسمى (Ethernet)، وقد تم وضعه من المجموعة الهندسية المسماة (IEEE 802.3) في عام (1985)، وهذا الاسم أصبح أيضا بديلا للاسم Ethernet، حيث نرى أن تقنية Ethernet الأصلية هي التي تعمل بالسرعة 10 ميغا بت في الثانية، وقد انتهت تقريبا، أما السرعة الحالية فهي 100 ميغا بت في الثانية، وتسمى (Fast Ethernet)، وأما السرعة 1000 ميغا بت في الثانية فيطلق عليها (Gigabit Ethernet)، كما يمكن استخدام السرعات 10 أو 40 غيغا بت في الثانية مع الأجهزة التي تحتاج إلى سرعات عالية جدا مثل الخادم (السيرفر).



نستطيع الحصول على السرعات العالية جدا في الشبكات باستخدام بطاقات شبكة متطورة، أسلاك ناقله خاصة لا تتأثر بالتشويش (noise)، وكذلك برمجيات قادرة على التعرف إلى المعلومات بدقه عالية في الإشارات الرقمية ذات التردد العالي جدا.

ابحث عن المقاييس العالمي للشبكات اللاسلكية.



نشاط 1

حدد منافذ الشبكة المحلية على أجهزتك المنزلية أو المدرسية.

تقنيات أساسية أسهمت في تطور الشبكات

هناك العديد من الأفكار الأساسية في علم الاتصالات والشبكات تم وضعها خلال المرحلة التي نشأت فيها الشبكات البعيدة (WANs)، ومن هذه الأساسيات:

1. بنية الطبقات المتعددة لبروتوكولات الشبكات (OSI Model).

2. تقنية تحويل الحزم الرقمية (packet-switching).

3. توجيه (routing) الحزم الرقمية عبر الشبكات المختلفة.

نموذج الطبقات المتعددة (OSI model)

تعد الأحرف OSI اختصاراً للكلمات (Open System Interconnection)، وتعني جعل الأنظمة والأجهزة المختلفة المصدر تتمكن من الاتصال فيما بينها حسب طرق متفق عليها من جميع الشركات المصنعة لأجهزة الاتصالات، وتسمى هذه الطرق بمقاييس (standards). ويعدّ (OSI) نموذج نظري لفهم وتطوير طرق الاتصال بين الأجهزة المختلفة، وينقسم إلى 7 طبقات مختلفة، وتقوم كل طبقة (Layer) بوظيفة معينة على حزم البيانات، لإجراء عمليات الإرسال والاستقبال في الشبكة.

اسم الطبقة		أمثلة
Layer 7	Application	طبقة التطبيق email , http
Layer 6	Presentation	هذه الطبقات موجودة كبرمجيات وتسمى الطبقات العليا MPEG ,TFTT,JPEG
Layer 5	Session	طبقة بدء الاتصال WinSock
Layer 4	Transport	طبقة نقل البيانات UDP ,TCP
Layer 3	Network	هذه الطبقات موجودة كأجهزة إلكترونية للقيام بوظائف الاتصال وتسمى الطبقات السفلى Router
Layer 2	Data Link	طبقة المرور عبر الشبكات العالمية (Routers) Switch
Layer 1	Physical	طبقة المرور عبر الأسلاك أو كأمواف لاسلكية Cables, APs ,Ports

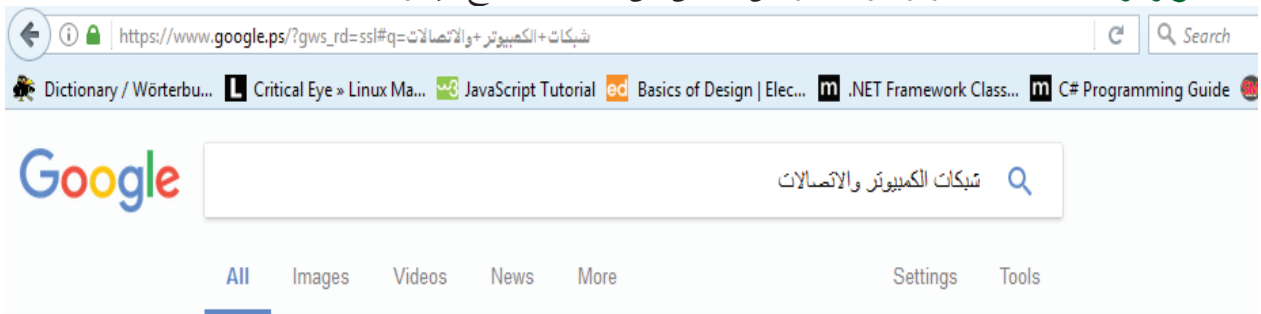
نموذج الطبقات المتعددة

يمكن توضيح نموذج (OSI) من خلال مثال عملي، وهو عملية استخدام محرك بحث معين. نبدأ أولاً بالدخول إلى محرك البحث، ونصبح في داخل التطبيق. قبل البدء بعملية البحث، نضع المعلومة التي ننوي البحث عنها في السطر المخصص لذلك، ثم نبدأ عملية البحث بالضغط على زر «ابحث»، وعندها تتم العملية نظرياً وبشكل مبسط كما يلي:

1. طبقة التطبيق (Application Layer):

في هذه الطبقة، نلاحظ التطبيق، والبروتوكول المستخدم، والمعلومة التي ننوي إرسالها عبر الشبكة، وهي هنا: **التطبيق: غوغل**

البروتوكول: HTTPS وهو طريقة التواصل الآمن من خلال متصفح الإنترنت.



سؤال اذكر تطبيقاً آخر يستعمل الإنترنت.

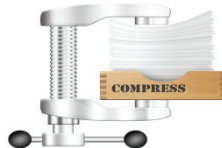
2. طبقة التمثيل الرقمي (Presentation Layer):

هنا يتم تحويل المعلومة إلى صيغة مناسبة لنقلها عبر الشبكة، ويتم ذلك من خلال الوظائف الآتية:

تمثيل البيانات بصيغة رقمية + ضغط البيانات لتقليل حجمها + تشفير البيانات لحمايتها



+



+

10010001...

3. طبقة بدء الاتصال أو طبقة الجلسة (Session Layer)



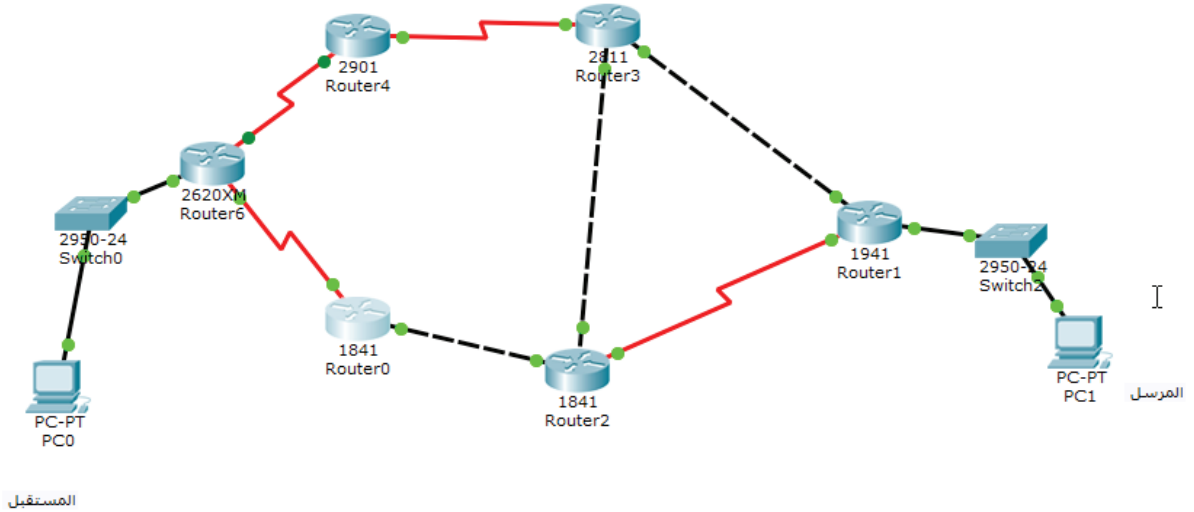
المُرسل

المُسْتَقْبِل

يتم في هذه الطبقة التحكم ببدء الجلسة وإنهائها (الاتصال) بين المُرسل والمُسْتَقْبِل، وكذلك القيام بتجهيز المعلومات داخل حزم رقمية، ويتم ذلك باستخدام برمجية معروفة عالميا مثل WinSock، المتخصصة بربط تطبيقات نظام (Windows) الموجودة على الشبكة. تُعتبر الطبقات الثلاث العليا معا برمجية واحدة، ويتم تنفيذها على جهاز الحاسوب من خلال نظام التشغيل، ويمكن أن نفهمها كتعريف للشبكة أو (network driver).

4. الطبقة الرابعة (طبقة النقل) والطبقة الثالثة (طبقة الشبكة) تقومان بتحديد عنوان

المُسْتَقْبِل، والتطبيق المستهدف، وترقيم الحزم الرقمية المُرسلة تسلسليا، والتحكم بعددها من أجل تجنب الازدحام على خطوط الشبكة، ويتم وضع هذه المعلومات أيضا داخل الحزم الرقمية، من أجل التحرك داخل الإنترنت بشكل ذاتي عبر الموجهات (Routers).

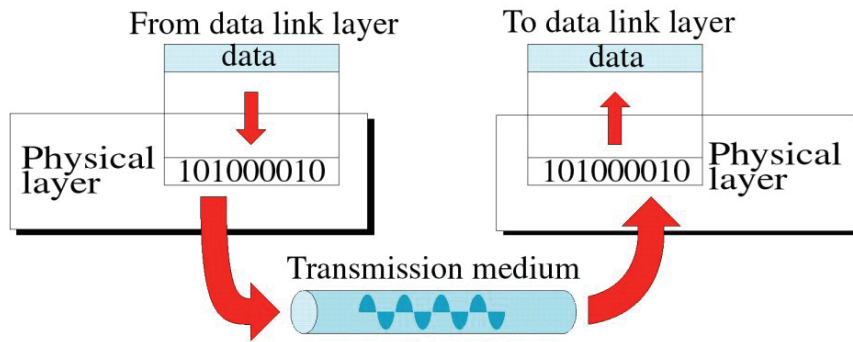


شبكة عالمية مكونة من الموجهات لنقل الحزم الرقمية عبر الانترنت (WAN)

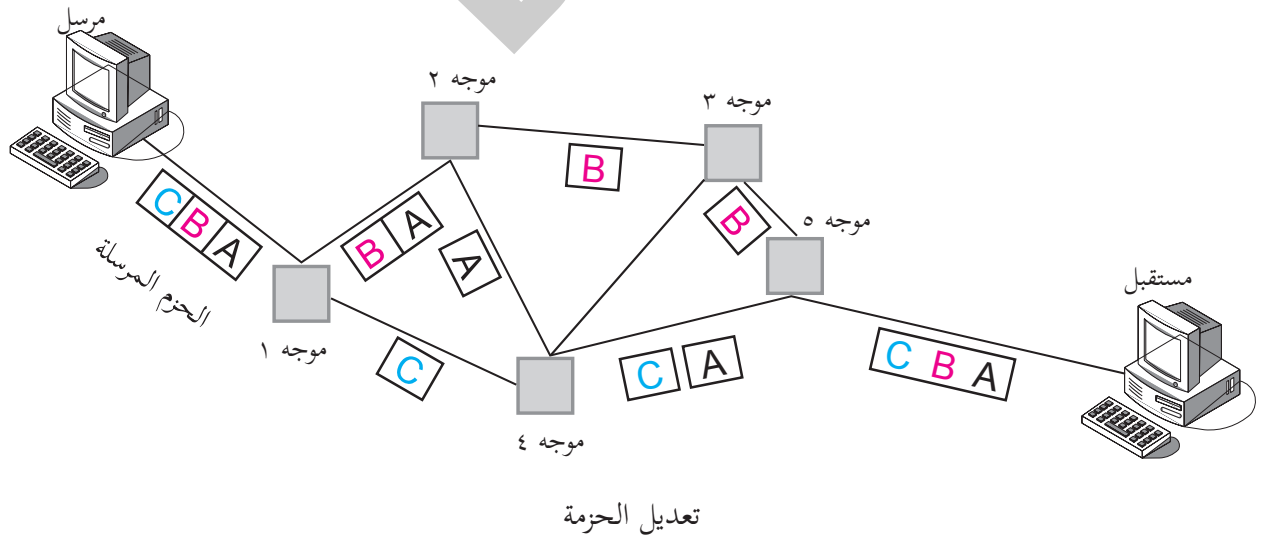
5. **الطبقة الثانية** تحدد كيفية وضع المعلومات على الوسط الناقل في الشبكة المحلية، وتحسب قيمة رياضية لكل حزمة قبل إرسالها، من أجل التعرف إلى أي خطأ يحدث عليها خلال عملية الإرسال.

6. **الطبقة الفيزيائية (الطبقة الأولى)** مسؤولة عن تحويل الحزم الرقمية ذات الصيغة الثنائية إلى إشارات تسير عبر أسلاك نحاسية أو أمواج راديوية أو ألياف ضوئية.

Physical Layer



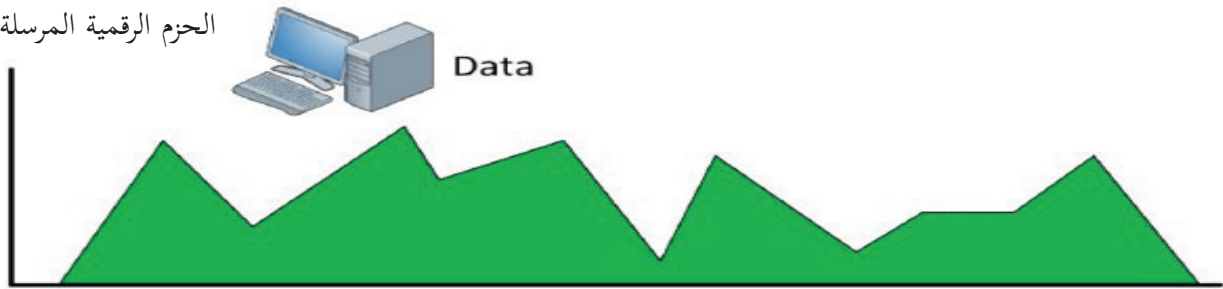
عند وصول الحزم الرقمية إلى المستقبل، فإنه يقوم بدوره بأخذها من الوسط الناقل، وإيصالها إلى طبقة التطبيق لديه، ليتعرف على المرسل وما هو المطلوب منه، ومن ثم الإجابة بحزم رقمية جديدة.



تُستخدم هذه الطريقة لإرسال الحزم إلى المستقبل باختيار أسرع وأفضل طريق (route) بين الموجهات، وقد

كان اكتشاف تقنية تحويل الحزم الرقمية من أهم الاكتشافات، التي ساهمت في تطوير الشبكات، وزيادة فعاليتها، والسبب في ذلك، أنها جعلت مصممي الشبكات يتعدون عن مبدأ عمل شبكة الهاتف التماثلية، التي تعتمد على السرعة الثابتة لنقل البيانات، والتي لا تستطيع التعامل مع التدفق المتغير للحزم الرقمية، ويسمى هذا التدفق (bursty traffic). لاحظ أن الحزم في شبكات الحاسوب عادة ما تصل بغير الترتيب الذي أُرسِلَتْ به، وعلى المستقبل إعادة ترتيبها من جديد، والسبب في ذلك أنها تمر من مسارات مختلفة، وأحياناً تضيق بعض الحزم بسبب العوامل المحيطة بالأسلاك الناقلة، مما يضطر المرسل إلى إعادة إرسالها من جديد.

الحزم الرقمية المرسلَة



الزمن (الثانية)

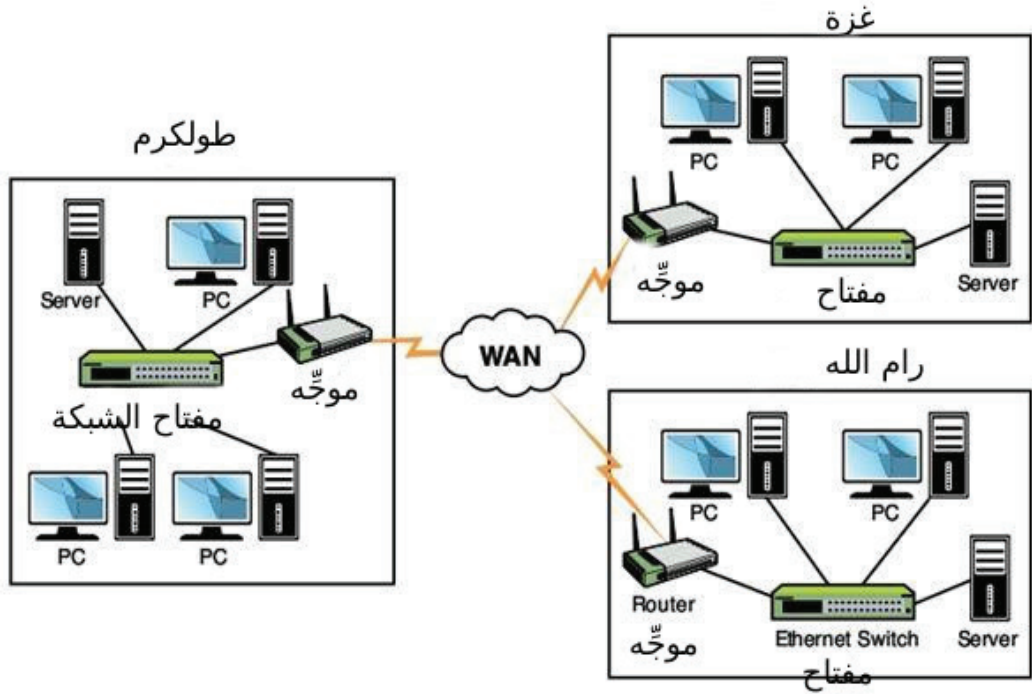
توضيح مبدأ التدفق المتغير للحزم الرقمية

نرى من الشكل السابق التغير الزمني في كمية الحزم الرقمية المرسلَة، وهو السبب في عدم كفاءة شبكات الهاتف التماثلية القديمة، وتم حل هذه المشكلة من خلال استخدام قنوات اتصال رقمية (digital channels) وطريقة تحويل الحزم.

تبعاً لطريقة تحويل الحزم الرقمية، فإنه يتم تقسيم المعلومات (Data) المرسلَة إلى أجزاء صغيرة تسمى حزم رقمية (packets)، وكل حزمة لها بداية أو مقدمه تسمى (header)، ثم تأتي البيانات المنقولة، ثم نهاية الحزمة (Trailer). وتحتوي مقدمه الحزمة على معلومات مثل عنوان المرسل والمستقبل، وهذا يُمكن الحزمة من الانتقال بشكل ذاتي ومستقل عبر خطوط ال WAN وأجهزتها مثل الموجه (Router). أما نهاية الحزمة (Trailer) فتحمل حسابات رياضية ومعلومات أخرى تُمكن المستقبل من التعرف إلى أي أخطاء داخل الحزمة، وهذا الجزء يسمى (Frame Check Sequence = FCS)، ويعني "نتيجة فحص الحزمة"، وهناك

خوارزميات رياضية معقدة لحساب قيمة الحزمة عند الإرسال وعند الاستقبال والمقارنة بينهما للتعرف إلى الأخطاء.

نلاحظ في الشكل المجاور كيف يتم ربط الأماكن المتباعدة جغرافيا مع بعضها، باستخدام المُوجّهات (Routers)، والتي تقوم بإدخال الحزم الرقمية إلى داخل الشبكة العالمية (WAN).



نشاط 2

ارسم مخططا بسيطا لشبكتك المنزلية يوضح طريقة اتصالها بالانترنت.

س1 علل ما يلي:

أ. عدم الاكتفاء بالذاكرة المحمولة مثل (Flash Memory)، لتبادل المعلومات بين الأجهزة المتباعدة.

ب. عدم ملائمة شبكات الهاتف التماثلية لنقل البيانات لمسافات طويلة.

ج. ظهور الشبكات البعيدة قبل الشبكات المحلية.

س2 عدّد أنواع الشبكات حسب وسائط النقل.

س3 ما التقنيات التي نشأت خلال تطور الشبكة البعيدة؟

س4 اذكر أحد المقاييس المهمة لبناء شبكة محلية، وسبب الحاجة لوجود هذه المقاييس عالمياً.

س5 قارن بين الشبكات المحلية والشبكات البعيدة من حيث:

- التكاليف
- الطبقات المستخدمة
- السرعات المتاحة

س6 حدد الطبقات التي تستخدم الأجهزة الملموسة والطبقات التي توجد على شكل برمجيات.

الشبكات المحلية (Local Area Networks)

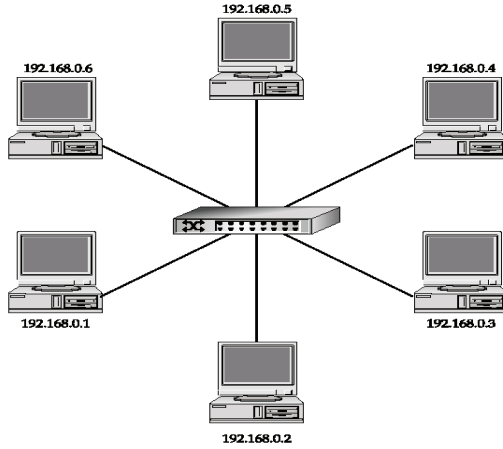


يعتمد الإنسان في مجالات حياته جميعها على شبكات الحاسوب، سواءً في بيته أو عمله أو خلال سفره وتجوّاله. وقد تطورت تكنولوجيا الاتصالات والشبكات لتدمج عملية نقل المعلومات بأشكالها كافة مثل النصوص والصوت والصورة، ونشأت تطبيقات برمجية متعددة مثل الإنترنت البنكي أو الشراء من الإنترنت أو المكتبة الرقمية كي تساعد على تحسين جودة الحياة للفرد كالتألم والمعلم والمحاسب والفني والطبيب والكثير من فئات المجتمع. وقد أدى ظهورها إلى تكاتف الأفراد والمؤسسات لزيادة الفاعلية والإنتاج واختصار الوقت والجهد، وكانت الركيزة الأساسية لهذا التعاون في ميادين العمل جميعها والدراسة هي شبكات الحاسوب المحلية (Local Area Networks) التي أصبحت شيئاً ضرورياً للمنزل والمدرسة والجامعة والمستشفى والبنك وغيرها كثير.

عالمياً يوجد الآن شركات ضخمة عديدة تستثمر المليارات من ثروتها لتطوير تقنيات الشبكات المختلفة سواءً الأجهزة أو البرمجيات أو وسائط النقل أو تقنية البث اللاسلكي والأمواج الراديوية، ذلك من أجل تقديم خدمات جديدة وسريعة لتقريب المسافات بين الدول والغاء الحدود الجغرافية وتسهيل التبادل التجاري والتواصل بين المجتمعات، ولتحقيق هذه الأهداف الريادية، من الضروري وجود فرق متكاملة تعمل فيما بينها للإعداد لهذه الأفكار وتنفيذها، وتتواصل هذه الفرق فيما بينها بشبكات محلية سلكية أو لاسلكية وقد تستخدم الألياف الضوئية إذا كانت المسافة بينها كبيرة.

سنتعرف في هذا الدرس إلى الشبكات المحلية وبنيتها وطريقة عملها وكيفية بنائها.

هل لديك شبكة حاسوب في البيت؟ هل فكرت بطريقة عملها؟



تستخدم الشبكة المحلية الأسلاك النحاسية (copper) لنقل المعلومات وهي ذات سرعات عالية نسبياً (من 100 ميغابت في الثانية وحتى 10 غيغابت في الثانية) وهي آمنة نسبياً وسريعه مقارنة مع الشبكات اللاسلكية التي تعاني من انخفاض قوة الإشارة إذا تعرضت للتشويش (noise)، أو لعوائق مادية مثل الجدران وغيرها. ويمكن دمج بعض أنواع الشبكات اللاسلكية التي توضع داخل البناية مع الشبكات المحلية.

كيلوبت = $2^{10} = 1024$ بت

ميغابت = $2^{20} \approx$ مليون (1000000) اختصاراً

غيغابت = $2^{30} \approx$ مليار (1000000000) اختصاراً

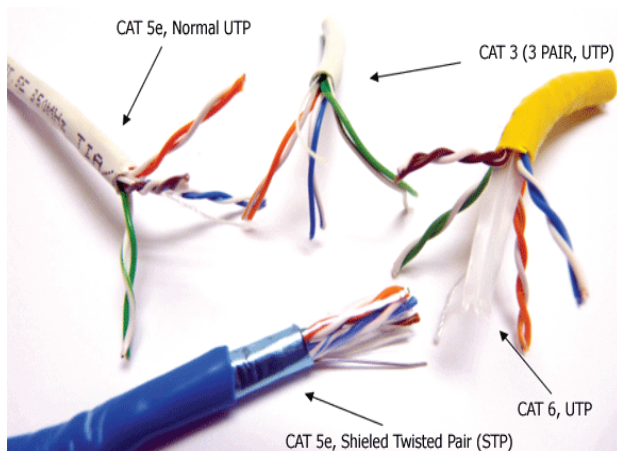
تيرابت = $2^{40} \approx$ مليون مليون (1000000000000) اختصاراً

نشاط

أكمل الجدول الآتي بالقيم الحقيقية وليس التقريبية.

تيرا بت	غيغا بت	ميغا بت	كيلو بت	
1099511627776	-----	-----	1024	بت
-----	134217728	131072	128	بايت
134217728	-----	-----	١	كيلو بايت
-----	128	١		ميغا بايت
-----	١			غيغا بايت

الأسلاك النحاسية المستخدمة في الشبكات



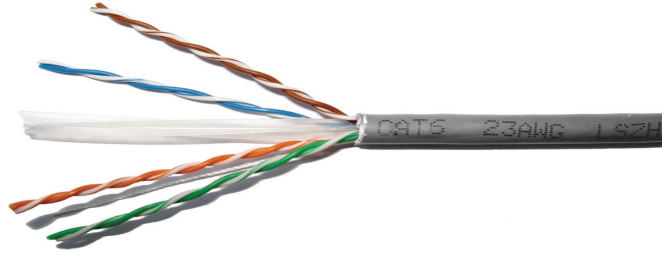
نتعرف فيما يلي إلى جدول الأسلاك النحاسية المتعارف عليها عالمياً وهندسياً كمعيار تقني (standard) لبناء الشبكات المحلية ويشترط أن لا يتجاوز طول الكابل المستخدم 100 متر، أما إذا تجاوز طوله 100 متر فإن الإشارة تضعف وتتلشى بعض الحزم الرقمية، وبالتالي تنخفض سرعة النقل في الشبكة. تم تقسيم الأسلاك إلى فئات، ولكل فئة (Category) مواصفات خاصة ولهذا جاء الاختصار "Cat".

الاسم حسب المواصفات الهندسية	تردد الإشارة المنقولة (MHz)	السرعات الممكنة لنقل البيانات (ميغا بت في الثانية)
Cat5	100	100 / 10
Cat5e	100	1000 / 100 / 10
Cat6	250	1000
Cat6a	500	10000

الجدول العالمي للأسلاك المستخدمة لبناء شبكات محلية

الأسلاك المستخدمة حالياً هي من الفئة (Cat5e) وقد بدأ استخدام أسلاك الفئة (Cat6)، حيث تضمن حماية أفضل ضد التشويش والتأثيرات المحيطة بالكابل، وكذلك فهي تقدم سرعة أعلى من Cat5e، ومن الملاحظ عند مقارنة الفئات المختلفة أن الفئات الأعلى هي ذات جودة أعلى وتنقل البيانات بسرعة أكبر ولكنها أعلى من حيث الثمن، لهذا يجب مراعاة التكلفة الكلية واستخدام الفئات الأعلى فقط في الأماكن التي تتطلب حماية عالية من التشويش.

الشكل الآتي يبين الكابل وفئته، وهي مطبوعة على السطح الخارجي للكابل ويمكن قراءتها بوضوح.



نشاط 2

حدّد فئة الأسلاك المستخدمة في شبكتك المنزلية أو المدرسة وناقش ميزاتهما.

عناصر الشبكة المحلية

تعد الشبكة المحلية أبسط أنواع الشبكات، ويمكن استخدامها داخل المنازل والمكاتب والشركات، وهي أصغر جزء لازم لبناء شبكات كبيرة في العمارة أو الجامعة أو المدينة، وتتكون الشبكة المحلية (LAN) بأبسط أشكالها من أجهزة طرفية، مفتاح الشبكة ووسائل النقل.

الأجهزة الطرفية

مثل: حاسوب شخصي، حاسوب محمول، طابعات، هواتف ذكية، الخادم (Server)، كاميرات المراقبة ونقاط الوصول اللاسلكي (Access Point).

مفتاح الشبكة (switch)



ويسمى أيضاً جهازاً بَيِّنِيّاً لأنه يقع بين الأجهزة الطرفية، ويربط الأجهزة مع بعضها، ويعمل على نقل المعلومات فيما بينها، ويتميز بالموصفات الآتية، والتي تعطي الاسم الدقيق للمفتاح (switch)،

- عدد المنافذ (ports) المتاحه لربط الأجهزة عليها.

- سرعة النقل على كل منفذ (10،100،1000) ميغابت في الثانية). حالياً أصبحت السرعات 10 وكذلك 40 غيغابت في الثانية متاحة).
- قابلية التحكم بالشبكة وإدارتها من خلال واجهة رسومات (GUI) متطورة خاصه بالمفتاح (switch).

مثال: حدد مواصفات مفتاح الشبكة ذي البيانات الآتية:

8 port/100 Mbps/unmanaged

الحل

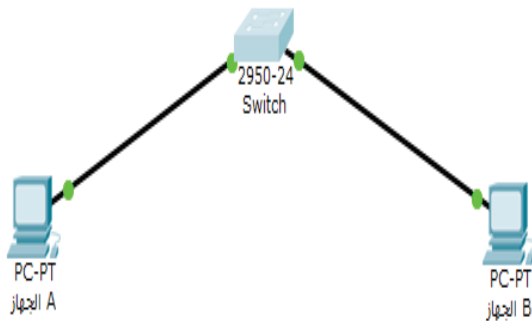
- 8 منافذ من النوع (RJ45) كما في الشكل المجاور.
- سرعة كل منفذ 100 ميغابت في الثانية.
- "unmanaged" تعني أن هذا المفتاح بسيط وغير قابل للبرمجة من مسؤول الشبكة.

نشاط 3

حدد عناصر الشبكة المستخدمة في مدرستك (مواصفات المفتاح، الأجهزة الطرفية وطول الأسلاك وفتتها).

سؤال: كيف يعمل المفتاح (switch) على نقل المعلومات في الشبكة المحلية؟

مبدأ عمل المفتاح (switch)



يوضح الشكل المجاور طريقة عمل المفتاح (switch)، فعندما يحاول الجهاز (A) إرسال معلومات إلى الجهاز (B) أو العكس يحدث ما يلي:

1. يرسل الجهاز الأول المعلومات كحزم رقمية على التوالي وفي داخل كل حزمة يتم وضع رقم الحزمة وعناوين الجهازين المرسل والمستقبل.
2. عندما تصل الحزمة إلى المفتاح (switch) فإنه ينظر إلى مقدمة الحزمة (Header) ليجد عنوان المرسل والمستقبل.
3. إذا لم يكن عنوان المرسل معروفاً، فإن المفتاح (switch) يقوم بإضافته إلى قائمة تسمى (MAC)

(Table)، وموجودة في ذاكرته وتحتوي عناوين الأجهزة الموصولة إلى منافذه، ويقوم بتخزين عنوان الجهاز الفيزيائي ورقم المنفذ الموصول معه.

4. إذا لم يكن المُستقبل معروفا لدى المفتاح (switch)، فإن المفتاح (switch) يقوم بإرسال حزمة لتصل جميع الأجهزة في الوقت نفسه وهذا الأجراء يسمى البث العام (Broadcast) ويتم إرساله إلى جميع المنافذ عدا المنفذ الذي جاءت منه الحزمة الرقمية من الجهاز المُرسِل لأن المرسل أصبح معروفاً.

5. تتلقى الأجهزة جميعها حزمة البث العام وعندما تجد أن المفتاح (switch) يبحث عن عنوان معين، فإن ذلك الجهاز فقط يرد ويرسل عنوانه على المنفذ الموصول إليه، أما باقي الأجهزة فتجاهل طلب المفتاح (switch).

6. الحزمة التي يرسلها الجهاز المَعْنِي إلى المفتاح (switch) تسمى (Unicast)، أي بث في اتجاه واحد وليس إلى جميع الأجهزة.

7. عندما تصل الحزمة التي تحتوي عنوان المُستقبل إلى المفتاح (switch) فإنه يخزنها إضافة إلى رقم المنفذ الذي وصلت منه.

8. الآن أصبح المفتاح (switch) يعرف كيف يمرر المعلومات من المرسل إلى المستقبل مباشرة لأن المنافذ الموصولة اليهما أصبحت معروفة.

9. مع تكرار الخطوات السابقة بين الأجهزة المختلفة يقوم المفتاح (switch) بالتعرف إلى عناوين الشبكة جميعها، وتخزينها في جدول خاص داخل ذاكرته.



يتم التواصل بين الأجهزة والمفتاح (switch) في الشبكة المحلية (LAN) من خلال عنوان يسمى العنوان الفيزيائي أو (MAC Address)، وليس من خلال العنوان المنطقي أو البرمجي (IP Address).

يتكوّن العنوان (MAC Address) من 6 بايت (48 بت)، كرت الشبكة (NIC) وهو مخصص بشكل مميز عالمياً لكل جهاز طرفي، ويتم برمجته داخل كرت الشبكة من خلال الشركة المُصنّعة، كما يوجد عنوان فيزيائي (MAC) مميز لكل منفذ على المفتاح (switch) من أجل الإرسال والاستقبال مع الأجهزة في الشبكة المحلية.

فوائد العناوين المنطقية (IP Address)

1. أسهل للاستخدام مقارنة مع العنوان الفيزيائي (MAC).

2. تُسهّل التعرف إلى الأجهزة التابعة للشبكة نفسها.

3. ضرورة التعامل مع الإنترنت "الشبكات البعيدة" أو (WAN) من خلال جهاز يسمى الموجه (Router).

لاحظ الشكل الآتي حيث يظهر العنوان الفيزيائي (Physical Address) والمنطقي (IPv4 Address) لجهاز

معين .

```
Physical Address. . . . . : F0-7B-CB-90-7A-6F
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.9(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
```

نشاط 4

جد العناوين الفيزيائية والمنطقية لجهازك.

مثال 1:



Registered Jack 45 = RJ45

يحتوي الجهاز المقابل على 6 منافذ للأسلاك النحاسية (RJ45)، ومنفذين للألياف الضوئية (GBIC).

RJ-45: 6

GBIC: 2

GBIC = Giga Bit Interface Converter

مثال 2:



في الشكل المجاور تظهر المواصفات الآتية:

RJ-45: 26 ports

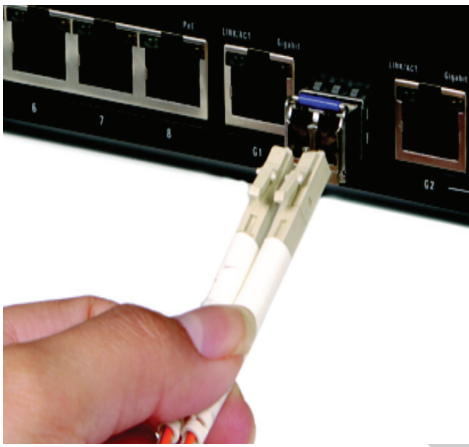
2 GBIC ports for fiber

سرعة المنفذ هي 1 غيغابت في الثانية



ملاحظة: كلمة Ethernet ترمز غالبا إلى استخدام أسلاك نحاسية من الفئات Cat6 أو Cat5e أو Cat5)، وتدعم السرعات 10 أو 100 أو 1000 ميغابت في الثانية. ويسمى المعيار الهندسي لهذه التقنية (IEEE 802.3).

وسائط نقل المعلومات



تربط بين الأجهزة الطرفية والمفتاح (switch)، وهذه الوسائط يمكن أن تكون أحد الأنواع الآتية:

- أسلاك نحاسية للشبكات التي لا تتجاوز 2 كم.
- أمواج راديوية لمسافة لا تتجاوز عشرات الأمتار.
- ألياف ضوئية وتغطي شبكات تصل حتى 40 كم، وهذا النوع من الأسلاك يحتاج إلى منافذ خاصة على مفتاح الشبكة يطلق عليها (GBIC)، ومن مواصفاتها:

1. قابله للتركيب والإزالة.
2. تعمل على تحويل الإشارات الضوئية إلى كهربائية وبالعكس.

كذلك هنالك المفتاح الضوئي (fiber switch) والذي يطلق عليه أحيانا الاسم (Fabric)، والذي يمتاز بالصفات الآتية:

1. السعر الباهظ جدا (عشرات آلاف الدولارات).
2. يعمل على نقل المعلومات في الشبكة بشكل إشارات ضوئية.
3. ذو سرعة عالية جدا تصل حتى 100 تيرابت في الثانية.
4. يتم استخدامه غالبا بين الخادמות (Servers) وأجهزة تخزين المعلومات الكبيرة (Data Storage).
5. يستعمل في مراكز المعلومات (data centers) كما في شركات الاتصالات مثلا.

نرى في الشكل الآتي أنواعا مختلفة من الأسلاك الضوئية، والتي يمكن استخدامها لربط القارات مع بعضها بسبب السرعات العالية جدا التي تدعمها.



ربط القارات بواسطة الألياف الضوئية

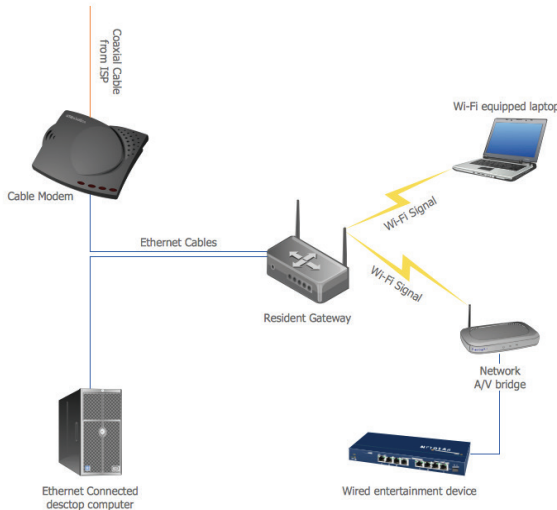


أشكال مختلفة من الألياف الضوئية

عناوين الأجهزة الطرفية في الشبكة

يعدّ بناء الشبكة المحلية داخل منزل أو مكتب صغير عملاً سهلاً، ويحتاج فقط إلى المكونات الفيزيائية الثلاثة التي تم ذكرها سابقاً، وهي:

1. أجهزة طرفية.
2. وسائط النقل مثل الأسلاك النحاسية.
3. مفتاح الشبكة (switch).



شبكة محلية في مكتب صغير

ولكن هناك شيء آخر مهم يلزم لجعل الأجهزة تتعرف إلى بعضها داخل الشبكة وترسل وتستقبل المعلومات دون أخطاء، وذلك ما يعرف بـ عنوان الجهاز على الشبكة أو (IP Address).

1. **IPv4** (يستعمل حاليا، بسيط، طول العنوان = 32 بت)

تستطيع هذه التقنية عنوانة (2^{32}) جهاز طرفي، أي ما يعادل 4 مليارات جهاز تقريبا، لكن هذا العدد قليل جدا، وغير كافٍ ليشمل جميع الأجهزة الإلكترونية المتصلة مع الشبكة العالمية، والذي سيؤدي إلى نضوب هذه العناوين بسرعة. لذلك تم إيجاد طرق عديدة لحل مشكلة نضوب هذه العناوين، ومن هذه الطرق:

□ استخدام العناوين الخاصة (Private IP) داخل الشبكة المحلية، وهذه العناوين:

○ لا يسمح لها بالمرور في شبكات الإنترنت.

○ يمكن أن تتكرر في أكثر من شبكة محلية في الوقت نفسه.

□ استخدام تقنية (ترجمة عناوين الشبكة)، أو (Network Address Translation)، والتي تربط عددا كبيرا من العناوين الداخلية الخاصة، بعنوان خارجي واحد (Public IP)، وذلك من أجل الوصول للإنترنت.

□ إيجاد تقنية جديدة للعنوانة هي (IPv6).

IPv6 وهو أكثر تعقيدا من عناوين (IPv4)، ويتكون العنوان التابع لهذه التقنية من 128 بت، أي إنه قادر على عنوانة (2^{128}) جهاز، أي (3.4×10^{38}) جهاز طرفي.

نشاط 5

جد العناوين المستخدمة على جهازك الشخصي باستخدام الأمر (ipconfig).
الشكل الآتي يبين نتيجة تنفيذ الأمر السابق على جهاز معين.

```
C:\Users\user1>ipconfig
Windows IP Configuration

Ethernet adapter Bluetooth Network Connection:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . . : 
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::3834-3967-ad40:fc2a%12
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.107
    Subnet mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1

Wireless LAN adapter Wireless Network Connection:

    Connection-specific DNS Suffix . . : home
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::3834-3967-ad40:fc2a%12
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.107
    Subnet mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1

Tunnel adapter isatap.home:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix . . : home

Tunnel adapter Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

    Connection-specific DNS Suffix . . : 
    IPv6 Address. . . . . : 2001:0:4137:9e76:42f:766:3f57:fe94
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::42f:766:3f57:fe94%15
    Default Gateway . . . . . : 
```

سيتم التعامل حالياً مع عناوين IPv4 فقط، حيث أن هذا النوع هو الأبسط والأكثر شيوعاً. لتتمكن الأجهزة داخل الشبكة المحلية من التحدث مع بعضها:

1. يلزم أن يكون لكل منها عنوان يميزها على الشبكة.
2. يجب أن يكون العنوان غير مستخدم من جهاز آخر في الشبكة نفسها.

نذكر في ما يلي بعض الأمثلة على عناوين الأجهزة:

10.134.16.23 أو **177.8.165.19** أو **192.168.89.88**

كما نرى فإن عنوان الجهاز على الشبكة يتكون من 4 خانات يفصل بينها الرمز (.)، وتسمى صيغة الكتابة هذه بطريقة الكتابة العشرية أو المنقطة أو (dotted) لأن كلمة "dot" تعني "نقطة".

كيف نكتب عنواناً ملائماً للشبكة؟

قبل التعرف إلى كيفية إعطاء العنوان لأي جهاز يجب أن نعلم أن هناك 3 مجموعات تضم العناوين القابلة للاستخدام من طرفنا، وهذه المجموعات هي:

Class	الخانة الأولى	عدد خانات الشبكة (ش)	عدد خانات الجهاز الطرفي (ج)	عدد الشبكات (ش)	عدد الأجهزة في كل شبكة (٢٢ - ٢)
A	1 - 127	8	24	256	16,777,214
B	128 - 191	16	16	65,536	65,534
C	192 - 223	24	8	16,777,216	254

○ Class (A) تشمل العناوين التي تكون قيمة الخانة الأولى فيها بين 1 و127،

مثال: 10.134.16.23 أو 17.17.17.17 أو 100.99.88.77

○ Class (B) تشمل العناوين التي تكون قيمة الخانة الأولى فيها بين 128 و 191

مثال: 133.8.165.1 أو 177.145.6.11 أو 189.18.100.100

○ Class (C) تشمل العناوين التي تكون قيمة الخانة الأولى فيها بين 192 و 223

مثال: 192.168.89.8 أو 200.200.200.200 أو 220.222.255.25

كذلك توجد المجموعتان D و E ، ولكن العناوين فيهما محجوزة لأغراض أخرى مثل المجالات العلمية، والأبحاث، والتطوير، ولا يمكن استخدامها كعناوين لأجهزة الشبكة المحلية. في المجموعة (D) تبدأ الخانة الأولى من 224 حتى 239، وأما المجموعة E فخانتها الأولى تبدأ بالرقم 240 حتى 254 .

مثال: العناوين الآتية ليست مقبولة كعناوين أجهزة داخل الشبكة:

228.22.1.167 (السبب: تقع في المجموعة D)

237.2.123.1 (السبب: تقع في المجموعة D)

248.16.5.2 (السبب: تقع في المجموعة E)

نشاط 6

أعط 3 عناوين مقبولة لكل مجموعة من المجموعات الآتية: A، B، C.

نشاط 7

بين إذا كانت العناوين الآتية صحيحة أم خاطئة، واذكر السبب:

224.16.18.119 16.155.6.12 129.224.255.5 255.255.255.255 60.60.60.60

200.100.50.25 260.26.26.23 237.45.56.3 123.213.2.3 1233.3445.444.5

طرق إعطاء عنوان الجهاز

هناك طريقتان لإعطاء العنوان الصحيح لأي جهاز وسنختبرها لاحقا بشكل عملي:

1. يدوي (manual) وتكون بادخال عنوان الشبكة يدويا من خلال شخص يسمى مسؤول الشبكة.

2. تلقائي (automatic) ويتم من خلال جهاز أو برنامج لديه الإمكانية لمنح عناوين الشبكة تلقائيا.

مبدأ عمل الإعطاء التلقائي للعنوان (DHCP):

وتتم هذه العملية بأن يرسل الجهاز الطرفي حزمة رقمية مخبرا باقي الأجهزة بأنه بحاجة إلى عنوان من أجل الدخول للشبكة والمحادثة مع باقي الأجهزة، وهنا يتلقى أيضا الجهاز المانح للعناوين هذه الحزمة ويرد عليه بأن يرسل حزمة رقمية تحتوي العنوان الجديد للجهاز الطرفي وتسمى هذه الأمكانية في مجال الشبكات بـ (DHCP)، أي (طريقة إعطاء العناوين تلقائيا)، وهي موجودة في الأجهزة الآتية:

☐ المفتاح الذكي (managed switch).

☐ الموجه (router).

☐ نقطة البث اللاسلكي (Access Point).

☐ وكذلك توجد كبرمجية خاصة.

الغالبية العظمى للعناوين المستخدمة حاليا وعالميا في الشبكات، هي من النوع IPv4 (الإصدار الرابع من بروتوكول الإنترنت الشهير "IP")، ويقع هذا البروتوكول في الطبقة الثالثة من نموذج الطبقات السبع (OSI Model)، ووظيفته هي توجيه الحزم الرقمية داخل الإنترنت.

الهدف من بروتوكول الإنترنت (IP) داخل الشبكة المحلية

يتم استخدام هذا البروتوكول من خلال المفتاح (switch) في الشبكة المحلية، لجعل الأجهزة تتحدث مع بعضها، وكذلك يتم استخدامه من الموجه من أجل الدخول إلى شبكة الإنترنت العالمية لنقل المعلومات والحزم الرقمية من داخل الشبكة المحلية، وعبر مسافات شاسعة، إلى موجه آخر، في مكان آخر من العالم، وهو بذلك يلعب دور الطائرة أو السفينة التي تنقل البضائع إلى بلاد متباعدة جغرافيا.

مميزات العناوين من النوع IPv4

1. كل عنوان شبكة من النوع IPv4 يتكون من 32 بت

مثلا: 11010100111000011010110000100010

2. يتم تقسيم العنوان إلى 4 خانات وكل خانة عبارة عن 8 بت

العنوان السابق يصبح: 11010100. 11100001. 10101100. 00100010

3. كل خانة تسمى أوكتيت (octet وتعني ثمانية) وتكتب بالنظام العشري لتسهيل قراءته. عند تحويل

الخانات الاربعة السابقة إلى النظام العشري نحصل على العنوان: 212.225.172.34

تأكد من القيم العشرية السابقة باستخدام برنامج (الحاسبة) على جهاز الحاسوب في وضعية ”البرمجة“.

4. يمكن أن يأخذ العدد العشري داخل الخانة أي قيمة بين 0 و 255 (أي 256 احتمالية لكل خانة) باستثناء الخانة الأولى من اليسار التي لا يسمح لها أن تكون صفراً.

IP=192.168.1.100

مثال:

الخانة الأولى: 192

الخانة الثانية: 168

الخانة الثالثة: 1

الخانة الرابعة: 100

5. يتألف عنوان الجهاز الطرفي من جزئين: الأول خاص بالشبكة، والثاني خاص بالجهاز.

6. لتحديد الخانات التابعة للشبكة، يلزم وجود ما يسمى بقناع الشبكة أو «subnet mask»، وهو عبارة عن الرقم «255» في كل خانة تابعة للشبكة، ويعادل هذا الرقم القيمة الثنائية $(11111111)_2$.

مثال:

IP Address = 192.168.1.100

↓ ↓ ↓

Subnet Mask = 255.255.255.0

=====

عنوان الشبكة المستخدمة 192. 168. 1. 0

وبالتالي يكون الرقم 100 الجزء الخاص بالجهاز الطرفي. نرى من المثال السابق أنه إذا كان قناع الشبكة يحتوي 3 مرات على العدد “255”، فإن أول 3 خانات في عنوان الجهاز (IP Address) تكون هي عنوان الشبكة المستخدمة.

7. هناك عناوين خاصه (private addresses) يمكن استخدامها داخل الشبكة المحلية، وهي:

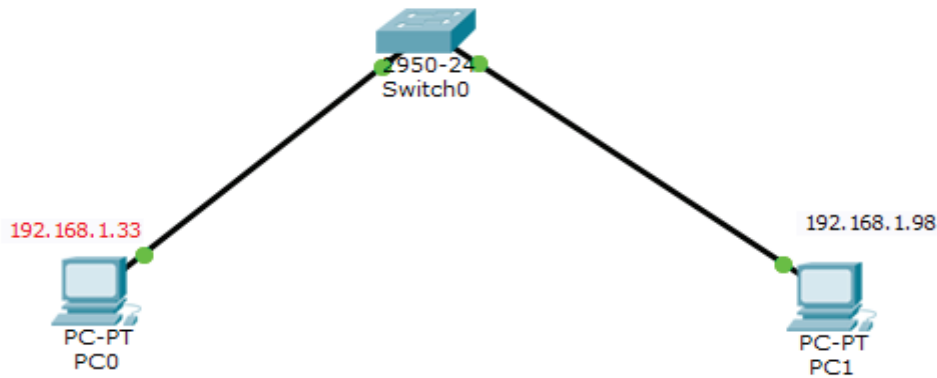
☐ أي عنوان تكون خانته الأولى 10.

☐ أي عنوان يقع بين 172.16.0.0 و 172.31.255.255

- ☐ أي عنوان تكون فيه الخانتين الأولى والثانية هما 192.168 .
- ☐ العناوين الخاصة مجانية ولا يدفع صاحب الشبكة ثمنها لاستخدامها.

نشاط 9

إستخدم برنامج تصميم ومحاكاة الشبكة لبناء شبكة محلية بسيطة، ثم ادخل عناوين خاصة مختلفة، واجعل هذه الأجهزة تتواصل فيما بينها.



سؤال هل تستطيع الأجهزة التي تنتمي إلى شبكات مختلفة أن تتواصل فيما بينها؟

مثال: العناوين الآتية هي عناوين خاصة يمكن أن نجدها في الشبكات المحلية:

10.234.23.56 أو 10.0.11.22 أو 10.77.31.8
172.16.10.111 أو 192.168.166.20 أو 192.168.1.1

نشاط 10

إذا علمت أن قناع الشبكة هو:

أ. (255.255.255.0)

ب. (255.255.0.0)

حدّد عنوان الشبكة المحلية للعناوين الآتية:

ج- 172.20.23.126

ب- 192.168.88.9

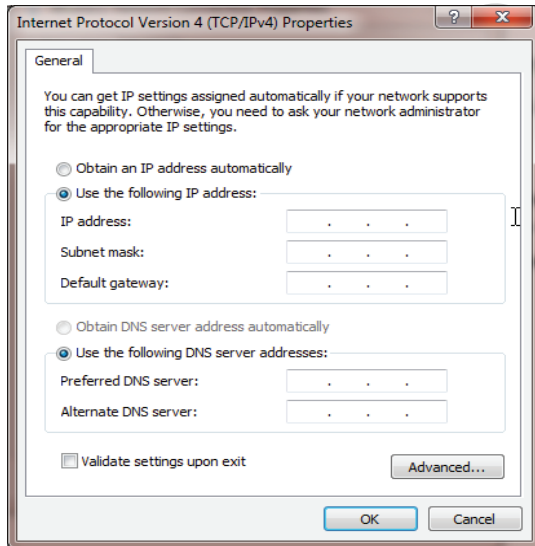
أ- 170.10.11.100

8. العناوين العامة (Public Addresses): وهي جميع العناوين التي يمكن استخدامها باستثناء العناوين الخاصة ويجب دفع ثمن العنوان العام من أجل استخدامه، ويتم شراؤه أو استئجاره من خلال مُزودي خدمة الإنترنت (ISP) (Internet Service Provider) أو من شركات عالمية أخرى متخصصة. تتميز العناوين العامة بأنها قادرة على الانتقال عبر الإنترنت العالمي بعكس العناوين الخاصة التي يتم حجبها من قبل المُوجّهات (routers) ومزودي خدمة الإنترنت (ISP).

ابحث عن جميع العناوين التي تبدأ خانتها الأولى بالرقم 127.



إدخال عنوان الشبكة يدويا



1. اذهب إلى لوحة التحكم (Control Panel) في نظام التشغيل (Windows).

2. اختر تغيير إعدادات الشبكة (Change Adapter Settings) في مركز الشبكة والمشاركة (Network and Sharing Center).

3. حدد نوع الاتصال المستخدم على جهازك:

• wireless connection (الاتصال لاسلكيا مع الشبكة) أو

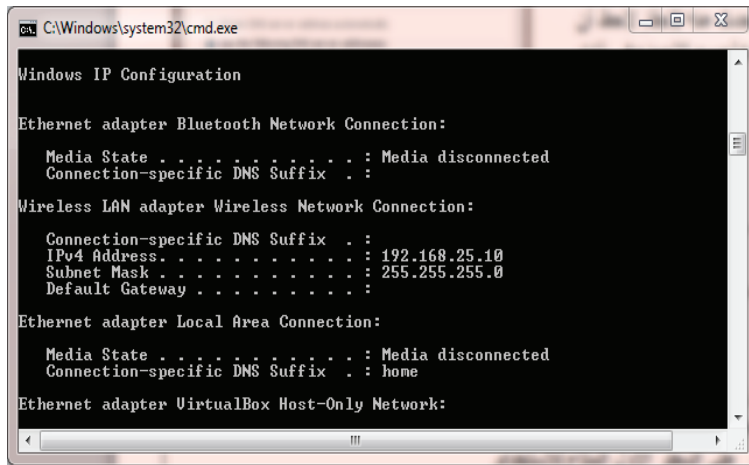
• Local Area Network (الاتصال سلكيا مع الشبكة).

وهنا نصل إلى الواجهة التي نختار من خلالها إدخال القِيم اللازمة لعنوان شبكة من النوع IPv4 كما هو مبين في الشكل المجاور).

أدخل عناوين IP لأجهزة الشبكة في مختبر الحاسوب بدءاً بالرقم 192.168.25.10.

الحل:

1. نتتبع الخطوات السابقة للوصول إلى واجهة إدخال العنوان يدوياً ونختار IPv4 .
2. نصل إلى الواجهة المبيّنة في الصورة السابقة ثم نختار إدخال العنوان يدوياً (Use the following IP address)
3. نكتب العنوان المطلوب في الخانات المقابلة للكلمة (IP address).
4. ندخل قناع الشبكة بشكل صحيح، وهي الرقم 255.255.255.0 في الخانات المقابلة لـ "subnet mask".
5. نضغط الزر "OK" للموافقة وإتمام عملية إدخال العنوان.
6. نكمل إدخال العناوين لباقي الأجهزة.
7. الآن أصبحت الشبكة جاهزة للعمل.



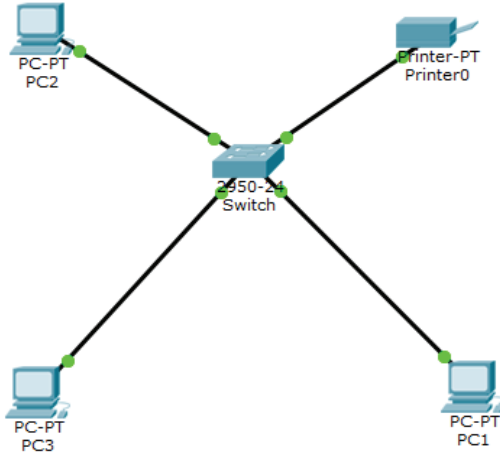
لبناء شبكة محلية حقيقية يلزم إدخال عناوين الأجهزة وقناع الشبكة فقط، وذلك لجعل الأجهزة تتحدث مع بعضها. لاحقاً، سيتم إدخال عنوان الموجّه (router) للوصول إلى الإنترنت، وعادة ما يسمى الموجّه "بوابة الشبكة" أو (Gateway)، لأنه المنفذ الوحيد للتواصل مع الشبكات الأخرى. لاحظ أن عنوان الشبكة يجب أن يكون متشابهاً لجميع الأجهزة في الشبكة نفسها.

نشاط 11

تعرف إلى برنامج (Packet Tracer) وصمم شبكة محلية بسيطة.

أمثله عملية على تصميم شبكة محلية

مثال 1:



المطلوب: تصميم شبكة محلية (LAN) مكونة من 3 أجهزة حاسوب وطابعة بواسطة أسلاك نحاسية، كما يظهر في الشكل المجاور.

الحل:

لأن الشبكة محلية، فنحن بحاجة إلى عناوين خاصة، لهذا سنستعمل عنوان الشبكة الآتي: 192.168.1.0 . كما ترى فإن الخانات الثلاث الأولى معروفة ولا تتغير، أما بالنسبة للخانة الرابعة والتي تظهر قيمتها ب (0) فهي متغيرة لتصف الجهاز الطرفي.

والآن نحدد العناوين اللازمة لأجهزة الشبكة وهي 4 عناوين ل 3 أجهزة حاسوب وطابعة وتكون كالآتي:

أ- 192.168.1.1 ، ب- 192.168.1.2 ، ج- 192.168.1.3 ، د- 192.168.1.4

ثم ندخل هذه العناوين يدويا إلى الأجهزة الطرفية ونربط الأجهزة بواسطة أسلاك نحاسية مع المفتاح (switch). وكما هو معروف تتكون كل خانة من 8 بت، مما يعطينا إمكانية العد من 0 حتى 255، لكن يمكن فقط استخدام الأرقام من 1 حتى 254 في الخانة الأخيرة حيث أن القيمتين 0 و 255 محجوزتان للأسباب الآتية:

- 192.168.1.0 : عنوان الشبكة (Network Id)
- 192.168.1.255 : (Broadcast) يُستخدم للبث العام لجميع الأجهزة الطرفية في الشبكة نفسها (الحزمة سيتم إرسالها إلى جميع الأجهزة)

عدد الأجهزة التي يمكن توصيلها مع الشبكة المحلية

إذا كان عدد الخانات المتاحة للأجهزة الطرفية هو «ن» بت ، فإن العدد الأقصى للأجهزة الطرفية المسموح شبكتها هو:

$$ك = 2^n - 2$$

في المثال السابق فإن «ن» = 8 بت (أي الخانة الأخيرة)

لهذا:

$$ك = 2^8 - 2 = 256 - 2 = 254$$

و هو اقصى عدد من الأجهزة يمكن ربطها على الشبكة.

نستنتج مما سبق أن الرقم العشري في الخانة الأخيرة يمكن أن يكون من 1 حتى 254، أي أنه يمكن أن نشبك 254 جهازا طرفيا في هذه الشبكة، وهو عدد كبير بالنسبة لشبكة منزلية أو مكتب صغير أو حتى مؤسسة بسيطة، ولا يمكن الحصول عليه من خلال مفتاح (switch) واحد، لهذا وحتى نحصل على هذا العدد من الأجهزة الطرفية في شبكة ما يمكن استخدام أكثر من مفتاح في الوقت نفسه ثم ربط المفاتيح مع بعضها على مفتاح آخر أكبر وأسرع من أجل التمكن من إرسال المعلومات بين المفاتيح (switches) المختلفة بشكل سريع جدا، ويكون المفتاح الذي يربط مفاتيح عديدة ذا قدرات أعلى كما يظهر في المثال الآتي:

مثال 2:

عمارة مكونة من 3 طوابق ويكون توزيع الأجهزة فيها كما يلي:

في الطابق الأول 12 جهاز حاسوب وطابعتان.

وفي الطابق الثاني 8 أجهزة حاسوب و4 طابعات.

وفي الطابق الثالث 3 أجهزة حاسوب مكتبي وجهاز حاسوب محمول وطابعتان.

المطلوب: تصميم شبكة محلية تربط جميع هذه الأجهزة باستخدام البرنامج (Packet Tracer).

1. نضع في كل طابق مفتاحا (switch) لديه منافذ كافية للشبك مع الأجهزة في هذا الطابق، وبالتالي:

○ ط1: 14 جهاز وبالتالي نحتاج إلى مفتاح (switch) ذي 16 منفذ على الأقل.

○ ط2: 12 جهاز وبالتالي يلزم مفتاح (switch) له 16 منفذ.

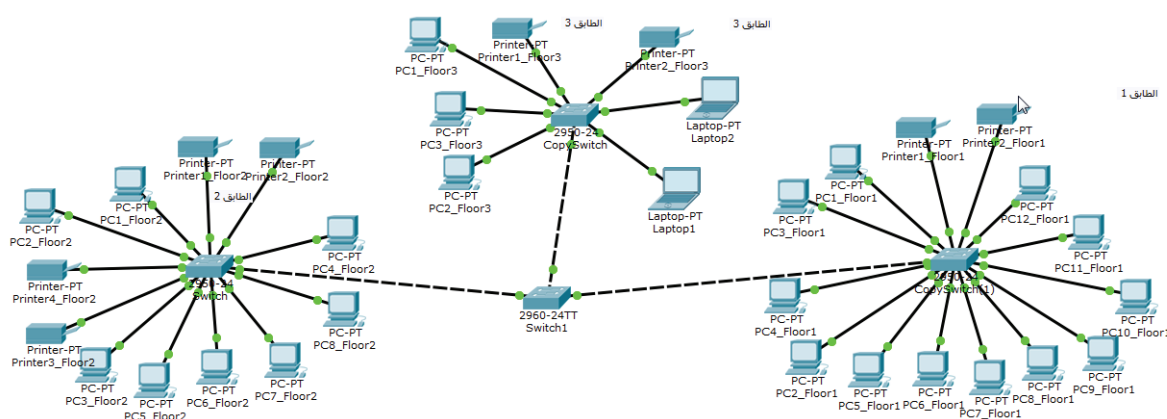
○ ط3: 7 أجهزة وبالتالي يكفي مفتاح (switch) واحد له 8 منافذ.

2. نحتاج إلى مفتاح (switch) رابع لربط المفاتيح الثلاثة الموجودة في الطوابق الثلاثة ويكفي أن يكون له 4 أو 8 منافذ، ولكن سرعة المنفذ عليه 1000 ميغا بت في الثانية (1 غيغا بت في الثانية) ويفضل استخدام السرعة 10 غيغا بت في الثانية من أجل نقل الكميات الكبيرة من المعلومات في كامل البنية بسرعة عالية جدا.

3. لا يجوز أن يكون بين أي مفتاحين أو بين المفتاح والجهاز أكثر من كابل واحد يصل بينهما والسبب أن ذلك سيؤدي إلى دوران الحزم داخل الشبكة وهو ما يطلق عليه (Loop)، وبذلك تزداد نسبة تصادم حزم البيانات وبالتالي تقل كمية المعلومات المنقولة بينهما بنجاح، مما يؤدي بعد فترة زمنية قصيرة إلى تعطل الشبكة.

عدد الأجهزة المطلوب وصلها على الشبكة في المثال السابق = 33 جهاز وبالتالي نحتاج 33 عنوان. إذا فرضنا أن عنوان الشبكة المحلية المعطى لأجل التصميم هو 192.168.1.0 فإن ترتيب العناوين المستخدمة هو: 192.168.1.33 – 192.168.1.1

لاحظ أنه لا يلزم حاليا إعطاء عنوان للمفتاح (switch) مع أن ذلك ممكن في دورات متقدمة من أجل حماية الشبكة ومراقبتها ومتابعة الأخطاء وحلها.



تصميم شبكة محلية للمثال السابق

التحقق من اتصال الأجهزة مع بعضها وإرسال البيانات بشكل صحيح

قبل البدء باستخدام الشبكة لإرسال المعلومات، من الواجب على المصمم أن يتحقق بأن الأجهزة تملك عنوانا في الشبكة، وأن هذه الأجهزة تستطيع أن ترسل وتستقبل الحزم الرقمية في الشبكة نفسها. الأوامر الآتية تجعل من الممكن التحقق من هذه الأمور:

cmd: الدخول إلى واجهة أوامر النظام (ويندوز).

ipconfig: التحقق من وجود عنوان للجهاز في الشبكة.

ping: التحقق من الاتصال مع جهاز آخر.

نشاط 12

1. اظهار عنوان الجهاز باستخدام **ipconfig** (لاحظ الرقم المقابل للكلمة IP Address)

```
Connection-specific DNS Suffix . : home
IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.9
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 192.168.1.1
```

2. استخدام الأمر **ping** مع عنوان لجهاز آخر من أجل التأكد من الاتصال مع ذلك الجهاز كما في

الشكل الآتي:

```
C:\Users\user1>ping 192.168.1.6

Pinging 192.168.1.6 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.6: bytes=32 time=7ms TTL=128
Reply from 192.168.1.6: bytes=32 time=9ms TTL=128
Reply from 192.168.1.6: bytes=32 time=10ms TTL=128
Reply from 192.168.1.6: bytes=32 time=10ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.6:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 7ms, Maximum = 10ms, Average = 9ms
```

الأمر **ping** يرسل 4 حزم بيانات من المرسل، فإذا وصلت هذه الحزم بشكل سليم للمستقبل فإنه سيجيب عليها، وستظهر الإجابات الناجحة، وسيظهر أمامها عنوان المستقبل وعدد البايتات المرسلة (32 Bytes) والفترة الزمنية التي مضت لوصول الإجابة ومعلومات أخرى.

نرى في الشكل السابق كذلك إحصائية لعدد الحزم التي تم إرسالها (Sent) والتي وصلت بشكل صحيح (Received)، والتي ضاعت (Lost)، وكذلك إحصائية أخرى عن الزمن اللازم للحزم بين الجهازين ويسمى هذا الزمن (round-trip time =RTT)، أي زمن الرحلة ذهاباً وإياباً.

تأتي هذه المعلومات التي نحصل عليها من الأمر (ping) بسبب الحزم الأربعة التي تم إرسالها وهي من النوع ICMP (Internet Control Message Protocol) وهذا البروتوكول متخصص بتتبع أخطاء الشبكة ويوفر معلومات كامله عن الشبكة والاتصال.

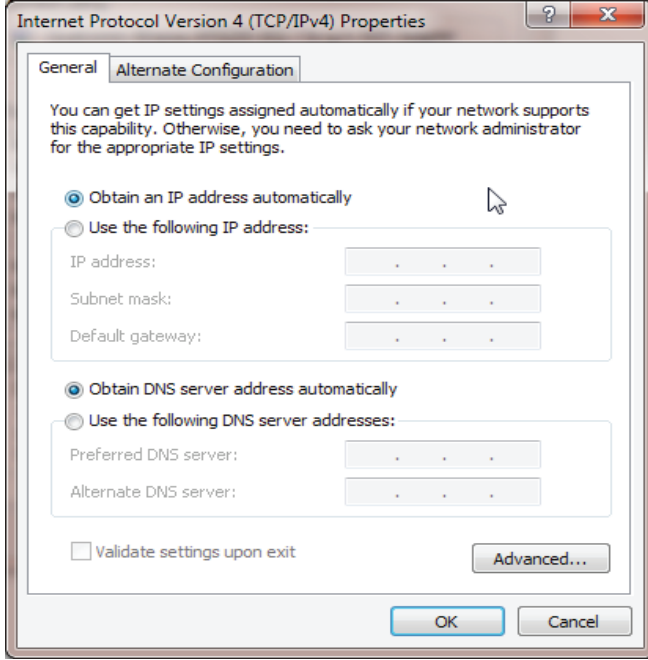
في حال عدم وجود اتصال بين الجهازين بسبب إنقطاع في الكابل أو خطأ في العنوان أو لأن الجهازين في شبكتين مختلفتين فإن النتيجة ستكون كما يلي:

```
C:\Users\user1>ping 192.168.1.60

Pinging 192.168.1.60 with 32 byte of data:
Reply from 192.168.1.9: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.1.9: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.1.9: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.1.9: Destination host unreachable.
```

نحاول فحص الاتصال مع العنوان 192.168.1.60 وهو عنوان غير موجود على الشبكة، ولهذا ستكون الإجابة (Destination host unreachable) أي لا يمكن الوصول لذلك الجهاز وهذه الإجابة تكون لجميع الحالات التي لا يكون فيها اتصال بين الجهازين.

طريقة التوزيع التلقائي للعناوين (DHCP)



في هذه الحالة نتأكد أن الإعدادات في واجهة IPv4 لتوزيع العناوين هي:

“Obtain an IP address automatically”

كما في الشكل المجاور، وهذا يعني الحصول تلقائياً على العنوان عندما يدخل الجهاز لأول مرة للشبكة وليس لديه عنوان، وقد تكون الجهة المسؤولة عن توزيع العناوين جهاز شبكة وقد يكون برنامجاً مخصصاً للقيام بهذه المهمة. الشرط لاستخدام طريقته (DHCP) هو وجود الجهة المسؤولة عن توزيع العناوين.

نشاط 13

استعمل برنامج محاكاة الشبكات لتوزيع العناوين يدوياً وتلقائياً (DHCP).

الشبكات اللاسلكية

تعدّ الاتصالات اللاسلكية من أهم الوسائل التقنية المؤثرة في المجتمع وفي العمل، فهي موجودة في أحد أشكالها كجزء من الشبكات المحلية وتسمى (WLANs)، وتغطي مسافات قصيرة لكنها قادرة على نقل كمية بيانات كبيرة نسبياً (مئات الميغابت في الثانية) وذلك من خلال أجهزة تسمى نقاط الوصول الداخلية (Indoor Access Points) وكذلك هنالك نقاط وصول خارجية (Outdoor Access Points) يصل مداها حتى عدة كيلومترات وتستطيع نقل ما يقارب 1 غيغابت في الثانية، ولكل منهما مواصفاته ومقاييسه الهندسية الخاصة.



نقطة وصول خارجية مثبتة على سطح منزل



نقطة وصول داخلية

إضافة إلى الشبكات اللاسلكية المحلية، هناك الشبكات اللاسلكية البعيدة (WWAN) التي تغطي مسافات تصل إلى عشرات الكيلومترات، كما في شبكات الهاتف المحمول مثل (1G، 2G، 2.5G، 3G، 4G)، وهناك الأقمار الصناعية التي تغطي مساحات شاسعة من الكرة الأرضية كما مر ذكره في السنة الماضية. تختلف هذه الوسائل باختلاف نطاقات تردداتها وعدد الهوائيات (Antennas) المستخدمة للإرسال والاستقبال، وكذلك عملية تحميل الإشارة (modulation)، وحجم المعلومات المنقولة (data rate) بين المرسل والمستقبل.



قمر صناعي للاتصالات اللاسلكية



برج اتصالات خلوية

يعدّ الاتصال اللاسلكي غير آمن بسبب سهولة التقاط الأمواج بواسطة لواقط أو هوائيات (Antennas) خاصة، لذا كان من الضروري استخدام طرق تشفير آمنة تمنع الاطلاع على محتوى المعلومات المرسلة، ولهذا سنتعرف إلى أهم طرق الحماية والشفيرات المستخدمة في بعض نقاط الوصول البسيطة والمتوفرة تجاريا للاستخدام الشخصي.

هل جميع الأجهزة اللاسلكية يمكن أن تتواصل مع بعضها؟



تركيب شبكه لاسلكية منزلية

تعمل الشبكة اللاسلكية من خلال تركيب نقطة وصول داخلية (Indoor Access Point)، والتي يرمز لها الاختصار (AP)، وهي جهاز بث راديوي يعمل على ربط الأجهزة اللاسلكية مع بعضها لتكوين شبكة محلية لاسلكية (WLAN)، والتي تستخدم أحد معايير الاتصال اللاسلكي العالمية المعروفة مثل:

نقطة وصول (AP)

IEEE 802.11 a، IEEE 802.11 b، IEEE 802.11 g، IEEE 802.11 n

وأحيانا يتم كتابة التقنيات اللاسلكية المدعومة على الجهاز الذكي أو الحاسوب المحمول أو طابعة الشبكة بالصيغة الآتية:

IEEE 802.11 b/g/n أو IEEE 802.11 a/n.

نشاط 14

حدّد المعايير اللاسلكية المدعومة على جهازك الخليوي أو الحاسوب المحمول.

مسألة للنقاش: ناقش الفرق بين المعيارين (b) و (g).

تحتاج نقطة الوصول اللاسلكي إلى عنوان منطقي في الشبكة (IP Address)، والذي من خلاله يتم برمجتها من مسؤول الشبكة (Administrator)، مثلاً تغيير اسمها والمعروف بالمصطلح (SSID)، ويمكن كذلك وضع كلمة مرور (Password)، وتحديد نوع الحماية (Security)، والتي تلزم للوثوقية بالشخص المتصل، ومن أنواع هذه الحماية ما يلي:

1. WPA (Wi-Fi Protected Access) وتعني الوصول الآمن للشبكة اللاسلكية.

2. WPA2، وهي تطوير على النسخة السابقة، وذات حماية أفضل.

يلزم كذلك تشفير المعلومات المرسلة بين الجهاز الطرفي ونقطة الوصول، وذلك من أجل منع قراءة المعلومات المرسلة في الشبكة اللاسلكية من أي طرف ثالث مُتَلَصِّص، وتسمى عملية التشفير (Encryption).

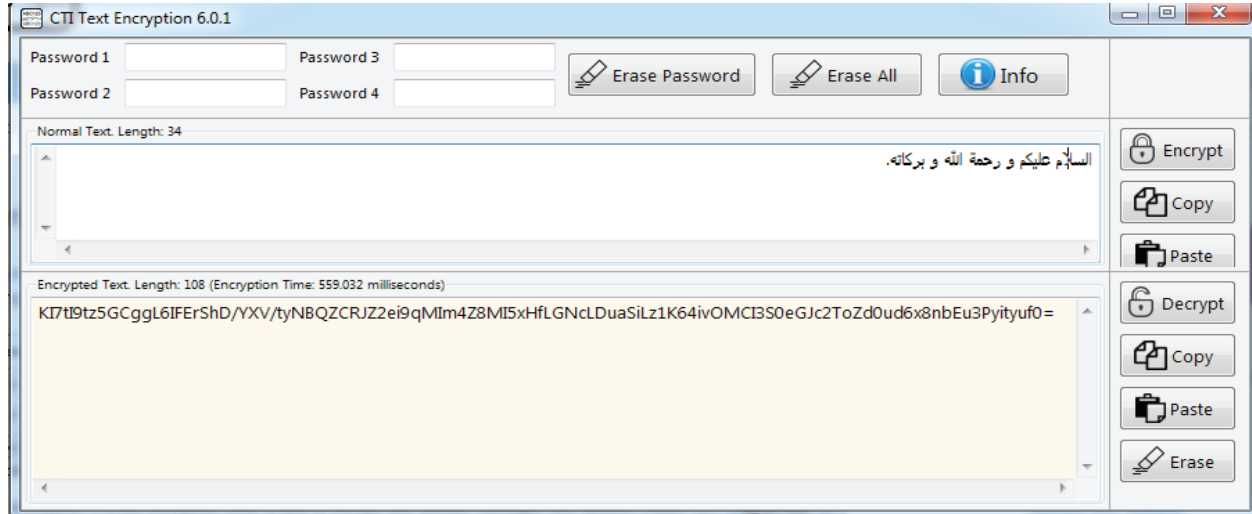
من المعلومات المهمة التي يجب دائماً حمايتها مثل كلمات السر، أو رقم الحساب البنكي، أو معلومات شخصية لا ينبغي لشخص غريب التعرف إليها.

نجد في نقطة الوصول الخوارزميات الآتية لتشفير البيانات:

1. AES وهي اختصار للكلمات (Advanced Encryption Standard) والتي تعني "معيار التشفير المتقدم".

2. TKIP وهي اختصار للكلمات (Temporal Key Integrity Protocol) والتي تعني «بروتوكول دمج المفتاح المؤقت».

تقوم خوارزميات التشفير بتغيير الكلمات الحقيقية إلى شكل صعب جداً لا يمكن فكّه أو الحصول منه على النص الحقيقي إلا من خلال الشخص الذي يملك مفتاح التشفير. الشكل الآتي يبين برنامجاً تعليمياً بسيطاً يقوم بتشفير النصوص والكلمات الحقيقية إلى صيغة غير مفهومة.



نشاط 15

حمل البرنامج المجاني التعليمي (CTI text Encryption) واستخدمه لتجربة تشفير النصوص بينك وبين زملائك.

يتم في طرق التشفير استخدام رمز خاص يعرف بالمصطلح مفتاح (key)، وهو قيمة رقمية مكونة من مجموعة من الخانات الثنائية، (128 بت مثلاً)، وكلما زاد عدد خانات المفتاح كان التشفير أقوى، وبالتالي يكون من الصعب فك الشيفره من شخص متلصص.

يوضح الشكل الآتي كيفية تعديل إعدادات الشبكة اللاسلكية الداخلية:

1. معيار الاتصال اللاسلكي المستخدم ونطاق البث:

- **المعيار:** (IEEE 802.11 (g/n))،
- **عرض النطاق لقناة الاتصال:** متغير، 20 أو 40 ميغا هيرتز (20/40 MHz).

☒ Enable Wireless	
☐ Enable better WiFi coverage	
802.11 Mode:	802.11g/n
Channel Width Mode:	20/40 MHz (dynamic)
Channel (ETSI):	Automatic 5 - 2.432GHz

2. تغيير اسم الشبكة اللاسلكية (WLAN) حسب الاتفاق مع صاحب الشبكة، وذلك بتغيير القيمة المجاورة للكلمة (SSID)، والتي تعد اختصاراً للكلمات (Service Set Identifier)، وتعني "جهاز الخدمات اللاسلكية".

Secured Home Network	
Network Name (SSID):	

3. تحديد كلمة المرور (Password)، وطريقة الحماية (Security) لتحديد من يتصل بالشبكة اللاسلكية، وتحديد خوارزمية التشفير.

الحماية (الوثوقية): WPA2

التشفير: AES

Security	WPA2
Wireless Password:	
Encryption Algorithm:	AES

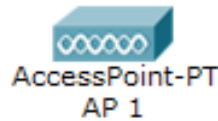
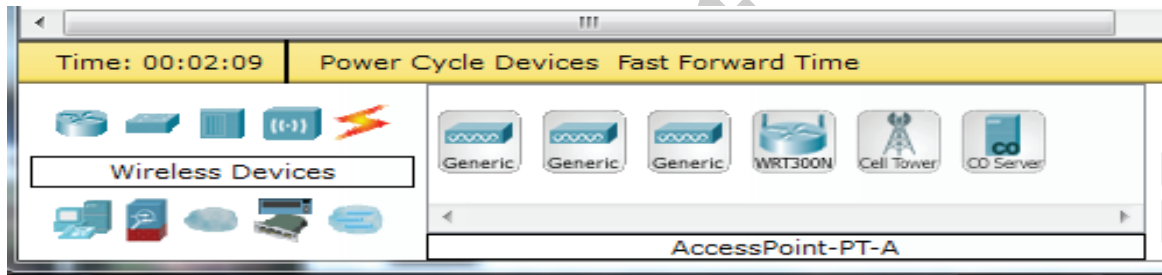
شاهد الفيديو الآتي لبرمجة نقطة وصول لاسلكية:

اسم الفيديو: «تعلم طريقة ضبط إعدادات (اكسس بوينت) وتغيير الرقم السري».
الرابط:

<https://www.youtube.com/watch?v=xOo4oSFiuJk>

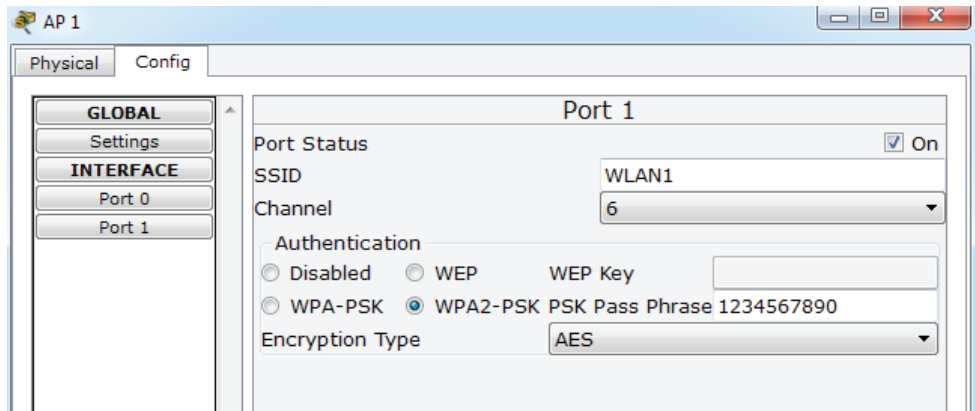
نستخدم فيما يلي برنامج محاكاة الشبكة لربط أجهزة طرفية مع نقطة بث لاسلكي.

1. افتح البرنامج المستخدم.
2. افتح قسم الأجهزة اللاسلكية.



3. اختر نقطة وصول لاسلكية.

4. افتح نقطة الوصول لتغيير إعداداتها كما في الشكل الآتي، حيث تم استخدام اسم للشبكة اللاسلكية (WLAN1)، وكلمة المرور (1234567890)، وطريقة الحماية هي (WPA2-PSK)، أما للتشفير فحددنا الخوارزمية (AES).



5. غيّر اسم الشبكة اللاسلكية، الذي سيظهر للمستخدمين.

SSID: **WLAN1**

6. حدّد طريقة الحماية والوثوقية

الوثوقية : WPA2-PSK

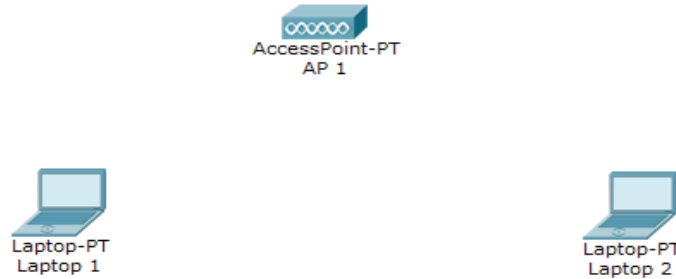
كلمة المرور : 1234567890

7. حدّد طريقة التشفير.

Encryption: AES

8. خزّن الإعدادات، ثم أعد تشغيل نقطة الوصول.

9. اسحب جهاز حاسوب محمول إلى جانب نقطة الوصول.



10. اعمل على ربط الجهازين مع نقطة الوصول من خلال استخدام كلمة المرور نفسها وطرق الحماية والتشفير. الشكل الآتي يبين إعدادات الحاسوب المحمول الأول (Laptop 1).

Wireless0		☒ On
Port Status	54 Mbps	
Bandwidth	0040.0B9C.97E1	
MAC Address	WLAN1	
SSID		
Authentication		
☐ Disabled	☐ WEP	WEP Key
☐ WPA-PSK	☒ WPA2-PSK	PSK Pass Phrase
☐ WPA	☐ WPA2	User ID
		Password
Encryption Type	AES	
IP Configuration		
☐ DHCP		
☒ Static		
IP Address	192.168.1.100	
Subnet Mask	255.255.255.0	

11. أعط عنواناً منطقياً لكل جهاز حاسوب محمول من أجل الإرسال والاستقبال.

12. يجب وضع المعلومات كاملة وبشكل صحيح، وأيضا استخدام عنوان منطقي حتى يتمكن الجهاز من استخدام الشبكة اللاسلكية.

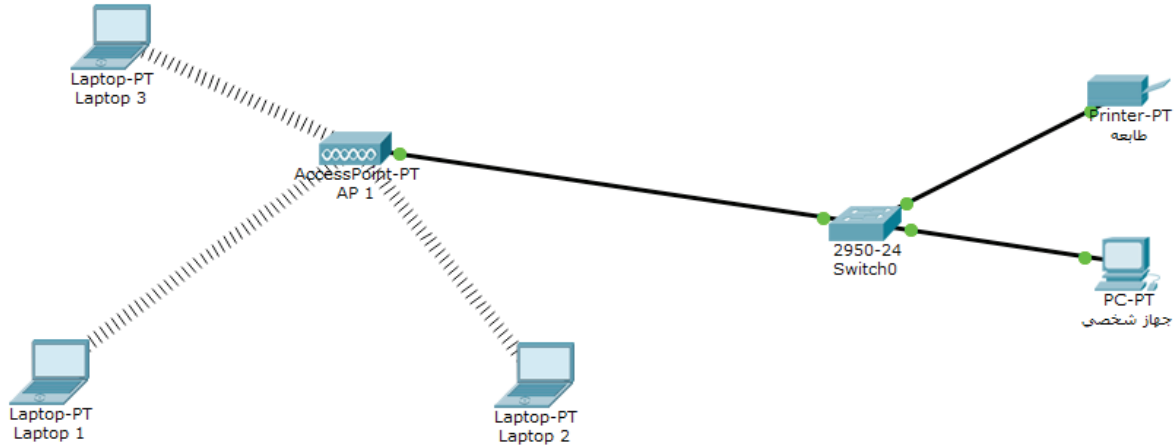
13. الآن أصبحت الشبكة اللاسلكية جاهزة وبشكل صحيح كما يظهر في الشكل الآتي.



تصميم شبكة لاسلكية بواسطة نقطة وصول و لابتوبين

نشاط 17

أضف جهاز حاسوب مكتبي وحاسوب محمول وطابعة إلى الشبكة في المثال السابق لتحصل على التصميم الآتي:



نشاط 18

اعمل على إعادة ضبط لنقطة الوصول في مدرستك، ونفذ بإشراف معلمك الخطوات الآتية:

1. ابحث عن منفذ نقطة الوصول (reset) واضغط عليه مطولاً لاستعادة الإعدادات الافتراضية.
2. أنظر أسفل نقطة الوصول للحصول على القيم الأولية المعطاة من الشركة المصنعة، وذلك من أجل الدخول إلى واجهة البرمجة وإدارة نقطة الوصول، وهذه القيم هي العنوان المنطقي وكلمة المرور.
3. تأكد أن جهاز حاسوبك ونقطة الوصول يقعان في الشبكة نفسها، ولهما قناع الشبكة نفسه.
4. استخدم أحد برامج تصفح الإنترنت للدخول إلى نقطة الوصول من خلال رقم IP الافتراضي لنقطة الوصول المستخدمة.

ملاحظة: يختلف رقم IP الافتراضي واسم المستخدم وكلمة المرور الافتراضيين في نقاط الوصول باختلاف النوع والشركة المصنعة، إذ يمكن الحصول عليها مكتوبة أسفل نقطة الوصول أو من خلال البحث على شبكة الإنترنت.

5. ادخل اسم المستخدم وكلمة المرور الافتراضيين للوصول إلى الإعدادات.
6. اذهب إلى الصفحة الخاصة بالإعدادات اللاسلكية.
7. أدخل القيم الآتية لشبكتك اللاسلكية: (Encryption, Password, Security, SSID).
8. اذهب إلى صفحة الشبكة المحلية (LAN Network)، وغيّر العنوان المنطقي لنقطة الوصول لتصبح جزءاً من شبكتك المحلية، إذا كان لديها عنواناً مختلفاً عن شبكتك.
9. احفظ المعلومات، ثم أعد التشغيل لنقطة الوصول.
10. استخدم جهاز حاسوب محمول أو هاتفاً ذكياً من أجل البحث عن شبكتك الجديدة، ثم تأكد من قدرتك على الدخول إليها من خلال ظهور الكلمة «متصل» (Connected).



إذا أحضرت نقطة وصول لاسلكية حديثة لتركيبها في مدرستك أو في بيتك، فعلى ماذا تعتمد سرعة الاتصال بين أجهزتك اللاسلكية ونقطة الوصول المستخدمة؟ هل للأجهزة جميعها السرعة نفسها في نقل البيانات؟

ما الذي ينبغي فعله لمنع برمجة نقطة الوصول من خلال شخص غير مسموح له بذلك؟

لاحظ أنه يوجد شركات عديدة مصنعة لنقاط الوصول اللاسلكي، ومهما اختلف الشكل الخارجي فإن المبدأ يبقى نفسه، وأن نقاط الوصول جميعها تتشابه في المهمات نفسها والمتطلبات مثل:

- ☐ اسم الشبكة (SSID).
- ☐ طريقة الحماية (Security).
- ☐ طريقة التشفير (Encryption).
- ☐ كلمة سر (Password).

أسئلة الدرس:

- س1 ﴿﴾ اذكر فئات الأسلاك المستخدمة حالياً لبناء الشبكات المحلية، والسرعة الممكنة لكل فئة.
- س2 ﴿﴾ اشرح الوصف التقني الآتي: 24port/ 1Gbps/ managed.
- س3 ﴿﴾ ناقش إيجابيات المفاتيح الذكية (smart switches) وسليبتها، ذات القدرة على إدارة الشبكة المحلية والتحكم بها.
- س4 ﴿﴾ اذكر الفرق بين العناوين الفيزيائية والمنطقية.
- س5 ﴿﴾ قارن بين شبكتين محليتين، إحداهما تستخدم Cat5، والأخرى تستخدم أليافاً ضوئية من حيث السرعة والتكلفة والأمان.
- س6 ﴿﴾ ما هو المعيار التقني العالمي لتقنية الإيثرنت (Ethernet)؟
- س7 ﴿﴾ اذكر الهدف من استخدام قناع الشبكة.
- س8 ﴿﴾ اقترح الشبكة المحلية المناسبة للأماكن الآتية، مع ذكر فئة الكابل والسرعة التي تنصح بها:
- ☐ منزل
 - ☐ مدرسة
 - ☐ بنك
 - ☐ مستشفى
 - ☐ جامعة
- س9 ﴿﴾ هل تتمكن الشبكة المحلية من الوصول إلى الإنترنت بدون الموجه؟ ناقش السبب مع معلمك.
- س10 ﴿﴾ ناقش الطرق المتاحة لتوزيع العناوين داخل الشبكة المحلية من حيث الوقت والتكلفة.

الشبكات العالمية البعيدة Wide Area Network



درست فيما سبق كيفية بناء شبكة محلية سلكية و تصميمها، ثم دمجها مع أجهزة لاسلكية كالحاسوب المحمول أو أجهزة الهاتف الذكي من خلال نقطة وصول لاسلكية، وتعرفنا إلى أنواع مفاتيح الشبكة (Network Switches)، مثل تلك التي تعمل بالأسلاك النحاسية أو الألياف الضوئية، وكيفية توزيع عناوين منطقية (IP Addresses) خلال الشبكة المحلية على الأجهزة والطابعات أو أي نوع آخر من الأجهزة الطرفية، وتوصلنا إلى أننا نستطيع القيام بمهام ضرورية كثيرة للمؤسسات والشركات والبنوك والجامعات والمستشفيات، مثل مشاركة الملفات بين أي جهازين خلال الشبكة المحلية، وإرسال ملفات للطباعة على الطابعات المعرفة على الشبكة نفسها، وإدارة عمل المؤسسة وحمايته من خلال إضافة أجهزة الخوادم (Servers)، وعمل نسخ احتياطي (Backup) لمعلومات الخوادم والأفراد العاملين في المؤسسة، وكذلك استرجاع هذه البيانات بسرعة في حال حدوث أي مشكلات على الأجهزة أو الشبكة، وذلك من خلال طريقة تدعى (Restore).

هل الشبكة المحلية الداخلية كافية لإنجاز عمل المؤسسات والأفراد، وتحقيق الأرباح مع توفير الوقت والمال؟

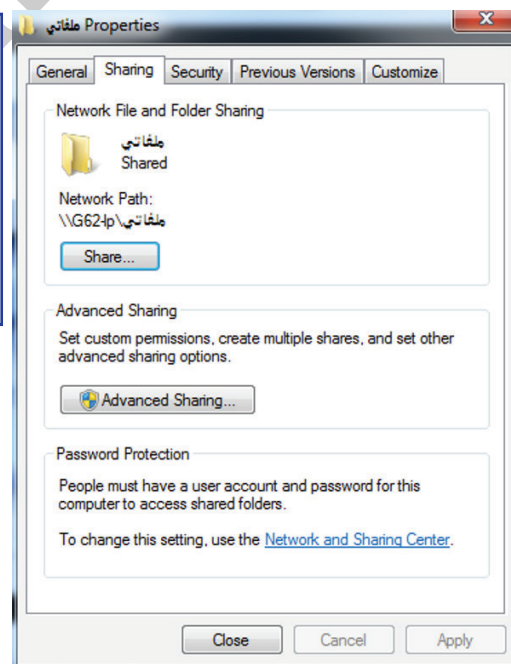


تحتاج الشركات والأفراد (الإنترنت) للتواصل فيما بينها، من أجل خدمات متعددة من بينها إرسال واستقبال البريد الإلكتروني، وعرض خدماتها عالمياً، مثل بيع الكتب وحجز تذاكر السفر والفنادق، أو تقديم دورات تدريبية متخصصة، أو طلب مأكولات من المطعم وإيصالها للبيت.

مثال: مشاركة ملفات باستخدام الشبكة المدرسية أو المنزلية.

مثال:

PerfLogs	7/14/2009 6:20 AM	File folder
Program Files	4/9/2017 7:05 PM	File folder
Program Files (x86)	4/12/2017 6:58 PM	File folder
swsetup	2/22/2017 10:14 PM	File folder
Users	2/21/2017 4:55 PM	File folder
Windows	4/1/2017 3:17 PM	File folder
ملفاتي	4/15/2017 6:52 PM	File folder



الحل:

1. تأكد من وجود عناوين منطقية صحيحة في الشبكة.
2. اذهب إلى الملف المراد مشاركته مع الآخرين.

3. غير إعدادات ملف المشاركة كما يأتي:

أ. الضغط على زر الفأرة الأيمن، واختيار «خصائص» (Properties).

ب. اختر «مشاركة» (Sharing)، ثم اضغط على «شارك» أو (Share).

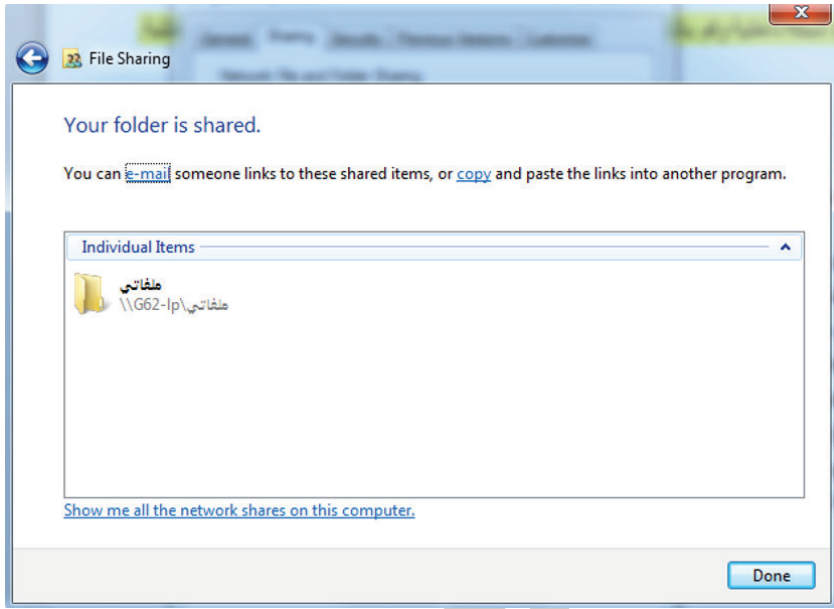
ج. اختر «للجميع» أو (Everyone)، ثم اختر «إضافة» أو (Add).

د. اختر الصلاحيات مثل قراءة فقط (Read) أو قراءة+كتابة (Read/Write).

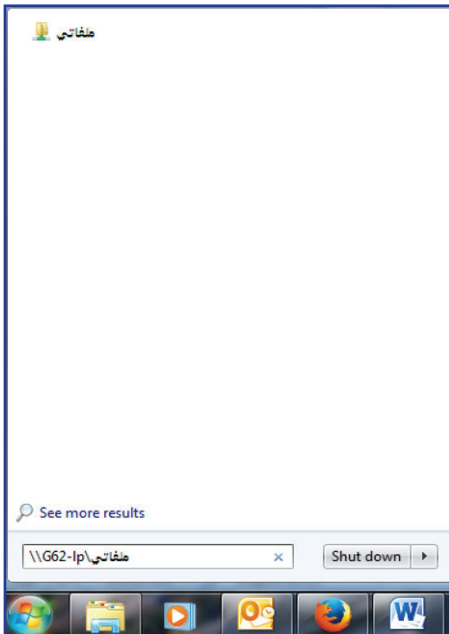
هـ. أصبحت العملية الآن جاهزة وسوف تحصل على التأكيد بأن المشاركة قد تمت. وافق على النتيجة

من أجل الخروج.

الآن تصل إلى النافذة المقابلة، والتي تبين اسم الملف الذي تمت مشاركته، وكذلك تظهر كيفية الوصول إليه من خلال الشبكة من خلال كتابة السطر المعطى تحت مسار الشبكة (Network Path) في داخل سطر الأوامر الخاص بنظام التشغيل لديك.



للوصول إلى هذا الملف من خلال جهاز آخر أدخل اسم الملف على الشبكة في سطر الأوامر كما في الشكل المجاور: اكتب اسم الملف كما في (Network Path) في سطر الأوامر، فيظهر الملف ورمز المشاركة، وبالنقر على أيقونة الملف يتم الانتقال إلى مكان وجوده على الشبكة، ويتم عرض محتوياته للشخص الذي يريد الوصول إليه.



حدد إمكانية المشاركة لشخص واحد فقط في الوقت نفسه، ولا تسمح إلا بالقراءة (استخدم: Advanced Sharing).



إمكانية أن تتعاون المدارس عبر (الإنترنت) لتبادل المعلومات ورفع مستوى التعليم؟

يوجد أعمال ومهام عديدة لا تتحقق إلا بوجود خدمة (الإنترنت)، فمثلا من أجل الوصول إلى موقع وزارة التربية والتعليم العالي، ومتابعة أهم الأخبار عن المناهج والمقررات، يلزم وجود اشتراك لدى أحد مزودي خدمة (الإنترنت)، والتي يمكن أن تصلك من خلال:

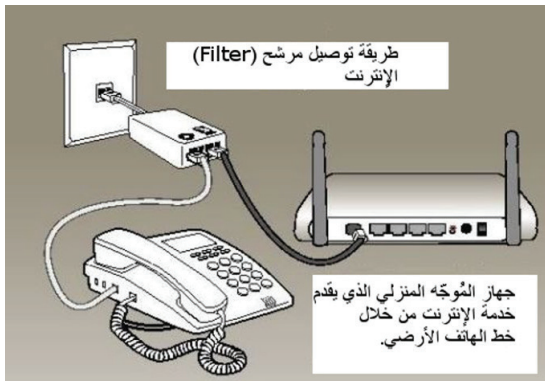
1. شبكة الهاتف الأرضي المسماة (PSTN).
2. شبكة الهاتف الخليوي التي تدعم الإنترنت المتنقل على هاتفك أو (الإنترنت) الثابت لنقطة وصول لاسلكية داخل منزلك.
3. شركات خاصة صغيرة تستخدم نقاط وصول لاسلكية خارجية (Outdoor Access Points)، وتستطيع البث ضمن مساحة لا تتجاوز بضعة كيلومترات في منطقة سكنية معينة.



يقوم أحيانا مزود خدمة (الإنترنت) (ISP) باستخدام جزء من خطوط شبكة الهاتف العمومية من أجل نقل إشارات (الإنترنت) من الزبائن وإليهم، وهذا يتطلب فصل إشارة المكالمات الصوتية ذات التردد المنخفض عن إشارة (الإنترنت) ذات التردد العالي باستخدام قطعة تسمى «المُرْشَح» أو (Filter)، كما يظهر في الشكل المجاور. وهذه القطعة ضرورية جدا لضمان عمل (الإنترنت) والمكالمات التلفونية في الوقت نفسه دون انقطاع أو تشويش.

الشكل المقابل يوضح طريقة تركيب جهاز المُوَجِّه للحصول على خدمة (الإنترنت) من خلال شبكة الهاتف الأرضي.

لاحظ اتصال الهاتف وموجّه (الإنترنت) (ADSL Router) في الوقت نفسه إلى مرشّح الإشارة (Filter)، وكيف أن المرشّح يتصل مباشرة إلى خط الهاتف الأرضي.





ابحث عن معنى الكلمة (PSTN)، والذي يرمز إلى شبكة الهاتف العمومية.

الجهاز في الشكل المجاور يبين موجّه (الإنترنت) المنزلي، ويتكون من الأجزاء الآتية:



1. نقطة وصول لاسلكي (Indoor AP).
2. مفتاح شبكة بسيط (switch) له 4 منافذ وتظهر باللون الأصفر.
3. الموجّه، وهو العنصر الأساسي للاتصال مع مزود خدمة (الإنترنت) من خلال منفذ (ADSL)، حيث يتم وصله مع المرشح من خلال سلك هاتف قصير.

نشاط 2

1. أحضر جهاز توجيه منزلي وتعرف إلى مكوناته.
2. أدخل إلى واجهة الرسومات الخاصه به من أجل برمجته، وأدخل عنوانا منطقيا (IP Address) جديدا للموجّه من نفس نطاق العناوين الخاص بشبكتك، واجعله بوابة الشبكة (Gateway) للعالم الخارجي.
3. استخدم هذا العنوان من قبل الأجهزة الطرفية في شبكتك المحلية من أجل الوصول إلى (الإنترنت)، وذلك من خلال ادخال قيمته في الجهاز الطرفي في خانة (Gateway).

نشاط 3

شاهد الفيديو التعليمي الآتي للتعرف إلى مفتاح الشبكة (Switch) والموجّه (Router) وحدد الفرق بينهما

العنوان: فرق بين الراوتر، المفتاح و Hub بشكل سهل، مفصل وبسيط جدا.

الرابط:

<https://www.youtube.com/watch?v=v3FrVT0knUc>

تقنيات الوصول إلى الإنترنت (Internet Access)

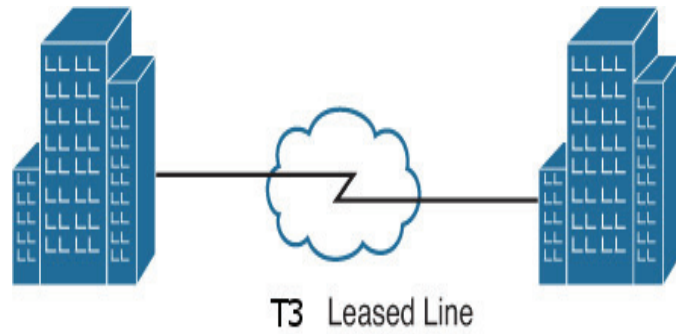
بدأ استخدام (الإنترنت) في العام (1990) باستخدام جهاز المودم (Modem)، وهو اختصار للكلمتين (Modulator/ Demodulator)، أي الجهاز الذي يرسل ويستقبل المعلومات في الوقت نفسه. في البداية كان هذا الجهاز يدعم السرعة 64 كيلو بت في الثانية، أما حالياً فقد أصبح متوسط سرعة (الإنترنت) لدى (90%) من المستخدمين ما يقارب 12 ميغابت في الثانية (12Mbps)، وذلك من خلال استخدام تقنيات النطاق العريض (Broadband)، مثل (ADSL)، الألياف الضوئية أو الأقمار الصناعية، والتي تدعم سرعات عالية جداً وتصل في اليابان مثلاً إلى 20 ميغابت في الثانية.

تُقسم تقنيات النطاق العريض الناقلة (للإنترنت) إلى نوعين: سلكي، ولاسلكي.

تقنيات النطاق العريض السلكي:

1. **طريقة الاتصال الهاتفي (dialup):** والتي تعتمد على استخدام مودم وخط هاتف ثابت، ويتم تحويل الإشارات الرقمية إلى تماثلية من خلال المودم، ثم إرسالها عبر خط التلفون، وتحتكر هذه الطريقة خط التلفون في حال إرسال البيانات، ولا تسمح بإجراء أو استقبال المكالمات أثناء الاتصال بالإنترنت.
2. **الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة (ISDN):** وتستخدم لنقل البيانات والصوت، وهي أقدم من (DSL)، وتنقسم تقنية (ISDN) إلى نوعين أساسيين:
 - **الخدمة البسيطة أو (BRI ISDN):** وتحتوي على قناتي اتصال لنقل المعلومات، سعة كل واحدة 64 كيلوبت في الثانية، وكذلك يوجد قناة للتحكم بعملية الإرسال، ويمكن استخدام قناتي المعلومات معاً للإنترنت لنقل بيانات أو استخدام واحدة (للإنترنت) والأخرى للصوت.
 - **الخدمة الأساسية (PRI ISDN):** وتتكون من 30 قناة للبيانات، وقناتين للتحكم في عملية الإرسال، وتصل سعتها تقريباً 2 ميغابت في الثانية، وتسمى في أوروبا خط (E1)، ويقابلها في الولايات المتحدة الأمريكية (T1)، والتي تحتوي على 24 قناة، وبسرعة إجمالية تصل إلى 1.5Mbps.

3. **الخطوط المستأجرة (Leased Lines):** وهي الطريقة المفضلة للحصول على (الإنترنت) من قبل الشركات والمؤسسات، وذلك من خلال استئجار خطوط للتواصل المباشر مع مزود الخدمة (ISP). الشكل الآتي يبين خط (E3) ذا سرعة عالية يربط بين موقعين مختلفين. لاحظ أن شكل السحابة يرمز إلى (الإنترنت).



مثال: إذا علمت أن خط (T2) يحتوي على 96 قناة اتصال، وسعة كل قناة هي (64kbps)، فما سرعة هذا الخط المستأجر من قبل شركة ما؟

الحل:

$$\text{السرعة} = \text{عدد القنوات} \times \text{سعة القناة}$$

$$= 96 \times (64\text{kbps}) = 6144 \text{ كيلوبت في الثانية}$$

$$\approx 6.144 \text{ ميغابت / الثانية.}$$

ابحث عن عدد قنوات الاتصال في الخطوط المستأجرة الآتية (E3، T3).



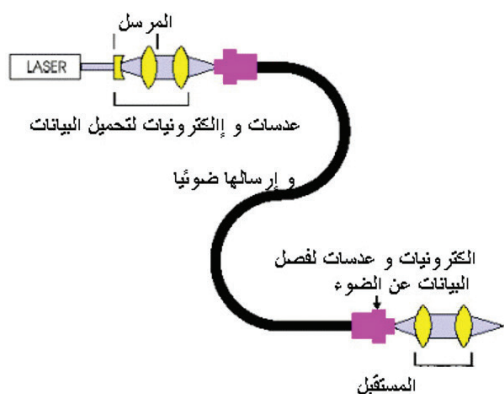
نشاط 4

اتصل بأحد مزودي الخدمة، واسأل عن تكلفة الخطوط المستأجرة الآتية وسرعتها: (T3) و (E3)، ودوّن ملاحظاتك.

4. الخط الرقمي للمستخدم (Digital Subscriber Line)

وتُسمى هذه التقنية اختصاراً (DSL)، ويوجد منها أنواع مختلفة، وتستخدم هذه التقنية خط الهاتف المنزلي إضافة إلى المرشح (Filter)، وبالتالي يمكن إجراء المكالمات الهاتفية واستخدام (الإنترنت) في الوقت نفسه، وفيما يلي بعض أنواع تقنية (DSL) على سبيل الذكر فقط:

- ADSL: وتعرف بأنها (Asymmetric)، والذي يعني «غير متساوٍ»، والسبب لأن سرعة تنزيل البيانات من الإنترنت لا تساوي سرعة التحميل (للاتترنت)، حيث أن سرعة التنزيل أعلى من سرعة التحميل.
- HDSL: اقدم من ADSL، وفي هذه التقنية تتساوي سرعات (التنزيل من / والتحميل إلى) (الإنترنت).
- VDSL، تتصف بأنها مخصصة للسرعات العالية (Very High)، والتي تصل حتى (55Mbps) في الأسلاك النحاسية، أو (85Mbps) في الألياف الضوئية.



5. الإنترنت بواسطة الألياف الضوئية

من أشهر تقنياته ما يُسمى «الألياف الضوئية للبيوت» (Fiber-To-The-Home)، وتسمى اختصاراً (FTTH)، والتي تستبدل الألياف الضوئية بالأسلاك النحاسية داخل مدينة أو دولة، ويتيح استخدام السرعات العالية للسكان جميعهم وذلك باستخدام النواقل الضوئية (Optical Carrier)، أو اختصاراً (OC)، ويوجد منها أنواع عديدة مثل:

- OC-1 = 52 ميغابت في الثانية (52Mbps)
- OC-3 = 155 ميغابت في الثانية (155Mbps)
- OC-12 = 4 أضعاف سرعة (OC-3) = 620 ميغابت في الثانية (620Mbps).

ويتم إرسال الضوء داخل الألياف الضوئية باستخدام تقنية الليزر (كما يظهر في الشكل السابق) أو باستخدام ثنائيات ضوئية خاصة (LEDs)، ومن ثم يتابع شعاع الضوء سيره من خلال خاصية الانعكاس الكلي الداخلي، وتوجد هذه النواقل أيضاً بسرعات تمثل 4 أضعاف (OC-3) مثل: OC-48، OC-192، OC-768، OC-1920.



ناقش فكرة تزويد مدينتك (بالإنترنت) العالي السرعة باستخدام النواقل الضوئية.





ابحث في الإنترنت عن مميزات تقنية (FTTH)، واذكر بعض الدول التي لديها حالياً هذه التقنية.

6. الإنترنت باستخدام شبكة الطاقة الكهربائية (Power Line Internet)

تتميز هذه التقنية بما يلي:

- لا تحتاج إلى أجهزة كثيرة ومعقدة.
- يتم نقل البيانات عبر موصلات الأسلاك النحاسية الخاصة بنقل الطاقة الكهربائية.
- ذات تكلفة بسيطة، وتساعد في توفير (الإنترنت) في المناطق جميعها، وخاصة النائية.
- سرعة نقل بيانات عالية تصل حتى (200Mbps).
- تستخدم نطاق ترددات خاصة بالبريد الراديوي (اللاسلكي)، لهذا فهي عرضة للتشويش (من / وعلى) الأجهزة المحيطة التي تعمل على الترددات نفسها.
- تُستخدم في أوروبا بشكل أكبر من الولايات المتحدة الأمريكية، ويعود ذلك إلى أن محوّلات الطاقة في أوروبا ذات تصميم مناسب على عكس الولايات المتحدة الأمريكية.

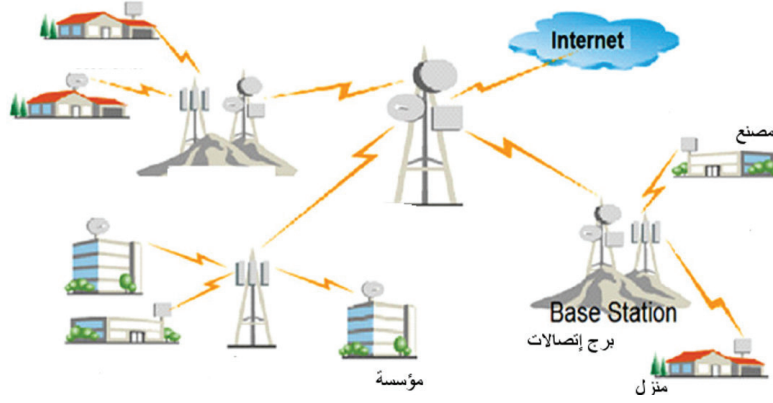


(الإنترنت) من خلال شبكة الكهرباء

تقنيات النطاق العريض اللاسلكية (Wireless Broadband Technologies)

- تهدف هذه التقنيات إلى توفير خدمة (إنترنت) ذات سرعة عالية جداً، ويكون ذلك باستخدام الوسائل الآتية:
- الأقمار الصناعية.

- شبكات الهواتف الخليوية (3G/3.5G/ 3.9G / 4G LTE /4G LTE Advanced).
- تقنية WiMAX.
- شركات خاصة للتزويد بخدمة (الإنترنت) من خلال نقاط بث خارجية وطويلة المدى.



إنترنت النطاق العريض اللاسلكي

الموجه (Router) كعنصر أساسي في الشبكة العالمية (WAN)



يعدّ الموجه جهاز حاسوب مصغّر، حيث يحتوي على معالج (CPU)، وذاكرة قراءة فقط (ROM)، وذاكرة للقراءة والكتابة (RAM)، ونظام تشغيل يسمى في بعض الأجهزة (IOS)، والتي تعني (Internet Operating System)، أي "نظام تشغيل (الإنترنت)".

رمز الموجه (Router)

عند تشغيل الموجه، يتم تنفيذ الخطوات الآتية:

1. فحص الأجزاء الداخلية والتأكد من سلامتها، وذلك يسمى (POST) وتعني (Power-On-Self-Test).
2. قراءة نظام التشغيل من ذاكرة القراءة فقط (ROM).
3. قراءة الإعدادات والبرمجة التي سيعمل الموجه تبعاً لها.
4. يبدأ العمل باستخدام ذاكرة القراءة والكتابة (RAM)، ويتم تخزين البيانات المستقبلية والمرسلة فيها.

ينتمي كل منفذ هنا لشبكة مستقلة، ولا يمكن نقل البيانات بين الشبكات المستقلة أو المنافذ إلا باستخدام

بروتوكولات التوجيه التي سيتم شرحها لاحقاً، ومن أجل تمكين أي منفذ على الموجّه للإرسال والاستقبال، يجب القيام بالخطوات الآتية لمرة واحدة:

- أ. إعطاء المنفذ عنواناً منطقياً تابعاً لتلك الشبكة.
- ب. فتح المنفذ من خلال الأمر (no shutdown).
- ج. شبك المنفذ فيزيائياً بسلك نحاسي أو بأحد الألياف الضوئية مع موزّع (switch) لتلك الشبكة.
- د. برمجة هذا المنفذ لتنفيذ بروتوكول التوجيه.

يعدّ الموجّه (Router) العنصر الأساسي لربط الشبكات المحلية البسيطة الموجودة في المنازل أو المؤسسات الكبرى مع شبكات محلية أخرى في أماكن بعيدة، وقد تكون هذه الشبكات المحلية في المدينة نفسها وقد تكون في أماكن متباعدة. وتسمّى الشبكات التي تحتوي على الموجّهات «الشبكات البعيدة» (WAN)، اختصاراً لـ (Wide Area Networks)، حيث يسمى مجموع الموجّهات التي تربط الشبكات المحلية جميعها عالمياً «الإنترنت».

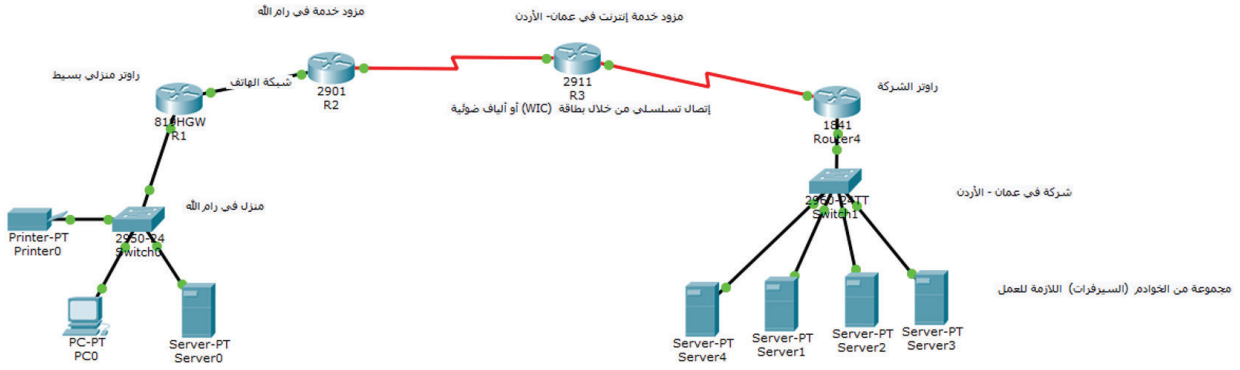
يعتمد الموجّه في عملية توجيه الحزم الرقمية داخل (الإنترنت) على «بروتوكول (الإنترنت)» (IP Protocol) الموجود في الطبقة الثالثة، وكذلك على بروتوكول النقل (TCP Protocol) الموجود في الطبقة الرابعة. المصطلح (TCP) هو اختصار للكلمات (Transmission Control Protocol)، والذي يعني «بروتوكول التحكم بنقل المعلومات»، لأنه يجهّز الحزم للإرسال، ثم يسلمها للبروتوكول (IP)، الذي يعدّ التقنية الأساسية لحمل الحزم الرقمية عبر موجّهات مزودي خدمة (الإنترنت).



الشكل المجاور يبين الشكل الحقيقي لهذا الجهاز.

يستخدم الموجّه لربط الشبكات المحلية مع العالم الخارجي والإنترنت. حيث يحتوي منافذ عديدة، وإمكانية استخدام تقنيات مختلفة للتوصيل.

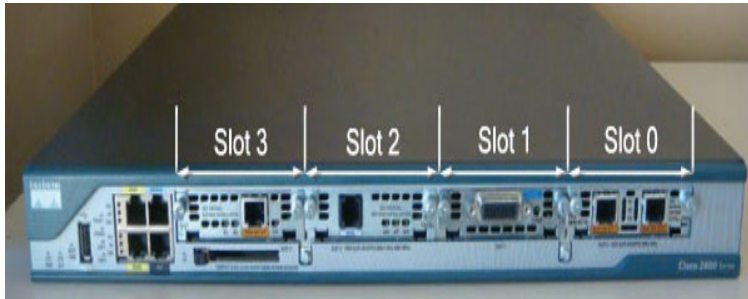
شبكة بسيطة للراوترات بين منزل في رام الله و شركة في الأردن



تدفع المؤسسات والشركات التي تستخدم الموجّهات ذات التقنيات المتقدمة مبالغ طائلة للأسباب الآتية:

1. هذه الأجهزة باهظة الثمن.
2. تحتاج إلى أسلاك خاصة، وأحياناً تحتاج إلى بنية تحتية وتمديدات باهظة الثمن.
3. يلزم أشخاص مدربون بشكل عالٍ لبرمجتها وصيانتها.
4. تقدم خدمات متطورة باهظة التكلفة، مثل:
 - أ. المكالمة الرقمية.
 - ب. حماية البيانات من السرقة.
 - ج. منع اقتحام الشبكة من الخارج.

يُطلق على منفذ الموجّه الاسم "نقطة الاتصال البعيد"، أو (WAN Interface)، وتدعم هذه المنافذ

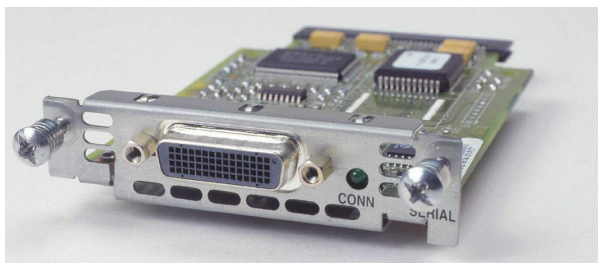


استخدام تقنيات ذات سرعات عالية جداً، مثل الأسلاك النحاسية الحديثة، أو الألياف الضوئية.

يبين الشكل المجاور الواجهة الخلفية (Backplane) لأحد الموجّهات المتقدمة ذات الأداء العالي، وتظهر

المنافذ الموجودة عليه، كما يظهر أماكن لإضافة بطاقات جديدة لتقنيات حديثة.

يطلق على المكان (الحيز) الذي يستوعب التقنيات أو البطاقات الحديثة في الموجّه الكلمة «شق» أو (Slot)،



بطاقة (WIC)

ويمكن إزالة هذه البطاقات في حال التلف أو الانتقال إلى تقنيات أحدث. الشكل المجاور يبين بطاقة تستخدم لإضافة منفذ اتصال بعيد، وهذه البطاقة تسمى (WAN Interface Card) أو اختصاراً (WIC)، وتختلف البطاقات حسب عدد المداخل والتقنية المستخدمة.

تدعم الموجهات المتقدمة التقنيات الآتية بشكل أساسي:



تقنية (VoIP)،

1. نقل المعلومات الرقمية، واستخدام طرق التشفير لحمايتها.
2. المكالمات الرقمية (VoIP) باستخدام شبكة الحاسوب.

3. اللقاءات المرئية (Video Conference)

4. تصفية البيانات قبل إرسالها أو استقبالها باستخدام الجدار الناري (Firewall).

5. التحكم بالمواقع التي يتم طلبها، ومراقبة سلوك الموظفين، وذلك باستخدام قوائم التحكم بالوصول (ACL).

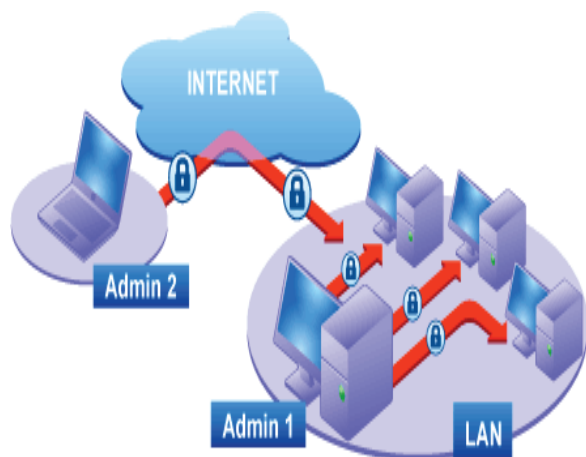
6. ذكاء الشبكة، وهو قياس وقت ذروة استخدام الشبكة وتحليل البيانات لتحسين أدائها وتطويرها.

7. يمكن للشخص المسؤول وذو الصلاحيات العالية إدارة هذه الأجهزة وبرمجتها من أي مكان في العالم، وهذه الطريقة تسمى «اتصال آمن عن بعد» أو (Secure Remote Connection).

يتم «الاتصال الآمن عن بعد» من قبل مسؤول الشبكة (Administrator)، والذي يتم تسميته أيضاً (Admin)،

وذلك من أجل القيام بمهام محددة مثل مراقبة وضع الشبكة أو صيانة الأعطال في حال غيابه، ويجب برمجة الموجّه والجدار الناري (Firewall) مسبقاً لتمكين هذا الشخص من الدخول إلى الشبكة عن بعد، بشرط:

- أ. اتصال مشفر (لا يمكن قراءة البيانات من قبل أي شخص غير موثوق به).
- ب. عدد محاولات الاتصال الفاشل لا تتعدى 3 مرات، حتى لا يتم استخدام طرق التخمين لاكتشاف كلمة السر.
- ج. زمن جلسة الاتصال محدودة (بضع دقائق إلى بضع ساعات).
- د. تدوين كل محاولة دخول من الخارج لبرمجة الموجّهات (للمتابعة الداخلية).



8. تقنية (VPN): استخدام نفق خاص بالزبون، لينقل

بياناته داخل (الإنترنت) بطريقة مشفرة، ومفصولة عن باقي المستخدمين. كلمة (VPN) هي اختصار للكلمات (Virtual Private Networks)، أي «شبكات خاصة وهمية أو افتراضية».



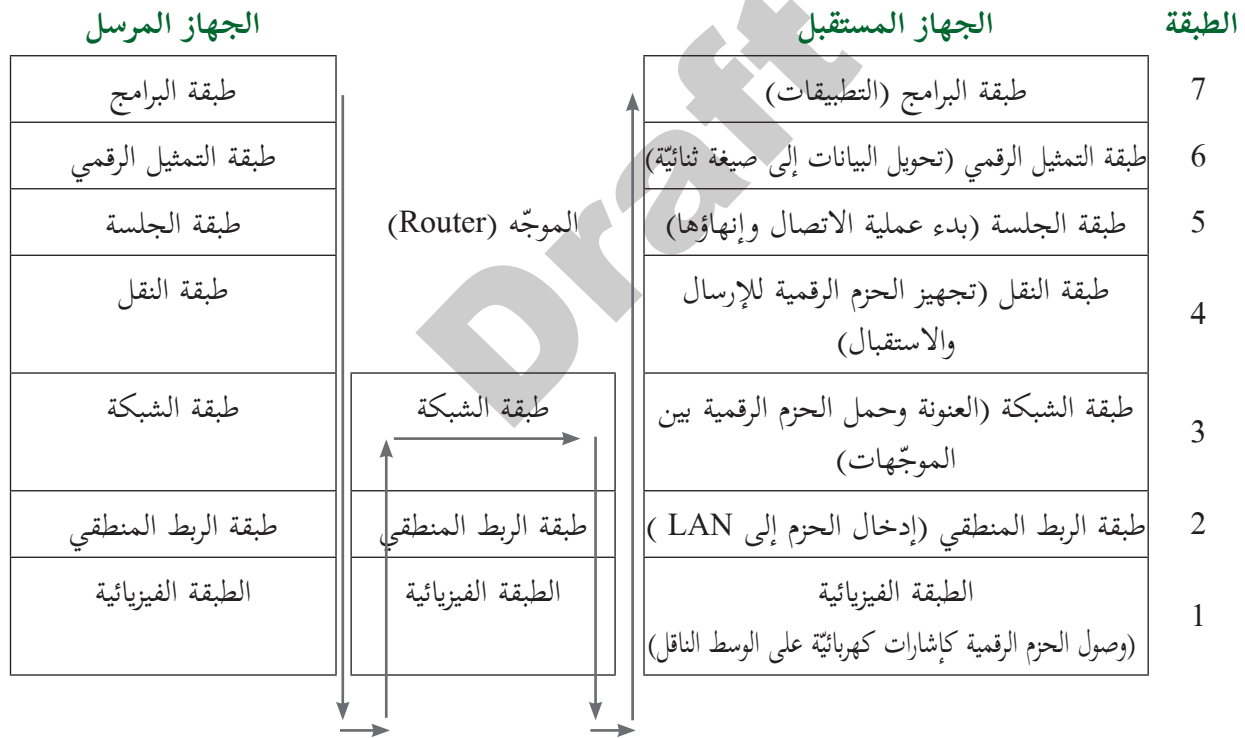
مبدأ عمل (VPN)

كيفية عمل الموجّه من خلال نموذج الطبقات السبع (7 Layers)

تقع وظيفة الراوتر في الطبقتين (3 و4)، وهما الشبكة والنقل، حيث تشبه الطبقة الرابعة المطار أو الميناء، وفيها يتم تقسيم المعلومات المُرسلة إلى أجزاء صغيرة تشبه المسافرين، ويتم إعطاء هوية لكل جزء من خلال رقم خاص يسمى (Sequence Number)، أي «الرقم المتسلسل»، ثم يتم تحديد الوجهه لكل حزمة وكيفية الوصول إلى تلك

الوجهة باستخدام "بروتوكولات التوجيه" أو (Routing Protocols) تلك الموجودة في الطبقة الثالثة، وتسمى أيضا "بروتوكولات التسيير"، وتقوم بإيصال المعلومات من موجّه إلى آخر في الشبكة حتى تصل إلى وجهتها النهائية.

تشبه الطبقة الثالثة السفينة أو الطائرة، حيث يتم وضع كل جزء من معلومات الطبقة الرابعة داخل حزمة جديدة خاصة بها، مثل المسافر الذي يجلس على كرسي خاص به داخل الطائرة، ثم يتم وضع قيمة رقمية إضافية في مقدمة هذه الحزمة تسمى مقدمة الحزمة (Header)، إذ تكون أول ما يصل من الحزمة، وفي آخر الحزمة يتم وضع قيمة رقمية أخرى تسمى نهاية الحزمة أو ذيل الحزمة (trailer)، لأنها تأتي في آخر الحزمة، وتحتوي قيمة رياضية للتأكد من صحة الحزمة عند وصولها إلى المستقبل، ويطلق على هذه القيم الرقمية (مقدمة الحزمة، ذيل الحزمة) مصطلح (overhead)، ويعني الفائض أو الإضافة، لأن هذه المعلومات الرقمية تهدف إلى توجيه الحزمة داخل (الإنترنت) بين الموجّهات المختلفة، وكذلك من أجل التأكد من أن الحزمة قد وصلت بشكل صحيح إلى المستقبل ولم يحدث عليها أي ضرر أو تغيير. الشكل الآتي يبين مرور المعلومات من جهاز إلى آخر عبر الموجّه.



طريق سير المعلومات بين الجهاز المرسل والمستقبل

ترجمة عنوان الشبكة (NAT)

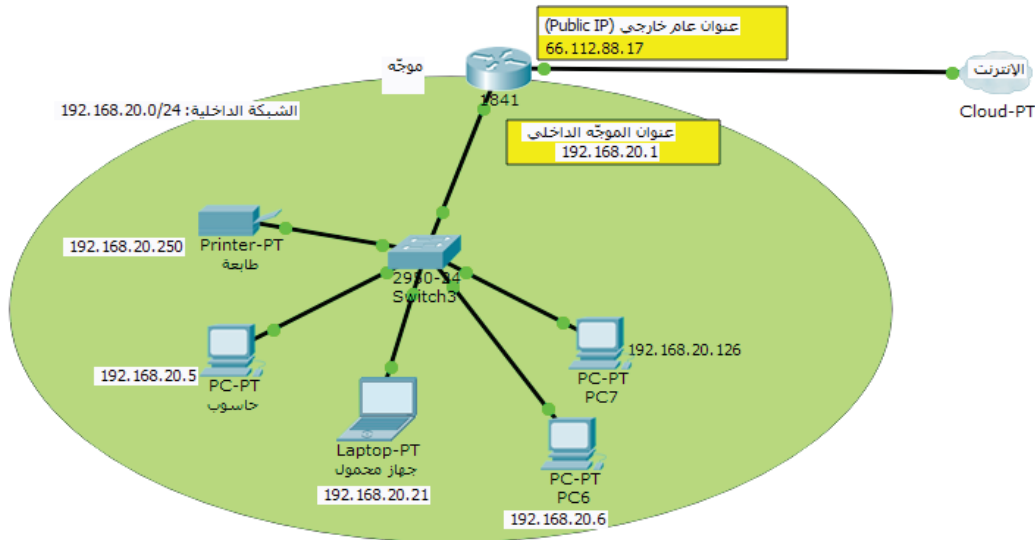
(Network Address Translation)

تسمى هذه الطريقة «ترجمة عنوان الشبكة»، لأنها تحوّل العناوين الخاصة (private IPs) المستخدمة داخليا من الأجهزة الطرفية، إلى عنوان عام (public IP) خارجي، وذلك من أجل الوصول إلى (الإنترنت)، والسبب كما ذكرنا سابقا، أن العناوين الخاصة لا يمكن استخدامها في (الإنترنت)، ويتم رفضها إذا حاولت الدخول إلى الموجهات الخاصة بمزود الخدمة، وتتوفر أيضا هذه الخدمة داخل الموجه البسيط الذي تشتريه من مزود الخدمة، وتكون عادة مُفعّلة (enabled) تلقائيا، ولكن يمكن لمسؤول الشبكة أن يوقف هذه الخدمة لمنع الأجهزة الداخلية من الوصول إلى (الإنترنت).

نشاط 5

أحضر موجهًا بسيطًا مخصصًا لاستخدام تقنية (ADSL)، وافحص توفر تقنية (NAT).

يبين الشكل والجدول الآتيين كيف تعمل خدمة (NAT) لجعل عدد كبير من الأجهزة الطرفية الداخلية تستخدم عنوانا خارجيا واحدا للوصول إلى (الإنترنت)، فعندما تحصل على خط إنترنت (ADSL) من مزود الخدمة، فإنك تكون في معظم الحالات قد حصلت على عنوان خارجي واحد فقط، ولكن قد تهتم بعض المؤسسات أو الشركات الكبيرة باستخدام أكثر من عنوان خارجي على الموجه نفسه، وذلك لزيادة كمية البيانات المرسلة والخدمات المستخدمة، وهذه المجموعة من العناوين العامة المتاحة للاستخدام معا في الموجه نفسه تسمى (IP Address Pool).



المرسل كما يظهر من الخارج	المرسل كما يظهر من الداخل
66.112.88.17:80	192.168.20.6:80
66.112.88.17:10777	192.168.20.21:10777
66.112.88.17:6666	192.168.20.126:6666
66.112.88.17:80	192.168.20.21:80
66.112.88.17:23	192.168.20.5:23

نرى في التصميم السابق شبكة داخلية لديها عدد كبير من العناوين الخاصة الداخلية والتي تم الحصول عليها عشوائياً من خلال طريقة (DHCP)، وتشارك في عنوان خارجي واحد تم الحصول عليه من مزود الخدمة، لهذا فإن العالم الخارجي لا يستطيع رؤية العناوين الداخلية، وهذا يزيد من الأمان والحماية للشبكة.

تتمكن الأجهزة الطرفية من الوصول إلى (الإنترنت) بعد أن تتحول قيمة عنوانها إلى العنوان الخارجي، مضافاً إليها رقم المنفذ (port) الخاص بالتطبيق المتصل بالإنترنت، ويكونان متلاصقان من خلال الرمز (:)، وهذا النوع من ترجمة العناوين يطلق عليه أيضاً (Port Address Translation) أو (PAT)، وهو إحدى تقنيات ترجمة العناوين. نرى في الشكل الآتي نتيجة تنفيذ الأمر (netstat) على حاسوب معين، وتظهر التطبيقات المستخدمة للإنترنت من خلال منافذ خاصة بها.

```
C:\Users\user1>netstat
Active Connections

Proto Local Address           Foreign Address         State
TCP    127.0.0.1:39000          G62-LP:49303           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49451           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49501           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49502           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49512           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49513           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49548           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49572           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49161         G62-LP:49682           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49303         G62-LP:39000           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49440         G62-LP:49441           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49441         G62-LP:49440           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49451         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49501         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49502         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49512         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49513         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49548         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49572         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:49682         G62-LP:49161           ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49210     157.55.130.144:40034   ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49216     52.225.132.29:https    ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49222     40.77.226.192:https    ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49223     91.190.216.55:12350    ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49231     bay407-m:https         ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49459     ec2-34-208-153-214:https ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49666     185.60.216.35:https    ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:49696     edge-star-shv-01-fra3:https ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:50277     wk-in-f109:imaps       ESTABLISHED
TCP    192.168.1.107:50559     195.122.177.168:https  TIME_WAIT
TCP    192.168.1.107:50560     193-45-6-13:http       TIME_WAIT
TCP    192.168.1.107:50562     195.122.177.168:https  TIME_WAIT
TCP    192.168.1.107:50566     195.122.177.168:https  ESTABLISHED
```

نشاط 6

حدّد العنوان العام المستخدم من أجهزة مدرستك باستخدام الموقع:

<http://www.whatismypublicip.com/>

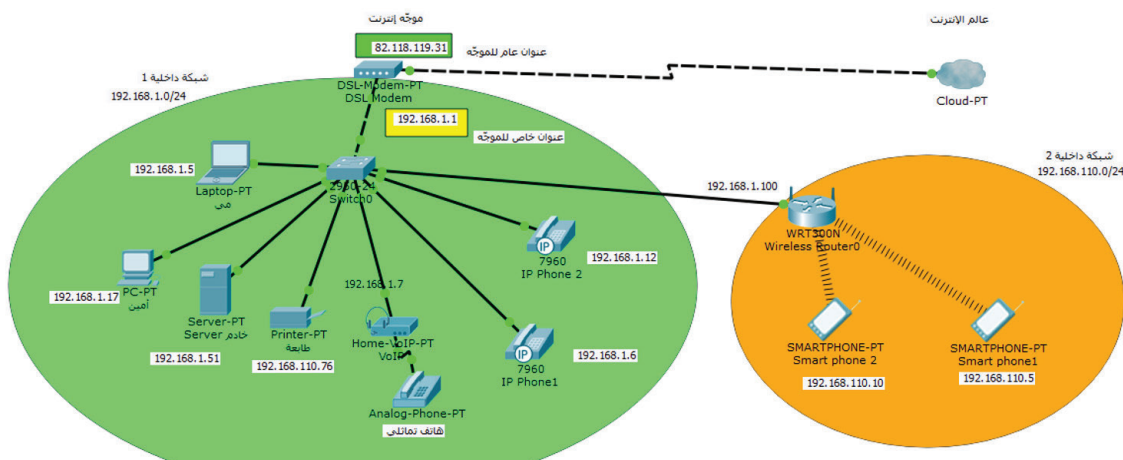
قارن النتيجة لهذه الأجهزة.



نشاط 7

نفذ الأمر (netstat) على جهازك لترى جلسات الاتصال التي يقوم بها، ثم ابحث عن العناوين العامة المتصلة بجهازك وتأكد بأنها حقيقية.

يبين الشكل الآتي تصميمًا لشبكة إحدى الشركات والأجهزة الموجودة فيها.



كيف تتمكن المؤسسات والوزارات والبنوك من الوصول إلى (الإنترنت)، وفي الوقت نفسه حماية البيانات والأجهزة الحساسة مثل الخادومات (Servers)؟

فوائد استخدام طريقته (NAT):

1. خفض سعر (الإنترنت) للأفراد والمؤسسات، فبدلاً من شراء عنوان عام لكل شخص أو جهاز فإن عنواننا واحداً يفي بالغرض.
2. أسهمت في التخفيف من استخدام العناوين العامة التي كادت تنتهي بحلول عام (2007).

نشاط 8

افحص العنوان العام الخاص بالموجه لديك من خلال الدخول إلى عنوانه الخاص باستخدام متصفح (الإنترنت)، ثم إفحص عدد الأجهزة الطرفية المتصلة إلى شبكتك.

نشاط 9

أوقف طريقة (NAT) في الموجه لديك، ثم حاول الوصول إلى (الإنترنت)، ماذا تستنتج؟

نشاط 10

استخدم عناوين عامة مختلفة على أجهزتك الطرفية، ثم حاول الوصول إلى (الإنترنت)، ماذا تستنتج؟

الشبكات الفرعية (Subnets)

يتم تقسيم الشبكة الكبيرة إلى شبكات أصغر، وتقع كل شبكة فرعية على منفذ موجه كما في الشكل الآتي، وتهدف هذه الطريقة إلى زيادة الحماية والسرعة داخل أقسام الشبكة الكبيرة، من حيث السماح بالوصول إلى الأقسام المختلفة لأشخاص محددين تبعاً لصلاحياتهم في المؤسسة، فمثلاً يتم تقسيم الشبكة الداخلية لشركة ما إلى الأقسام الآتية:

- قسم الخادما (Servers) التي تحتوي معلومات الزبائن وكذلك برمجيات المؤسسة وخدماتها التقنية.
- قسم الإدارة العليا وشؤون الموظفين.
- قسم المحاسبة.
- قسم المشاريع والتصميمات الهندسية وغيرها الكثير حسب تخصص الشركة.

يمكن أن يكون لكل شركة أقسام مختلفة، ذات وظائف مستقلة، ولا تمت بصلة إلى الأقسام الأخرى، وبالتالي يجب أن تكون معزولة عن بعضها. الشكل الآتي يوضح مبدأ عمل هذه الشبكات، لاحظ ربط الموجه مع الشبكات من خلال الأسلاك النحاسية التي يرمز إليها الخط الأسود المتصل.

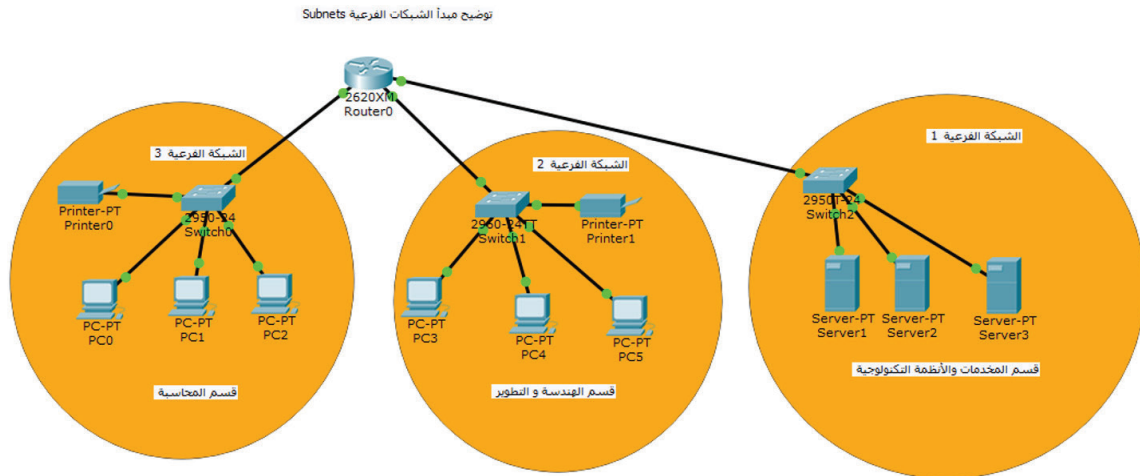
نشاط 11

شاهد الفيديو التعليمي الآتي للاطلاع على تصميم الشبكة باستخدام أحد برامج التصميم التعليمية، ثم دون ملاحظاتك:

العنوان: شرح طريقة عمل شبكة وإعدادها عن طريق برنامج (cisco packet tracer)

الرابط:

<https://www.youtube.com/watch?v=EpgX3HF3TDQ>



تتواصل الشبكات الفرعية داخل الشركة مع بعضها باستخدام بروتوكولات التوجيه، التي تحمل المعلومات من شبكة إلى أخرى مختلفة، ويعدّ (RIP v2) أبسط بروتوكولات التوجيه، وهذا الاسم هو اختصار للكلمات (Routing Information Protocol) أي البروتوكول الذي يحمل معلومات التوجيه، وهو بروتوكول توجيه داخلي، وقد تم تطويره ليصل إلى الإصدار الثاني (version 2)، وهو المستخدم حالياً بين الشبكات الصغيرة، ولا يستعمل للتوجيه في شبكة (الإنترنت) بسبب بساطته، وقدرته على التعرف إلى 15 موجّه كحد أقصى، ويختار هذا البروتوكول الطريق الأقصر ذات العدد الأقل من الموجّهات بين المرسل والمستقبل، لذا فإن هذا البروتوكول ينتمي إلى مجموعة تسمى "بروتوكولات مُتّجه المسافة" أو (Distance-Vector Routing Protocols)، ويطلق عليها اختصاراً (DVRP).

بروتوكولات التوجيه (Routing Protocols):

يحدد بروتوكول التوجيه الطريق الأفضل (best route) لإرسال الحزم الرقمية إلى المستقبل، ويتم ذلك من خلال حساب الطريق "الأقصر"، أي ذات العدد الأقل من الموجّهات، أو الطريق ذات التكلفة الأقل، وهذه التكلفة قد تكون مثلاً:

- الزمن اللازم لإرسال المعلومات من المرسل إلى المستقبل.
 - عدد الحزم الرقمية الضائعة خلال الاتصال.
 - كمية البيانات المرسلة على خط معين.
- يمكن لمصمم الشبكة البعيدة أن يحدد يدوياً الخطوط ذات الأولوية الأعلى.

وظائف بروتوكولات التوجيه:

1. اختيار أفضل طريق للتواصل بين شبكتين متباعدتين.
 2. سرعة الإستجابة لأي مشكلة تحدث على الطريق المستخدمة للتوجيه.
- تستخدم الموجّهات بروتوكولات التوجيه من أجل التعرف إلى الشبكات الموجودة في منطقة ما، وبالتالي إيجاد أفضل طريق لإرسال البيانات من شبكة إلى أخرى، فيقوم كل موجّه بإبلاغ باقي الموجّهات المجاورة عن الشبكات المتصلة به جميعها، وكذلك فإنه يبلغها بشكل دوري (كل 30 ثانية) عن أي تغييرات حدثت على شبكاته أو أي شبكة أخرى يعرف عنها، وتسمى هذه العملية «تحديث طرق التوجيه» أو (routes update)، ويقوم من خلالها بتحديث بيانات الموجّهات المجاورة من خلال إرسال معلومات مخزنه في ذاكرته الخاصة عن

الشبكات المعروفة له جميعها، وتسمى المعلومات التي يخزنها في ذاكرته ويحدثها دائما بـ "جدول التوجيه" أو (Routing Table)، ولا تتم هذه العملية إلا من خلال موجّهات تستخدم بروتوكول التوجيه نفسه الذي يعدّ بمثابة "لغة تواصل بين الموجّهات".

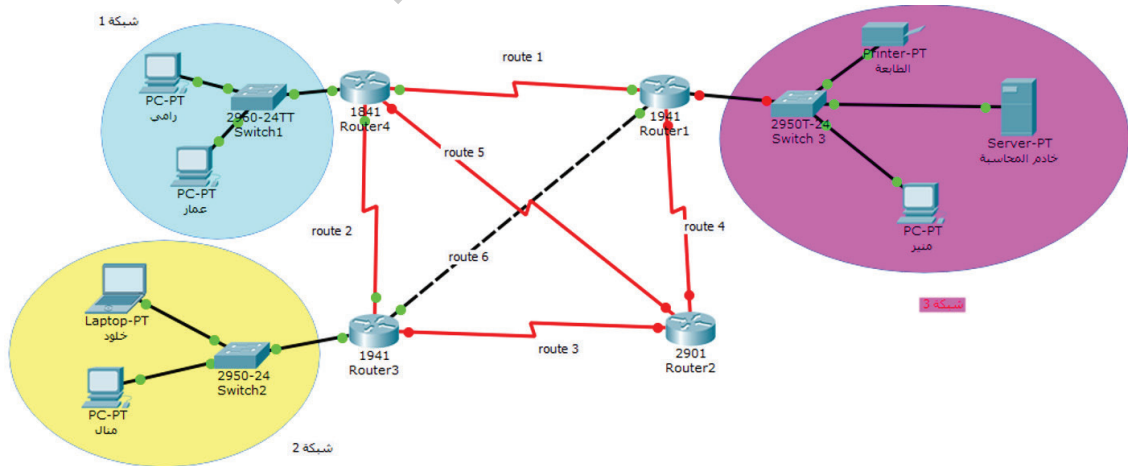
أنواع بروتوكولات التوجيه:

- ★ داخلية (تُستخدم داخليا بين أجزاء الشركة داخل منطقة أو مدينة معينة) : مثل RIP
- ★ خارجية (تُستخدم عالميا في (الإنترنت) لربط الدول والقارات) : مثل BGP

ابحث في (الإنترنت) عن طرق توجيه أخرى، داخلية وخارجية.

مثال:

لإرسال معلومات في الشكل الآتي من جهاز "رامي" في "شبكة 1" إلى جهاز "منير" في "شبكة 3" باستخدام بروتوكول (RIPv2)، فإنه سيختار الطريق ذات العدد الأقل من الموجّهات، وبالتالي سيستخدم (route1)، لأن المسافة (distance) بين هاتين الشبكتين هي 2، أي موجّهين، والتي يطلق عليها أيضا "عدد القفزات" أو (hop count). لاحظ إمكانية استخدام تقنيات مختلفة لربط الموجّهات مع بعضها.



حدد الطريق المستخدمة لإرسال ملف من جهاز «منال» في «الشبكة 2» إلى جهاز «رامي» في

”الشبكة 1“. ماذا يتغير لو حدث قطع في السلك الذي يمثل الطريق الأقصر؟ حدد عدد القفزات (count hop) في كل حالة.

نشاط 12

استخدم الأمر ”tracert“ مع أحد مواقع (الإنترنت) للتعرف إلى الموجّهات التي تقع بينك وبين ذلك الموقع كما في الشكل الآتي.

```
C:\Users\user1>tracert google.com

Tracing route to google.com [216.58.204.110]
over a maximum of 30 hops:

  0  0 ms  0 ms  0 ms  superbox.home [192.168.1.1]
  1  39 ms  39 ms  49 ms  217.21.2.58
  2  39 ms  39 ms  39 ms  192.168.17.162
  3  40 ms  38 ms  39 ms  192.168.17.49
  4  41 ms  39 ms  40 ms  82.213.2.161
  5  *      *      *      Request timed out.
  6  99 ms  96 ms  97 ms  xe-11-2-2.edge7.Frankfurt1.Level3.net [195.16.161.53]
  7  *      *      *      Request timed out.
  8  106 ms  107 ms  106 ms  72.14.242.122
  9  108 ms  107 ms  109 ms  216.239.46.180
 10  107 ms  107 ms  157 ms  216.239.57.186
 11  131 ms  104 ms  103 ms  209.85.251.177
 12  104 ms  109 ms  108 ms  216.239.57.37
 13  140 ms  137 ms  142 ms  108.170.244.225
 14  105 ms  104 ms  116 ms  108.170.236.97
 15  107 ms  105 ms  131 ms  par10s28-in-f14.1e100.net [216.58.204.110]
```

تصميم الشبكات الفرعية (Subnetting)

يتم تقسيم الشبكة الكبيرة داخل المؤسسة أو الشركة أو البنك إلى شبكات صغيرة (subnets) عديدة، منفصلة عن بعضها، وترتبط مع بعضها من خلال منافذ على الموجّه نفسه أو تكون متصلة على موجّهات مختلفة، سيقتصر حديثنا هنا على شبكات فرعية متصلة على الموجّه نفسه.

لتصميم هذه الشبكات يجب:

1. معرفة عدد الشبكات الفرعية اللازمة.
2. حجز (n بت) من الخانات الثنائية الخاصة بالجهاز الطرفي، وذلك لتمثيل الشبكات الفرعية اللازمة.
3. حساب قناع الشبكة الجديد.
4. حساب الشبكات الفرعية.

5. حساب الحد الأقصى للأجهزة الطرفية في كل شبكة فرعية، وذلك بناءً على ما تبقى من خانات الجهاز الطرفي.

مثال:

حوّل الشبكة "192.168.100.0" التابعة لـ (Class C) إلى 5 شبكات فرعية.

الحل:

عنوان الشبكة المُعطى هو من النوع (IPv4)، وينتمي إلى (Class C)، أي أن 24 بت تنتمي لعنوان الشبكة، وتظهر باللون الأخضر، و 8 بت لعنوان الجهاز الطرفي (اللون الأزرق)، كما يظهر في التمثيل الثنائي الموضح فيما يلي:

عنوان الشبكة المعطى:

$$11000000.10101000.01100100.00000000 = 192.168.100.0$$

- المطلوب: 5 شبكات فرعية.
- نستعير على الأقل 3 بت من الخانات الثنائية الخاصة بالأجهزة الطرفية، فنحصل على:
 $2^3 = 8$ شبكات فرعية

وتظهر فيما يلي الاحتمالات الممكنة لجميعها للخانات المستعارة:

000	00000
001	00000
010	00000
011	00000
100	00000
101	00000
110	00000
111	00000

- حساب قناع الشبكة: تمتلك كل شبكة فرعية 27 خانة ثنائية (24 + 3)، ويرمز لكل خانة بالعدد «1»، كما يلي:

$(11111111.11111111.11111111.11100000)_2$

255.255.255.224

وهذا يكافئ:

ويصبح هذا قناع الشبكة الجديد لكل الشبكات الفرعية.

4. حساب الشبكات الفرعية: تظهر فيما يلي الشبكات الفرعية الممكنة:

11000000	10101000	01100100	00000000	=	192	168	100	0
11000000	10101000	01100100	00100000	=	192	168	100	32
11000000	10101000	01100100	01000000	=	192	168	100	64
11000000	10101000	01100100	01100000	=	192	168	100	96
11000000	10101000	01100100	01000000	=	192	168	100	128
11000000	10101000	01100100	10000000	=	192	168	100	160
11000000	10101000	01100100	10100000	=	192	168	100	192
11000000	10101000	01100100	11000000	=	192	168	100	224

نرى أنه يتبقى 5 بت لتمثيل عنوان أي جهاز طرفي في أي شبكة فرعية، فيصبح عدد الأجهزة الطرفية الممكن استخدامهما في كل شبكة فرعية هو $[2^5 - 2] = 30$ ، لأن هناك عنوانين لا يمكن استخدامهما، وهما:

○ أول عنوان في الشبكة الفرعية (Subnet IP)

○ آخر عنوان في الشبكة الفرعية (Broadcast IP)

نحصل في النهاية على 8 مجموعات لعنونة 8 شبكات فرعية، وكل مجموعة تسمى أيضا (Block)، ونذكر منها هنا 3 مجموعات فقط هي:

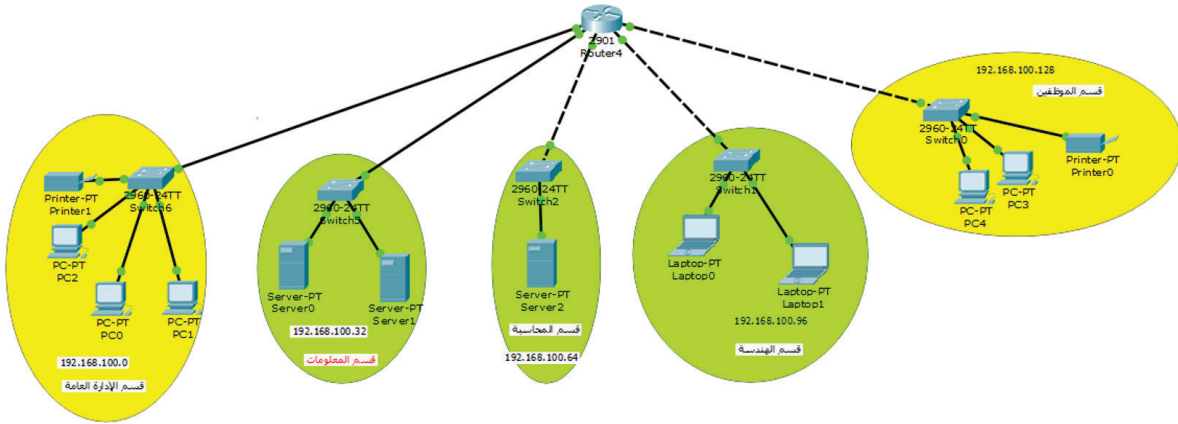
Block 1 : 192.168.100.0 – 192.168.100.31

Block 2 : 192.168.100.32 – 192.168.100.63

Block 3 : 192.168.100.64 – 192.168.100.95

نشاط 13

أكمل باقي المجموعات في المثال السابق.



تصميم للشبكات الفرعية وربطها مع بعضها من خلال الموجه نفسه.

استخدام الشبكات الفرعية يقلل من عدد الأجهزة الطرفية الممكن إستيعابها في الشبكة الأصلية!

التشغيل

نشاط 14

صمم مخطط شبكة لمزود خدمة بسيط يستخدم عدة نقاط وصول لاسلكية لتزويد عدة بنايات متجاورة بالإنترنت. استخدم جميع الأجهزة اللازمة.

أسئلة الدرس:

- س1) اذكر الأسباب المحتملة لعدم رؤية ملف تمت مشاركته مع الآخرين.
- س2) وضح الخطوات اللازم اتباعها لحل مشكلة انقطاع خدمة (الإنترنت) عن بيتك.
- س3) كيف تساعد في إيصال خدمة (الإنترنت) لشقة تقع في الطابق الرابع في بناية سكنية، إذا علمت أن موجّه (الإنترنت) يقع في الطابق الأول، وهذا الموجّه لديه 4 منافذ للأسلاك، وكذلك يدعم التقنية (IEEE 802.11b/g)؟ اذكر الطرق الممكنة جميعها.
- س4) ضع تصميمًا لشبكة حاسوب تستخدم خط إنترنت تجاري واحد بسرعة 32 ميغا بت في الثانية (32Mbps) لتغطية عمارة سكنية من 4 طوابق، وفي كل طابق شقتان. استعمل القطع اللازمة جميعها.
- س5) كم عدد المشتركين الممكن تزويدهم بخدمة إنترنت ذات سرعة 12 ميغا بت في الثانية إذا تم استخدام الناقل (OC-192)؟
- س6) حدد نوع وعدد النواقل الضوئية اللازمة لتغطية مدينة تشتمل على 100 ألف شخص، إذا رغب كل منزل بالحصول على إنترنت للحالات الآتية: (4/8/12/20) ميغا بت في الثانية. (افرض أن متوسط عدد أفراد العائلة هو 5 أشخاص).
- س7) بين أهم أسباب استخدام الشبكات الفرعية، ووضح الإيجابيات والسلبيات.
- س8) ضع تصميمًا لشبكتك المدرسية بحيث تزيد من أمان الشبكة وفعاليتها.
- س9) عدد أهم أجزاء الموجّه، والهدف من كل جزء.

س1) وضح الفرق بين الشبكة المحلية (LAN) والشبكة البعيدة (WAN).

س2) اذكر سرعات النقل في الأسلاك الآتية:

Ethernet ، Fast Ethernet ، Gigabit Ethernet

س3) قارن بين الاتصال السلكي واللاسلكي من حيث أمن المعلومات المرسلة.

س4) وضح المصطلح (ISM)، وفي أي مجال يستخدم؟

س5) اذكر أهم الفروقات بين مفتاح الشبكة (Switch) والموجه (Router).

س6) اذكر المراحل التي يمر بها الموجه من أجل بدأ الإرسال والاستقبال.

س7) ما الذي يتوجب فعله من أجل ربط الموجه مع شبكة ذات تقنية غير مدعومة على هذا الموجه؟

س8) ضع إشارة (✓) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة فيما يلي:

☐ لا يمكن ربط مفتاح الشبكة البسيط مع الموجه ذي الأداء العالي.

☐ تستخدم أجهزة الوصول اللاسلكي المعيار (IEEE 802.11a) من أجل زيادة سرعة الشبكة.

☐ يمكن وضع سلكين نحاسيين في الوقت نفسه بين أي مفتاحي شبكة بدون مشكلات.

☐ يمكن استخدام بروتوكولات التوجيه الداخلية داخل شبكة الإنترنت.

س9) اذكر أمثلة على برنامج محاكاة تستخدم لتصميم شبكات الاتصالات.

س10) أي البروتوكولات الآتية تعمل على نقل البيانات في الإنترنت؟

TCP ★

UDP ★

IP ★

DHCP ★

لجنة المناهج الوزارية:

د. صبري صيدم	أ. ثروت زيد	د. شهناز الفار
د. بصري صالح	أ. عزام أبو بكر	د. سميرة نخالة
م. فواز مجاهد	أ. علي مناصرة	م. جهاد دريدي

فريق إعداد الخطوط العريضة:

أ. إبراهيم قدح (منسقاً)	د. إياد أبو هدروس	أ. أسامة حمور
أ. جميل ناطور	م. خلدون عوايصة	أ. صابرين أبو عيَّاش
م. ضرار خضر	م. معاذ أبو سليقة	أ. مهتد أبو الهيجا
أ. نور زاهدة		

المشاركون في ورشة اقرار الكتاب

ابراهيم ريان	ابراهيم قدح	اسامة حمور	امجد ابو زهرة
بلال العصا	جمانة دعباس	سالم حروب	شادية شماسنة
ضرار خضر	علاء رستم	محمد قاسم	معاذ ابو سليقة
ميسون دار العيس	وفاء عمران		

تم بحمد الله