١٢

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم

الاتصالات والإلكترونيات

الفرع التكنولوجي

فريق التأليف:

م. معاذ أبوسليقة (منسقاً)

د. إياد أبو هدروس

م. ضرار خضر

أ. أسامة حمور

أ. ابراهيم قدح

قررت وزارة التربية والتعليم 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. كمال فحماوي**
التصميم الفني	**أ. عبد الناصر أبوشوشة**
التحكيم العلمي	**د. ناصر صبّاح**
قراءة	**أ. أسيد الخواجا**
التحرير اللغوي	**د. سهير قاسم**
المتابعة للمحافظات الجنوبية	**د. سمية النّخالة**
فريق الإثراء	**م. معاذ أبو سليقة م. جهاد خلوف م. عمر منّاع**

الطبعة الأولى

٢٠١٩ م/ ١٤٤٠ هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

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

هاتف +970-2-2983280 | فاكس +970-2-2983250

https://www.facebook.com/Palestinian.MOEHE/

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

تـقـديـم

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع 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 لعديد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكريّة المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكومة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تآلفت وتكاملت؛ ليكون النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

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

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

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

آب / ٢٠١٧

مـقـدمـة

استكمالاً لما تم طرحه من موضوعات ومفاهيم في كتاب الاتصالات والإلكترونيات للصف الحادي عشر وانسجاماً مع البناء الحلزوني للمنهاج والذي يهتم بالعلاقة الرأسية بين المفاهيم، حيث يعرضها وفق نظام حلزوني يزداد عمقاً وتخصيصاً واتساعاً كلما تقدم المتعلم في المرحلة التعليمية أو الصفوف الدراسية، فقد تم إعداد هذا الكتاب وفقاً لنظام البناء الحلزوني المعتمد والذي يراعي الاستمرارية والترابط والتتابع في عرض المفاهيم العلمية وتنفيذ الأنشطة التطبيقية والعملية.

يعد هذا الكتاب أحد كتب المرحلة الثانوية للفرع التكنولوجيّ والذي يحتوي على ثلاث وحدات، حيث تتطرق الوحدة الأولى إلى موضوع الإلكترونيات السطحية في العالم الرقمي والتي يتعرف الطالب من خلالها إلى بعض القطع الإلكترونية السطحية، وكيفية التعامل معها من حيث تحديد قيمها من خلال جداول الترميز المختلفة، إضافة إلى مفهوم الدارات المنطقية وأنواعها وتطبيقات عليها.

وجاءت الوحدة الثانية لاستكمال ما تم طرحه في الصفوف السابقة لموضوع لوحة (الأردوينو) وتطبيقاتها، وكيفية استخدامها، والتعامل مع المداخل والمخارج التماثلية على هذه اللوحة للتحكم بدارات إلكترونية مختلفة، كما تتطرق إلى مفهوم المنازل الذكية ودور المتحكمات الدقيقة فيها، وتكاملاً مع موضوع التحكم والتحكم عن بعد تم استعراض موضوع (إنترنت) الأشياء والتقنيات المستخدمة لربط الأشياء مع بعضها، والتحكم بها عن بعد من خلال شبكة (الإنترنت).

وتأتي الوحدة الثالثة لاستكمال موضوع الشبكات الذي طُرح في الصفين العاشر والحادي عشر التكنولوجي للانطلاق نحو موضوع مهم في مجال الشبكات والاتصالات وهو موضوع الشبكات الواسعة ومفهومها والتي تعدّ شبكة الإنترنت من أكبر الأمثلة عليها كما تطرقت الوحدة إلى موضوع الشبكات الفرعية وكيفية تقسيم الشبكة، وتوزيع عناوينها، ومن ثمّ تصميم وتنفيذ الشبكات الوهمية (VLANs).

تم إنجاز هذا الكتاب بجهود فريق عمل متميز إذ يعدّ في السنة الأولى من إصداره نسخة تجريبية، فكلنا ثقة بمعلمينا وأبنائنا الطلبة وأولياء الأمور وذوي العلاقة بأهمية رفد الإدارة العامة للمباحث العلمية/ مركز المناهج بالتغذية الراجعة والملحوظات والمقترحات جميعها بغرض التعديل والإثراء والتجويد بما فيه مصلحة الطلبة وبما يسهم في تحسين نوعية التعليم.

فريق التّأليف

المحتويات

الوحدة الأولى: الإلكترونيات في العالم الرقمي

الدرس الأول: الإلكترونيات السّطحية 4

الدرس الثاني: مدخل إلى العالم الرقميّ 23

أسئلة الوحدة: 42

الوحدة الثانية:المتحكمات الدقيقة والمنازل الذكيّة

الدرس الأول: تطبيقات متقدمة في الأردوينو 47

الدرس الثاني: الأردوينو والمنازل الذكية 63

الدرس الثالث: إنترنت الأشياء وآفاق مستقبلية 76

أسئلة الوحدة: 90

الوحدة الثالثة: شبكات الحاسوب

الدرس الأول: الشبكة الواسعة (WAN) 94

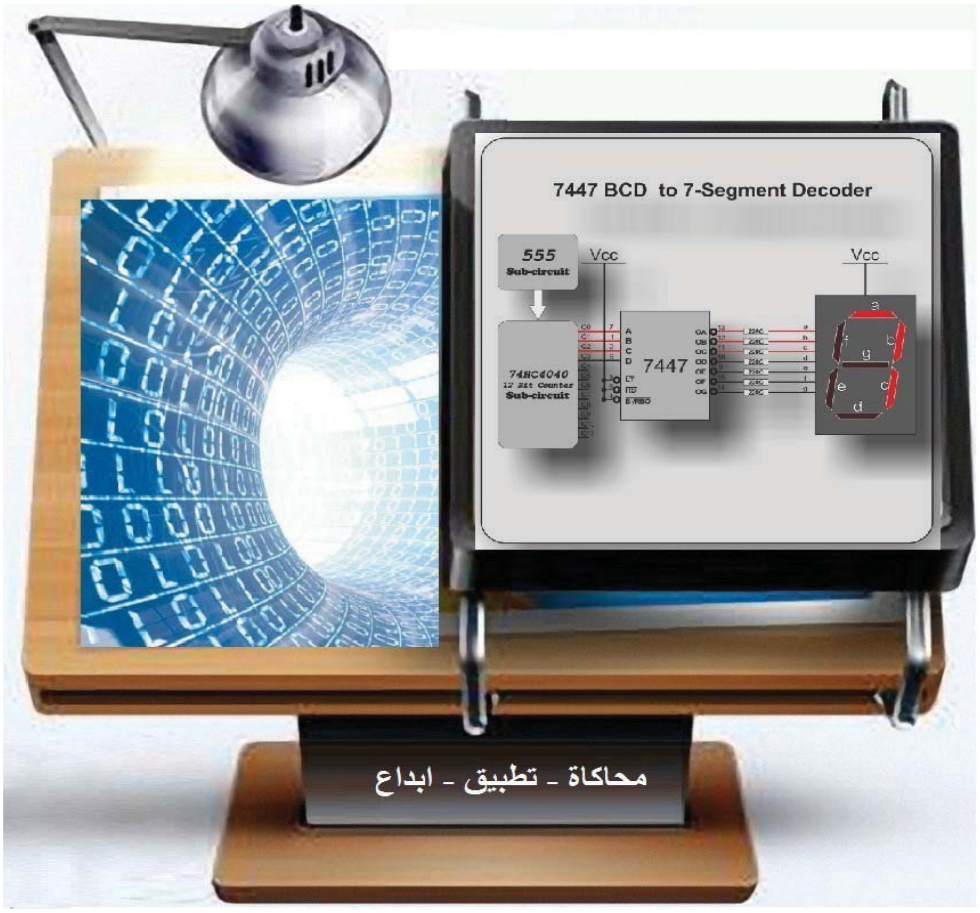
الدرس الثاني: الشبكات الفرعية (Subnets) 112

الدرس الثالث: الشّبكة المحلية الوهمية (VLAN) 126

أسئلة الوحدة: 142

الوحدة الأولى

الإلكترونيات في العالم الرقميّ



مقدمة الوحدة

اكتسبت عزيزي الطالب مهارات علمية وعملية خلال دراستك السابقة لأساسيات الإلكترونيات ومحاكاة داراتها، وسنكمل معاً دراسة تقنيات حديثة أدّت إلى ثورة علمية ميزت الأجهزة الإلكترونية الحديثة بصغر الحجم، وزيادة سرعة نقل البيانات بين وحداتها، وتقليل استهلاكها للطاقة، وتقليل الحرارة المتبددة منها، باعتمادها على ما يسمّى بالإلكترونيات السطحية، مما فتح آفاقاً جديدة لثورة تكنولوجية في مختلف المجالات.

تتناول هذه الوحدة العديد من المفاهيم الجديدة حول الإلكترونيات السّطحية، وجداول ترميزها ومحاكاة داراتها، وسيتم التعرف إلى أنواع اللوحات المطبوعة وكيفية تثبيت مكوّنات الدارات المختلفة عليها باستخدام أدوات الفك والتركيب، كما وسنتعرف إلى البوابات المنطقية وداراتها، وجداول الحقيقة الخاصة بها، واستخدام مخطط كارنوف لتبسيط الدارات الرقمية لما له أثر في تقليل التكلفة المادية لمكونات الدارة، وكذلك التعرف إلى النطاطات، والعدادات وأنواعها، ودارات الترميز، ولوحة الإظهار من خلال محاكاة الدارات وتطبيقها في دارات عمليّة.

أهداف الوحدة

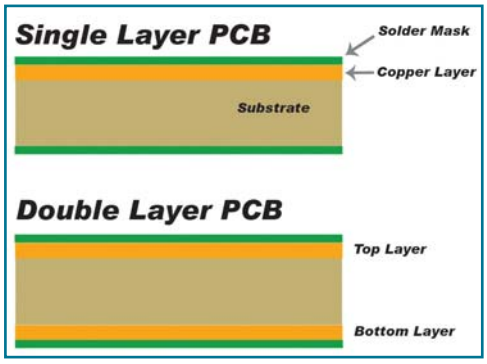
يتوقع من الطالب في نهاية هذه الوحدة أن يكون قادراً على:

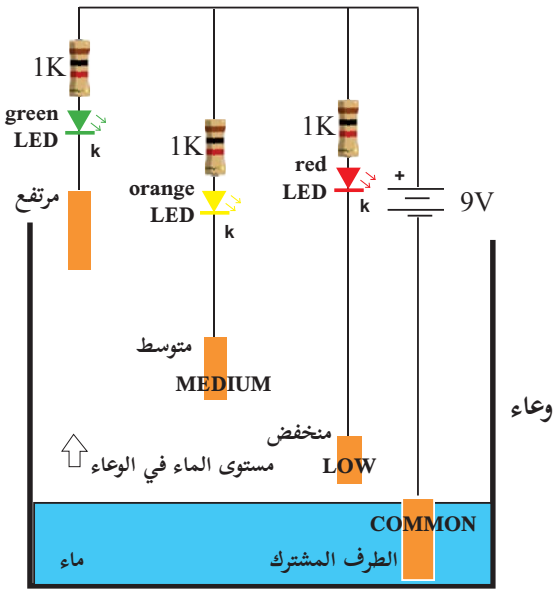
1. التعرف إلى مفهوم الإلكترونيات السطحية.
2. تحديد قيم العناصر السطحية باستخدام جداول الترميز.
3. التعرف إلى الدارات الرقمية وأنواعها.
4. تبسيط دارات البوابات المنطقية باستخدام مخطط كارنوف.
5. استخدام برامج المحاكاة بغرض محاكاة بناء الدارات الإلكترونية والرقمية، والتأكد من النتائج.

الدرس الأول الإلكترونيات السّطحية

تنطلق التكنولوجيا بمجالاتها المختلفة ليجسدها العلم بتطبيقات حياتية من أجل خدمة البشرية، وتسهيل حياتها، حيث نلمس أثر التّقدم التقنيّ في الانتقال من الإلكترونيات التماثلية نحو الإلكترونيات الرقمية لما له من أثر في زيادة سرعة نقل ومعالجة البيانات، وتعدد طبقات اللوحات الإلكترونية (تثبيت القطع الإلكترونية من الجهتين)، وتصغير حجم الدارات، وتقليل عدد القطع الإلكترونية المكوّنة للدارة لاعتماد تقنية الدارات المتكاملة Integrated Circuits (ICs)، والتي تحتوي على عدد هائل من القطع الإلكترونية، وكذلك إختلاف المادة المكوّنة للقطع الإلكترونية وطرق تغليفها (كبسلتها)، حيث أدّى ذلك إلى ظهور العناصر الإلكترونية صغيرة الحجم (العناصر السطحية)، وتستخدم العناصر سطحية التركيب Surface Mounted Devices (SMD)

في الدارات الإلكترونية مثل جهاز الهاتف المحمول ولوحة الأم بجهاز الحاسوب، والتي تمثّلت بدمج الإلكترونيات التّماثلية والرقمية، مما أدّى إلى فتح آفاق جديدة وحدوث نقلة نوعية في تصميم الأجهزة الإلكترونية.

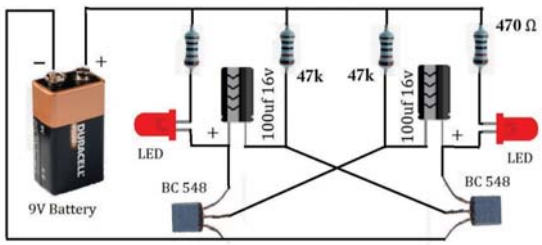
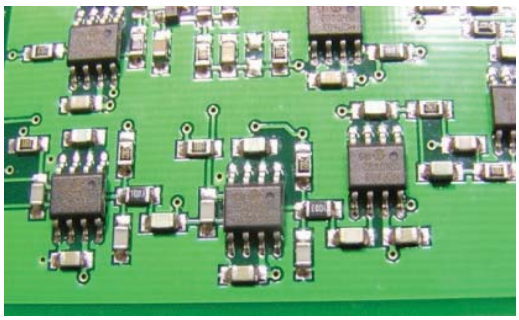




نشاط 1 تمعّن الدارة الإلكترونية في الشكل المجاور، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ما أسماء القطع الإلكترونية في الدارة؟
- ما نوع الثنائي المستخدم؟
- ما مبدأ عمل الدارة؟
- اقترح تطبيقاً حياتياً للدارة من واقعك.

نشاط 2 قارن بين الدارات الإلكترونية المبينة في الشكل الآتي من حيث: حجم القطع، ومساحة اللوحة، وأداء الدارة الإلكترونية.

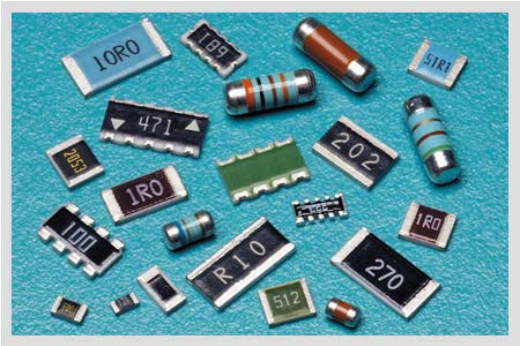
شكل (1): النظام التقليديّ للدارة التّماثليّة	شكل (2): العناصر السطحية نظام SMD
 Blinking LED Circuit Diagram	

نستنتج من النشاط السابق أن تقنية SMD أدّت إلى تصغير حجم الدارات الإلكترونية، حيث تم تثبيت ووضع العناصر مباشرة على سطح لوحة الدوائر المطبوعة متعددة الطبقات PCB Multi Layers ، مما أدّى إلى خفة وزن الدارة، وزيادة عدد العناصر الإلكترونية على مساحة اللوحة، وقلة تكلفة المادة اللازمة لصناعة العناصر، وانخفاض الطاقة المستهلكة، وتقليل تأثير إشارة الموجات الراديوية الغير المرغوب فيها بسبب انخفاض المقاومة والمحاثة، واكثر قدرة على مقاومة الاهتزازات الميكانيكية او امكانية حدوث تلامس في الاطراف، وسهولة الفك والتركيب. ولكن ظهرت حاجتنا إلى استخدام أدوات جديدة للقياس والفك والتركيب، كما ظهرت جداول ترميز جديدة خاصة بهذه القطع لتحديد قيمتها.

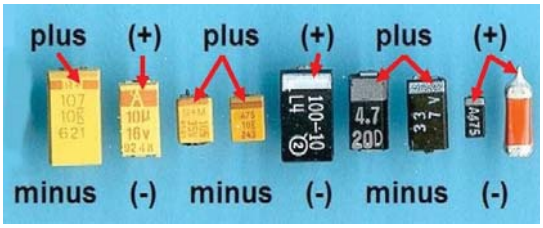
جهاز فحص سعة المكثّفات السطحيّة	أسلاك جهاز القياس للقطع الإلكترونية السّطحيّة	كاوي لحام لفك القطع السّطحيّة، وتركيبها

سؤال لماذا ظهرت جداول التّرميز الخاصة بنظام SMD؟

القطع الإلكترونية السّطحيّة

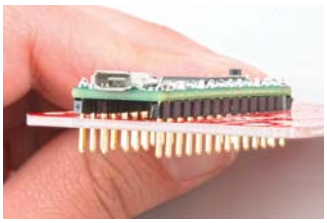
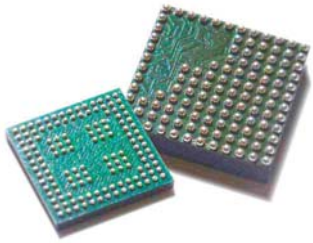
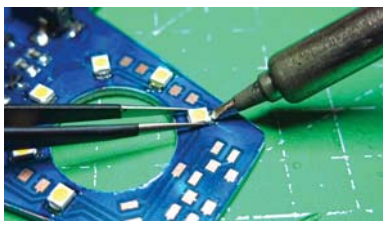


تتشابه القطع الإلكترونية السّطحيّة والتقليدية (التّماثليّة) في خصائص عديدة، منها الاسم، ومبدأ العمل، وطريقة التّوصيل في الدارة (مثل التّوصيل على التّوالي، والتوازي)، وكذلك القوانين الرياضية لحساب التيار والجهد، بينما تختلف في خصائص عديدة أخرى، مثل الحجم، والقدرة الكهربائيّة، وتركيبها الداخليّ.



تختلف القطع السّطحية فيما بينها في خصائص عديدة، منها:

1. القطبية: فمنها ما هو قطبي مثل: المكثفات الكيماوية والثنائيات، ومنها ما هو غير القطبي مثل المقاومات.
2. طريقة التوصيل والتثبيت: إذ يتم توصيل العناصر وتثبيتها في الدارات الإلكترونيّة واللوحات بطرائق عديدة، كما يظهر في الصّورة أدناه، أهمها:

طريقة التوصيل (التثبيت)	صورة توضيحية
١- التثبيت عبر الثقوب Through Hole Reflow (THR)	
٢- مصفوفة شبكة الكرات Ball Grid Array (BGA)	
٣- تثبيت القطع على السطح Surface Mount Device (SMD)	

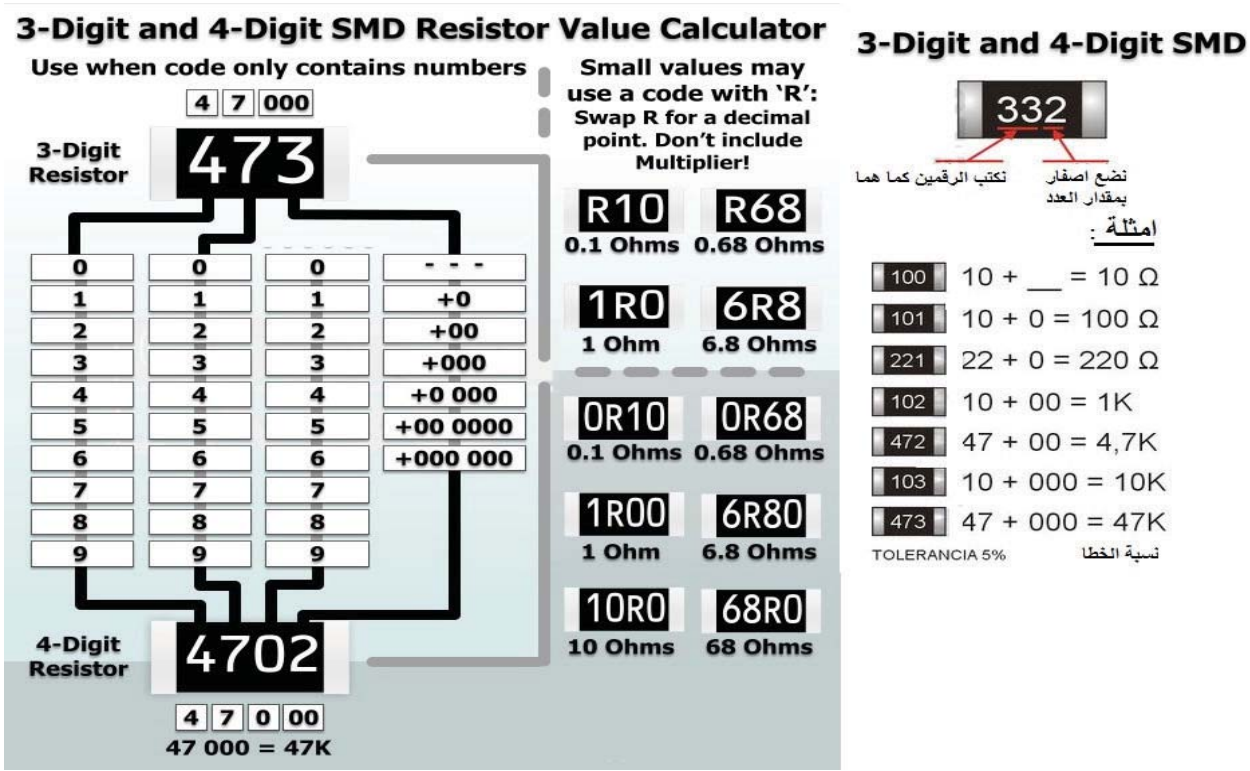
ولبناء الدارات الإلكترونية المختلفة نحتاج إلى القطع الإلكترونيّة، مثل المقاومات، والمكثّفات، والملفات، والثنائيات بأنواعها، و(الترانزستورات)، والدارات المتكاملة (ICs)، وفي هذا الدرس سنتعرف إلى بعض القطع السّطحيّة، وخصائصها.

أولاً: المقاومات

تستخدم المقاومة لحماية العناصر الإلكترونية في الدارة عن طريق تقليل التّيار المار خلالها بتغيير فرق الجهد بين أطرافها اعتماداً على قيمتها، وتمت دراسة المقاومة الكربونية في السّنوات السابقة، وتحديد قيمتها بطرائق مختلفة، وسيتم في هذا الدرس دراسة المقاومة السّطحيّة التي تُحددُ قيمتها باستخدام الحزم اللونية أو جداول الترميز، لصغر حجمها من خلال طرائق عديدة، منها:

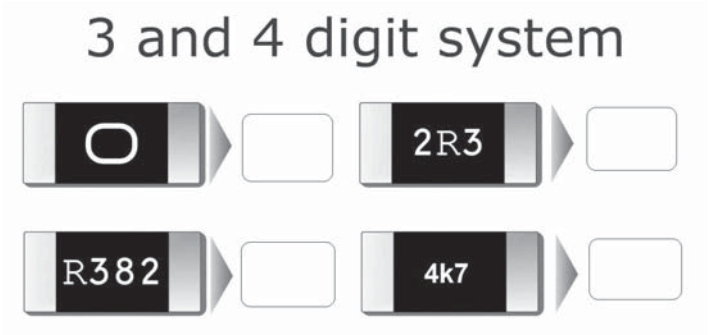
1. طريقة ترميز المقاومة السطحية باستخدام نظام ثلاثي أو رباعي الخانات:

يتم قراءة الأرقام المكتوبة على سطح المقاومة، والتي تكون بإحدى النظامين ثلاثي أو رباعي الخانات، كما يظهر من جدول ترميز المقاومات السّطحيّة. وتستخدم عادةً عدسة تكبير لرؤيتها بالشكل الصحيح، إذ يتم تحديد القيمة بطريقة المقاومة الكربونيّة نفسها، وتُكتب أرقام وحروف مثل (R) لتحديد قيمة المقاومة الصغيرة، وتشير إلى موضع الفاصلة العشرية لقيمة المقاومة (الأوم) و(K) لتحديد قيمة المقاومة الكبيرة (الكيلو أوم).



سؤال لماذا نستخدم المقاومة الصّفرية (ذات الرقم 0 على سطح المقاومة)؟

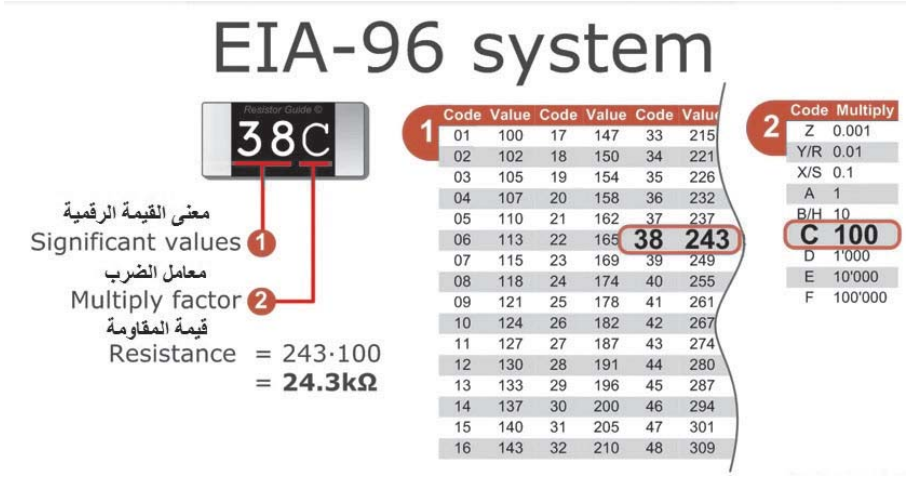
نشاط 3 اعتماداً على طريقة التّرميز السّابقة للمقاومة السّطحيّة، ما قيمة المقاومات في الشكل المجاور؟



2. طريقة الترميز باستخدام نظام EIA-96:

تتم معرفة قيمة المقاومة باستخدام مجموعة أرقام وحروف، ويظهر من الجدول الآتي قيم المقاومات، والرموز(الكود)، وجدول معامل الضّرب لتحديد قيمة المقاومة.

جدول معامل الضرب		القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود	القيمة	الكود
الحرف	معامل الضرب	681	81	464	65	316	49	215	33	147	17	100	1
A	1	698	82	475	66	324	50	221	34	150	18	102	2
B	10	715	83	487	67	332	51	226	35	154	19	105	3
C	100	732	84	499	68	340	52	232	36	158	20	107	4
D	1000	750	85	511	69	348	53	237	37	162	21	110	5
E	10000	768	86	523	70	357	54	243	38	165	22	113	6
F	100000	787	87	536	71	365	55	249	39	169	23	115	7
X or S	0.1	806	88	549	72	374	56	255	40	174	24	118	8
Y or R	0.01	825	89	562	73	383	57	261	41	178	25	121	9
		845	90	576	74	392	58	273	42	182	26	124	10
		866	91	590	75	402	59	274	43	187	27	127	11
		887	92	604	76	412	60	280	44	191	28	130	12
		909	93	619	77	422	61	287	45	196	29	133	13
		931	94	634	78	432	62	294	46	200	30	137	14
		953	95	649	79	442	63	301	47	205	31	140	15
		976	96	665	80	453	64	309	48	210	32	143	16



نظام EIA – 96 لترميز المقاومات السّطحيّة

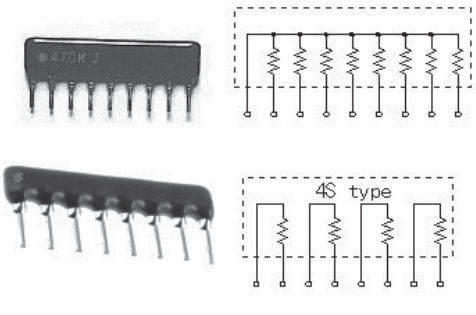
نشاط 4 أكمل الجدول الآتي اعتماداً على نظام EIA – 96 لترميز المقاومات السّطحيّة:

الرّمز	قيمة المقاومة		الرّمز	قيمة المقاومة
.....	1.43 K		80 D	.....

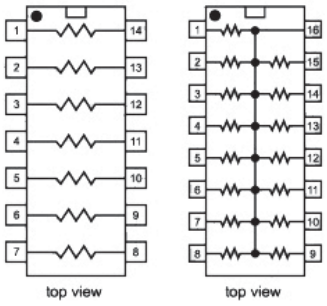
وهناك أنواع عدة من المقاومات السّطحية، منها:

1. المقاومة السّطحية الشّبكية SMD chip resistors:

مجموعة من المقاومات يتم توصيلها بطرائق مختلفة، كما يظهر في الشكل الآتي، لتصبح قطعة واحدة (كبسولة)، وتُحددُ قيمة المقاومات من خلال الرمز المكتوب على سطحها، وتكمن اهمية المقاومات الشبكية بتصغير مساحة الدارة الإلكترونية مقارنة بالمقاومات المنفردة فتستخدم في دارات الباعثات الضوئية وكذلك لرفع قيمة المقاومة المكافئة او خفضها اعتماداً على توصيل اطرافها.



المقاومات الشبكية في النظام التماثلي



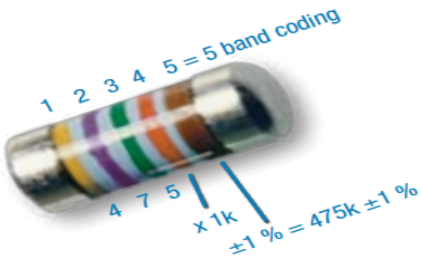
المقاومات الشبكية السطحية

2. المقاومة طرفية القطب معدنية الوجه Metal Electrode Leadless Face (MELF):

نوع من المقاومات السّطحيّة طرفية المعدن يختلف وجهها باختلاف نوعها، وتمتاز بالحجم المتوسط ما بين المقاومات السّطحية الصّغيرة والمقاومات التّقليدية، مقاومات MELF توفر مستوى عال من الموثوقية، ويمكن تصنيعها مع نسبة خطأ 0.1 ٪ ومستويات منخفضة جداً من معامل درجة الحرارة. ويمكن تحديد قيمتها عن طريق جدول الحزم اللونية، كما هو موضح بالشكل الأتي لنظام E96 و E192.

MELF and Leaded Resistor Products – E96 Series and E192 Series

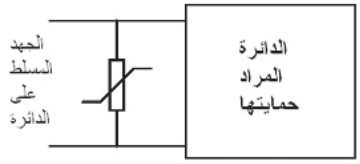
Band 1 Coding	Band 2 Coding	Band 3 Coding	Band 4 Coding	Band 5 Coding	TC dots near Band 4 or 6
				±10 %	
	0	0	x1	±5 %	
1	1	1	x10	±1 %	TC 100¹
2	2	2	x100	±2 %	TC 50¹
3	3	3	x1k	±0.05 %	TC 15
4	4	4	x10k	±0.02 %	TC 25
5	5	5	x100k	±0.5 %	
6	6	6	x1M	±0.25 %	TC 10
7	7	7		±0.1 %	TC 05
8	8	8	:10	±0.01 %	1 TC 100 and 50 without dot coding
9	9	9	:100	According to IEC 60062	



3. المقاومة السّطحية الرّقمية المتغيرة Digital Potentiometer:

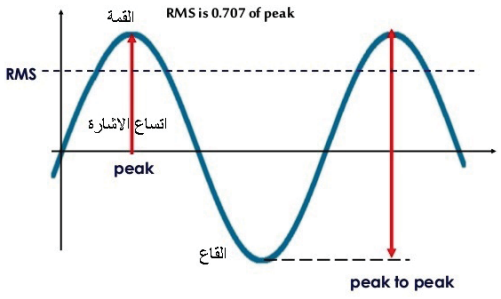
تعد الحساسية Sensitivity من الخصائص الأساسية للمقاومة الرّقمية المتغيرة، والتي يتم التعامل معها بالنظام الثنائيّ، وتُمثّل هذه الحساسية بـ 8 bit، أي تعطي 256 قيمة مختلفة للمقاومة المتغيرة (0-255)، وتُستخدم مع المتحكم الدقيق Microcontroller، وفي دارات الصّوت الرقمية، وفي تطبيقات يصعب استخدام المقاومة المتغيرة التماثلية فيها.

4. الفاريستور (Varistor):



يتكون المصطلح من كلمتين، هما Variable و Resistor، أي مقاومة متغيرة، وتسمّى كذلك المقاومة المعتمدة على الجهدVoltage Dependent Resistor - (VDR) ويستخدم هذا النوع من المقاومات في الدارة الإلكترونية لحمايتها من التّغير المفاجئ واللحظيّ في الجهد، وتوصل على التوازي مع الدارة المراد حمايتها، كما يظهر من الشكل المرفق.

حيث تعمل الأجهزة الكهربائية على جهد 220V، ويسمّى هذا الجهد المثبت (Clamping voltage)، حيث تكون قيمة المقاومة مرتفعة جداً، أي تمثّل دارة مفتوحة open circuit في الوضع الطبيعيّ ما دام الجهد مستقراً على قيمة الجهد المثبت، ولكن عند ارتفاع جهد التغذية نتيجة لخلل ما عن الجهد المثبت فإن قيمة المقاومة تنخفض بشكل كبير جداً لتصبح دارة قصر Short circuit، فيمر معظم التّيار الكهربائيّ من خلالها مما يؤدّي إلى تلفها بدلاً من مروره في الدارة، مما يؤدّي إلى حماية الدارة وعناصرها.



ويتم اختيار مقاومة (الفاريستور) في مرحلة التّصميم للدارة الإلكترونية حسب أقصى جهد ممكن لهذه الدارة (Maximum Voltage) والذي يتم احتسابه عن طريق معرفة جهد القيمة الفعالة للموجة الجيبية المقيسة في الدارة باستخدام جهاز (DMM) ويساوي 220V (root mean square (rms) or effective value (Veff))، أي القيمة الفعّالة للموجة الجيبية، وتحسب من العلاقة الآتية:

$$\frac{\text{Vp (اتساع الموجة)}}{\sqrt{2}} = \text{Vrms}$$

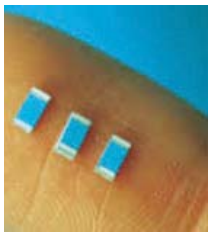
ومن المعادلة السابقة، يمكننا تحديد أقصى جهد على النّحو الآتي:

$$\text{Vp} = \text{Vrms} \times \sqrt{2}$$

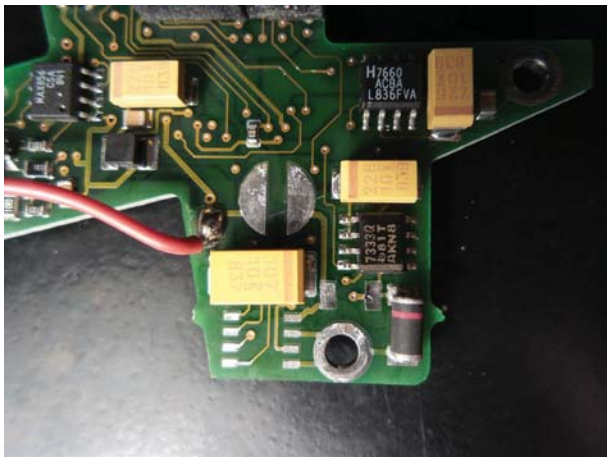
$$\text{Vp} = 220 \times 1.414 = 311.12\text{V}$$

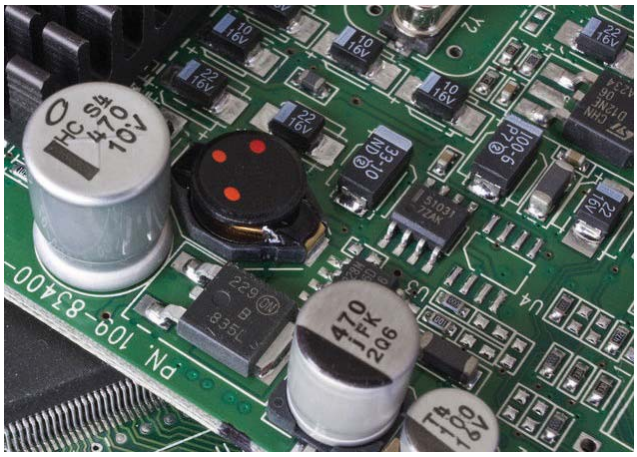
أي أن أقصى قيمة للجهد المتردد 311 (فولتاً)، ويتم اختيار مقاومة تتحمل جهداً كهربائيّاً أعلى من هذه القيمة لتثبيتها في الدارة.

نشاط 5 بالاعتماد على ما سبق أكمل الجدول الآتي:

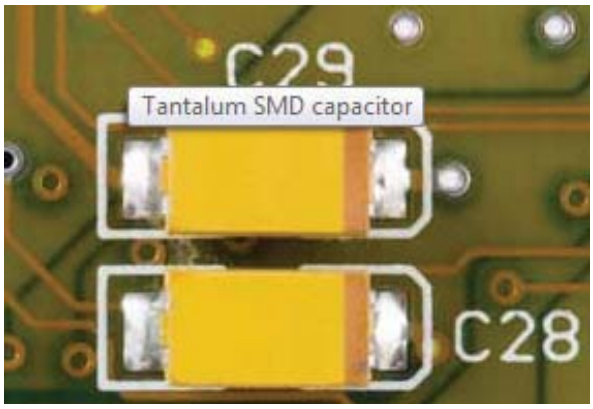
اسم المقاومة	صورة العنصر		الرمز	مبدأ العمل
الحرارية NTC / PTC				
الضوئية LDR				

ثانيا: المكثفات (المواسعات) السّطحيّة (SMD capacitors)



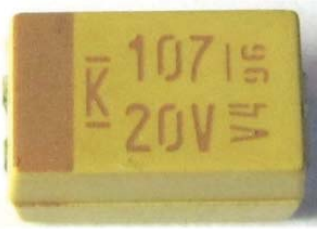


تتشابه المكثفات التّقليدية التي درستها سابقاً مع المكثّفات السّطحية في الرمز، ومبدأ العمل، والقطبية، والتّوصيل في الدارة (التّوالي أو التّوازي) وعدد الأطراف، وتختلف في الحجم، وطريقة التّركيب، وجهد التّشغيل، وهناك أنواع عديدة من المكثفات السّطحية، منها:



1. **مكثفات السّيراميك:** تتكوّن من مادة السّيراميك، ليس لها قطبية، ولا تُكتب أرقام على جسم المكثّف، ولكن يظهر على اللوحة الحرف C، يليه رقم المكثف، والذي يُعرف من خلاله قيمة المكثف في مخطط الدارة، وتوجد أجهزة قياس تُستخدم لتحديد قيمتها، كما في الصّور الآتية.

2. مكثف التيتانيوم السّطحيّ (SMD Capacitor Titanium):



ويتميّز بأن له قطبية، وتكتب أرقام على جسم المكثف، لتحدد القيمة والجهد الكهربائيّ، وكما الحال في المقاومات السّطحية فإنه يوجد جداول ترميز لتحديد قيمة المكثّفات السّطحية، وقيمة الجهد الكهربائيّ لها حسب الجدول الآتي:

الجهد (V)	4	6.3	10	16	20	25	35
الكود	G	J	A	C	D	E	V

جدول ترميز قيمة جهد المكثف السّطحيّ (SMD)

مثال 1 اعتماداً على الرمز والأرقام المكتوبة على المكثف، ما قيمة سعة المكثف وجهده؟

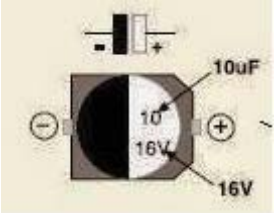
الحلّ: قيمة المكثف pf (Pico Farad)، ويتم احتسابها حسب كما يلي:

قيمة المكثف = قيمة الرقمين (الأول و الثّاني) × معامل الضّرب، ثم تُحدد قيمة الجهد.

$= 10 \times 10^7)$ pf

ويتم تحديد قيمة الجهد الذي يتحمله المكثّف، كما يظهر من الرمز D حسب الجدول الذي يمثّل (20v).

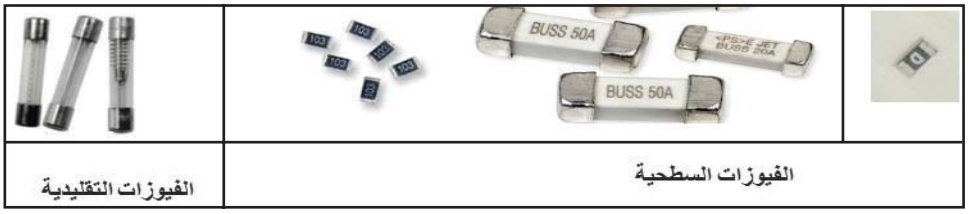
سؤال ما سعة المكثّف، وجهده في الصّورة المقابلة؟



3. **المكثفات الكيميائية**: ومنها التّقليدية والسّطحية، وتتم كتابة قيمة السّعة والجهد على المكثف مباشرة، كما في الشكل المجاور، كما وتوجد أجهزة خاصة لقياس سعة المكثفات السّطحية تسمى Capacitance meter.

ثالثا: المصهرات السّطحيّة SMD Fuses

تعدّ المصهرات من القطع الإلكترونية المهمة في الدارة والتي تنصهر فتصبح دارة مفتوحة عند ارتفاع التيار عن قيمة محددة، ويتم معرفة قيمتها عن طريق كتابة رموز وأرقام وجداول ترميز خاصة بالمصهرات، ويكتب أحياناً على المصهر الحرف D لتمييزه عن القطع السّطحية الأخرى، كما في الشكل الآتي:



رابعا: الملفات والمحولات السطحية SMD Coil & Transformer

تشبه الملفات السّطحية الملفات التقليدية في التركيب وتختلف عنها في الحجم، حيث تتكوّن من سلك بطول ومساحة مقطع محددة، لتحديد قيمة التيار الذي يمر في الملف.

يتكوّن المحول السّطحيّ من ملف ابتدائيّ وملف ثانويّ، ويمكن التأكد من صلاحية المحول من خلال وصله بمصدر الجهد، ثم قياس الجهد الكهربائيّ على الملف الابتدائيّ، للتأكد من توصيله مع مصدر الجهد وعلى الملف الثانوي، للتأكد من الجهد الخارج منه، ومقارنته بالقيم المكتوبة على جسم المحول، وكذلك يمكن قياس مقاومة الملفات (يجب فصل مصدر الجهد) لكلّ من الملف والمحول باستخدام (DMM) كمؤشر على توصيلها وصلاحيتها، علماً أن الملفات والمحولات تُقاس حاثّية ملفاتها باستخدام أجهزة خاصة تسمى Inductance Meter.

نشاط 6 استخدام (DMM) لتحديد صلاحية المحول السطحيّ من خلال تحديد أطراف ملفاته عن طريق قياس مقاومة كلّ من الملف الابتدائيّ والملف الثانويّ.

جدول ترميز الملفات السّطحيّة حسب الأرقام على جسم الملف

يشبه جدول ترميز الملفات الحثية السّطحية جدول ترميز الملفات الحثية التقليدية من حيث الرقم الأول والثاني، بينما يمثّل الرقم الثّالث المضاعف (معامل الضّرب)، وتعرف نسبة الخطأ عن طريق حرف في الجدول الآتي:

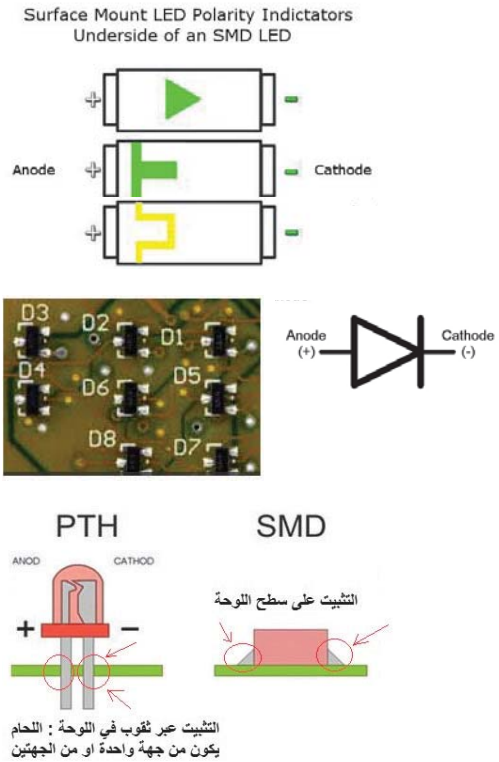
مثال: الرقم المكتوب على الملف K 221		قيمة الملف
221	رمز (كود) الملف	µH 220 10%
K	الحرف الاخير يمثل نسبة الخطأ	

القيمة		الكود
µH 10% 220	=	K 221
µH 10% 33	=	K 330
µH 5% 4.7	=	4R7 J
µH 10% 0.22	=	R22K
nH 1% 2.2	=	2N2F
nH 5% 56	=	56NJ

نسبة الخطأ	1%	2%	5%	10%	20%
الرمز	F	G	J	K	M

خامساً: الثنائيات السّطحية (SMD Diodes)

تختلف الثنائيات السّطحية عن بعضها من حيث: التركيب الداخليّ، والشكل الخارجيّ، ومبدأ العمل، وقد تتشابه مع الترانزستورات السّطحية في الشكل، حيث يصعب التفريق بينها، مما يستدعي استخدام النشرة الفنية (Data sheet) التي تمثّل وصفاً للمعلومات والخصائص، مثل التّيار، والجهد، والقدرة، وكذلك استخدام جداول التّرميز لتحديد قيمها، ويكتب أحياناً الحرف D بالقرب من هذه الثنائيات على اللوحات الإلكترونية السّطحية، ويوجد لها أشكال وأحجام مختلفة حسب الحاجة من استخدامها في الدارة، ويتم تثبيتها عبر الثقوب (THR) أو تثبيتُها سطحيّاً كما هو موضح في الشكل المجاور.

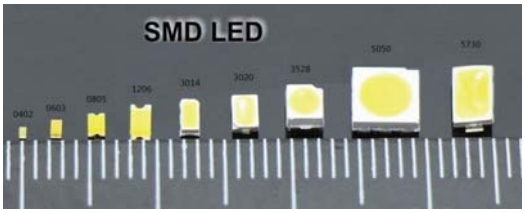


نشاط 7 أكمل الجدول الآتي معتمداً على رموز الثنائيات الآتية للتعرف إلى خصائصها:

الثنائيّ ورمزه	نوع الانحياز (أماميّ/ عكسيّ)	الهدف من استخدامه	رسم دارة عملية بسيطة

ونتيجة للتطور التكنولوجيّ ظهرت أنواع أخرى من الثنائيات السّطحية الباعثة للضوء LED، تختلف فيما بينها، من حيث اللون، والحجم، والقدرة الكهربائيّة، والهدف من استخدامها، وطريقة ترميز أطرافها، حيث تحتوي على ألواح بدلاً من الأطراف السلكيّة لتوصيلها في الدارة، ومنها:

1. الثنائيّ العضويّ الباعث للضوء (OLED - Organic Light Emitting Diodes):



يعتمد OLED على تقنية انبعاث الإضاءة المسطحة (flat light emitting)، فيستخدم سلسلة من الأغشية الرقيقة العضوية عوضاً عن أشباه الموصلات المطعمة بالمعادن الثقيلة كما هو الحال في الثنائيّ الباعث للضوء (LED)، فينبعث الضوء عندما ينتقل التيار الكهربائي خلال الجزيئات العضوية. هذا النوع من الثنائيات يستخدم في بناء الشّاشات المرنة، كما يظهر في الشكل أعلاه، مثل شاشات الهواتف المحمولة، والكاميرات الرقمية، والحواسيب المحمولة، والتلفاز، والأجهزة الحديثة.

تتميّز الشاشات المصنعة من هذه الثنائيات بالسماكة القليلة، والوزن الخفيف، والمتانة العالية، وجودة الصورة العالية، وسرعة الاستجابة، والتباين العالي، واستهلاك للطاقة المنخفض جداً، وتمتاز ايضا بالمرونة العالية، ويمكن أيضا أن تكون شاشات العرض شفافة قابلة للدوران وحتى الطي، وتوفر زاوية مشاهدة كبيرة تصل إلى 160 درجة وأكثر سطوعاً.

2. مصفوفة ثنائيات الباعث الضوئيّ:

هي مجموعة من الثنائيات، يتم توصيلها بصورة مصفوفة لتعطي إضاءة أفضل، وبألوان مختلفة، ويوجد منها أحجام عديدة، منها ما يتم التحكم به عن بعد.

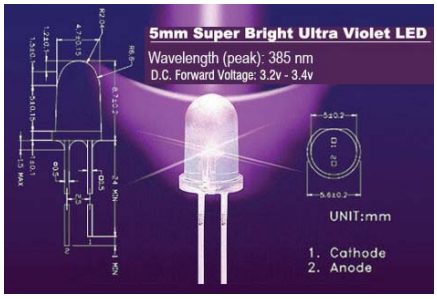
3. الثّنائيات الضوئيّة عالية الطاقة (High-Power LEDs):

يستهلك هذا النوع من الثنائيات طاقة عالية مقارنة بالثنائيات الأخرى، وتتميّز بشدة الإضاءة، لذا تستخدم في المصابيح اليدوية، ومصابيح السيارات والأضواء الكاشفة.

4. ثنائيات خاصة:

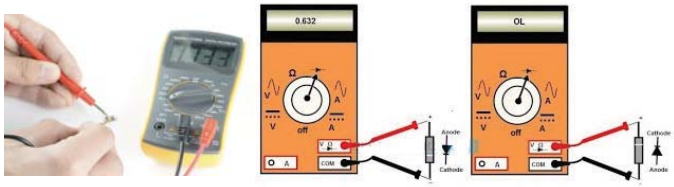
يكون ضوؤها خارج نطاق الطيف المرئيّ (لا يرى بالعين المجردة) مثل:

أ) ثنائيات الأشعة تحت الحمراء (Infrared LEDs)، حيث ترسل معلومات بصورة ضوء غير مرئيّ، وتستخدم في دارات الإنذار، وأجهزة المراقبة الليلية.



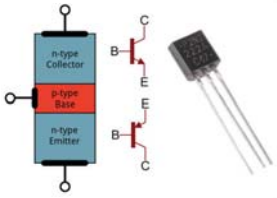
ب) وثنائيات الأشعة فوق البنفسجيّة (Ultraviolet LEDs) وهي أشعة مؤينة، أي تفصل الإلكترونات عن ذراتها وتسبب تفاعلا كيميائياً، حيث تجعل العديد من المواد متوهجة، ويستخدمها أطباء الأسنان لتعقيم أدواتهم من أنواع البكتيريا الحساسة للأشعة فوق البنفسجيّة.

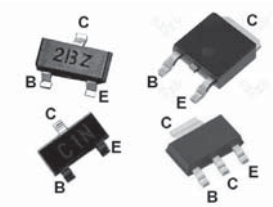
نشاط 8 أكمل الجدول الآتي للمقارنة بين الثنائي العاديّ و الثنائي السّطحيّ من خلال الفحص باستخدام DMM.



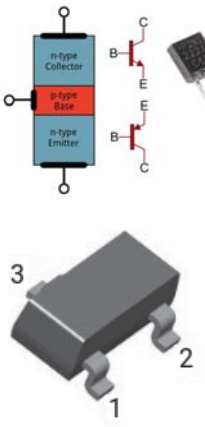
اسم الثنائيّ	القراءة في الانحياز الأماميّ	القراءة في الانحياز العكسيّ
الثنائيّ العاديّ		
الثنائيّ السّطحيّ		

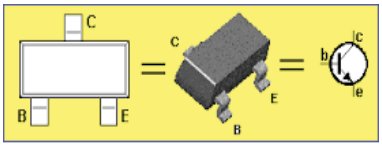
سادساً: (الترانزستور) Transistor

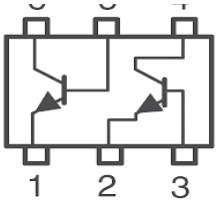


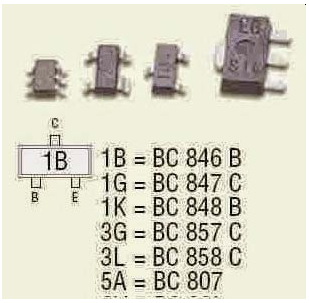


تعرفت سابقا إلى رمز (ترانزستور) ثنائي الوصلة (Bipolar Junction Transistor)، ويُختصر (BJT)، والذي يستخدم كمفتاح ومذبذب ومكبر إشارة في الدارة الإلكترونية، كما تعرفت إلى طريقة فحصه وتحديد نوعه (NPN ، PNP)، وأطرافـــه B،C،E وجـــدول خصائصه وبدائله، وبما أن (الترانزستور) يعدّ من العناصر الأساسية للدارات الرقمية، فقد يستخدم منفرداً أو على شكل دارة متكاملة تحوي أكثر من (ترانزستور)، ومع تطور تقنية المكونات السّطحية استخدمت (الترانزستورات) بأنواعها المختلفة وبشكل واسع في تطبيقات مختلفة، ونظراً لصغر حجم المكونات السطحية فإننا نحتاج إلى عدسة تكبير، لمعرفة قيمته، وله جداول ترميز خاصة تختلف حسب الشركات المصنعة، كما يظهر من الشكل المجاور، فعندما يكتب على (الترانزستور) 1B فهذا يعني أنه تم استخدام (ترانزستور) BC 846B كما يظهر في الصّورة.









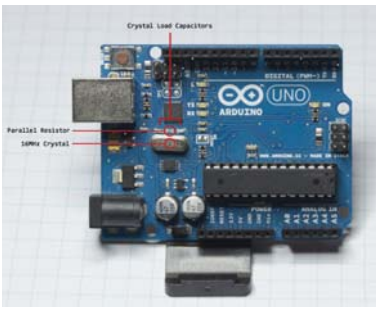
من خلال شبكة (الإنترنت)، ابحث عن خصائص الترانزستور (2BZ SMD Transistor).

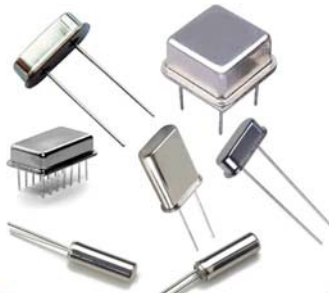
نشاط 9 يتم احضار مجموعة من (الترانزستورات) (BJT)، التقليدية، والسّطحية (SMD) المختلفة، وتوزيعها على الطّلبة، لفحصها، والتأكد من صلاحيتها، ومقارنة قياساتها.

اسم (الترانزستور)	قراءة جهاز الفحص DMM بين أطراف (الترانزستور)					
	B - C	B - E	C - B	E – B	E - C	C - E
(الترانزستور) العادي						
(الترانزستور) السطحي						

سابعاً: الكرستالة السّطحية SMD Crystals

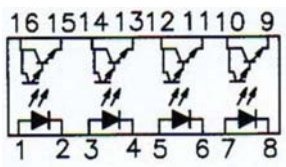
تعدّ الكرستالة أو مولدات النبضات (Clocks) من العناصر الرئيسية المستخدمة في بناء دارات المتحكمات الدقيقة (micro-controller) ليمثّل ترددها الإشارة الحاملة للمعلومات، فإذا حدث خلل في تردد الكرستالة فإن الجهاز الإلكترونيّ يتوقف عن العمل، كما ويحدد التردد عند تصنيع الكرستالة، حيث يستخدم التردد 455KHZ لكرستالة جهاز التحكم بالتلفاز أو مستقبل المحطات، بينما تحتوي المعالجات الدقيقة على كرستالة ترددها 27MHZ، 16MHZ.

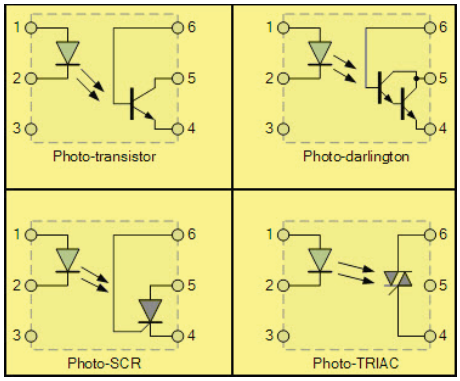


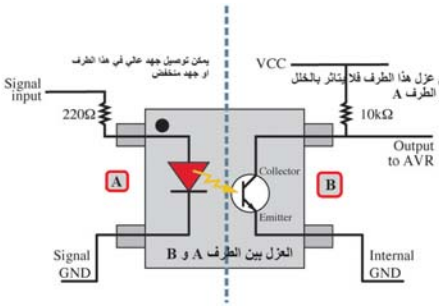


ثامناً: العازل الضوئيّ Opto –Isolator:

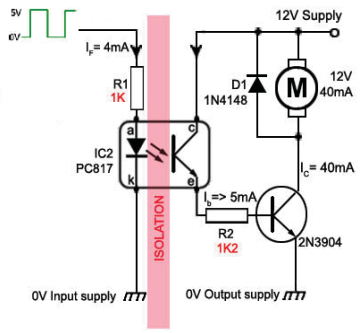
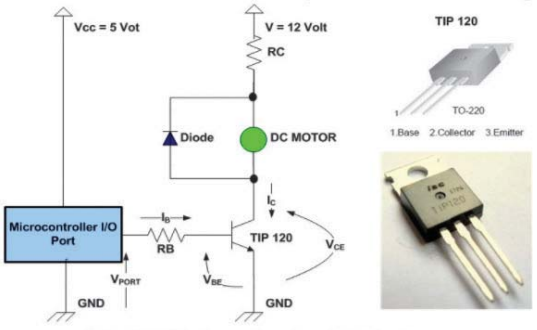
يشبه العازل الضوئي المرحل في طبيعة عمله، حيث تستخدم المرحلات (Relays) في الدارات الإلكترونية والكهربائية بهدف توفير خاصية العزل الكهربائي، ولكن نتيجة للفصل والوصل المستمر بين تلامسات المرحل، تتعرض هذه المرحلات للتلف مع مرور الوقت، إضافة إلى حاجة ملف المرحل إلى تيار تشغيليّ كبير مقارنة بالعوازل الضوئية التي تميزت بسرعة استجابتها، وحاجتها إلى تيار تشغيلي قليل، إضافة إلى عدم تأثّرها بالإشارات المحيطة نتيجة تغليفها (تصنيعها داخل كبسولة)، ويتكون الطرف المرسل من باعث ضوئيّ، أما الطرف المستقبل فقد يكون مستقبل أشعة تحت حمراء أو (ترانزستور) ضوئي، وكذلك يمكن استخدام (ترانزستور) دارلينغتون عندما نحتاج إلى تضخيم للتيار على مخرج العازل الضوئيّ، وتتوفر دارات متكاملة تحوي في داخلها مجموعة من العوازل الضوئية لتوفير المساحة في اللوحات الإلكترونية ولتقليل حجم الدارات، كما في الشكل الآتي.







نشاط 10 اعتماداً على مكونات الدارات الآتية، وضّح مبدأ عمل كل منها، وأي الدارات توفر العزل للحمل الكهربائيّ (load)، وحماية دارة التحكم.

A	B
	

تاسعاً: الدارات المتكاملة Integrated Circuits

تعدّ الدارات المتكاملة (ICs) الأكثر فعالية في الدارات الرقمية الحديثة، وتختلف في الشكل والحجم وتوزيع الأطراف وطريقة التوصيل مع اللوحة وعدد المهمات القادرة على تنفيذها، ويتم تحديد أطرافها باستخدام النشرة الفنية Data Sheet.

تختلف أسماء الدارات المتكاملة وخصائصها حسب مكوناتها وتركيبها الداخلي، ومن الأمثلة عليها:

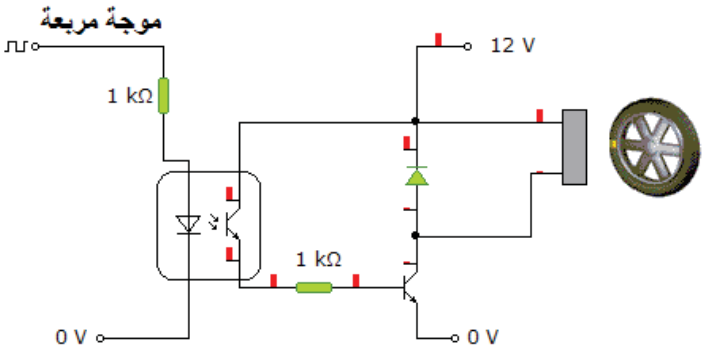
- مضخم العمليات (op amps).
- المؤقتات الزمنية 555 (Timers 555).
- منظمات الجهد (Voltage Regulators).
- أجهزة التحكم في المحركات (Motor Controllers).
- والمتحكمات الدقيقة (Micro Controllers).
- المعالجات الدقيقة (Micro Processors).

تحتوي الدارات المتكاملة على نقاط توصيل يتم من خلالها تبادل الإشارات الكهربائية مع اللوحة بطرق مختلفة والتي يمكن من خلالها وضع الدارة المتكاملة في حاضنة أو إدخال أطرافها في فتحات مخصصة لتثبيتها دون لحام أطرافها حيث يتم استبدالها بسهولة.

مشروع تطبيق عملي مقترح للدرس

بالاعتماد على مخطط الدارة، نفّذ ما يلي:

1. محاكاة الدارة والتأكد من عملها.
2. تطبيقها عملياً على لوحة تجارب Breadboard باستبدال الموجة المربعة بمصدر جهد 6VDC ومقاومة 330Ω.
3. اقترح تطبيقاً حياتيّاً لهذه الدارة.



أسئلة الدرس

س1: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة في كل مما يلي:

1 ما أثر تطور اللوحات المصنعة (PCB) وتعدد طبقاتها؟

أ- صغر حجم الأجهزة ب- سرعة الفك والتركيب للقطع

ج- سهولة صيانتها د- زيادة استهلاك الطاقة

2 ما المقاومة التي تستخدم مع المعالجات لتعدد القيم التي يمكن الحصول عليها؟

أ- المقاومة الكربونية ب- المقاومة المتغيرة التماثلية

ج- المقاومة المتغيّرة الرقمية د- المقاومة الحرارية.

3 ما قيمة المقاومة السّطحية التي رمزها 12C ؟

أ- 13 kΩ ب- 13 Ω

ج- 1.3 kΩ د- 130 Ω

4 ما قيمة المكثف السّطحي الذي يرمز له ب (432V)؟

أ- $.43 \times 10^2$ pf (35v) ب- $.35 \times 10^2$ pf (43v)

ج- $.43 \times 10^3$ pf (25v) د- $.4.3 \times 10^3$ pf (25v)

س2: وضح المقصود في كل مما يلي:

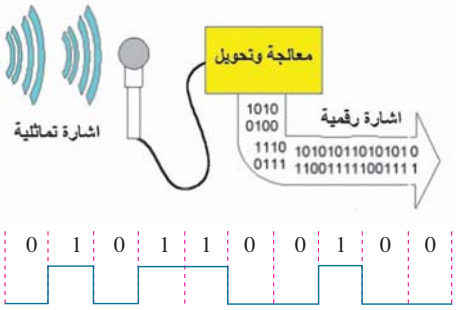
أ- الثنائي العضوي الباعث للضوء. ب- القاريستور

س3: عدد ثلاث من خصائص القطع الإلكترونية السّطحية؟

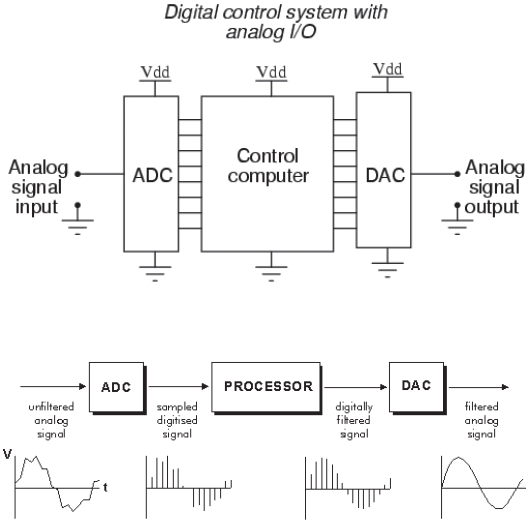
س4: ما الفائدة من استخدام العازل الضوئي في الدارات الإلكترونية؟

تختلف الأمم البشرية بلغاتها... لكنها تتبادل المعلومات فيما بينها...!

إن الإشارة التّماثلية تتغير قيمتها تدريجياً بتغير الزمن، حيث تأخذ قيماً متعددة كالتيار والجهد المتناوب، بينما تأخذ الإشارة الرقمية مستويين، إذ نحتاج إلى التعامل مع الإشارات التماثلية وكذلك الرقمية في التطبيقات الإلكترونية العملية، فالمتحكمات الدقيقة (microcontrollers) تتعامل مع الإشارة المختلطة من المداخل والمخارج التّماثلية والرقميّة كما في لوحة الأردوينو، حيث تجري عملية المعالجة للإشارات التماثلية والرقمية.



يقوم المحول التماثليّ الرقميّ Analog-to-Digital Converter (ADC) بتحويل الإشارات التماثلية التي نقرأُها من المستشعرات التماثلية مثل المقاومة الضوئية، ومستشعرات الحرارة والإشارات الصوتية إلى إشارة رقمية ليتم معالجتها في الأجهزة الرقمية والمتحكمات الدقيقة حيث يتفاعل مخرج الدارة الإلكترونية مع الإشارة الرقمية المعالجة من أجل تطبيقات حياتية واقعية، ويختلف شكل وقيمة الإشارة الرقمية اعتماداً على قيمة الإشارة التماثلية ومستواها.



للتعامل مع الاشارات الرقمية، نحتاج الى الدارات الالكترونية المنطقية، هذه الدارات يمكن تقسيمها الى نوعين رئيسين:

أولاً: الدارات المنطقية التوافقية أو الترابطية (Combinational Circuits):

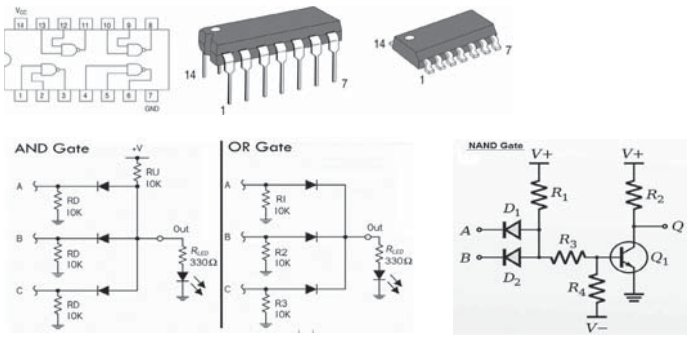
سميت بذلك لأن وظيفة الدارة تقتصر على ربط متغيرات الدخل بعمليات منطقية لتوليد متغيرات الخرج، ومن الواضح أن الخرج في الدارات التوافقية يعتمد فقط على القيم الحالية للدخل، فمتى ما تغيرت قيم الدخل تغيرت معها قيم الخرج.

ومن أمثلة الدارات الترابطية، الجامع النصفي (Half-Adder)، الجامع الكامل (Full-Adder)، وحدة فك الشيفرة (Decoder)، المشفر (Encoder)، الدامج (Multiplexer)، وغيرها.

مخطط صندوقي يمثل الدارات المنطقية الترابطية

المنطق الرقميّ (Digital Logic)

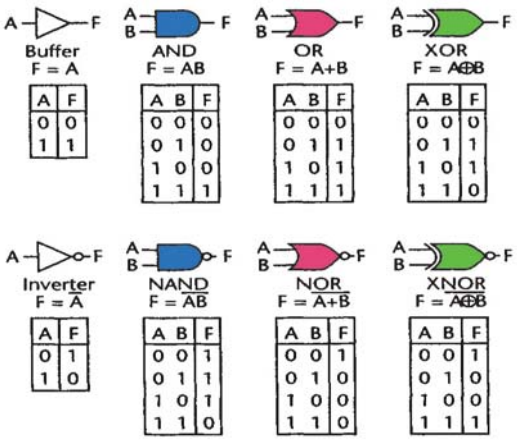
يتم بناء البوابات المنطقية التي تعرفت إليها في السابق باستخدام الثنائيات والترانزستور، كما يظهر في الشكل المجاور، حيث يوجد لهذه البوابات مخرج واحد فقط، وتمثّل القيمة 0 مخرجاً ذا قيمة منخفضة OFF أي 0V وتمثّل القيمة 1 مخرجاً ذا قيمة مرتفعة ON أي 5V .



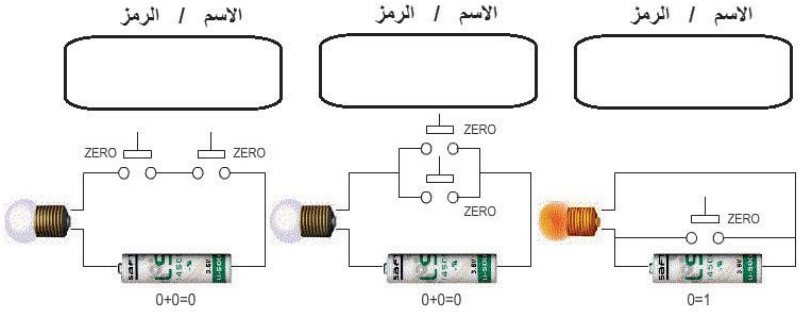
يستخدم النظام الثنائي (Binary numeral system)

لتمثيل مداخل ومخارج البوابات المنطقية والبيانات في الحواسيب والأجهزة الإلكترونية الحديثة.

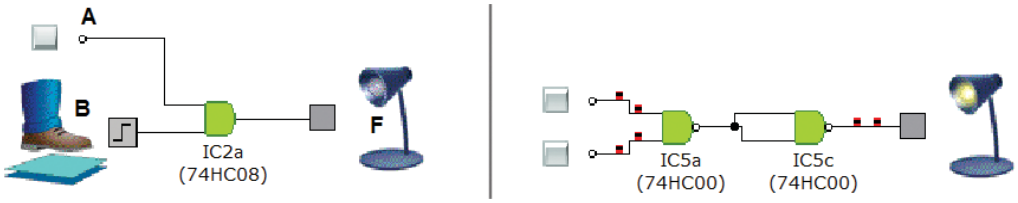
ولكلّ بوابة منطقية عدد من المداخل ومخرج واحد، حيث يرتبط عدد حالات المخرج بعدد المداخل، والتي تعرف بحالات جدول الحقيقة (Truth Tables)، ولكل بوابة رمز و جدول حقيقة خاص بها يعتمد على تركيبها ومبدأ عملها كما يظهر في الشكل المجاور، وتسمّى بوابة NAND البوابة العالمية (Universal Gate) لإمكانية تمثيل جميع البوابات المنطقية باستخدامها.



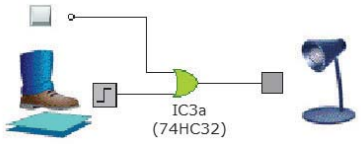
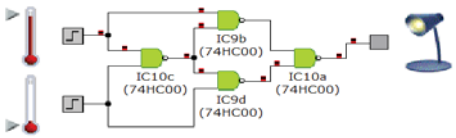
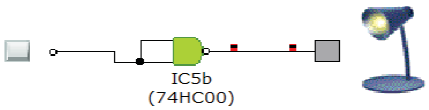
نشاط 1 ارسم رمز البوابة المنطقية المشابهه للدارات الكهربائية في مبدأ العمل اعتماداً على جدول الحقيقة للبوابات المنطقية، ثم اكتب اسم البوابة في المكان المحدد؟



نشاط 2 هل الدارتان الآتيتان متكافئتين؟ استخدم أحد برامج محاكاة الدارات الإلكترونية الرقمية للتأكد من عملهما، ومن ثم كتابة جدول الحقيقة لكل منهما.



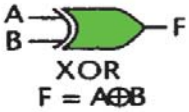
نشاط 3 أكمل الجدول الآتي برسم البوابة المنطقية المكافئة لكلّ حالة (اعتمد على جدول الحقيقة).

البوابة المنطقيّة	الدارة المكافئة ببوابة (NAND)
	
	
	

أيّ البوابات تستخدم بدل بوابة Buffer إذا تم توصيل مداخلها معاً! .... وما الهدف من استخدامها؟

مثال 1 ارسم الدارة المكافئة لبوابة XOR اعتماداً على حالات جدول الحقيقة؟

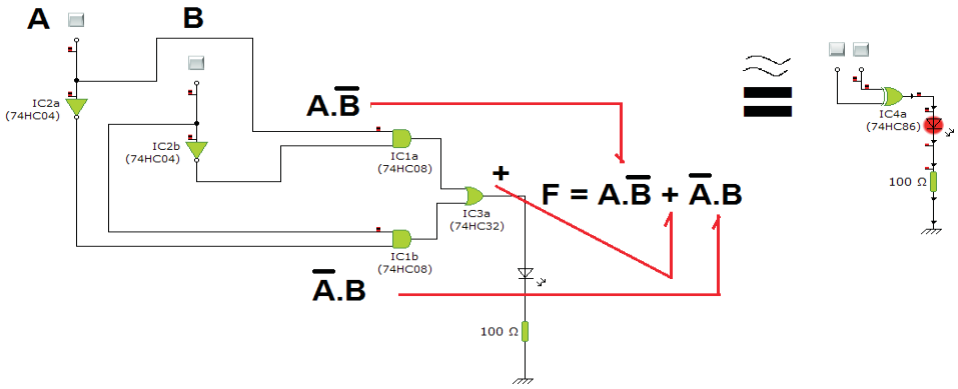
الحلّ:



A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$F = \overline{A}.B + A.\overline{B}$

1. نحدد القيمة (1) في حالات المخرج لجدول الحقيقة للدارة المختارة، ونستنتج المعادلة (F) كما في الشكل المجاور.
2. نرسم الدارة بناءً على المعادلة المنطقية الناتجة في الخطوة السابقة، وهي عبارة عن بوابتين AND مخرج كلّ منهما موصول مع مدخل بوابة OR، كما في الشكل الآتي.



3. استخدم أحد برامج المحاكاة للتأكد من عمل الدارة السابقة بالشكل الصحيح.

خريطة (مخطط) كارنوف Karnaugh Map

لا شك أنك لاحظت من المثال السابق أننا قمنا ببناء دارة تماثل حالات مخرجها بوابة XOR اعتماداً على مخرجات جدول الحقيقة لها، ولكننا احتجنا إلى بوابات منطقية عديدة لبناء دارة تماثل مخرجات بوابة واحدة، فهل يعقل ذلك في ظل هذه الثورة الإلكترونية الرقمية ...!

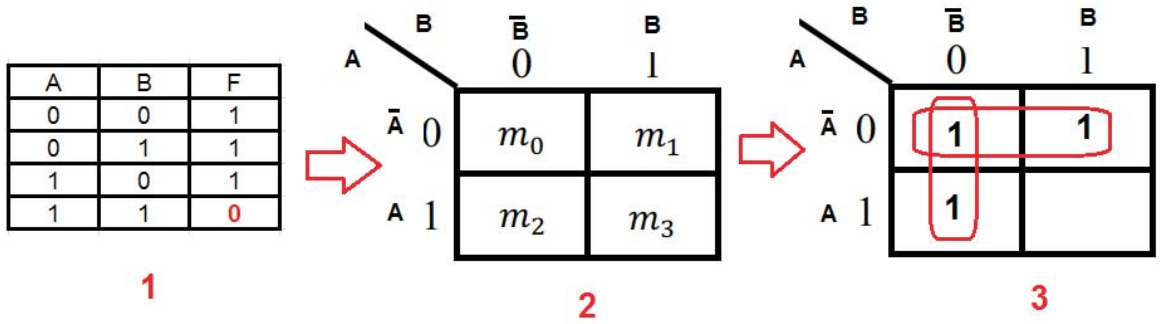
علل: تبسيط الدارات الإلكترونية الرقمية يحسّن أداء الأجهزة ويوفر اقتصادياً.

لقد كان الأمر محفزاً للعلماء من أجل البحث عن طرق يتم من خلالها تبسيط الدارات الإلكترونية الرقمية باستخدام أقل عدد ممكن من البوابات وتعطي النتيجة نفسها لجدول الحقيقة، حيث برز عالم الرياضيات كارنوف باستعماله طريقة لتبسيط المعادلات المنطقية الثنائية، والتي تعرف بالجبر المنطقي أو الجبر البولي Boolean Algebra مركزاً على اختزال المعادلات المنطقية التي يتم الحصول عليها من حالة المخرج لجدول الحقيقة للدارات المنطقية، ويتم بهذه الطريقة تجميع المخرجات التي تمثّل الرقم 1 في جدول الحقيقة للدارة وتم تسميتها معادلة (Minterm) أو من المخرجات التي تمثّل الرقم 0، وفي هذه الحالة تسمى المعادلة (Maxterm)، ويتم حساب عدد الاحتمالات لجدول الحقيقة للدارة باستخدام المعادلة الآتية: $N=2^n$ (حيث n = عدد مداخل البوابة، N = عدد حالات مخرج البوابة)، ونتيجة لذلك ظهرت حالات تبسيط الدارات المنطقية حسب عدد المتغيرات، كما يلي:

الحالة الأولى: متغيران فقط

مثال 2 إذا كان جدول الحقيقة لدارة رقمية تحتوي على متغيرين على مدخلها، كما يظهر في الجدول حسب العلاقة $N=2^n$، في الشكل رقم 1، حدد كيفية تبسيط الدارة باستخدام مخطط كارنوف.

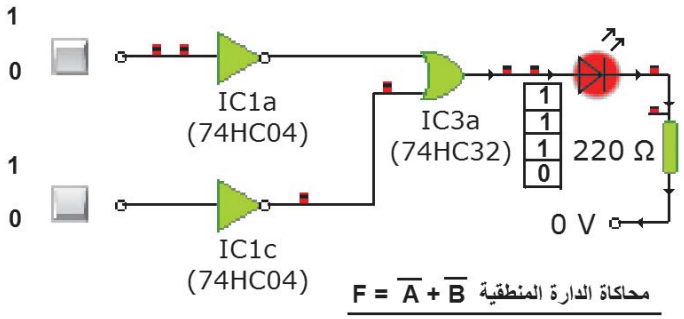
الحلّ:



1. نستخدم مخطط كارنوف من متغيرين كما في الشكل رقم 2، نحدد القيمة 1 للخرج في جدول الحقيقة.
2. نوزّع حالات القيم التي تساوي 1 على مخطط كارنوف فينتج لدينا الشكل 3.

ملاحظة: دون استخدام مخطط كارنوف لاختصار الدارة فإننا نحتاج إلى 3 بوابات منطقية من نوع AND وبوابة من نوع OR إضافة إلى بوابتين من نوع العاكس (Inverter)، أي نحتاج إلى 6 بوابات منطقية لتمثيل جدول الحقيقة للدارة ... تذكّر ذلك!

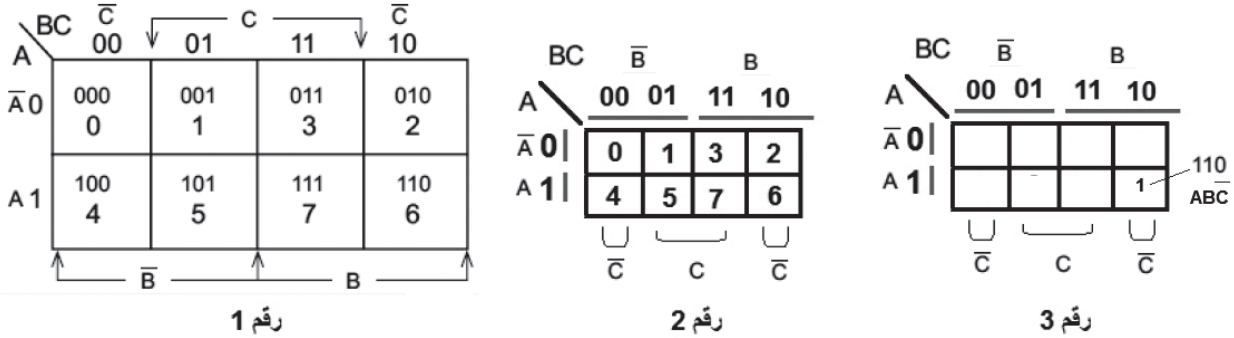
3. نستخدم مخطط كارنوف لتبسيط الدارة فنرى أن عمود $\overline{B}$ يحتوي على 1 عمودياً في خاناته وكذلك صف $\overline{A}$ فنحدد الصف والعمود، كما في الشكل مع تجاهل التقاطع المشترك (لأنها حالة مكررة) بينهما في خانة (0،0) لتنتج معادلة نهائية تمثّل جدول الحقيقة $F= \overline{A} + \overline{B}$.
4. نرسم الدارة للمعادلة النّاتجة، ونتأكد من عملها باستخدام برنامج المحاكاة.



سؤال ما البوابة المنطقية التي يمثّلها جدول الحقيقة في المثال السابق؟

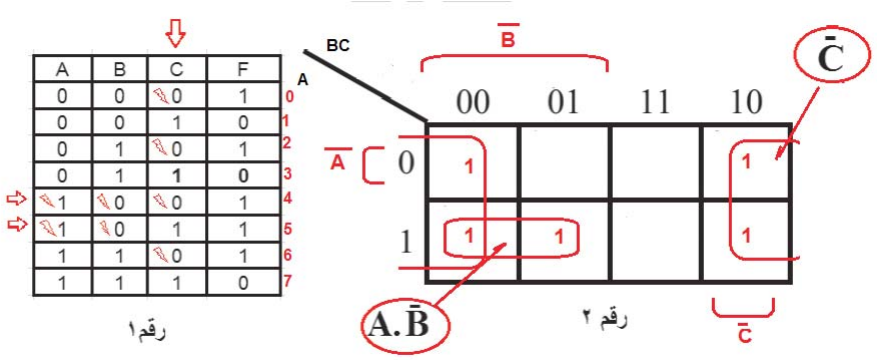
الحالة الثانية: ثلاثة متغيرات

كما نرى في الشكل رقم 1 يتم توزيع المتغيرات A,B,C على الجدول وظهور قيمة الأرقام العشرية في الجدول رقم 2 لتجسد الاحتمالات لمخرج جدول الحقيقة للمتغيرات الثلاث ونوعها، حيث تم بيان العلاقة بين الرقم الثنائي والرقم العشري في الشكل رقم 2 وذلك باستخدام نظام Binary Code Decimal (BCD).



رقم 1 رقم 2 رقم 3

مثال 3 إذا كانت احتمالات مخرج جدول الحقيقة F كما يظهر من الشكل رقم 1، أعمل على تبسيط الدارة مستخدماً مخطط كارنوف لثلاثة متغيرات.



رقم١ رقم ٢

الحلّ:

1. من خلال تتبع الجدول في الشكل رقم 1 نرى أنه وعندما يكون المتغير C = 0 فإن المخرج يساوي 1 وعدد الحالات هي 4، وكذلك عندما يكون (A = 1 و B = 0) فإن المخرج يساوي 1 وتتقاطع الحالات معاً في حالة واحدة وهي (100) كما يظهر من الجدول وفي الحالتين المخرج يساوي1.
2. نوزّع احتمالات المخرجات على مخطط كارنوف مع مراعاة توزيع المتغيرات وأنواعها كما يظهر في الشكل رقم 2 (حالات المخرج F عندما تساوي F = 1).
3. نستنتج المعادلة $F = (A.\overline{B}) + \overline{C}$

نشاط 4

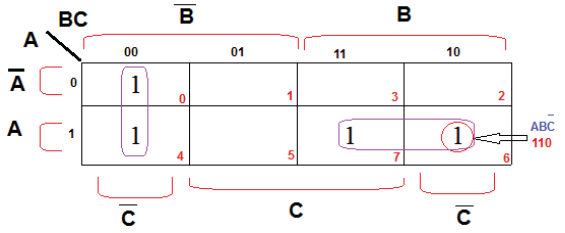
مستخدماً أحد برامج المحاكاة اعمل على بناء الدارة الرقمية للمعادلة (F) الناتجة من المثال السابق، وتأكد من تطابق قيم الخرج مع جدول الحقيقة السابق.

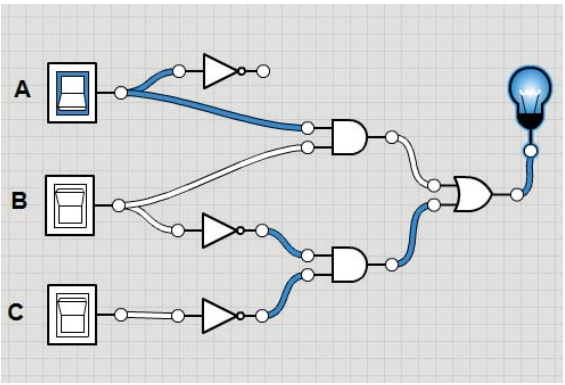
مثال 4

من خلال تتبع جدول الحقيقة في الشكل المجاور وباستخدام مخطط كارنوف لثلاث متغيرات نفذ الخطوات الاتية:

1. مثل مخرجات الدارة على مخطط كارنوف.
2. استنتج المعادلة F للدارة.
3. ارسم الدارة المختصرة باستخدام مخطط كارنوف.
4. استخدم احد برامج المحاكاة وتأكد من النتائج للدارة.

A	B	C	F	قيمة الرقم بالنظام العشري
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	2
0	1	1	0	3
1	0	0	1	4
1	0	1	0	5
1	1	0	1	6
1	1	1	1	7





الحلّ:

1. نقوم بتمثيل الحالات على مخطط كارنوف لثلاث متغيرات كما في الجدول المجاور:
2. نستنتج المعادلة الاتية $F = A \cdot B + (\overline{B} \cdot \overline{C})$ (هل هناك احتمالات اخرى لمعادلة مختلفة تعطي نفس النتيجة لحالات الجدول F)؟
3. نقوم ببناء الدارة كما في الشكل المجاور باستخدام أحد برامج المحاكاة ومن ثم التأكد من صحة جدول الحقيقة للدارة المختصرة.

نشاط 5

من خلال تتبع جدول الحقيقة المجاور وباستخدام مخطط كارنوف لثلاثة متغيرات، قم بما يلي:

1. تبسيط الدارة المنطقية باستخدام مخطط كارنوف.
2. محاكاة الدارة المختصرة اعتماداً على جدول الحقيقة الناتج للدارة.

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

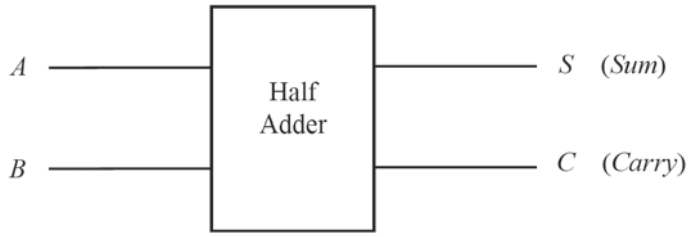
ملاحظة: يمكن تمثيل حالات المخرج في الجدول بتحويل الأرقام الثنائية إلى الأرقام العشرية وتمثيلها مباشرة على مخطط كارنوف مثل الحالة (100) والتي تمثّل الرقم 4.

دوائر الجمع الرقمية Adders

هي عبارة عن دارات إلكترونية رقمية تقوم بوظيفة جمع الأعداد الممثلة بالصورة الثنائية. يستخدم الجامع المنطقي الرقمي في معالجات الحواسيب والأنظمة الالكترونية، للقيام بالعمليات الحسابية في وحدة الحساب والمنطق، ويستخدم أيضا في أجزاء أخرى من المعالج يقوم فيها الجامع المنطقي بحساب عناوين الذاكرة مثلاً، وفي أي جزء من النظام يحتاج لعمليات مشتقة من عملية الجمع، مثل الطرح، والضرب والقسمة، حيث يمكن تعديل وتطوير الجامع المنطقي ليصبح جامع طارح (adder-subtractor)، وهناك نوعين أساسيين من دوائر الجمع الرقمية:

أ- الجامع النصفي Half Adder:

نصف الجامع أو الجامع النصفي هو أبسط أنواع الجوامع، وهو عبارة عن دارة الكترونية منطقية مؤلفة من بوابات منطقية تقوم بجمع رقمين ثنائيين مكون كل منهما من بت واحد. ولهذه الدارة مدخلان (الرقمان المراد جمعهما)، ومخرجان، الأول يمثل نتيجة الخرج أو حاصل الجمع (Sum) والثاني يمثل الحمل أو الفيض (Carry)، كما هو موضح في المخطط الصندوقي وجدول الحقيقة التاليين:



المداخل		المخارج	
A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

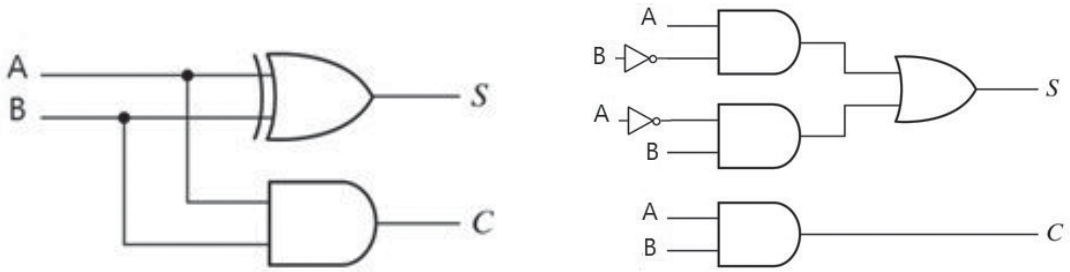
يمكن توضيح عمل نصف الجامع من خلال الجدول السابق، حيث يمكن تمثيل معادلات النتيجة S والحمل C كدوال بالنسبة للمدخلات A ، B فلو أخذنا الدالة S فإن قيمتها تكون مساوية للواحد في حالتين:

1. عندما تكون A = 0 و B = 1 وبهذا وتشكل هذه القيم الحد الأول $\overline{A}B$
2. عندما تكون A = 1 و B = 0 وتشكل هذه القيم الحد الثاني $A\overline{B}$

وبهذا تصبح S كما يلي: $S = \overline{A}B + A\overline{B} = A \oplus B$

أما بالنسبة لمعادلة الحمل فإنها تحتوي على حد واحد (لاحظ قيمة C تكون مساوية للواحد في حالة واحدة وهي عندما تكون A = 1 و B = 1)، وبهذا فإن C تصبح كما يلي: $C = A.B$

وبالتالي يمكن رسم نصف الجامع بطريقتين، اما باستخدام البوابات الرئيسية (AND, OR, NOT)، او باستخدام بوابات (XOR, AND)، كما هو موضح في الشكل التالي:



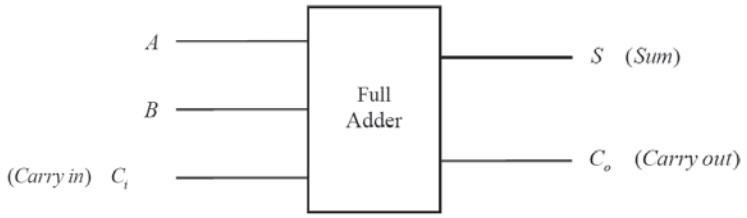
$S = A \oplus B$
$C = AB$
(ب)

$S = B\overline{A} + \overline{B}A$
$C = AB$
(أ)

شكل: الدارة المنطقية لنصف الجامع بطريقتين

ب- الجامع الكامل Full Adder

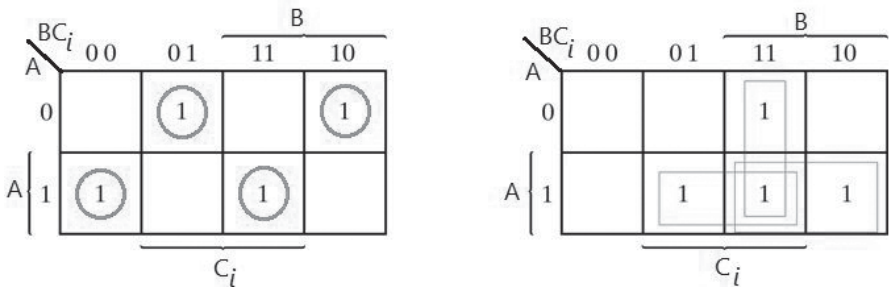
يعرف الجامع الكامل على أنه دارة الكترونية رقمية لها ثلاثة مداخل ومخرجان، حيث يستخدم لجمع ثلاثة أرقام كل منها مؤلف من خانة واحدة (بت)، والمخطط الصندوقي له يشبه المخطط الصندوقي لنصف الجامع الا أن له دخلاً ثالثاً (يمكن اعتباره حملاً داخلاً Carry in):



المداخل			المخارج	
A	B	C_i	C_o	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

المخطط الصندوقي وجدول الحقيقة للجامع الكامل

ويمكن فهم عمل هذا الجامع من خلال الجدول المنطقي السابق، فإذا فرضنا أن A, B, Ci تمثل المداخل، سوف نحصل على المجموع S وعلى الحمل C_o، يمكن استنتاج معادلة S، C_o باستخدام مخطط كارنوف كما في الأشكال التالية:



$S = \overline{A}\overline{B}C_i + \overline{A}B\overline{C_i} + ABC_i + A\overline{B}\overline{C_i}$

$C_o = AB + BC_i + AC_i$

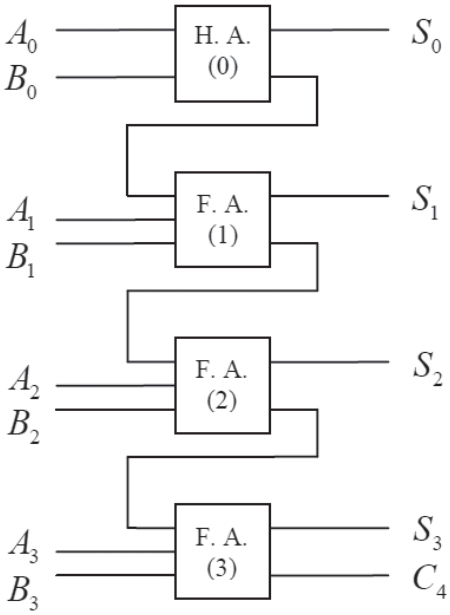
وكذلك يمكن كتابة النتيجة S كالتالي: $S = A \oplus B \oplus C_i$

نشاط 6 بالاستعانة بالمعادلتين السابقتين، قم برسم دارة الجامع الكامل باستخدام البوابات الأساسية الثلاثة (AND, OR, NOT).

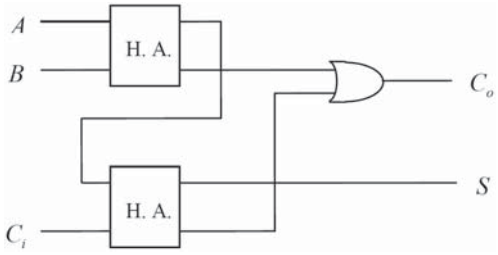
مثال 4 مستعينا بالجامع النصفي أو الجامع الكامل، صمم دارة منطقية تقوم بجمع عددين ثنائيين (A, B) يتكون كل منهما من أربعة خانات كما هو موضح في الشكل المجاور.

	C_3	C_2	C_1	
	A_3	A_2	A_1	A_0
	B_3	B_2	B_1	B_0
C_4	S_3	S_2	S_1	S_0

الحلّ:



للنقاش ناقش الشكل المجاور مع زملائك، موضحاً بناء دارة الجامع الكامل باستخدام دارتي نصف جامع.



وحدة فك الشيفرة Decoder

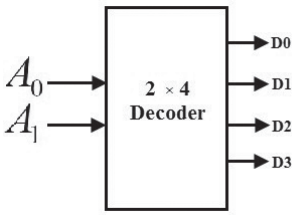
وحدة فك الشيفرة عبارة عن دارة منطقية توافقية لها أطراف دخل عددها (n)، وأطراف خرج عددها أقل من أو يساوي ($m=2^n$)، بحيث يكون لكل طرف من أطراف الخرج عنوان فريد يميزه، وتسمى وحدة فك الشيفرة بناء على ذلك (n to m decoder).

تستخدم وحدة فك الشيفرة في بناء الدارات المنطقية، وفي دارات الذاكرة (memory) للوصول الى موقع معين بها.

يكون واحد فقط من أطراف الخرج نشطاً (active)، أما بقية أطراف الخرج تكون غير نشطة، طرف الخرج النشط تظهر فيه القيمة المنطقية 1، أما بقية أطراف الخرج غير النشطة فتظهر في كل منها القيمة المنطقية 0.

يتم اختيار طرف الخرج النشط بواسطة أطراف الدخل والتي تسمى أطراف العنوان (address lines)، فلكل طرف من أطراف الخرج عنوان فريد يميزه، وهذا العنوان عبارة عن شيفرة ثنائية (binary code) عندما توضع على أطراف العنوان ينشط طرف الخرج المقابل لذلك العنوان.

فيما يلي المخطط الصندوقي و جدول الحقيقة لوحدة فك الشيفرة من نوع 2 إلى 4 (2to-4 Decoder).



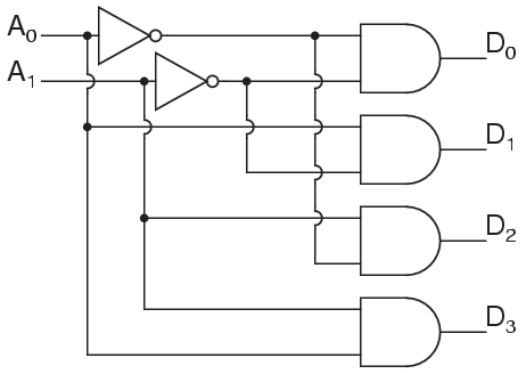
أطراف العنوان (الدخل)		أطراف الخرج			
A_1	A_0	D_3	D_2	D_1	D_0
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

$$D_0 = \overline{A_1}\,\overline{A_0} = m_0$$
$$D_1 = \overline{A_1} A_0 = m_1$$
$$D_2 = A_1 \overline{A_0} = m_2$$
$$D_3 = A_1 A_0 = m_3$$

إذا أردنا تصميم دارة وحدة فك الشيفرة من نوع 2 إلى 4 التي يوضحها المخطط الصندوقي وجدول الحقيقة أعلاه، فما علينا إلا إتباع خطوات التصميم الاتية، حيث يمكن أن نستنتج التعبيرات المنطقية من الجدول السابق، كما في الشكل المجاور.

نلاحظ أن وحدة فك الشيفرة تقوم بتوليد الحدود الصغرى (minterms) على أطراف الخرج له، وهذا يسهل بناء المعادلات المنطقية المكتوبة على شكل مجاميع (minterms) أو مرسومة في مخطط كارنوف، وذلك يكون بإضافة بوابة (OR) لتجميع بعض المخارج في وحدة فك الشيفرة وفقا للحدود الدنيا الموجودة في المعادلة .

اذن، عند رسم المعادلات السابقة، تصبح الدارة المنطقية كالتالي:



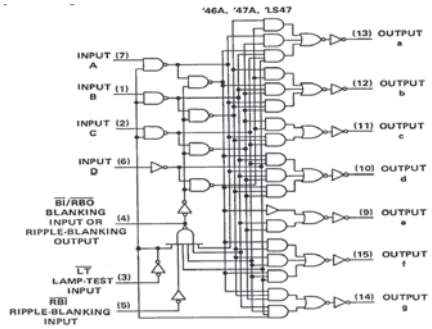
الدارة المنطقية للتركيب الداخلي لوحدة فك شفرة (decoder 2-4)

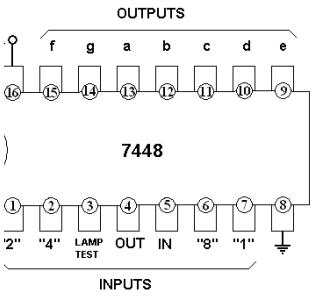
نلاحظ أن الدارة المنطقية لوحدة فك الشيفرة تتكون بشكل اساسي من مجموعة من بوابات AND بعدد أطراف الخرج.

نشاط 7 أرسم الدارة المنطقية، ثم تأكد من عمل الدارة من خلال أحد برامج المحاكاة لـ:

1. وحدة فك شيفرة من نوع 1 إلى 2 (1-to-2 Decoder)
2. وحدة فك شيفرة من نوع 3 إلى 8 (3-to-8 Decoder)

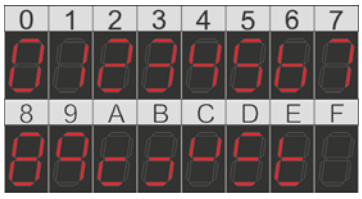
وحدة فك التشفير BCD to 7-Segment decoder:



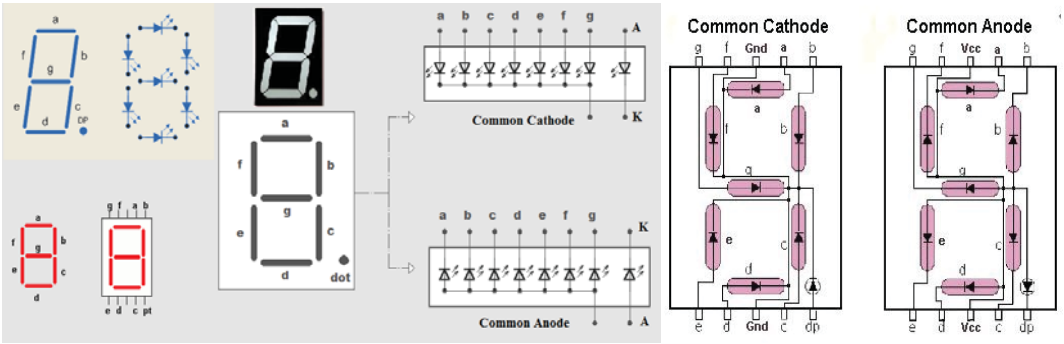


تعتبر وحدة فك التشفير (BCD to 7-Segment decoder) نوعاً خاصاً من وحدات فك التشفير، اذ تتكون من مجموعة من البوابات المنطقية، كما يظهر من التركيب الداخلي للدارة المتكاملة (7447)، والتي تحتوي على مداخل تمثّل رقماً ثنائياً مرمز عشريا (BCD)، ومخارج تنشط وفقا للرقم المدخل، كما يوضح جدول الحقيقة العلاقة بين الرقم المدخل (BCD) ومخرج وحدة فك التشفير الذي يحدد الرقم الذي يظهر على لوحة الإظهار (7-segment display)، ويمكن أن يكون أكثر من مخرج في هذه الوحدة في حالة نشطة. فمثلاً عند وصول العدد 4 بالشكل (BCD:0100) إلى مداخل وحدة فك التشفير 7447 (A0-A3)، فإن المخارج الخاصة بتشكيل الرقم 4 على لوحة الاظهار تكون نشطة فقط. وهذا يؤدى إلى إضاءة الثنائيات الضوئية b,c,f,g كما هو مبين بجدول الحقيقة.

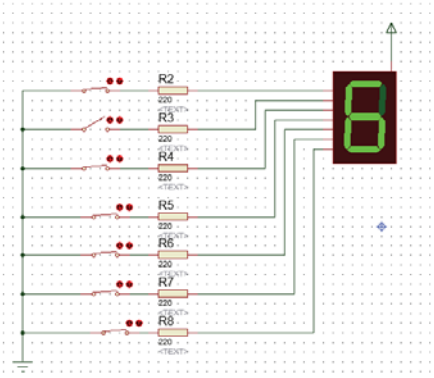
BCD Inputs	Decoder Outputs	7 Segment Display Outputs
D C B A	a b c d e f g	
0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0	0
0 0 0 1	0 1 1 0 0 0 0	1
0 0 1 0	1 1 0 1 1 0 1	2
0 0 1 1	1 1 1 1 0 0 1	3
0 1 0 0	0 1 1 0 0 1 1	4
0 1 0 1	1 0 1 1 0 1 1	5
0 1 1 0	1 0 1 1 1 1 1	6
0 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0	7
1 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1	8
1 0 0 1	1 1 1 1 0 1 1	9



تتكون لوحة الإظهار من 7 ثنائيات ضوئية كما يظهر من الصورة المجاورة، فمنها نوع Common- Anode وفي هذا النوع يتم توصيل الطرف الموجب للثنائيات جميعها مع مصدر جهد 5 فولت، والنوع الثاني هو Common Cathode حيث يتم توصيل الطرف السالب للثنائيات جميعها إلى جهد 0 فولت.

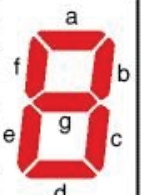


نشاط 8 من خلال أحد برامج المحاكاة اعمل على بناء الدارة الآتية لتوضيح فكرة عمل لوحة الإظهار (7Segments).

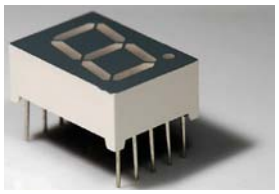


Outputs from the 4026 counter and display driver IC								
Count	a	b	c	d	e	f	g	h
0	●	●	●	●	●	●		●
1		●	●					●
2	●	●		●	●		●	●
3	●	●	●	●			●	●
4		●	●			●	●	●
5	●		●	●		●	●	
6	●		●	●	●	●	●	
7	●	●	●					
8	●	●	●	●	●	●	●	
9	●	●	●	●		●	●	

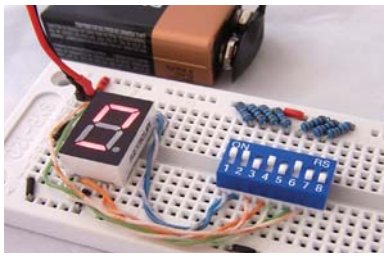
● = segment on. h is used to drive other counters.



الثنائيات التي تعمل (ON) في لوحة الاظهار في كل حالة من الارقام التي يتم ادخالها



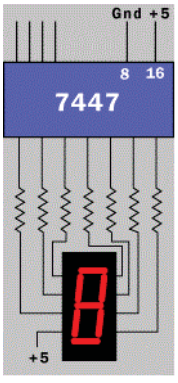
نشاط 9 قم بتحضير مكونات الدارة (مفاتيح بعدد الثنائيات، مقاومات بحيث يتم توصيل كلّ ثنائي مع مقاومة قيمتها 330Ω أو 220Ω، ومن ثم تنفيذها عملياً حسب الخطوات الآتية:

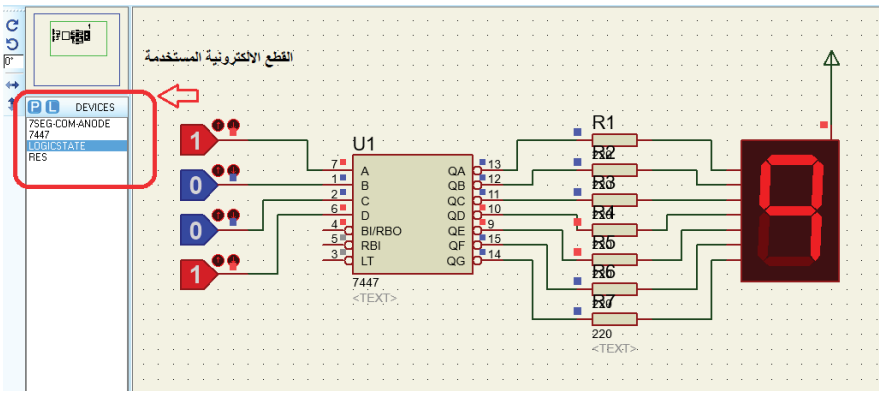


1. فحص ثنائيات وحدة الإظهار باستخدام مصدر الجهد 5 والمقاومة.
2. تحديد نوع وحدة الإظهار اعتماداً على أقطاب مصدر الجهد من الخطوة 1.
3. توصيل الدارة العملية المجاورة والتأكد من الثنائيات التي تعمل في كل حالة حسب الجدول في النشاط السابق.

نشاط 10 من خلال التطبيق العمليّ اعمل على بناء الدارة الآتية لتوضيح فكرة عمل دارة فك التشفير Decoder وكيفية توصيلها مع لوحة الإظهار (7Segments) من خلال توصيل المفاتيح (D،C،B،A) والتأكد من الأرقام الظاهرة على لوحة الإظهار (Display) بإدخال الأرقام الثنائية باستخدام المفاتيح (D،C،B،A).

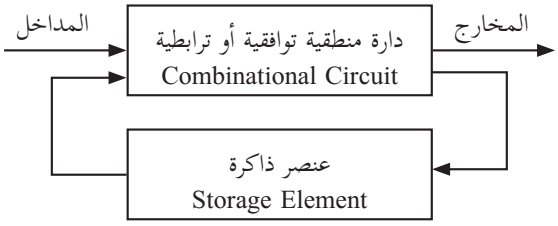
BCD Inputs	Decoder Outputs	7 Segment Display Outputs
D C B A	a b c d e f g	
0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0	0
0 0 0 1	0 1 1 0 0 0 0	1
0 0 1 0	1 1 0 1 1 0 1	2
0 0 1 1	1 1 1 1 0 0 1	3
0 1 0 0	0 1 1 0 0 1 1	4
0 1 0 1	1 0 1 1 0 1 1	5
0 1 1 0	1 0 1 1 1 1 1	6
0 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0	7
1 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1	8
1 0 0 1	1 1 1 1 0 1 1	9





ثانياً: الدارات التتابعية (Sequential Circuits):

إن الخرج في هذا النوع من الدارات لا يعتمد فقط على القيم الحالية للدخل، وانما يعتمد أيضا على القيم السابقة للخرج، أي أن هذا النوع من الدارات له عنصر تخزيـــن أو ذاكرة (Memory) تستطيع تخزين القيمة السابقة للدارة بحيث تؤثر على خرجها الحالي، مثل النطاطات (Flip-Flops)، والمسجلات (Registers)، و العدادات (Counters).

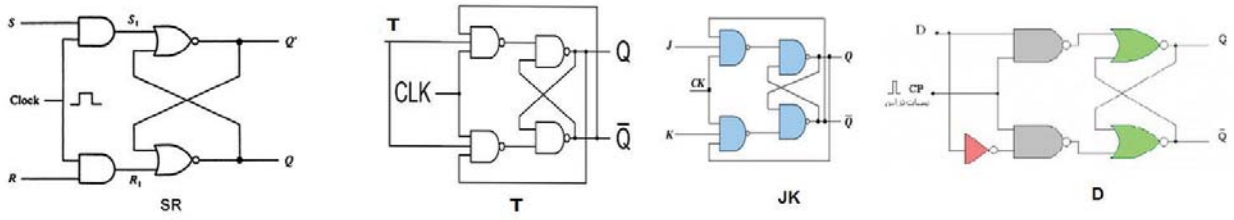


مخطط صندوقي يمثل الدارات المنطقية التتابعية

النطاطات (Flip Flops)

تستعمل النطاطات في بناء الأنظمة الرقمية التي تعتمد على المنطق التتابعي مثل العدادات والسجلات، وكذلك تستخدم في بناء الذاكرة المتطايرة RAM والعديد من التطبيقات المختلفة، وتحتفظ بإحدى حالتي النظام الثنائي (0 ، 1) حتى تتغير حالتها الثانية عن طريق إشارة الدخل الأخرى، وتعد بوابات NAND، NOR من أكثر البوابات المنطقية استخداماً في بناء دارات النطاطات.

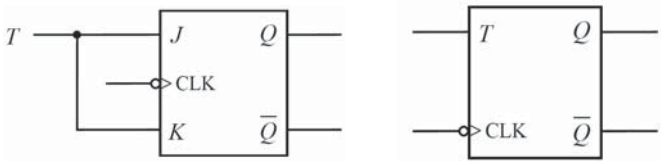
يوجد عدة أنواع من النطاطات (SR, JK, T, D)، موضح تركيبها الداخلي بالشكل الآتي:



انواع النطاطات وتركيبها الداخلي

يعتبر النطاط T من النطاطات السهلة الاستخدام، حيث أن الحرف T اختصار لكلمة Toggle، بمعنى عكس الحالة،

وهذا النطاط عبارة عن نطاط نوع JK تم ربط طرفي الدخل له في طرف واحد هو الطرف T، كما هو موضح بالشكل التالي:



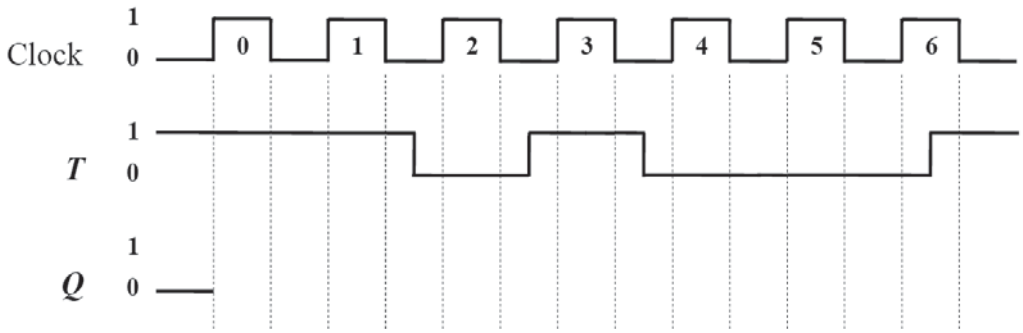
وفي ما يلي جدول الحقيقة للنطاط T:

C	T	Q_{t+1}
↓	0	Q_t (No change) لا تغيير
↓	1	$\overline{Q}_t$ (Toggle) عكس الحالة

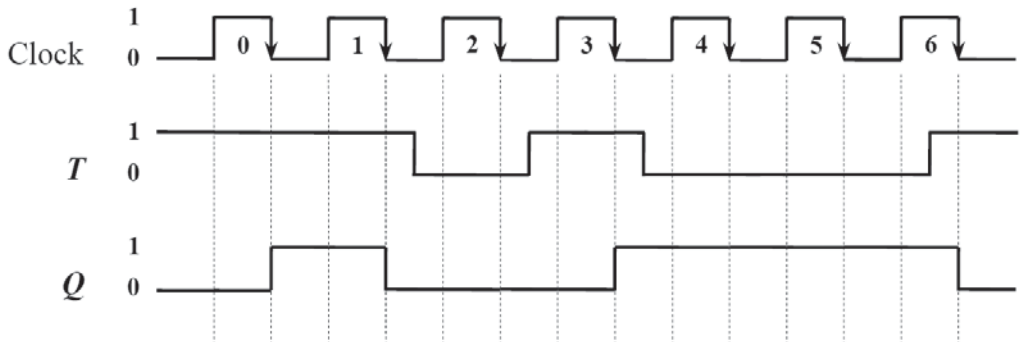
ملاحظة:

1. الحالة الجديدة (Q_{t+1}) في هذا النوع من النطاطات قد تحتفظ بحالته السابقة (Q_t) أو يتم عكس تلك الحالة السابقة.
2. يمثل السهم إلى أسفل النبضة عند انتقالها من 1 الى 0 (تعرف بـ negative edge)، لذا توضع دائرة صغيرة في الرسم الصندوقي للنطاط. لكن في حالة (positive edge)، لا توجد دائرة.

مثال 5 أكمل مخطط التزامن التالي للنطاط T



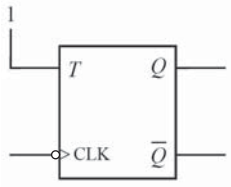
الحل:



العدادات الرقميّة Digital Counters

تعدّ العدادات من الدارات التتابعية التي تتكون من عدد من النطاطات (flip flops) D، T، JK ، SR التي توصل مع بعضها لتقوم بسلسلة من التغيرات حسب جدول الحقيقة للحالة الفعالة (SET) لكلّ منها حيث تتبدل القيمة المنطقية على المخرج عند تعرضها لنبضة التزامن حسب حالة الانتقال من المستوى المنخفض للنبضة إلى المرتفع أو العكس، وتقسم العدادات إلى أنواع عديدة، منها ما درسته سابقاً مثل عداد جونسون، ومنها الأنواع الأخرى الآتية:

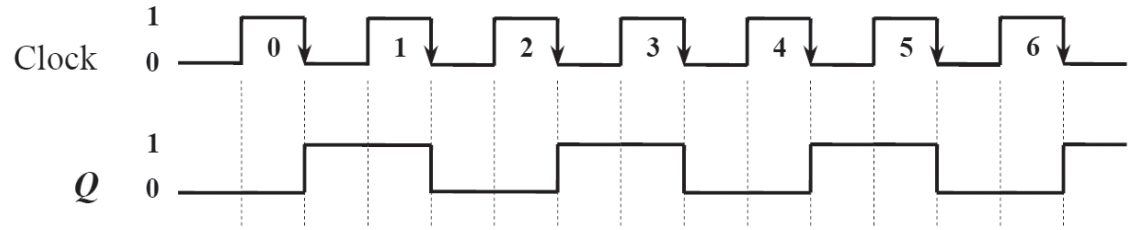
1. **العداد اللاتزامني:** يتم تغيير خانة الـ Bit باستخدام نبضات لتغيير حالة النطاط كلّ على حدة وينقل كلّ نطاط حالته إلى النطاط التي الذي يليه وهكذا.
2. **العداد التزامنيّ:** تتغير(حالته) خانة الـ Bit بنبضة تصل إلى النطاطات جميعها معاً.
3. **العداد العشريّ:** يتم العد من 0 إلى 9 في المرحلة الواحدة، وقد يتكون من مراحل عديدة.
4. **العداد التصاعديّ:** ويتم العد تصاعدياً أي من أقل قيمة إلى أكبر قيمة حسب تصميمه.
5. **العداد التنازليّ:** يتم العد تنازلياً أي من أكبر قيمة إلى أقل قيمة.
6. **العداد التصاعديّ التنازليّ:** يتم العدّ إما تصاعدياً أو تنازلياً حسب اختيار الطرف المناسب لأطرافه (up/ down) مثل (74193).
7. **العداد الحلقيّ:** يبدأ العد من قيمة ويعود إليها تلقائياً ويستمر على شكل حلقة مغلقة.



بناء العدادات:

يمكن استخدام النطاط T في وضع التذبذب بين حالتين (Toggle mode)، حيث يتم وصل الطرف T دائما مع القيمة المنطقية 1، كما في الشكل المجاور.

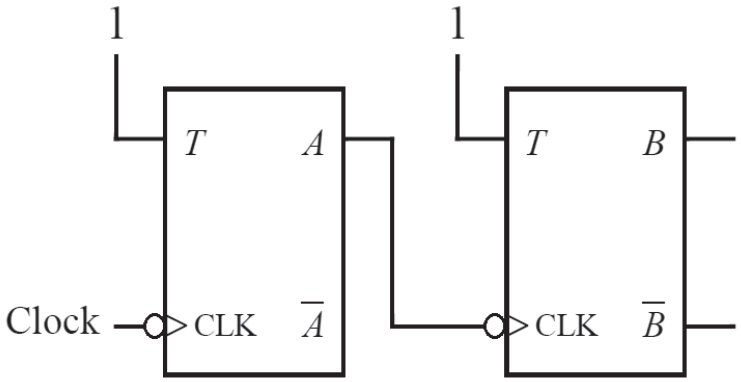
في هذا الوضع يقوم النطاط بعكس حالته مع كل نبضة من نبضات التزامن، كما هو موضح أدناه:

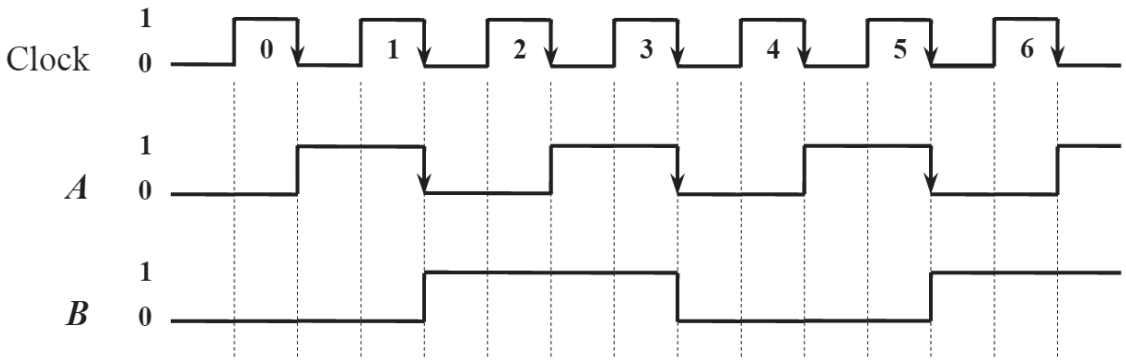


لاحظ أن الاشارة Q الخارجة يمكن اعتبارها اشارة تزامن، ولكن اشارة التزامن الخارجة من النطاط ترددها هو نصف تردد اشارة التزامن الداخلة إليه. أي أن النطاط قام بقسمة تردد اشارة التزامن على 2.

اذا قمنا بإدخال الاشارة الخارجة من النطاط الاول كإشارة تزامن الى نطاط ثاني من نفس النوع، فإن النطاط الثاني

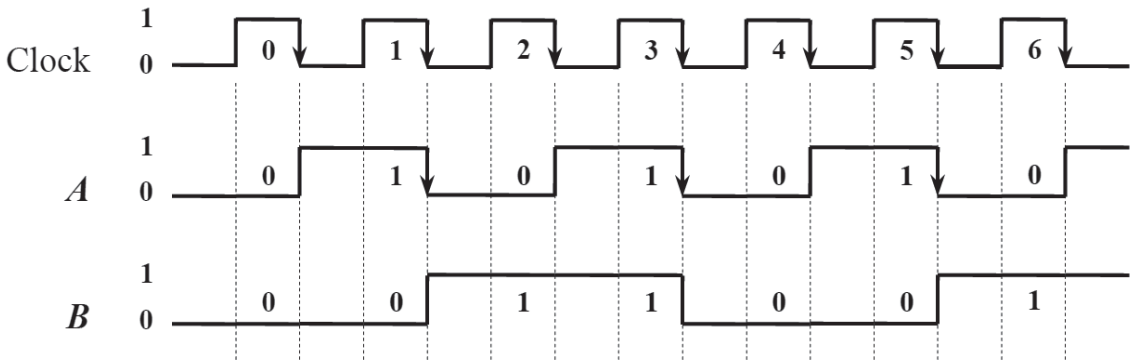
سيقوم بقسمة تردد تلك الاشارة على 2 أيضا، كما هو موضح أدناه.





لاحظ أن النطاط الأول A يعكس حالته مع كل نبضة من نبضات التزامن، والنطاط الثاني B يعكس حالته كل نبضتين. و بناء عليه تصلح A أن تكون الخانة الدنيا (LSB)، وتصلح B أن تكون الخانة الثانية في عدّاد تصاعدي ذي خانتين (2-bit Up counter)، أي أن الدارة المنطقية أعلاه تمثل دارة عدّاد تصاعدي ذي خانتين وهو عداد غير متزامن (Asynchronous or ripple).

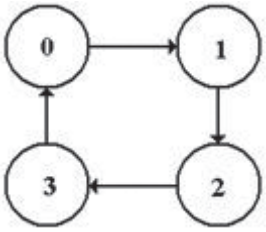
هذا و يمكن الحصول على تسلسل العد للعدّاد من مخطط التزامن (Timing Diagram) له كالتالي:



وعليه يكون تسلسل العد للعداد هو :

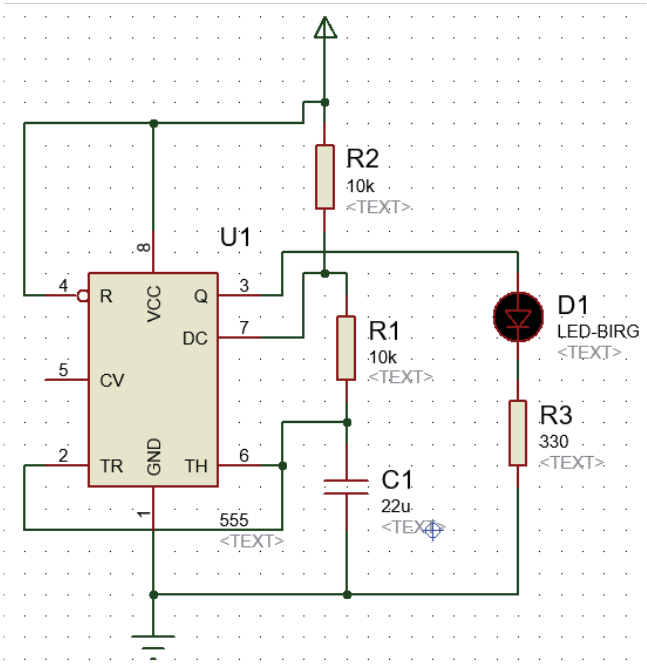
B	A	State
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3
0	0	0
0	1	1
1	0	2
⋮	⋮	⋮

ومخطط الحالات للعداد (State diagram) هو:



يحتاج العداد إلى نبضة التزامن التي تمكنه من العمل بشكل تتابعيّ، ويمكن الحصول على هذه النبضات بطرق مختلفة منها استخدام دارة المؤقت الزمني555.

نشاط 11 قم بتركيب دارة المؤقت الزمني للحصول على نبضة مربعة (إشارة رقمية) ليتم استخدامها في دارة العداد.



نشاط 12 صمم عدّاداً تصاعدياً غير متزامن ذا خانات ثلاثة (3-bit Up Counter) وأرسم مخطط التزامن له، ثم وضح تسلسل العد ومخطط الحالات، وذلك إذا بدأ العدّاد العد من الحالة 3 (011).

أسئلة الدّرس

س1: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل ممايلي:

1. ما عدد المقاومات التي نحتاجها عند توصيل وحدة فك الترميز مع وحدة الاظهار؟

أ) مقاومة واحدة ب) 3 مقاومات ج) 7 مقاومات د) 4 مقاومات

2. ما البوابة المنطقية التي تسمى بالبوابة العالمية؟

أ) AND ب) OR ج) INVERTER د) NAND

3. ما عدد احتمالات حالات المخرج لبوابة منطقية ذات 3 مداخل؟

أ) 8 ب) 6 ج) 4 د) 2

4. ما الترتيب العددي للعدادات العشرية في المرحلة الواحدة؟

أ) 0 - 9 ب) 0 - 10 ج) 0 - 10 د) 0 - 99

س2: ما المقصود بكلّ من المصطلحات الآتية؟

الدارات التتابعية الرقمية، وحدة فك التّشفير(Decoder)، لوحة الإظهار (7Segments)، عداد تصاعديّ وتنازليّ (UP/DOWN COUNTER).

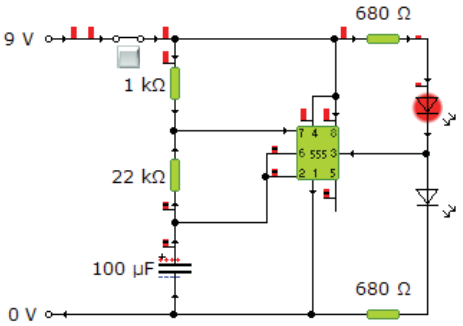
س3: قارن بين الدارات المنطقية التوافقية (الترابطية) والدارات المنطقية التتابعية؟ من حيث الخرج والذاكرة والتغذية الراجعة، مع ذكر أمثلة على كل نوع.

س4: تمعّن في تمثيل مخرجات جدول الحقيقة والذي يظهر في الجدول المرفق، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

A \ BC	00	01	11	10
0		1	1	
1	1	1	1	1

- استنتج المعادلة F.
- هل يوجد حل آخر يعطي النتيجة نفسها؟
- اعمل على محاكاة الدارة باستخدام أحد برامج المحاكاة وتحقق من النتيجة.

س5: تمعن في الدارة المجاورة الآتية، ثم نفّذ الخطوات الآتية:



- حدد أسماء القطع المكونة للدارة.
- عمل محاكاة للدارة.
- ما أثر تغيير قيمة المقاومة من 22k إلى 50k؟
- ما أثر تغيير قيمة المكثف من 100µ إلى 1000µ.

اسئلة الوحدة

س1: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة في كل مما يلي:

1 ما الهدف من استخدام جداول الترميز الخاصة لـ «العناصر الالكترونية سطحية التركيب»؟

أ. معرفة أسعار القطع الالكترونية. ب. تحديد قيمة القطع الالكترونية.

ج. تحديد نوع قطع الفك والتركيب. د. معرفة بلد المنشأ للعناصر الالكترونية.

2 ما القطعة المسؤولة عن توليد النبضات الكهربائية في الدارات الالكترونية؟

أ. DMM. ب. الكريستالة. ج. الثنائي. د. الملف.

3 بالاستعانة بالجداول المرفقة، ما رمز المقاومة التي قيمتها 255KΩ؟

أ. 40C. ب. 31D. ج. 40D. د. 31C.

4 ما نوع الثنائي المستخدم في بناء وتركيب الشاشات المرنة ؟

أ. عضوي باعث للضوء. ب. مرسل الأشعة المترددة.

ج. زينر. د. عادي.

5 ماعدد الاحتمالات الممكنة لمخرج البوابة المنطقية (XOR) ذات ثلاثة مداخل (A,B,C)؟

أ. 16 احتمال. ب. 8 احتمالات. ج. 3 احتمالات. د. 21 احتمال.

6 متى تتبدّل القيمة على المخرج في دارات العدّادات الرقمية؟

أ. عند تعرضها للحرارة. ب. عند تعرضها لأشعة تحت الحمراء.

ج. عند تعرضها لأشعة فوق البنفسجية. د. عند تعرضها لنبضة تزامن.

7 أي من الآتية تعتبر مثالا على القطع السطحية غير القطبية؟

أ. المقاومة. ب. المكثف. ج. البطارية. د. الثنائي.

8 أي من الآتية يعتبر من الأمثلة الدارات المنطقية التتابعية؟

أ. Half Adder. ب. Full Adder. ج. Filp Flop. د. Decoder.

9 ما نوع الاشارة التي تولّدها قطعة المؤقت الزمني (555)؟

أ. اشارة مشفّرة. ب. اشارة لولبية. ج. اشارة تماثليّة. د. اشارة رقميّة.

10 ماذا نستخدم لتضخيم التيار على مخرج العازل الضوئي في الدارات الالكترونية؟

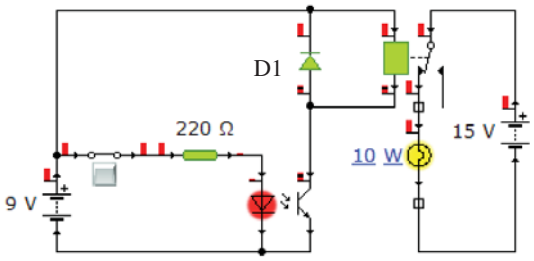
أ. المرحّل. ب. شاشة 7-Segment.

ج. الكريستالة. د. ترانزستور دارلنغتون.

س2: إذا كانت مخرجات جدول الحقيقية F كما يظهر في الشكل المجاور اعمل تبسيط للدارة مستعينا بمخطط كارنوف لثلاثة متغيرات، وتحقق من النتيجة عن طريق محاكاتها.

A \ BC	00	01	11	10
0	1			1
1	1		1	1

س3: من خلال تتبع الدارة المجاورة أجب عما يلي:



أ) حدد أسماء القطع الإلكترونية المكونة للدارة.

ب) ما الهدف من توصيل الثنائي D1.

ج) وضح مبدأ عمل الدارة.

د) هل توفر الدارة العزل؟ وضح إجابتك.

س4: صمم دارة توافقية لجهاز انذار لسيارة حسب المواصفات التالية:

المداخل:

- حالة محرك (A): يعمل: تعطى القيمة الثنائية 1، لا يعمل: تعطى القيمة الثنائية 0
- حالة الباب (B): مغلق: تعطى القيمة الثنائية 1، مفتوح: تعطى القيمة الثنائية 0
- حالة حزام الأمان (C): مربوط: تعطى القيمة الثنائية 1، غير مربوط: تعطى القيمة الثنائية 0

المخارج:

مخرج لتشغيل جرس W ⟵ 1 : تشغيل، 0 : إيقاف

يعطي الجرس صوتاً في الحالات التالية:

1. المحرك يعمل، الباب مغلق، حزام الأمان غير مربوط
2. المحرك يعمل، الباب مفتوح

أكتب جدول الحقيقة المناسب للدارة، واستعن بمخطط كارنوف لاستنتاج المعادلة ورسم الدارة المنطقية.

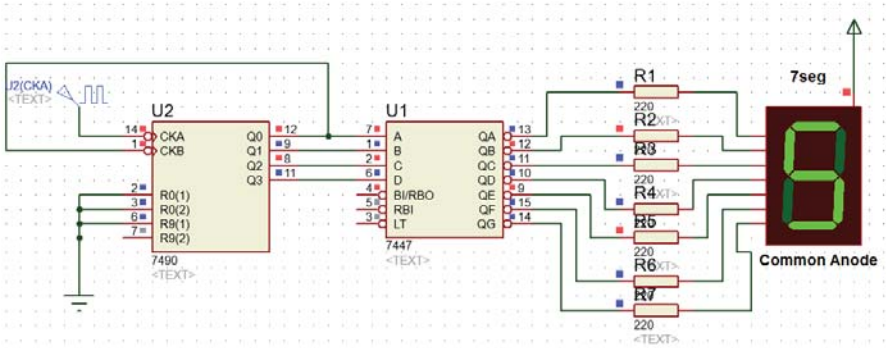
س5: صمم دارة رقمية توافقية لها مدخلان و أربعة مخارج، الخرج عبارة عن رقم ثنائي يمثل مربع الرقم الموجود على الدخل (مثلا مربع الرقم 3 والذي يكافئ $(11)_2$ يساوي 9 والذي يكافئ $((1001)_2$):

- أكتب جدول الحقيقة للدارة.
- استنتج المعادلة المنطقية للمخارج.
- أرسم الدارة المنطقية.

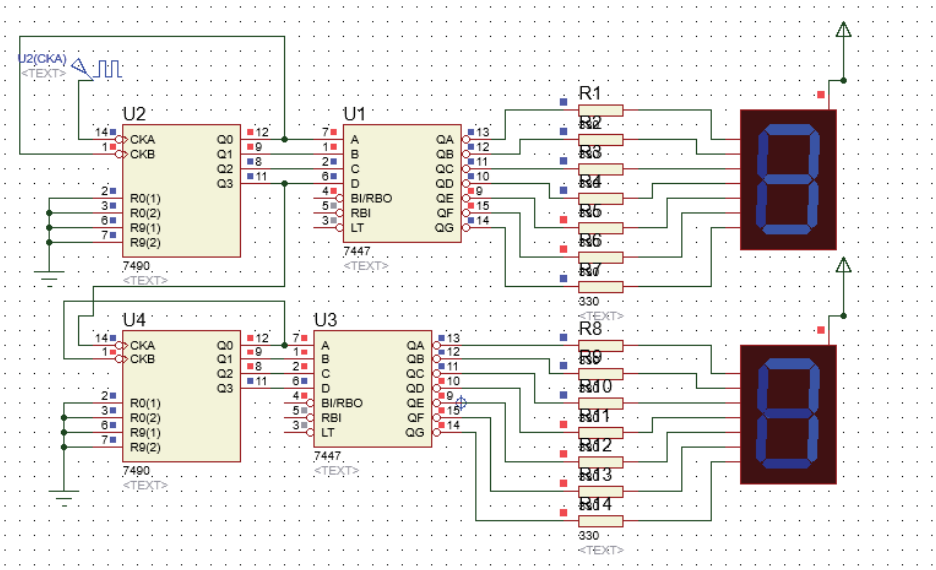
مشروع مقترح للوحدة

نحتاج أحيانا إلى مراحل عديدة من لوحات الإظهار لبيان القيم الكبيرة نسبياً (ميزان إلكتروني) فنقوم بمضاعفة مراحل الدارة عن طريق بناء دارة العداد ليتم العد من (0-99).

المطلوب: تمعّن في المشروع المقترح الآتي ونفذه عملياً باستخدام المؤقت الزمنيّ للموجة المربعة على مدخل العداد.



(دارة عدّاد بمنزلة عشرية واحدة)



(دارة عدّاد بمنزلتين عشريتين)

الوحدة الثانية

المتحكمات الدقيقة والمنازل الذكية

العالم بين يديك

مقدمة الوحدة

تعرض هذه الوحدة تطبيقات وأفكاراً لمشاريع متقدمة باستخدام المتحكمات الدقيقة، ومنها لوحة الأردوينو، حيث تحتوي على ثلاثة دروس، يتطرق الدّرس الأول فيها إلى مفاهيم متقدمة وتطبيقات جديدة للمتحكمات الدقيقة خاصة في قراءة الإشارات التماثلية وإخراجها.

بينما يعرض الدّرس الثّاني مفهوم المنازل الذّكية ودور نظم التحكم والمتحكمات الدقيقة فيها، حيث إن الصعوبات في توفير الطاقة وعدم انتظام الكهرباء وقلة توفر المياه والحاجة إلى الأمان والراحة، تتطلب نظماً متكاملة وذكية، تعمل على استشعار توفر الكهرباء، أو المياه، وتشغيل المضخات في الوقت المناسب، وتسهم في ترشيد الاستهلاك، وكذلك هناك حاجة إلى نظم حماية من السرقة، وإلى نظم خاصة باستشعار الغازات السامة والحرائق، وغيرها من النظم الأخرى التي تعدّ جزءاً من نظام متكامل لمنزل ذكي.

ثم ننتقل في نهاية هذه الوحدة إلى مفهوم إنترنت الأشياء، ذلك المصطلح الذي انتشر مؤخراً بشكل كبير، وهو يشمل تقنيات عديدة، منها الاتصال والاستشعار والتحكم عن بعد عبر الإنترنت.

أهداف الوحدة

يتوقّع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على:

- تنفيذ تطبيقات متقدمة باستخدام الأردوينو ومن خلال برامج المحاكاة.
- استخدام الأردوينو في المراقبة والتحكم بأجهزة منزلية.
- اقتراح أفكار لمشاريع في مجال إنترنت الأشياء.

الدرس الأول تطبيقات متقدمة في الأردوينو

تعرفنا سابقاً إلى مفهوم الإشارات التّماثلية والتي تكون على شكل موجة متصلة في الوقت والاتساع، وتأخذ قيماً متعددة، أما الإشارات الرقمية فتأخذ مستويين: صفر (0 فولت)، و واحد (5 فولت)، حيث تعمل بعض الأنظمة والقطع الإلكترونية في البيئة المحيطة بنظام الإشارات التماثلية، وبما أن المتحكمات الدقيقة ومنها لوحة الأردوينو تعمل بنظام الإشارات الرقمية فإننا نحتاج إلى عمليتين متعاكستين وضروريتين في المتحكمات الدقيقة، هما عملية التحويل من تماثلي إلى رقمي (ADC)، وعملية التحويل من رقمي إلى تماثلي (DAC)، حتى يستطيع المتحكم الدقيق التعامل مع البيئة المحيطة، وقراءة بيانات من مستشعرات خاصة بقياس درجة الحرارة أو شدة الإضاءة أو الضغط أو الرطوبة أو غيرها من القياسات الفيزيائية التي تعطي إشارات تماثلية، ويتم بعد ذلك معالجة هذه البيانات لأغراض متنوعة، إما للعرض على شاشة أو لتخزينها، وأرشفتها، أو لاتخاذ قرار بالتحكم بأجهزة أخرى.

وكذلك نحتاج للتحويل الرقميّ التماثليّ، كي نستطيع محاكاة قيم وإشارات تماثلية وإخراجها من خلال قيم رقمية داخل المتحكم الدقيق باستعمال تقنية تعديل أو تضمين عرض النبضة (PWM: Pulse Width Modulation).

قراءة الإشارات التماثلية:

مستشعر الحرارة LM35: هو عبارة عن دارة متكاملة مدمجة صغيرة لها ثلاثة أطراف، ويمكن معرفة المواصفات القياسية لهذا المستشعر من النشرة الفنية Datasheet له، ويمكن أن نلخص أهمها فيما يلي:

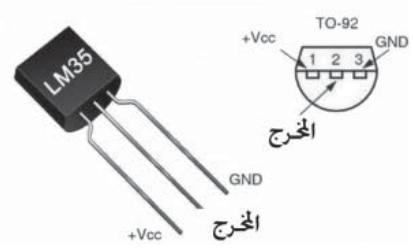
1. يتغير جهد الخرج خطياً مع درجة الحرارة المحيطة بمقدار 10mV/°C، فمثلاً عند درجة حرارة 25°C نحصل على خرج مقداره 250mV، ويعطي صفر فولت عند درجة حرارة صفر سيلسيوس. هذه الخاصية مهمة جداً، إذ لا نحتاج إلى إعادة ضبط عند تبديل المستشعر بآخر.
2. نسبة الخطأ في درجة الحرارة لا تزيد أو تنقص عن 0.5 درجة مئوية.
3. مدى حراري واسع يبدأ من 55°C- سيلسيوس إلى 150°C.
4. مقاومة الخرج قليلة.
5. يستطيع العمل على مصدر جهد (Vs) يتراوح ما بين "4-30 فولت".

الآن باستخدام هذا المستشعر سنبني جهاز مقياس للحرارة مع إظهار قيمها على المرقاب التسلسلي لبيئة الأردوينو.

نشاط 1 مقياس درجة الحرارة

القطع والأدوات المطلوبة:

- لوحة أردوينو.
- لوحة تجارب وأسلاك توصيل.
- مستشعر الحرارة LM35.
- جهاز حاسوب وكابل USB.

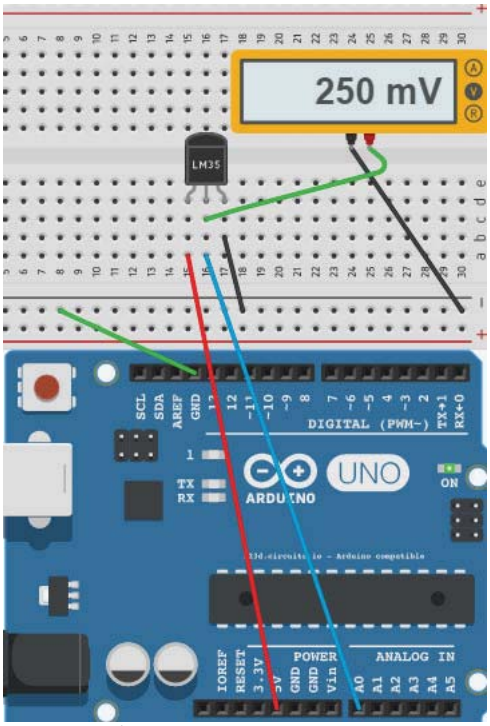


مستشعر الحرارة LM35

خطوات العمل:

1. وصّل الدارة، كما هو موضح بالشكل الآتي، يجب الانتباه عند ربط هذا المستشعر لأنه قد يتعرض للتلف بسهولة، وتوصل الأطراف الثلاث على النحو الآتي:
   - **Vcc+:** يوصل مع طرف الجهد +5 فولت في لوحة الأردوينو.
   - **المخرج:** الجهد المتناسب مع درجة الحرارة يوصل مع المدخل التماثليّ A0.
   - **GND:** القطب السالب أو الأرضي ويوصل مع الأرضي GND في لوحة الأردوينو.
2. اكتب نص البرنامج الآتي وافحصه، ثم حمّله إلى لوحة الأردوينو.
3. اذهب إلى المرقاب التسلسلي في بيئة الأردوينو البرمجية، ولاحظ القراءات (يُظهِر قيم درجات الحرارة).
4. ضع أصبعيك على المستشعر، ولاحظ الارتفاع في درجات الحرارة.

```
float sensor_read;
int tempPin = A0;
void setup()
{
Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
sensor_read=analogRead(tempPin);
float voltage=(sensor_read/1023.0)*5000;
float tempC=voltage/10;
Serial.print("TEMPRATURE = ");
Serial.print(tempC);
Serial.print(" C");
Serial.println();
delay(1000);
}
```



توصيل مستشعر الحرارة مع لوحة الأردوينو

معادلة تحويل قراءة المستشعر إلى درجة حرارة مئوية:

لإيجاد معادلة التحويل، يجب توضيح من أين جاءت القيمة 1023 والقيمة 5 فولت (5000 ملّي فولت). الـ 5 فولت هي القيمة المرجعية الافتراضية للمحول التماثلي الرقمي (ADC) في المتحكم الدقيق Atmega328 الموجود على لوحة الأردوينو، وهذا المحول يتكوّن من 10bits، إذن المستويات في المحول ستكون من 0 إلى ($2^{10} - 1$)، أي 1024 مستوى. هذا يعني أن عند قيمة دخل تماثليّ تساوي صفر فولت يعطي قيمة صفر. وعند قيمة دخل مقدارها 5 فولت يعطي 1023

يتم تقسيم الـ 5 فولت (أو 5000 ملّي فولت) إلى 1023، ثم يُضرب الرقم في قيمة الجهد المقروء رقمياً لنحصل على الجهد المكافئ التماثلي بالملّي فولت.

5 volt ⟶ 1023
voltage ⟶ sensor_read

voltage = sensor_read*5000/1023 (in mV)

ووفقا لخصائص المستشعر، فإن كل 10mV تكافئ 1 درجة سيلسيوس، وكي نحصل على درجة الحرارة المقيسة، تصبح المعادلة: tempC = voltage/10 = (sensor_read*5000/1023)/10 = sensor_read * 0.488

الجدول الآتي يوضّح بعض الأوامر البرمجية المهمة في البرنامج السابق:

م.	السّطر البرمجيّ	التّوضيح
.1	Serial.begin(9600);	يبدأ بعملية الاتصال التسلسليّ ليمكن الأردوينو من إرسال الأوامر عبر كيبل الـUSB. القيمة 9600 هو معدل سرعة نقل البيانات.
.2	Serial.available()	للتأكد أنه ما يزال هناك اتصال تسلسليّ نشط ومن وجود بيانات، يرجع عدد البايتات المتاحة.
.3	data = Serial.read();	لقراءة البيانات القادمة بشكل تسلسليّ.
.4	Serial.print(data);	طباعة/إرسال البيانات إلى المنفذ التسلسليّ.

سؤال إذا علمت أن القيمة المرجعية للمحول التماثليّ الرقميّ تساوي 5 فولت، وكانت قيمة القراءة من المدخل التماثليّ تساوي 52، فما قيمة درجة الحرارة المقيسة؟

نشاط 2 مقياس شدة الإضاءة (Light Meter)

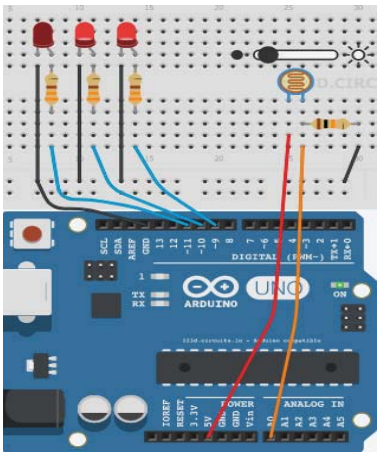
القطع والأدوات المطلوبة:

- لوحة أردوينو.
- لوحة تجارب وأسلاك توصيل.
- ثنائيات ضوئية عدد 3.
- مقاومات (330 Ω عدد 3، 1 kΩ).
- مقاومة ضوئية LDR.
- جهاز حاسوب وكابل USB.

اعمل على توصيل الدارة الآتية الموضحة بالشكل المجاور حيث:

1. يتم استخدام المقاومة الضوئيّة (LDR) لقياس شدة الإضاءة.
2. يتم ربط الـ LDR مع الأردوينو وقراءتها برمجياً كقيمة تماثلية تعبّر عن شدة الإضاءة.
3. استخدام ثنائيات ضوئية ثلاث كمؤشر على شدة الإضاءة في البيئة المحيطة، ويمكن زيادة عددها حسب الرغبة.

اكتب البرنامج المناسب لهذه الدارة، حيث يتم تقسيم القيمة التماثليّة المقروءة إلى مستويات ثلاث، تعمل على إضاءة ثنائيّ إضافي عند الانتقال من مستوى الى آخر أعلى، مع عرض القيم المقروءة على المرقاب التسلسلي.



توصيل دارة مقياس شدة الاضاءة

بعض أنواع البيانات الأساسية في لغة أردوينو سي:

يقدم الجدول الآتي بعض أنواع البيانات الأساسية التي تستخدمها خلال برمجة الأردوينو، يلاحظ أن نوع المتغير يحدد مقدار المساحة التي سيحتلها في الذاكرة، ويؤثر النوع على دقة نتائج العمليات الرياضية.

	نوع البيانات	مثال	ملاحظات
.1	boolean منطقيّ	boolean val = false; boolean state = true;	منطقي يأخذ قيمتين إماtrue و إما false
.2	int عدد صحيح	int ledPin = 13;	عدد صحيح حجمه 2 بايت أردوينو اونو: من 32,768- إلى 32,767
.3	char حرف أو رمز	char myChar = ‘A’; char myChar = 65; التعبيران متكافئان	حجمه 1 بايت، وتكتب كحرف بين فاصلتين، ويمكن كرقم من جدول الآسكي (ASCII).
.4	float عائم (عشري)	float value = 2.157;	عدد عشري (يحتوي على فاصلة) حجمه 4 بايت -3.4028235E+38 to 3.4028235E+38.

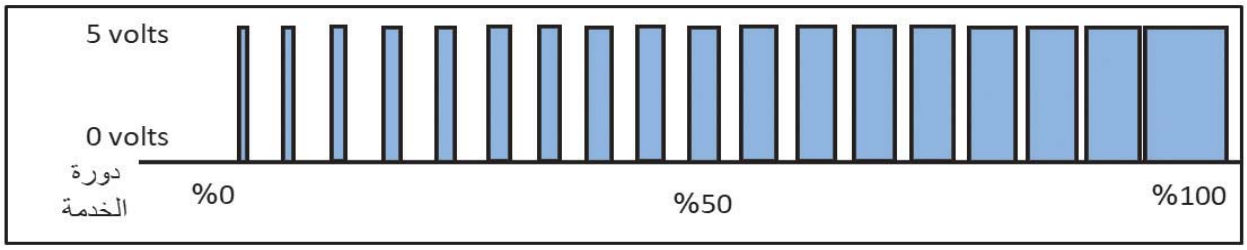
بعض أنواع البيانات الأساسية في أردوينو سي

تضمين/تعديل عرض النبضة (PWM)

يمكن تعريف الـ (PWM: Pulse Width Modulation) بأنها تقنية توجد في العديد من المتحكمات الدقيقة، وهي تمكّن من تزويد حمل ما بفرق جهد تماثليّ على شكل إشارة أو موجة رقمية مربعة (square wave)، هذه الموجة عبارة عن صفر وواحد أو وصل وفصل (high وlow)، ويمكن التحكم بمقدار فرق الجهد التماثليّ من خلال تغيير عرض نبضة الوصل نسبة إلى الفترة الكلية لدورة كاملة.

ويكون ذلك بتغيير زمن الفترة التي تكون فيها الإشارة في حالة وصل (high) نسبة إلى زمن فترة الإشارة الكلية (الزمن الدوري T)، وتعرف هذه النسبة بدورة الخدمة أو دورة العمل (Duty Cycle)، حيث إن مجموع فترتي الوصل والفصل معاً يساوي "الزمن الدوري" وهو يساوي مقلوب التردد للإشارة. وبالتالي، عندما يتغير عرض النبضة من الصفر

إلى أقصى قدرة، تتغير أيضاً دورة الخدمة كما هو مبين بالشكل الآتي:



تغيير تدريجي في دورة الخدمة لإشارة PWM

الزمن الإجماليّ هو الزمن الدوريّ (Period time) للموجة، حيث:

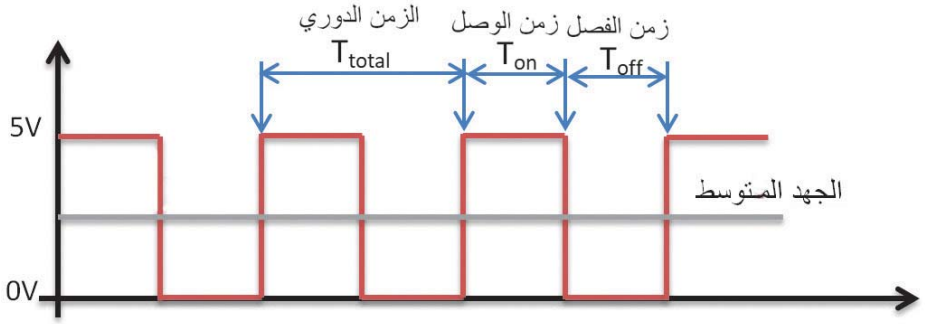
$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

يعرف دورة الخدمة (Duty cycle) للموجة المربعة بالصيغة الآتية:

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{T_{total}}$$

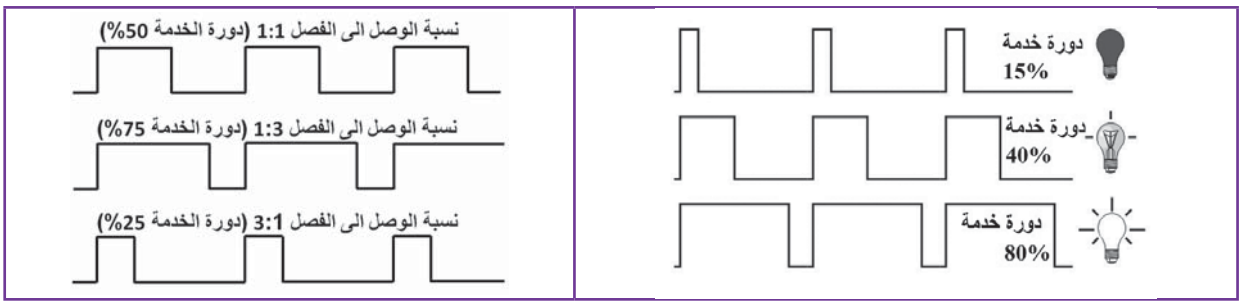
جهد الخرج الفعلي الواصل للحمل (Vout) يعدّ جزءاً من الجهد الكلي الموصول بالحمل (Vin) ويتغيّر مع دورة الخدمة بالصيغة الآتية:

$$V_{out} = D \times V_{in} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in}$$



المتغيرات المختلفة في اشارة PWM

من هذه العلاقة يتضح أن جهد الخرج يمكن أن يتغير مباشرة عن طريق تغيير قيمة T_{on}، فإذا كانت T_{on} تساوي صفراً، فإن V_{out} يكون صفراً أيضا، ويتضح ذلك من خلال الأشكال الآتية:



أمثلة تظهر قيم مختلفة لدورة الخدمة في تضمين عرض النبضة

في الجزء الأيسر من الشكل نجد أن الإشارة الأولى لها نسبة دورة خدمة (50%)، أي نسبة زمن الوصل إلى الزمن الكلي تساوي نصفاً (0.5)، فإذا كان الجهد المطبق (Vin) على الدارة 9 (فولت)، سيكون الجهد على المحرك هو 4.5 فولت، والسرعة تكون نصف السرعة الاسمية.

الإشارة الثانية لها زمن تشغيل (75%)، أي إذا كان الجهد المطبق على الدارة 9 (فولت)، سيكون الجهد على المحرك هو 6.75 فولت، والسرعة هي 75% من السرعة الاسمية.

الإشارة الثالثة لها زمن تشغيل (25%) أي إذا كان الجهد المطبق على الدارة 9 (فولت)، سيكون الجهد على المحرك 2.25 فولت، والسرعة هي 25% من السرعة الاسمية.

باستخدام هذه الفكرة البسيطة ومع توفر مصدر جهد ثابت DC، نستطيع التحكم بسرعة محرك تيار مستمر DC Motor، أو بشدّة الإضاءة الخاصة بثنائي ضوئيّ معيّن، وغيرها من التطبيقات. إن الجهد الناتج هو قيمة محصورة بين أعلى قيمة وأقل قيمة للجهد الخاص بمصدر الجهد الثابت، ووفقاً لنسبة دورة الخدمة.

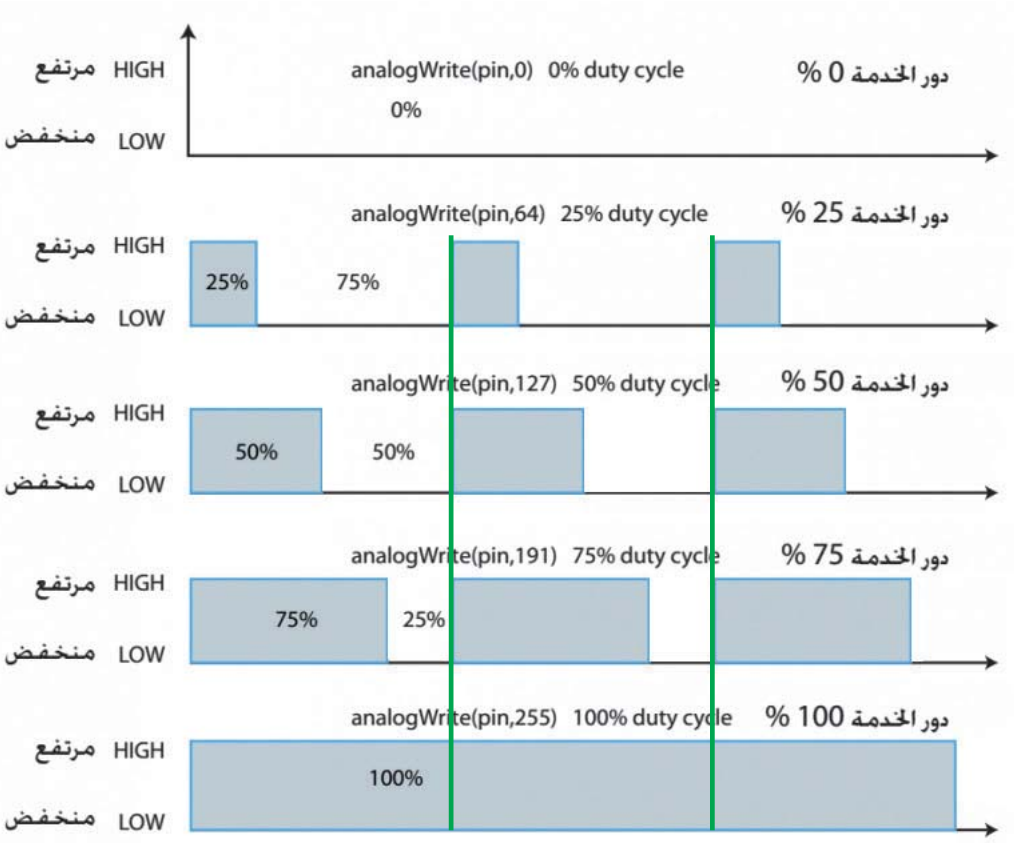
تضمين عرض النبضة (PWM)باستخدام الأردوينو أونو

يوجد 6 أطراف (Pins) في لوحة الأردوينو تمتلك خاصية إخراج إشارة (PWM)، وهي 3، 5، 6، 9، 10 و 11، وتتميز بإشارة ~ على اللوحة، ويتم ذلك باستدعاء الدالة analogWrite(pin,x)، وحيث إن المحول الرقمي التماثليّ في المتحكم الدقيق على اللوحة يتكوّن من 8 بت (8 bits DAC)، حيث يعطي 256 مستوى، وعليه فإن أقل قيمة للمتغير x يمكن أن تكون 0 وأكبر قيمة هي 255، ونلاحظ أن التعليمة (analogWrite) تأخذ معاملين، المعامل الأول يمثّل رقم المنفذ (الطرف)، والمعامل الثاني يمثّل دورة الخدمة (بين 0 و 255).

بطبيعة الحال يجب استدعاء الدالة (pinmode) لوضع الطرف كمخرج، وذلك قبل استدعاء الدالة (analogWrite).

ولإنشاء تغير تماثليّ، يكفي تغيير طول النبضة بتغيير مستويات الجهد مرتفع/منخفض بسرعة، وبذلك يمكن تغيير شدة إضاءة مصباح كما لو أننا قمنا بتغيير فرق جهد مستمر ما بين 0 و 5 فولت مثلاً.

في الشكل الآتي تظهر أمثلة لبعض الإشارات المختلفة التي تنتجها لوحة الأردوينو، الفترة بين الخطوط العمودية الخضراء تمثّل الزمن الدوري. وهذه الفترة تعكس تردد إشارة PWM. إن تردد الـ PWM الخاص بالأردوينو أونو تقريباً 500Hz (500 مرة في الثانية)، أي أن الفترة بين كلّ خطين أخضرين تمثّل 2 ملي ثانية. وذلك عند تنفيذ التعليمة analogWrite بقيم بين 0 و 255.



تضمين عرض النبضة في الأردوينو

نلاحظ من الشكل السابق:

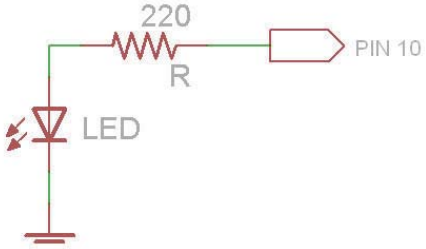
- قيمة 255 تزودنا بدورة خدمة 100%، مما يعني إشارة دائماً مرتفعة (تقريباً 5VDC).
- قيمة 191 تخرج دورة الخدمة 75%، مما يكافئ إخراج جهد تماثليّ قدره 3.75V.
- قيمة 127 تخرج دورة الخدمة 50%، مما يعني إشارة تكون نصف الزمن الدوري مرتفعة، ونصف منخفضة. أي تخرج فرق جهد تماثليّ قدره 2.5V.
- قيمة 0 تخرج دورة الخدمة 0%، مما يعني إشارة دائماً منخفضة أو 0 (فولت).

نشاط 3 التحكم بشدة إضاءة ثنائي ضوئي (LED) باستخدام PWM

يهدف هذا النشاط إلى استخدام تضمين عرض النبضة في الأردوينو للتحكم في شدة إضاءة ثنائي ضوئيّ، وذلك باستخدام الدالة (analogWrite)، نقوم بتغيير القيمة المرسلة على الخرج من (0 الى 255) باستخدام دوران for، ووضع تأخير زمني بين كلّ قيمة وأخرى، مما يظهر التغير التدريجي لتوهج الثنائي.

القطع والأدوات المطلوبة:

- لوحة أردوينو
- لوحة تجارب وأسلاك توصيل.
- مقاومة 220 Ω أو 330 Ω
- ثنائي ضوئي



توصيل ثنائي ضوئي بلوحة الأردوينو

خطوات العمل:

1. ركّب الدارة الموضّحة بالشكل المجاور.
2. افتح واجهة بيئة تطوير الأردوينو، وحرر نص البرنامج الآتي.
3. افحص نص البرنامج، ثم حمله إلى لوحة الأردوينو.
4. نفّذ البرنامج، ودوّن ملاحظاتك.

```
int led_pin = 10;
int i = 0;
void setup()
{
pinMode(led_pin, OUTPUT);
}
void loop()
{
for (i = 0; i < 255; i++)
{
analogWrite(led_pin, i); // PWM
delay(10);
}
for (i = 255; i > 0; i--)
{
analogWrite(led_pin, i);
delay(10);
}
}
```

5. جرّب البرنامج بعد إلغاء التأخير الزمنيّ بوضع شرطتين مائلتين // أمام التعليمة ;(delay(10، و لاحظ أثر ذلك.

نشاط 4 التحكم بسرعة محرك تيار مستمر

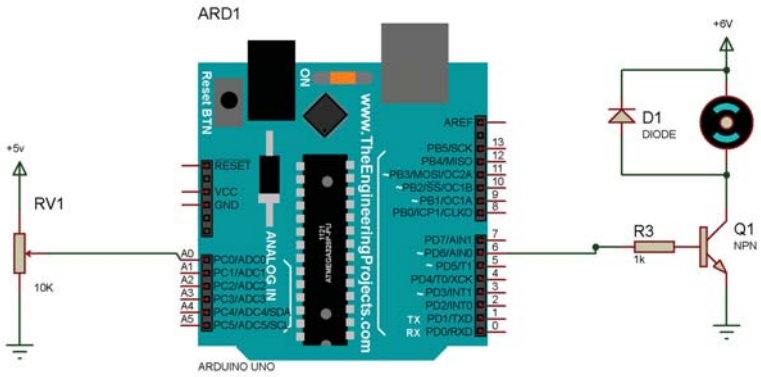
يهدف هذا النشاط إلى التحكم بسرعة محرك تيار مستمر باستخدام تضمين عرض النبضة في لوحة الأردوينو، حيث سيتم في البداية تغيير قيمة عرض النبضة من خلال تعديل النص البرمجيّ، ثم باستخدام مقاومة متغيرة موصولة في مدخل تماثليّ.

القطع المطلوبة:

- لوحة أردوينو
- لوحة تجارب وأسلاك توصيل.
- مقاومة 1KΩ
- مقاومة متغيرة 10KΩ
- محرك تيار مستمر
- ثنائي عادي
- ترانزستور BC547.

خطوات التوصيل والفحص:

1. توصيل الطرف الأوسط للمقاومة المتغيرة على المدخل التماثليّ A0، حيث يتم توصيل أحد الطرفين الآخرين مع الأرضي والطرف الآخر بـ 5 (فولت) في لوحة الأردوينو.
2. توصيل محرك تيار مستمر على الخرج رقم 6 (PWM)، وذلك من خلال ترانزستور يستخدم كسائق (DRIVER) كما موضح بالشكل.
3. إضافة ثنائي عادي على طرفي المحرك للحماية.
4. افتح واجهة بيئة تطوير الأردوينو وحرر نص البرنامج التالي.
5. افحص نص البرنامج ثم حمّله إلى لوحة الأردوينو.
6. نفّذ البرنامج، ودوّن ملاحظاتك. وفي كل مرة غيّر قيمة عرض النبضة في النص البرمجيّ من خلال تغيير قيمة المتغير mspeed، وذلك للتحكم في سرعة المحرك عبر إرسال رقم ما بين 0 و 255

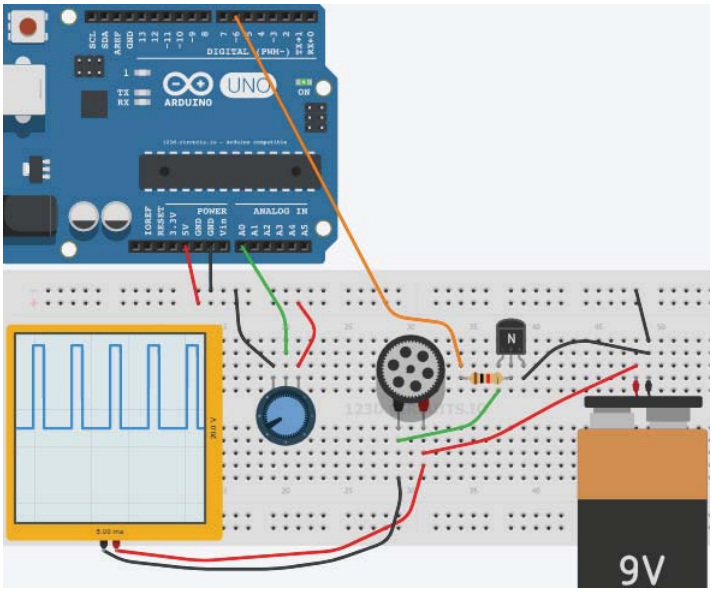


مخطط دارة التحكم بسرعة محرك تيار مستمر باستخدام تقنية PWM

```
int motorPin = 6;
int mspeed = 128;
void setup()
{
pinMode(motorPin, OUTPUT);
}
void loop()
{
analogWrite(motorPin, mspeed);
}
```

طور الكود السابق ليصبح كالآتي، ونفّذ البرنامج، لكن هذه المرة راقب سرعة المحرك عند تغيير فرق الجهد على الدخل التماثليّ A0، وذلك من خلال تغيير قيمة المقاومة المتغيرة.

```
int motorPin=6;
 int analogpin=A0;
 int value=0;
 int mspeed;
 void setup()
 {
Serial.begin(9600);
pinMode(motorPin,OUTPUT);
 }
void loop()
 {
 value=analogRead(analogpin);
 mspeed=map(value,0,1023,0,255);
 analogWrite(motorPin,mspeed);
 Serial.println(mspeed);
 delay(100);
 }
```



التوصيل العمليّ للدارة في نشاط 4

نلاحظ أن الدالة map قامت بدور كبير في البرنامج السابق، حيث إنها تقوم بتغيير مدى المتغير (value)، والذي تمت قراءته من المدخل التماثليّ (0-1023)، ليصبح المدى له ضمن المدى المسموح لإخراجه على الطرف 6 (PWM) والذي يأخذ قيماً من (0-255).

ناقش فكرة مشروع عصا لضعاف البصر (عكاز)، مستخدما مجس قياس المسافة على المدخل التماثلي وطنان (Buzzer) أو محرك هزاز (vibrator) على مخرج PWM؟

نشاط 5 محاكاة التحكم بسرعة محرك تيار مستمر

استخدام أحد برامج المحاكاة لمحاكاة عمل الدارة الالكترونية في النشاط السابق والخاصة بالتحكم في سرعة دوران محرك تيار مستمر.

الأدوات والاجهزة اللازمة:

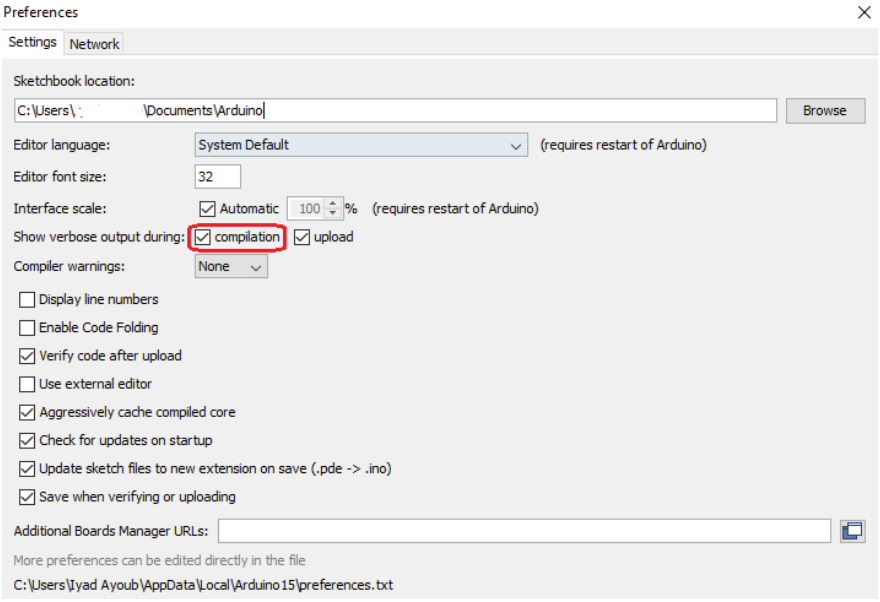
1. برنامج محاكاة يحتوي على مكتبة الأردوينو.
2. بيئة برمجة الأردوينو.
3. جهاز حاسوب.

الخطوات:

1. استخدام بيئة الأردوينو لكتابة الكود البرمجي المعد في النشاط السابق من هذا الدرس والخاص بالتحكم بسرعة محرك تيار مستمر باستخدام المقاومة المتغيرة، ويتم الحصول على ملف hex بطريقتين:

- إنشاء ملف hex عند عمل تصدير الترجمة باللغة الثنائية من خلال الذهاب الى القائمة الشيفرة البرمجية ويمكننا التأكد من نجاح عملية التصدير بالضغط على عرض ملف الشيفرة البرمجية ويمكن نسخ هذا الملف الى أي مجلد اخر بحث يسهل الوصول إليه.

- ضبط إعدادات بيئة الأردوينو كي يتم انشاء ملف hex عند عمل ترجمة للكود البرمجي، وذلك من خلال الذهاب إلى قائمة file ثم preferences، و بعد ذلك اختيار الخيار compilation كما موضح بالشكل.



إعداد بيئة الأردوينو لتوليد ملف سداسي عشري hex

2. ترجمة الكود البرمجي لإنشاء ملف hex، فيظهر موقع الملف الناتج في منطقة التنبيهات في بيئة برمجة الأردوينو، يتم نسخ المسار الخاص بالملف من منطقة التنبيهات ولصقه في متصفح الملفات، بحيث يظهر الملف المطلوب (hex). يمكن نسخ هذا الملف إلى أي مجلد آخر بحيث يسهل الوصول اليه.

3. تحميل مكتبة الأردوينو من شبكة الانترنت، وفك ضغط الملفات الخاصة بالمكتبة ونسخها في المجلد الخاص بالمكتبات (libraries) تحت المجلد الخاص ببرنامج المحاكاة على الدرايف C.

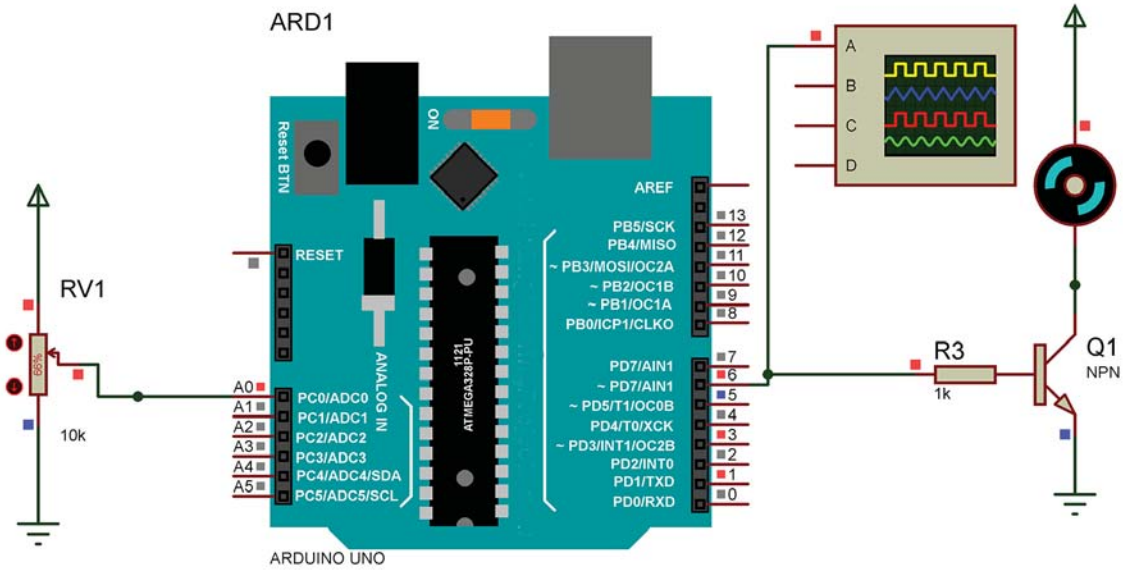
4. افتح برنامج المحاكاة، وابدأ مشروع جديد (اختر اسماً مناسباً للمشروع).

New project ⟶ Next ⟶ Create schematic from the selected template ⟶ DEFAULT ⟶ Next ⟶ Do not create a PCB layout ⟶ Next ⟶ Finish

5. أضف الاجهزة والقطع المطلوبة (Devices) الى المشروع وذلك بالبحث عنها من الايقونة وهي:

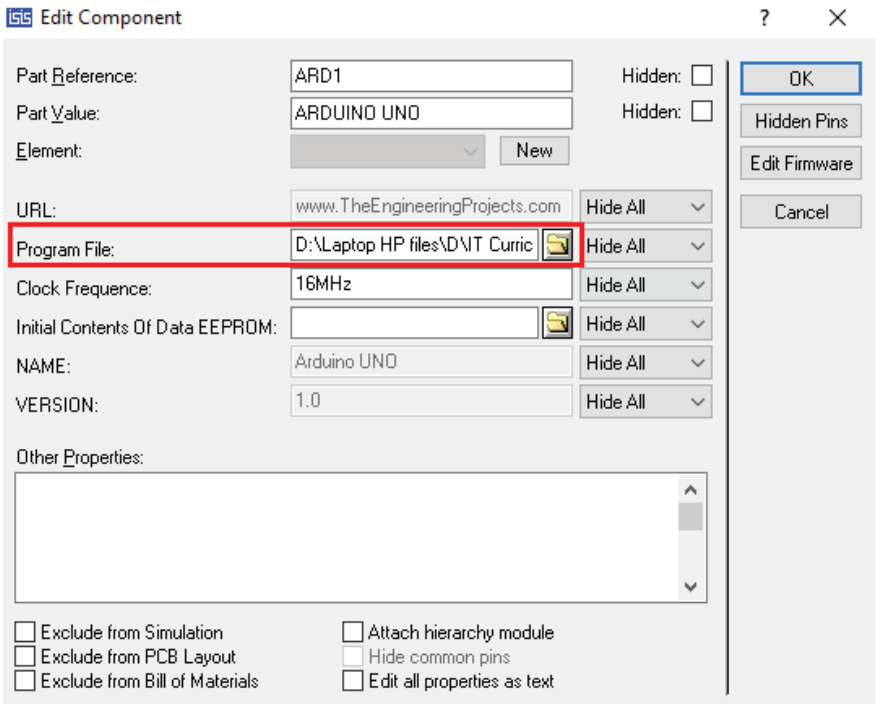
- لوحة الأردوينو Arduino uno
- مقاومة متغيرة (POT-HG)
- ترانزستور (NPN)
- محرك تيار مستمر (MOTOR)
- مقاومة 1 كيلو اوم (Resistor)
- مصدر طاقة (Power) و أرضي (Ground) من قائمة Terminals Mode
- جهاز راسم الاشارة (oscilloscope) من قائمة الأجهزة Instruments

6. بعد اضافة الاجهزة والقطع، قم بتوصيل الدارة التالية في برنامج المحاكاة.

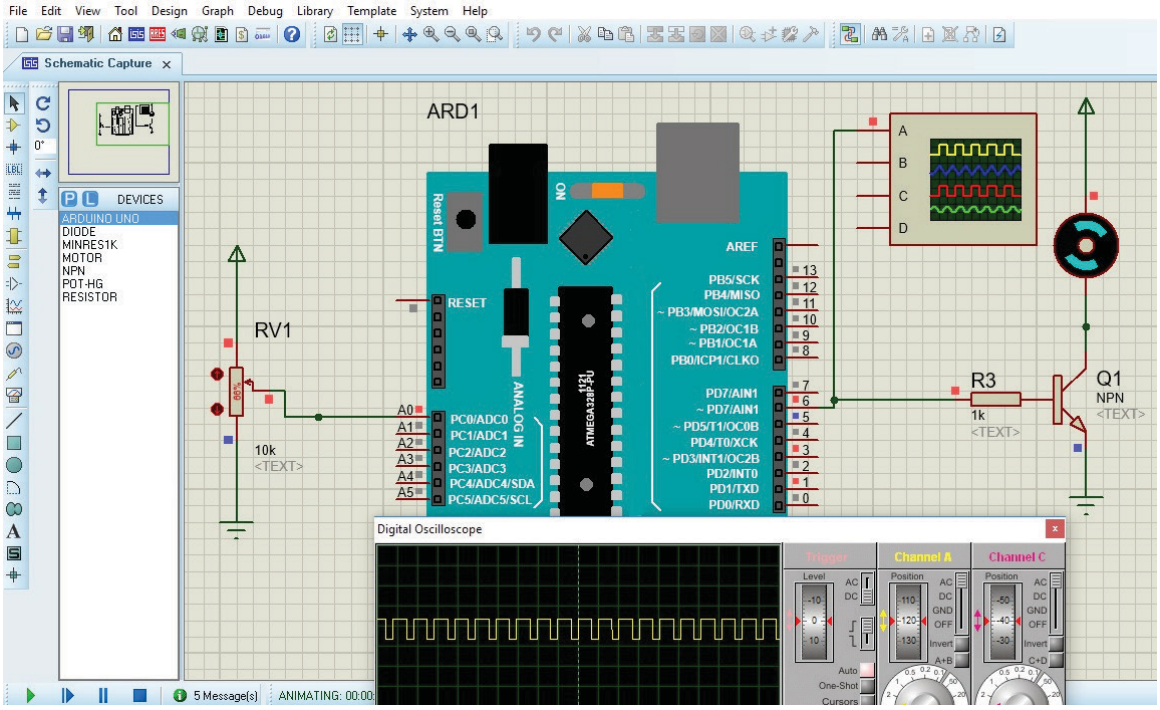


مخطط دارة التحكم بسرعة محرك تيار مستمر باستخدام تقنية PWM

7. الضغط بالماوس على لوحة الأردوينو فيظهر الشكل التالي، يتم تحديد مسار الملف السداسي عشري (hex) الناتج في البند رقم 3 واختياره لتحميله إلى لوحة الأردوينو في برنامج المحاكاة.



8. اغلاق الشاشة السابقة وتشغيل المحاكاة من خلال الايقونة اسفل الشاشة
9. راقب سرعة المحرك عند تغيير فرق الجهد على الدخل التماثليّ A0، وذلك من خلال تغيير قيمة المقاومة المتغيرة بالماوس.
10. كذلك يمكن ملاحظة التغير في عرض النبضة PWM باستخدام راسم الاشارة (oscilloscope)، كما في الشكل التالي:



أسئلة الدّرس:

س1: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيح لكل مما يلي:

1 إذا علمت أن القيمة المرجعية للمحول التّماثليّ الرقميّ في لوحة الأردوينو تساوي 5V، وكانت قيمة القراءة من المدخل التّماثليّ تساوي 41، فما قيمة درجة الحرارة المقيسة؟

أ) 24. ب) 8.2. ج) 41. د) 20.

2 أي من الآتية تمثل دورة الخدمة إذا علمت أن زمن الوصل يساوي زمن الفصل في الموجة المربعة لتعديل عرض النبضة؟

أ) 100 %. ب) 50 %. ج) 0 %. د) 25 %.

3 ما الأمر المستخدم لقراءة قيمة تماثليّة على المدخل التماثليّ A0؟

أ) digitalWrite(A0) ب) analogRead(A0)

ج) analogWrite(A0,x) د) digitalRead(A0)

4 ما الأمر المستخدم لإخراج قيمة تماثلية x على الطرف 5 في لوحة الأردوينو؟

أ) digitalWrite(5,x) ب) analogRead(5)

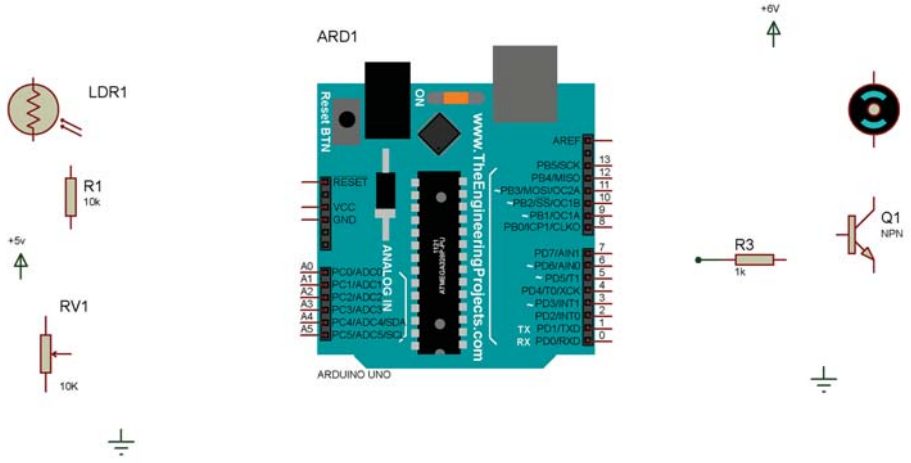
ج) analogWrite(pin,x) د) analogWrite(5,x)

5 ما عدد المخارج التي يمكن أن تستخدم لإخراج إشارة تعديل عرض النبضة (PWM) في لوحة الأردوينو أونو؟

أ) 6. ب) 13. ج) 5. د) 2.

س2: أكمل التوصيلات الناقصة في المخطط الآتي:

حيث تتم قراءة قيمة تماثلية من المقاومة الضوئيّة وكذلك من المقاومة المتغيرة، وإرسال إشارةPWM إلى محرك التّيار المستمر.



س3 : اشرح البرنامج الآتي، موضّحاً ماذا يحدث عند تنفيذه للدارة المستخدمة في النشاط رقم 4.

```
int motorPin = 6;
void setup()
{
pinMode(motorPin, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
while (! Serial);
Serial.println("Speed 0 to 255");
}
void loop()
{
if (Serial.available())
{
int mspeed = Serial.parseInt();
if (mspeed >= 0 && mspeed <= 255)
{
analogWrite(motorPin, mspeed);
}
}
}
```

س4 : طور النشاط رقم 3، حيث يتم قراءة فرق جهد من مقاومة متغيرة على المدخل التماثلي A0، وتبعاً لقيمة الجهد يتم التحكم بشدة إضاءة الثنائي الضوئي باستخدام PWM. ارسم الدارة، واكتب الكود.

مشروع

التحكم بتبريد غرفة

يهدف هذا المشروع إلى التحكم بتبريد غرفة ما والتنبيه عند ارتفاع درجة الحرارة عن حد معين، حيث يتم قياس درجة الحرارة من مستشعر الحرارة، ومقارنة القيمة المقيسة مع درجات الحرارة المرجعية المكتوبة في البرنامج في لوحة الأردوينو.

يقوم المتحكم الدقيق بتشغيل أو إيقاف المروحة المسؤولة عن توازن درجة الحرارة وذلك عندما تزيد درجة الحرارة عن قيمة معينة x1.

عندما تصل درجة الحرارة إلى حد الخطر x2، يتم تشغيل جرس الإنذار، ويتم إظهار درجة الحرارة المقيسة على المراقب التسلسلي. كذلك تضيء الثنائيات بالتدريج تبعاً لدرجة الحرارة (أقل من x1، بين x1 و x2، أكبر من x2).

- ارسم المخطط الانسيابيّ (flowchart) للمشروع.

مشروع للتحكم بتبريد غرفة

الدرس الثاني الأردوينو والمنازل الذكية

لقد أحدث عصر المعلومات والاتصالات من خلال الابتكارات التكنولوجية على مدار سنوات عديدة تغيرًا جذريًا في نظم الاتصالات والتحكم والمراقبة عن بعد، وقد مكن من ابتكار طرق لدمج الخدمات والأنظمة مع التقنيات التي تشكل جزءًا من حياتنا اليومية، وبشكل خاص في المنازل والمباني الذّكية. وفي هذا السياق، أصبح مصطلح «ذكي» يشير إلى أسلوب حياتنا، ويُقصد بالمباني الذكية المباني القائمة على ذلك التكامل بين الخدمات والأنظمة مع التكنولوجيا (تكنولوجيا المباني الذكية)، ولذلك يتم دمج الذكاء في هذه المباني لخدمتنا، أو بعبارة أخرى لجعل حياتنا أكثر سهولة وراحة وتوفيراً للوقت والطاقة، وكذلك أكثر أمناً وسلامة. وقد بدأت حلول المباني الذكية بالانتشار عالمياً ومحلياً بشكل ملحوظ.

المنزل المؤتمت الذكيّ

هو نظام مُتكامل مكوّن من أجهزة تحكم متطورة، ووحدات إدخال وإخراج، يتم فيه ربط مختلف الأجهزة والأنظمة (الإلكترونيّة والكهربائيّة والميكانيكيّة) في المنزل مع بعضها بعضاً، وإحداث التفاعل المطلوب فيما بينها، حيث يمكن التحكم بها ومُراقبتها من أي مكان وبأيّ وقت داخل المنزل أو خارجه، عبر وحدة تحكم خاصة أو بواسطة الحواسيب والأجهزة المحمولة الذّكية.

للنقاش

في مجتمعنا يأبى الاحتلال إلا أن يترك آثاراً مدمرة نفسية وجسدية على أطفالنا، فمنهم من فقد أطرافه دون ذنب، مستعينا بمفهوم المنازل الذكية، كيف لك ان تعيد البسمة على شفاههم!؟

ان النظام الذكي يراقب ويتحكم في الإضاءة، والتدفئة والتهوية وتكييف الهواء، والستائر، ونظام الصوتيات والمرئيات والكاميرات، والأبواب الكهربية، وأنظمة الحماية من السرقة والحريق، وتوفير الطاقة، وغيرها، ويكون التحكم عن بعد بواسطة تقنيات مختلفة.

فعلى سبيل المثال: عندما تصل إلى منزلك، سيقوم نظام منزلك تلقائياً بفتح باب الكراج، وإضاءة الأنوار الخارجية وإلغاء قفل الباب الرئيسيّ، وتعطيل جهاز الإنذار، وإضاءة الدرج، وتشغيل التكييف. كما يمكن وبضغطة زر على جهاز تحكم عن بعد، تشغيل التجهيزات جميعها المتعلقة بنشاط معين تقوم به، والتي تفضلها من خلال برمجتك الخاصة في منزلك.

يشمل مفهوم حلول المنازل الذكية أنظمة عديدة مختلفة الوظيفة، تعمل مع بعضها من خلال بنية اتصال شبكية، وتقوم الأنظمة باستقبال البيانات والأوامر وتنفذها مباشرة. هذه الأنظمة المتكاملة يمكن التحكم بها من داخل المنزل أو خارجه، وباستخدام أحدث التقنيات لتجعل الحياة أكثر سهولة وأماناً ورفاهية، ومنها:

1. نظام الإضاءة (Lighting):

مع نظام المنزل الذكي يتم التحكم بأنواع الإضاءة الداخليّة والخارجيّة للمنزل جميعها، حيث يمكن التحكم في تشغيل الإضاءة، وفي شدتها، وألوانها، وضبط الوضعية التي تناسب وتلبي احتياجات الحياة اليومية، مما يساعد على تكوين أشكال وتأثيرات ضوئية فنية رائعة تضفي مزيداً من الجمال على المنزل.

إضافة إلى ذلك، يتحقق هدف الاستخدام الأمثل للطّاقة، حيث يعمل نظام المنزل الذكيّ على إطفاء الأنوار في الغرف والأماكن التي لا يوجد فيها أحد، وتعتيم الإضاءة في الأروقة والممرات، وفصل الدوائر الكهربية عند اللزوم.

2. نظام التحكم بالتدفئة والتهوية وتكييف الهواء (Heating-Ventilation-Air-Conditioning):

يعدّ نظام التدفئة والتهوية والتكييف جزءاً من منظومة المنزل الذكيّ التي تهدف إلى خلق جو ملائم تشعر فيه بالراحة، مع توفير النفقات المهدورة في الإنفاق على الطاقة المستهلكة دون الاستفادة منها، حيث يتم إيقاف التكييف في الأماكن الشاغرة بمنزلك، وأحيانا توجيه الهواء نحو أماكن وجودك، وإطفاء التكييف عند بلوغ درجة الحرارة المرغوبة. يمكن أن يكون هذا النظام جزءاً من نظام متكامل تقوم ببرمجته، وتختار درجات الحرارة وفقا لاحتياجاتك وفي الوقت والمكان المناسبين.

3. نظام الصّوتيات والمرئيات والتّرفيه (Entertainment):

في نظام التّرفيه الخاص بالصوتيات والمرئيات، يمكن التحكم بأجهزة الوسائط المتعددة جميعها من صوتيات ومرئيات بمنزلك ومن أيّ مكان، ويمكن اختيار مقطوعات موسيقية معينة أو أي محتوى صوتيّ أو مرئيّ آخر في أي غرفة وجزء من أجزاء المنزل، وذلك من مكتبة الوسائط المتعددة في النظام. فيمكن التحكم بالتلفاز وأجهزة العرض أو الشاشات المثبتة على الحائط، وأجهزة الاستقبال ومشغلات الفيديو، وأجهزة العرض بشكل عام.

ويمكن اعتماد نظام توزيع صوتي إذ يتم تقسيم المنزل أو المبنى إلى مناطق صوتية منفصلة حيث لا تتأثر القائمة الصوتية لكلّ منطقة بتغير القائمة في منطقة أخرى، إضافة إلى خاصية النداء الصوتيّ العام، وتنبيهات السلامة المدمجة في النظام، وإذاعة التحية، والإعلان عن مواعيد الصّلاة وفقاً للمكان والزمان، وتقنية توفير الطاقة. ذلك كله يضفي أجواء من المتعة والتّرفيه والإثارة.

4. نظام الأمن والحماية والسّلامة (Security-Safety):

توفّر أنظمة الأمن والأمان في المنازل الذكية الإحساس بالطمأنينة والراحة النفسية، ويتم تزويد المنزل بأجهزة إرسال واستقبال مترابطة مع بعضها بعضاً تعمل تحت منظومة واحدة تحتوي مجموعة من المكوّنات الأساسية وهي: كاميرات مراقبة داخلية وخارجية ومنها ما له خاصية الرؤية الليلية، ومستشعرات متنوعة، وأقفال إلكترونية، حيث يتم تزويد المداخل والمخارج للمنزل الذكيّ بتلك المكوّنات، وتتصل هذه المكونات بنظام التحكم الرئيسي لاستقبال البيانات ومعالجتها واتخاذ القرار.

ومن المستشعرات، أجهزة استشعار الحركة على النوافذ والأبواب، وكاشف كسر الزّجاج التي تساعد في الحماية من السرقة، وأجهزة للاستشعار بحوادث الحريق والدخان، أو وجود تسريب للغاز، وتسرب المياه التي قد تلحق الضرر بالمنزل أو المقيمين فيه، فعند وقوع أيّ حادث، تصدر الأنظمة تنبيهات كصافرات الإنذار، والإنذار الضوئي، أو الاتصال بهاتفك الذكي، أو الاتصال بأرقام الطوارئ تلقائياً، أو إصدار أوامر التحكم بصمامات الغاز، وصمامات المياه، ويتم ذلك حسب البرمجة المتاحة للأنظمة.

وتساعد أنظمة الأمن والأمان في المنازل الذكية على الاستغناء الكامل عن مفاتيح أقفال الأبواب التقليدية للتحكم بالدخول والخروج، واستخدام نظام التعرف الذاتي لمعرفة الأشخاص المخولين، وبالتالي فتح الأقفال الإلكترونية، كما يمكننا بمرونة قبل الخروج من المنزل أو عند الذهاب للنوم من التأكد أن الأبواب والنوافذ جميعها مغلقة، وذلك بضغطة زر واحدة على أيّ من أجهزة الاتصال والتحكم المرتبطة بالنظام (الهاتف الذكيّ، جهاز تحكم عن بعد، ومفاتيح تحكم) وعند وجود أيّ منها مفتوحاً تصدر إشارات تحذيرية وتعمل على إغلاقها.

5. نظام المحركات الكهربائية: الأجهزة الآلية المزودة بمحرك Motorized-Devices-

يوفر نظام المنزل الذكيّ الجهد المبذول في فتح الستائر وأبواب المنزل أو الكراج وغيرها من الأبواب وإغلاقها، كما يوفر الوقت ويسهم في توفير بيئة صحية ومريحة. فمثلا يمكن تحقيق أقصى استفادة من الضوء الطبيعيّ مع منظومة النوافذ والستائر الآلية عند ربطها بنظام المنزل الذكيّ، حيث تفتح وتغلق في أوقات محددة، كما يمكنها العمل بشكل تلقائيّ لتفتح عند وصول أشعة الشّمس في الصباح وتقفل عند المساء، وفقاً احتياجاتك. كذلك مع نظام البوابات الكهروميكانيكية يمكن فتح البوابة الرئيسية آلياً للضيوف، أو عند العودة إلى المنزل، أو فتح بوابة الكراج باستخدام جهاز التحكم عن بعد، أو عند تعرف النظام إلى لوحة سيارتك أو رقم بطاقة الهوية الخاصة بك. وأيضا يمكن التحكم بحامل جهاز العرض أو شاشة التلفاز، وهي حوامل آلية متحركة يمكن طيها وإخفاؤها في خزانة بواسطة جهاز تحكم.

6. توفير الطّاقة (Energy-Saving):

صممت الأنظمة المذكورة أعلاه، حيث تحقق الفائدة المرجوة منها مع خاصية توفير استهلاك الطّاقة، وتلعب المستشعرات دوراً فعالاً في ذلك بإرسال البيانات إلى المتحكمات الدقيقة لمعرفة الحالة الحالية للبيئة والأجهزة. وتتضمن نظم توفير الطّاقة طرقاً عديدة وسيناريوهات لخفض معدلات استخدام الأجهزة واستهلاكها للطاقة، منها:

- التحكم في الإضاءة (تشغيل – إطفاء – تعتيم)، حيث يعمل نظام المنزل الذكي على إطفاء الإضاءة في الأماكن الفارغة بالمنزل، أو تعتيم الإضاءة في الممرات والأروقة، وفصل الدوائر الكهربية، مما يؤدي إلى توفير الطّاقة.
- نظام التدفئة والتهوية والتكييف، يتم إغلاق التكييف في الأماكن التي لا يوجد فيها أحد، ويمنع فتح أبواب الشرفات أو نوافذ الغرف، مما يؤدي إلى توفير قدر كبير من الإنفاق على استهلاك الطاقة بشكل ملحوظ.
- جدولة عملية تشغيل مشغلات الصوتيات والمرئيات، والستائر، ووفقا للبيانات المستقبلة من المستشعرات، ويتم تنظيمها والتحكم فيها عن بعد عبر الإنترنت.

طرق الاتصال وتقنياته:

يوجد تقنيات عديدة تستخدم في أتمتة المنازل والبيوت الذكية، وقد تكون عملية الاتصال سلكية أو لاسلكية، وقد يكون النظام مؤتمتاً وذاتي التحكم (Autonomous) بشكل كامل، حيث لا يكون هناك تدخل من الإنسان إلا في حالات خاصة يتم فيها تعديل إعدادات النظام، أو يكون النظام شبه ذاتيّ التحكم (Semi Autonomous)، حيث يكون هناك تدخل للإنسان. ومن تقنيات الاتصال اللاسلكية المستخدمة، الآتي:

1. استخدام الأشعة تحت الحمراء IR
2. استخدام الترددات الراديوية، تقنية البلوتوث – RF/Bluetooth
3. استخدام الترددات الراديوية، تقنية الزيجبي – RF/Zigbee (XBEE)
4. استخدام الشبكة الخليوية - (GSM/GPRS), SMS and DTMF
5. استخدام مرسل/مستقبل راديوي (433MHz RF Module)
6. استخدام شبكة (الإنترنت) (WiFi)

يستطيع المستخدم مراقبة المنزل والتحكم بالأنظمة كافة به من خلال أي وسيلة متصلة بأحد التقنيات المذكورة، مثل الحاسوب الشخصيّ أو الأجهزة اللوحية، وأجهزة الهاتف الذكي أو جهاز تحكم عند بعد.

أولا: استخدام الأشعة تحت الحمراء

الأشعة تحت الحمراء هي أشعة يقع نطاق ترددها على حافة الترددات المرئية لأعيننا، فهي أشعة كهرومغناطيسية بطول موجي أطول من الطول الموجي للضوء المرئيّ يقع طولها الموجي من 0.7 الى 1000 مايكرومتر. وتستخدم في الاتصالات الداخلية (Indoor) قصيرة المدى بين الأجهزة الإلكترونية وملحقات الحواسيب. ويتم استخدام مرسل عبارة عن ثنائي ضوئي يرسل أشعة تحت حمراء (IR-LED). وعند تطبيق جهد مناسب على الثنائي، فإنه يولد أشعة تحت حمراء بطول موجي 940 نانومتر. ويكون المستقبل عبارة عن (IR Photodiode).

من ميزات استخدام الأشعة تحت الحمراء:

- تحتاج إلى دارة إلكترونية بسيطة.
- رخيصة الثمن وسهلة الحمل.
- استهلاك الطاقة ضئيل.
- لا تحتاج إلى رخصة تشغيل.

لكن توجد بعض السلبيّات المرتبِطة بطبيعة الأشعّة تحت الحمراء نفسها؛ إذ يُقدَّر مدى هذه الأجهزة بحوالي 10م، وهي تتطلَّب أن يكون الجهاز مُوجَّهاً بخطٍّ مستقيم ومباشر مع المستقبل (خط نظر واحد)، وهذا يعني أنَّ إشارة الأشعّة تحت الحمراء لن تستطيع المرور من خلال الجُدران، أو الأشخاص. كذلك تكون سرعة نقل البيانات ومعدلها منخفضة.

مثال لأجهزة تستخدم الأشعة تحت الحمراء لأغراض إرسال بيانات وتحكم عن بعد

نشاط 1 استخدام جهاز التحكم عن بعد (IR Remote Control) للتحكم بواسطة الأردوينو

الأدوات المطلوبة:

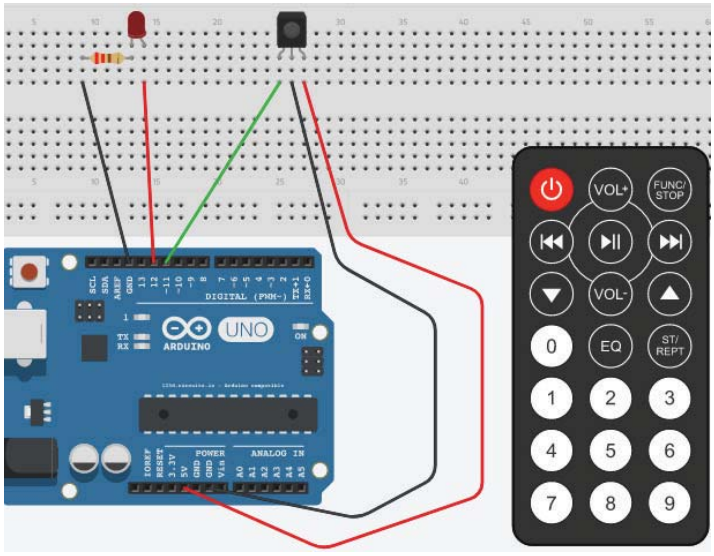
1. أردوينو أونو.
2. لوحة توصيل وأسلاك توصيل.
3. مستقبل إشارة الـ IR (KSM803LM) أو بديل له.
4. جهاز التحكم عن بعد لأيّ جهاز.
5. ثنائي ضوئي LED.
6. مقاومة 1KΩ.

مستقبل إشارة الـ IR

ملاحظة: يمكننا التأكد من جهاز التحكم عن بعد من خلال كاميرا الهاتف.

خطوات التّوصيل:

الشكل الآتي يوضح طريقة التّوصيل، حيث يتم توصيل الخرج للمجس على الطرف رقم 11 في لوحة الأردوينو. ويوصل الطرف الأوسط على الأرضي، والطرف الأيمن على مصدر الجهد (5V).



استخدام جهاز تحكم عن بعد (IR Remote Control) ومجس IR receiver module

البرمجة:

نحتاج إلى تحميل مكتبة IRremote التي ستمكن الأردوينو من قراءة الشيفرات المستقبلة من جهاز التحكم عن بعد، حمّل ملف المكتبة ووضعه في مجلد library الموجود ضمن مجلدات الأردوينو لتصبح المكتبة جاهزة للاستخدام.

لـكـن، ما شيفرات جهاز التّحكم عن بعد؟

لدى كلّ جهاز تحكم عن بعد نظام شيفرات خاص به، حيث يمكّنه من إرسال شيفرة معينة عند الضغط على أحد الأزرار، فهو يختلف عن أي جهاز تحكم آخر. لنفرض مثلاً أن لدينا جهاز تحكم، عند الضغط على الرقم واحد في الجهاز الأول سيرسل كوداً معيناً، و لنفرض أنه FFA25D، لكن الجهاز الثاني سيرسل كوداً مختلفاً عند الضغط على الرقم واحد، مثلاً A25D18E، لهذا السبب لا يمكننا استخدام جهاز التحكم الخاص بالتلفاز للتحكم في مشغل الموسيقى.

ويفيد هذا الأمر في عدم حصول تشويش عند استخدامك لجهاز معين، ويمكنك بناء نظام تشفير خاص بك؛ لضمان عدم التشويش على مشروعك.

كيف يمكنني معرفة شيفرات جهاز التحكم الذي أرغب في استخدامه؟

بعد توصيل الدارة وتحميل المكتبة:

- افتح المثال (IRrecvDemo) من خلال: File -> Examples -> IRremote -> IRrecvDemo
- حمّل كود البرنامج الموجود في المثال على لوحة الأردوينو، وهو يقوم بقراءة الشيفرة من الريموت وعرضه على المرقاب التسلسلي "Serial Monitor"، نقوم بالضغط على زر معين فتظهر الشيفرة الخاصة به، وبالتالي يمكننا معرف الشيفرة الخاصة بكلّ زر في جهاز التحكم عن بعد.

- سجّل الكود الخاص بالأزرار الموجودة في الريموت كونترول، أو على الأقل الأزرار التي سنحتاجها في النشاط (عدد 2 مثلاً).

IRrecvDemo §

```
#include <IRremote.h>
int RECV_PIN = 8;
IRrecv irrecv(RECV_PIN);//Create the receiver object, using a name of your choice.
decode_results results; //create a class (results) to store the rec. data
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  irrecv.enableIRIn(); // Start the receiver
}
void loop() {
  if (irrecv.decode(&results)) //When a code is received, info. is stored into "results"
  {
    Serial.println(results.value, HEX);
    irrecv.resume(); // Receive the next value
  }
  delay(1000);
}
```

الآن أصبح لدينا طريقة للتحكم باستخدام شيفرات الأزرار، فمثلاً للتحكم بإضاءة LED موصول على الطرف رقم (8) من خلال زر رقم واحد بجهاز التحكم، نكتب البرنامج باستخدام جملة If أو جملة switch. وفي حال استقبل الأردوينو شيفرة الزر رقم واحد فإنه يضيء الـ LED، وإذا استقبل شيفرة زر آخر ينطفئ.

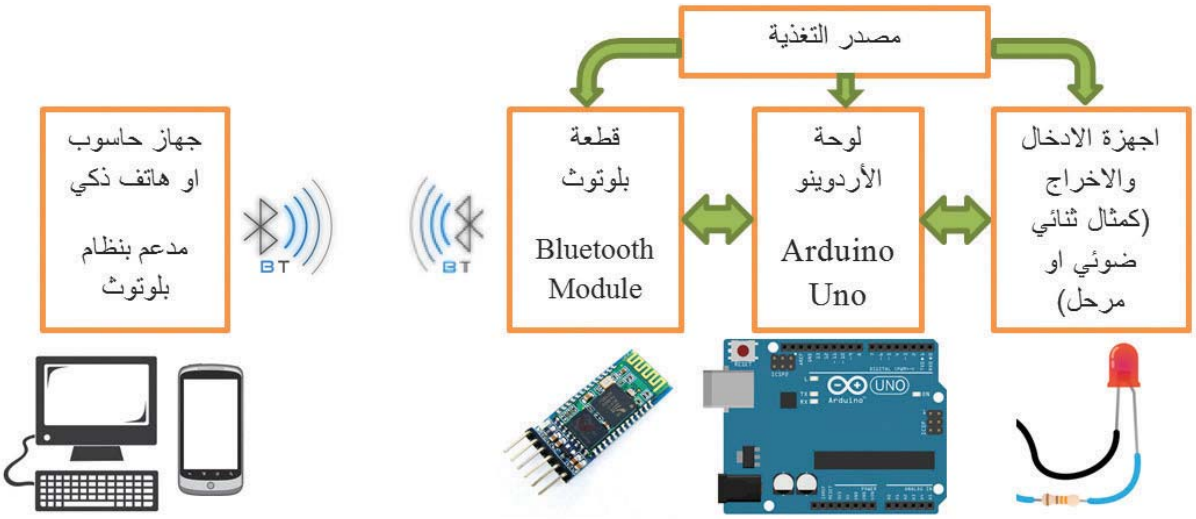
ابدأ الآن بكتابة برنامج بسيط جداً لإضاءة LED موصول على الطرف رقم 8 عند الضغط على زر معين في جهاز التحكم عن بعد، ويتم إطفاؤه عند الضغط على زر آخر (لنفرض أن الشيفرة للزر الأول هي 0xC12F6A95 وللثاني هي 0xC12FE817.

```
#include <IRremote.h> // اضافة مكتبة تحكم عن بعد باستخدام IR
int RECV_PIN = 11;
int LED = 8;
IRrecv irrecv(RECV_PIN); // انشاء كائن object الاستقبال باسم ما مثلا irrecv
decode_results results; // انشاء فئة class باسم result لتخزين الكود المستقبلة
void setup()
{
irrecv.enableIRIn(); // بدء وتفعيل المستقبل
pinMode(LED,OUTPUT);
digitalWrite(LED,LOW);
}
void loop()
{
if (irrecv.decode(&results))  // عند استقبال كود من الريموت يتم تخزينها في results
{
irrecv.resume();
if (results.value == 0xC12F6A95) // button 1. in the remote
```

```
digitalWrite(LED,HIGH);
else if(results.value == 0xC12FE817) // Button 2 in the remote
digitalWrite(LED,LOW);
}
}
```

ثانيا: استخدام الترددات الراديوية البلوتوث – RF/Bluetooth

يوضّح الشكل التالي مبدأ العمل لنظام تحكم عن بعد باستخدام البلوتوث، حيث يقوم المرسل - الذي يمكن أن يكون جهاز حاسوب يحتوي على اتصال بلوتوث وبرنامج اتصال تسلسلي، أو قد يكون جهاز هاتف ذكي يحتوي على تطبيق أندرويد - بإرسال بيانات لوحدة البلوتوث الموصولة مع لوحة الأردوينو، وذلك عند الضغط علي مفتاح معين في البرنامج أو التطبيق. وفي الطرف المستقبل عندما تستلم وحدة البلوتوث، أي بيانات من الجهاز المقترن بها (الحاسوب أو الهاتف الذكي في هذه الحالة)، ترسل هذه البيانات إلى لوحة الأردوينو.



المخطط الصندوقي لنظام تحكم عن بعد عبر اتصال بلوتوث

وتتميز تقنية البلوتوث بالتالي:

- تقنية لاسلكية.
- استهلاك ضئيل للطاقة.
- رخيصة نسبياً.
- سهلة الاستخدام.
- موجود في معظم الأجهزة الشخصية سواء حاسوب محمول أو هاتف ذكي

ومن سلبيات هذه التقنية:

- مدى (مسافة) الاتصال محدود.
- عدد الأجهزة التي يمكن الاتصال بها محدود.
- معدل نقل البيانات منخفض.

اعمل على إعداد بحث حول استخدام البلوتوث للتحكم بجهاز معين بالمنزل! مثلاً عن تطوير نظام يعمل على تشغيل الإضاءة والأجهزة الكهربية عبر تقنية (البلوتوث)؟

نشاط 2

استخدام البلوتوث للتحكم لاسلكياً بلوحة الأردوينو من جهاز حاسوب أو هاتف ذكيّ

الأدوات والأجهزة المطلوبة:

1. لوحة أردوينو أونو
2. وحدة بلوتوث HC-05 or HC-06
3. ثنائي ضوئيّ LED ومقاومة 220Ω.
4. مقاومتان 10KΩ و 20KΩ لخفض الجهد من 5V إلى 3.3V أو أيّ مقاومتين لخفض الجهد من 5V إلى 3.3V.
5. لوحة توصيل Breadboard وأسلاك توصيل.
6. مصدر تغذية خارجيّ (بطارية 9V)، ويمكن الاستغناء عنه طالما هناك اتصال USB.
7. جهاز هاتف ذكي يحتوي على اتصال بلوتوث.

البرمجيات المطلوبة:

- برمجية (بيئة) الأردوينو.
- تطبيق للاتصال التسلسلي يعمل على نظام الأندرويد مثل Bluetooth Terminal

أو Arduino Bluetooth Controller

```
char data = '0';
void setup()
{
 Serial.begin(9600);
 pinMode(8, OUTPUT);
}
void loop()
{
 if(Serial.available() > 0)
 {
  data = Serial.read();
  Serial.print(data);
  Serial.print("  ");
  if(data == '1')
  {
   digitalWrite(8, HIGH);
   Serial.println("LED: on");
  }
  else if(data == '0')
   { digitalWrite(8, LOW);
     Serial.println("LED: off");
   }
 }
}
```

خطوات العمل:

الخطوة الأولى: كتابة نص برنامج الأردوينو

نحن بحاجة إلى برنامج صغير وبسيط يقوم بالآتي:

- إنشاء اتصال تسلسليّ بين الأردوينو ووحدة البلوتوث.
- انتظار أيّ بيانات مدخلة على المنفذ التسلسليّ عبر البلوتوث ومعالجتها.
- تشغيل الثنائيّ الضوئيّ LED على الطرف 8، أو أيّ طرف آخر، عندما يقرأ 1 (واحد) على المدخل التسلسليّ.
- إطفاء الثنائيّ الضوئيّ على الطرف 8، عندما يقرأ 0 (صفر) على المدخل التسلسليّ.
- يرسل البرنامج "LED: on" أو "LED: off" إلى وحدة بلوتوث، وذلك تبعاً لحالة الثنائيّ الضوئيّ.

سنقوم فقط بإرسال أعداد كرموز، (char) 1 أو 0 من الحاسوب أو الهاتف كأوامر. وإذا تم إرسال أي رمز آخر سيتم تجاهله.

اعمل على تحميل البرنامج السابق إلى لوحة الأردوينو الخاص بك. لاحظ أن وحدة البلوتوث تم إعدادها بشكل افتراضيّ لاستخدام معدل نقل بيانات يساوي 9600 (بت) في الثانية.

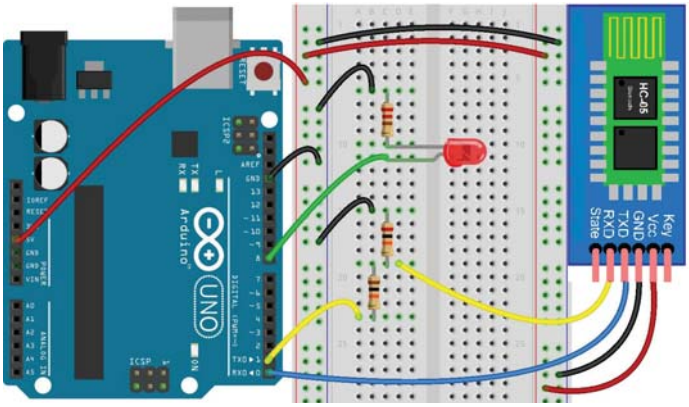
ملاحظة مهمة: يجب فصل الأسلاك الموصولة بالأردوينو بمنافذ الـ TX والـ RX عند تحميل أي نصّ برمجيّ جديد إلى الأردوينو، لتفادي أيّ نوع من أنواع تداخل الإشارات بين الأردوينو و HC-05 وبالتالي قد لا يعمل الـ HC-05.

الخطوة الثانية: طريقة التّوصيل وخطواتها:

المخطط الموضّح بالشكل الآتي يبيّن طريقة التوصيل، وتتم باتباع الخطوات الآتية:

توصيل القطب الموجب VCC لوحدة البلوتوث بطرف الـ 5V في لوحة الأردوينو، والقطب السّالب GND لوحدة البلوتوث بطرف الـ GND في لوحة الأردوينو.

- توصيل الطرف الموجب للثنائيّ الضوئيّ "LED" بالأردوينو على الطرف "8"، كما هو موضّح في الشكل أدناه.
- توصيل مقاومة 220 (أوم) بين الـ GND والقطب السّالب للثنائيّ الضوئيّ.



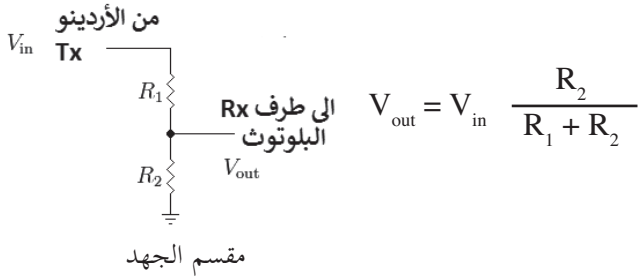
توصيل وحدة البلوتوث مع الأردوينو

تستطيع وحدة البلوتوث HC-05 أن تعمل بشكل أساسيّ على مصدر طاقة يتراوح ما بين الـ 3.3V و 6V. ولكن إذا أُرسلت إشارات كهربائيّة للمنافذ غير الخاصة بالطّاقة كمنفذ الـ RXD والـ TXD والـ STATE والـ KEY وكانت أكثر من 3.3V فقد يؤدي إلى تلف الدارة الخاصة بالـ HC-05 مع مرور الوقت.

وبما أن المنافذ الخاصة بالأردوينو تعمل على جهد 5V، فإن الإشارات الكهربائية المرسلة من أيّ منفذ من منافذ الأردوينو سيكون جهدها 5 (فولت)، وهذا قد يسبب مشكلة أثناء توصيل الـ HC-05 بالأردوينو، لذلك يجب أن نخفض الجهد الكهربائيّ الخارج من طرف الأردوينو من 5V إلى 3.3V، وذلك عن طريق استخدام مجزّئ جهد من مقاومتين.

لإتمام توصيل الأردوينو بالـ HC-05 ستقوم بالآتي:

- توصيل منفذ الـ TXD في HC-05 إلى منفذ الـ RX في الأردوينو، في هذه الحالة لا نحتاج إلى استخدام أيّ مقاومات، وذلك لأن منفذ الـ TXD في HC-05 سيرسل إشارات بجهد 3.3V إلى منفذ الـ RX في الأردوينو، وفي الوقت نفسه فإن الأردوينو يستطيع أن يقرأ إشارات كهربائية بهذا الجهد.
- توصيل منفذ الـ RXD لـ HC-05 إلى منفذ الـ TX في الأردوينو. في هذه الحالة سيكون علينا توصيل مقاومتين بين المنفذين كما هو موضّح في الشكل الآتي:



هل تعلم:
إن وحدة البلوتوث HC05 صممت لتعمل Master و slave، والوحدة HC06 صممت لتعمل فقط Slave. وهذا يعني أن وحدة HC05 يمكن أن تبدأ الاتصال بجهاز بلوتوث آخر حيث أنها تمتلك كل أوامر الاتصال (AT command)، بينما وحدة الـ HC06 تقبل الاتصال من جهاز بلوتوث آخر ولا تمتلك كل الأوامر. ويظهر اختلاف في الشكل من حيث عدد الاطراف.

سؤال إذا كانت قيمة R1=10K وقيمة R2=20k، احسب قيمة Vout، إذا علمت أن قيمة Vin تساوي 5V.

ملاحظة يمكن استخدام أيّ طرفين آخرين من الأطراف الرقمية للوحة الأردوينو (0-13) لوصل وحدة البلوتوث، وترك الأطراف RX/TX حرة، لكن في هذه الحالة يجب استدعاء المكتبة "SoftwareSerial" داخل نص برنامج الأردوينو.

الخطوة الثالثة: التعرف إلى وحدة البلوتوث وعملية الربط وفحص الدارة باستخدام جهاز هاتف ذكي وتطبيق أندرويد جاهز للتحكم:

يمكن ربط وحدة البلوتوث بجهاز هاتف ذكي يعمل على نظام الأندرويد بسهولة، باستخدام تطبيق جاهز من المتجر كما هو موضّح بالآتي:

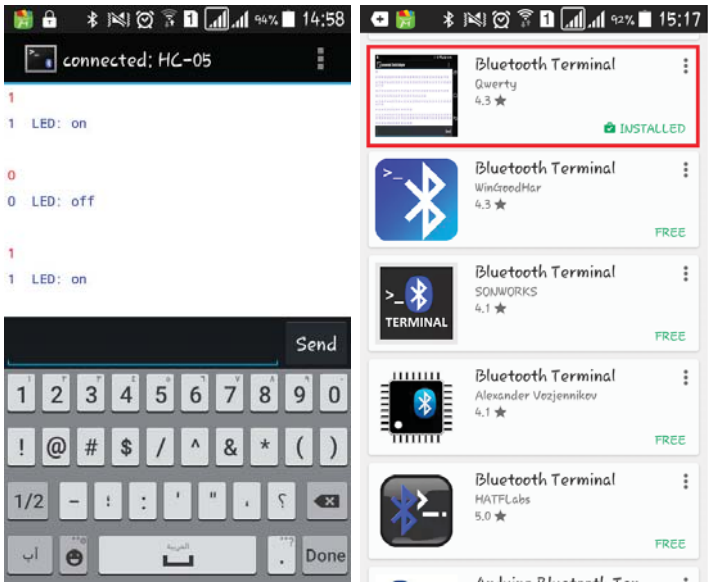
سنعمل الآن على تنزيل أحد تطبيقات الأندرويد التي تتيح لك الاتصال بأجهزة البلوتوث على هاتفك الذكيّ، ومن ثم إرسال قيم رقمية واستقبالها. وفي هذه الخطوة سيستقبل الأردوينو هذه القيم ويحولها إلى أوامر لتشغيل وإطفاء الثنائيّ الضوئيّ. ومن ثم يرسل الحالة إلى جهاز الهاتف الذكي عن طريق وحدة البلوتوث.

استخدم جهاز الأندرويد الخاص بك، وابحث من خلال Google Play Store عن تطبيقات بعنوان Bluetooth Terminal.

هناك برامج مجانية عديدة يمكنك استخدامها، اختر البرنامج الذي يناسبك واعمل على تنزيله وتثبيته.

افتح التطبيق، ومن ثم الاقتران بوحدة البلوتوث تحت مسمّى HC-05، وإذا طلب منك وضع رقم سري فسيكون في الغالب إما 0000 أو 1234. الآن يمكنك إرسال الرقم المناسب إلى الأردوينو من خلال هاتفك الذكيّ.

يوضّح الشكل الآتي أنه عند القيام بإرسال رقم 1 من الهاتف الذكيّ ينتقل عبر اتصال البلوتوث إلى الأردوينو، ويقوم المتحكم الدقيق بتشغيل الثنائي تنفيذاً للأوامر البرمجية في داخله، وعندما يتم استقبال القيمة 0، يقوم المتحكم بإطفاء الثنائيّ الضوئيّ.



تنزيل أحد تطبيقات الاتصال التسلسليّ واستخدامه

أسئلة الدّرس:

س1: ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1 أي من الآتية تعد من تقنيات الاتصال اللاسلكية المستخدمة في المنازل الذكية؟

أ- الأشعة السينية. ب- البلوتوث. ج- اشعة جاما. د- موجات رادايو FM.

2 أي من الآتية تعد من سلبيات استخدام الأشعة تحت الحمراء في الاتصال اللاسلكي؟

أ- استهلاك الطاقة. ب- تحتاج لرخصة تشغيل. ج- المدى القصير. د- الثمن المرتفع.

3 أي من الآتية تعد من سلبيات استخدام تقنية البلوتوث في الاتصال اللاسلكي؟

أ- عدم انتشارها. ب- المدى المحدود.

ج- صعوبة الاستخدام. د- ارتفاع الثمن.

4 أي من الآتية تعد من وحدات الإدخال للتحكم في نظام منزل ذكي؟

أ- مضخة مياه. ب- أقفال إلكترونية. ج- لمبة إشارة. د- شاشة لمس.

س2: بماذا تتميز المنازل الذّكية عن المنازل التقليديّة؟

س3: وضح بعض التحديات التي تواجه انتشار المباني الذكيّة في الوقت الحالي؟

س4: عدد ثلاث من آليات/طرق توفير الطاقة في المنازل الذكيّة؟

س5: أكمل الجدول الآتي مع ذكر مثال للأنظمة الموجودة، وتوضيح دور المتحكم الدقيق بهدف تعزيز مستويات الراحة والأمان في المنزل.

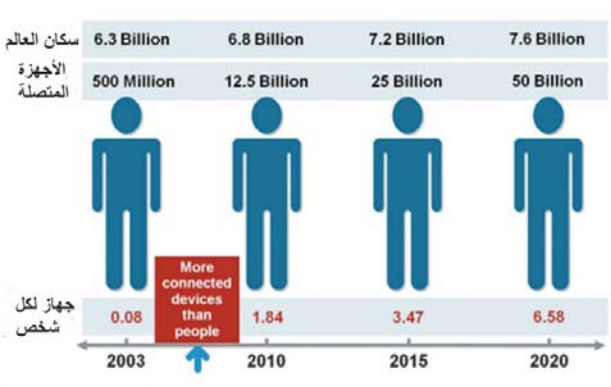
م.	الوظيفة / النظام	مثال - سيناريو	دور المتحكم الدقيق
1.	الإضاءة		
2.	التدفئة والتهوية والتكييف.		
3.	أجهزة الإنذار والمراقبة.		

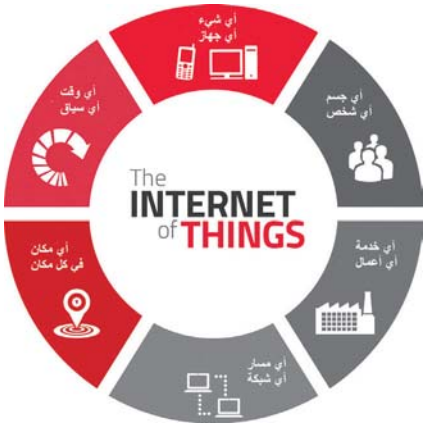
الدرس الثالث إنترنت الأشياء وآفاق مستقبلية

لقد أصبحنا في عالم جديد، تستطيع فيه الآلات والأجهزة اتخاذ القرارات، إنه عالم إنترنت الأشياء، تتصل به الأشياء بـالإنترنت، وتتواصل مع بعضها بعضاً وتتبادل البيانات وتتخذ القرارات وفقا لأوامر برمجها الإنسان. في هذا العالم سيكون لدى كلّ شيء عنوان خاص، ويتم تجميع البيانات من الأشياء أو الأجهزة من خلال الحوسبة السحابية التي تصل الأجهزة ببعضها. إن العيش في عالم إنترنت الأشياء يجعل الحياة أسهل، وينمو إنترنت الأشياء حالياً في المجالات جميعها، في الصناعة، والصحة، والزراعة، والرياضة، والبنية التحتية، والمدن الذكية، والنقل، والسيارات الذكية، والأدوات المنزلية، بل وحتى عند التسوق، وربما يصل إلى حدود غير مسبوقة في المستقبل، لكن ماذا لو حدث خلل ما أو تدخل خارجيّ في عمل الجهاز أو الآلة!

إنترنت الأشياء (Internet of Things: IoT)

مصطلح علمي يتطور مع تطور التكنولوجيا، ويقصد به شبكة اتصالات عالمية تصل ليس فقط الإنسان عبر الحواسيب، بل تصل الأشياء ببعضها بعضاً باستخدام شبكة (الإنترنت) وتقنيات الاتصالات اللاسلكية، ومن هذه الأشياء المستشعرات والمحركات والأجهزة المنزلية وغيرها، حيث يصبح لكلّ شيء عنوان خاص (IP) أو معرِف (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 أيّ زمان أو مكان.





إنترنت الأشياء

للنقاش

ناقش فكرة مشروع يعمل على تحويل علبة الدواء العادية الى جهاز ينبهك بموعد الدواء؟

Remember To Take Your MEDS

إن كل شيء، يمكن أن يدخل تحت مفهوم إنترنت الأشياء، الأثاث، الملابس، الأواني المنزلية، الأجهزة الكهربائية، عبوات الأطعمة والعصير والدواء، أعضاء الجسم، الشوارع، المركبات، ووسائل النقل، بل وحتى الحيوانات، أي شيء يمكن أن يلتصق به وحدة معالجة وخاصية اتصال بالإنترنت يعدّ شيئاً في عالم إنترنت الأشياء.

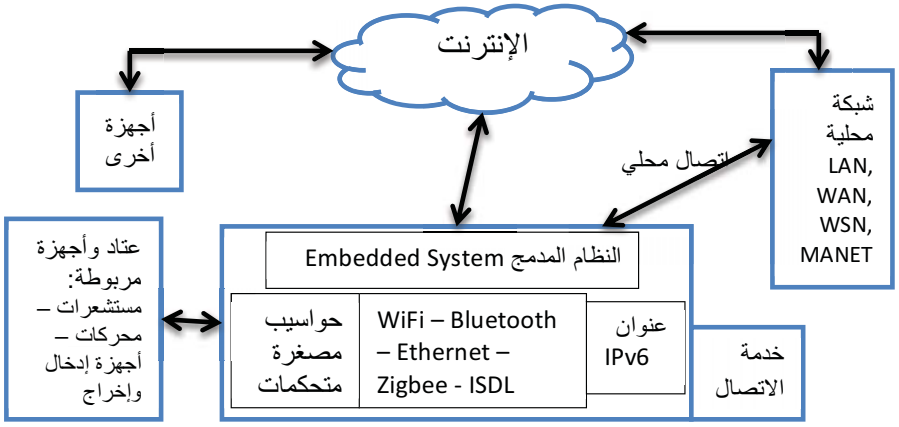
للنقاش

الكثير من مزارع الأبقار حول العالم بدأت توصل أجسام الأبقار إلى الإنترنت لمراقبة وضعها الصحي، وخصوبتها، ونسبة بعض الهرمونات في جسدها، والتي تدل على أفضل وقت لحلبها، مما يسهم في اتخاذ قرارات دقيقة لتحسين عملية الإنتاج، على ضوء ذلك ناقش أحد الأشياء المذكورة سابقاً، أو فكر بشيء آخر، موضّحاً الفائدة المرجوة من اتصاله بالإنترنت!

هيكلية مبسطة لمنظومة إنترنت الأشياء

يوضّح المخطط في الشكل الآتي هيكلية مبسطة لمنظومة إنترنت الأشياء (البنية التحتية)، إذا يجب أن يكون لكلّ جهاز عنوان خاص (IP) أو معرف خاص به، وحيث إن عدد الأجهزة المتصلة كبير جداً، لذا أصبح نظام العنونة (IPv4) غير كاف، وبالتالي تم اعتماد بروتوكول الإنترنت بالإصدار السادس (IPv6) حيث يوفر عدداً أكبر من العناوين. إن وجود عنوان فريد لكلّ جهاز/شيء يجعله قابلاً للربط كنقطة مستقلة، وهذا هو المفهوم الأهم في إنترنت الأشياء. وسيتم وضع عدد من المستشعرات في الأجهزة حسب الحاجة مع تفعيل اتصالها بالشبكة عبر نظام مدمج يحتوي على حاسوب مصغر أو متحكم دقيق.

إن مستقبل إنترنت الأشياء هو الاتصال من جهاز إلى جهاز ومن آلة إلى آلة (Machine To Machine: M2M)، حيث إن هناك الملايين من الأجهزة/الأشياء المختلفة المتصلة مع بعضها، والتي يتم إدارتها والتحكم بها من خلال عدد كبير من الأجهزة، وتكون شبكات الاتصالات والحوسبة بين الأجهزة قائمة على أساس الحوسبة السحابية (Cloud Computing)، لتبادل البيانات حسب الحاجة.



هيكلية مبسطة لنظام إنترنت الأشياء (IoT)

مستعيناً بالشبكة العنكبوتية، وضح المقصود بمفهوم الحوسبة السحابية (Cloud Computing).

يمكن تقسيم البنية التحتية (المعمارية) لإنترنت الأشياء إلى مستويات أو طبقات أربع، وهي:

1. طبقة المستشعرات والاتصال والشبكة Sensor, Connectivity and Network Layer:

- وتتكون هذه الطبقة من أجهزة الاستشعار (Sensors)، والمشغلات (Actuators)، ومن علامات/لاصقات أو رقاقات (RFID)، وتشكل الأساس لنظام إنترنت الأشياء، وهي مسؤولة عن جمع البيانات الأولية من المصادر المختلفة، أو استقبال الأوامر.
- تعتبر أجهزة الاستشعار، ورقاقات الـ (RFID)، أجهزة لاسلكية تشكل معاً شبكات الاستشعار اللاسلكية (WSN)، التي تستخدم تقنيات اتصال مختلفة مثل (بلوتوث، زيجبي وغيرها).
- تكون أجهزة الاستشعار دائما نشطة وفعالة وبشكل تلقائي، مما يعني أنه يوجد بيانات ومعلومات في الوقت الحقيقي (Real-time)، هذه البيانات بحاجة لأن يتم جمعها ومعالجتها.
- هذه الطبقة لديها أيضاً إمكانية الاتصال بالشبكة مثل (WAN, PAN, WSN, ..)، لتتمكن من توصيل البيانات الخام إلى الطبقة التالية، وهي طبقة البوابات والشبكة.
- الأجهزة التي تشكل (WSN) لديها سعة تخزين محدودة، عرض حزمة (Bandwidth) اتصالات محدود، ولها سرعة معالجة صغيرة.
- يوجد أجهزة استشعار مختلفة لأغراض متنوعة، مثل مستشعر درجة الحرارة، الضوء، الرطوبة، الحركة، الغازات، تدفق المياه، كاميرات مراقبة، وغيرها.

مُعَرِّف الترددات الراديوية (RFID):

تقنية تستخدم ترددات الامواج الراديوية للتفاعل ونقل المعلومات بطريقة تلقائية وميكانيكية بين بطاقة التعريف information tags والتي عادةً توضع على الأجهزة والمنتجات لإعطاء البيانات –وتشبه الى حد كبير ما يسمى barcode – ولكن دون الحاجة إن تكون الأجهزة التي تتبادل المعلومات في نفس خط الأُفق أو الرؤية، وتَستخدم RFID تقنية تسمى التكنولوجيا اللاسلكية لتحديد الهوية التلقائي والتقاط البيانات (AIDC).

2. طبقة الشبكة والبوابات Gateway and Network Layer:

- البوابات مسؤولة عن توجيه البيانات القادمة من الطبقة السابقة (طبقة المستشعرات والاتصال)، وتمريرها إلى الطبقة التالية (طبقة خدمة الإدارة).
- تتطلب هذه الطبقة وجود سعة تخزين كبيرة لتخزين كمية هائلة من البيانات التي تجمعها أجهزة الاستشعار (الطبقة السابقة)، ورقاقات الـ RFID وما إلى ذلك. وينبغي أيضاً أن يكون لهذه الطبقة أداء موثوق باستمرار، وعملية نقل موثوقة للمعلومات عبر الشبكات العامة والخاصة، وبتقنيات اتصال متنوعة.

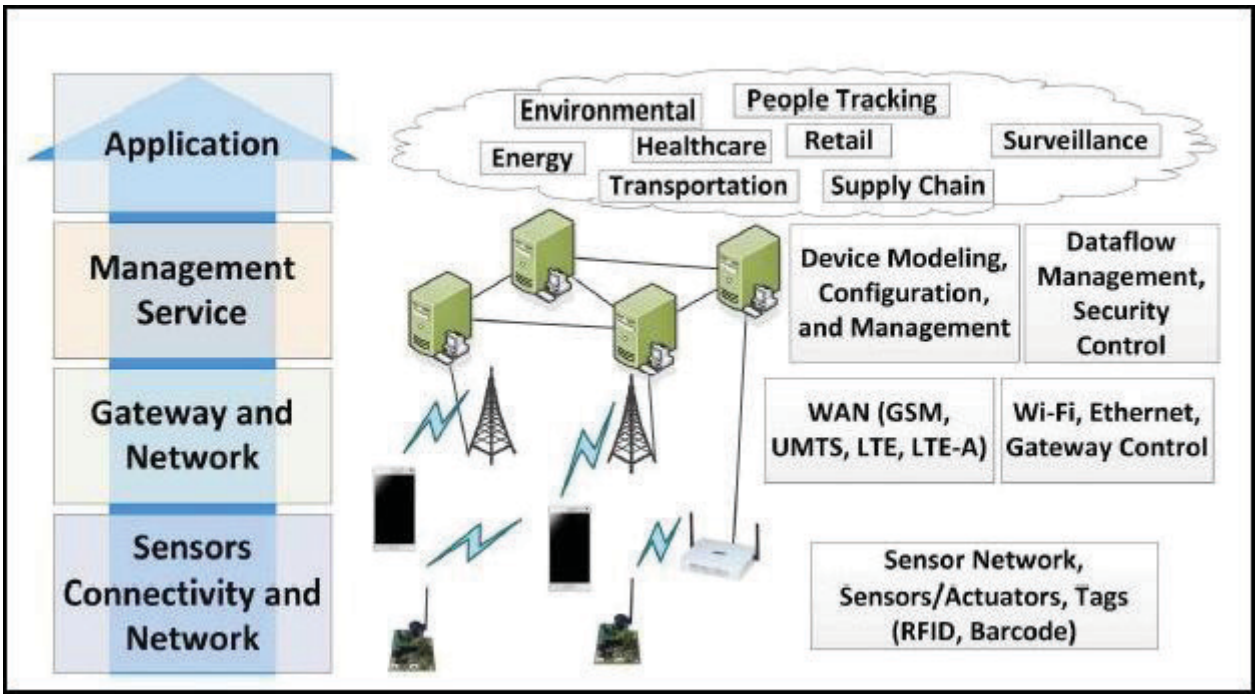
شبكة المستشعرات اللاسلكية (Wireless Sensor Network: WSN):

هي تقنية يتم من خلالها ربط العديد من الأجهزة الطرفية nodes عن طريق شبكة الاتصال اللاسلكية باستخدام أجهزة بث واستقبال أمواج راديوية، بترددات وعرض نطاقbandwidth محدودين، ويجب أن تحتوي الأجهزة الطرفية على مجسات، متحكمات صغيرة الحجم، ذاكرة للتخزين، أجهزة بث واستقبال أمواج الراديو وكذلك بطاريات. أثناء عملية نقل المعلومات بين الأجهزة الطرفية باستخدام المستشعرات فإن الإشارة المُرسلة تضعُف بسبب استخدام الشبكة اللاسلكية لترددات بث محدودة؛ لذلك يتم وضع أجهزة لتقوية الإشارة وإعادة بثها، وتسمى هذه الأجهزة multi-hop وتوضع بين الأجهزة الطرفية وقاعدة البث المركزية.

- أجهزة إنترنت الأشياء المختلفة تعمل على أنواع مختلفة من بروتوكولات الاتصال الشبكيّ، ومطلوب أن يتم فهم كلّ هذه البروتوكولات واستيعابها في طبقة واحدة. هذه الطبقة مسؤولة عن دمج بروتوكولات الشبكة المختلفة.
- تتألف هذه الطبقة من معالج أو متحكم دقيق، ونظام تشغيل مدمج، كذلك أدوات الربط مع الشبكة المحلية LAN، والشبكة الموسعة WAN وغيرها.

3. طبقة الخدمات الإدارية Management Service Layer:

- وتستخدم هذه الطبقة لتقديم خدمة إدارة إنترنت الأشياء. وهي مسؤولة عن تأمين إدارة أجهزة IoT، وتحليل المعلومات والبيانات وإدارة تدفقها.
- مطلوب من هذه الطبقة استخراج المعلومات الضرورية اللازمة من الكم الهائل من البيانات الخام التي جمعتها أجهزة الاستشعار، وأحياناً مطلوب إعطاء استجابة فورية لبيانات تم جمعها خاصة بموقف/حدث معين، مثل الاستجابة إلى مستشعر أرسل بيانات طبية طارئة خاصة بمريض.
- طبقة خدمة الإدارة تحتوي نظم الدعم التشغيلي (OSS)، والتي تشمل إدارة الأداء، وإعداد التقارير، وإدارة الأمن، الذي يتضمن ضوابط الوصول للمعلومات، والتشفير، إدارة الوصول إلى الهوية وما إلى ذلك.



طبقات البنية التحتية (معمارية) لإنترنت الأشياء IoT architecture layers

4. طبقة التطبيقات Application Layer:

- تشكل طبقة التطبيقات الطبقة العليا من معمارية إنترنت الأشياء وهي المسؤولة عن الاستخدام الفعال للبيانات المجمعة.
- تعدّ جوهر البنية التحتية لإنترنت الأشياء، حيث إن الهدف الرئيسيّ لإنترنت الأشياء هو تطوير تطبيقات عديدة نستطيع من خلالها التحكم ونقل المعلومات بين الأجهزة المختلفة، فطبقة التطبيق هي المسؤولة عن استقبال وإعادة إرسال البيانات الواصلة إليها، كذلك تقوم بمعالجة البيانات مستخدماً تقنيات المعالجة الذكية.
- تشمل تطبيقات إنترنت الأشياء المختلفة، أتمتة المنازل، والصحة الإلكترونية، والحكومة الإلكترونية والمراقبة، وإدارة المرور والبيئة والطاقة، وما إلى ذلك.
- يمكن أن تصنف التطبيقات وفقا لـ: طبيعة الشبكة المتوفرة، التغطية، الحجم، طبيعة العمل، العمل في الزمن الحقيقي من عدمه.

مجالات إنترنت الأشياء - تطبيقات وحلول

أصبحت إنترنت الأشياء تتحكم بأحد أهم جوانب مجتمعنا الحديث وهو المعلومات، التي يمكن الاستفادة منها في تحسين أداء العديد من القطاعات في الاقتصاد العالميّ، ووفقاً لشركة إنتل فإن التصنيع والرعاية الصحية هما من أكثر القطاعات استفادة من تطبيقات إنترنت الأشياء في الوقت الراهن.

وقد تعددت مجالات تطبيقات إنترنت الأشياء وتقاطعت فيما بينها، ودخلت في تطوير الكثير من الأجهزة، وأصبح الكثير منها متاحاً في الأسواق ويستطيع المستخدم اقتناءها، ومن هذه المجالات:

1. **المباني والمنازل الذكيّة:** وهي التطبيق الأكثر انتشاراً لإنترنت الأشياء، وتستخدم في نظم أتمتة المباني والمنازل، للمراقبة والتحكم في الأنظمة الكهربية والإلكترونية والميكانيكية المستخدمة في المباني المختلفة، العامة والخاصة، الصناعية، المؤسسات، وغيرها. وقد تكون لأغراض ترفيهية، وأيضا جاري العمل على التكامل بين الإنترنت ونظم إدارة الطاقة في المباني لإيجاد منازل ذكية بنظام طاقة موفر ومدعم بإنترنت الأشياء، وإمكانية مراقبة تصرفات المقيمين في المباني في الزمن الحقيقي، بغرض التقليل من استهلاك الطاقة، ودمج الأجهزة الذكية والربط مع بعضها بعضاً في منظومة ذكية متكاملة.
2. **العناية بالصّحة والطب:** ومنها المراقبة الصحية عن بعد، حفظ السجلات إلكترونياً ودعم الأمن الدوائيّ.
3. **الأمن:** ومنها دعم تقنيات التعرف إلى الهوية والاستشعار عند بعد.
4. **المركبات المتصلة والنقل الذكي:** ومنها متابعة حالة الطرق، ومراقبة حالة المرور، ومتابعة إشارة المرور ومراقبتها، ودعم نظم الملاحة ومعلومات حركة المرور، ودعم السيارات الذكية ونظم النقل الذكي، ورصد المركبات.

5. **المدن الذكيّة:** يقدم إنترنت الأشياء فوائد عديدة للمدن الذكية تشمل:
   - تحسين الخدمات العامة التقليدية مثل النقل ومواقف السيارات.
   - متابعة مدي صلاحية المباني والمنشآت للعمل.
   - مراقبة الأماكن العامة وصيانتها.
   - تقليل الوقت الضائع في المعاملات الإدارية في المدينة.
   - تنظيم جودة الخطوط الجوية وتحسينها.
   - توفير استهلاك المدينة للطاقة.
   - الإضاءة الذكية للمدينة.

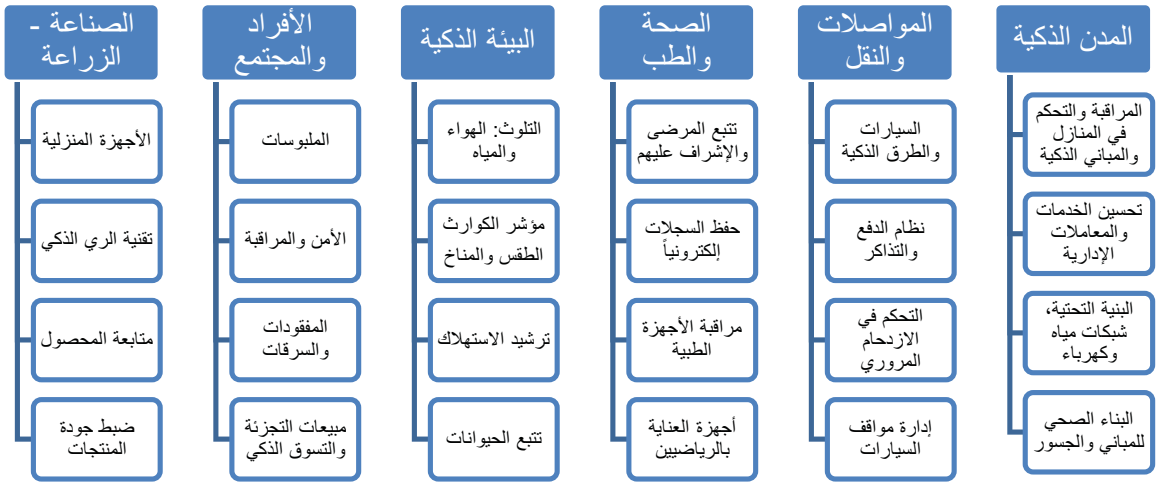
6. **التسويق والمبيعات (التجزئة):** ومنها تطبيقات تطوير جرد السلع وإدارة المخزون، تحليل بيانات العملاء وخصوصية العملاء، أمن الاعمال التجارية، تبادل الأعمال والمعاملات التجارية، إدارة الدعم اللوجستي والمبيعات.

7. **الزراعة:** ومنها مراقبة المناطق الزراعية، واستشعار حالة الطقس، وإنذار الحرائق، والتعدي على ممتلكات الغير.

8. **الطاقة والوقود:** متابعة خزانات الوقود، ومتابعة خطوط وأنابيب الوقود، ومراقبة خطوط الشبكة الكهربية، وإدارة الأضرار ومتابعتها والتعدي على الشبكة.

9. **المجال العسكري:** في شبكات الاتصال، وإعطاء الأوامر والتحكم، وشبكات الاستشعار عن بعد، والإنذار والتنبيه، والتزود بمعلومات الأمن.

فيما يلي قائمة بالتطبيقات الحالية والمحتملة لإنترنت الأشياء، ونجد أن هناك تداخلاً بين المجالات المختلفة.



بعض مجالات تطبيقات إنترنت الأشياء

أمثلة لأجهزة إنترنت الأشياء (IoT Devices):

- **أمازون ايكو (Amazon Echo):** وتستخدم في المنازل الذكية كمساعد صوتي يعرف بأليكسا، والتي يمكن للمستخدمين التحدث إليها من أجل أداء مجموعة متنوعة من الوظائف. يمكن للمستخدمين الطلب من أليكسا تشغيل الموسيقى، والحصول على تقرير عن حالة الطقس، والحصول على نتائج المباريات الرياضية، وطلب تاكسي وأكثر من ذلك.
- **فتبت – ون (Fitbit One) :** من الأجهزة القابلة للارتداء (Wearable) وهو جهاز يتتبع خطواتك، وصعودك للطوابق، ويحسب السعرات الحرارية المحروقة، ويراقب جودة نومك. ويمكن أن يتزامن الجهاز لاسلكياً مع أجهزة الحاسوب والهواتف الذكية، من أجل نقل بيانات اللياقة البدنية الخاصة بك على شكل رسوم بيانية مفهومة لرصد تقدمك المنجز.
- **منظم الحرارة (Nest Thermostat):** جهاز ذكي لتنظيم حرارة المنزل، ويرتبط بحاسوبك أو هاتفك لاسلكياً، ويرسل تنبيهات لجهازك. هذا الجهاز يتكيف ويتبرمج تلقائياً وفقاً لنمط حياتك وذلك بعد فترة معينة من استخدامه، فمثلا يزيد من كمية التكييف أو يقللها بعد فهمه لأسلوب حياتك، ويتحول إلى خيار توفير الطّاقة عند معرفته أنك غادرت منزلك من خلال تحديد موقعك الجغرافي بعد اتصاله بجهاز هاتفك، إضافة إلى مزايا أخرى.
- **السيارة المتصلة بالإنترنت (AT&T - Connected Car):** أضافت شركة AT&T عدد 1.3 مليون مما يعرف بالسيارات المتصلة لشبكتها في الربع الثاني من عام 2016، ليصل بذلك إجمالي عدد السيارات التي تصل إلى 9.5 مليون سيارة. تتصل السيارة بالإنترنت تماما مثل اتصال حاسوب بشبكة لاسلكية في المنزل أو المكتب وذلك بغرض تبادل البيانات. ومن ميزات السيارات المتصلة بالإنترنت:
  1. إدارة محرك سيارة والتحكم فيها من جهاز الحاسوب.
  2. يستطيع حاسوب متخصص في ورشة صيانة سيارات من التفاهم (التراسل) عن بعد مع سيارة لكشف خطأ فيها دون الحاجة لاحضار السيارة لورشة الصيانة.
  3. اتخاذ السيارة لقرارات دون تدخل السائق، أو مساعدة السائق في اتخاذ قرارات السير أو الاصطفاف بناء على بيانات مرسلة عبر الإنترنت من هيئة المواصلات المركزية.
- **الثلاجة المتصلة:** التي تحول الثلاجة العادية إلى جهاز متعدد الوسائط يسمح بالتسوق عبر الإنترنت، وإجراء مكالمات تليفونية عن طريق الفيديو فضلاً عن إمكانيات التلفاز المدمج. ويمكن التعرف إلى محتويات الثلاجة عن بعد من خلال استخدام الاتصال عبر الإنترنت وذلك بفضل كاميرتها التي ترسل صوراً إلى المستخدم لتعلمه بما يوجد داخلها، وبذلك يعلم ما يحتاجه وما يتوجب عليه إحضاره أثناء التسوق، أو يمكنها التراسل مع مركز التسوق بشكل آلي وفقاً لبرمجتها، وشراء المستلزمات والأطعمة وتوصيلها بدون تدخل بشريّ.

أمازون ايكو (Amazon Echo)	منظم الحرارة (نست ثيرموستات)	ثلاجة متصلة بـ (الإنترنت) من LG
فتبت – ون (Fitbit One)	عداد الكهرباء الذكي (Smart Meter)	نظارة جوجل Google Glass

أمثلة لبعض أجهزة إنترنت الأشياء

برشلونة - المدن الذكية:

أحد المدن الإسبانية، وهي واحدة من أهم المدن الذّكية في العالم بعد أن نفذت مبادرات عديدة في مجال إنترنت الأشياء التي ساعدت على تطوير مواقف السيارات الذّكية، وإنارة الشوارع، وإدارة النفايات والري. وقد أدى هذه التطوير إلى خفض في التكاليف، وتحسين في نوعية حياة السكان، وجعلت من المدينة مركزاً لصناعة إنترنت الأشياء الواعدة.

للنقاش

ناقش فكرة الحاوية الذكية المتصلة، للحفاظ على الأماكن العامة نظيفة.

Keep Streets Clean

بحث

ابحث عبر الشبكة العنكبوتية عن مواصفات نظارة جوجل.

تحديات وعقبات إنترنت الأشياء

تواجه إنترنت الأشياء، ككُل التقنيات الحديثة، بعض الرفض والانتقادات، وعدم الثقة على مستوى الفرد وكذلك على مستوى الشركات الصغرى والكبرى، وكذلك عدم توافق التقنية مع البنية التحتية المتواجدة حالياً، يمكن إبراز هذه المصاعب والعقبات في شكل نقاط، أهمها:

- إمكانية اختراق نظام هذه الأشياء والعبث بها، سواء من أجل التسلية فقط أو من أجل أغراض اقتصادية واجتماعية وحتى سياسية، هذه المخاوف منطقية بالنسبة للشركات التي تخاف على أسهمها المالية وحتى على مستوى الأفراد، فاحتمال أن يتم العبث بنظام قيادة سيارتك الذكية أو تعطيله قائم، لا أحد يريد المجازفة في مجال الأمن والحماية وكذلك في المجال الاقتصاديّ.
- كمية هذه البيانات التي ستنتُج عندما تتولى الآلات زمام الأمور، بطبيعة الحال ستكون بحجم خرافيّ (Big Data) لم يسبق للعالم الرقميّ التعامل معها، إلى أي حد يمكن (للسيرفرات) العملاقة المتوفرة حالياً التعامل معها (معالجتها وترتيبها حسب الأولوية).

الفرص المتاحة في "إنترنت الأشياء":

سيبلغ حجم الإنفاق في هذا المجال أكثر من 400 مليار دينار خلال خمس سنوات، وبالتالي لا بد أن الفرص فيه ستكون أكبر من أي سوق عرفه التاريخ. وفي مايلي مجموعة من فرص العمل التي يوفرها هذا المجال، والجوانب الفنية التي يجب اتقانها:

1. **مبرمج:** تعلم البرمجة في مجال الحوسبة السحابية، المنصات السحابية ستكون هي الحاضن الرئيسيّ لكلّ البيانات التي ستتبادلها الأجهزة في عالم إنترنت الأشياء. أيضاً تعلم البرمجة للحواسيب المصغرة مثل Raspberry Pi تطوير البرمجيات تشمل سلسلة كاملة من الأنشطة التي تشمل التحليل، التصميم، والترميز والتشفير، والاختبار والصيانة، وإدارة المشاريع. ويمكن أن يعمل المبرمج بشكل فرديّ، لكن في الغالب يعمل ضمن فريق.
2. **مهندس نظم:** صمم وطور الخوارزميات والبرمجيات وأنظمة التشغيل، تعلم بناء وهيكلة الأنظمة السحابية وادرس بعمق الفروقات بين إدارة الأنظمة في مراكز البيانات المحلية وبين الأنظمة على السحابة.
3. **مدير قواعد بيانات DBA:** حول اهتمامك بشكل أكبر لمجالي البيانات الضخمة Big Data وذكاء الأعمال Business Intelligence حيث ستحتاج الشركات لخبراتك في كيفية التعامل مع الكم الهائل من البيانات الناتج بسبب تبنيهم لحلول إنترنت الأشياء، وكيفية تنظيمها وتخزينها والوصول إلى المهم فيها.
4. **مستشار تقنية معلومات:** بعد خبرة طويلة وتخصص أكثر في الحوسبة السحابية والبيانات الضخمة وذكاء الأعمال ستحتاج الشركات والحكومات لمشورتك في بناء أنظمة متفاعلة مع عالم إنترنت الأشياء عبر هذه التقنيات.

5. **رائد أعمال:** قدم حلولاً إبداعية على شكل منتج أو خدمة، اعمل على بناء منتجات تقوم بأتمتة مهمات مهمة، وطور برمجيات متصلة تستند على منصات الحوسبة السحابية، اجلب المستثمرين لأفكارك واستهدف كلّ القطاعات بدءاً بقطاع الأعمال والمصانع والحكومات، وقطاع المستهلكين الذين سيهتمون مع الوقت بشكل أكبر لهذا النوع من التقنيات.

التحكم بالأردوينو من خلال (الإنترنت)

يمكن ربط لوحة الأردوينو بالإنترنت من خلال طرق عديدة، إما سلكياً أو لا سلكياً، وذلك باستخدام الدروع - الشيلد (Arduino Shields) أو قطع إلكترونية أخرى، حيث يكون هناك موقع ويب يربط بين المستخدم ولوحة الأردوينو.

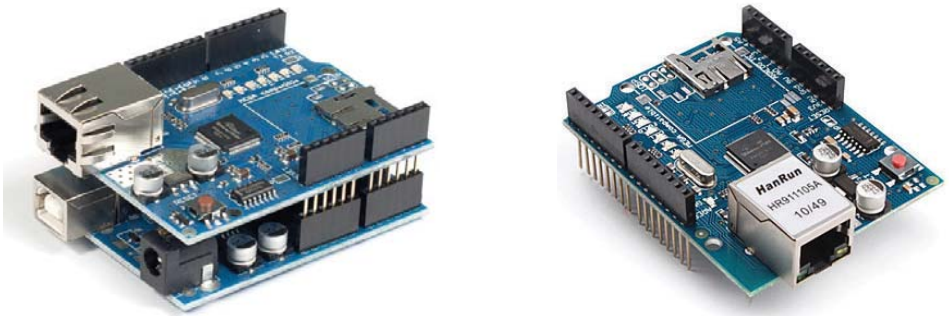
- **الطريقة الأولى: سلكياً باستخدام شيلد الايثرنت**

وهو يتيح للوحة الأردوينو ميزة الاتصال (بالإنترنت) بمساعدة مكتبة (الايثرنت) (Ethernet library) وعبر وصلة الإيثرنت (RJ45).

وتسمح بعض أنواع شيلد (الايثرنت) بتخزين بعض البيانات على شريحة (SD) وباستخدام مكتبة (SD Library).

الدرع أو شيلد (Shield):

هي لوحة إلكترونية يكون حجمها نفس حجم الأردوينو توضع فوق الأردوينو لإضافة ميزة جديدة

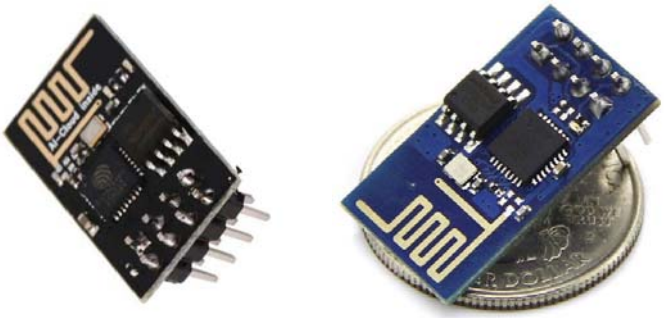


(شيلد الايثرنت) (Ethernet Shield)

- **الطريقة الثّانية: لاسلكياً باستخدام الواي فاي (WiFi)**

ويتم الاتصال لاسلكياً بشبكة (الإنترنت) عبر تقنية الواي فاي، إما باستخدام شيلد الواي فاي (Wifi Shield)، أو باستخدام قطعة واي فاي ESP8266.

شيلد الواي فاي Wifi Shield.

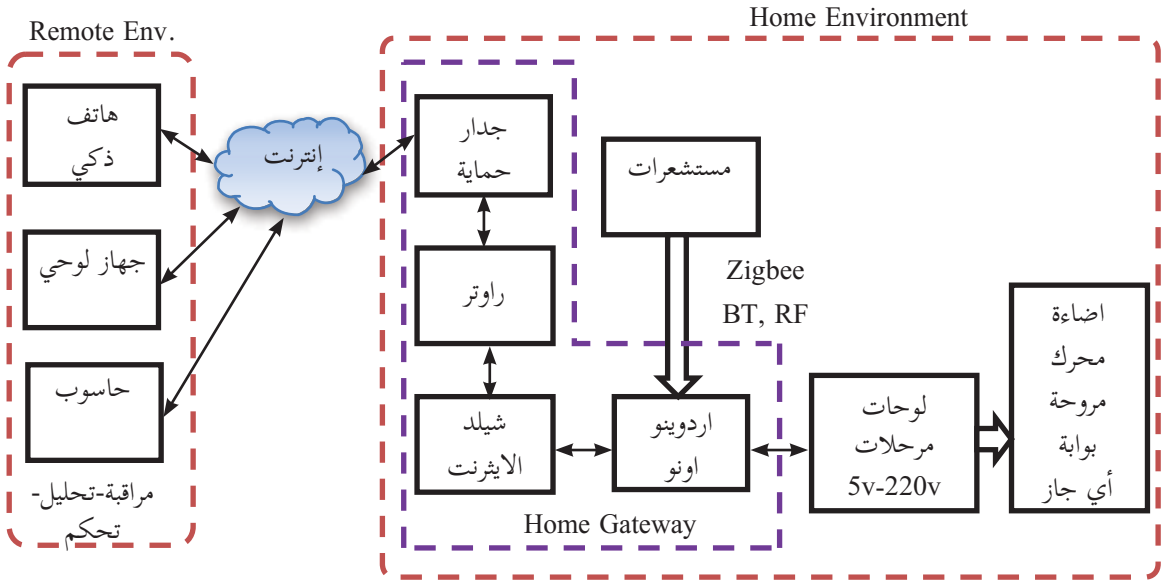


قطعة واي فاي ESP8266-ESP01

قطعة واي فاي ESP8266

وهي قطعة رخيصة الثمن، تحتوي على وحدة معالجة وذاكرة وعدد من الأطراف تسمح للربط بلوحة (الأردوينو) بسهولة، حيث يمكن من خلال هذه القطعة ربط لوحة (الأردوينو) بشبكة (الإنترنت) لاسلكياً وباستخدام تقنية (الواي فاي). وبذلك يمكن التحكم بالأجهزة المرتبطة بمداخل لوحة الأردوينو ومخارجها لاسلكياً وعبر شبكة (الإنترنت) من أيّ مكان في العالم، إضافة إلى ذلك يمكن تكوين شبكة اتصال بين أجهزة عديدة، حيث يمكن تشغيل هذه القطعة كـ server او client.

يوضّح المخطط الصندوقي التالي فكرة ربط لوحة (الأردوينو) (بالإنترنت)، إما (بشيلد الإيثرنت أو الواي فاي) عبر الراوتر الموجود بالمنزل.



مخطط صندوقي لهيكلية نظام التحكم (بالأردوينو) عبر (الإنترنت)

نشاط 1 تطوير فكرة مشروع مراقبة وتحكم عبر (الإنترنت)

تعرض مصنع العودة للبسكوت لحريق كبير خلال فترة الليل ولم يكن عمال في المصنع في هذا الوقت، وحصل ضرر بالغ في الأجهزة والمواد الخام، مستعينا بالمخطط الصندوقي السابق، اقترح على صاحب المصنع فكرة لتطوير نظام للمراقبة والتحكم عن بعد وعبر (الإنترنت)، موضّحاً الأجهزة اللازمة جميعها ودورها في النظام من مستشعرات ومشغلات وغيرها.

الراسبري باي (Raspberry Pi):

هو حاسوب مصغر في حجم كف اليد، ويحتوي على معالج رئيسيّ ومعالج رسوم وذاكرة. يُباع هذا الحاسوب باللوحة الأم فقط (دون شاشة، ودون لوحة المفاتيح، ودون صندوق، ودون محول للطاقة، ودون قرص صلب).

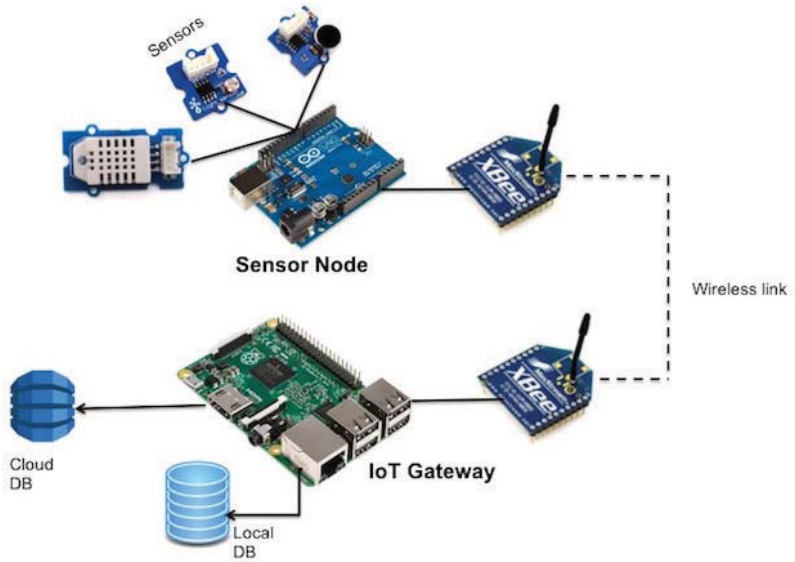
الراسبيري باي – شعار شركة الراسبيري باي

لقد تم تصميمه في جامعة كامبريدج للمساعدة في تدريس علوم الحاسوب للطلبة، حيث يدمج بتقنيته ما بين أنظمة لينكس وعلم البرمجة والإلكترونيات وأنظمة التحكم الذكية في الوقت ذاته، ويتميز برخص ثمنه، كل ذلك جعل هذا الحاسوب الصغير يحقق نجاحاً مذهلاً في كلا المجالين التعليميّ والتطبيق.

بسبب وجود مدخل (الأيثرنت) المدمج في لوحة (الراسبري باي)، يمكنك استخدام (الراسبيري) كأيّ حاسوب تقليدي لتصفح الإنترنت، وإرسال البريد الإلكتروني، وحتى تحرير الملفات والوثائق، أيضاً تستطيع تحويل أي تلفاز عندك إلى نظام ترفيه منزلي متصل (بالإنترنت)، وكذلك يمكنك عمل مشاريع تحكم إلكترونية مذهلة واستخدام (الراسبيري باي) كبديل متطور جداً عن المتحكمات الدقيقة "Micro controllers" .

ابحث عبر الشبكة العنكبوتية، عن استخدامات (الراسبري باي).

يوضح الشكل المجاور مخططاً لدمج كلّ من (الأردوينو والراسبري باي) في نظام متكامل يدعم إنترنت الأشياء، حيث يستطيع المستخدم عبر الإنترنت الاتصال بالحاسوب المصغر (الراسبري باي)، ويمكنه المراقبة والتحكم بالأجهزة المتصلة بلوحة الأردوينو. الذي يتصل لاسلكياً (بالراسبري باي) عبر تقنية (الزيجبي).



(الأردوينو والراسبري باي) وإنترنت الأشياء

يوضح الجدول الآتي مقارنة بين إمكانيات (الأردوينو والراسبيري باي):

المتحكم أو المعالج / وجه المقارنة	الأردوينو أونو AVR family: ATmega328	الحاسوب المصغر Raspberry Pi 1 (2014)
صورة		
السعر مقارنة بالإمكانيات	مناسب – أرخص من (الراسبيري باي)	اغلى – ويعدّ مناسباً عند أخذ إمكانيات اللوحة بالاعتبار
سرعة المعالج	متوسطة 16MHz Core: 8bits	عالية 700MHz 64 bits
استهلاك الطاقة	منخفض 0.15 w – 1.5 w	1.5-3 watts 300mA-600mA at 5V
البيئة البرمجية	سهل البرمجة Arduino IDE a set of C/C++	Linux, Scratchbox Python, C, Java
التوافر الكمي في الأسواق المحلية	كبير	قليل
التطبيقات	بسيطة ومتقدمة إنترنت الاشياء عند إضافة لوحات خارجية (شيلد)	يصلح لتطبيقات متقدمة تحتاج إلى ذاكرة وسرعات عالية مثل معالجة الصور والفيديو
المعالج – المتحكم الدقيق	ATmega328	ARM11
الذاكرة	32kb Flash memory (program) RAM: 2Kbyte SDRAM	Micro SD for storage 512Mbyte SDRAM
المداخل والمخارج	14GPIO (6 PWM) 6 analog in (10 bit) RX,TX	40 GPIO 2 ports USB Audio + video +Ethernet + HDMI

GPIO: General Purpose Input / Output

أسئلة الدرس:

س1: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1 ما الطبقة العليا من معمارية إنترنت الأشياء المسؤولة عن الاستخدام الفعال للبيانات المجمعة، والتي تعد جوهر البنية التحتية (لإنترنت) الأشياء؟

أ- طبقة الشبكة. ب- طبقة التطبيقات. ج- طبقة المستشعرات. د- طبقة الخدمات الإدارية.

2 ما اللوحة الإلكترونية التي يكون حجمها حجم الأردوينو نفسه وتوضع فوق الأردوينو لإضافة ميزة جديدة؟

أ- الدرع أو شيلد (Shield) ب- لوحة البلوتوث. ج- الراسبيري باي. د- وحدة الاتصال GSM

3 ما المسمى الوظيفي للشخص الذي يقدم حلولاً إبداعية لمشكلات ويطور منتجات ويقدم خدمات ويسعى إلى جلب المستثمرين لدعم الأفكار؟

أ- مهندس نظم. ب- مستشار. ج- رائد أعمال. د- مدير قواعد بيانات.

4 كم عدد المداخل والمخارج (GPIO) للمتحكم راسبيري باي؟

أ- 8 ب- 40 ج- 14 د- 32

5 أي من الآتية تعد من التحديات والعقبات التي تواجه تطوير أنظمة إنترنت الأشياء؟

أ- الربط مع الاتصالات.

ب- الكم الهائل من البيانات بين الأجهزة الرقمية وصعوبة معالجتها.

ج- عدم توفر الشبكات اللاسلكية.

د- نقص الأيدي العاملة.

س2: ما المقصود بـ "إنترنت الأشياء"؟

س3: اذكر أمثلة ثلاثة على استخدامات إنترنت الأشياء، مع توضيح إحداها؟

س4: ما الطبقات المعمارية الأربعة التي تشكل منظومة إنترنت الأشياء؟

أسئلة الوحدة

س1 : ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1 اذا علمت أن القيمة المرجعية للمحول التماثلي الرقمي يساوي 5 فولت، وكانت قيمة القراءة من المدخل التماثلي تساوي 60، فما هي قيمة درجة الحرارة المقيسة؟

أ- 60. ب- 12. ج- 29. د- 55.

2 ماذا تمثل دورة الخدمة اذا علمت أن زمن الوصل يساوي ضعف زمن الفصل في الموجة المربعة لتعديل عرض النبضة؟

أ- 20 %. ب- 66 %. ج- 80 %. د- 25 %.

3 ما الأمر المستخدم لقراءة قيمة تماثلية على المدخل التماثلي A5؟

أ- digitalWrite(A5) ب- analogRead(A5)

ج- analogWrite(A5,x) د- digitalRead(A5)

4 ما الأمر المستخدم لإخراج قيمة تماثلية بدورة خدمة 50 % على الطرف 5 في لوحة الأردوينو؟

أ- digitalWrite(5,127) ب- analogRead(5,0.5)

ج- analogWrite(5,50) د- analogWrite(5,127)

5 ما امتداد ملف الأردوينو الذي يتم استيراده لبرنامج بروتس؟

أ- hex. ب- xls. ج- pdsprj. د- ino.

6 أي من الآتية تعد من الأجهزة التي تتلقى الأوامر في نظام منزل ذكي؟

أ- مجس حرارة. ب- جرس انذار. ج- مقاومة ضوئية. د- مقياس المسافة.

7 أي من الآتية تعد من تقنيات الاتصال اللاسلكية غير المستخدمة في المنازل الذكية؟

أ- الواي فاي. ب- الاشعة تحت الحمراء. ج- البلوتوث. د- الواي ماكس.

8 أي من المتحكمات الآتية يصلح لتطبيقات متقدمة تحتاج لذاكرة وسرعات عالية مثل معالجة الصور والفيديو؟

أ- الأردوينو أونو. ب- الراسبيري باي. ج- متحكم PIC. د- البيسك ستامب.

9 ما تقنية الاتصال اللاسلكي التي تتطلب أن يكون المرسِل والمستقبِل على نفس مستوى النظر؟

أ- البلوتوث. ب- الأشعة تحت الحمراء. ج- الأشعة فوق البنفسجية. د- الأشعة السينية.

س2: وضح المقصود بكل مما يلي:

أ. الراسبري باي (Raspberry Pi).

ب. تعديل عرض النبضة(PWM).

س3: بلغة برمجة لوحة الأردوينو سي، ما وظيفة كل جملة من الجمل البرمجيّة الآتية:

```
pinMode (6, OUTPUT);
Int mspeed;
Serial.print("C");
digitalWrite(8, HIGH);
Serial.available( );
delay (1000);
```

س4: اذكر اثنين من أهم التحديات والعقبات التي تواجهها إنترنت الأشياء؟

س5: ارسم المخطط الصندوقي لهيكلية نظام التحكم (بالأردوينو) عبر (الإنترنت)؟

س6: ارسم كلاً من المخطط الصندوقي والمخطط الانسيابي (flowchart) والدارة الإلكترونية باستخدام أحد برامج المحاكاة لنظام يقوم بالآتي:

1. استشعار وجود تسرب لغاز الطهي المنزليّ.
2. يعطي تنبيها صوتياً عند تسريب الغاز.
3. يعرض نصاً على شاشة lcd عند تسريب الغاز.

مشروع مقترح للوحدة

اقترح نموذجاً لمشروع خاص بعمل محطة أرصاد للجو لقياس الحرارة والرطوبة وشدة الإضاءة ومستوى المطر، مع إمكانية العرض على شاشة LCD متصلة بلوحة الأردوينو، وكذلك إمكانية إرسال البيانات عبر الإنترنت لاسلكيا: ارسم المخطط الصندوقي مع الشرح موضّحاً القطع المطلوبة ونوع مداخل ومخارج (الأردوينو) اللازمة لكلّ قطعة.

الوحدة الثالثة

شبكات الحاسوب

كيف نصمّم شبكة حاسوب ونُديرها؟

مقدمة الوحدة

يعدّ علم الحوسبة الإلكترونية الركن الأساسيّ لمختلف نواحي الحياة، حيث يستخدم في أعمال الوزارات والبنوك والشركات والمطارات والمستشفيات، وكذلك في الأبحاث والتطوير والصناعة وغيرها. وتعتمد أعمال هذه الفئات على وجود الشبكات التي تساعدها في نقل البيانات والمعلومات في أيّ وقت وبسرعة هائلة، بالإضافة إلى إمكانية الوصول إلى هذه البيانات من أي مكان وفي أي وقت وذلك من خلال الاتّصال مع الشبكة العنكبوتية (الإنترنت).

أهداف الوحدة

يُتوقَع من الطلبة في نهاية هذه الوحدة أن يكون قادرين على تصميم شبكة حاسوب وتنفيذها من خلال:

1. التّعرف إلى مفهوم الشبكات العالمية الواسعة (WAN).
2. استخدام موجّه الإنترنت المنزلي للاتّصال بشبكة الإنترنت.
3. التّعرف إلى مفهوم ترجمة عناوين الشبكة (NAT).
4. القدرة على تقسيم الشبكة إلى شبكات فرعية مستقلّة.
5. تصميم وتنفيذ الشبكات الوهمية (VLANs).

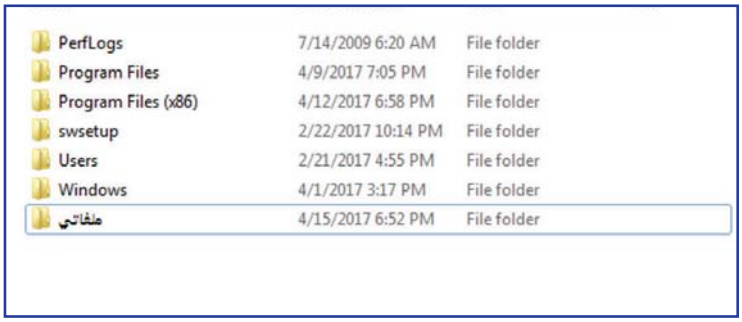
الشبكة الواسعة
(WAN)

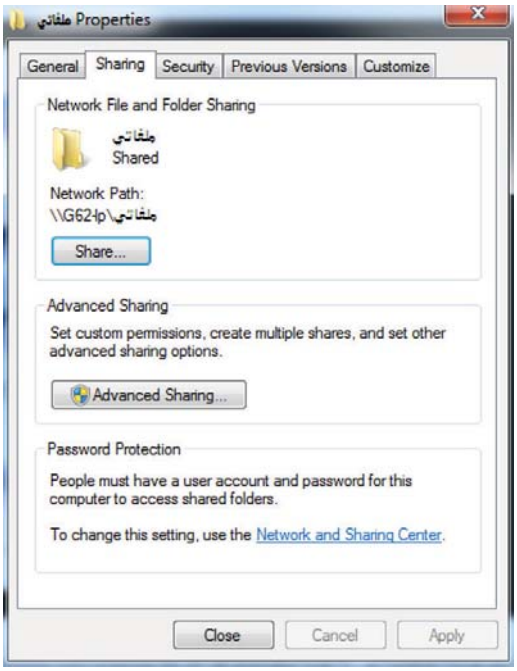
درست فيما سبق كيفية بناء شبكة محلية سلكية وتصميمها، ثم دمجها مع أجهزة لاسلكية كالحاسوب المحمول أو أجهزة الهاتف الذكي من خلال نقطة وصول لاسلكية، وتعرفنا إلى أنواع مفاتيح الشبكة (Network Switches)، مثل تلك التي تعمل بالأسلاك النحاسية أو الألياف الضوئية، وكيفية توزيع عناوين منطقية (IP Addresses) خلال الشبكة المحلية على الأجهزة والطابعات أو أي نوع آخر من الأجهزة الطرفية، وتوصلنا إلى أننا نستطيع القيام بمهمات 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).

سؤال 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 عالميا، 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.





الحل:

1. تأكد من وجود عناوين منطقية صحيحة في الشبكة.
2. اذهب إلى الملف المراد مشاركته مع الآخرين.
3. غير إعدادت ملف المشاركة كما يأتي:

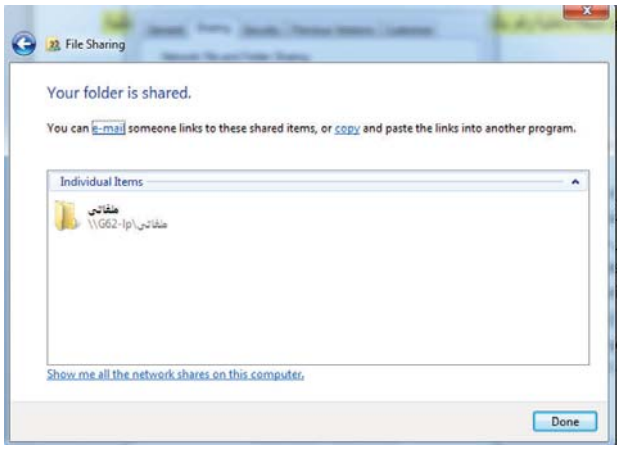
أ. الضغط على زر الفأرة الأيمن، واختيار "خصائص" (Properties).

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

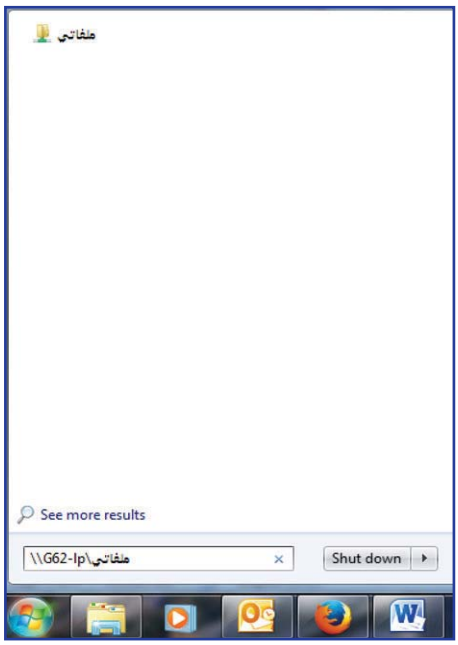
جـ. اختر "للجميع" أو (Everyone)، ثم اختر "إضافة" أو (Add).

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.

سؤال هل يوجد طرق أخرى للوصول إلى ملفات المشاركة على الشبكة؟

نشاط 1

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

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

يوجد اعمال ومهمات 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 الانترنت 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 بضع 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 المكالمة الصوتية ذات التردد المنخفض عن إشارة (الإنترنت) ذات التردد العالي باستخدام قطعة تسمى "المُرَشَّح" 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 يوضّح طريقة تركيب جهاز المُوجِّه 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 المرشح يتصل مباشرة إلى خط الهاتف الأرضي.

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

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

1. نقطة وصول لاسلكي (Indoor AP).
2. مفتاح شبكة بسيط (switch) لـه 4 منافذ وتظهر باللون الأصفر.
3. الموجِّه، 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 توجية منزلي وتعرف إلى مكوناته.
2. أدخل إلى واجهة الإعدادات الخاصة به من أجل برمجته، وأدخل عنوانا منطقياً (IP Address) جديداً 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

تقوم بإعداد عرض تقديمي حول الفرق بين أجهزة الربط في الشبكات:

الموزع (Hub) والمفتاح (Switch) والموجه (Router).

تقنيات الوصول إلى الإنترنت (Internet Access)

بدأ استخدام (الإنترنت) في العام (1990) باستخدام جهاز المودم (Modem)، وهو اختصار للكلمتين (**Mod**ulator/**Dem**odulator)، أي الجهاز الذي يرسل ويستقبل المعلومات في الوقت نفسه. في البداية كان هذا الجهاز يدعم السرعة 64 كيلو بت في الثانية، أما حاليا 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 جدا وتصل في اليابان مثلاً إلى 20 ميغابت في الثانية.

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

تقنيات النطاق العريض السلكي:

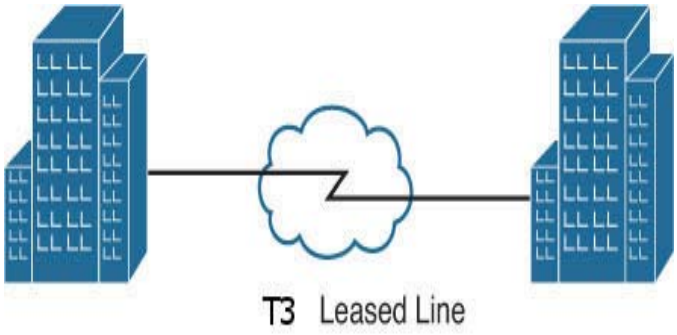
1. **طريقة الاتصال الهاتفي (dialup):** والتي تعتمد على استخدام مودم وخط هاتف ثابت، ويتم تحويل الإشارات الرقمية إلى تماثلية من خلال المودم، ثم إرسالها عبر خط التلفون، وتحتكر هذه الطريقة خط التلفون في حال إرسال البيانات، ولا تسمح بإجراء أو استقبال المكالمات أثناء الاتصال بالانترنت.

2. **الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة (ISDN):** وتستخدم لنقل البيانات والصوت، وهي أقدم من (DSL)، وتنقسم تقنية (ISDN) إلى نوعين أساسيين:

أ. **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 معا للإنترنت لنقل بيانات أو استخدام واحدة (للإنترنت) والأخرى للصوت.

ب. **الخدمة الأساسية (PRI ISDN):** وتتكون من 30 قناة للبيانات، وقناتين للتحكم في عملية الإرسال، وتصل سعتها تقريبا 2 ميغابت في الثانية، وتسمى في أوروبا خط (E1)، ويقابلها في الولايات المتحدة الأمريكية (T1)، والتي تحتوي على 24 قناة، وبسرعة إجمالية تصل إلى 1.5 Mbps.

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:

السرعة = عدد القنوات × سعة القناة

= 96 X (64kbps) = 6144 كيلوبت في الثانية

≈ 6.144 ميغابت/ الثانية.

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

نشاط 4

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

4. خط المشترك الرقمي (Digital Subscriber Line)

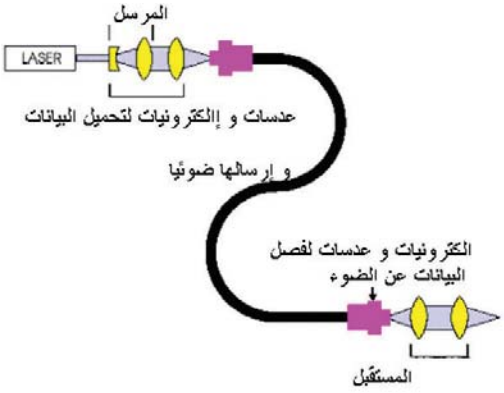
وُتسمى هذه التقنية اختصاراً (DSL)، ويوجد منها أنواع مختلفة، وتستخدم هذه التقنية خط الهاتف المنزلي إضافة إلى المرشح (Filter)، وبالتالي يمكن إجراء المكالمات الهاتفية واستخدام (الإنترنت) في الوقت نفسه، وفيما يلي بعض أنواع تقنية (DSL) على سبيل الذكر فقط:

أ. ADSL: وتعرف بأنها (Asymmetric)، والذي يعني "غير متساوٍ"، والسبب لأن سرعة تنزيل البيانات من (الإنترنت) لا تساوي سرعة التحميل (للإنترنت)، حيث أن سرعة التنزيل أعلى من سرعة التحميل.

ب. HDSL: اقدم من ADSL، وفي هذه التقنية تتساوي سرعات (التنزيل من/ والتحميل إلى) (الإنترنت).

ج. 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 تَستبدل الألياف الضوئية بالأسلاك النحاسية داخل مدينة أو دولة، ويتيح استخدام السرعات العالية للسكان جميعهم وذلك باستخدام النواقل الضوئية (Optical Carrier)، أو اختصارا (OC)، ويوجد منها أنواع عديدة مثل:

أ. OC-1 = 52 ميغابت في الثانية (52Mbps)

ب. OC-3 = 155 ميغابت في الثانية (155Mbps)

ج. 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 ثنائيّات ضوئية خاصة (LEDs)، ومن ثم يتابع شعاع الضوء سيره من خلال خاصية الانعكاس الكلي الداخلي، وتوجد هذه النواقل أيضا بسرعات تمثّل 4 أضعاف (OC-3) مثل:

OC-48، OC-192، OC-768، OC-1920.

ميزات الألياف الضوئية:

1- سرعة عالية جداً.
2- تنتقل لمسافات طويلة دون الحاجة إلى تقوية.

ومن عيوبها:

1- صعوبة عملية التركيب والصيانة.
2- التكلفة العالية.

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

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

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

(الإنترنت) من خلال شبكة الكهرباء

تتميز هذه التقنية بما يلي:

أ. لا تحتاج إلى أجهزة كثيرة ومعقدة.

ب. يتم نقل البيانات عبر موصلات الأسلاك النحاسية الخاصة بنقل الطاقة الكهربائيّة.

ج. ذات تكلفة بسيطة، وتساعد في توفير (الإنترنت) في المناطق جميعها، وخاصة النائية.

د. سرعة نقل بيانات عالية تصل حتى (200Mbps).

هـ. تستخدم نطاق ترددات خاصة بالبث الراديوي (اللاسلكي)، لهذا فهي عرضة للتشويش (من/ وعلى) الأجهزة المحيطة التي تعمل على الترددات نفسها.

و. 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.

تقنيات النطاق العريض اللاسلكية (Wireless Broadband Technologies)

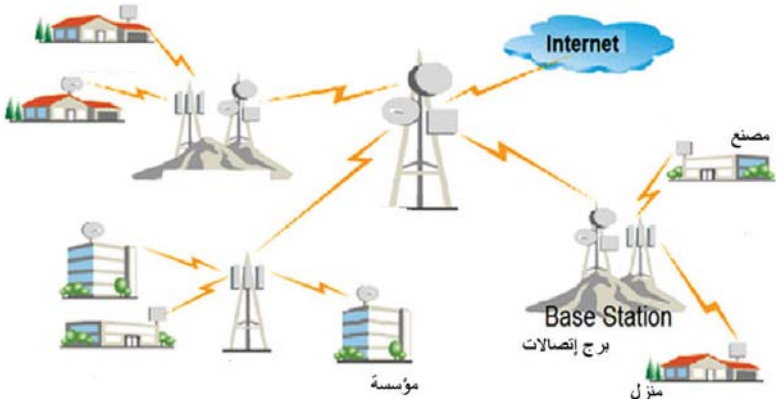
تهدف هذه التقنيات إلى توفير خدمة (إنترنت) ذات سرعة عالية جدا، ويكون ذلك باستخدام الوسائل الآتية:

أ. الأقمار الصناعية.

ب. شبكات الهواتف الخليوية (3G/3.5G/ 3.9G / 4G LTE /4G LTE Advanced).

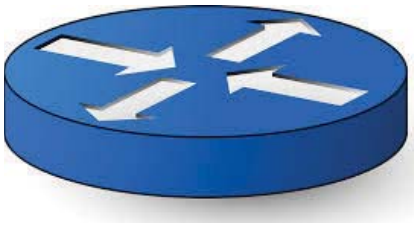
ج. تقنية WiMAX.

د. شركات خاصة للتزويد بخدمة (الإنترنت) من خلال نقاط بث خارجية وطويلة المدى.



إنترنت النطاق العريض اللاسلكي

الموجِّه (Router): العنصر الأساسي في الشبكة العالمية (WAN)



رمز الموجّه (Router)

يعدّ الموجّه 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)".

عند تشغيل الموجّه، 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 الموجّه تبعا لها.
4. يبدأ العمل باستخدام ذاكرة القراءة والكتابة (RAM)، ويتم تخزين البيانات المستقبلة والمرسلة فيها.

ينتمي كل منفذ هنا لشبكة مستقلة، ولا يمكن نقل البيانات بين الشبكات المستقلة أو المنافذ إلا بإستخدام بروتوكولات التوجيه الخاصة، ومن أجل تمكين أي منفذ على الموجّه للإرسال والاستقبال، يجب القيام بالخطوات الآتية لمرة واحدة:

أ. إعطاء المنفذ عنوانا منطقيا تابعا لتلك الشبكة.

ب. فتح المنفذ من خلال الأمر (no shutdown).

ج. شَبْك المنفذ فيزيائيا بسلك نحاسي أو بأحد الألياف الضوئية مع موزّع (switch) لتلك الشبكة.

د. برمجة هذا المنفذ لتنفيذ بروتوكول التوجيه.

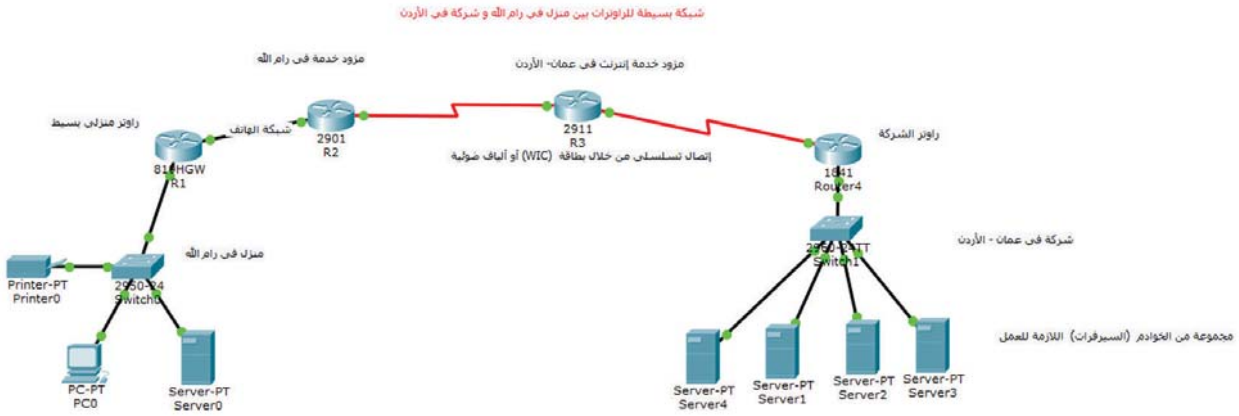
يعدّ الموجّه (Router) العنصر الأساسي لربط الشبكات المحلية البسيطة الموجودة في المنازل أو المؤسسات الكبرى مع شبكات محلية أخرى في أماكن بعيدة، وقد تكون هذه الشبكات المحلية في المدينة نفسها وقد تكون في أماكن متباعدة. وتسمّى الشبكات التي تحتوي على الموجّهات "الشبكات البعيدة" (WAN)، اختصارا لـ (Wide Area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

يعتمد الموجِّه 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).

الموجّه (Router)

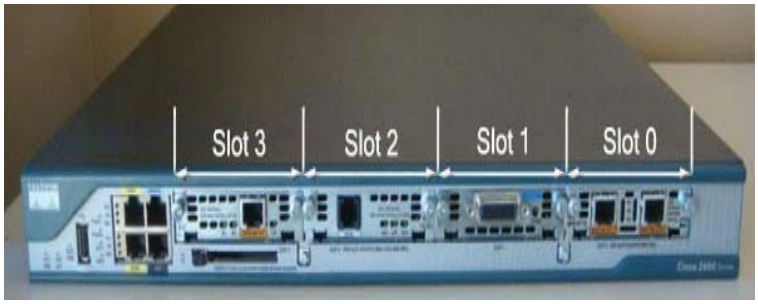
يستخدم الموجّه لربط الشبكات المحلية مع العالم الخارجي والإنترنت. حيث يحتوي منافذ عديدة، وإمكانية استخدام تقنيات مختلفة للتوصيل.



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

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

يُطلق على منفذ الموجِّه 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 المُوجِّهات المتقدمة ذات الأداء العالي، وتظهر المنافذ الموجودة عليه، كما يظهر أماكن لإضافة بطاقات جديدة لتقنيات حديثة.

يطلق على المكان (الحيِّز) الذي يستوعب التقنيات أو البطاقات الحديثة في الموجِّه الكلمة "شِق" أو (Slot)، 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.

بطاقة (WIC)

تدعم الموجّهات المتقدمة التقنيات الآتية بشكل أساسي:

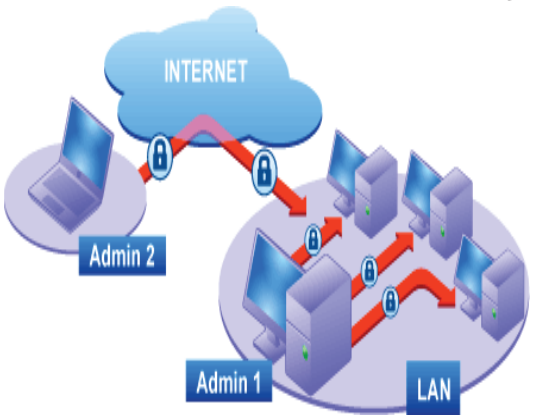
1. نقل المعلومات الرقمية، واستخدام طرق التشفير لحمايتها.
2. المكالمات الرقمية (VoIP) بإستخدام شبكة الحاسوب.

تقنية (VoIP)

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 أداءها وتطويرها.
7. يمكن للشخص المسؤول وذي 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 أيضا (Admin)، وذلك من أجل القيام بمهمات محددة مثل مراقبة وضع الشبكة أو صيانة الأعطال في حال غيابه، ويجب برمجة الموجّه والجدار الناري (Firewall) مسبقا لتمكين هذا الشخص من الدخول إلى الشبكة عن بعد، بشرط:

أ. اتصال مشفر (لا يمكن قراءة البيانات من قبل أي شخص غير موثوق به).

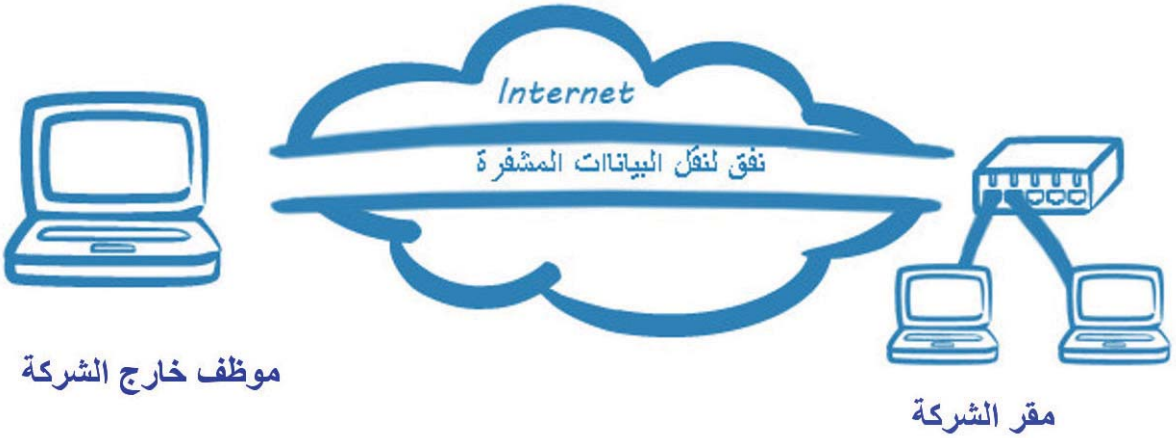


ب. عدد محاولات الاتصال الفاشل لا تتعدى 3 مرات، حتى لا يتم استخدام طرق التخمين لاكتشاف كلمة السر.

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".

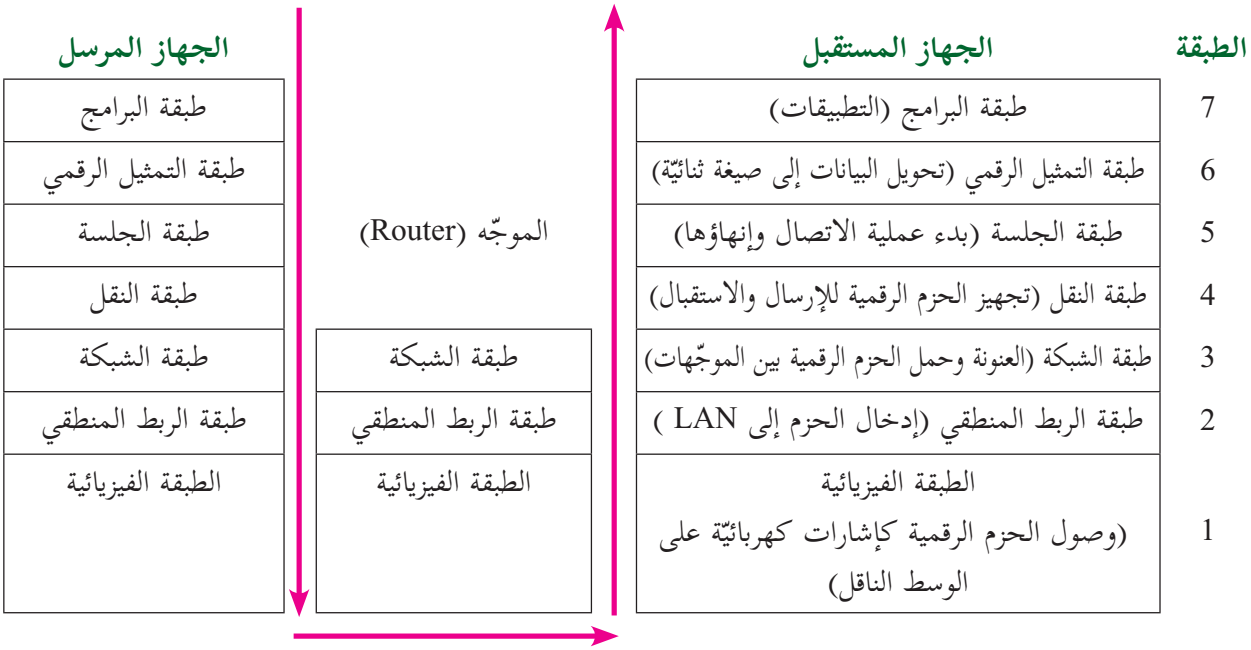


مبدأ عمل (VPN)

كيفية عمل الموجّه من خلال نموذج الطبقات السبع (OSI Model)

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 الموجِّه.



طريق سير المعلومات بين الجهاز المرسل والمستقبل

ترجمة عناوين الشبكة (NAT - Network Address Translation)

عند اتصالنا بشبكة الإنترنت من خلال إحدى الشركات المزوّدة للإنترنت (ISP-Internet Service Provider)، نحصل على رَقْم IP من الشركة المزوّدة يُسمّى العنوان المنطقي العامّ (Public IP)، وهذا العنوان هو الذي نبحر من خلاله في شبكة الإنترنت، وهو المعرِّف لنا على الشبكة كرَقْم هويتنا تماماً، ولكنّنا في الوقت نفسه، قد يكون لدينا أكثر من جهاز داخل المنزل، متصل بشبكة الإنترنت كأجهزة الحواسيب، والهواتف الذكية، وغيرها، وجميع هذه الأجهزة تتّصل بالإنترنت، وطبعاً يجب أن يحصل كلّ جهاز من هذه الأجهزة على رَقْم IP، وبالتالي، فإنّ عدد العناوين المنطقية العامّة في نظام IPV4 سوف لن يكفي لتغطية جميع الأجهزة المتصلة عالمياً بشبكة الإنترنت، وكذلك فإنّ العناوين العامة التي يتمّ الحصول عليها من الشركة المزوّدة للإنترنت لها رسوم شهرية أيضاً، وبالتالي، يكون غير مُجْدٍ لمنزل فيه 5 أجهزة متصلة بالإنترنت دفع 5 اشتراكات، إذن ما الحل لهذه المشكلات؟

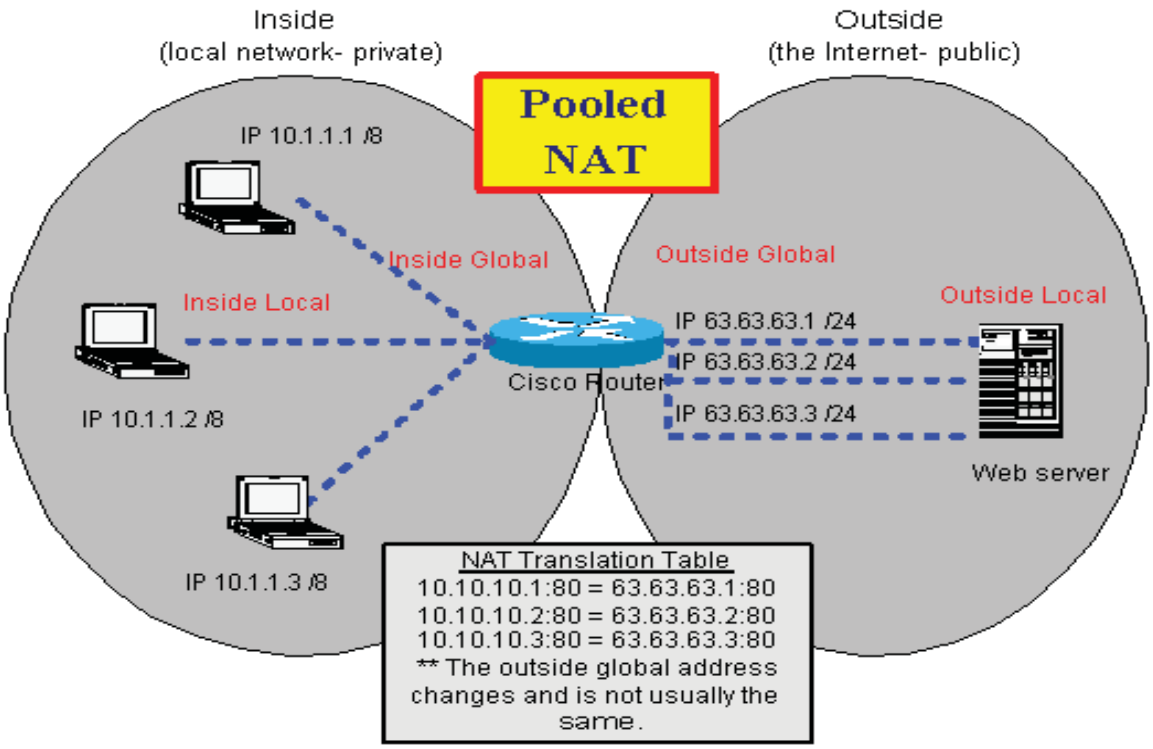
جاء حلّ هذه المشكلات عن طريق ما يُسمّى تقنية ترجمة عناوين الشبكة (NAT) التي تمّ إضافتها إلى جهاز راوتر الإنترنت، فعند اتصال الأجهزة المنزلية براوتر (موجّه) الإنترنت، يحصل كلّ جهاز على عنوان منطقي قد يكون يدوياً، أو يتمّ الحصول على هذا الرَّقْم تلقائياً من خلال الراوتر، كما مرّ معنا سابقاً بطريقة DHCP، وهذا العنوان الذي يحصل عليه الجهاز من خلال الراوتر يُسمّى العنوان المنطقي الخاصّ (Private IP)، وفي هذه الحالة، يكون لدينا شبكة داخلية بعناوين منطقية خاصّة تتصل بشبكة الإنترنت من خلال جهاز الراوتر، وتتصل هذه الأجهزة فيما بينها داخلياً.

هناك هيئة، أو منظّمة عالمية مسؤولة عن تخصيص العناوين المنطقية العامّة (Public IPs)، وتوزيعها لشبكة الإنترنت تُدْعى: (IANA-Internet Assigned Numbers Authority)، وهذه المنظمة تركت مدى من العناوين المنطقية لكلّ فئة (CLASS) من فئات العناوين المنطقية؛ لاستخدامها عناوين منطقية للشبكات الخاصّة، وهذه العناوين هي:

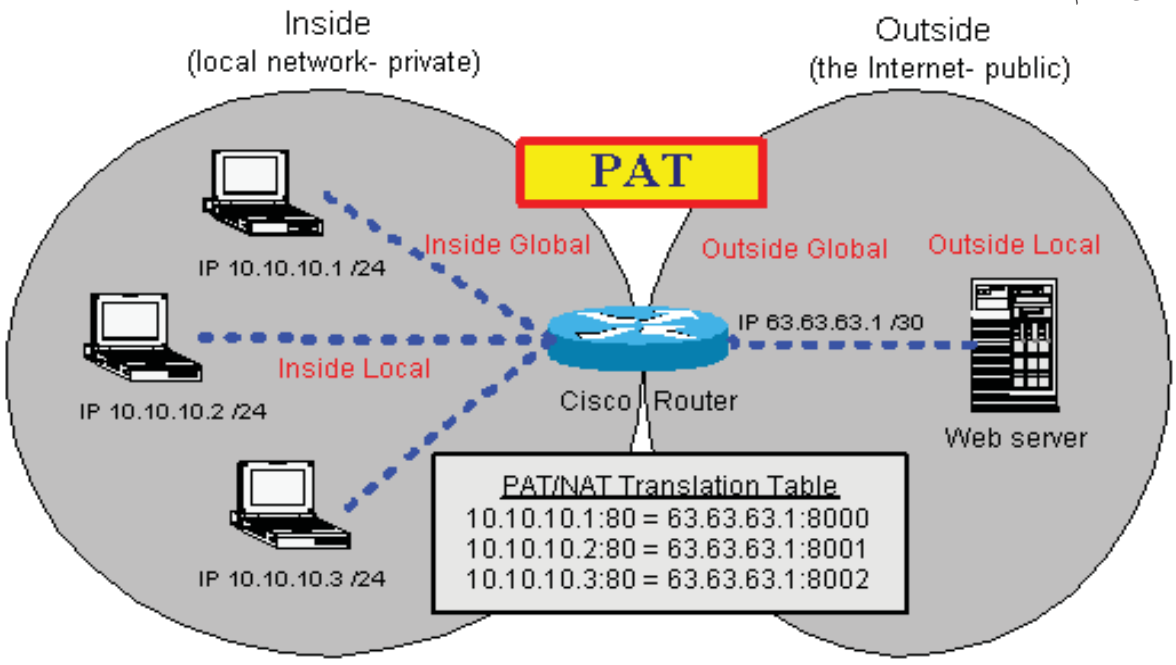
Class	Private IP address range	Subnet mask
A	10.0.0.0 – 10.255.255.255	255.0.0.0
B	172.16.0.0 – 172.16.31.255	255.255.0.0
C	192.168.0.0 – 192.168.255.255	255.255.255.0

وهناك أنواع لتقنية NAT، نذكر منها:

1- Dynamic NAT: في هذا النوع، يكون لدينا مجموعة من العناوين المنطقية العامّة (Pool of Public IPs)، ولكنّها تكون أقلّ من عدد العناوين الخاصة بأجهزة الشبكة الداخلية، وعند اتصال أيّ جهاز بشبكة الإنترنت، فإنّ العنوان الخاصّ لهذا الجهاز، تتمّ ترجمته إلى أحد العناوين العامّة المتاحة؛ لكي يتمكّن من الوصول إلى الإنترنت، وفي حال كانت جميع العناوين المنطقية العامّة مشغولة، فإنّه يتمّ الانتظار لحين توفّر عنوان.



2- NAT Overloading: هـذا النـوع هـو الأكثـر شـيوعاً فـي الشـبكات المنزليـة الداخليـة، والمسـتخدم فـي مـودم الإنترنـت (DSL Modem)، إذ يتـمّ الحصـول على عنـوان منطقـي عـامّ واحـد فقـط مـن مزوّد الإنترنـت، ومـع وجـود عـدد مـن الأجهـزة المنزليـة المتصلـة فـي الشـبكة الداخليـة، يقـوم كلّ عنـوان منطقـي خـاصّ باسـتخدام العنـوان المنطقـي العـامّ نفسـه في الوصـول إلـى الإنترنـت، ولكـن مـع اختـلاف رَقْـم المنفـذ (Port)، ويُطلَـق علـى هـذا النـوع مـن ترجمـة العناويـن اسـم (PAT - Port Address Translation).



نلاحظ من الشكل السابق وجود شبكة داخلية من ثلاثة أجهزة، تستخدم جميعها العنوان المنطقي العامّ 1.36.36.36؛ للوصول إلى شبكة الإنترنت، ولكن باستخدام رَقْم منفذ مختلف، حيث يستخدم الجهاز الأول المنفذ رَقْم 0008، في حين يستخدم الجهاز الثاني المنفذ رَقْم 1008، بينما يستخدم الجهاز الثالث المنفذ رَقْم 2008.

المنافذ ports: هي ممرات يتم ارسال واستقبال البيانات من خلالها، قد يظن البعض بأنها منافذ مادية ويمكن رؤيتها كمنافذ الطابعة والفأرة ولكنها في واقع الأمر جزء من الذاكرة له عنوان معين يتعرف علية الجهاز بأنه منطقة اتصال حسب بروتوكولات خاصة.

نشاط 5

ندخل إلى إعدادات موجّه الإنترنت لدينا، ونتحقّق من وجود تقنية NAT عليه، ونقوم بتعطيلها، ثمّ ندوّن ملاحظاتنا.

نشاط 6

نتحقّق من العنوان المنطقي الخاصّ الموجود على أجهزتنا، ثمّ نزور الموقع http://showip.net؛ لمعرفة العنوان المنطقي العامّ الذي تتصل أجهزتنا من خلاله بشبكة الإنترنت.

نستنتج أنّ استخدام تقنية ترجمة عناوين الشبكة (NAT) حقّق الفوائد الآتية:

1- إمكانية إعادة استخدام العناوين المنطقية الخاصّة (private IPs) في عدد من الشبكات الداخلية، والخاصة حول العالم.

2- زيادة الأمان، حيث إنّ عملية الاتصال، وتبادل المعلومات بين أجهزة الشبكة الداخلية، يتمّ بشكل داخلي، ودون خروج هذه المعلومات إلى الخارج.

3- ربط عدد كبير من المستخدمين حول العالم إلى شبكة الإنترنت باستخدام العناوين المنطقية العامّة.

أسئلة الدرس:

س1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1- متى يتم اللجوء الى الطريقة التي تدعى (Restore) في الشبكات؟

أ- في حال حدوث أي مشكلات على الأجهزة أو الشبكة.

ب- عندما يراد عمل نسخ احتياطي للملفات.

ج- عند مشاركة الملفات بين أي جهازين خلال الشبكة المحلية.

د- عند إرسال ملفات للطباعة على الطابعات المعرفة على الشبكة.

2- لماذا تستخدم قطعة مُرَشِّح الإشارة (Filter)؟

أ- لضمان عمل الانترنت والمكالمات التلفونية في الوقت نفسه دون انقطاع أو تشويش.

ب- لزيادة سرعة الانترنت.

ج- لحجب المواقع الضارة.

د- من اجل تحديد سرعة الانترنت.

3- ما التقنية التي تعتمد على استخدام مودم وخط هاتف ثابت بحيث يتم تحويل الإشارات الرقمية إلى تماثلية من خلال المودم؟

أ- الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة (ISDN). ب- طريقة الاتصال الهاتفي (dialup).

ج- الخطوط المستأجرة (Leased Lines). د- خط المشترك الرقمي (Digital Subscriber Line).

4- أي من التقنيات الآتية مخصصة للسرعات العالية (Very High)، والتي تصل حتى (55Mbps) في الأسلاك النحاسية؟

أ- ISDN. ب- ADSL. ج- VDSL. د- HDSL.

5- كم قناة للبيانات تحوي الخدمة الأساسية (ISDN PRI) في الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة ISDN؟

أ- قناتين. ب- 32 قناة. ج- 30 قناة . د- 40 قناة.

س2 اذكر ثلاثة مصادر يمكننا الحصول على الانترنت من خلالها؟

س3 اذكر مكونات موجّه الإنترنت المنزلي.

س4 كيف تم التغلب على مشكلة عدم تغطية العناوين المنطقية العامّة في نظام IPV4 لجميع الأجهزة المتصلة عالمياً بشبكة الإنترنت؟

س5 ما الشروط التي يتم اعدادها مسبقا لتمكين مسؤول الشبكة (Admin) من الدخول إلى الشبكة عن بعد؟

الشبكات الفرعية
(Subnets)

يتم تقسيم الشبكة الكبيرة إلى شبكات أصغر، وتقع كل شبكة فرعية على منفذ موجِّه كما في الشكل الآتي، وتهدف هذه الطريقة إلى زيادة الحماية والسرعة داخل أقسام الشبكة الكبيرة، من حيث السماح بالوصول إلى الأقسام المختلفة لأشخاص محددين تبعا لصلاحياتهم في المؤسسة، فمثلا يتم تقسيم الشبكة الداخلية لشركة ما إلى الأقسام الآتية:

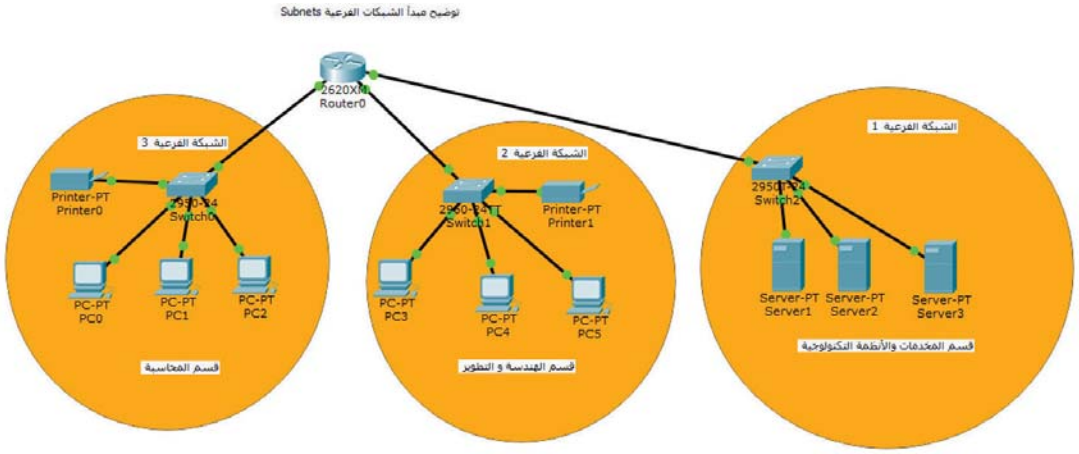
أ. قسم الخادمات (Servers) التي تحتوي معلومات الزبائن وكذلك برمجيات المؤسسة وخدماتها التقنية.

ب. قسم الإدارة العليا وشؤون الموظفين.

ج. قسم المحاسبة.

د. 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 يوضّح مبدأ عمل هذه الشبكات، لاحظ ربط الموجّه مع الشبكات من خلال الأسلاك النحاسية التي يرمز إليها الخط الأسود المتصل.

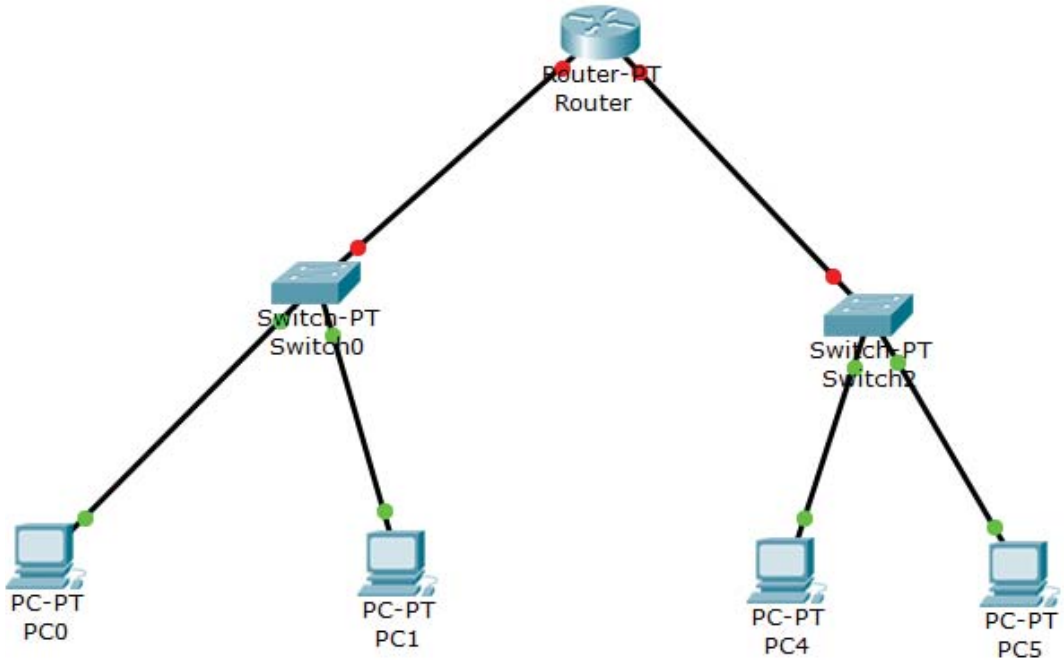


تقسيم الشبكات (Subnetting):

تعرفنا سابقاً إلى عناوين الشّبكة وأهميتها للوصول لأجهزة الشّبكة، إذ لا يمكن لنا الوصول إلى أيّ جهاز على الشّبكة إلا من خلال عنوان منطقي خاص بذلك الجهاز، فإذا أردنا عمل شبكة محلية باستخدام عنوان الشّبكة 192.168.100.0 والذي ينتمي إلى Class C فستكون العناوين المتاحة للأجهزة التي يمكن ربطها إلى هذه الشّبكة على النحو الآتي:

192.168.100.1، 192.168.100.2، 192.168.100.3 ..... 192.168.100.254

لعلك لاحظت أن الشّبكة السّابقة يمكن أن تحوي العناوين جميعها لعنوان الشّبكة 192.168.100.0، حيث يمكننا ربط عدد كبير من الأجهزة الطرفية يصل إلى $(2-2^8)$ = 254 عنواناً متاحاً، ولكن كيف يمكننا إدارة الشّبكة لهذا الكم الهائل من العناوين؟ وكيف يمكننا فصل عناوين شبكة عن عناوين شبكة أخرى للأقسام ذات البيانات المهمة والدقيقة لحمايتها كأقسام المالية وغيرها؟ إضافة إلى إمكانية حدوث الكثير من الازدحام والتّصادمات، فمثلاً في الشكل المجاور عندما يريد جهاز الحاسوب PC0 مراسلة جهاز من قسمه PC1 فإن الأجهزة الباقية تتأثر في هذا الاتصال، لأن الأجهزة ترى بعضها بشكل كامل، كما سنوضّح ذلك لاحقاً، فهل بالإمكان التقليل من هذه الازدحامات، وتحويل الشّبكة إلى شبكة منظمة تسهل إدارتها كما في الشكل الآتي:



لاحظ استخدام جهاز الموجه (Router) للربط بين الشّبكات الفرعية، وذلك لأنها شبكات مختلفة في العناوين ولا ترى بعضها بشكل مباشر.

الشّبكات الفرعية:

تهدف عملية تقسيم الشّبكات إلى ما يلي:

1- تسهيل عملية إدارة الشّبكة.

2- تقليل الازدحام.

3- تحسين أداء الشّبكة ورفع كفاءتها.

4- تسهيل عملية تحديد الأعطال، والصّيانة وحلّ المشكلات.

قبل البدء بعملية تقسيم الشّبكات يجب علينا أن نستذكر موضوع أقنعة الشّبكات لأهميته في عملية تقسيم الشّبكات.

أقنعة الشّبكة الفرعية (Subnet Masks)

يمكن تقسيم الشّبكة الكبيرة إلى شبكات فرعية من خلال ما يسمى قناع الشّبكة (Mask)، والذي يتكوّن من 32 خانة (32-Bits)، كلّ خانة تأخذ القيم إما 0 او 1 ومنها يستطيع الجهاز أن يحدد الشّبكة الفرعية التي ينتمي لها.

ومن الجدير بالذكر أن تقسيم الشّبكات إلى شبكات فرعية ليست اجبارية، فهنالك بعض الشّبكات لا يلزمها تقسيم بمعنى أنها تستخدم قناع الشّبكة الافتراضي، والجدول الآتي يبيّن الأقنعة الافتراضية للشّبكات:

الفئة Class	الصّيغة Format	القناع الافتراضي Default Subnet Mask
A	Network.Host.Host. Host	255.0.0.0
B	Network.Network. Host. Host	255.255.0.0.
C	Network.Network.Network. Host	255.255.255.0

نلاحظُ من الجدول السّابق أن لكلّ فئة صيغة خاصة بها متعارف عليها عالمياً، وعند تقسيم الشّبكة يتم تخصيص خانات ثنائية من الجزء Host وإسنادها إلى الجزء Network، مما يؤدي إلى تقليل العناوين المُتاحة للأجهزة التي يمكن ربطها إلى الشّبكة، وقبل البدء بعملية التّقسيم يجب تحديد ما يلي:

أ- عدد الشّبكات الفرعية اللازمة (Subnets).

ب- عدد الأجهزة في كلّ شبكة فرعية (Hosts).

تقسيم الشّبكات في الفئة أو الصّنف C (Class C):

إن قناع الشّبكة في هذا الصنف هو:

قيمة القناع (عشري)	0	255	255	255
قيمة القناع (ثنائي)	00000000	11111111	11111111	11111111
تخصيص كلّ جزء	Host	Network	Network	Network

مثال: ما عدد الشّبكات الفرعية في القناع الافتراضي ل Class C؟

الحلّ: القناع الافتراضي ل Class C هو 255.255.255.0 أو يكتب اختصاراً /24، حيث إن الرقم 24 يمثّل عدد الخانات الثنائية التي تحمل القيمة 1 في القناع، ولمعرفة عدد الشّبكات الفرعية المتوفرة في هذا القناع فإننا نستخدم التعبير الآتي:

$SubNets = 2^n$: حيث n يمثّل عدد الخانات التي تحمل القيمة 1 في الجزء Host والمُشار له باللون الأزرق.

وعند تطبيق المعادلة على الجدول السّابق:

$SubNets = 2^0 = 1$ أي يوجد شبكة فرعية واحدة.

ولمعرفة عدد العناوين المتاحة التي يمكن تعيينها للأجهزة المراد ربطها إلى هذه الشّبكة نستخدم التعبير:

$Hosts = 2^n-2$: حيث تمثّل n عدد الخانات الثنائية التي تحمل القيمة 0 في الجزء Host أيضاً.

نُلاحظ من التّعبير السابق أنه قد تم طرح العدد 2؛ وذلك لأنه يجب استثناء عنوان الشّبكة وعنوان البث (Broadcast Address) الذي يستخدم لإرسال الرسائل العامة إلى الأجهزة جميعها في الشّبكة، إذ لا يمكن تعيين هذين العنوانين لأجهزة الحاسوب أو الطابعات.

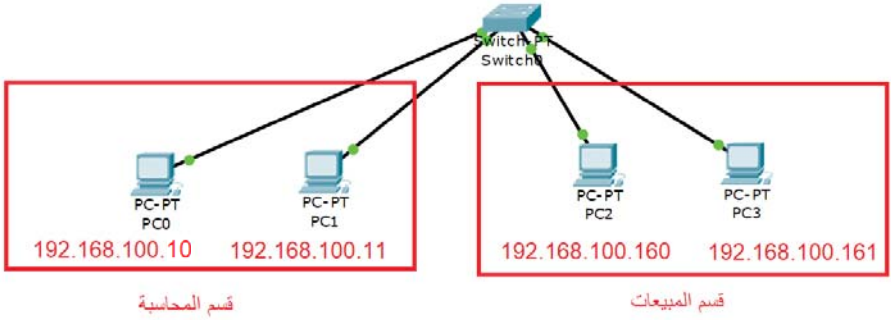
وبناء على هذا القانون فإن:

عدد العناوين المتاحة = 2^8-2 = 254، أي يمكننا ربط 254 جهاز باستخدام هذا القناع.

ومن الجدير بالذكر عند تطبيق هذا القناع على الأجهزة فإن الأجهزة ضمن مجال البث (Broadcast Domain) السابق تستطيع رؤية بعضها بعضاً، ويمكن فحص ذلك عن طريق برنامج المحاكاة (Packet Tracer) باستخدام الأمر (Ping) كما في النشاط الآتي:

نشاط 1

نقوم ببناء شبكة تحوي أربعة أجهزة تحمل الأسماء PC0 ,PC1 ,PC2 ,PC3، حيث إن الجهازين (PC0,PC1) تابعين لقسم المحاسبة، والجهازين (PC2,PC3) تابعين لقسم المبيعات، مع مراعاة تعيين العناوين واستخدام القناع 255.255.255.0 كما في الشكل الآتي، ثم نستخدم الأمر ping لفحص الاتصال بين الجهاز PC0 وباقي الأجهزة.



نُلاحظُ من عملية فحص الاتصال أن الأجهزة جميعها يمكنها رؤية بعضها بعضاً، وتبادل البيانات فيما بينها، حيث تقع جميعها في مجال البث نفسه (Broadcast Domain)، وبالتالي لا يوجد أمان وخصوصية للأقسام المختلفة، كيف يمكننا منح الخصوصية والأمان لكلّ قسم إضافة إلى تحسين أداء الشّبكة من خلال تقليص مجال البث، أي بتقليل عدد الأجهزة (Hosts) التي يمكن ربطها في الشّبكة؟

الحلّ يكمن في تقسيم الشّبكة إلى شبكات فرعية، ولتقسيم الشّبكة في هذا الصّنف يتم استعارة الخانات الثنائية من الجزء (Host) والذي يظهر باللون الأزرق في قناع الشّبكة:

11111111.11111111.11111111.00000000

مثال: استخدم القناع 255.255.255.0 للحصول على شبكتين فرعيتين للعنوان 192.168.100.10؟

الحلّ: عدد الشّبكات الفرعية المطلوبة = $2^1 = 2$، إذن يمكننا الحصول على الشّبكات المطلوبة باستعارة 1 بت فقط، وبالتالي يصبح قناع الشّبكة الجديد كما يلي:

11111111	11111111	11111111	10000000
Network	Network	Network	Host
255	255	255	128

ونستطيع تحديد عدد العناوين المتاحة والتي يمكن تعيينها للأجهزة في كلّ شبكة فرعية من خلال التعبير الآتي:

عدد العناوين المتاحة لكلّ شبكة فرعية = $2-2^n$

$$126 = 2-2^7 =$$

نشاط 2

نغيّر قناع الشّبكة للأجهزة في الشّبكة التي تم تصميمها في نشاط1، ومن ثم نتحقق من الاتصال بين PC0 وباقي الأجهزة وندوّنُ ملاحظاتنا.

نلاحظ عند تنفيذ النشاط أن الجهاز PC0 لا يمكنه الاتصال بالجهازين PC2,PC3، وذلك لأنهما يقعان في شبكة مختلفة ومجال بث مختلف.

لحساب مجال العناوين لكلّ شبكة يجب حساب خطوة الانتقال بين عناوين الشّبكة الفرعية، وذلك حسب التعبير الآتي:

خطوة الانتقال بين عناوين الشّبكة الفرعية = عدد قيم القناع الافتراضي – قيمة القناع الحالي

وفي مثالنا فإن خطوة الانتقال بين العناوين = 256 (الافتراضي) – 128 (الحالي) =128

ومن هنا تنتج شبكتن، هما:

192.168.100.0 (عنوان الشّبكة الأولى ينتج بتصفير الجزء Host الذي تم عليه التّعديل عند تقسيم الشبكة).

192.168.100.128 (عنوان الشّبكة الثانية يكون بإضافة قيمة خطوة الانتقال وهي 128).

أما عنوان البث Broadcast Address لكلّ شبكة فرعية فيكون كما يلي:

192.168.100.127 (العنوان الذي يسبق عنوان الشّبكة التالية).

192.168.100.255(آخر عنوان بث يكون بجعل جميع خانات الجزء Host تساوي 1)

ولتحديد عناوين الأجهزة المُتاحة للاستخدام في كلّ شبكة فرعية، وهي الأرقام المحصورة جميعها ما بين عنوان الشّبكة الفرعية وعنوان البث الخاص بها، ففي الشبكة الأولى سيكون لدينا ما يلي:

Network IP	192.168.100.0
FIRST IP	192.168.100.1
LAST IP	192.168.100.126
Broadcast	192.168.100.127

وكذلك في الشّبكة الفرعية الثّانية:

Network IP	192.168.100.128
FIRST IP	192.168.100.129
LAST IP	192.168.100.254
Broadcast	192.168.100.255

وهذا يفسّر عدم رؤية الجهاز PC0 والذي يتبع للشّبكة 192.168.100.10 للجهاز PC3 الذي يتبع للشّبكة 192.168.100.161؛ وذلك لأنهما يقعان في مجالي بث مختلفين أو شبكتين مختلفتين، بينما الجهازان اللذان يقعان في المجال نفسه، كالجهاز الأول والثّاني يمكنهما رؤية بعضهما بعضاً.

مثال: استخدم القناع 255.255.255.0 للحصول على 3 شبكات فرعية للعنوان 192.168.100.10؟

الحلّ: عدد الشّبكات الفرعية المطلوبة = 3

لو استعرنا بتاً واحدة فقط فإننا سنحصل على $2=2^1$ أي نحصل على شبكتين فرعيتين وهذا لا يكفي، إذن سنستعير خانتين ثنائيتين، وبذلك نحصل على $4=2^2$ شبكات فرعية، وهذا يغطي العدد المطلوب وبالتالي يصبح القناع للشّبكات الفرعية الجديدة هو:

11111111.11111111.11111111.11000000

255.255.255.192

ونستطيع كتابة العنوان مع القناع الجديد بهذا الشكل 192.168.100.10/26 ورقم 26 هنا يعني عدد الخانات الثنائية التي قيمتها 1، وهنا يصبح أول عنوان لأول شبكة فرعية:

192.168.100.0

حيث تم تصفير الجزء (Host) الذي تم العمل عليه عند تقسيم الشّبكة، والآن نستطيع حساب عدد الأجهزة التي يمكن إضافتها لكلّ شبكة فرعية:

عدد الأجهزة = $2-2^n$

$2-2^n$ = Hosts

$2-2^6$ =

62 =

وبالتالي تكون عناوين الشّبكة الفرعية الأولى، كما في الجدول الآتي:

Network IP	192.168.100.0
FIRST IP	192.168.100.1
. .	. .
LAST IP	192.168.100.62
Broadcast	192.168.100.63

بناء على الجدول السّابق فإن أول عنوان بعد عنوان البث (Broadcast) يكون عنوان الشّبكة الفرعية التالية وهو 192.168.100.64، ويمكننا أيضاً معرفة عناوين الشّبكات الفرعية جميعها، وذلك عن طريق حساب خطوة الانتقال بين الشّبكات كما في المثال السابق:

خطوة الانتقال بين الشّبكات الفرعية = 256 - 192 = 64

ومن هنا تكون عناوين الشّبكات الفرعية 0، 64، 128، 192

نشاط 3

نكتب باقي القيم، ونرتبها كما في الجدول السّابق لجميع الشّبكات الفرعية الثلاث الأخرى.

مثال: حدد عنوان الشّبكة الفرعية وعنوان البث للجهاز 192.168.10.34/27.

الحلّ: الرقم 27 يعني عدد الخانات الثنائية التي قيمتها 1 في القناع هي 27 أي أننا استعرنا 3 بت لتقسيم الشّبكة.

11111111.11111111.11111111.11100000

وبالتالي تصبح قيمة القناع: 224

عدد الشّبكات الفرعية = $2^3 = 8$

خطوة الانتقال بين عناوين الشّبكة الفرعية = 256 - 224 = 32 إذن الشّبكات الفرعية هي:

0, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224

وبما أن الجهاز المعطى 32 يقع بين 32-64 لذا فإن عنوان الشّبكة الفرعية لهذا الجهاز192.168.10.32 وعنوان البث 192.168.10.63.

مثال: هل يمكن تعيين العنوان 192.168.10.34/27 لجهاز حاسوب، وضّح اجابتك؟

الحلّ: قيمة القناع: 224

عدد الشّبكات الفرعية = $2^3 = 8$

خطوة الانتقال بين عناوين الشّبكة الفرعية=256-224=32، إذن الشّبكات الفرعية هي:

0, 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224

وبما أن العنوان المُعطى هو 34 ويقع بين 32-64 لذا فهو عنوان صالح لتعيينه على أجهزة الحاسوب.

نشاط 4

تحقق من العناوين الآتية فيما إذا كانت تصلح لتعيينها على أجهزة حاسوب في الشّبكة أم لا:

أ- 192.168.100.128/27

ب- 192.168.10.164/26

ج- 192.168.15.223/27

نشاط 5

هناك مواقع إلكترونية تقوم بعملية حساب الشّبكات وتقسيمها وإظهار النتائج بشكل بسيط وسريع، مثل:

أ- http://www.subnet-calculator.com/subnet.php?net_class=C

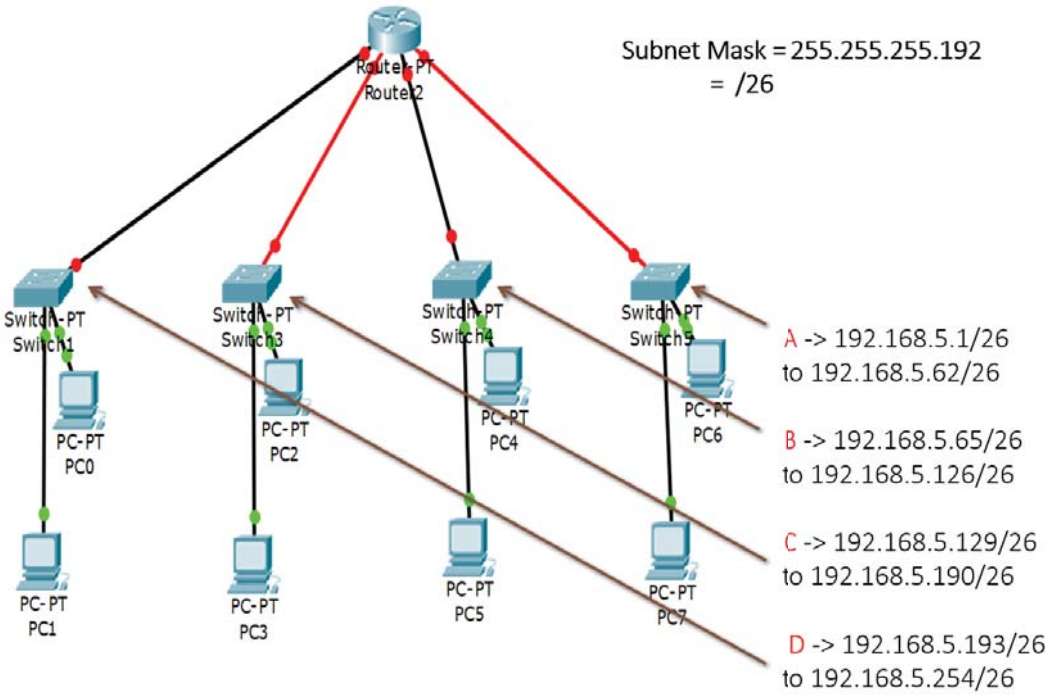
ب- https://www.calculator.net/ip-subnet-calculator.html

نقوم بزيارة هذه المواقع، ونتحققُ من النتائج التي قمنا بحسابها في الأمثلة السّابقة.

مثال: في مؤسسة مكوّنة من أربعة أقسام رئيسية، تستخدم إعدادات عنوان الشّبكة 192.168.5.130/24، رغب مديرها في عزل كلّ قسم بنطاق خاص به؛ لضمان الأمن، والحماية وتحسين أداء الشّبكة، ارسم مخطّط التصميم موضّحاً القناع الصّحيح الذي يجب أن تستخدمه المؤسسة لتحقيق طلبات الإدارة.

الحلّ: عنوان الشّبكة الرئيسي 192.168.5.0، يجب تقسيم الشّبكة إلى 4 شبكات فرعية، وذلك عن طريق استعارة خانتين (2-bits) من الجزء الخاص بعناوين الأجهزة الطرفية (Host) ليصبح القناع الجديد 26/ بدلاً من 24/.

وبالتالي فإن عدد الشّبكات الفرعية هو 4، وعدد الأجهزة التي يمكن ربطها إلى كلّ شبكة هو 62، وسيكون مخطط الشّبكة على النحو الآتي:



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 (**R**outing **I**nformation **P**rotocol) أي البروتوكول الذي يحمل معلومات التوجيه، وهو بروتوكول توجيه داخلي، وقد تم تطويره ليصل إلى الإصدار الثاني (version 2)، وهو المستخدم حاليا 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 (**D**istance-**V**ector **R**outing **P**rotocols)، ويطلق عليها اختصارا (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 مثلا:

أ. الزمن اللازم لإرسال المعلومات من المرسل إلى المستقبل.

ب. عدد الحزم الرقمية الضائعة خلال الاتصال.

ج. كمية البيانات المرسلة على خط معين.

يمكن لمصمم الشبكة البعيدة أن يحدد يدويا 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.

تَستخدم الموجِّهات 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 المعروفه له جميعها، وتسمى المعلومات التي يخزنها في ذاكرته ويحدثها دائماً 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:

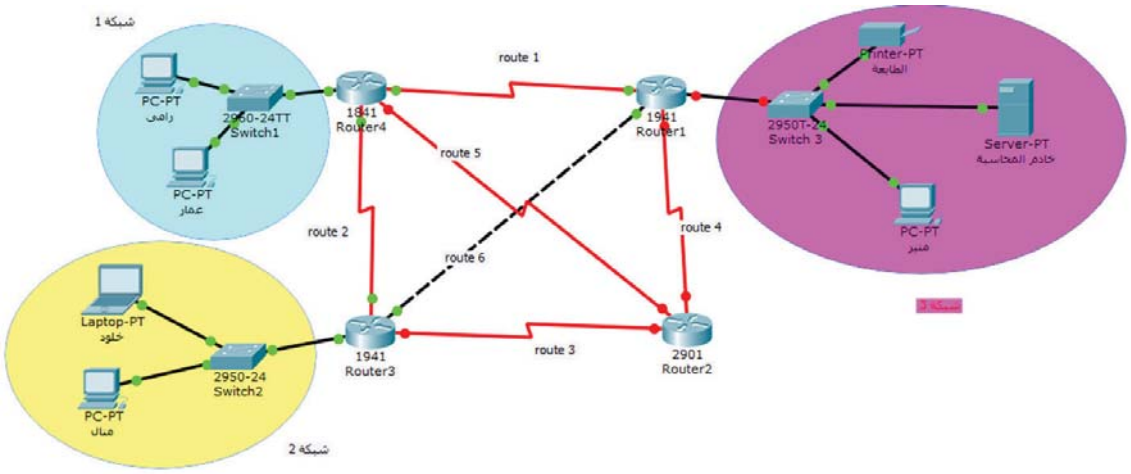
★ داخلية (تُستخدم داخليا بين أجزاء الشركة داخل منطقة أو مدينة معينة) : مثل RIP

★ 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 المُوجِّهات، 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 يمثّل الطريق الأقصر؟ حدد عدد القفزات (hop count) في كل حالة.

نشاط 6

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:

  1     2 ms     2 ms     2 ms  superbox.home [192.168.1.1]
  2    39 ms    39 ms    49 ms  217.21.2.58
  3    39 ms    39 ms    39 ms  192.168.17.162
  4    40 ms    38 ms    39 ms  192.168.17.49
  5    41 ms    39 ms    40 ms  82.213.2.161
  6     *        *        *     Request timed out.
  7    99 ms    96 ms    97 ms  xe-11-2-2.edge7.Frankfurt1.Level3.net [195.16.16
1.53]
  8     *        *        *     Request timed out.
  9   106 ms   107 ms   106 ms  72.14.242.122
 10   108 ms   107 ms   109 ms  216.239.46.180
 11   107 ms   107 ms   157 ms  216.239.57.186
 12   131 ms   104 ms   103 ms  209.85.251.177
 13   104 ms   109 ms   108 ms  216.239.57.37
 14   140 ms   137 ms   142 ms  108.170.244.225
 15   105 ms   104 ms   116 ms  108.170.236.97
 16   107 ms   105 ms   131 ms  par10s28-in-f14.1e100.net [216.58.204.110]
```

أسئلة الدرس:

س1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة لكل مما يلي:

1- ما عدد الشبكات الفرعية في القناع 255.255.255.224 التّابع لفئة Class C؟

أ- 2 ب- 4 ج- 6 د- 8

2- ما عدد العناوين المُتاحة لكلّ شبكة فرعية في القناع 255.255.255.224 التّابع لفئة Class C؟

أ- 30 ب- 62 ج- 126 د- 254

3- ما عنوان البث للشّبكة التي تحوي الجهاز 192.168.10.50/28؟

أ- 192.168.10.63 ب- 192.168.10.0

ج- 192.168.10.255 د- 192.168.10.127

4- أيّ البروتوكولات الآتية يعدّ من أبسط بروتوكولات التّوجيه الداخلية؟

أ- HTTP. ب- HTTPS. ج- RIP v2. د- BGP.

س2 ما المقصود بقناع الشّبكة؟ وما أهميته في تقسيم الشّبكات؟

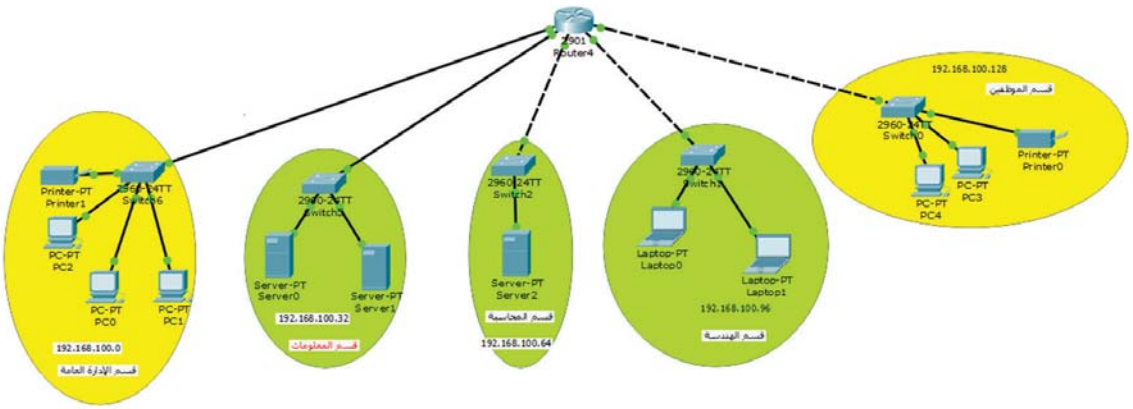
س3 اذكر وظيفتين لبروتوكولات التوجيه؟

س4 علّل ما يلي:

- طرح العدد 2 في التعبير الرياضي المستخدم لحساب عدد الأجهزة في الشّبكات الفرعية.
- تقسيم الشّبكات إلى شبكات فرعية.

س5 بالاعتماد على الشكل الآتي حدّد ما يلي: أ- عدد الشبكات الفرعية. ب- قناع الشبكة.

ج- أنواع الأجهزة المستخدمة للربط.



الشّبكة المحلية الوهمية

(VLAN - Virtual Local Area Network)

تعرفنا في الدرس السابق إلى مفهوم تقسيم الشبكات الكبيرة إلى شبكات صغيرة بغض النظر عن نوع عنوان الشّبكة وما له من أهمية بالغة في تحسين أداء الشّبكة وإدارتها وحمايتها، ولكن هناك بعض الحالات التي تتطلب منا تقسيم مفتاح الشّبكة (Switch) نفسه إلى شبكات عديدة غير متداخلة تحوي كل منها عنوان شبكة مختلف مع الأخذ بالاعتبار الخصوصية والأمن والمرونة، فما السبيل إلى ذلك؟ هذا ما سنتعلمه في هذا الدرس.

أطلقت شركة CISCO برتوكول تقسيم الشّبكات داخل مفتاح الشّبكة نفسه من أجل تجاوز العوائق السابقة ذكرها، وهذا البروتوكول يسمى برتوكول الشّبكات الوهمية (Virtual Lans) أو اختصاراً (Vlans)، فما هذا البرتوكول؟ وما أهميته؟ وما فوائده وطريقة بنائه؟

الشبكات الوهمية:

تقنية لتقسيم الشّبكة المحلية إلى شبكات وهمية عديدة (غير مرتبطة بأجهزة الشّبكة ولا بالموقع الجغرافي للموظف) عن طريق الفصل بين الأقسام حسب المهمات، وليس حسب الموقع الجغرافي باستخدام مفتاح شبكة يدعم هذه التقنية.

وتهدف الشّبكات الوهمية إلى:

رفع مستوى الكفاءة في الشّبكة عن طريق فصل الدوائر والأقسام والأشخاص في المؤسسة بناء على مهماتهم الوظيفية، فعلى سبيل المثال، في داخل المؤسسة قد يكون هناك شبكة وهمية خاصة بالدائرة المالية، وأخرى بشؤون الموظفين، وأخرى خاصة بالضيوف بحيث تكون مستقلة ومنفصلة تماماً عن أيّ شبكة أخرى.

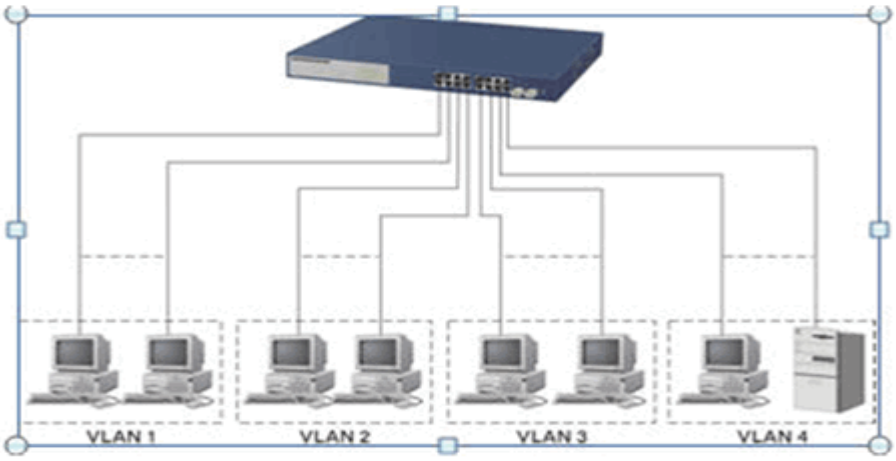


Figure 12.2. VLANs into single switch

1- الأمان والخصوصية: تعدّ كلّ شبكة وهمية شبكة آمنة مستقلة بحد ذاتها عن الشّبكات الأخرى.

2- المرونة: وتظهر هذه الخاصية عند استحداث شبكات وهمية أخرى أو نقل أي شخص من شبكة الى أخرى أو حتى توسع مدى استيعاب الشّبكة.

بناء الشّبكات الوهمية:

نحن بحاجة إلى جهاز يدعم خاصية الشبكات الوهمية (VLANs)، ويسمّى هذا الجهاز بمفتاح الشّبكة الداعم لخاصية إدارة الشّبكة (Managed Switch)، ومن الأمثلة على هذه الأجهزة:
Cisco Catalyst 2960 and 3560 Series switches, 3Com Switches, Dell EMC، وتدعم هذه الأجهزة عدداً معيناً من الشبكات المحلية الوهمية، ويتم تقسيمها بناء على حجم الشّبكة إلى:

1- الشّبكات الوهمية ذات المدى الطبيعي (Normal Range VLANs):

أ. تستخدم في المؤسسات صغيرة الحجم إلى متوسطة الحجم.

ب. يتم تعريف الشبكات الوهمية من 1-1005.

ج. بعض الشّبكات الوهمية (VLAN ID) تكون معرفة مسبقاً على أجهزة الشّبكة، وهي محجوزة لأغراض معينة، فمثلاً الشّبكات الوهمية من 1002-1005 تكون محجوزة لشبكات Token Ring and FDDI VLANs.

2- الشّبكات الوهمية ذات المدى الممتد (Extended Range VLANs):

أ. تستخدم في المؤسسات ذات البنية التحتية الضخمة، مثل الشركات الممتدة دولياً والتي تحتاج إلى عدد كبير من الزّبائن.

ب. يتم تعريف الشبكات الوهمية من 1006-4095.

الوضع الافتراضي لمفتاح الشبكة (Switch): عند شراء مفتاح شبكة (Switch) فإن جميع المنافذ تكون بشكل افتراضي تابعة لـ VLAN1 أي أن جميع المنافذ تكون في مجال بث واحد (Broadcast domain)، وفي حال تم عمل شبكات وهمية أخرى على هذا الجهاز فإن مجال البث يتقلص بناءً على عدد المنافذ التابعة لكل شبكة وهذا يزيد من كفاءة الشبكة.

مجال البث (Broadcast domain): هو المجال الذي يحتوي الأجهزة الشّبكية جميعها التي تستطيع الوصول لبعضها بعضاً على مستوى الطبقة الثّانية data link باستخدام البث.

مثال عملي على الشّبكات الوهمية:

يتكوّن مبنى وزارة التّربية والتّعليم في رام الله من ثلاثة مبان متلاصقة، وفي كل مبنى العديد من الطوابق والذي يصل إلى ستة طوابق، وتربط الشّبكة الداخلية الموظفين جميعهم بخدمات المؤسسة و أنظمتها مثل (الإنترنت) و الخوادم بوظائفها جميعاً، ولو افترضنا عدم وجود تقنية الشّبكة الوهمية (VLAN) فإن مجال البث (Broadcast domain) يكون واحداً للموظفين جميعهم، وهذا بطبيعته يقلل من كفاءة الشّبكة بسبب حركة البيانات الضخمة، وكمية التصادم العالي في الشّبكة (Broadcast and Collision Domains Traffic).

و فيما يلي بعض الأمثلة التي توضّح مدى الحاجة إلى وجود تقنية الشبكات الوهمية في المؤسسات:

أ. المثال الأول: إذا أراد أحد الأجهزة أن يحصل على عنوان أي بي خاص به فإنه يُرسل رسالة بث صغيرة (ICMP) تصل إلى الأجهزة جميعها في مجال البث نفسه في المباني جميعها والطوابق لأنها بالوضع الافتراضي تكون على

شبكة و احدة (VLAN1) والذي يرد عليه هو الخادم الخاص بإعطاء العناوين الافتراضية (DHCP Server)، ولو افترضنا قيام أكثر من جهاز بطلب هذه الخدمة فسيحصل ازدحام وتصادم يقلل من كفاءة الشّبكة وأدائها.

ب. المثال الثاني: لو طلب من مهندس الشبكات في مبنى وزارة التّربية والتّعليم فصل الموظفين تقنياً حسب الدوائر التي ينتمون إليها، وقد يكون موظفو الدائرة الواحدة موزعون في أماكن جغرافية مختلفة ضمن مباني وزارة التّربية والتّعليم، فما الحلول التي ستكون مطروحة في حال عدم وجود تقنية الشّبكات الوهمية؟

الحلّ الأول: الفصل فيزيائياً أي بتخصيص أجهزة شبكة (Cables and Switches) خاصة بكل دائرة، وهذا الحلّ غير مجدٍ؛ حيث إنه مكلف جداً لأننا نحتاج إلى عدد من أجهزة الشّبكة ومعدات قد تصل إلى ثلاثة أضعاف.

الحلّ الثاني: تقسيم الشّبكات الفرعية باستخدام عناوين شبكة منطقية مختلفة (Network ID or Subnetting Technique) خاصة بكل دائرة.

وهذا الحل غير فعال أيضاً للأسباب الآتية:

أ. الحاجة إلى تثبيت العناوين جميعها بشكل يدوي على الأجهزة جميعها.

ب. تكون الشّبكة غير آمنة، إذ يستطيع أي مستخدم الدخول إلى الشّبكات الوهمية الأخرى في المؤسسة من خلال تغيير العنوان المنطقي الخاص به الى مجال بث الشّبكة التي يريد الدخول اليها.

الحلّ المثالي والمعمول به حالياً في وزارة التّربية: تم تقسيم الوزارة إلى وحدات وظيفية وهمية بغض النظر عن الموقع الجغرافي، مثل المالية (VLAN27)، الشؤون الإدارية (VLAN30)، تكنولوجيا المعلومات (VLAN20)، الضيوف (VLAN100)، وتم توزيع الموظفين بناءً على هذه الوحدات إلى شبكات وهمية خاصة بكل دائرة (VLANs)، وبالتالي تم تقليص مجال البث، وهذا يخفف الازدحام ويؤدي إلى رفع كفاءة الشّبكة، وفي هذا الدرس سنقوم بإعداد شبكات وهمية لدائرتين من الدوائر العاملة في وزارة التّربية والتّعليم كمثال توضيحي لتصميم الشّبكات الوهمية وإعدادها، ولكن قبل البدء بتصميم الشبكات الوهمية وإعدادها يجب أن تتعرف إلى أنواع هذه الشبكات:

الشّبكة الوهمية الافتراضية (Default VLAN):

1- جميع منافذ مفتاح الشّبكة بشكل افتراضي تكون تابعة لهذه الشّبكة الوهمية الافتراضية وهي VLAN1؛ وذلك حتى تقوم الأجهزة المربوطة لمفاتيح الشّبكة (Switches) في الوضع الافتراضي بالتواصل فيما بينها تلقائياً إذ تكون تابعة لمجال بث واحد.

2- Native VLAN: هي الشّبكة الوهمية الافتراضية، وعادة تكون الشّبكة الوهمية VLAN1 التي يتم تحويل حزم البيانات غير المعنونة عليها (Untagged Traffic).

نقوم بإعداد بحث حول Native VLAN.

3- شبكة البيانات (Data VLAN): وهي الشّبكة الوهمية التي تنقل بيانات المستخدمين على الشّبكة.

4- الشّبكة الإدارية (Management VLAN) وتكون خاصة ببرمجة أجهزة الشّبكة جميعها، ويجب أن تكون منفصلة تماماً عن شبكة المستخدمين (Data VLAN).

5- شبكة البيانات الصّوتية (VOIP or Voice VLAN): وتكون هذه الشّبكة خاصة بحزم البيانات الصّوتية (Voice Traffic) ومثال على هذه الشّبكة شبكة نظام أجهزة الاتصال عبر (الإنترنت) (IP Phone System)، حيث يكون للبيانات على هذه الشّبكة أولوية أعلى في النقل في حال وجود ازدحام على الشّبكة للمحافظة على جودة المكالمات.

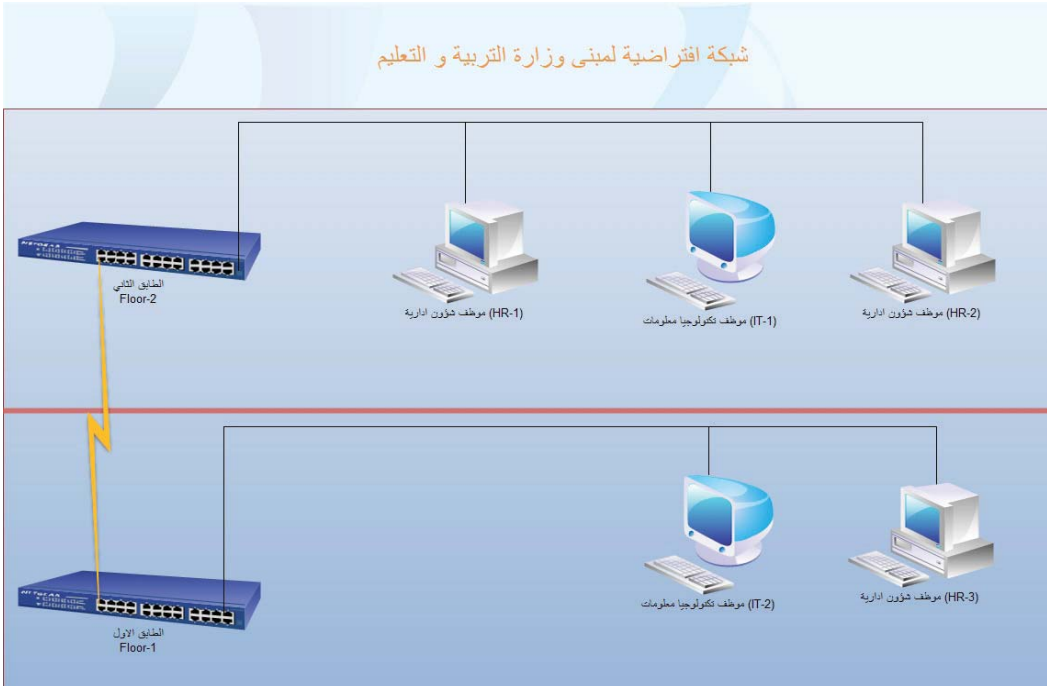
طرق اتصال المنافذ عند إعداد الشّبكة الوهمية (VLAN Connections):

1- Access Link: وهو منفذ على مفتاح الشّبكة يتم إعداده ليتصل مباشرة بجهاز يدعم خاصية الاتصال بالشّبكة، مثلاً جهاز حاسوب أو طابعة شبكة أو أي جهاز له منفذ Ethernet NIC بشكل افتراضي يتبع هذا المنفذ للشّبكة الوهمية VLAN1، حيث نغيّره إلى شبكة وهمية أخرى عند إعداد الشّبكات الوهمية فيما بعد.

2- Trunk Link: وهو أي منفذ على مفتاح الشّبكة يتم إعداده ليتصل بجهاز شبكة آخر لنقل بيانات أكثر من شبكة وهمية (Multiple VLANs)، وهذا الجهاز قد يكون Switch, Router, Access Point.

مثال عملي على تقنية الشّبكات الوهمية وبرمجتها:

لو افترضنا أن مبنى الوزارة مكوّن من طابقين، وفي كل طابق عدد من الموظفين، جزء منهم ينتمي للإدارة العامة للشؤون الإدارية (Human Resources) والجزء الآخر ينتمي إلى الإدارة العامة لتكنولوجيا المعلومات (Information Technology) كما هو موضّح في الشكل الآتي:



الفرضيات لبناء الشّبكة:

- في كل طابق يوجد جهاز مفتاح شبكة واحد (Switch) وأجهزة حاسوب بعدد الموظفين.

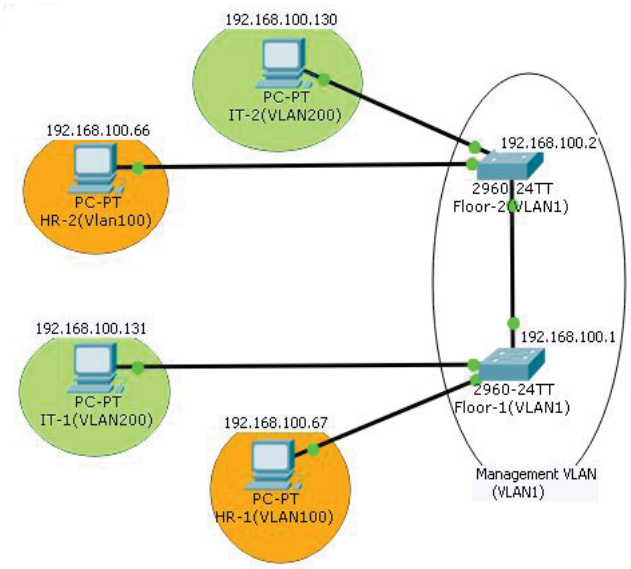
- مفتاح الشّبكة في الطّابق الأول متصل بمفتاح الشّبكة في الطّابق الثّاني عن طريق سلك من نوع Twisted Pair Category 6A.

- الموظفون موزعون على الطّوابق بشكل غير منتظم، أي يوجد في كلّ طابق موظفين من الشؤون الإدارية (HR) وآخرين من دائرة تكنولوجيا المعلومات (IT).

الأدوات المستخدمة:

سنقوم باستخدام برنامج المحاكاة التّطبيقي للشّبكات (Cisco Packet Tracer)، والذي من خلاله نعدّ مخططاً دقيقاً يعكس الوضع القائم في مبنى الوزارة، ومن ثم برمجة أجهزة الشّبكة للحصول على بنية تحتية مثالية من الشّبكات ذات الكفاءة والإنتاجية العالية.

التّخطيط:



- بعيداً عن الموقع الجغرافي للموظفين، نقوم بعمل ثلاث شبكات كما في الشكل المجاور، وهذه الشّبكات هي:

أ. شبكة بيانات (Data VLAN) لموظفي دائرة الشؤون الإدارية (HR) واسمها (VLAN100).

ب. شبكة بيانات (Data VLAN) لموظفي دائرة تكنولوجيا المعلومات (IT) وتسمّى (VLAN200).

ج. شبكة إدارية (Management VLAN) لإدارة أجهزة الشّبكة وهذا النوع من الشبكات لن نتطرق له في هذا الدرس.

- نربط الطابق الأول بالطابق الثّاني عن طريق Trunk يحمل الشّبكات الوهمية (VLAN100, VLAN200) إضافة إلى الشّبكة الوهمية (VLAN1).

وبما أنه قد أصبح لدينا ثلاث شبكات يفضل عمل تقسيم لشبكات فرعية، إذ نقوم بعمل Subnetting، كما تعلمنا في الدرس السابق، حيث يتناسب مع عدد الشّبكات الوهمية و عدد الأجهزة في كلّ شبكة (دائرة) كما يلي:

أ. بما أنه تم اعتماد (192.168.100.0) Class C فإننا سنقوم بعمل تقسيم للشّبكات، حيث نحصل على شبكات فرعية بحد أدنى 3 شبكات وعدد أجهزة في كلّ شبكة لا يتجاوز 10 أجهزة.

ب. بما أننا نحتاج إلى عدد شبكات فرعية ثلاث، إذن سنستعير 2 بت من الخانات الثنائية الخاصة بالأجهزة الطرفية ليصبح قناع الشّبكة (255.255.255.192) وتكون الشّبكات الفرعية كما يلي:

عنوان الشّبكة الفرعية	قناع الشّبكة الفرعية	الشّبكة الوهمية
192.168.100.0	255.255.255.192	VLAN 1
192.168.100.64	255.255.255.192	VLAN 100
192.168.100.128	255.255.255.192	VLAN 200
192.168.100.192	255.255.255.192	شبكة احتياطية

ج. نعتمد الشّبكة (Network 192.168.100.0 255.255.255.192) كشبكة خاصة بإدارة أجهزة الشّبكة (VLAN1).

د. نعتمد الشّبكة (Network 192.168.100.64 255.255.255.192) كشبكة خاصة بشؤون الموظفين (VLAN100).

هـ. نعتمد الشّبكة (Network 192.168.100.128 255.255.255.192) كشبكة خاصة بتكنولوجيا المعلومات (VLAN200).

- نحدد المنافذ الخاصة بكل شبكة وهمية لكلّ جهاز في كلّ طابق كما يلي:

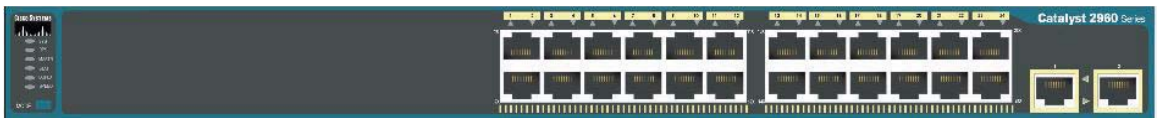
أ. المنافذ (Fast Ethernet) من 1-12 تكون تابعة لشبكة شؤون الموظفين.

ب. المنافذ (Fast Ethernet) من 13-24 تكون تابعة لشبكة تكنولوجيا المعلومات.

ج. المنفذ (Gigabit Ethernet) 1 يستخدم كـ Truck للربط بين الطابقين.

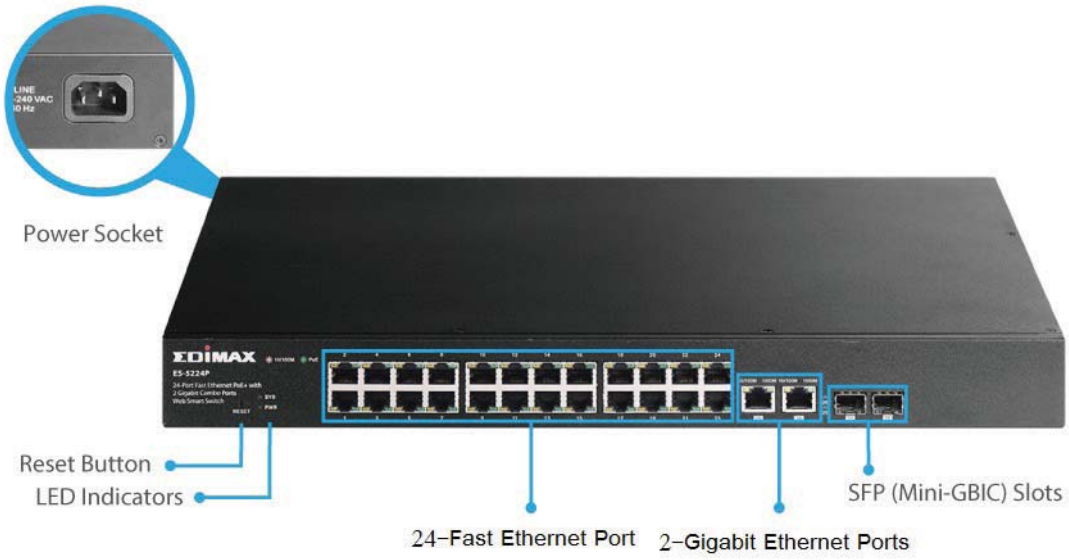
ملاحظة قد يختلف توزيع المنافذ من شخص إلى آخر حسب التخطيط لمتطلبات العمل ولا مشكلة في ذلك.

- المنفذ (Port): مدخل فيزيائي على المفتاح يتم عن طريقه ربط أي جهاز يدعم خاصية الربط على الشّبكة (Ethernet Protocol) كما هو موضّح في الشكل.

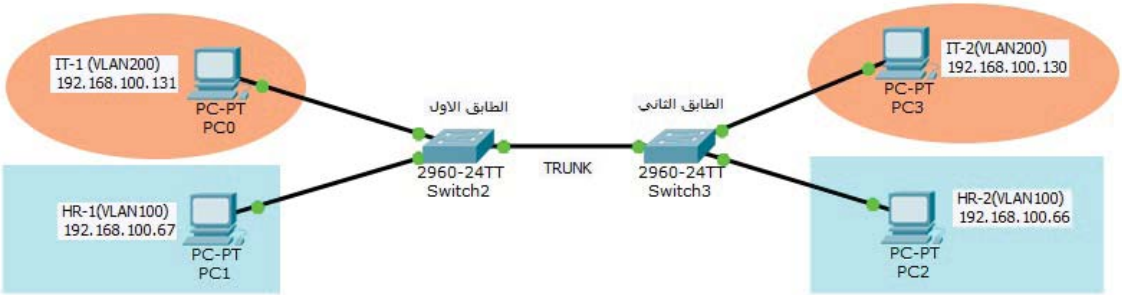


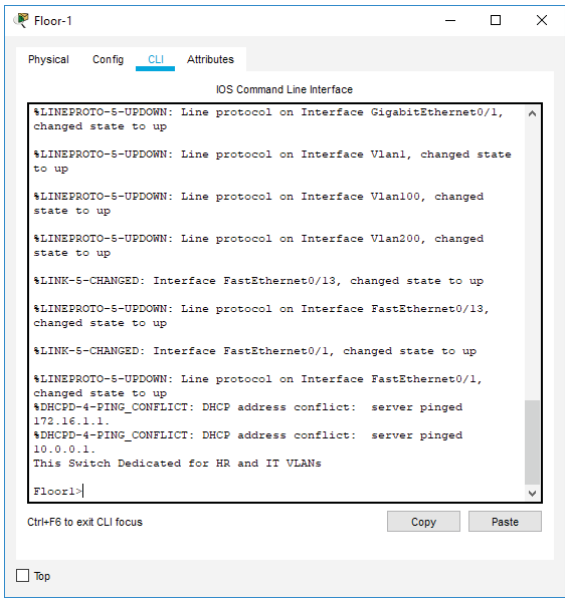
- Fast Ethernet Port: المنافذ على مفتاح الشّبكة (1-24) الموضّح في الشكل هي جميعها من نوع Fast-Ethernet، حيث يتم تسميتها بناءً على السّرعة التي يدعمها المنفذ وهي في هذه الحالة 100Mbps أي سرعة 100 ميجابت في الثّانية.

- Gigabit Ethernet Port: المنفذين على مفتاح الشّبكة (1,2) الموضّح في الشكل جميعها من نوع Giga-bit-Ethernet، حيث يتم تسميتها بناءً على السّرعة التي يدعمها المنفذ و هي في هذه الحالة Gbps1.



التّنفيذ: باستخدام برنامج محاكاة الشّبكات نُصممُ الشّبكة كما في الشكل مع مراعاة وصل الأجهزة الخاصة بكلّ دائرة إلى المنافذ المخصصة للشّبكة الوهمية ذات العلاقة، أي يتم ربط أجهزة دائرة شؤون الموظفين إلى أي منفذ من المنافذ (1-12)، ويتم ربط أجهزة دائرة تكنولوجيا المعلومات إلى أي منفذ من المنافذ (13-24) على مفاتيح الشّبكة.





ملاحظة: سنستخدم شاشة الأوامر (Command Line Interface CLI) لبرمجة أجهزة مفاتيح الشّبكة، حيث نضغط على جهاز الشّبكة بعد فتح برنامج المحاكاة Packet Tracer ومن ثم الذهاب إلى شاشة CLI والبدء بتنفيذ الخطوات التالية:

1- نُسمّي مفاتيح الشّبكة جميعها (Switches) كلٌ حسب موقعه والغرض منه كما يلي:

أ. الدخول على الوضع الخاص بالتعديل (Privilege mode):

Switch#configure terminal

ب. نستخدم الأمر الآتي لتغيير اسم الجهاز:

Switch(config)#hostname Floor1

ج. نستخدم الأمر الآتي لوضع ملاحظة خاصة عن الجهاز، مثلاً الموقع:

Floor1(config)#banner motd "This Switch Dedicated for HR and IT VLANs"

*** ملاحظة:**

1- "motd" هو أمر على مفتاح الشّبكة وهو اختصار لعبارة Message Of The Day.

2- للخروج من أي مرحلة من مراحل البرمجة نستخدم الأمر (Exit).

2- نقوم بإنشاء الشبكات الوهمية وتسميتها على كلّ مفتاح شبكة كما يلي:

أ- الدخول على الوضع الخاص بالتّعديل (Privilege mode):

Floor1#configure terminal

ب- نطبق الأمر الآتي لإنشاء شبكة الشؤون الإدارية:

Floor1(config)#vlan 100

ج- نطبق الأمر الآتي لإعطاء اسم لهذه الشّبكة:

Floor1(config-vlan)#name HR

نكرر العملية لإنشاء الشبكة الوهمية الخاصة بقسم تكنولوجيا المعلومات (VLAN200) ونعطيها الاسم IT، أما الشّبكة الوهمية (VLAN1) فهي أصلا موجودة.

3- نحددُ المنافذ الخاصة بكل شبكة وهمية كما يلي:

أ- الدخول إلى وضع التعديل:

```
Floor1#configure terminal
```

ب- نحددُ المنافذ من نوع Fast Ethernet بإستخدام الأمر:

```
Floor1(config)#interface range fastEthernet 0/1-12
```

ج- نحوّل المنفذ (Port) إلى نوع Access، حيث يكون خاص بشبكة وهمية واحدة بإستخدام الأمر:

```
Floor1(config-if-range)#switchport mode access
```

د- نحددُ الشّبكة الوهمية الخاصة بهذه المنافذ بإستخدام الأمر:

```
Floor1(config-if-range)#switchport access vlan 100
```

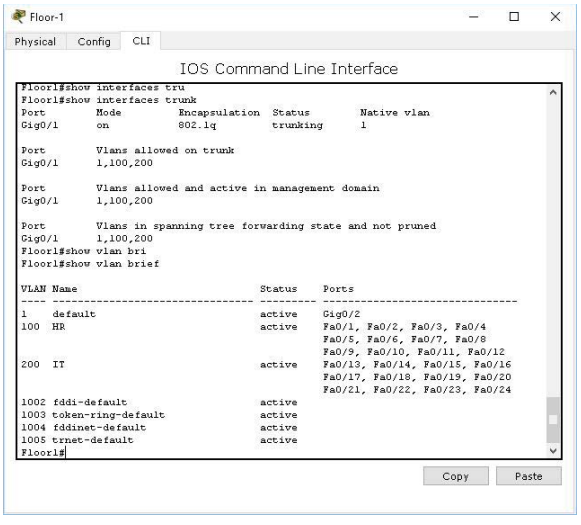
هـ- نكرّر الأوامر السابقة لتخصيص المنافذ (13-24) من نوع FastEthernet إلى الشبكة الوهمية (VLAN200)

```
Floor1(config)#interface range fastEthernet 0/13-24
Floor1(config-if-range)#switchport mode access
Floor1(config-if-range)#switchport access vlan 200
```

و- نكتبُ (Exit) للخروج.

ز- نتحقق من العمل عن طريق الأمر:

```
Floor1#show vlan brief
```



4- نعمل على إعداد الرابط (Trunk) بين الطابقين كما يلي:

أ- الدخول إلى وضع التعديل:

Floor1#configure terminal

ب- نحددُ المنفذ المراد عمله Trunk وهو المنفذ رقم (1) من نوع (Gigabit Ethernet:

Floor1(config)#interface gigabitEthernet 0/1

ج- نحوّل المنفذ إلى نوع Trunk:

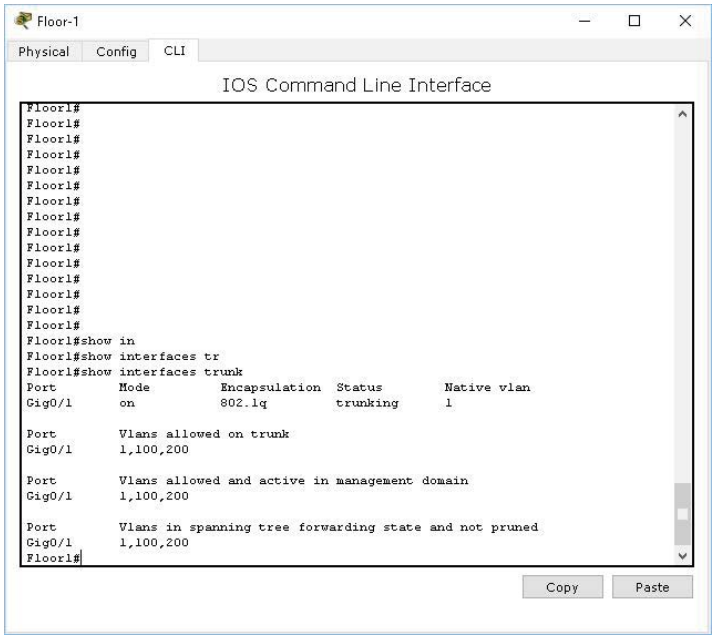
Floor1(config-if)#switchport mode trunk

د- نُحددُ الشبكات الوهمية التي ستعبر خلال الـ Trunk:

Floor1(config-if)#switchport trunk allowed vlan 100,200,1

هـ- نتحقق من العمل عن طريق:

Floor1#show interfaces truck



و- للتحقق من الإعدادات جميعها على مفتاح الشّبكة نقوم بتطبيق الأمر الآتي:

Floor1# show running-config

5- لحفظ الإعدادات نقوم بتطبيق الأمر الآتي:

Floor1#write memory or wr

6- نقوم ببرمجة أجهزة الحاسوب (PCs) على الشّبكة كما يلي:

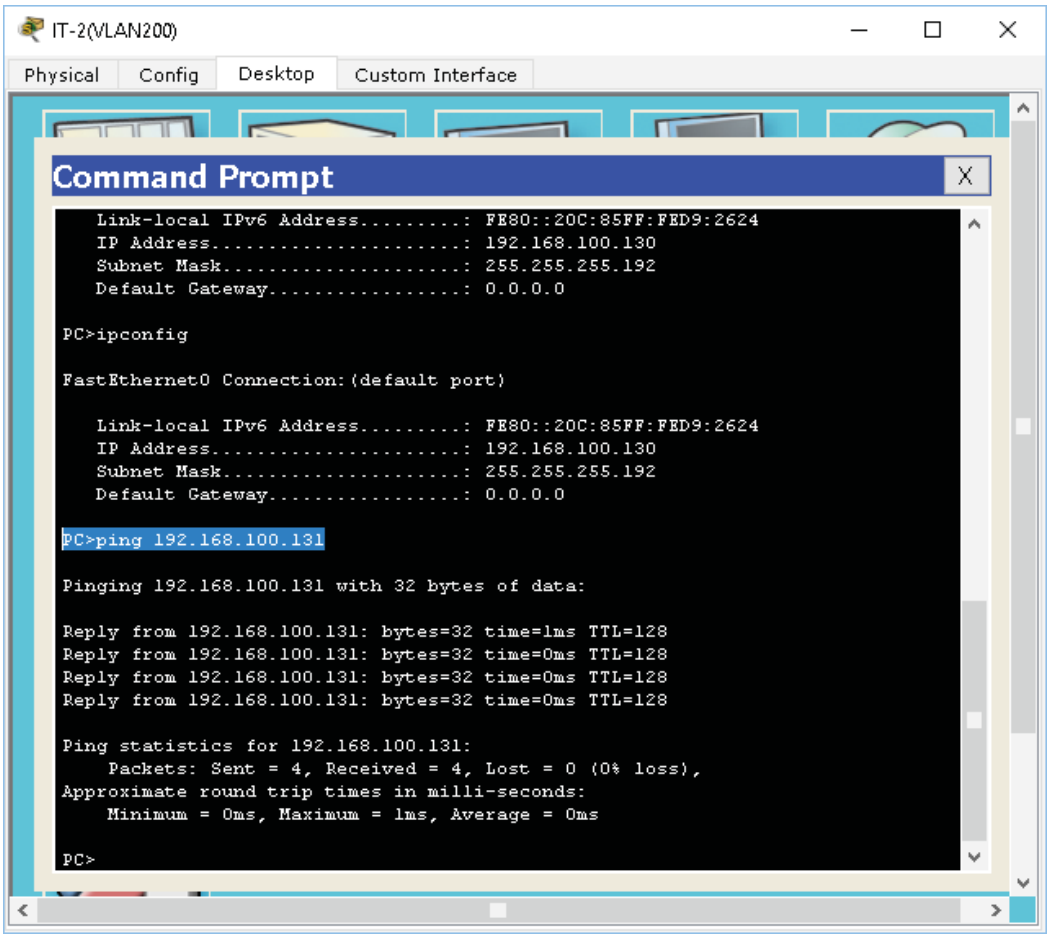
أ. الأجهزة التابعة للشّبكة الوهمية الخاصة بالشؤون الإدارية (VLAN100) والتي عنوانها 192.168.100.64/26 نعطي مثلاً للجهاز الأول العنوان المنطقي 192.168.100.66 و للجهاز الثّاني نعطي العنوان المنطقي 192.168.100.67 وهكذا.

ب. الأجهزة التّابعة للشّبكة الوهمية الخاصة بدائرة تكنولوجيا المعلومات (VLAN200) والتي عنوانها 192.168.100.128/26 نعطي للجهاز الأول العنوان المنطقي 192.168.100.130 وللجهاز الثّاني نعطي العنوان المنطقي 192.168.100.131 وهكذا.

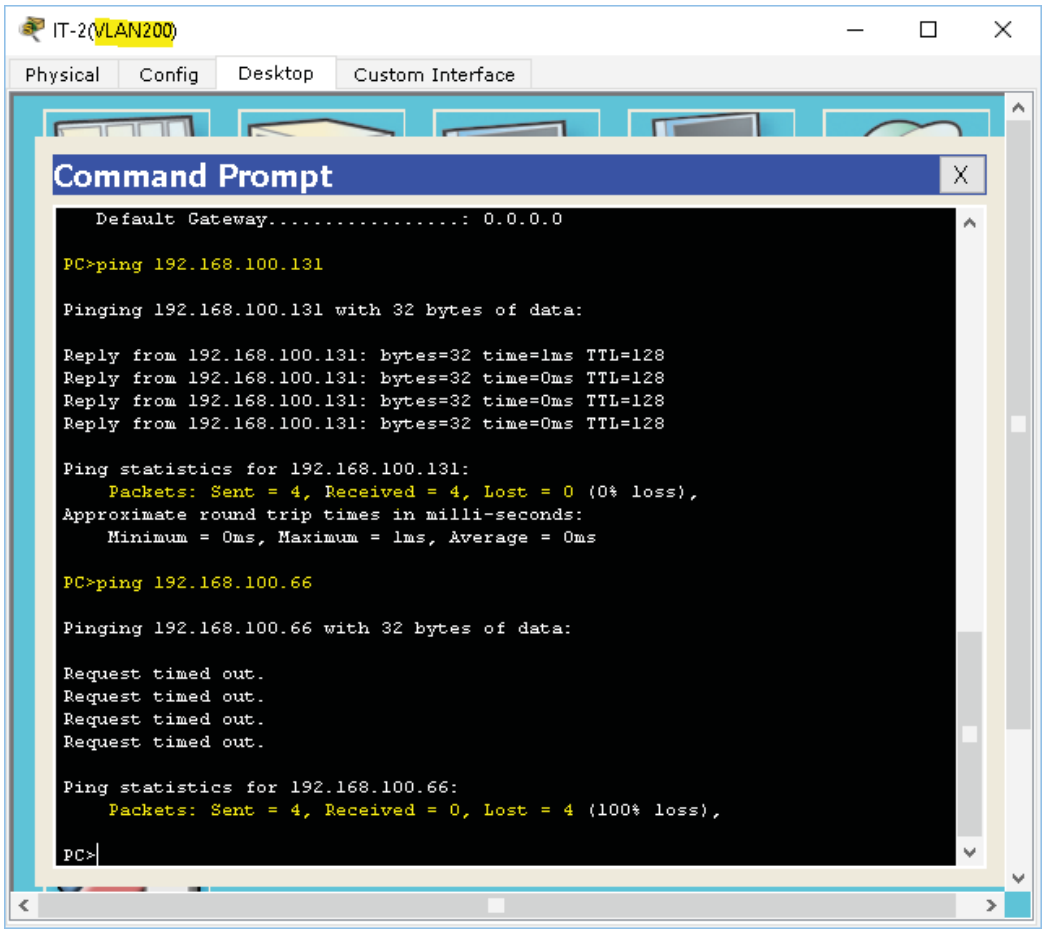
ملاحظة: يجب تعيين قناع الشّبكة 2555.255.255.192 للأجهزة جميعها.

- نفحص الاتصال بين الأجهزة (PCs) في كلّ شبكة وهمية عن طريق الأمر Ping كما يلي:

Ping 192.168.100.131



- نفحص الاتصال بين الأجهزة (PCs) في شبكات وهمية مختلفة، حيث سنقوم بمحاولة الاتصال بين جهاز حاسوب في الشّبكة الوهمية (VLAN100) وجهاز حاسوب في الشّبكة الوهمية (VLAN200) عن طريق الأمر Ping كما يلي:



نلاحظ من الشكل السابق أنه لا يمكن لجهاز حاسوب في الشبكة الوهمية (VLAN100) الاتصال مع جهاز في الشبكة الوهمية (VLAN200)، بينما يمكن لجهازين منتميين إلى نفس الشبكة الوهمية الاتصال مع بعضهما.

نشاط 1

نقوم بتصميم الشبكة السابقة، بدون إعداد الرابط (Trunk) بين مفتاحي الشبكة، ونفحص عملية الاتصال بين جهاز يتبع لشبكة (VLAN100) في الطابق الأول، وآخر يتبع لنفس الشبكة في الطابق الثاني، وندوّن ملاحظاتنا.

للاطلاع فقط:

- تتم برمجة شبكة إدارة أجهزة الشّبكة (Management VLAN) كما يلي:

حتى نستطيع الوصول إلى جهاز الشّبكة (Switch) عن بعد، نحتاج إلى ربط مفتاح الشّبكة بعنوان منطقي (IP address)، حيث نُثبّتُ هذا الرقم على شبكة إدارة أجهزة الشّبكة (Management VLAN) كما يلي:

1- مفتاح الشّبكة (Switch) في الطابق الأول:

أ. ندخلُ إلى شاشة الأوامر (CLI) بعد الضّغط بشكل مزدوج على أيقونة جهاز مفتاح الشّبكة.

ب. ندخلُ الى الشّبكة الوهمية VLAN1 ونثبّتُ العنوان الافتراضي (IP address) كما يلي:

```
Floor1# configure terminal
Floor1# Interface vlan 1
Floor1# ip address 192.168.100.1 255.255.255.192
```

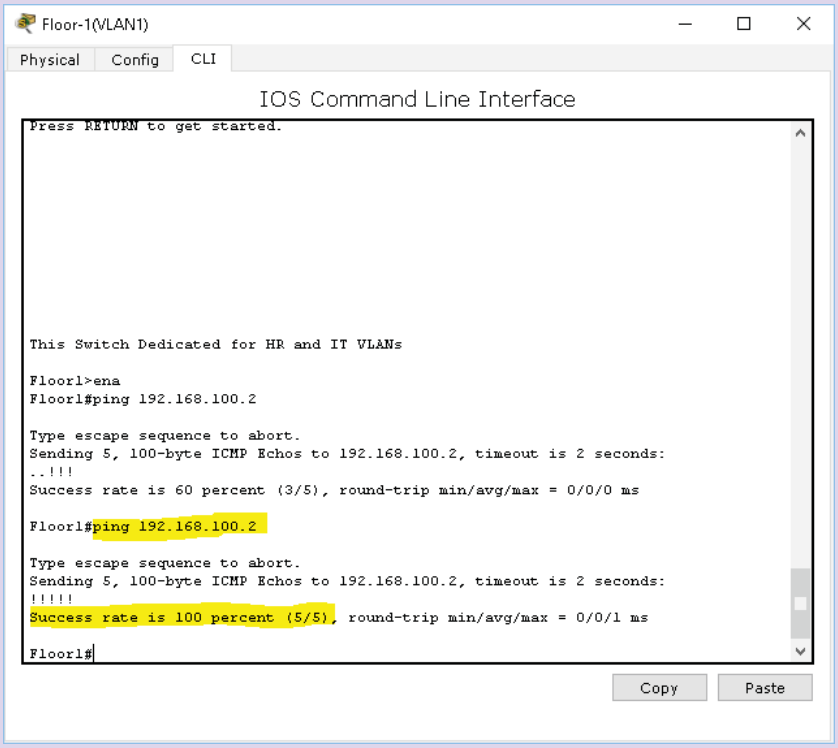
2- مفتاح الشّبكة (Switch) في الطابق الثّاني:

```
Floor2# configure terminal
Floor2# Interface vlan 1
Floor2# ip address 192.168.100.2 255.255.255.192
```

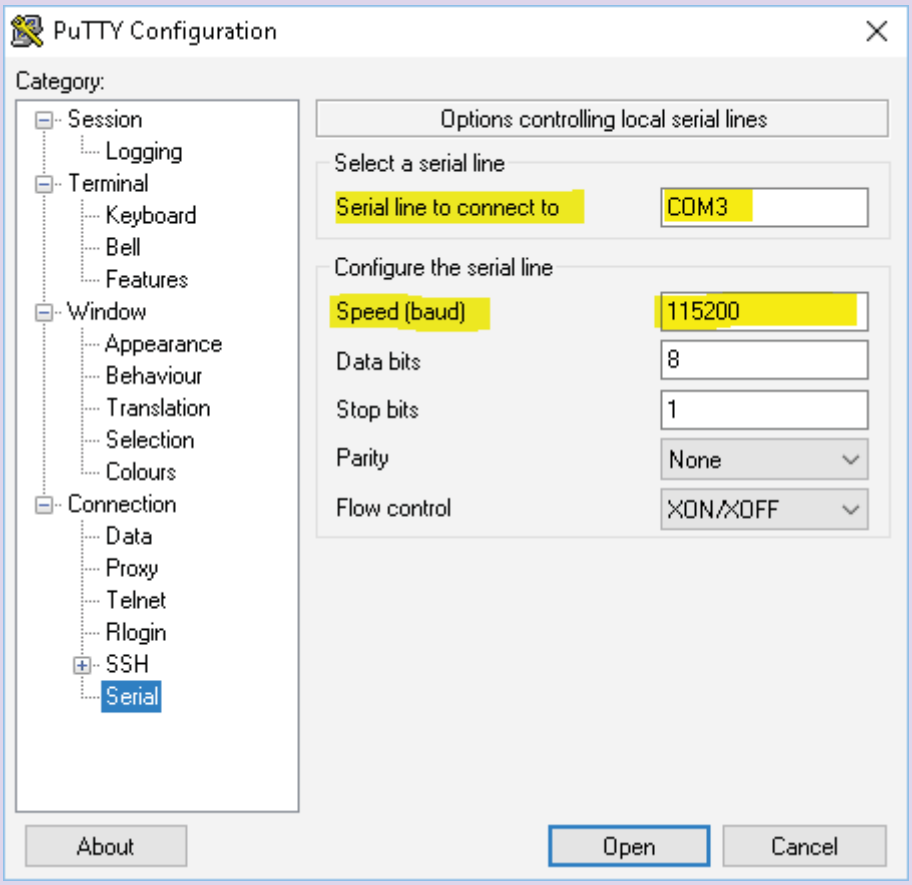
- فحص الاتصال بين جهازي مفتاح الشّبكة (Switches) في الطابقين: الأول والثّاني كما يلي:

أ. ندخلُ على مفتاح الشّبكة في الطّابق الأول ونُطبّق الأمر الآتي:

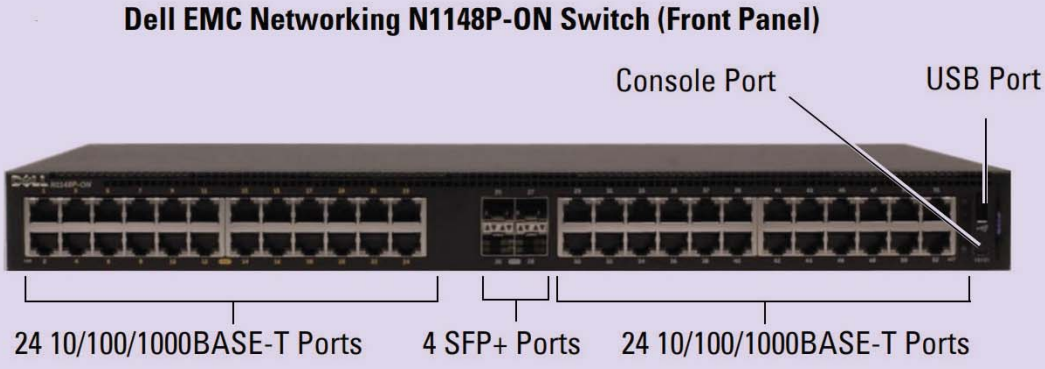
ب. Floor1# ping 192.168.100.2



ملاحظة: في الواقع يتم الدخول إلى أجهزة الشّبكة وبرمجتها عن طريق مدخل خاص بالبرمجة يسمّى (Console Port)، حيث تختلف نوعية المداخل حسب نوع و موديل مفتاح الشّبكة، و تختلف أيضا الإعدادات حسب نوع المنفذ (Console Port). سنستخدمُ برنامج Putty الشهير كمثال لعمل اتصال مع مفتاح الشّبكة كما يلي:



ملاحظة: في أنواع المنافذ جميعها تستخدم الإعدادات نفسها ولكن الذي يتغير هو فقط رقم المنفذ التسلسلي (COM serial Port) وأيضاً سرعة نقل البيانات (Baud Rate)، حيث تكون في هذه الحالة سرعة نقل البيانات عالية نسبياً (115200) و ذلك لأن نوع المنفذ المستخدم هو (Micro USB-B Console Port) وهذا في أجهزة الشّبكة الحديثة مثل: Dell EMC N1124P Switch، انظر الشكل الآتي:



هـذه بعـض المعلومـات مـن الشـركة المصنعـة لـكلّ مفتـاح شـبكة، حيـث يجـب التأكـد منهـا مـن الشّـركة المصنعـة قبـل البـدء بعمليـة البرمجـة للجهـاز:

7. Confirm that the terminal settings as follows:

- 115200-baud rate
- No parity
- Eight data bits
- One stop bit
- No flow control

NOTE: The terminal settings are the same for the Micro USB-B console port as for the RS-232/RJ-45 console port.

و هذه بعض أشكال المنافذ لأجهزة مفاتيح شبكة من شركات أخرى:

أسئلة الدرس:

س1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصّحيحة:

1- ما جهاز الشّبكة الذي نستطيع من خلال عمل الشّبكات الوهمية؟

أ- Hub　　ب- Managed Switch

ج- Bridge　　د- Router

2- ما اسم الشّبكة الوهمية الافتراضية لجهاز مفتاح الشّبكة في الوضع الافتراضي؟

أ- VLAN1　　ب- VLAN100

ج- VLAN200　　د- Defualt

3- ما الإعداد الذي يتم على المنفذ الذي يستخدم لوصل مفتاحي شبكة مع بعضهما لنقل بيانات الشبكات الوهمية؟

أ- Access link　　ب- Trunk Link

ج- Fastethernet　　د- Console port

4- ما الأمر الذي يستخدم للدخول إلى الوضع الخاص بالتعديل (Privilege Mode) على برمجة مفتاح الشّبكة؟

أ- Switch#configure terminal　　ب- switch#port mode trunk

ج-Interface#vlan　　د- switch#port mode access

س2 ما المقصود بالشّبكات الوهمية؟

س3 اذكر فائدتين للشّبكات الوهمية؟

س4 اذكر طرق اتصال المنافذ عند إعداد الشبكات الوهميّة؟

أسئلة الوحدة

س1: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يلي:

1 أي من الآتية ليس من مزايا الإنترنت باستخدام شبكة الطاقة الكهربائيّة؟

أ- تحتاج إلى أجهزة كثيرة ومعقدة نوعا ما.

ب- يتم نقل البيانات عبر موصلات الأسلاك النحاسية الخاصة بنقل الطاقة الكهربائيّة.

ج- ذات تكلفة بسيطة، وتساعد في توفير الإنترنت في المناطق جميعها، وخاصة النائية.

د- تستخدم نطاق ترددات خاصة بالبث الراديوي اللاسلكي، لهذا فهي عرضة للتشويش.

2 ما عنوان الشبكة للجهاز الذي يحمل العنوان 192.168.200.15/27؟

أ- 192.168.200.15 ب- 192.168.200.0 ج- 192.168.200.31 د- 192.168.0.0

3 ما التقنية المفضلة للحصول على الإنترنت من قبل الشركات والمؤسسات؟

أ- طريقة الاتصال الهاتفي (dialup). ب- الشبكة الرقمية للخدمات المتكاملة (ISDN).

ج- الخطوط المستأجرة (Leased Lines). د- خط المشترك الرقمي (Digital Subscriber Line).

4 ما سرعة الانترنت التي يمكن الحصول عليها باستخدام النواقل الضوئية OC-3؟

أ- 620 ميغابت في الثانية. ب- 155 ميغابت في الثانية.

ج- 52 ميغابت في الثانية. د- 55 ميغابت في الثانية.

5 ما الزمن الدوري المعتمد لتحديث طرق التوجيه، بحيث يقوم كل موجّه بإبلاغ باقي الموجّهات المجاورة عن الشبكات المتصلة به جميعها؟

أ- 20 ثانية. ب- 30 ثانية. ج- 40 ثانية. د- 60 ثانية

6 ما عدد الخانات الثنائية الخاصة بالشبكة في فئة العنونة Class B؟

أ- 24 خانة. ب- 32 خانة. ج- 8 خانات. د- 16 خانة.

7 ما الشبكة الوهمية التي تكون خاصة ببرمجة أجهزة الشّبكة جميعها، ويجب أن تكون منفصلة تماماً عن شبكة المستخدمين؟

أ- Native VLAN. ب- شبكة البيانات الصّوتية (VOIP or Voice VLAN).

ج- الشّبكة الإدارية (Management VLAN). د- شبكة البيانات (Data VLAN).

8 ما الخاصية التي تمثل استحداث شبكات وهمية جديدة أو نقل شخص من شبكة وهمية الى أخرى أو توسيع مدى استيعاب الشّبكة؟

أ- الخصوصية. ب- الأمان. ج- المرونة. د- الكفاءة.

9 ما الهدف من وجود عنوان البث (Broadcast IP)؟

أ- إرسال الرسائل السرية عبر الشبكة.
ب- تشغيل او إيقاف تشغيل الشبكة.
ج- إرسال رسالة الى جميع أجهزة الشبكة في الوقت نفسه.
د- تقديم الخدمات للزبائن.

10 أين تستخدم الشّبكات الوهمية ذات المدى الطبيعي؟

أ- في المؤسسات متوسطة الحجم إلى كبيرة الحجم.
ب- في المؤسسات صغيرة الحجم فقط.
ج- في المؤسسات الضخمة.
د- في المؤسسات صغيرة الحجم إلى متوسطة الحجم.

س2 : علّل: تدفع المؤسسات والشركات التي تستخدم الموجّهات ذات التقنيات المتقدمة مبالغ طائلة.

س3 : ما الخطوات التي يتم تنفيذها عند تشغيل الموجّه (Router)؟

س4 : قارن بين الألياف الضوئية والأسلاك النحاسية من حيث:

أ- التكلفة ب- السرعة ج- الصيانة د- الكفاءة

س5 : بين فيما إذا كان العنوان 192.168.150.31/30 يصلح لتعيينه على جهاز حاسوب أم لا موضّحاً السبب؟

س6 : اذكر اثنين من أنواع بروتوكولات التوجيه؟

س7 : علّل: أ- تقسيم الشّبكة إلى شبكات فرعية.

س8 : ما الفرق بين الشّبكات الوهمية ذات المدى الطبيعي والشّبكات الوهمية ذات المدى الممتد من حيث:

أ- الاستخدام ب- مدى التعريف

س9 : ما هي طرق اتصال المنافذ عند إعداد الشّبكة الوهمية (VLAN Connections)؟

س10 : ما هو الامر المستخدم لفحص عملية الاتصال بين الأجهزة (PCs) في الشبكات؟

مشروع مقترح للوحدة

لديك مؤسسة مكوّنة من أربعة أقسام كما يلي:

أ. قسم شؤون الموظفين ويحوي 3 موظفين.
ب. قسم المحاسبة ويحوي 3 موظفين
ج. قسم الصّيانة ويحوي موظفين عدد 2.
د. قسم المبيعات ويحوي 5 موظفين.

إذا علمت أن موظفي الأقسام موزعين على طابقين مختلفين في المؤسسة، استخدم برنامج محاكاة الشّبكات في تصميم وبناء شبكة لربط موظفي المؤسسة بشرط المحافظة على الخصوصية والأمان لكلّ قسم من الأقسام.

لجنة المناهج الوزارية:

د. صبري صيدم
د. بصري صالح
م. فواز مجاهد
أ. ثروت زيد
أ. عزام أبو بكر
أ. عبد الحكيم أبو جاموس
د. شهناز الفار
د. سمية نخالة
م. جهاد دريدي

فريق إعداد الخطوط العريضة:

أ. ابراهيم قدح (منسقاً)
أ. جميل ناطور
م. ضرار خضر
أ. نور زاهدة
د. إياد أبو هدروس
م. خلدون عوايصة
م. معاذ أبو سليقة
أ. أسامة حمور
م. صابرين أبو عيّاش
أ. مهنّد أبو الهيجا

المشاركون في ورشة اقرار الكتاب

معاذ أبو سليقة
خلود جلامنة
سحر زيود
محمد أبو حطب
سونا التميمي
خالد زهد
محمد مصري
إبراهيم قدح
عبد العزيز المصري
أسامة حمور
إكرام محتسب
محمد قباجة
ضرار خضر
أسامة أبو صالح
رولا شاهين
مؤمن نايفة
أمجد أبو زهرة
سالم حروب
ختام عيد