

# أساسيات الكهرباء

افهم الكهرباء بسرعة وبسهولة



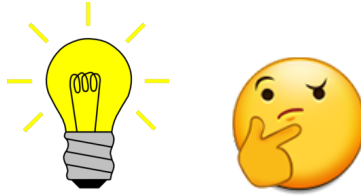
## فهرس المواضيع

الصفحة	الموضوع
3	مقدمة (تمهيد)
4	ماهي الكهرباء
5	توليد الكهرباء + التوليد ثلاثي الأوجه
7	ألوان الأسلاك الكهربائية
8	الحماية من الكهرباء
9	نقل الكهرباء
10	تركيب المحول
11	أنواع الكهرباء AC , DC
13	الكميات الكهربائية الأساسية (جهد، تيار، مقاومة ... )
16	القياسات الكهربائية ( الملتيميتر )
18	قانون أوم ، قانون وات
19	توصيل البطاريات على التوالي و التوازي
20	الإشارات الكهربائية (التمثيلية والرقمية)
22	الكيابل الكهربائية
24	خاتمة + مصادر

**تمهيد :-** لن أتحدث عن أهمية الكهرباء في حياتنا اليومية ، وماذا سيحدث في بيتك إذا انقطعت الكهرباء . لكن إذا أحببت أن تدرس الكهرباء يجب عليك أن تفهم الأساسيات، هذا المنهج مختصر لكنه يطرح أهم المواضيع التي تحتاجها لفهم الكهرباء.



ماهي الكهرباء ؟ كيف يتم توليدها و نقلها؟ ماهو الفرق بين الفولت والأمبير و الوات و الهيرتز؟  
كيف يمكن قياسها ؟ ولماذا تختلف أنواع الأسلاك الكهربائية ؟



سأحاول شرح هذه المواضيع كتابياً و بالصور بطريقة مبسطة و مختصرة .  
شكرا لك على قراءة المقدمة لأنني عادة لا أكمل قراءة مقدمات الكتب.

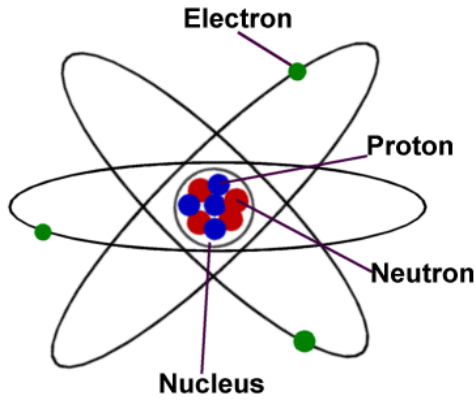
م.سامي قرامي ( كتبه في : 6-1-2017 الساعة 5:11 صباحاً )

## الكهرباء



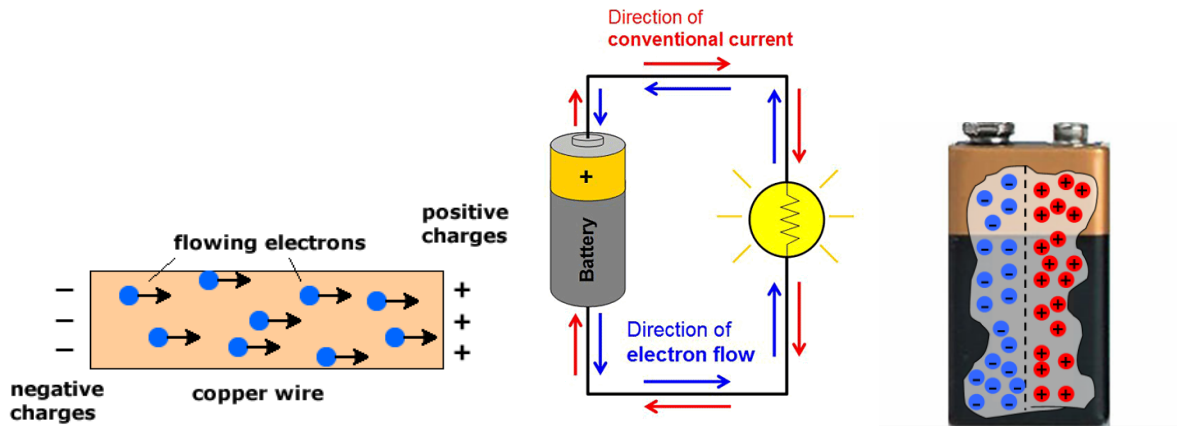
### ماهي الكهرباء ؟

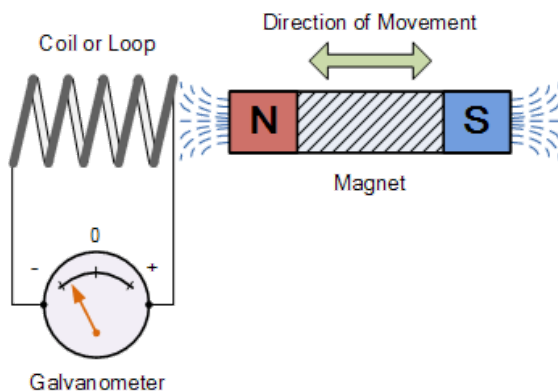
تتكون كل المواد من ذرات صغيرة جداً ، وعند دراسة هذه الذرات وجدوا أن الذرة تتكون من ثلاثة مكونات :



1. **الإلكترون** وهو يدور حول النواة و هو سالب الشحنة
2. **البروتون** و هو داخل النواة ، و هو موجب الشحنة
3. **النيترون** و هو داخل النواة ، وهو متعادل الشحنة

و هنا يمكننا القول أن **الكهرباء ليست إلا إلكترونات حرة تسير في سلك** أو تتخزن في بطارية.

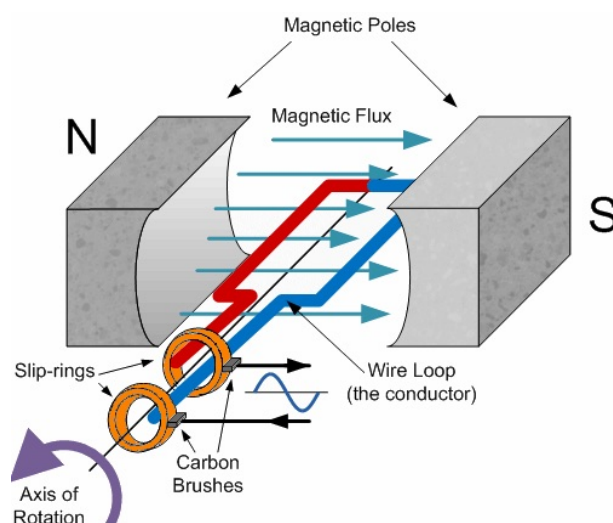




### كيف تتولد الكهرباء ؟

لقد لاحظ العلماء أنه عندما يتم تحريك مغناطيس بجانب سلك ملفوف (ملف كهربائي) فإن الإلكترونات تتحرك مع حركة المغناطيس ، و إذا توقف المغناطيس عن الحركة فإن الإلكترونات تتوقف. لقد توصلوا إلى أن حركة المغناطيس بالقرب من ملف تولد تيارا كهربائياً...

**مغناطيس + حركة = طاقة كهربائية**

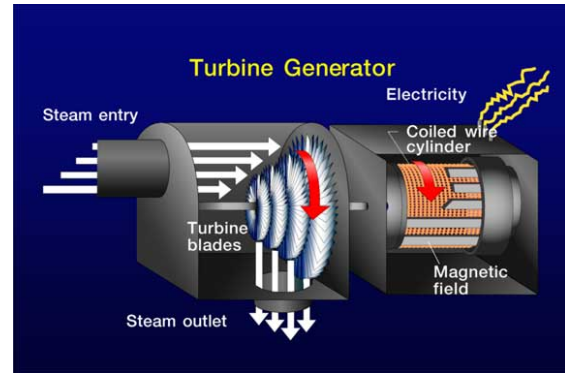


### كيف يعمل مولد الكهرباء :-

من الصعب تحريك المغناطيس باستمرار بطريقة خطية مثل المثال السابق. الأسهل هو تحريك الملف بحركة دورانية، و هكذا يمكن ربط المولد الكهربائي ب مروحة تدور بطاقة الرياح أو توربينات تدور بطاقة المياه أو محرك يعمل بطاقة الاحتراق.



من أشهر طرق توليد الكهرباء ... توليد الكهرباء باستخدام البخار

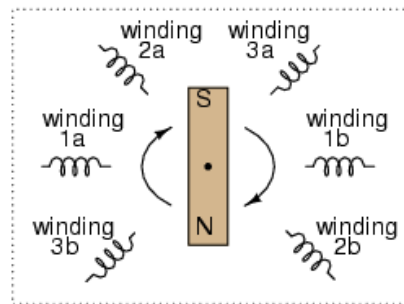


و توجد طرق كثيرة لتوليد الكهرباء مثل : الطاقة الشمسية ، طاقة الرياح ، السدود ، و المفاعلات النووية.

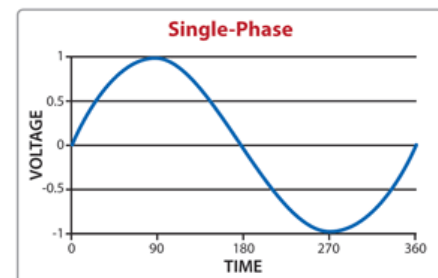
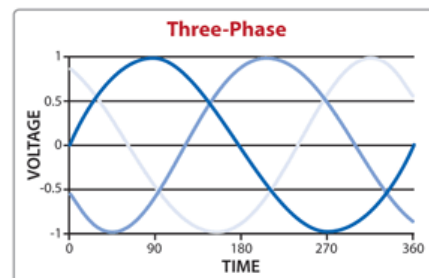
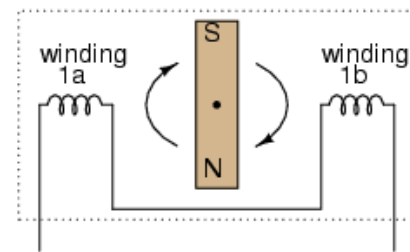


أحادي الوجه أو ثلاثي الوجه: single phase vs three phase

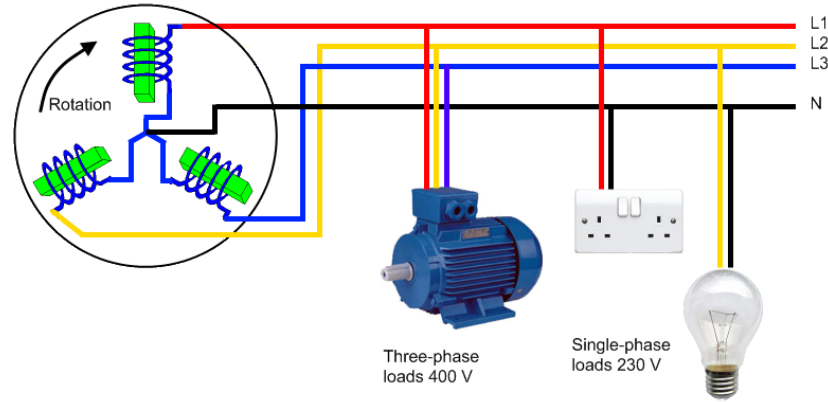
Three-phase alternator (b)



Single-phase alternator (a)























لزيادة كفاءة المولد الكهربائي في توليد الطاقة أصبح المولد الحديث يحتوي ثلاثة أزواج من الملفات التي تعمل على توليد طاقة كهربائية و يكون هناك فارق زمني بسيط بين الموجات المتولدة كما يظهر بالشكل ...



### ألوان الأسلاك في شبكات الكهرباء :-

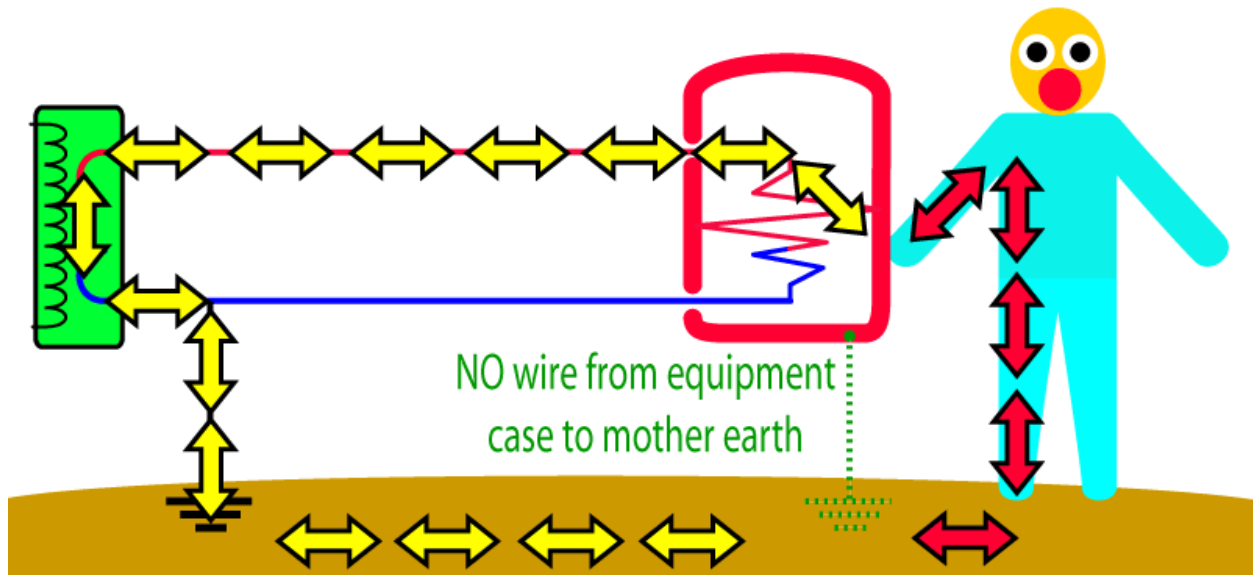
تعمل شركات الكهرباء على توليد طاقة كهربائية ثلاثية الأوجه phase-3 و تقوم بإرسال كابل يحوي 4 أو 5 أسلاك داخله . يجب أن تفرق بينها جيداً و إلا قد تتسبب بمشكلة كبيرة عند توصيل الكهرباء في المنزل.

Existing Cable Colour Code						
System	Phase Conductor			Neutral Conductor	Protective Conductor	
Single Phase		or 	or 	or 		
3 Phase	L1 	L2 	or 	L3 		

New Cable Colour Code					
System	Phase Conductor			Neutral Conductor	Protective Conductor
Single Phase					
3 Phase	L1 	L2 	L3 		

### كيف أحمي نفسي من الكهرباء في المنزل

تعمل الأرض كمسار تفريغ عام للكهرباء و تقوم بعمل الكيبل ( N ) حسب نوعية مادة الأرضية لذا إذا لمست أحد الخطوط الحارة L1 , L2 , L3 فقد تتعرض لصعقة كهربائية و قد تصيبك بأذى.

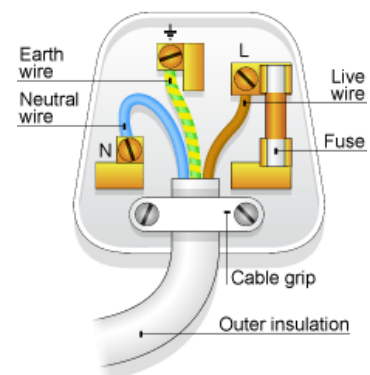


و في كثير من الأحيان يحصل أخطاء في توصيل الأسلاك أو المفاتيح أو التماسات. ننصح باستخدام المفك المضيء عند استشعار جهد عالي (مفك اختبار).



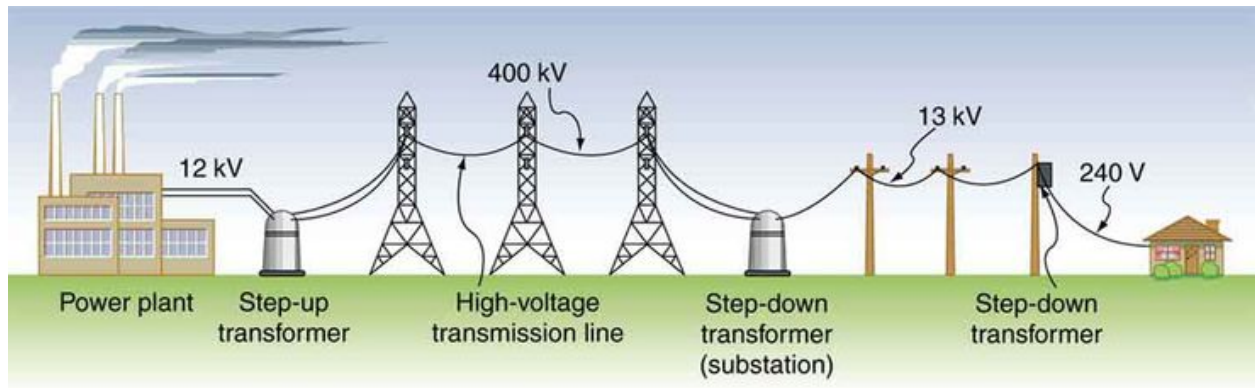
### تأريض الحماية: PE \_ protective Earth

سلك الـ PE و يكون لونه (أخضر وأصفر) مصمم أن يبقى بدون شحنة (بارداً) في كل حالات التشغيل الطبيعية. وهو يعمل على تفريغ الشحنات المضغوطة إذا وصلت لمكان لا ينبغي أن تصل إليه (مثل مانعة الصواعق)





**نقل الكهرباء:-** يتم توليد الكهرباء بطرق مختلفة (مثل البخار، محركات الديزل، الطاقة الشمسية...) و عند توليدها تكون مضغوطة (الفولتية / الجهد) بضغط متوسط (تقريبا 12 ألف فولت) و لكن لنقلها لمسافات طويلة فإنه من الأفضل أن يتم رفع ضغط الكهرباء لفولتية عالية حتى يقل الفقد عبر المسافات الطويلة (الجهد العالي 400 ألف فولت عادة) و عند الاقتراب من الأحياء السكنية فإنه يجب تخفيض الجهد إلى جهد متوسط (13 ألف فولت) و عند الوصول للمنازل فإنه يتم خفض الجهود مرة أخرى إلى الجهود المنخفضة (110 - 220 فولت)



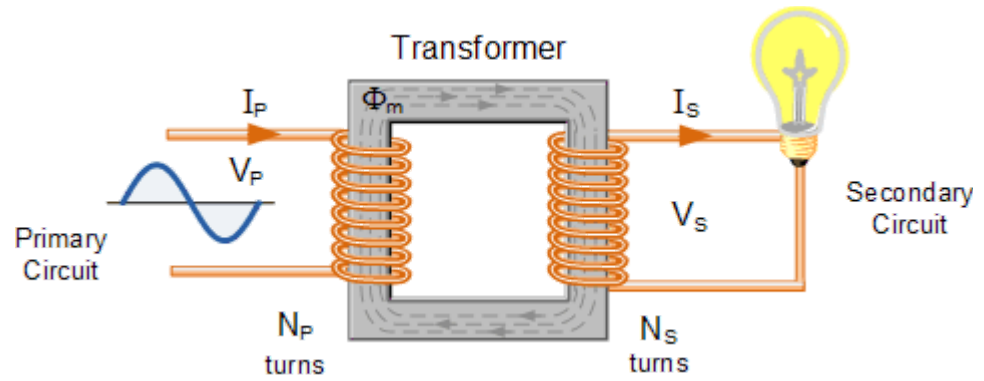
و تستخدم المحولات لرفع أو خفض ضغط الكهرباء (الجهد الكهربائي)



### التكوين الداخلي لمحول كهربائي بسيط:-

يحتوي المحول على :-

1. ملف ابتدائي (يعمل على توليد مجال مغناطيسي)
2. قلب معدني يعمل على توجيه المجال المغناطيسي
3. ملف ثانوي يعمل على تحويل الموجات المغناطيسية إلى كهرباء

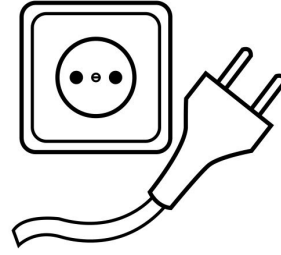


و قد لاحظ العلماء أن ضغط الكهرباء (الجهد الكهربائي) له علاقة بعدد اللفات في الملفين و بهذا يمكن استخدام الملف لرفع أو خفض الجهد.

$$\frac{V_{\text{Primary}}}{V_{\text{Secondary}}} = \frac{N_{\text{Primary}}}{N_{\text{Secondary}}}$$

**ملاحظة هامة :** لقياس مقدار الطاقة الكهربائية نستخدم القدرة/الوات (وليس الجهد/الفولت أو التيار/الأمبير) و المحول لا يستطيع رفع أو خفض الطاقة (بالوات) فالقدرة الداخلة تساوي القدرة الخارجة دائماً .

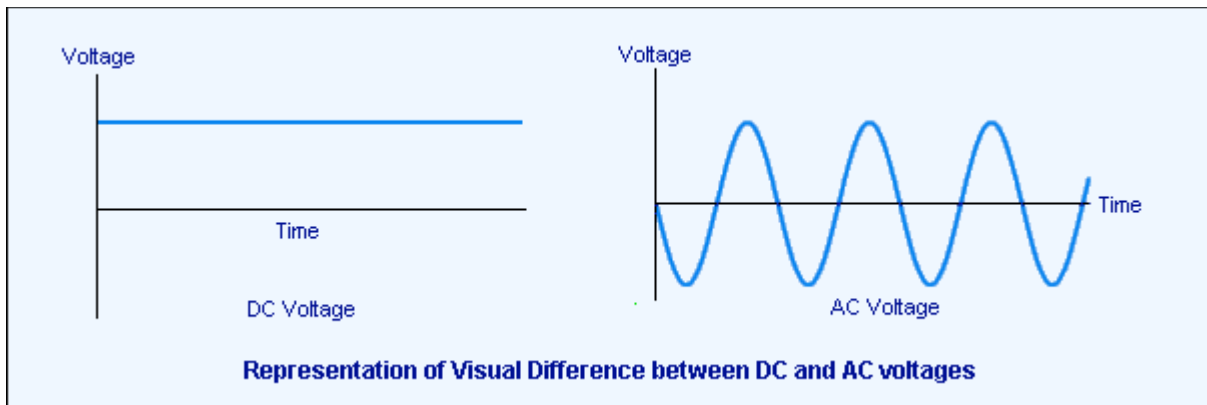
## أنواع الكهرباء:-



يوجد نوعان أساسيان من الكهرباء وهما يتشابهان في بعض الأمور ويختلفان في أمور، كما يمكن التحويل بين هذين النوعين حسب الحاجة. فعند توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها على المستخدمين تكون الكهرباء على الشكل المتردد **AC alternating current**. بينما الكهرباء التي تشغل الدوائر الإلكترونية عادة تكون من نوع آخر يسمى كهرباء مستمرة **DC direct current**. ومن أشهر الأمثلة على التحويل من الكهرباء المترددة إلى الكهرباء المستمرة ؛ شاحن الجوال، فهو يحول الكهرباء من مترددة إلى مستمرة.



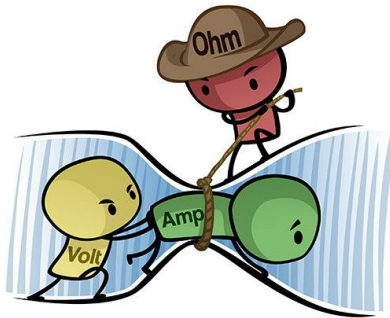
تمثيل شكل الكهرباء بشكل مرسوم:-



### مقارنة بين الكهرباء المستمرة و المترددة:-

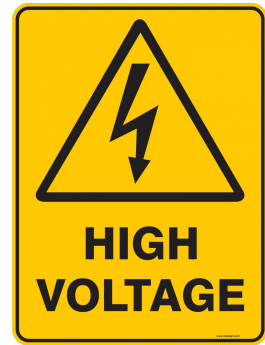
النوع	الرمز	الرمز (شكل)	القطبية (+ -)	اتجاه التيار	التردد	أين يوجد
مستمر	DC	 DC	له قطبية	ثابت	صفر	البطاريات
متردد	AC	 AC	ليس له قطبية	متغير	له تردد	كهرباء المنزل

## الكميات الكهربائية الأساسية:-



**تمهيد :** القياس مهم جداً في العلوم الطبيعية ( مثل الفيزياء ) . و لن تتطور العلوم بلا قياس دقيق للكميات المختلفة مثل: الطول ، الوزن ، الحرارة ، الزمن ، القوة ... ولكل كمية مقاسة توجد وحدة قياس أو أكثر مثلاً الطول يقاس بالمتر ، أو بالإنش .  
وفي الكهرباء توجد كميات مختلفة وجميعها هامة لفهم الكهرباء وكيف تعمل في الأجهزة المختلفة. توجد وحدات كثيرة سوى أننا سنركز على أهم الكميات التي نحتاج قياسها في الكهرباء.

**الجهد الكهربائي ( Voltage )** يمكن القول بأن الجهد الكهربائي هو ضغط الشحنات الكهربائية ، و هو القوة التي تدفع الشحنات لتتدفق وتصبح تيار كهربائي .  
يرمز للجهد بالحرف (V) وأحياناً (E) و وحدة قياسه : فولت (v)  
بدون جهد كهربائي لن يمر تيار كهربائي و لن تعمل الأجهزة الكهربائية.  
أمثلة للجهود في الحياة:-  
كهرباء البيت 220v متردد ، بطارية السيارة 12v مستمر ، بطارية الريموت 1.5v مستمر



**التيار الكهربائي (current)** عندما تسير الشحنات (الإلكترونات) في السلك فإنه يسمى تيار كهربائي ، و كلما مرّت شحنات أكثر ، كلما قلنا أن شدة التيار أعلى . يمكن تعريف التيار بأنه : **سيل من الشحنات الكهربائية تسير في موصل.**

مرور الشحنات بكثافة يسبب عمل الأجهزة الكهربائية والدوائر الإلكترونية. ويمكن بالأدوات المختلفة الاستفادة من التيار الكهربائي وتحويله لأشكال مختلفة من الطاقة ( ضوئية ، حرارية ، حركية ... )



يرمز للتيار بالحرف ( I ) الوحدة: أمبير (A)  
أمثلة على التيار في الحياة العامة:-

التكييف و غلاية الماء: 12A الغسالة والمكنسة = 10A الكمبيوتر=3A الجوال=0.5A  
رابط يعرض استهلاك بعض الأجهزة المنزلية للأمبير:

<http://www.electricalsafetyfirst.org.uk/guides-and-advice/electrical-items/amps-and-watts>

**المقاومة الكهربائية (Resistance)** هي **معاوقة مرور التيار الكهربائي**

يرمز للمقاومة بالحرف **R** و وحدة القياس : **أوم ( Ohm )  $\Omega$**   
يستخدم عنصر المقاومة بكثرة في الدوائر الكهربائية للتحكم بقيمة التيار .

أمثلة على مقاومة بعض الأشياء:-

المايكروويف:  $\Omega 15$  لمبة:  $\Omega 150$  سلك :  $\Omega 0$



في الرسومات التالية سنحاول تشبيه الكهرباء بالماء بهدف تبسيط فهمها.

<p>تعتمد قيمة التيار على ارتفاع الماء (الجهد) واتساع الأنبوب (المقاومة)</p>	<p>الماء المتحرك داخل الأنبوب يسمى تيار current</p>	<p>اتساع الأنبوب يجعل مرور الماء سهلاً أو صعباً ويسمى في الكهرباء المقاومة Resistance</p>	<p>ارتفاع الخزان يزيد ضغط الماء ويسمى في الكهرباء (الفولت) الجهد</p>





**القدرة (Power) الطريقة الأكثر شيوعاً لقياس الطاقة** بمختلف أشكالها

مثل: طاقة حرارية ، طاقة ضوئية، طاقة صوتية ، طاقة كيميائية...  
يرمز للقدرة بالحرف **P** و وحدة القياس هي : **الوات W**

استهلاك بعض الأجهزة بالوات:

جوال: 10w لايتوب: 100w شاشة تلفزيون: 150w غسالة ملابس: 2200w



**التردد (Frequency)** كما درست فإن الكهرباء

نوعين AC و DC الكهرباء المستمرة ثابتة القيمة وليس لها تردد، بينما الكهرباء المترددة تنتقل من الاتجاه الموجب للسالب. هذا الانتقال يسمى تذبذب ، و

**التردد هو عدد الذبذبات في الثانية الواحدة.**

يرمز للتردد (**F**) الوحدة (**هيرتز Hz**)

تردد الكهرباء في بعض الأجهزة:

الكهرباء المنزلية: 60Hz تردد اذاعة راديو:

100MHz تردد بطارية السيارة = 0Hz

معالج الجوال iphone7 = 2.3GHz

## قياس الكهرباء



لا شك أن القياس عملية هامة جداً . قياس الجهد الكهربائي و التيار و المقاومة . و غيرها . توجد عدة أجهزة لقياس الكهرباء . و سنتحدث عن أهمها .

### 1- الملتيميتر الرقمي digital multimeter

الجهاز المخصص للقياسات الكهربائية الأساسية . فهو مصمم لقياس الجهد و التيار و المقاومة . و الأجهزة الحديثة تحتوي مميزات أخرى مثل: قياس التردد ، قياس المكثف (عنصر إلكتروني) وقياس الحرارة و غيرها.

لاحظ في الصورة أن الملتيميتر يحتوي مؤشر تضعه على الكمية المراد قياسها و هي بالترتيب من الجهة اليسرى:

قياس الجهد المستمر DC volt

قياس الجهد المتردد AC volt

قياس المقاومة Resistance , Ohm

الزنان (اختبار التوصيل بالصوت ، و اختبار الدايود)

قياس التردد Frequency Hz

قياس التيارات الصغيرة (بالميكرو أمبير) مستمر أو متردد

قياس التيارات المتوسطة (بالملي أمبير) مستمر او متردد

قياس التيارات الكبيرة (بالأمبير) مستمر أو متردد

لاحظ : عند قياس التيارات العالية (بالأمبير) يجب تغيير مكان السلك الأحمر إلى المدخل الأيسر...

يختلف السعر في السوق لكن بإمكانك إيجاد ملتيميتر جيد بـ 200 ريال.





## ضبط مدى القياس آلياً أو يدوياً auto Range

ربما لاحظت في الجهاز السابق عبارة auto range في الأعلى . هذه الخاصية تجعل الملتيميتر يضبط القياس على الكمية المقاسة سواء كانت كبيرة أو صغيرة . بينما بعض الأجهزة لا تحتوي هذه الخاصية لذا يجب عليك يدوياً أن تضبط المؤشر على قيمة تقترب من القيمة المتوقع قياسها هذه الأجهزة ليست أفضل من السابقة لكنها في العادة أرخص سعراً (مثلاً 30 ريال) شاهد مثلاً الصورة.

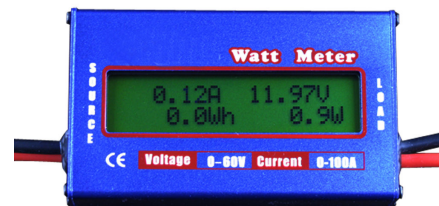
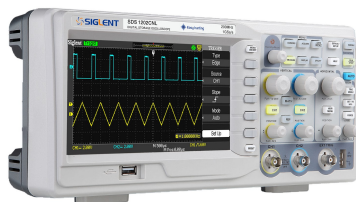
توجد أجهزة عديدة أخرى لإجراء قياسات كهربائية لكننا لن نشرحها في هذا الكتاب بهدف الإختصار... و من أهمها...

**1- الكلامب ميتر :** و يستخدم لقياس التيارات العالية بطريقة آمنة (بقياس المجال المغناطيسي)

**2- LCR** جهاز يشبه الملتيميتر سوى أنه يستطيع قياس محاثات الملفات و المحولات.

**3- الواتميتر :** يعمل على قياس القدرة power و تختلف طريقة استخدامه عن الملتيميتر.

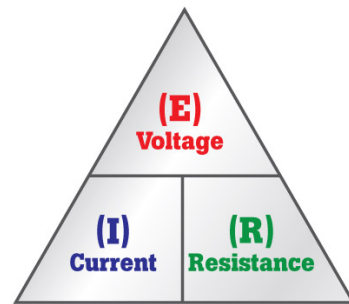
**4- الأوسليسكوب (رأس الإشارة)** هذا الجهاز يعمل على رسم شكل الإشارة الكهربائية (وهو جهاز متقدم المستوى)



## قوانين حساب القيم الكهربائية

### قانون أوم Ohm's Law

كانت الكهرباء ظاهرة تلاحظ دون دراسات واضحة وحسابات دقيقة . في عام 1825 قام العالم الألماني "جورج أوم" بالعديد من التجارب والدراسات على ظاهرة "الكهربية" حتى استنتج القانون الأساسي الذي يحكم طريقة عمل الكهرباء...



**تمرين :** لمبة متصلة بمصدر جهد 24v ويمر بها تيار قيمته 1.3A احسب المقاومة الداخلية للمبة.

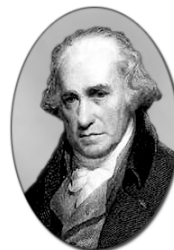
**الجواب :** من قانون أوم  $R = \frac{V}{I}$  وبالتالي

$$R = 24 / 1.3 = 18.5 \Omega$$

### قانون القدرة (قانون وات) Watt's law

توجد الطاقة في الكون بأشكال عديدة . منها الطاقة الحرارية ، الطاقة الضوئية ، الطاقة الصوتية، الطاقة الحركية، الطاقة الكيميائية ، الطاقة النووية و الطاقة الكهربائية.

سوى أن جميع هذه الأشكال من الطاقة يمكن قياسها بوحدة القياس المشهورة ( الوات watt ) و يمكن حساب قدرة الطاقة الكهربائية بالقانون البسيط :



**تمرين:** محرك متصل بجهد 220v و عند قياس التيار الذي يسحبه وجدناه 8A احسب القدرة

**الحل:** من قانون وات  $P = V * I$  لذا تكون القدرة

$$P = 220 * 8 = 1760 w$$

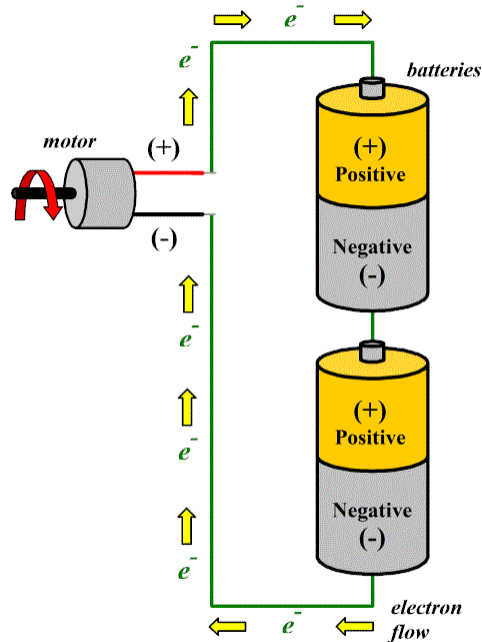
## توصيل البطاريات بالتوالي وبالتوازي.

### Batteries in series / Parallel

في كثير من الأحيان لا تكون البطارية كافية لتشغيل الحمل المطلوب. لذا يمكن توصيل أكثر من بطارية لزيادة الطاقة (الجهد أو التيار أو كليهما) ، و توجد طريقتين أساسية.

#### Batteries in Series

#### التوصيل بالتوالي Serial :



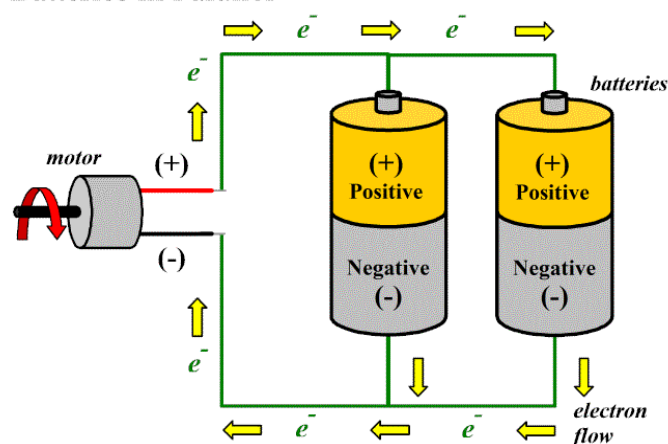
عند توصيل بطاريتين على التوالي فإن **الجهد الكلي يكون مجموع جهد البطاريتين** بينما **لا يزيد أعلى تيار** يمكن أن يمر بالحمل.

**مثال:-** في الرسم؛ إذا كانت البطارية الواحدة 1.5v و 0.5A بعد توصيل بطاريتين على التوالي ، كم يكون الجهد و أقصى تيار؟

ج/ الجهد :  $V=3v$   
التيار :  $I = 0.5A$

#### Batteries in Parallel

#### التوصيل بالتوازي parallel :



عند توصيل بطاريتين على التوازي فإن **الجهد الكلي لا يتغير** عن جهد بطارية واحدة. بينما **يزيد أعلى تيار** يمكن أن يمر بالحمل.

**مثال:-** في الرسم؛ إذا كانت البطارية الواحدة 1.5v و 0.5A بعد توصيل بطاريتين على التوالي ، كم يكون الجهد و أقصى تيار؟

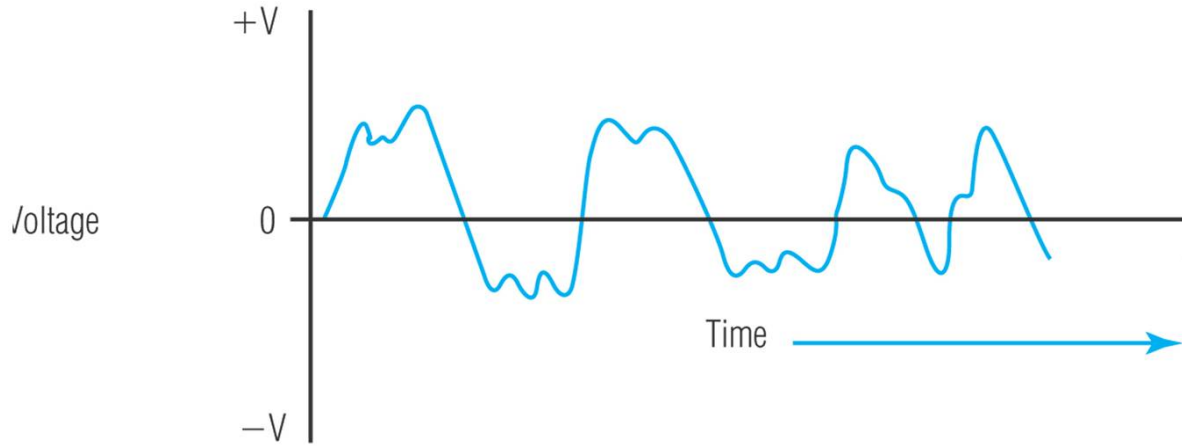
ج/ الجهد :  $V=1.5v$   
التيار :  $I = 1A$



## أنواع الإشارات الكهربائية -: Electrical signals

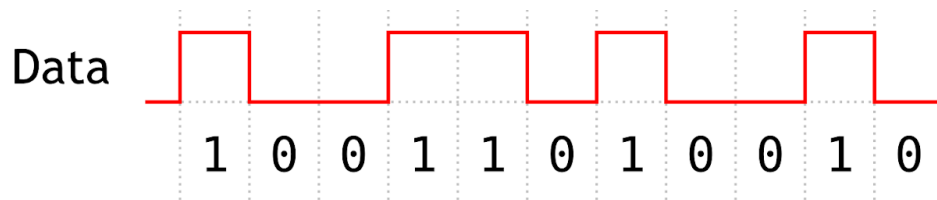
الإشارة الكهربائية هي طاقة كهربائية سوى أنها تنقل نوع من المعلومات عادة. كصوت أو صورة أو ملفات حاسوبية، لذا تظهر الإشارات بأشكال مختلفة وليس لها شكل محدد. و يمكن تقسيم الإشارات الكهربائية إلى نوعين أساسيين.

### ١- إشارة كهربائية تماثلية Analog



الإشارات التماثلية تنتقل عبر سلك واحد ، وتعمل على دوائر إلكترونية بسيطة التكوين، لكن يعيها تأثيرها بالتشويش الخارجي ، مما يجعلها غير مناسبة لنقل البيانات بسرعات عالية و لمسافات طويلة. تستخدم الإشارات التماثلية للإرسال اللاسلكي، الصوت ، و بعض الحساسات.

### 2- إشارة كهربائية رقمية Digital



الإشارات الرقمية تختلف عن الإشارات التماثلية ، فالسلك الواحد يحمل قيمة واحدة من قيمتين (عادة 0 أو 5 فولت) فتظهر الإشارة مثل الشكل السابق، هذا يجعل الإشارة واضحة جداً للقراءة ، كما يمكن إرسال إشارات رقمية بسرعات عالية لأن التشويش لا يؤثر عليها كثيراً . تستخدم الإشارات الرقمية في الحاسب ، الشاشات الرقمية و الألياف البصرية.

ملاحظة: عادة تنتقل الإشارات الرقمية في عدد من الأسلاك ( مثلا 8 أو 16 أو 64 ... )



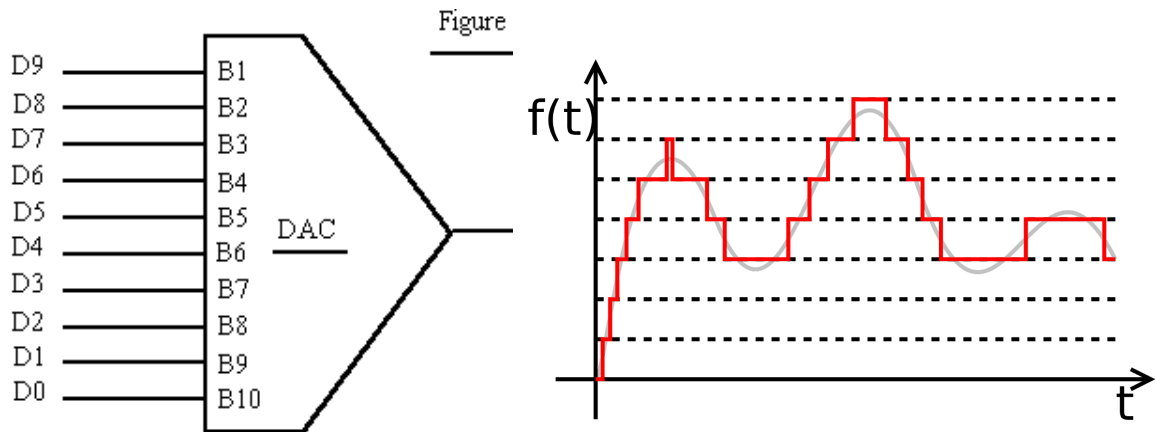
يمكنك ملاحظة نوعين من الأسلاك داخل الجوال:

- 1- سلك شريطي **flat cable** و يستخدم لنقل الإشارات الرقمية (مثل سلك الكاميرا)
- 2- سلك محوري **coaxial cable** و يستخدم لنقل الإشارات التماثلية (من الهوائي مثلاً)

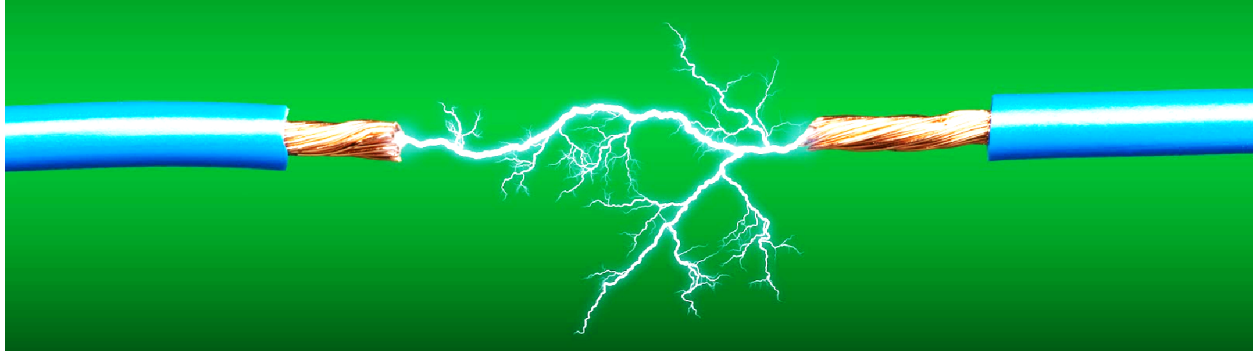


### التحويل بين التماثلي والرقمي Digital to Analog conversion

بما أن الحاسب يعمل على النظام الرقمي ، بينما يحتاج الحاسب كثيرا للتعامل مع إشارات تماثلية (الصوت مثلاً) فإنه من المهم وجود دوائر إلكترونية تعمل على التحويل بين النظامين التماثلي والرقمي.

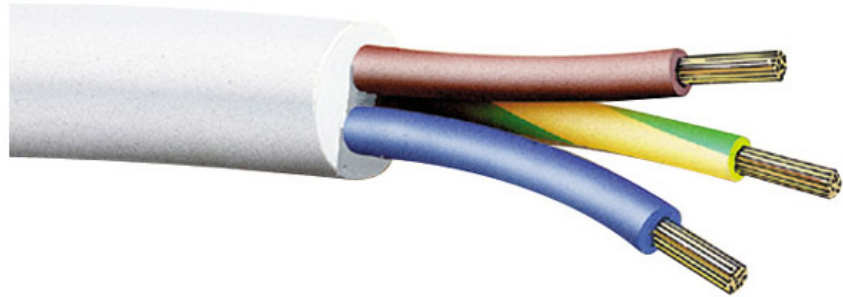


## الكابلات الكهربائية Electric cables



تستخدم الكابلات لنقل الطاقة الكهربائية أو البيانات (المعلومات) ، و تختلف الكابلات حسب سمكها و تغليفها و عدد الأسلاك داخلها وأقصى تيار تتحمله وأقصى تردد تعمل عليه، ومقاومتها الداخلية. هنا سنتحدث عن أهم أنواع الكابلات فقط...

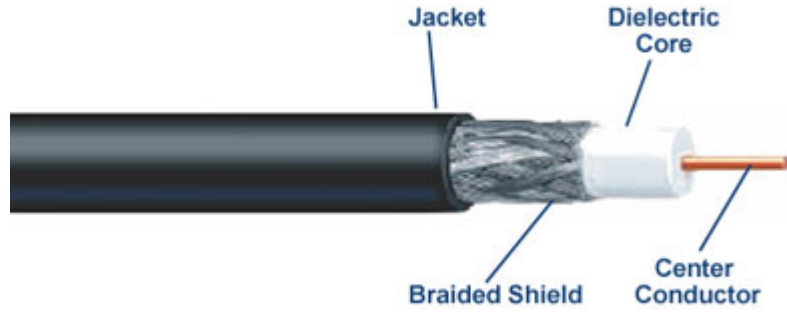
**الكابل الثنائي (العادي) :** أبسط أنواع الكابلات و يستخدم عادة لنقل الطاقة الكهربائية ، و قد يحتوي سلكين أو أكثر. مع ملاحظة أن السلك ذو اللونين الأخضر و الأصفر يكون للحماية و لا ينقل تيار عادة.



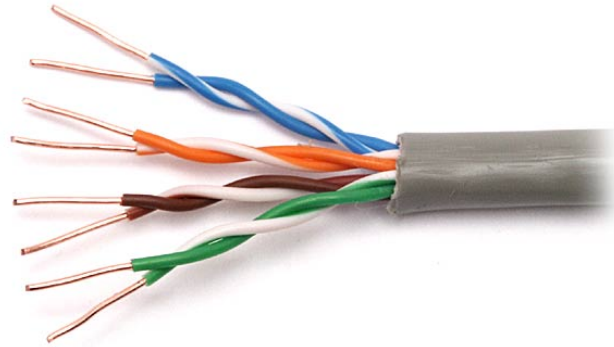
السمك (العرض) و تحمل التيار : يوجد عدة طرق لمعرفة تحمل التيار في الكابل . و ينبغي أحيانا حساب التيار المستهلك من كل جهاز بمعرفة قانون وات . يمكن تبسيط تحمل الكابلات حسب مساحة مقطعها

مساحة المقطع	1mm <sup>2</sup>	1.5mm <sup>2</sup>	2.5mm <sup>2</sup>	4mm <sup>2</sup>	6mm <sup>2</sup>
القطر	1.1mm	1.4mm	1.8mm	2.25mm	2.8mm
التحمل بالأمبير	8A	10A	13A	17.5A	23.5A

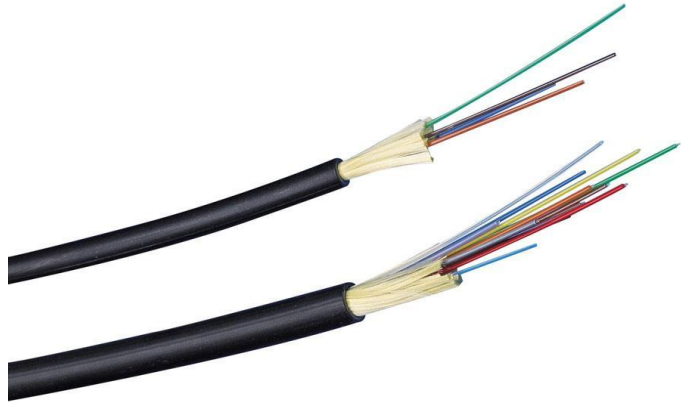
**الكابل المحوري coaxial :** يستخدم لنقل الإشارات الكهربائية مثل إشارة التلفزيون أو الصوت. و يمكنه نقل بيانات أعلى من الكابلات الثنائية .



**الأسلاك الملتوية ( twisted pair ) :** تستخدم لربط شبكات الحواسيب ويمكنها نقل البيانات بسرعات عالية (أعلى من الكابل المحوري) ، تحتوي على ثمانية أسلاك داخلها و من أنواعها CAT6



**الألياف البصرية fiber :** و تشبه الكابلات العادية سوى أنها مصنوعة من مادة زجاجية مرنة بدل النحاس. و تستخدم هذه الكابلات لنقل البيانات ذات السرعة العالية جدا على شكل ضوء وليس كهرباء. و هذه الكابلات هي الأسرع في نقل البيانات.



## أدوات هامة عند العمل مع الكابيل الكهربائية

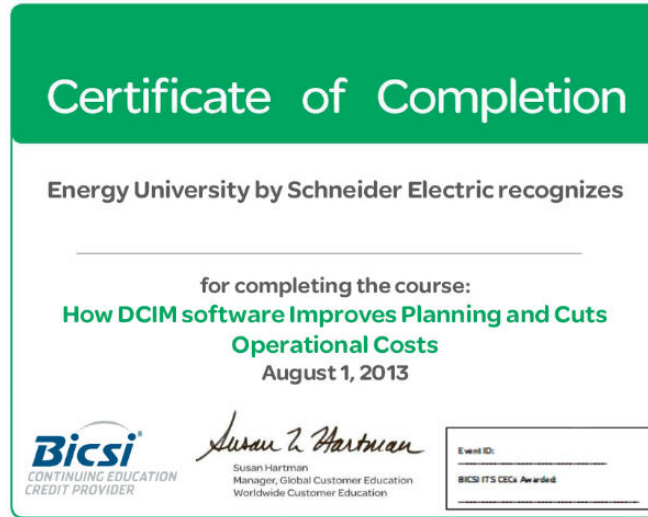
عراية Wire Stripper	قطاعة Wire cutters	زراعية electrical pliers
		

نهاية كابل شبكة RJ45	نهاية كابل محوري F-connector	نهاية كابل عادي Terminal , Lugs
		

## خاتمة:-

عالم الكهرباء عالم كبير و شيق ... ليس من الغريب أن مهندسي الكهرباء المهرة يحصلوا على أعلى الرواتب في معظم الشركات. سوى أن هذا الكتاب لم يطرح سوى الأساسات. إذا أحببت التعمق في مواضيع الكهرباء (توليدها و نقلها و ربطها و الاستفادة منها...) جرب قراءة الكتب الكبيرة للمتخصصين. أقترح أن تنتج لكتب ومواقع تخصصية دقيقة من شركات رائدة و معروفة في مجال الكهرباء.

جرب : <http://www.schneideruniversities.com/energy-university>



هي شركة كهرباء معروفة ، و تقدم كورسات باللغة الانجليزية ، كما تقدم شهادات حضور لدوراتها .

أو معهد : <http://www.nrel.gov>

وهو متخصص بأبحاث الطاقة المتجددة (الشمسية ، أو الرياح ... )

**في النهاية** أتمنى أنك قد استفدت و استمتعت بالإطلاع على كتاب (أساسيات الكهرباء)

انتاج موقع jeem2

كتبه م.سامي قرامي في (2017-3-21)



مع السلامة

