أسس الهندسة الكهربائية

الوحدة الثانية: تعاريف و مصطلحات كهربائية

د.م. أحمد محمد رحال

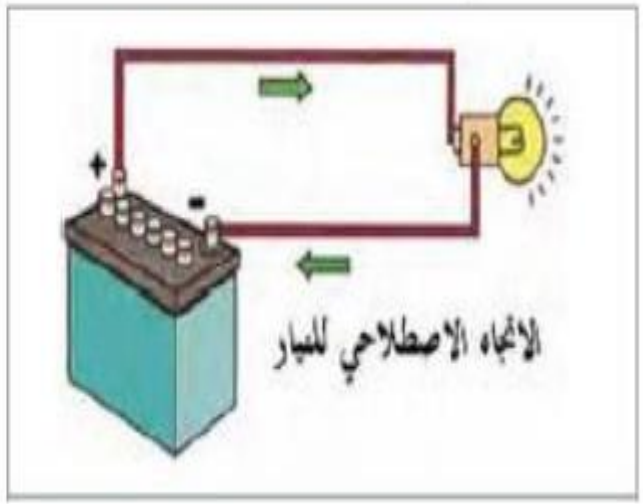
المادة: أسس الكهرباء
السنة: الأولى – قسم التغذية الكهربائية
العام الدراسي: ٢٠٢٠-٢٠٢١

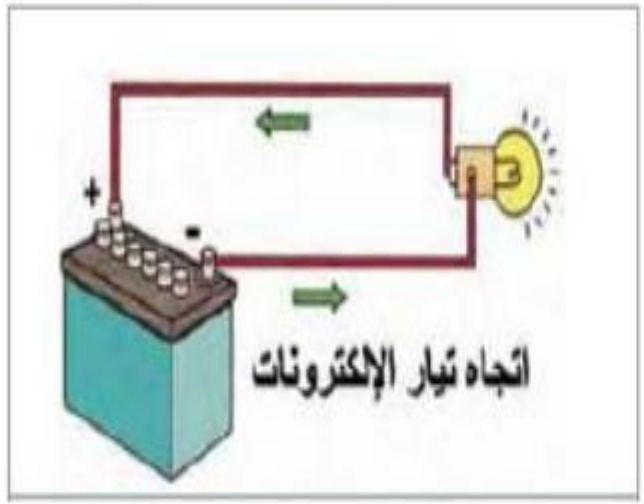
الكهرباء: هي عملية انتقال الالكترونات الحرة الموجودة في المدار الأخير حول النواة من ذرة الى ذرة.

التيار الكهربائي: هو عبارة عن حركة موجهة للإلكترونات الحرة من نقطة الى أخرى عبر موصل. ولكي تتحرك هذه الالكترونات عبر الموصل فانه لا بد من التأثير عليها بقوة خارجية. ونحصل على هذه القوة من مصدر الطاقة الكهربائية (مثلاً البطاريات).

اتجاه التيار الكهربائي: اصطلح على أن يكون اتجاه التيار الكهربائي من القطب الموجب الى القطب السالب بعكس اتجاه الالكترونات كما هو موضح بالشكل التالي.

ويكون اتجاه التيار معاكساً لاتّجاه الالكترونات (اتجاه التيار "الاصطلاحي" من الموجب إلى السالب)





شدة التيار الكهربائي: وهي عبارة عن كمية الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطعاً معيناً من الموصل في وحدة الزمن (الثانية)، أي معدل تدفق الشحنة الكهربائية، بالتالي:

$$\text{شدة التيار} = \frac{\text{كمية الشحنة الكهربائية(بالكولوم)}}{\text{الزمن(بالثانية)}}$$

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

حيث إن:

I: هو التيار ويقاس بالأمبير A.

Q: هي الشحنة Charge وتقاس بالكولوم C.

t: تمثل الزمن time والذي يقاس بالثانية s.

اذاً ينشأ التيار الكهربائي بموصل اذا مرت شحنة (q) خلال مقطعه في زمن قدره (t) وتكون قيمة هذا التيار ثابتة. وتكون شدة التيار كبيرة أو مرتفعة إذا تدفق عدد كبير من الالكترونات الحرة عبر الموصل، على حين تكون شدة التيار منخفضة اذا تدفق عدد قليل من الالكترونات الحرة عبر الموصل.

يتبين من المعادلة السابقة بأن وحدة شدة التيار الكهربائي هي وحدة الشحنة مقسومة على وحدة الزمن، أي كولوم لكل ثانية، وتعرف هذه الوحدة باسم أمبير نسبة للعالم أندري ماري أمبير.

وتجدر الاشارة الى أنه أحيانا يكون الأمبير وحدة كبيرة وخاصة في دارات الالكترونيات الضعيفة، لذا نستخدم وحدة أصغر منه كالميلي أمبير mA والذي يساوي 0.001 A، والجدول التالي يوضح شدة التيار الذي تعمل عليه بعض التجهيزات الكهربائية الشائعة الاستخدام في الحياة العملية.

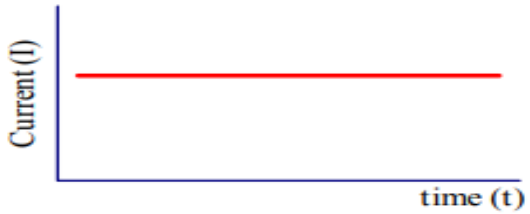
الجهاز	شدة التيار
مصابيح الإضاءة	(0.1-0.6) أمبير
المكاوي الكهربائية	(2-5) أمبير
الثلاجة المنزلية	(1.5-2.5)أمبير
المدفئة الكهربائية	(5-10)أمبير
الأفران الكهربائية	(10-15)أمبير
جهاز التلفزيون	(0.4-0.6) أمبير

نقيس عادة شدة التيار في الدارات الكهربائية بجهاز خاص يدعى الأميتر ويرمز له بدائرة بداخلها حرف (A). والذي يوصل عادة على التوالي في الدارة المراد قياس شدة التيار فيها.

أنواع التيارات الكهربائية Current Types:

للتيار الكهربائي أنواع مختلفة تختلف باختلاف شكل المصدر كما يلي:

١- التيار المستمر Direct Current (DC): هو التيار الذي تبقى قيمته واتجاهه ثابت مع مرور الزمن، كما هو مبين بالشكل. ومن مصادر التيار المستمر المركم الرصاصي (البطارية) المستخدمة في السيارات والبيوت.



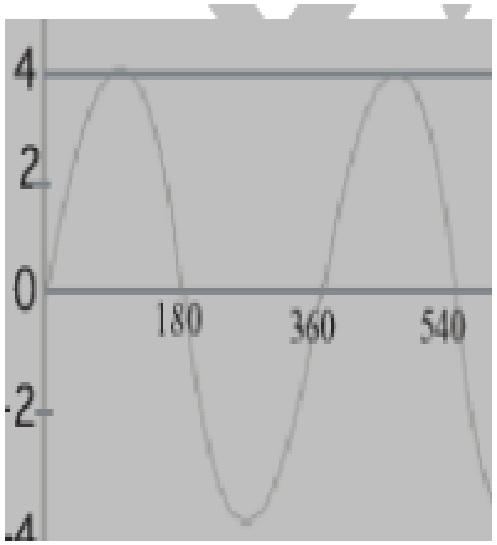
٢- التيار المتناوب Alternating Current (AC): هو التيار الذي تتغير قيمته واتجاهه دوريا مع تغير الزمن، وقيمته المتوسطة تساوي الصفر. ومن أمثلة التيار المتناوب، التيار المتولد من محطة توليد الكهرباء والذي يزود المنازل بالتيار الكهربائي.

س: لماذا لا نلاحظ تغير الاضاءة رغم كون التيار متناوباً؟

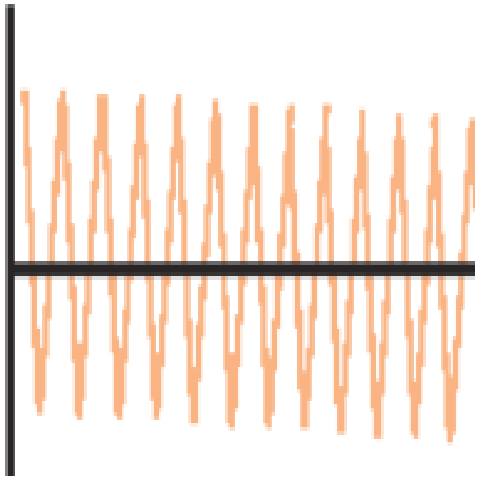
ج: لأن عين الانسان تلاحظ التغيرات عند ٤٠ هرتز وأقل، اضافة الى أن الأجهزة المنزلية تقوم عادة بتحويل التيار المتناوب الى تيار مستمر.

بعض اشكال موجات التيار المتناوب:

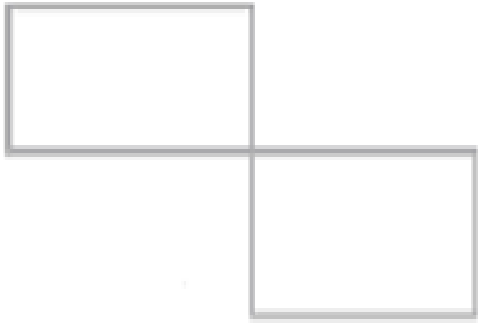
تيار متناوب شكل موجة جيبية



تيار متناوب شكل موجة سن منشار



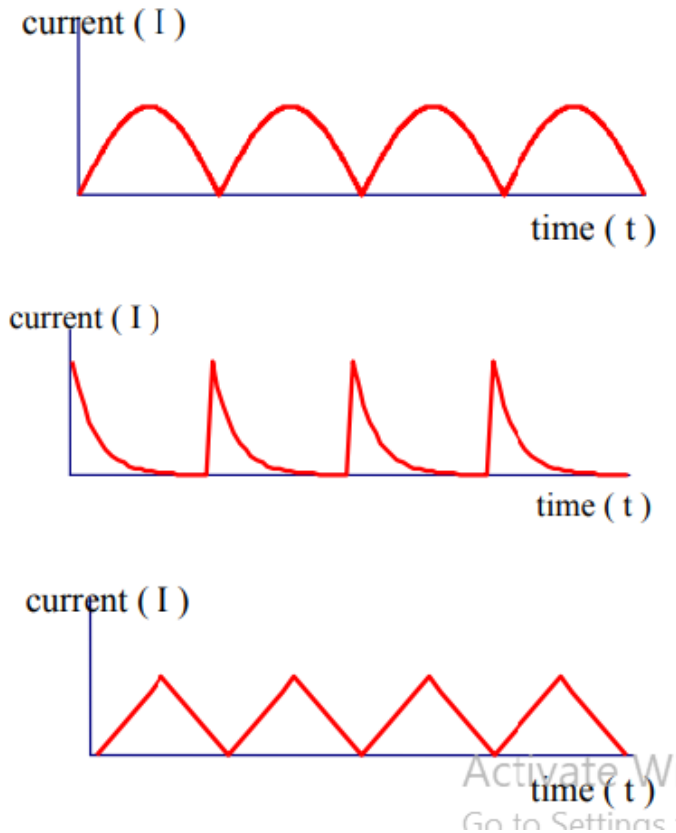
تيار متناوب شكل موجة مربعة



يستخدم التيار المتناوب في معظم التطبيقات المنزلية والصناعية ويتنوع بين أحادي الطور وثلاثي الطور ويستخدم ثلاثي الطور في نقل الطاقة من المحطات الكهربائية وفي المحركات الصناعية.

١- التيار النبضي Pulsating Current:

وهو تيار ذو اتجاه واحد وتتغير قيمته دوريا ولا يغير اتجاهه، ويكون له قيمة متوسطة Average Value، كما هو مبين في الشكل التالي:



تيار نبضي Pulsating Current

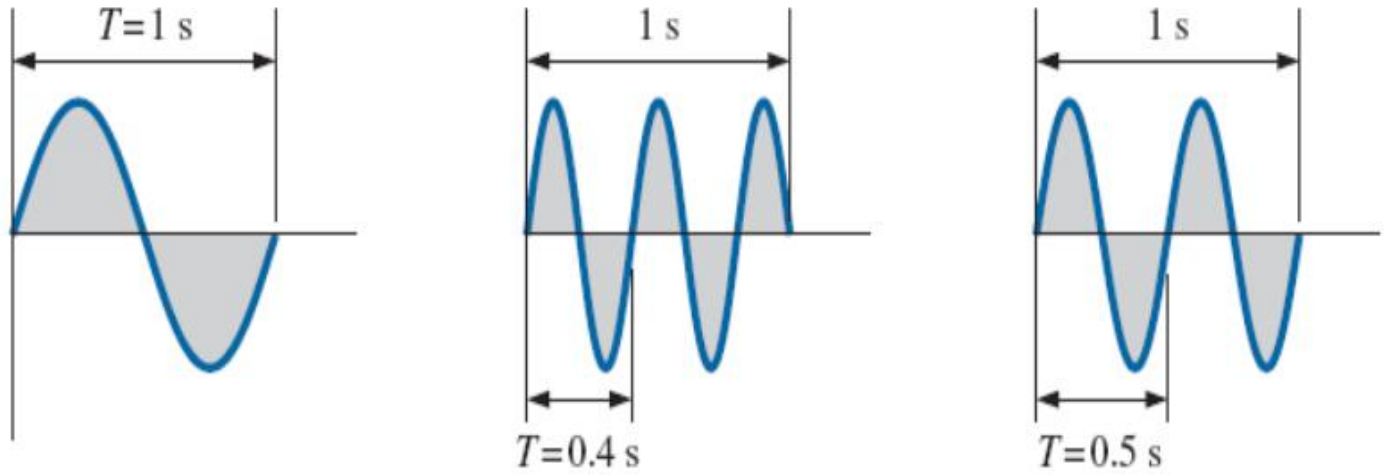
التردد (f) Frequency: يعرف بأنه عدد الموجات في الثانية الواحدة، ويرمز له بالرمز F ويقاس بواحدة الهرتز Hz، وتستخدم بعض الدول التردد ٥٠ هرتز والأخرى ٦٠ هرتز.

الدور: هو مقلوب التردد ويقاس بالثانية:

$$f = \frac{1}{T}$$

f = Hz
T = seconds (s)

يبين الشكل التالي اشارة جيبية بترددات مختلفة:



الجهد الكهربائي: هو التأثير الذي يخلق فرقاً في الشحنات بين طرفي موصل ليجعل أحدهما مليئاً بالإلكترونات والآخر فقيراً بها، وفق مبدأ تنافر الشحنات المتماثلة عن بعضها وتجاذب المختلفة منها نحو بعضها البعض.

مصادر الجهد Voltage Sources:

- البطاريات Batteries؛
- الخلايا الشمسية Solar Cells؛
- وحدات الامداد بالقدرة الكهربائية Electrical Power Supplies؛
- المولدات الكهربائية Electrical Generators؛
- محطات توليد القدرة باستخدام الرياح Wind Power Stations؛
- المولدات الحرارية Thermal Stations؛
- المولدات النووية Nuclear Stations.

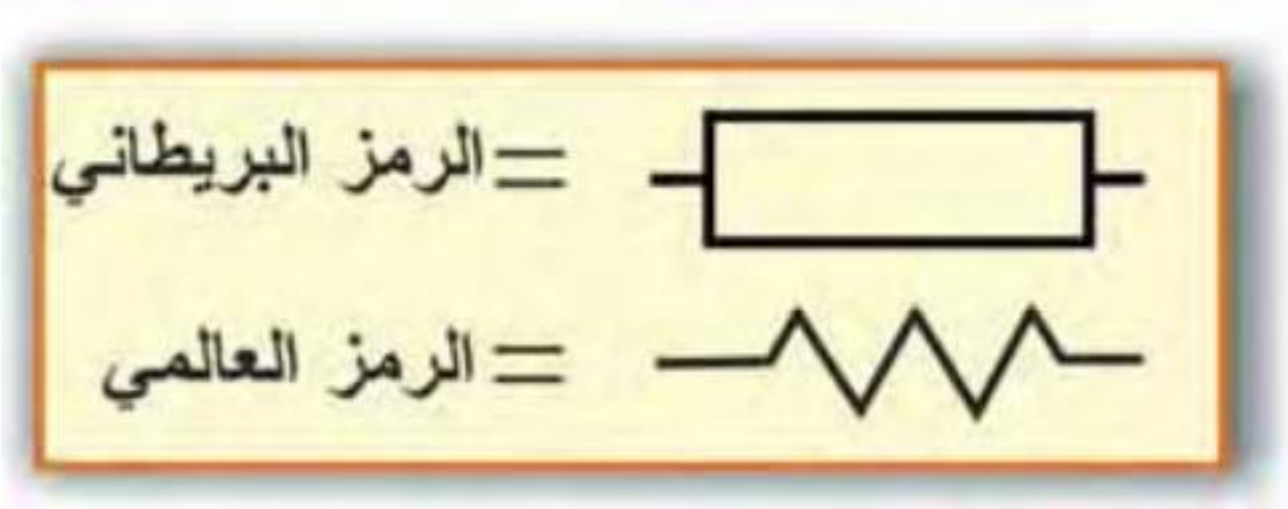
• المقاومة الكهربائية Electrical Resistance

تعرف المقاومة الكهربائية بأنها مقدار اعاقة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها، كما هو مبين في الشكل التالي، حيث أن الإلكترونات التي تشكل التيار الكهربائي تصطدم أثناء مسيرها عبر أي موصل بأجزاء مادة الموصل التي تبدي إعاقة أو مقاومة أمام مسير الإلكترونات في هذا الموصل. وتجدر الاشارة الى أن كل المواد المعروفة تتمتع الى حد ما بهذه الخاصية.

فمثلا للمواد العازلة مثل الزجاج والمطاط مقدار كبير من المعارضة لحركة الإلكترونات عبرها، وبالتالي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي فيها. لذا يقال بأن لهذه المواد مقاومة كبيرة جداً وبأنها مواد عازلة. أما المواد الموصلة مثل النحاس والألمنيوم فإنها تبدي معارضة قليلة جداً لحركة الإلكترونات عبرها، لذا يقال بأن لهذه المواد مقاومة منخفضة جداً وبأنها مواد موصلة.

نستنتج مما سبق بأن المقاومة تحد من قيمة التيار المار في الدارة الكهربائية. وأن كل المواد الموصلة لها مقاومة تختلف من مادة لأخرى. فعلى سبيل المثال، عناصر التسخين الموجودة في الأفران الكهربائية وأجهزة التدفئة ما هي إلا عبارة عن مقاومات.

يرمز عادة للمقاومة الكهربائية بالحرف R، ويرمز لها في المخططات الكهربائية بالرمزين الموضحين في الشكل التالي.



رموز المقاومة الكهربائية

تقاس المقاومة بواحدة الأوم، ويرمز له بالحرف اليوناني أوميغا (Ω) ويعرف الأوم بدلالة الجهد والتيار. حيث أن (١) أوم هو مقدار المقاومة التي تسمح بمرور تيار شدته (١) أمبير عند تطبيق جهد مقداره (١) فولت. ومن مضاعفات الأوم "الكيلو أوم" ويرمز له بالحرفين KΩ، ويساوي 10^3 أوم. والميجا أوم ويرمز لها بالحرفين MΩ وتساوي 10^6 أوم.

والجدول التالي يوضح قيم مقاومة بعض الأجهزة الحرارية المستخدمة في الحياة العملية.

سلك توصيل	أقل من 1 أوم
قطعة مطاط	أكثر من20 مليون أوم
مكوى كهربائي	0 - 50 أوم
عناصر التسخين في الأفران	15 - 50 أوم
مصابيح الإضاءة	0-600 أوم عندما تكون ساخنة 0 - 60 أوم عندما تكون باردة (ترتفع قيمة المقاومة بإرتفاع حرارتها) .

وتجدر الاشارة الى أنه عند اختيار أو استبدال المقاومات في الدارات الكهربائية فانه يجب مراعات المواصفات الفنية لهذه المقاومات والتي تتمثل في:

١ **المقاومة**: يعبر عن القيمة المطلوبة بالآم والكيلو أوم أو الميجا أوم .

٢ **القدرة المقدرة**: هي القدرة القصوى التي تبددها المقاومة ، ونأتي بها من المعادلة التالية :

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

٣ **معامل درجة الحرارة**: هو التغير في المقاومة لكل تغير في درجة الحرارة بالوحدة المعتمدة (يعبر عنه عادة بالأجزاء بالمليون) .

٤ **الاستقرار**: هو التقلب في قيمة المقاومة الذي يحصل تحت ظروف معينة وعلى مدة معينة من الزمن (يعبر عنه كنسبة مئوية %) .

الموصلية Conductance

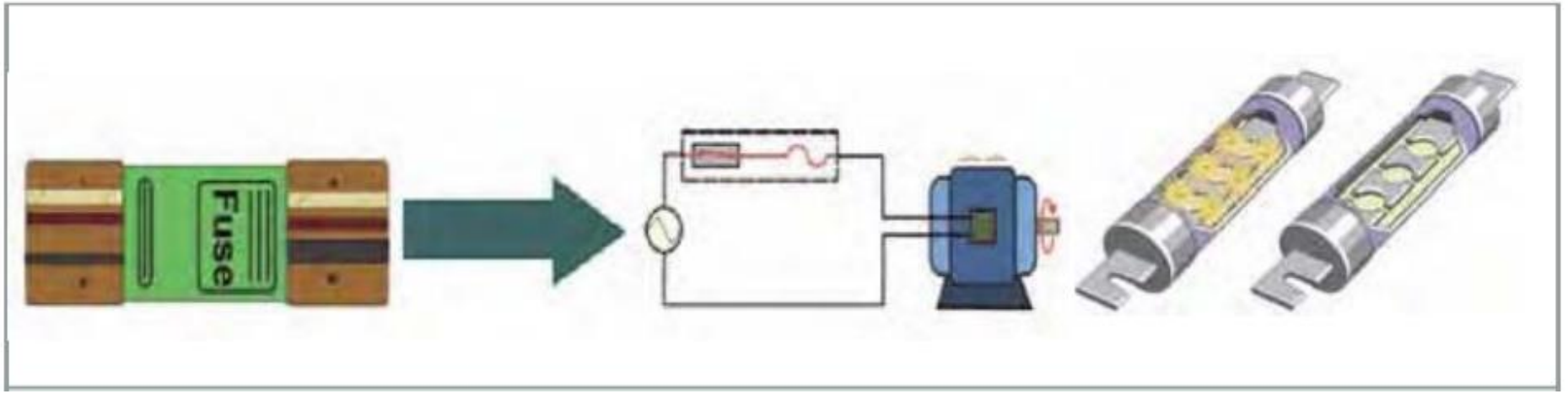
في بعض الأحيان يكون من المناسب أن نحسب مدى موصلية المادة للتيار الكهربائي أكثر من حساب مدى معارضتها لمرور التيار الكهربائي. لهذا نستخدم تعبير أو خاصية تسمى الموصلية Conductance.

إن الموصلية هي عكس المقاومة وتعبر عن قدرة المادة على تمرير التيار الكهربائي، ويرمز لها بالحرف (G) وتقاس بواحدة تسمى مو (mho) وهي معكوس كلمة أوم (ohm)، وفي الآونة الأخيرة تم اعتماد واحدة تسمى ال سيمينز (Siemens) لقياس الموصلية ويرمز لها بالحرف (S). ورياضياً فإن الموصلية هي مقلوب المقاومة كما في العلاقة التالية:

$$\mathbf{G = \frac{1}{R}}$$

المصهرات FUSES

المصهر (الفيوز) هو عنصر حماية للمعدات والأجهزة الكهربائية ولعناصر الدارة الكهربائية من التيارات الزائدة عن اللازم أو من تيار قصر الدارة الذي يؤدي الى تلف هذه الأجهزة. ويتلخص عمل المصهر في أن عنصره ينصهر ويفتح الدارة عند زيادة التيار عن حد معين، كما هو موضح في الشكل التالي.



عمل المصهر

الاستطاعة Power (P): هي معدل الشغل المبذول بالنسبة للزمن وتقاس بواحدة الواط W. وتعطى بالعلاقة:

$$Power=Energy/time$$

وتحسب في الدارات الكهربائية باستخدام العلاقات التالية:

$$P=I^2*R$$

أو $P=V^2/R$

أو $P=V*I$

حيث أن: V: الجهد I: التيار R: المقاومة

الطاقة والقدرة Energy and Power:

الطاقة Energy: تعرف بأنها المقدرة على بذل الشغل أو أداء العمل.

القدرة Power: هي معدل بذل الشغل، أو قياس مدى سرعة بذل الطاقة أو بمعنى آخر هي مقدار معين من الطاقة (W) المبذولة خلال فترة زمنية محددة (t).

$$P=W/t$$

حيث أن:

- **P - هي القدرة Power وتقاس بالوات Watt؛**
- **W - هو الشغل Work ويقاس بالجول Joule ؛**
- **T - هي الزمن time ويقاس بالثانية Sec.**

ملاحظة:

إن قيمة (1 Watt) تمثل مقدار القدرة عند بذل (1 Joule) من الطاقة خلال ثانية واحدة.

وحدات قياس الطاقة Units of Energy:

نظرا لأن الطاقة هي حاصل ضرب القدرة في الزمن فإنه يصبح من الممكن استعمال وحدات قياسية أخرى غير الجول لقياسها، حيث يمكن قياس الطاقة Energy بإحدى الوحدات التالية:

١. كيلووات ساعة Kilo Watt-hour (KWh)
٢. وات ساعة Watt-hour (Wh)
٣. وات ثانية Watt-second (Ws)

ملاحظة:

- لأن قيم الطاقة المستهلكة عادة كبيرة جدا فإن الوحدة العملية الأكثر استعمالا هي كيلووات ساعة Kilo Watt-hour (KWh).
- مقدار الطاقة المستهلكة على فواتير الكهرباء يكون دائما بالكيلوواط ساعة KWh.
- وحدة كيلوواط ساعة Kilo Watt-hour (KWh) ووحدة واط ساعة Watt-hour (Wh) يمكن استخدامها كوحدات للطاقة بدلا من الجول.
- (1 KWh): تمثل الطاقة المبذولة خلال ساعة من الزمن (1h) للحصول على قدرة تساوي 1 KW، أي أن:

$$Energy = Power\ (W) * Time\ (s)$$

$$1KWh = 1000*60*60 = 3.6*10^{6}\ Joule$$

$$1KWh = 3.6\ MJ$$

مثال:

كم كيلوواط – ساعة (KWh) من الطاقة يستهلكه مصباح كهربائي قدرته 250W، خلال 8 ساعات.

الحل:

$$Energy=W=P1= (250W)*(8h) = 2KWh$$

مثال:

أوجد القدرة كما في المثال السابق، اذا كانت قدرة المصباح والفترة الزمنية التي يعمل بها موضحة بالحالات التالية:

(a) 2500 W for 2h

(b) 100000 W for 2h

الحل:

$$W = (2.5KW)*(2h) = 5\ KWh \quad (a)$$

$$W_{KWh} = (100KW)*(5h) = 500\ KWh \quad (b)$$

وللحصول على الطاقة بالجول:

$$W_{Joule} = (100000W)*(5*3600s) = 1800000000=18*10^8J=1.8\ GJ$$

ملاحظة:

- للحصول على الطاقة بالجول Joule، يجب كتابة القدرة بالوات Watt والزمن بالثانية Second.
- للحصول على الطاقة بالكيلووات ساعة KWh ، يجب التعبير عن القدرة بالكيلووات (KW) والزمن بالساعة (hour).

تصنيف المواد حسب موصليتها للكهرباء:

١. **المواد الموصلة للكهرباء:** وهي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي من خلالها مثل النحاس، الألمنيوم، وغيرها من المعادن الموصلة للكهرباء، وتتراوح المواد في موصليتها حسب المقاومة النوعية لكل مادة.

٢. **المواد العازلة:** وهي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي من خلالها، وذلك بسبب تركيبها الداخلي والترابط القوي بين ذراتها، مثل الخشب، المطاط، الخزف وغيرها من المواد العازلة.

٣. **المواد شبه الموصلة:** وهي مواد تقع بين المواد الموصلة والمواد العازلة من حيث توصيلها للكهرباء، أي بمعنى آخر تكون عازلة عند درجة الصفر المطلق وتحت تأثير درجة حرارتها تبدأ موصليتها بالزيادة نتيجة تفكك الرابطة القوية بين ذراتها بغعل الحرارة. ومن المواد شبه الموصلة الجرمانيوم والسيليكون.

انتهت المحاضرة