2022-2023

جامعة جنوب الوادي- كلية التربية بالغردقة

دوائر كهربية

د. محمد علوش

مقدمة عن الكهرباء:

الكهرباء موضوع واسع يستخدم لتوضيح تصرفات الإلكترونات والبروتونات، يشكل التدفق اللاحق للإلكترونات التيار الذي نستخدمه لتنشيط كل شيء من حولنا، من المهم أن ندرك أنّ العديد من العلماء المتفانين قامو بأنفسهم لجلب الكهرباء بالشكل الذي نعرفه اليوم، بالنسبة للعديد من الناس، فإنّ الكهرباء يصنف من بين أشياء أساسية أخرى مثل الطعام والماء وهواء التنفس ومع ذلك، يعتبر معظمنا هذا الاختراع المهم أمرًا مفروغًا منه، من تشغيل أجهزة الراديو إلى الثلاجات.

تجلب الكهرباء العديد من الأشياء الإيجابية في الحياة، ومع ذلك فإنّ هذه الفوائد لا تأتي بدون مخاطر خاصة بها، الكهرباء لديها القدرة على التسبب في الموت الفوري إذا لم يتم التعامل معها بالطريقة الصحيحة، على الرغم من أنّ الكهرباء أصبحت جزءًا لا يتجزأ في معظم المنازل، إلّا أنّ هناك خطرًا من ألّا يكون العالم في وضع يسمح له بإنتاج ما يكفي من الكهرباء لسكانه في المستقبل القريب، قد يكون لذلك تداعيات خطيرة على حياة جميع المتضررين، هناك حاجة لفهم تاريخ الكهرباء وفوائدها واستخداماتها الحالية ومستقبلها إذا أردنا تقدير هذا الاختراع المهم.

قصة اختراع الكهرباء:

وفقًا لديانا بوكو يعود تاريخ الكهرباء إلى أكثر من ألفي عام، إلى الوقت الذي اكتشف فيه الإغريق القدماء أنّ فرك الفراء على العنبر تسبب في جذب بين الاثنين، بحلول مطلع القرن السابع عشر، كان هناك العديد من الاكتشافات المتعلقة بالكهرباء والتي توصل إليها العلماء، ومن بينها مولدات الكهرباء الساكنة والفصل بين التيارات الموجبة والسالبة، بحلول هذا الوقت، توّصل الأطباء أيضًا إلى صيغة لتحديد المواد التي كانت عوازل أو موصلات، في وقت مبكر من عام ١٦٠٠، توّصل أطباء مثل ويليام جيلبرت إلى مصطلحات مثل الكهرباء للإشارة إلى الطاقة التي تنبعث منها بعض المواد عند حكها بمواد

أخرى، وهذا يدل بوضوح على أنّه حتى قبل اختراع الكهرباء كانت هناك اكتشافات أخرى أشارت إلى وجود الكهرباء.

العلماء الذين ساهموا في اختراع الكهرباء:

على الرغم من أنّ العديد من الناس يعتقدون أنّ بنيامين فرانكلين كان المخترع الوحيد للكهرباء، إلّا أنّ الأبحاث الحالية التي أجريت حول هذه المسألة أثبتت عكس ذلك، تستغرق جميع الاختراعات تقريبًا مئات السنين للوصول إلى الكمال، علاوة على ذلك، تأتي جميع الاختراعات تقريبًا من خلال الجهود المتضافرة لمختلف المخترعين، لذلك تمّ اختراع الكهرباء من جهود لا حدود لها من مختلف الناس، لفترة طويلة، فتن البرق الجنس البشري، مع تقدم الوقت دفع هذا السحر العلماء اليونانيين مثل طاليس إلى ملاحظة أنّ فرك العنبر بالفراء يمكن أن يولد شحنة كهربائية.

بعد بوقت قصير، حاول الفيزيائي الألماني أوتو فون غريكه توليد الكهرباء عام ١٦٥٠، بعد ما يقرب من ٨٠ عامًا من اكتشاف أوتو فون، اكتشف عالم فيزياء إنكليزي آخر يُدعى ستيفن جراي أنّ بعض المواد لديها إمكانات أكبر لتوصيل الكهرباء على غيرها، بعد ما يقرب من عقدين من اختراع جراي، أثبت بنجامين فرانكلين بما لا يدع مجالًا للشك أنّ البرق والشرارة الناتجة عن فرك العنبر ضد مادة الفراء التي اخترعها الفيزيائي اليوناني تاليس سابقًا مرتبطان، لاحظت ديانا بوتشي أنّ "تجربة الطائرة الورقية ساعدت فرانكلين على إقامة علاقة بين البرق والكهرباء، مّما أدّى إلى اختراع مانع الصواعق." (بوكو) يعتبر هذا أحد أهم العلماء في اختراع الكهرباء، في عام ١٧٨٦ لاحظ لويجي جالفاني أنّ السكين المعدني الذي يتعرض لساق ضفدع ميت سيشكل نوعًا من التفاعل، جعله هذا يعتقد أنّ ساق الضفدع يجب أن تكون مصدرًا للكهرباء، ومع ذلك بعد ست سنوات اختلف عالم إيطالي آخر اسمه أليساندرو فولتا مع هذه النظرية، وبدلاً من ذلك أشار إلى أنّ مصدر الطاقة لم يكن ضفدع جالفاني، بل السكين الفولاذي ولوحة القصدير حيث وضع

الضفدع، وفقًا لفولتا "عندما يحدث البلل بين معدنين مختلفين، يتم إنتاج الكهرباء (Gavin Electrical)" باستخدام هذه المعرفة، صمم أول بطارية كهربائية موثقة، كانت بطارية فولتا الكهربائية أول مصدر للتيار الجاف (DC) معروف للإنسان.

بعد اختراع فولتا، أصبح من الممكن الآن إنتاج الكهرباء التي تتدفق بطريقة ثابتة، من خلال جهود فولتا، أصبح من الممكن الآن توصيل الكهرباء من مكان إلى آخر باستخدام قطعة من الأسلاك، كانت هذه مساهمة كبيرة في اكتساب علم الكهرباء كما نعرفه اليوم، بعد مساهمته الهائلة، قرر العلماء تسمية الوحدة المستخدمة لقياس الجهد الكهربائي فولت تكريما لأليساندرو فولتا، في عام ١٨٢٧، صقل جورج سيمون أوم أفكار فولتا وتوصل إلى قانون كهربائي جديد يُعرف باسم قانون أوم، استخدم العلماء الذين حاولوا التوصل إلى تحليل للدوائر الكهربائية هذه العلاقة لاحقًا.

الأحداث التي غيرت مجرى الكهرباء:

بعد اكتشاف الكهرباء على الرغم من قيام العلماء الأوائل بالكثير من الأعمال الأساسية، كان عام ١٨٣٠ نقطة تحول في اختراع الكهرباء، في ذلك العام بدأ عالم إنجليزي يدعى مايكل فاراداي في توليد الكهرباء على نطاق تجاري، من خلال إبداعه الخاص وأخذ أفكار من قبله، تمكن فاراداي من إنتاج المغناطيس الكهربائي، من خلال عمله الفكري، استطاع فاراداي أن يأتي بالتكنولوجيا التي تمّ استخدامها لتصنيع المحركات والمحولات الكهربائية، جاء ذلك بعد أن أدرك أنّه يمكن استخدام المغناطيسية لنقل التيار الكهربائي كان دينامو فاراداي أو المحول الكهربائي خامًا بكل المقاييس ولم ينتج سوى جزء صغير من التيار الكهربائي ومع ذلك، فقد شكل هذا أساسًا قويًا يتم من خلاله توليد الكهرباء.

بعد اختراع فاراداي، كان هناك ما يقرب من ٤٠ عامًا قبل ظهور الاختراع الرئيسي التالي، جاء ذلك في عام ١٨٧٩ بعد أن بنى الأمريكي توماس ألفا إديسون أول مولد تيار مباشر عملي على الإطلاق، كان إديسون أيضًا قادرًا على بناء الفوتوغراف والتلغراف الجيد

التكوين، جنباً إلى جنب مع صديقه جوزيف سوان، عالم من بريطانيا، تمكن إديسون من اختراع أول مصباح كهربائي، أنشأ العالمان فيما بعد شركة تصنيع لإنتاج المصابيح الكهربائية وبيعها، أدّى هذا إلى ثورة في اختراع الكهرباء حيث كانت الإضاءة الكهربائية قبل هذه الإضاءة تتم فقط عن طريق مصابيح القوس الخام.
في سبتمبر ١٨٨٢، أخذ إديسون اختراعه أبعد من ذلك من خلال نصب إنارة الشوارع في أحد شوارع نيويورك، على الرغم من أنّ هذا كان طفرة كبيرة في اختراع الكهرباء، إلّا أنّه تلقى انتقادات كبيرة من عامة السكان وزملائه العلماء الذين رأوا أنّ التيار الجاف يحتوي على أوجه قصور كبير، ومع ذلك لم يثبط عزيمته إديسون واستمر في العمل على تحقيق نجاح كبير لاختراعه، في نفس الوقت الذي كان إديسون يحاول فيه نصب إنارة الشوارع في مدينة نيويورك، كان أحد رجال الصناعة الذي يدعى جورج وستنجهاوس يهتم بشدة بالكهرباء، وبالتعاون مع نيكولا تيسلا، أنشأوا مصنعًا لإنتاج التيار المتردد.(AC)

تمكنت (Westinghouse و (Tesla من إقناع السكان الأمريكيين والعالم بأسره بالتخلي عن استخدام (DC) لصالح(AC) ، من خلال هذا التبني أصبح من الممكن الآن نقل كمية كبيرة من الكهرباء، والتي كان من المستحيل حتى الآن باستخدام التيار الجاف فقط، مساهم رئيسي آخر في تطوير الكهرباء كان جيمس وات، يرجع الفضل إلى المخترع الاسكتلندي في اختراع محرك تكثيف البخار، تقديراً لجهوده تمّ تسمية الوحدة الكهربائية للتيار باسم (Watt)تكريماً له، لابد من ملاحظة أنّ الأجهزة الكهربائية المخترعة لا يترجم بالضرورة إلى وجود كهرباء، فالكهرباء موجودة منذ القدم هذه الأجهزة هي مجرد اختراعات فنية تهدف إلى جمع الكهرباء وتخزينها، لكنه كان محصلة نتيجة مثابرة من مجموعة من العلماء.

فوائد واستخدامات الكهرباء:

تشكل الكهرباء جزءًا أساسيًا في حياة كل شخص منا، الشيء الوحيد الذي يجعل الكهرباء متاحة بسهولة هو أنّ الموارد المستخدمة لصنعها متنوعة، اليوم تعتمد جميع أشكال النقل تقريبًا على الكهرباء لتعمل، من قطارات الركاب إلى السيارات الفردية، هناك حاجة للكهرباء لتشغيلها، تعتمد معظم السيارات التي يتم تصنيعها اليوم على الكهرباء فقط لتدوير العجلات التي بدورها تحرك السيارة، حتى النماذج التقليدية التي تعتمد على الغاز لتشغيلها لا تزال بحاجة إلى الكهرباء لتشغيل المحركات والتحكم فيها وإعطاء الطاقة لأجزاء تكميلية أخرى.

هذا يدل على أنّه بدون الكهرباء، لن يتمكن الجنس البشري من الانتقال من نقطة إلى أخرى باستخدام وسائل النقل المتاحة، بصرف النظر عن وسائل النقل، تتطلب جميع الأجهزة المنزلية تقريبًا الكهرباء لتشغيلها، من أنظمة التدفئة المنزلية وأجهزة الكمبيوتر وأجهزة الراديو الترانزستور وأجهزة التلفزيون والعديد من الأجهزة المنزلية الأخرى كلها تتطلب الكهرباء لتشغيلها، علاوة على الإضاءة هناك حاجة إلى الكهرباء لتسهيل الاتصال، يتم ذلك من خلال تشغيل أجهزة الكمبيوتر، والهواتف المحمولة، وخطوط الهاتف الثاب ، والأهم من ذلك في إرسال الإشارات.

في غياب الكهرباء، سيعود العالم إلى عصر كتابة الرسائل وإشعال النيران أو حتى التلويح بالأعلام لتمرير الرسائل، يعتمد التصنيع الصناعي، وهو القوة الدافعة لكل دولة على حدة، على الكهرباء لتشغيل كل جزء من الصناعة تقريبًا، هذا يعني أنه بدون الكهرباء ستتوقف الصناعة التحويلية، مجال آخر حيث تشتد الحاجة إلى الكهرباء هو قطاع الترفيه، مشغلات (MP3)، وأجهزة الراديو المحمولة، تعتبر أجهزة (iPod) جزءًا من الحياة، كل هذه الأجهزة تتطلب كهرباء للعمل سواء تمّ توصيلهم بمصدر للكهرباء أو بالبطارية فإنهم جميعًا يستهلكون الكهرباء.

أنواع الكهرباء الرئيسية

الكهرباء الساكنة:

تُعدّ الكهرباء الساكنة أو الكهرباء السكونية (بالإنجليزية Static Electricity) :النوع المسؤول عن العديد من الظواهر التي يعيشها الإنسان في حياته اليومية، والتي لا يُمكن فهمها إلّا من خلال فهم فيزياء الكهرباء السكونية ومبدأ عملها، ومن هذه الظواهر: أن يتلقّى الشخص صدمة كهربائية خفيفة من مقبض الباب بعد مشيه على السجّاد، أو من مقبض السيارة عند مغادرتها ومحاولة إغلاقها، أو عند خلع السترات الصوفية، ومن الجدير بالذكر هنا أنّ ظاهرة البرق خلال العواصف الرعدية سببها الكهرباء السكونيّة.

تحدث ظاهرة الكهرباء السكونية عند تراكم عدد كبير من الشحنات الكهربائية على سطح ما عند فرك جسمين ببعضهما البعض وتلامسهما معاً، مما يؤدي إلى تغيير شحنتيهما بعد أن كانا متعادلي الشحنة، أي أنّهما كانا يملكان عدداً متساوياً من الجسميات الموجبة (البروتونات) والجسيمات السالبة (الإلكترونات)، فعلى سبيل المثال لو تمّ فرك بالون بسترة صوفية فإنّ الإلكترونات ستنتقل من الصوف إلى البالون، فيصبح البالون مشحوناً بشحنة سالبة؛ لأنّه اكتسب إلكترونات إضافية، أمّا الصوف فسيحمل شحنة موجبة؛ لأنّه فقد إلكترونات.[٢] لا تنحصر ظواهر الكهرباء السكونية على ما تمّ ذكره من مواقف يومية في الحياة، بل تتجاوز ذلك لتكون أساس الحياة والوجود؛ لأنّها مسؤولة عن العديد من الظواهر الكونية الطبيعية، لكن هذه الظواهر لا تحدث باستمرار ما لم تكن هناك قوىً أخرى مرتبطة بها، فالكهرباء السكونية وما ينتج عنها من قوى التجاذب والتنافر تحافظ على البناء الذري للمادة وتحافظ على توازنها، وبالتالي فهي أساس كتل الأجسام والأشياء المادية، وهي أساس استجابة الإنسان لحواسه من تذوّق، ولمس، وحركة، فهي جميعها ظواهر كهربائية تحدث في جسم الإنسان.

الكهرباء المتحركة:

تنشأ الكهرباء المتحرّكة نتيجة مرور تيّار كهربائيّ عبر جسم موصل ممّا يؤدي إلى تسخينه وارتفاع درجة حرارته، ويُعرَّف التيّار الكهربائيّ على أنّه معدّل تدفق الإلكترونات في جسم الموصل، ويُقاس بالأمبير (بالإنجليزية[.(Ampere :

ويُمكن تشبيه التيار الكهربائيّ بالتيّار المائيّ الذي يمرّ عبر قنوات نهريّة، فتدفق الإلكترونات وحركتها يُشبه تدفّق الماء من نقطة إلى أخرى، ومجرى النهر يشبه الموصل الكهربائي الذي يسري فيه التيّار والذي يكون مصنوعاً عادة من النحاس، وبما أنّه يُمكن قياس سرعة المياه وطاقتها في النهر، فإنّه يُمكن أيضاً حساب سرعة التيّار وطاقته التي ينتجها خلال فترة من الزمن.[٢] هناك العديد من الطرق والمصادر التي يُمكن توليد الكهرباء من خلالها، منها التفاعلات الكيميائية، وهو مبدأ عمل البطاريات، ومن أشهر طرق توليد الطاقة الكهربائية، ما يحدث في المولّدات الكهربائية، إذ تعمل على تحويل الطاقة المغناطيسية إلى طاقة كهربائية عند دوران المغانط الكهربائية مختلفة الأقطاب حول ملفّ من الأسلاك النحاسية، وهو ما يحدث تحديداً في محطات توليد الطاقة الكهربائية.

أنواع الكهرباء المتحركة:

تُقسَّم أنواع التيّارات الكهربائية إلى نوعين رئيسيين، هما:

- التيار المستمر: (بالإنجليزية(Direct Current :، يُرمز للتيّار المستمر بالرمز (DC)، وهو التيّار ذو القيمة والاتجاه الثابتين واللذين لا يتغيّران مع الزمن، حيث تتحرّك الإلكترونات باتجاه واحد من القطب السالب للبطارية وصولاً للقطب الموجب.
- التيار المتردد: (بالإنجليزية(Alternating Current :، يُرمز له بالرمز(AC) ، وهو التيّار ذو القيمة والاتجاه المتغيّرين مع مرور الوقت بشكل دوريّ متكرّر، أي أنّ قيمته تتغيّر من الصفر إلى أقصى قيمة موجبة يُمكن أن يصلها التيّار، ثمّ

تتناقص لتصل إلى الصفر، ثمّ تتعدّاه إلى أقصى قيمة سالبة، ثمّ تعاود الزيادة مرة أخرى، وهكذا دواليك، حيث تسير الإلكترونات باتجاه معيّن، ثمّ تعكس مسارها وتسير بالاتجاه المعاكس وصولها إلى أقصى قيمة للتيّار موجبة كانت أم سالبة، وتتكرر هذه العملية حوالي ٥٠-٦٠ مرة في الثانية الواحدة.

الاختلافات بين الكهرباء السكونية والمتحركة:

تختلف الكهرباء الساكنة عن الكهرباء المتحرّكة بعدة اختلافات رئيسية، وهي كالآتي:

- التوليد: تتولّد الكهرباء السكونية من انتقال الإلكترونات السالبة من جسم معين إلى جسم آخر عند ملامسته له، كما تمّ ذكره في مثال البالون، وتختلف الأجسام من حيث قابليتها لكسب أو فقد الإلكترونات، أمّا الكهرباء المتحرّكة فتنتج عن تدفّق سيل من الإلكترونات عبر جسم موصل للكهرباء.
- الجهد الكهربائي: عادة ما تكون الكهرباء الساكنة ذات جهد كهربائي مرتفع؛ لأنّ الإلكترونات تنتقل فيها دفعة واحدة، أمّ الكهرباء المتحرّكة فهي ذات جهد منخفض نسبياً مقارنة بالكهرباء السكونية؛ لأنّها عبارة عن تدفّق مستمر من الإلكترونات، ولا تنتقل دفعة واحدة.
- المدة الزمنيّة: تستمر فعالية الكهرباء السكونية لفترة قصيرة جداً، وتختفي عندما تتوقف الإلكترونات عن الانتقال من جسم إلى آخر، أمّا الكهرباء المتحرّكة فهي موجودة ومستمرّة، فقط تحتاج إلى توصيل أي جهاز بالقابس للاستفادة منها مباشرة.

استخدامات مختلفة لأنواع الكهرباء:

تطبيقات الكهرباء الساكنة:

استطاع الإنسان تسخير الكهرباء السكونية في العديد من التطبيقات المهمة في حياته العملية وفي المجالات المختلفة، فمثلاً:

- استخُدِمت الكهرباء السكونية في الطابعات، وآلات نسخ الورق الحديثة، حيث يجذب الورق الشحنات الكهربائية من أسطوانة الحبر باتجاهه.
- تُستخدمَ في عمليّات تنظيف المداخن وإزالة الأغبرة للتخفيف من تلوّث الهواء.
- استخُدِمت في طلاء السيارات، بحيث تجذب هياكل السيارات رذاذ الطلاء باتجاهها تجنّباً لوصوله إلى أسطح أخرى حوله، وفي رشّ المزروعات بالمبيدات الحشرية، حيث توزّع قطرات المبيد الحشري بالتساوي على الأوراق.

تطبيقات الكهرباء المتحركة:

يستخدم التيّار المباشر في العديد من المجالات منها البطاريات بشقّيها القابلة للشحن وغير القابلة للشحن، فكلا النوعين يُنتج تيّاراً ثابتاً، كما أنّ العديد من الأدوات الكهربائية كأجهزة الحاسوب، والراديو، والهواتف المحمولة، وغيرها تحتاج إلى التيّار المباشر من أجل تشغيل الدارات الكهربائيّة وأجزائها المختلفة فيها.

وعلى الرغم من أنّ غالبية الأجهزة الكهربائية يتمّ تشغيلها عن طريق التيّار المتردد، إلّا أنّه يحتوي كل منها على محوّل تيار كهربائي يعمل على تحويل التيار من تيار متردد إلى تيّار مباشر ذي جهد مناسب للجهاز.[٥] تُعدّ الكهرباء ذات التيّار المتردد هي الكهرباء المناسبة للتوصيل للبيوت، إذ تتميّز بسهولة نقلها عبر مسافات طويلة، كما أنّ جهدها العالي يقلل من الطاقة المهدرة خلال نقلها وتوزيعها، فالجهد المرتفع يعني تيّاراً أقل، والذي بدوره يقلّل من الحرارة الناتجة عن مقاومة الأسلاك للتيّار.

وتُستخدَم محوّلات خاصة في حال الحاجة لتحويل التيّار المتردد من جهد عالٍ إلى جهد منخفض، كما يُستخدم التيّار المتردد في تشغيل المولدات والمحرّكات الكهربائية، فالمحركات الكهربائية لها فوائد عديدة خاصة في الثلاجات وأجهزة غسل الصحون، إذا تُحوّل المحرّكات الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية يُمكن الاستفادة منها.

أنواع الكهرباء وفقاً لمصدر إنتاجها:

تختلف مصادر إنتاج الكهرباء، وفيما يأتي سيتمّ ذكر أهمّ مصادر إنتاج الطاقة الكهربائية في العالم:

- الطاقة غير المتجددة هي الطاقة الناتجة عن مصادر غير متجددة مثل الوقود الأحفوري كالنفط، والغاز، والفحم الحجري، والتي تُشكِّل ثروة لبعض دول العالم بسبب وفرة مصادرها لديهم، ويُمكن تسميتها الطاقة غير النظيفة؛ لأنّها تضر بالبيئة وحياة الإنسان، فهي المسؤولة بشكل كبير عن مشاكل التلوّث البيئيّ بأنواعه، وظاهرة الاحتباس الحراري، وبعض الكوراث الطبيعية كالزلازل الناتجة عن حفر وتكسير الأراضي خلال عمليات التنقيب.
- الطاقة الكهرومائية (بالإنجليزية(Hydroelectric Energy :، يتمّ إنتاج الكهرباء بالاستفادة من تدفّق المياه من ارتفاعات عالية كالشلّالات، وتتكوّن محطات الطاقة الكهرومائية من خزانات ضخمة لتخزين المياه، تحتوي على بوّابات أو صمامات للتحكّم بتدفّق المياه من الخزّان، تَنتُج الطاقة الكهربائية عند تحويل الطاقة الكامنة في المياه نتيجة فرق الارتفاع إلى طاقة حركيّة ناتجة عن تدفّق المياه إلى أسفل، ثمّ يمرّ الماء عبر شفرات التوربينات المائية وتُحويلها إلى طاقة كهربائية في النهاية.
- الطاقة الشمسية هي أحد أشكال الطاقة المتجددة، إذ يُمكن تحويل الطاقة القادمة من الشمس إلى طاقة كهربائية باستخدام الألواح الكهروضوئية، كما يمكن استغلال

الطاقة الشمسية بتحويلها مباشرة إلى طاقة حرارية تُستخدَم في أنظمة تدفئة المباني بأنواعها المختلفة، وتسخين المياه.

- طاقة الرياح: يتمّ إنتاج الكهرباء اعتماداً على حركة الرياح وتدفّق الهواء في الغلاف الجوي، إذ تقوم توربينات هوائية مخصصة بمواجهة حركة الرياح، مما يؤدي إلى تحريك هذه التوربينات وتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية.
- الطاقة الحيويّة وهنا تنتج الكهرباء عن حرق الكتلة الحيوية للنباتات والحيوانات، كالمحاصيل الزراعية، والأخشاب ومخلافاتهما، فيتمّ تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حرارية تدخل في توربينات بخارية لتحوّلها إلى طاقة كهربائية قابلة للاستخدام، وقد يعتقد بعض الأشخاص خطئاً أنّ الكتلة الحيوية هي شكل من أشكال الوقود النظيف الصديق للبيئة، غير أنّ العلم أثبت أنّ حرق الكتلة الحيوية مضرّ بالبيئة بسبب انبعاثات الكربون الضارّة الناتجة عنها، وتأثيره المباشر في التنوّع البيولوجي.

الطاقة الحرارية الأرضية يتمّ استغلال درجات الحرارة المرتفعة لمياه الينابيع الساخنة عن طريق حفر الآبار العميقة لاستخراج المياه الجوفية الساخنة، ويتمّ استخدام المياه بعد ضخّها في توربينات بخارية خاصة لتوليد الكهرباء، لكنّ هذه الطريقة قد تزيد من خطر حدوث الزلازل في البقع الساخنة (بالإنجليزية (Hot Spots :التي تحتوي على المياه الجوفية الساخنة

التيار الكهربائي هو عباره عن تدفق شحنات كهربائيه مثل الالكترونات في ماده موصله مثل سلك معدني , **التيار الكهربائي** له عدة خصائص فيزيائيه منها شدة التيار وفرق الجهد والمقاومه.

ما هو التيار الكهربائي:

يرتبط التيار بشكل أساسي بحركة الشحنات سواء كانت سالبه "إلكترونات" أو موجبه "أيونات"، إذا يعرف التيار بأنه حركة الشحنات الكهربائيه خلال فتره معينه من الزمن،

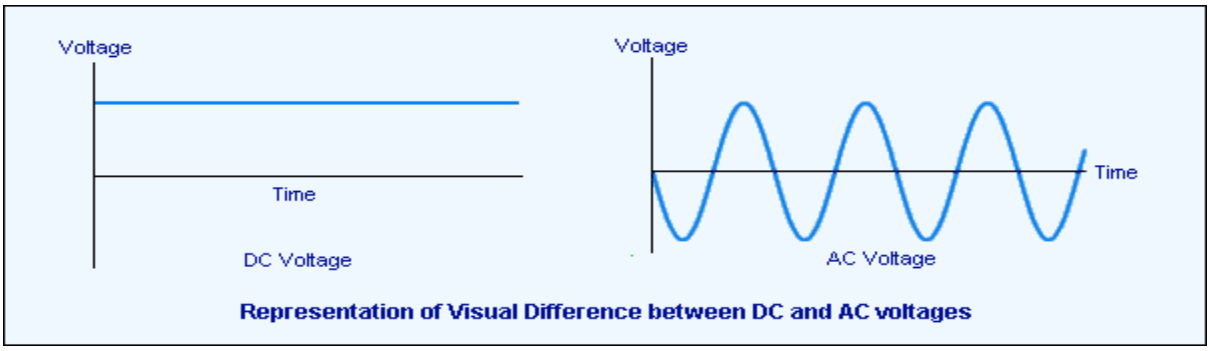
وحركة الشحنات تكون غير منتظمه وبطيئه جداً. تنتقل المياه من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض،

وهذا شبيه بحركة الشحنات الكهربائيه حيث تنتقل من الموجب أي الطاقه الأعلى إلى السالب، أي الطاقه الأقل، هذا إذا كانت الشحنات موجبه، أما إذا كانت سالبه فتكون بالاتجاه المعاكس.

ينتقل التيار في الفلزات التي تعد موصله للتيار الكهربائي مثل: النحاس، والألمنيوم، والرصاص، والذهب لذلك تستخدم هذه المواد في الدوائر الكهربائيه المختلفه، أما اللافلزات فإنها غير موصله للتيار الكهربائي،

وأيضاً يتولد من خلال المجال المغناطيسي المتولد في سلك معين فإذا وضعنا ملفاً حلزونياً قريباً من دائره كهربائيه، تتولد قوه دافعه حثيه عندما يتولد مجال مغناطيسي في هذا الملف، والذي يعمل على توليد تيار حثي، ويحدد اتجاه التيار من خلال قاعدة لنز.

ما هي أنواع التيار الكهربائي:



Representation of Visual Difference between DC and AC voltages

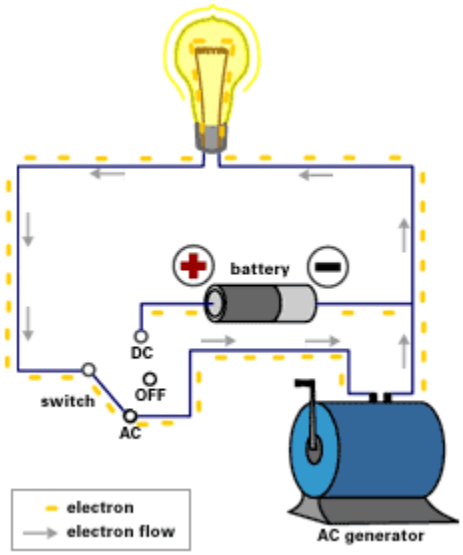
- **التيار المستمر:DC**

هو **التيار الكهربائي** الذي يتدفق بشكل ثابت من القطب السالب إلى الموجب من مصدر توليد **التيار الكهربائي** مثل التيار المتدفق من البطاريه الجافه ويكون رمزه DC ويستخدم عادة في الجهد المنخفض مثل بطاريات وخلايا شمسيه.

- **التيار المتردد:AC**

هو التيار الذي يتدفق بشكل متردد من السالب إلى الموجب مره ومن الموجب إلى السالب مره أخرى من مصدر توليد الطاقه الكهربائيه مثل التيار المتدفق من محطة توليد الكهرباء حيث أن الملف الذي يقطع المجال المغناطيسي يغير اتجاهه خلال عملية الدوران مما يعني تغيير اتجاهه في كل مره يدور فيها الملف نصف دورة وبالتالي يتغير القطب الموجب والسالب في كل مره. والتغيير في AC هو عباره عن التردد ويساوي ٥٠ او ٦٠ مره في الثانيه ويقاس بالهيرتز.

كيف ينتج التيار الكهربائي:



التيار الكهربائي هو الشيء الذي يسري من نقطه إلى أخرى في السلك ويقاس التيار بوحده تسمى الأمبير.

إن نقص إلكترون " الإلكترون سالب الشحنة " أو أكثر من إحدى الذرات يجعلها موجبه الشحنه الكهربائيه وبالعكس فان زيادة إلكترون أو أكثر إلى الذره يجعلها سالبه الشحنه والذره في حالتها

الطبيعيه متعادله إي إن شحنتها السالبه تتساوى مع شحنتها الموجبه " الالكترونات والبروتونات."

وبذلك لا يظهر اثر أحداهما على الذره فلا هي سالبه ولا هي موجبه عندما تضيء مصباحا كهربائيا فان معنى ذلك أن تيارا كهربائيا قد مر بهذا المصباح وهذا الذي جعله يضيء وهذا التيار الكهربائي ناتج عن انتقال الالكترونات الحره وتحركها في سرعه هائله داخل ذرات الأسلاك من ذره إلى أخرى واندفاع هذه الالكترونات الحره من ذره إلى أخرى

هو المعبر عنه بـ **التيار الكهربائي** وبتوضيح أكثر نقول أن التيار الذي يسبب إضاءة المصباح وإدارة المتور وغير ذلك ناتج عن تحرك الالكترونات وانطلاقها من ذرة إلى أخرى وقد اصطلح الفنيون على أن اتجاه التيار فعلا هو عكس اتجاه تحرك الالكترونات إي أن الالكترونات تتحرك من الطرف السالب للبطاريه خلال الأسلاك راجعه إلى الطرف الموجب للبطاريه.

ما هي وحدة قياس التيار الكهربائي:

الأمبير هي الوحده الأساسيه لقياس **التيار الكهربائي** والتي أقرتها المنظمه العالميه للقياس SIQ، فالأمبير مرتبط بشكل أساسي بالتيار الذي من خلاله نستطيع حساب العديد من الكميات المشتقه مثل الجهد على جهاز معين، والمقاومه الخاصه بجهاز معين، وقياس القدره والطاقه.

معلومات حول الأمبير:

يعرف الأمبير حسب القانون (التيار= الشحنة ÷ الزمن)، على أنه مرور شحنه مقدارها واحد كولوم في واحد ثانيه، ومن هنا فإن الأمبير يكافئ كولوم/ثانيه، وحسب قانون أوم، فإن الأمبير يكافئ فولت/أوم، وينسب الاسم إلى العالم الفرنسي أندري أمبير الذي درس **التيار الكهربائي.**
يمكن معرفة التيار الذي يعمل عليه جهاز معين من خلال معرفة قدرة الجهاز، وهي القيمه المكتوبه على الجهاز،

وبما أن الجهد معروف في أغلب الدول فإن التيار نستطيع معرفته من المعادله: التيار=القدره/الجهد. للأمبير الكثير من التطبيقات في حياتنا ففي عصر التكنولوجيا لا يخلو بيت من العديد من الأجهزه الكهربائيه التي تحتاج إلى جهد كهربائي يولد تيار لتشغيل هذه الأجهزه مثل: الثلاجات، والغسالات، والتلفاز، وغيرها من الأجهزه الموجوده في منازلنا.

المجال الكهربائي:

إن قوانين القوة والحفظ ليست سوى جانبين من جوانب الكهرومغناطيسية، وتحدث القوى الكهربائية والمغناطيسية بسبب المجالات الكهرومغناطيسية، ويشير مصطلح الحقل إلى خاصية الفضاء، بحيث يكون لكمية الحقل قيمة عددية في كل نقطة من الفراغ، قد تختلف هذه القيم أيضًا مع مرور الوقت.

قيمة المجال الكهربائي أو المغناطيسي هي متجه؛ أي كمية لها حجم واتجاه، وقيمة المجال الكهربائي عند نقطة في الفضاء، على سبيل المثال تساوي القوة التي سيتم بذلها على شحنة الوحدة في ذلك الموضع في الفضاء.

ينشئ كل جسم مشحون مجالًا كهربائيًا في الفضاء المحيط، الشحنة الثانية "تشعر" بوجود هذا المجال، الشحنة الثانية إما تنجذب نحو الشحنة الأولية أو تنفر منها، اعتمادًا على علامات الشحنات بالطبع، نظرًا لأن الشحنة الثانية لها أيضًا مجال كهربائي، فإن الشحنة الأولى تشعر بوجودها وتنجذب أو تنفر من الشحنة الثانية أيضًا.

يتم توجيه المجال الكهربي من الشحنة بعيدًا عن الشحنة عندما تكون الشحنة موجبة وباتجاه الشحنة عندما تكون سالبة، يظهر المجال الكهربائي من شحنة في حالة سكون لمواقع مختلفة في الفضاء، تشير الأسهم إلى اتجاه المجال الكهربائي، ويشير طول الأسهم إلى قوة المجال عند نقطة منتصف الأسهم.

إذا تم وضع شحنة موجبة في المجال الكهربائي، فسنشعر بقوة في اتجاه المجال، كما ستشعر الشحنة السالبة بوجود قوة في الاتجاه المعاكس لاتجاه المجال.

في الحسابات، غالبًا ما يكون التعامل مباشرة مع المجال الكهربائي أكثر ملائمة من التعامل مع الشحنات، في كثير من الأحيان، يُعرف المزيد عن المجال أكثر مما يُعرف عن توزيع الشحنات في الفضاء.

على سبيل المثال، توزيع الشحنات في الموصلات غير معروف عمومًا لأن الشحنات تتحرك بحرية داخل الموصل ومع ذلك، في المواقف الثابتة يكون للحقل الكهربائي في الموصل في حالة توازن قيمة محددة صفر؛ لأن أي قوة على الشحنات داخل الموصل تعيد توزيعها حتى يختفي المجال، حيث يعبَّر عن وحدة المجال الكهربائي بنيوتن لكل كولوم، أو فولت لكل متر.

المقاومة الكهربائية

هي خاصيه فيزيائيه تتميز بها الموصلات المعدنيه في الدوائر الكهربائية أو الالكترونيه . وهي عباره عن عنصر يقلل التيار المار عبر مسار معين وكلما كبر حجم المقاومه كلما قل التيار.

وحدة قياس المقاومة الكهربائية:

تُقاس **المقاومة الكهربائية** بوحدة الأوم، ويرمز لها بالرمز الأغريقي **"Ω Capital Omega"**, ويرجع سبب التسمية الي الفيزيائي الألماني جورج أوم وهو أول من إكتشف

العلاقه بين فرق الجهد وشدة التيار من خلال المعادله : فرق الجهد = حاصل ضرب المقاومه في شدة التيار.

حيث يُقال لموصل معدني أن له مقاومه قيمتها ١ أوم، إذا كان فرق جهد قيمته ١ فولت بين طرفي هذا الموصل قادر علي تمرير تيار كهربائي شدته ١ أمبير.

و رمز المقاومه الكهربائيه هو الحرف اللاتيني R إختصاراً لـ.Resistance

أنواع المقاومات:

يوجد أنواع متعدده من المقاومات، ولكن يمكن تصنيفها بشكل مبسط الي نوعين أساسيين " مقاومات ثابتة القيمه – مقاومات متغيرة القميه".

- **المقاومة ثابتة القيمة:**

وهي المقاومه التي تكون قيمتها ثابته ولا يمكن تغييرها أو التحكم في قيمتها، وغالباً ما تكون قيمة المقاومه مكتوبه عليها بشكل مباشر عن طريق الأرقام، أو بشكل غير مباشر عن طريق الألوان. ويندرج تحت هذا التصنيف ثلاثة أنواع من المقاومات:

- **مقاومه كربونيه:**

وهي المقاومه التي تكون الماده الموصله بها مصنوعه من الكربون، وغالباً ما تكون قيمة هذه المقاومات كبيره.

- **مقاومه سلكيه:**

وهي المقاومه التي تكون الماده الموصله بها عباره عن سلك ملفوف علي جسم المقاومه، ويجب أن يكون هناك مسافه بين كل لفه من لفات السلك، وغالباً ما تكون قيمة هذه المقاومه صغيره.

- **المقاومه الشبكيه:**

وتستخدم هذه المقاومه في دوائر الـ Led Driver, وتكون عبارة عن شبكة " مصفوفه" من المقاومات توضع في غلاف واحد أسود اللون بأرجل عموديه، بدايتها تكون حره، ونهايتها تكون موصله بنقطه واحده.

- **المقاومه متغيرة القيمه:**

وهي المقاومه التي تتغير قيمتها تبعاً للحراره أو الضوء أو الحركة الميكانيكية .ويندرج تحت هذا التصنيف ٤ أنواع من المقاومات:

- **المقاومه المتغيرة:**

تعتبر من الأجزاء الرئيسيه في بعض الأجهزه الالكترونيه كالراديو والأجهزه التي تحوي السماعات ويكمن الغرض من استخدامها في التحكم بالجهد المار لتقليل أو زيادة الصوت مثلاً أو التحكم في التردد في الراديو ولها العديد من الاستخدامات.

- **المقاومه الضوئيه:"LDR"**

تُصنع هذه المقاومه من كبريتيد الكادميوم CDS وتتأثر قيمة هذه المقاومه بتعرضها للضوء. وتتناسب قيمتها عكسياً مع شدة الإضاءه، حيث تنخفض مقاومتها مع زيادة شدة الإضاءه، وتزداد قيمتها مع انخفاض الضوء. وتتراوح قيمتها ما بين ١٠٠ أوم و ٢ ميجا أوم.

- **المقاومه الحراريه:"Thermistor"**

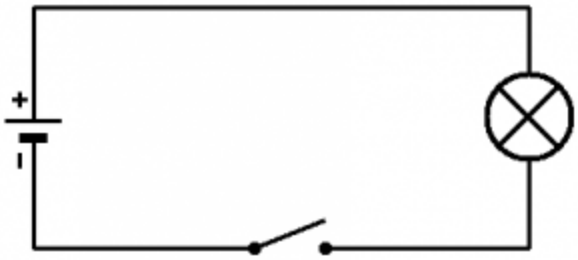
وهي المقاومه التي تتغير قيمتها بتعرضها للحرارة، ويوجد منها نوعين النوع الأول يسمي المقاومه الحراريه الموجبه "Positive Temperature Coefficient " اختصار لـ PTC , وهي التي تزداد قيمتها بزيادة الحراره، والنوع الثاني يسمي المقاومه الحراريه السالبه "Negative Temperature Coefficient"اختصار لـ NTC و وهي التي تقل قيمتها بزيادة الحراره.

- **مقاومه الكمون المتغير " الفايرستور :"VDR" "**

وهي المقامه التي تتغير قيمتها تبعآ للجهد الموصل علي أطرافها، وتستخدم غالبآ في حماية الدوائر الكهربائيه، وجدير بالذكر أن القطبيه غير مهمه عند توصيلها.

مفهوم الدوائر الكهربائية

تنتج دارة كهربائية عن طريق توصيل عدة أجهزة ثنائية الأقطاب مع بعضها بحيث تكون شبكة مغلقة حتى تعمل ولتبسيط ذلك نأخذ دارة بسيطة تتكون من بطارية ومصباح ومفتاح عند غلق الدارة نلاحظ إضاءة المصباح وذلك بسبب مرور تيار كهربائي كما هو موضح في الشكل ١.



الشكل ١ :نموذج لدارة كهربائية مفتوحه

سميت الدارة الكهربائية بدائرة لأن تيار كهربائي لا يسري في الدائرة إلا إذا كانت الدائرة مغلقة مثل الدائرة، وسميت بكهربائية لأن عملها يعتمد على الكهرباء.

الدائرة الكهربائية "Electrical network" هي أداة بسيطة تعتمد على سريان التيار الكهربائي في الدائرة، وتعمل من خلال توصيل مجموعة الأجهزة ذات الأقطاب الثنائيه مع بعضها، وتعمل هذه الدائره عندما يتم إغلاقها،

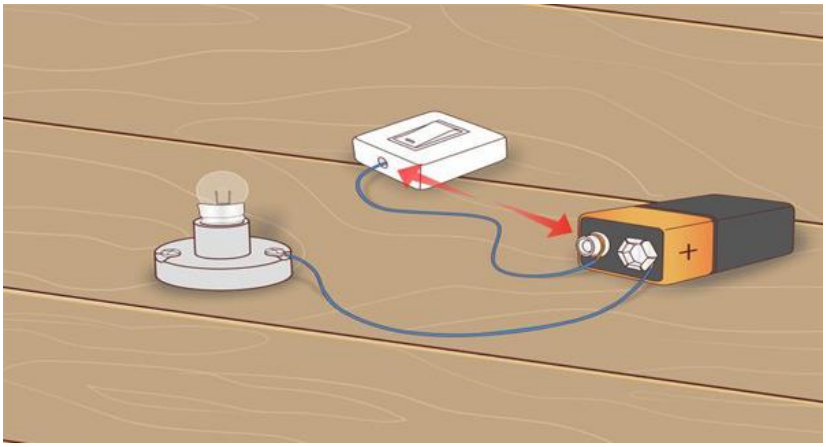
ويمكن تكوين دائره بسيطة من خلال تمرير التيار الكهربائي بين بطاريه ومصباح وأسلاك، ويستخدم المفتاح لإغلاق وفتح **الدائرة الكهربائية**، ويطلق عليها اسم **الدائره الكهربائيه** نظراً لسريان التيار الكهربائي بشكل دائري وتعمل بالاعتماد على الكهرباء.

ما هي الدائرة الكهربائية:

هي عباره عن مجموعه من الأسلاك التي تتصل مع بعضها البعض، والتي تسمح للتيار الكهربائي بالمرور من خلالها؛

ومن الجدير ذكره أن التيار هو مجموعه من الشحنات التي تعبر الأسلاك، حيث يتم إيصال هذه الشحنات إذا كانت الدائره مغلقة، وتتكون **الدائرة الكهربائية** من مجموعه من المواد.

مكونات الدائرة الكهربائية:



- **منبع القدره الكهربائي:**

وهو مولده أو بطاريه ويمكن أن نقبل تسمية المآخذ الكهربائي بمنبع للقدره الكهربائيه.

- **أسلاك التوصيل:**

وهي خطوط النقل وتتألف من معادن ناقله للتيار الكهربائي وذات مقاومه كهربائيه قليله تغلف النواقل بمادة عازله غالباً من البلاستيك. وتعمل على وصل جميع عناصر الدائره الكهربائيه مع بعضها البعض، وبالتالي يسير التيار الكهربائي عن طريقها.

- **الحموله:**

مثل مصباح أو محرك أو أي آلة تستهلك القدره الكهربائيه وهي ذات مقاومه كهربائيه عاليه. وهذه المقاومه العاليه للجهاز تسمح للقدره الكهربائيه بالتحول إلى شكل آخر من أشكال الطاقه مثل ضوء أو صوت حركه ميكانيكيه أو حراره.

- **القاطع الكهربائي:**

يتحكم بتشغيل الجهاز فهو يقطع التيار وذلك بفصل قطعه من الدائره وإبعادها عن مسار التيار ويوصل التيار بإعادة تلك القطعه إلى مكانها في **الدائره الكهربائيه** ويسمح بمرور التيار.

أنواع الدوائر الكهربائية:

أنواع الدارات الكهربائية تصنف الدارات الكهربائية كالآتي:

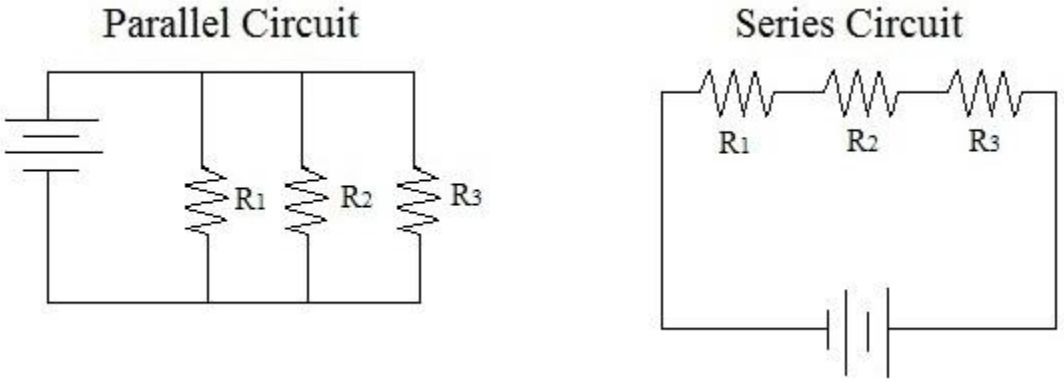
وفقاً للتيار الكهربائي:

- دارة التيار المباشر: يتدفق التيار في هذا النوع باتجاه واحد فقط.
- دارة التيار المتردد: يتذبذب التيار ذهاباً وإياباً بشكل متكرر كل ثانية، ومن الأمثلة عليها الدارات الموجودة في المنازل.

وفقاً للتوصيل:

- الدارة الموصولة على التوالي: يتدفق التيار كاملاً في مسار واحد في جميع عناصر الدارة.
- الدارة الموصولة على التوازي: ينفصل التيار ويمر في عدة فروع لكي يتدفق في جميع عناصر الدارة، مما يجعل قيمته تنقسم وتتغير حسب التفرع والعناصر الموجودة فيه، بينما يكون الجهد المار في كل فرع نفس المقدار

دائرة كهربائية على التوالي:



في هذه **الدائرة الكهربائية** ترتبط اللمبات مع بعضها بخط واحد، واحدة تلو الأخرى فكلما ازدادت عدد اللمبات في هذا النوع من **الدوائر الكهربائية** فإن شدة الإضاءه لا تضعف وتقل وكذلك إذا احترقت إحدى اللمبات فإن باقي اللمبات تنطفئ.

يسير التيار في دائرة توصيل على التوالي بنفس الشدة،أي أن شدة التيار في كل عضو في الدائرة هي نفسها ولا تتغير. مقاومة المكافئة في حالة توصيل توالي هي مجموع المقاومات بحيث تكون قيمة المقاومة المكافئة أكبر من أكبر قيمة.

Rtot=R1+R2+R3….etc

مثال: المقاومات الثلاثة(٤,٨,١٢) تم توصيلهم على التوالي بطارية ٢٤ ,Vالمطلوب احسب مقاومة مكافئة؟ شدة التيار في الدارة؟

الحل:

المقاومة المكافئة=٤+٨+١٢

24=اوم

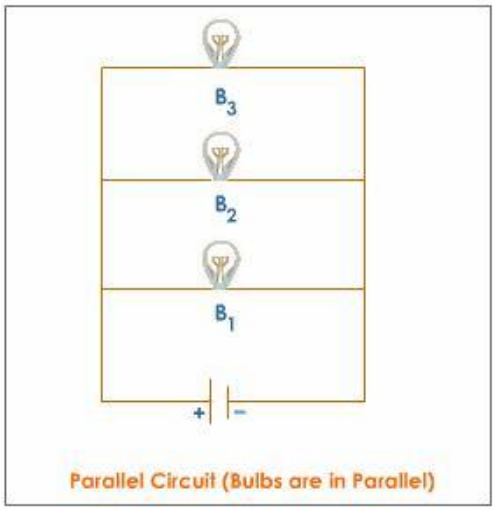
لحساب مقدار شدة التيار نستخدم قانون أوم ، الجهد = المقاومة * التيار ، التيار =الجهد/المقاومة المكافئة.

التيار = ٢٤/٢٤

1=أمبير

توجد دوائر التوالي أساسًا في المشاعل الكهربائيه وبعض أنواع أضواء الزينه، وفي بعض التجهيزات البسيطه الأخرى.

- **دائرة كهربائية على التوازي:**



في هذا النوع من **الدوائر الكهربائية** تتصل فيها كل لمبه مباشرة مع قطبي المصدر الكهربائي , وفي هذا النوع من **الدوائر الكهربائية** نلاحظ انه لا تضعف شدة الضوء عند زيادة عدد اللمبات وكذلك إذا تعطل أحد المصابيح فهذا لا يؤثر على المصابيح الأخرى.
كلما ازداد مقدار التيار تزداد شدة الإضاءه لا نستطيع أن نحدد حسب شدة الضوء في المصباح إنما نستطيع أن نعرف هل التيار قوي أم ضعيف.

عند توصيل عنصرين أو أكثر في دائرة كهربائية على التوازي يقع على كل عنصر نفس فرق الجهد الكهربائي، أي أن فرق الجهد واحد على طرفي جميع المقاومات. أما في حالة توصيل على التوازي فإن المقاومة المكافئة تكون أقل من أقل مقاومة في الدارة لأن العلاقة الخاصة بجمع قيم المقاومات علاقة كسرية.

(Rtot/1=1/R1+1/R2+1/R3…etc)

مثال: المقاومات الثلاثة (١,٣,٢) تم توصليهم على التوازي أحسب مقدا المقاومة المكافئة؟

)/1مقاومة المكافئة)=١/١+٣/١+٢/١

=11/6

مقاومة المكافئة=١١/٦أوم

طريقة صنع دارة كهربائية بسيطة:

يمكن صنع دارة الكهربائية بسيطة باتباع هذه الخطوات:[٥] إحضار المواد اللازمة: لصنع دارة بسيطة نحتاج إلى مصدر للطاقة وسلكين معزولين ومصباح كهربائي وحامل للمصباح، ويمكن أن يكون مصدر الطاقة أي نوع من البطاريات، ويفضل اختيار مصباح تبلغ قوته من ١٥ إلى ٢٥ فولت لتتمكن بطارية واحدة من تشغيله. تجريد نهايات الأسلاك المعزولة: لكي تعمل الدارة بشكل صحيح يجب أن تكون نهايات الأسلاك مكشوفة ويمكن عمل ذلك باستخدام

قواطع الأسلاك يتم إزالة حوالي ٢.٥ سم من العازل الموجود في نهاية كل سلك، ويمكن استخدام المقص. تركيب البطارية: إذا تم استخدام أكثر من بطارية فستحتاج إلى حزمة طاقة لاستيعاب البطاريات، إذ يتم تركيب البطاريات مع الانتباه إلى وضع الأطراف الموجبة والسالبة في الاتجاه الصحيح. توصيل الأسلاك في البطارية: يتم توصيل الأسلاك في البطارية باستخدام شريط كهربائي، بحيث يتم توصيل أحد أطراف السلك في جانب واحد من البطارية والطرف الآخر من السلك في الجانب الآخر من البطارية، ويجب توخي الحذر من لمس السلك مباشرة فقد تتعرض إلى صدمة صغيرة فيمكن تجنب ذلك عن طريق لمس الجزء المعزول من السلك. ربط السلك بالمصباح: ربط الطرف الآخر من السلك بحامل المصباح اختبار الدارة: تركيب المصباح على الحامل واختبار الدارة، فإذا كانت موصولة بشكل صحيح سوف يضيء المصباح.

تطبيقات على الدوائر الكهربائية

ما هي الدوائر الكهربائية الأساسية في الأنظمة الكهربائية؟

تعمل المعرفة والمهارات الأساسية للدوائر الكهربائية الأساسية دائماً كأساس قوي لتجربة سليمة من الناحية الفنية للدوائر الكهربائية، يمكن أن تصبح أيضاً على دراية قوية بهذه الدوائر الأساسية خاصة من خلال الخبرة العملية. وبالتالي تساعد الدائرة الأساسية المتعلم على اكتساب فهم للمكونات الأساسية وخصائص الدائرة أثناء تشغيلها.

سنتحدث في هذا المقال عن مفاهيم أساسية حول نوعين من الدوائر الكهربائية: دوائر التيار المتردد (AC) ودوائرالتيار المستمر .(DC) اعتمادًا على نوع المصدر، تختلف الكهرباء حسب التيار المتردد (AC) والتيار المباشر.(DC)

دائرة التيار المستمر:

في دوائر التيار المستمر، تتدفق الكهرباء في اتجاه ثابت بقطبية ثابتة لا تتغير بمرور الوقت. تستخدم دائرة التيار المستمر مكونات ثابته لا تتغير للتيار مثل المقاومات ومجموعات المقاومات المركبة مع بعضها البعض، وأيضاً تستخدم مكونات أخرى مؤقتة مثل المحاثّات والمكثفات، وأيضاً تستخدم عداد لقياس التيار الكهربائي (الأميتر)، وعداد لقياس الجهد الكهربائي (الفولتميتر)، وتستخدم أيضاً مصادر إمدادات الطاقة مثل البطاريّة.

لتحليل الدوائر الكهربائية يتم إستخدام قوانين مختلفة مثل قانون أوم وقانون الجهد الكهربائي والقوانين الحالية، مثل (KCL) و (KVL)ونظريات الشبكات مثل (Thevinens) و (Nortons)و .(Mesh analysis)فيما يلي بعض دوائر التيار المستمر الأساسية التي تعبر عن طبيعة التشغيل لدائرة التيار المستمر.

الدوائر الكهربائية الموصولة على التوالي وعلى التوازي:

طريقة توصيل المقاومات في الدائرة الكهربائية تغير بالتأكيد من خصائص الدائرة، في دائرة التيار المستمر (DC) البسيطة، يتم توصيل الحمل المقاوم مثل المصباح بين الطرفين الموجب والسالب للبطارية، توفر البطارية الطاقة المطلوبة للمصباح وتسمح للمستخدم بوضع مفتاح للتشغيل أو الإيقاف وفقًا للمتطلبات التي يحتاجها.

الأحمال أو المقاومات المتصلة على التوالي بمصدر التيار المستمر، تشترك الدائرة في التيار نفسه، لكن الجهد عبر الأحمال أو المقاومات الفردية يختلف ويتم إضافته للحصول على الجهد الكلي. لذلك يوجد انخفاض في الجهد في نهاية المقاومة مقارنة بالعنصر الأول في الدائرة الموصولة على التوالي. وإذا خرجت أي مقاومة أو حمل من الدائرة، فستكون الدائرة بأكملها مفتوحة.

أما في التوصيل على التوازي، يكون الجهد نفسه لكل حمل أو مقاومة، لكن التيار يختلف إعتمادًا على تصنيف المقاومة. لا توجد مشكلة في الدائرة المفتوحة حتى لو كان هناك حمل

واحد أو مقاومة خارج الدائرة. هناك العديد من التطبيقات من هذا النوع، على سبيل المثال توصيل الأسلاك المنزلية. لذلك يمكن للمرء بسهولة العثور على إجمالي استهلاك المقاومة والجهد والتيار وتوزيع الطاقة في دائرة التيار المستمر.

قانونا كيرشوف

كثيرمن الدوائر الكهربيه التى لا تحتوى على مقاومات متصله فى مجموعات بسيطه على التوالى او التوازى لايمكن اختزالها الى تراكيب ابسط بأستخدام الطريقه الأعتياديه المتبعه مع المقاومات فى حالة ربط التوالى أوالتوازى أى طريقة المقاومات المكافئه كما درسنا سابقا. أضف الى ذلك قد تحتوى هذه الدوائر على خلايا للقوه الدافعه الكهربيه فى أكثر من مسار من مسار واحد من مسارات الدائره. ولمعالجة مسائل من هذا النوع والتمكن من حساب قيم التيارات المختلفه الماره فى كل المسارات الممكنه بالدائره سنتعرض الى مبدأين أساسيين يعرفا بقانونى كيرشوف

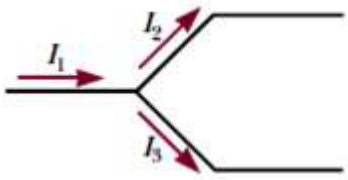
قانون كيرشوف الأول

يسمى بقاعدة النقطه لكيرشوف وهو نابع من مبدأحفظ الشحنه الكهربيه وينص قانون كيرشوف الأول على أن "المجموع الجبرى لجميع التيارات المتفرعه من أى نقطه تفرع فى دائره مغلقه يساوى صفر" أو "مجموع التيارات الداخله لنقطه فى دائره كهربيه يجب ان يساوى مجموع التيارات الخارجه منها" أى أن

$$\sum I = 0$$

or

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$



شكل (١)

ولغرض تطبيق هذه القاعده على أى نقطة تفرع فى دائره سنكتب التيارات الداخله الى نقطة التفرع فى الدائره أشاره موجبه والخارجه باشاره سالبه

لذلك ففى الشكل(١) المقابل يكون

$$I1-I2-I3=0 \quad or \quad I1= I2+I3$$

قانون كيرشوف الثانى

ينص قانون كيرشوف الثانى وهو نابع عن قانون حفظ الطاقه على أن "المجموع الجبرى لتغيرات الجهد حول أى دائره كهربيه مغلقه يساوى صفر" أى

$$\sum V = 0$$

وبتعبير أخر فى أى دائره مغلقه يكون المجموع للقوى الدافعه الكهربيه مساويا للمجموع الجبرى لحاصل ضرب التيار فى المقاومه فى جميع اجزاء الدائره المغلقه

ملاحظات حول تطبيق قانون كيرشوف

١-يجب تبسيط الدائره ما أمكن

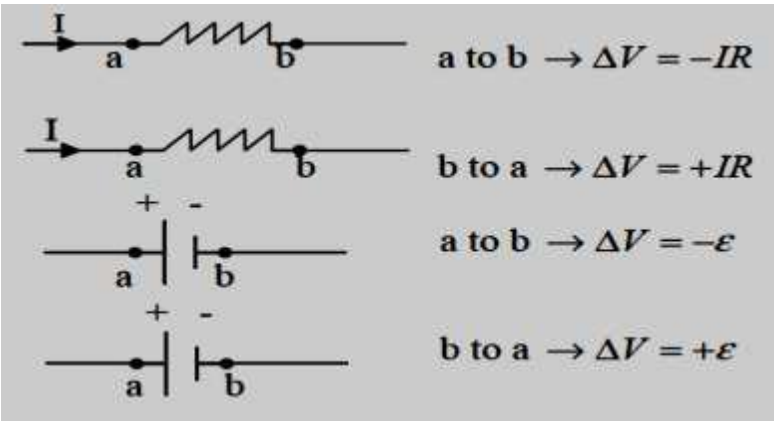
٢-نفرض أتجاهات للتيار فى أفرع الدائره والنتائج تثبت صحة أو خطأ الأتجاه

٣-طبق القانون الأول على أى نقطه تفرع للحصول على العلاقه بين التيارات

٤-تفرض أتجا ه أصطلحى موجب فى أى مسار مغلق وما يوافقه موجب وما يخالفه سالب

٥-نطبق القانون الثانى على أى مسار مغلق

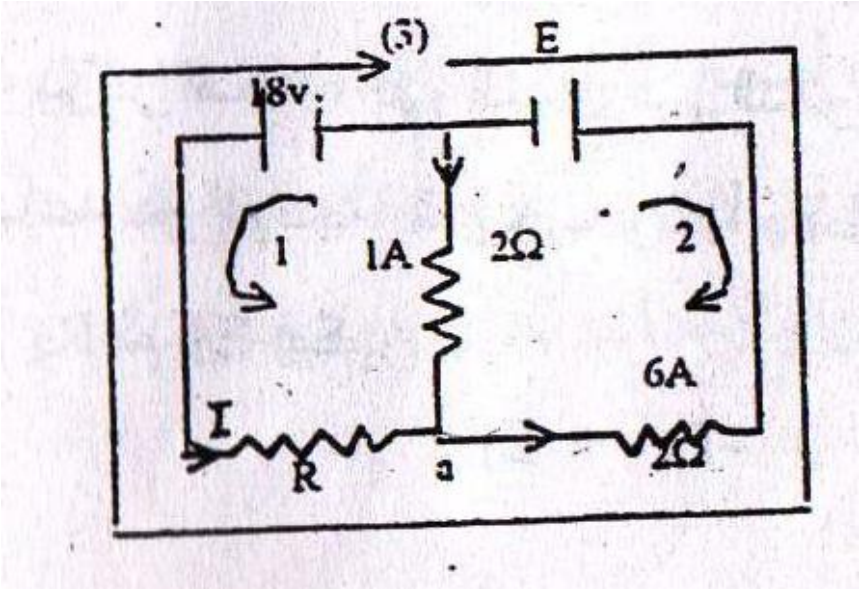
ولا بد هنا من تبنى طريقه معينه فى وضع الاشارات والطريقه المتبعه هى أن نعين أولا أتجاه التيار فى الدائره ونعتبره الاتجاه الموجب وان تكون القوه الدافعه الكهربيه ذات القيمه الأكبر هى التى تحدد أتجاه التيارفى الدائره وبالاتجاه من القطب السالب الى القطب الموجب داخل المصدر وعليه تكون اشارة ε موجبه عند أجتيازها من قطبها السالب الى قطبها الموجب وتكون سالبه عند اجتيازها بالاتجاه المعاكس. أما المقاومات فعند أجتيازها باتجاه التيار يحدث هبوط فى الجهد قدره IR- واذا كان الاجتياز بعكس أتجاه اتجاه التيار فيكون هناك ارتفاع فى الجهد قدره IR+ ويوضح الشكل التالى(٢) الحالات التى اصطلح عليها لغرض حساب التيار وفرق الجهد فى دائره كهربيه



شكل(٢)

مثال(١)

فى الدائرشكل(٣) أوجد التالى



شكل (٣)

١-شدة التيار I

٢-المقاومه R

٣-القوه الدافعه الكهربيه E

الحل

بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطه a فيكون

$$-6A+I+1A=0 \qquad \therefore I=5A$$

وهى قيمة التيارI

ولتعين المقاومه R سوف نعتبر الدائره المغلقه (١)

$$\Sigma E= 18V=\Sigma IR=(5A)R -1A(2\Omega)$$

$18V-5R+2=0 \qquad \therefore R=4\Omega$

ولتعين E سوف تعتبر الدائره المغلقه (٢)

$\Sigma E=E=\Sigma IR=-6A(2\Omega)-1A(2\Omega)$

$\therefore E=-14\ V$

وهذه النتيجه السالبه للقوة الدافعه تبين أن أقطاب البطاريه معكوسه كما هو مفروض فى الرسم والاصح أن يكون القطب الموجب ناحية اليسار فى الشكل

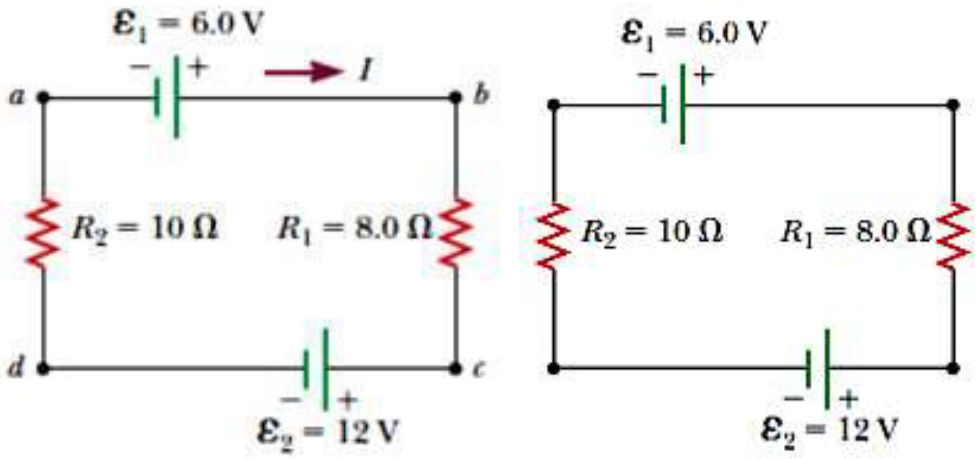
وباستخدام الدائره المغلقه الثالثه نحصل على نفس النتيجه

$E=(2\ \Omega)(6A)+5A(4\Omega)-18=0$

$E=-14V$

مثال(٢)

فى الدائره المبينه بالشكل(٤) أوجد التيار الكهربى المار فى الدائره مع أهمال المقاومه الداخليه لكلا البطاريتين



شكل (٤)

الحل

لاحظ أنه لن نستخدم قانون كيرشوف الأول وذلك لعدم وجود عقده(نقطة تفرع)

نفرض أولا أن التيار فى أتجاه عقارب الساعه كما بالشكل المقابل وبذلك نجد أن من a→b يمثل تغيرا فى الجهد مقداره ε1+ ومن b→c يمثل تغيرا فى الجهد مقداره IR1- ومن c→d يمثل تغيرا فى الجهد مقداره ε2- ومن d→a يمثل تغيرا فى الجهد مقداره IR2- وبتطبيق قانون كيرشوف الثانى

$$\sum V = 0$$

$$\varepsilon 1\text{-}IR1\text{-}\ \varepsilon 2\text{-}IR2=0$$

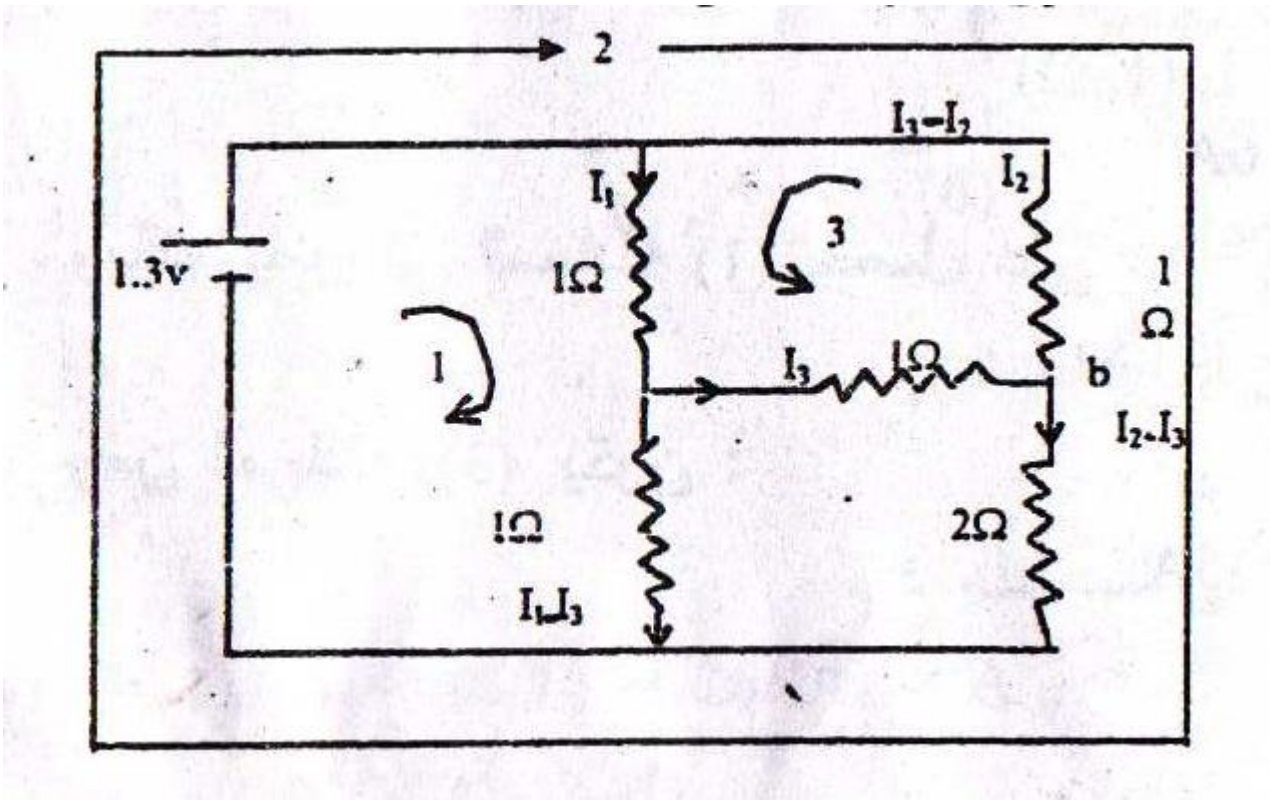
وبحل هذه المعادله يمكن الحصول على قيمة التيار حيث

$I=\varepsilon 1-\varepsilon 2/R1+R2=6-12/8+10=-0.33\ A$

وتشير الاشاره السالبه الى أن أتجاه التيارعكس الاتجاه المفترض

مثال(٣)

فى الدائره المبينه شكل (٥) أوجد قيمة التيار فى كل مقاومه كذلك قيمة المقاومه المكافئه للدائره



شكل (٥)

الحل

كما هو موضح فى الشكل فقد تم اختصار التيارات المجموعه الى ثلاث تيارات فقط فأن تيار البطاريه هو عباره عن I1+I2

وبتطبيق قانون كيرشوف الثانى على الثلاث دوائر المغلقه المبينه فى الشكل نحصل على

من الدائره الاولى

$$\Sigma E=13V=\Sigma IR=I1(1\Omega)+(I1-I3)(1\Omega)$$

$$13V=I1(1\Omega)+(I1-I3)1\Omega$$

$$13V-I1(1\Omega)-(I1-I3)(1\Omega)=0 \quad (1)$$

من الدائره الثانيه يكون

$$13V=I2(1\Omega)+(I2+I3)(2\Omega)$$

$$13V-I2(1\Omega)-(I2+I3)(2\Omega)=0 \quad (3)$$

من الدائره الثالثه يكون

$$\Sigma E=0=\Sigma IR=I1(1\Omega)+ I3(1\Omega) \quad -I2(1\Omega)$$

$$\Sigma E=\Sigma IR=-I1(1\Omega)-I3(1\Omega)+I2(1\Omega)=0 \quad (3)$$

وبحل المعادلات هذه الثلاث بأى طريقه من الطرق يمكن ايجاد قيم التيارات فمثلا

من المعادله ٣ يمكن أن نحصل

$$I2=I1+I3$$

وبالتعويض عن I2 فى المعادلتين ١و ٢ نحصل على

$$13V=I1(2\Omega)-I3(1\Omega) \quad (4)$$

$$13V=I1(3\Omega)+I3(5\Omega) \quad (5)$$

بضرب المعادله٤ فى ٥ والجمع يكون

$$78V=I1(13\Omega) \qquad I1=6A$$

وبالتعويض فى المعادله ٤ نحصل على

$$I3=-1A$$

ومن المعادله٣ يكون

$$I2=5A$$

ويلاحظ أنI3 قيمتها سالبه وهذا يعنى أن فرض التيار فى هذا الأتجاه خاطئ والصحيح أن يكون اتجاه التيار فى الدائره بالنسبه ل I3 وهو العكس والتيار الكلى فى هذه الدائره هو

$$I1+I3=11A$$

والجهد الكلى هو 13V وبذلك فان المقاومه المكافئه هى

$$R=13V/11A=1.18\Omega$$

قنطرة هويتستون ومقياس الجهد

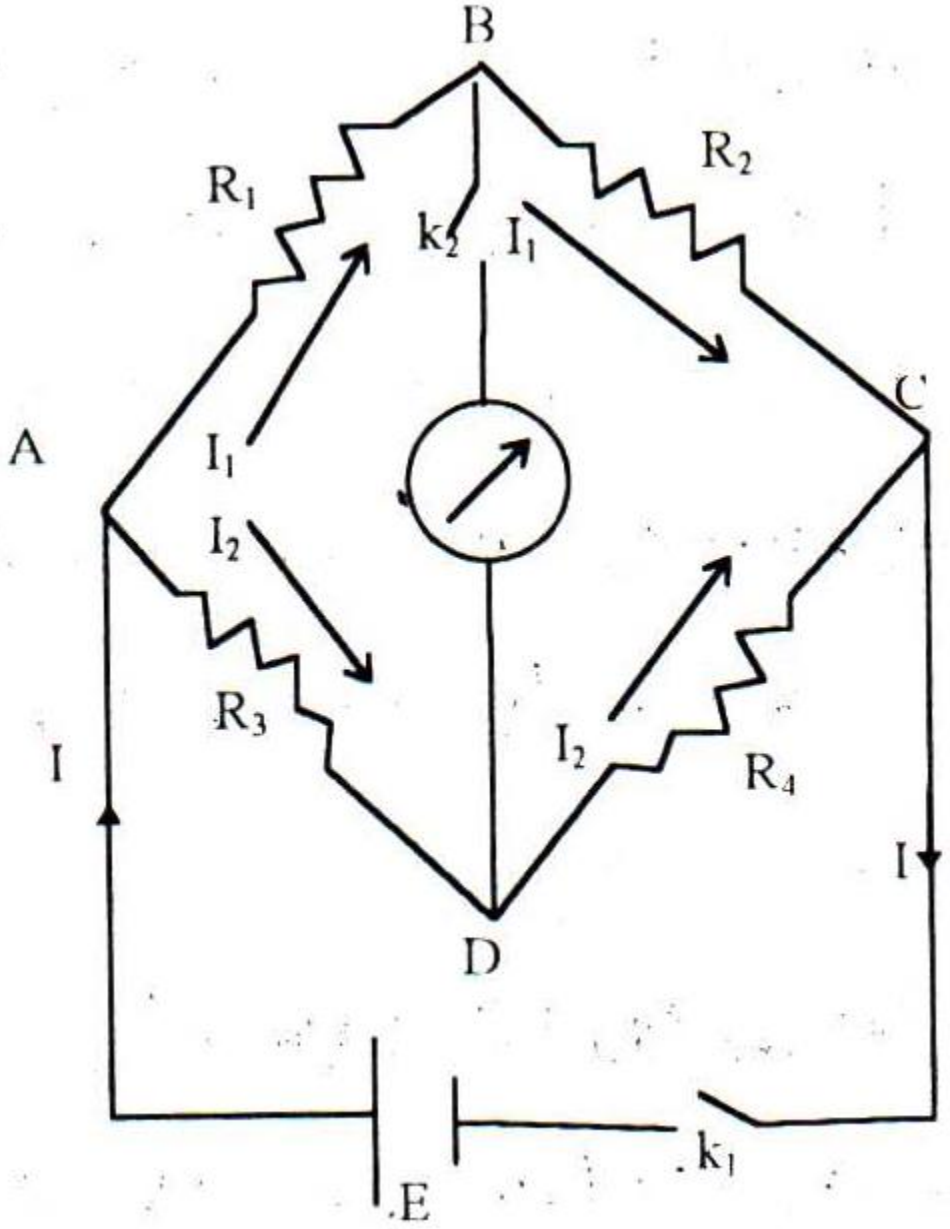
قنطرةهويتستون

نتيجة للاخطأء التى قد تنشأ عند استخدام الاميتر والفولتميتر لقياس التيار وفرق الجهد من ثم المقاومة فانه توجد عدة طرق أخرى تستخدم لذلك دون الاعتماد على قراءة المقايس الخاطئة وذلك بأحداث اتزان فى الدائرة الكهربية بحيث ينعدم التيار المار فى أحد فروعها اي يصبح التيار فى أحد الفروع صفر. ومن أشهر الدوائر التى ينعدم فيها ا التيار دائرة قنطرة هويتستون

نفرض R1,R2,R3,R4 أربعة مقاومات متصله على الترتيب فى الاذرع AB,BC,CD,DCبالقنطرة المبينة بالشكل(١) فاذا اتصلت النقطتان B,D بجلفانومتر خلال مفتاح k2 واتصلت النقطتان A,C بقطبى بطارية قوتها الدافعة E خلال مفتاح k1 فأنه بغلق المفتاحين يتوزع التيار الكهربى فى هذه الشبكه بحيث اذا كان التيار المار فى الجلفانومتر صفرا فان التيار الكلى I سيوزع الى قسمين فقط هى

١-التيار I1 ويمر فى الفرع ABC

٢- التيار I2 ويمر فى الفرع ADC



شكل (١)

و بذلك لايمر تيار فى الجلفانومتر اي تكون القنطرة متزنه وفى هذه الحالة جهد النقطة B = جهد النقطة D

$$VAB=VAD \qquad \therefore I1\ R1 = I2\ R3$$

وكذلك فرق الجهد

$$VBC=VDC \qquad \therefore I1\ R2 = I2\ R4$$

وبقسمة المعادلتين

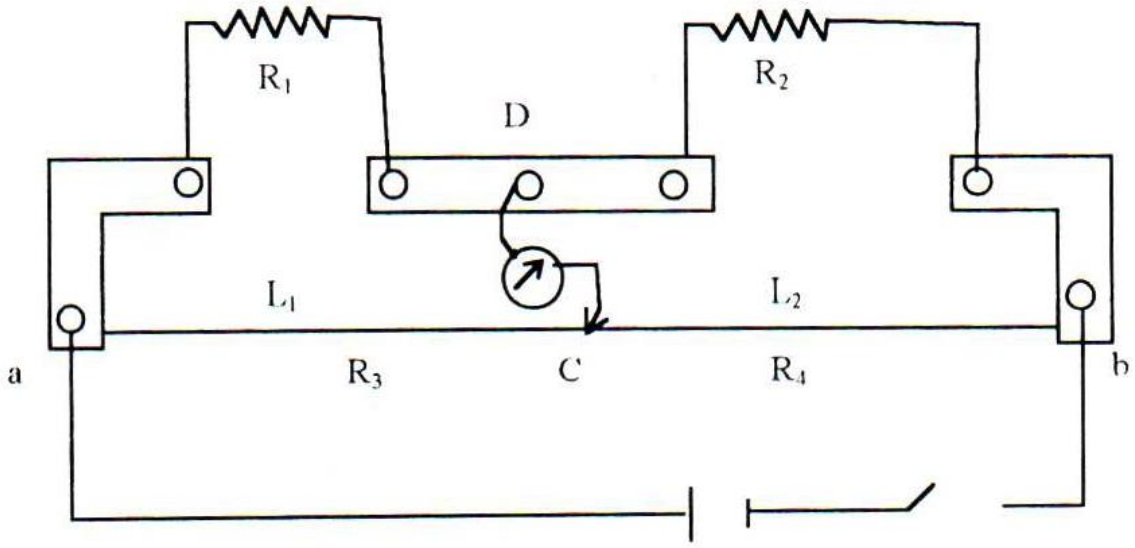
$$\therefore\ R1 / R2 = R3 / R4$$

وهذا هو شرط عدم مرور تيار فى الجلفانومتر(شرط الاتزان)

وتسمى المقاومات الاربع بأذرع القنطرة كما تسمى المقاومتان R1 وR2 بذراعى النسبه فى القنطره ولقنطرة هويتستون صور أخرى مثل القنطرة المترية وصندوق البريد وكلاهما تستخدم فى قياس مقاومات مجهوله او المقارنة بين مقاومات بطريق يسهل معها أحداث الاتزان فى الدائرة.

القنطرة المترية

تتكون القنطرة المترية كما بالشكل(٢) من سلك معدنى منتظم المقطع طوله متر ومشدود من نهايته a,b عند قائمتين غليظتين من النحاس (مقاومتها مهملة) وذلك على تدريج طوله متر وتوضع المقاومة R1 فى أحد الفتحتين والمقاومة الاخرى R2 المجهولة فى الفتحه الاخرى وتوصل البطارية E بين النقطتين a,b ويوصل أحد طرفى الجلفانومتر بالنقطة D بينما يوصل الطرف الاخر له بزالق يتحرك يمينا ويسارا على السلك ab الى ان نحصل على حالة الاتزان عند النقطة C مثلا



شكل (٢)

وبالمقارنة بقنطرة هوتيستون وتطبيق شرط الاتزان

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\text{مقاومة السلك } ac \text{ التى تناظر المقاومة } R_3}{\text{مقاومة السلك } bc \text{ التى تناظر المقاومة } R_4}$$

واذا كانت ρ مقاومة وحدة الاطوال من سلك القنطرة ab

$$\therefore R1/R2=L1\rho/L2\rho \quad \therefore \quad R1/R2=L1/L2$$

وهذا هو قانون الاتزان فى القنطره المترية ومنه نستنتج قيمة R2 المجهوله بمعلومية L2 , L1, R1

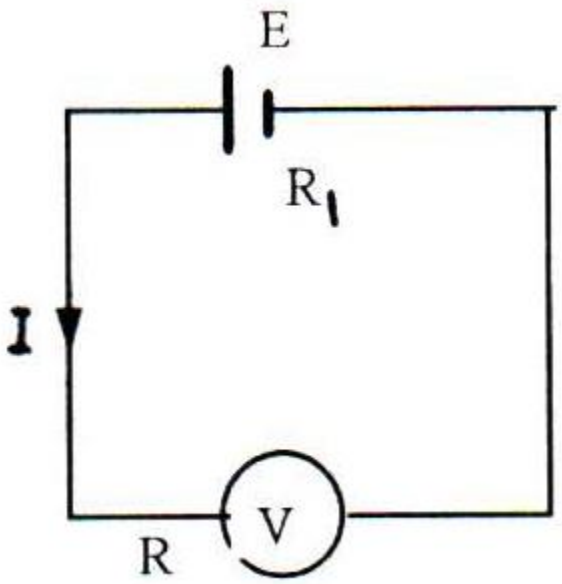
مقياس الجهد

من المعروف ان فرق الجهد بين نقطتين يقاس بواسطة جهاز يسمى الفولتميتر وان حساسية هذا الجهاز تتأثر بتغير المقاومة لهذا الجهاز ولقياس فرق الجهد بين نقطتين او القوة الدافعة الكهربية لبطارية بطريقة دقيقة يستعمل جهاز يسمى مقياس الجهد

لو نظرنا للدائرة المبينة بالشكل(٣) المجاور حيث E هى القوة الدافعة الكهربية للعمود الذى مقاومتة الداخلية R1 والمقاومة الداخلية للفولتميتر R نجد ان التيار المار عباره عن

I=E/R+R1وفرق الجهد الذى يقرأه الفولتميتر V=IR

$$\therefore V= [E/R+R1]\ R\ =\ E\frac{R}{R+R_1}$$

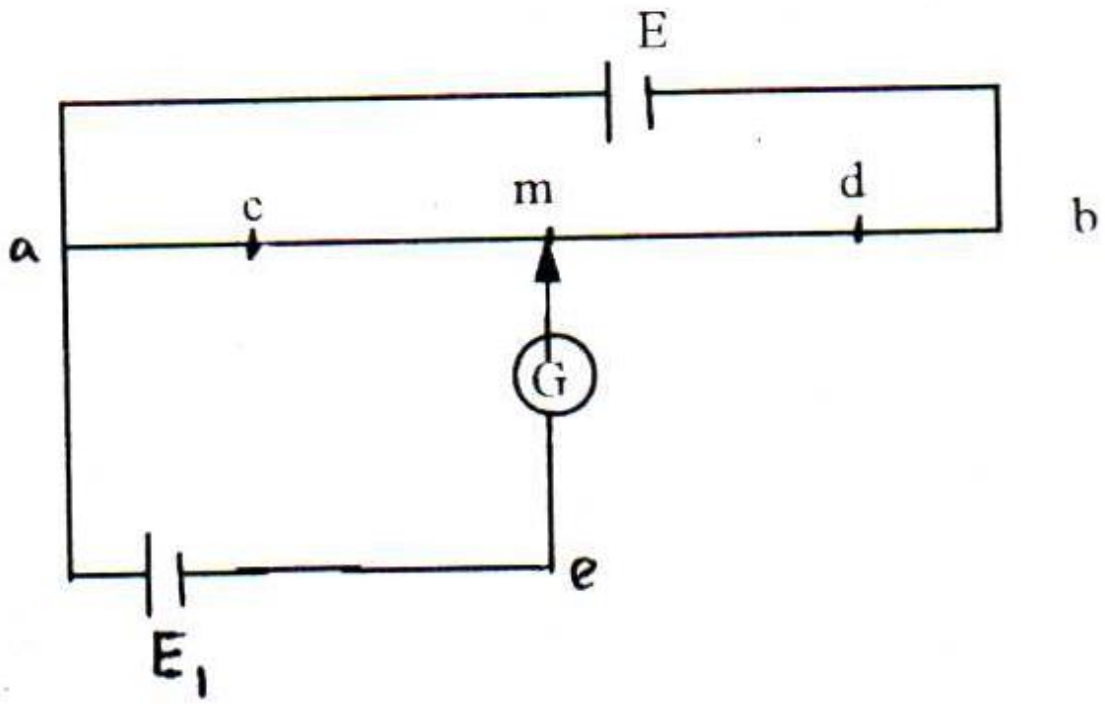


شكل (٣)

من ذلك نرى ان الفولتميتر يسجل قيمة فرق الجهد مساويا تماما للمقدار E فى حالة واحده فقط وهى ان يكون المفدار $\frac{R}{R+R_1}$ يساوى الوحده وهذا لا يتأتى الا اذا كانت R1 تساوى صفرا اي ان شرط الحصول على قيمة صحيحة ومطابقة لقيمة القوه الدافعة الكهربية هو استعمال مصدر

مقاومته الداخلية تساوى صفرا وهذا فى الواقع غير ممكن وبذلك فان القيمة المسجلة بواسطة الفولتمتير دائما ما تكون أقل من الواقع لذا يفضل دائما ان يكون مقاومة الفولتميتردائما لا نهائية حتى تكون R أكبر بكثير جدا من R1 ولذلك فأن مقياس الجهد يستعمل لقياس القوة الدافعة الكهربية من العمود أو فرق الجهد بين طرفى دائره وذلك دون أخذ تيار من العمود أو الدائره.

ويتركب مقياس الجهد فى أبسط صوره من سلك مقاومة طوله متر منتظم المقطع مشدود على لوحه خشبيه عليها مسطرة مدرجه ويتصل طرفاه بمصدر جهد ثابت يسمح بان يمر تيار ثابت طول مدة التجربه ويعتبر مقياس الجهد أداه هامه ودقيقة فى قياس القوة الدافعه الكهربية أو فرق الجهد عبر موصل كهربى اذ لايمرفيه قدر من التيار يمكن ان يؤثر على صحة القياس فأذا مر تيار كهربى فى دائره الشكل(٤) وكانت (c,d) نقطتين على سلك المقياس بعدهما L1, L2على الترتيب



شكل (٤)

فأن فرق الجهد بين النقطتين Vab (a,b) هو Vab=iLρ حيث ρ هى مقاومة وحدة الاطوال من سلك مقياس الجهد

$$Vac=iL1\rho \quad , \quad Vad=iL2\ \rho$$

حيث $L1\rho$ هى مقاومة وحدة الاطوال من سلك ac

$L2\ \rho$ هى مقاومة وحدة الاطوال من سلك ad

$$\therefore \ Vac/Vad= L1\ /L2$$

فأذا وصلنا النقطة a بالقطب الموجب لعمود كهربى E1(أصغر من E) بحيث ان فرق الجهد بين طرفى السلك ae والدائره مفتوحه أكبر منه بين ac وأصغرمنه بين ad فأن e ستكون اعلى جهدا من c وأقل جهدا من d فأذا وصلت النقطة e بالنقطة c بواسطة جلفانومتر فأن التيار يسرى من e الى c فى حين ان توصيل النقطة e بالنقطة d سيؤدى الى مرور تيار من d الى e ولابد ان هناك نفطة مثل m تقع على السلك بين d الى c يكون عندها فرق الجهد بين am مساويا فرق الجهد بينae والدائره مفتوحه أو يساوى القوه الدافعة الكهربية للعمود E1 وعندئذ يكون جهد النقطة m مساويا الجهد النقطة e ولن يمر تيار بينهما اذا وصلا بجلفانومتر وتسمى النقطة m عندئذ نقطة الاتزان الخاصة بالعمود E1 والذى لن يخرج منه تيار وبهذا نكون قد عادلنا فرق الجهد بين ea أو القوه الدافعه الكهربية للعمود مع فرق الجهد بين am وتيبن لنا ما سبق ان لمقياس الجهد ميزه عن الفولتميتر فى أنه يقيس فرق الجهد والدائره مفتوحه أى بدون أن يأخذ تيار

بعض تطبيقات على مقياس الجهد

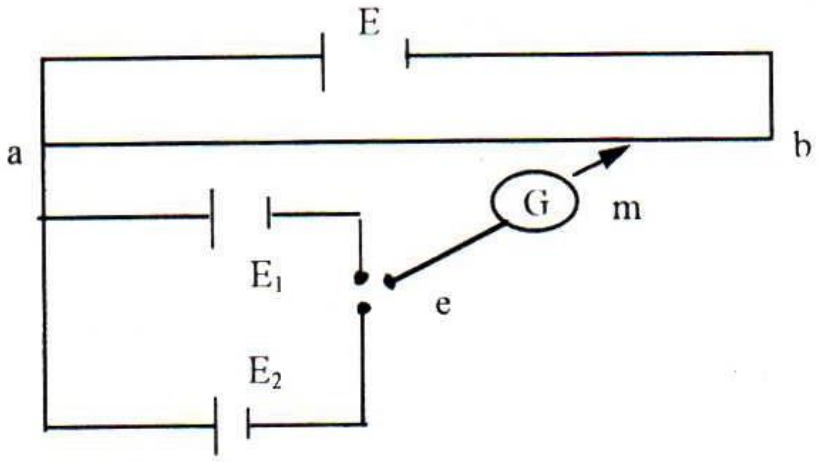
المقارنة بين قوتين دافعتين كهربيتين لعمودين

صل طرف السلك ab ببطارية ذو مقاومة داخلية صغيره بحيث تعطى تيارا ثابتا ثم صل أحدى البطاريتين ولتكن E1 كما فى الشكل(٥) بحيث يكون طرفيها الموجب متصل بالطرف a المتصل بالقطب الموجب للبطارية E(ذات قوه دافعة كهربية أكبر من كل من البطاريتين المراد المقارنه بينهما) والطرف الاخرللبطارية متصل بزالق فأننا نجد أنه عند نقطة معينه m على سلك المقياس ينعدم الانحراف فى الجلفانومتر دلالة على عدم مرور تيار فى دائرة الجلفانومتر ويحدث هذا عندما يكون جهد النقطه e مساويا جهد القطب السالب للعمود الكهربى المكون للدائره الفرعيه(السفلى) ويكون عندها فرق الجهد بين النقطتين الناشئ عن مرور التيار فى الدائره الاساسية مساويا للقوه الدافعه الكهربية E1 للعمود أى أن$E1=i(L1\rho)$ حيث L1 هو طول الجزء من السلك am وتسمى النقطه التى ينعدم عندهاانحراف الجلفانومتر بنقطة الاتزان حيث تقع هذه النقطه على بعد L1 من النقطه a فى حالة العمود E1 ونقطة الاتزان مع العمودE2 تقع على بعد L2 من النقطة a وعلى ذلك فأن $E1=i(L2\rho)$

وحيث أن التيار i المار فى سلك المقياس لن يتغير فى الحالتين طالما أن الجلفانومتر لن يمر به تيار وبقسمة المعادلتين

$$E1 /E2 =L1 /L2$$

وبهذا يمكن المقارنه بين قوتين دافعتين كهربيتين وكذلك يمكن تعين كل منهما على حده اذا عرفنا شدة التيار i و ρ(مقاومة وحدة الاطوال)


E
a
b
G
m
E1
e
E2

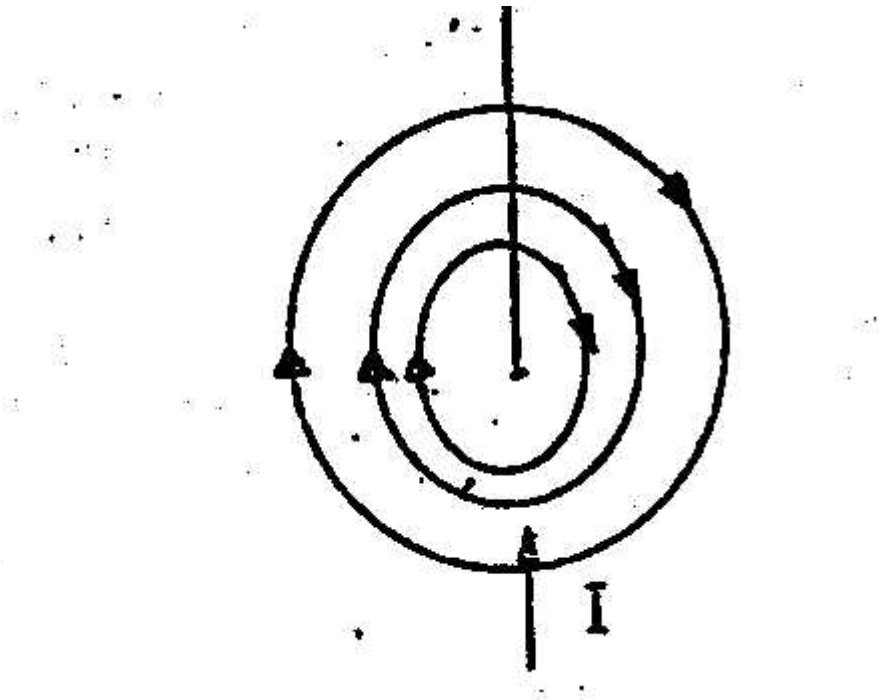
تأثيرات التيار الكهربى

التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى

كان يعتقد ان الظواهرالمغناطيسيه لا علاقة لها بالظوهر الكهربيه حتى لاحظ العالم اروستد علم ١٨١٩ انحراف ابره مغناطيسيه نتيجة لمرور تيار كهربى فى سلك قريب منها فأجرى تجربه بأن أحضر سلك يمر يمر به تيار كهربى ووضعه عموديا فوق إبره مغناطيسيه فلم يشاهد أى تأثيرولكنه عندما وضع الأبره موازيه للسلك وجد ان الأبره إنحرفت عن موضعها فى إتجاه يكاد يكون عموديا على إتجاه السلك ثم عندما عكس اتجاه التيار لاحظ انحراف الابره فى الاتجاه المضاد وهذا يدل على ان هناك قوه مؤثره على الأبره المغناطيسية نتيجه لمرور التيار ووجود هذه القوه يدل على أن هناك مجال مغناطيسى ناتج عن مرور التيار

ويتحدد إتجاه المجال المغناطيسى بالنسبه لاتجاه التيار المار فى سلك بواسطة قاعدة اليد اليمنى التى تنص بأنه اذا أمسك السلك باليد اليمنى بحيث يشير الابهام الى انجاه التيار كان اتجاه الاصابع الاخرى حول السلك هو اتجاه المجال

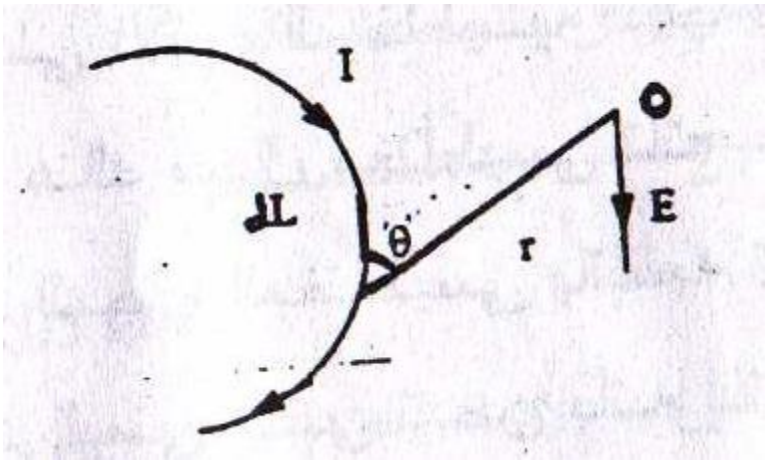
نتبين من ذلك أن خطوط القوه للمجال المغناطيسى لتيار مار فى سلك طويل مستقيم هى دوائر متحده المركز فى مستوى عمودى على اتجاه التيار ويقع مركزها المشترك على السلك نفسه شكل(١)



شكل (١)

شدة المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى ملف دائرى مستوى عند نقطة على محور الملف

من دراستهما على المجال المغناطيسى الناشئ عند نقطة قريبه من سلك يحمل تيارا كهربيا إستنتج لابلاس وأمبير قاعدتهما التى تقضى بأن شدة المجال المغناطيسى عند نقطة o الناشئ عن مرور تيار كهربى I فى طول صغير dL من سلك يتناسب طرديا مع كل من التيار و dL, Sinθ وعكسيا مع r2 حيث r بعد النقطة عن السلك المار فيه التيار θ الزاويه بين السلك والخط الواصل إليه من النقطه شكل(٢)



شكل (٢)

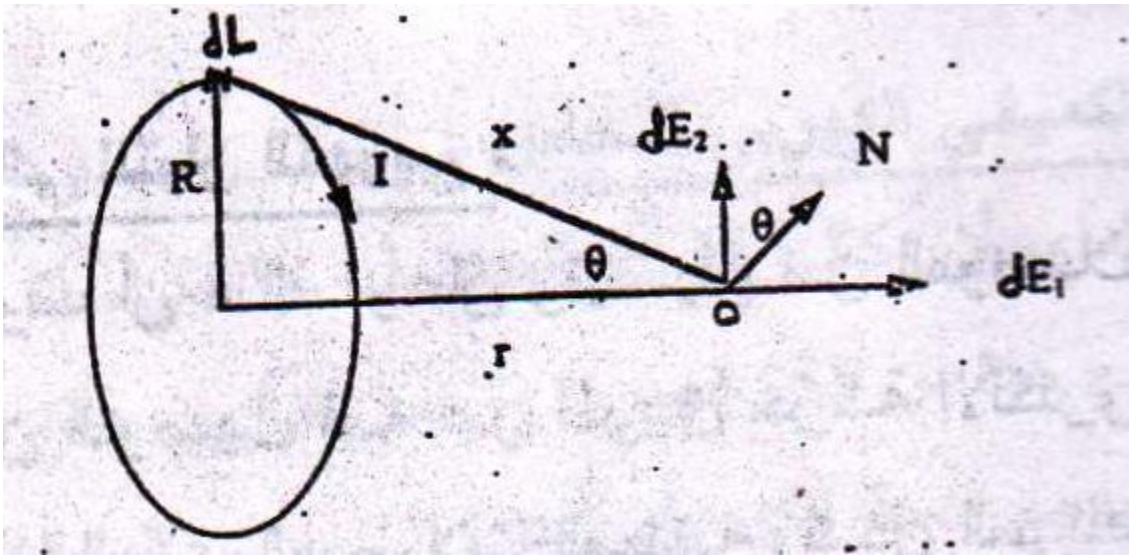
أى أن $E=K(IdL\ Sin\theta/r2)$

ويكون إتجاه المجال عموديا على المستوى الذى يجمع r وdL ولإيجاد شدة المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور تيار كهربى فى ملف دائرى مستوى عند نقطة على محور الملف نفرض أن ملف دائريا عدد لفاته n نصف قطره R يمر فيه تيار شدته I ولتكن نقطه o على محور الملف تبعد مسافه r عن مركزه شكل(٣) ونفرض عنصرا صغيرا dL من هذا الملف وبذلك فأن شدة المجال dE الناشئه عن مرور التيار فى هذا العنصر عند نقطه o طبقا للمعادله $E=K(IdL\ Sin\theta/x2)$

وبما ان الزاوية بين x وإتجاه المماس للعنصر dL تساوى 90 فإن

$E=K(IdL/x2)$ وإتجاه هذا المجال هو الخط ON العمودى على كل من dL,x وبتحليل dE الى مركبتين متعامدتين إحدهما رأسية $dE2=dE\cos\theta$ والأخرى أفقيه $dE1=dE\sin\theta$ فإن المركبات الناشئه dE2 العموديه على محور الملف والناشئه عن جميع عناصر الملف

يلاشى بعضها بعضا لأن لكل عنصرعنصر نظير مضاد يقابله فى الطرف الأخر من الملف أى أن∫dE2=0 وتبقى المركبات الأفقية dE1 الموجوده فى إتجاه المحور



شكل (٣)

شدة المجال المغناطيسى عند فى إتجاه محور الملف والناشئه عن مرور التيار فى الملف كله هى

$$E=\int dE1=\int dE\sin\theta =\int K(IdL/x2)\sin\theta$$

$$= \int KIR/x3\int dL=KIR/x3(2\pi Rn)=2\pi nIR2 /x3$$

بالتعوض عن $x3=(r2+R2)3/2$

$$\therefore E =K\ 2\pi nIR2/(r2+R2)3/2$$

إذا كانت o فى مركزالملف فأن r =0 ويؤول المجال إلى $2\pi nI/R$

التأثير الكيميائى للتيار الكهربى

من المعروف أن هناك نوعان رئيسيان من الموصلات الكهربية النوع الأول يمكن التوصيل فيه عن طريق حركة الألكترونات خلال موصل ويسمى هذا النوع بالموصلات المعدنيه وتدخل السبائك تحت هذا النوع أيضا وبعض المواد مثل الكربون والجرافيت أما النوع الثانى فيتم التوصيل فيه عن طريق التفاعل الكيميائى نتيجة لحركة الماده من خلال سائل موصل ويسمى بالتوصيل إلالكتروليتى أو الأيونى فعند مرور التيار الكهربى فى بعض محاليل الأملاح والقواعد والأحماض فأن هذه المحاليل توصل التيار الكهربى ويحدث لها تغيرات كيميائيه تعرف بالتحليل الكهربى ويعرف المحلول الموصل بالألكتروليت الذى يتكون عاده من أيونات موجبه وأيونات سالبه . فلو كان لدينا ملح كبريتات النحاس مثلا أذبناه فى الماء فأن جزئ كبريتات النحاس تتأين بمجرد الذوبان مكونا أيونات نحاس موجبه وأيونات كبريتات سالبه وهذه الأيونات تكون حره الحركه فى أى إتجاه قبل مرور التيار الكهربى

وعند مرور التيار فى الإلكيتروليت فأن أيونات النحاس الموجبه تتجه للقطب السالب المسمى بالمهبط حيث تفقد شحنتها ويترسب النحاس على المهبط وأما أيونات الكبريتات السالبه تتجه للقطب الموجب المسمى بالمصعد وتفقد شحنتها ويسمى الإناء المحتوى على محلول كبريتات النحاس وقطبى التحليل بالفلتامتر ويستخدم التحليل الكهربى فى تحضير وطلاء وتنقية المعادن وكذلك تحليل المياه وفى إعادة شحن البطاريات

تعين المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس

إستنتج فاراداى أن كتلة الماده المنفصله W أثناء التحليل الكهربى تتناسب طرديا مع كلا من شدة التيارI وزمن مرور هذا التيارt أى أن تتناسب طرديا مع كمية الكهرباء It الماره فى المحلول

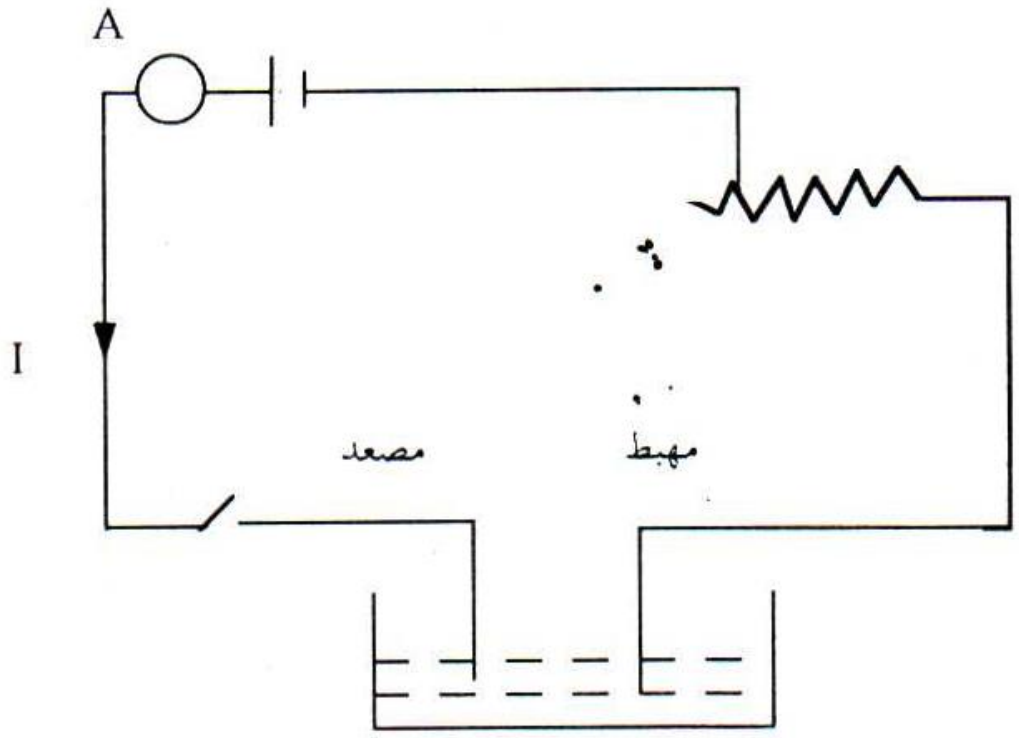
$$W \propto It \qquad \therefore \quad W=kIt$$

حيث k ثابت يعتمد على نوع الماده المنفصله من عملية التحليل ويسمى المكافئ الكيميائى الكهربى ويعرف بأنه وزن الماده المترسبه أو المنفصله بامرار كمية كهربية قدرها ١كولوم أى بإمرار تيار شدته ١ أمبير لمدة ثانية

ولتعين المكافئ الكيميائى الكهربى للنحاس توصل دائره كما بالشكل(٤) وينظف المهبط جيدا ويوزن ثم تمرر التيارات بغلق المفتاح وفى نفس الوقت تسجل زمن التيارt وبعد هذا الزمن توقف التيار وتزن المهبط بعد تجفيفه

نوجد وزن النحاس المترسب w تم نطبق المعادله $W=kIt$

ومنه نحسب k



التأثير الحرارى للتيار الكهربى

سبق أن ذكرنا أن فرق الجهد بين نقطتين فى مجال كهربى يقدر بالشغل المبذول لنقل وحدة الشحن من إحدى النقطتين الى النقطة الأخرى فى عكس إتجاه المجال

كذلك يعرف فرق الجهد بين نقطتين فى دائره كهربية بالشغل المبذول لنقل وحدة الشحن من النقطه الأقل جهدا إلى النقطة الأعلى جهدا أى أن الشغل W = V الجهد

ولما كانت حركة وحدة الشحن من النقطة الأقل جهدا إلى النقطه الأعلى جهدا فإن ذلك يترتب عليه أن تزداد طاقة الشحنه الكهربيه بهذا المقدار نفسه أى طاقة وحدة الشحن تزداد بمقدار V أى أن الشغل اللازم بذله لنقل كولوم واحد عبر طرفى موصل فرق الجهد بين طرفيه واحد فولت هو جول واحد

فأذا مر تيارفى سلك شدته I لمده من الزمن t كانت مقدار الشحنه الكليه الماره مساويه It كولوم إذن يكون الشغل المبذول فى نقلها W=Itv هذا الشغل الذى يبذل على حساب المصدر الكهربى يتحول الى طاقه qv أوItv مكتسبه بواسطة الشحن أوالالكترونات المتحركه فى الموصل وتصطدم الألكترونات الحره بذرات الموصل أثناء حركتها فتفقد إليها طاقتها ثم تكتسب الالكترونات طاقه جديده أثناء مسارها الحر حتى يكرر التصادم ثانيه وهكذا وبذلك تنتقل الطاقة المكتسبه بواسطة الالكترونات الحره والتى تشكل الشحنه الكهربيه المتحركه فى إتجاه واحد فى الموصل أما جزيئات الموصل فإن إكتسابها للطاقه يجعلها تتذبذب حول موضع إتزانها وتزداد سعة ذبذبة الذرات بإذدياد الطاقه المكتسبه ويظهر ذلك فى شكل حراره تتولد فى السلك المار فيه التيار الكهربى

أى أن الطاقه الكهربية تحولت هنا إلى طاقه حراريه ولكن وحدات الطاقه الكهربيه وهى الجول لا تساوى وحدات الطاقه الحراريه وهو السعر ولإيجاد العلاقه بين الجول والسعر فإن معادلة تكتب فى الشكل التالى

الطاقه الكهربيه بالجول= ثابتx الطاقة الحراريه بالسعر

وهذا الثابت يسمى بالمعامل الحرارى الكهربى أو المكافئ الميكانيكى الحرارى وقد وجد بالتجربه أن الحراره المتولده فى سلك يمر فيه التيار الكهربى تتناسب مع:-

شدة التيار المار فى السلك $Q\alpha I$

فرق الجهد عبرطرف الموصل $Q\alpha v$

ج- زمن مرور التيار $Q\alpha\ t$

ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادله

$$Q\alpha Ivt$$

$$Q=JIvt \quad or\ Ivt=JQ$$

حيث J مقدار ثابت ويسمى المكافئ الميكانيكى الحرارى

$$W=JQ$$

ويعرف المكافئ الميكانيكى الحرارى بالشغل لتوليد كميه من الحراره تساوى واحد سعر ويساوى ٤,١٨ جول / سعر

تعيين المكافئ الميكانيكى الحرارى

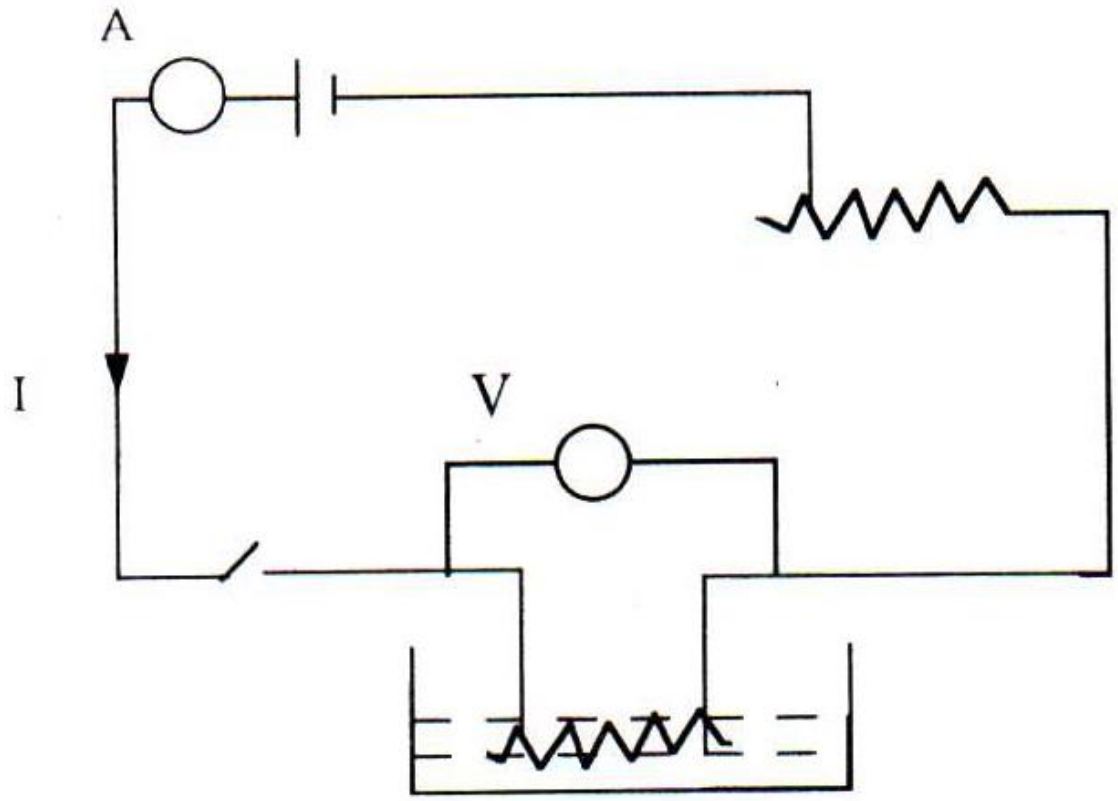
نوصل على التوالى ملف تسخين وأميتر وبطاريه ومقاومه متغيره ومفتاح ضاغطِ شكل (٥) يغمر الملف فى كميه معلومه الوزن m من الماء كافيه لتغطيته داخل مسعر معزول حراريا ونعين درجة حرارة الماء T1. يمرر فى الملف التيار الكهربى ثابت I لمدة t ثانيه مع

إستمرار تحريك الماء. يعين فرق الجهد عبر طرفى الملف بواسطة فولتميتر متصل معه على التوازى. نعين درجة حرارة المسعر ومحتوياته فى نهاية الزمن t ولتكن T2

$$vIt=J(ms+m1\ s1\ )(T2\ -T1\ )$$

$$J=vIt/(ms+m1\ s1\ )(T2-T1\ ) \qquad J/Cal$$

حيث m1 وزن المسعر فارغ وs1 الحراره النوعيه وكذلك m وs وزن الماء وحرارته النوعيه على الترتيب



شكل(٥)

القدره الكهربيه

عرفنا أن المقاومه الكهربيه تنتج من تصادم الألكترونات الحره بأيونات الموصل مما يؤدى الى إتساع إهتزاز هذه الأيونات حول موضع إستقرارها وبذلك ترتفع درجة حراره الموصل وتتحول الطاقه الكهربيه الى طاقه حراريه فلو مر تيار شدته I فى زمن قدره t خلال مقاومه R فرق الجهد بين طرفيها V فإن الشغل المبذول W يساوى eV حيث e الشحنه الماره وتساوى It وحيث أن V=IR.

الشغل أو الطاقه الكهربيه المبذوله W لإمرار التيار المذكور هى

$$W=IV.t=I2Rt=V2/Rt$$

وتعرف القدره P بأنها معدل إستنفاذ الطاقه أوهى الطاقه المستنفذه فى وحدة الزمن وحيث أن الطاقه الكهربيه أو الشغل الكهربى

$$W=VIt, \quad P=IVt/t=IV, \quad V=IR \quad \therefore P=I2R=V2/R$$

واذا قسنا شدة التيار فى دائره بالأمبير وفرق الجهد بالفولت كانت قدرة الدائره بالوات والوات= جول/ ثانيه

فى محطات توليد الكهرباء يلزم نقل الطاقه الكهربيه لأماكن بعيده بطريقتين إما بجهد عالى وتيار منخفض أو جهد منخفض وتيار عالى حيث أن P=VI

وحيث أن الحراره الناتجه فى موصل نتيجه مرور تيار فيه تتناسب مع مربع التيار حسب قانون جول فأن الحراره الناتجه فى الأسلأك أو الكابلأت الناقله للتيار من محطة التوليد إلى المناطق الأخرى فى حالة نقلها بتيار عالى وجهد منخفض ستكون كبيره جدا

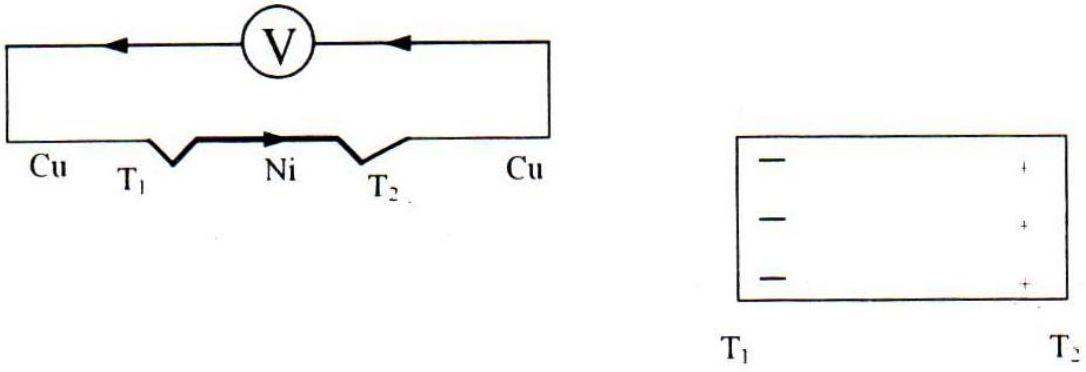
ولتقليل كمية الحراره الناشئه عن ذلك يلزم نقلها بصوره جهد عالى وتيار منخفض ولذلك فأن التيار التجارى ينقل إلى مسارات بعيده بجهد عالى وتيار منخفض وتسمى هذه العمليه بخطوط الجهد العالى

الظواهر الكهروحراريه

تتضمن الظواهر الكهروحراريه ظاهرة سيبك وبلتيه وطومسون وسوف نتعرض لكل منهم بايجاز

ظاهرة سيبك

حقبقة ظاهرة سيبك تنحصر فى أنه اذا سخنت أحد نقطتى اتصال معدنيين مختلفين (النيكل والنحاس مثلا) يكونان دائره مغلقه كما بالشكل(١) بينما تبقى نقطة الاتصال الأخرى بارده ينشأ نتيجه لذلك تيارا كهربيا وتعرف القوه الدافعه الكهربيه الناشئه بالقوه الدافعه الكهروحراريه وهذه القوه تتوقف على نوع الموصلين وعلى الفرق بين درجتى حرارة نقطتى الاتصال ويسمى المعدنان المكونان لنقطتى الاتصال بالازدواج الحرارى



شكل (١)

ولهذه الظاهره أغراض تطبيقيه٠ هامه منها

١- تصميم مقاييس لدرجات الحراره تسمى الأزدواج الحرارى وعلاوه على تميزها فى دقة القياس فانها تصلح لأغراض لايصلح معها استخدام الترمومتر العادى مثل درجات الحراره المرتفعه جدا والمنخفضه جدا ويتم اختيار نوع المعدنين طبقا للمدى المراد قياسه فى درجات الحراره

٢-فى تصميم جهاز الثرموبيل

وهو من الاجهزه التى تستخدم فى قياس الأشعاع الحرارى حيث يتكون من عدة ازدواجات حراريه(بهدف مضاعفة القوه الدافعه الناشئه) المتصله على التوالى)

ظاهرة بلتيه

هذه الظاهره هى عكس ظاهرة سيبك فعند مرور تيار كهربى فى سلسله مكونه من عدد من المعادن المختلفه فانه عند أحد طرفى السلسله يحدث ارتفاع فى درجة الحراره فى حين تنخفض درجة حرارة موضع الاتصال الأخر

فمثلا عند مرور تيار كهربى من بطاريه فى سلكين احدهما من النحاس والأخرمن النيكل فأن موضع الاتصال الذى يمر فيه التيار من النحاس الى النيكل ترتفع درجة حرارته أى تتحول فيه الطاقه الكهربيه الى طاقه حراريه فى حين تنخفض درجة حرارة موضع الأنصال الاخر وهذا يؤكد أن ظاهرة بلتيه ليست تاتجه من مقاومة السلك لمرور التيار لان ذلك يتسبب فى ارتفاع درجة الحراره عند كل من موضعى الاتصال على السواء بالاضافه الى ان درجة حرارة الاتصالين يعتمد على اتجاه مرور التيار فعند عكس اتجاه التيار يصبح الطرف البارد ساخنا والطرف السخن بارد

ظاهرة طومسون

جوهر هذه الظاهره ينحصر فى أنه فى المعدن الوحد يمكن أن تنشأ قوه دافعه كهروحراريه اذا اختلفت درجة حرارة أجزائه بعضها عن بعض (أى وجود انحدار حرارى على طول القضيب). اذا سخن أحد طرف ساق من النحاس وبرد الطرف الأخر ينشأ عن ذلك فرق فى الجهد بين الطرفين وتنشأ القوه الدافعه الكهروحراريه فى هذه الحاله من تراكم الشحنات الحره عند أحد طرفى القضيب دون الأخر وبالتالى يصبح جهد الطرف البارد سالب نظرا لان كثافة الالكترونات الحره تكون أكبر عند الطرف البارد من المعدن ويكون جهد الطرف السخن موجبا نظرا لكثافة الالكترونات الحره عنده

وتفسر ظاهرة سيبك وبلتيه بفرض وجود تغير فجائى فى الجهد عند وصلة فلزين فعند اتصال فلزين ويكون أحد الفلزين أعلى جهدا من الأخر وعندما تكون درجة حرارة الوصلتين واحده فان القوه الدافعه الكهروحراريه فى الدائره تساوى صفر ولكن اذا سخنت احدى الوصلتين يزيد فرق الجهد عندها عنه عند الوصله البارده ويمر تيار فى الدائره (ظاهرة سيبك)

وعند مرور تيار كهربى فان الألكترونات فى الفلز الذى دالة شغله أكبر تملك طاقه أكبر وتنتقل هذه الألكترونات ذات الطاقه الأكبر الى الفلز الذى طاقة الكتروناته أقل وعند حدوث ذلك فأن الألكترونات ذات الطاقه العاليه تعطى جزاءا من طاقتها الزائده الى الفلز الثانى ويكون نتيجة ذلك اشعاع وطاقه حراريه عند نقطة الاتصال بين مادتى الفلز وعلى العكس عند مرور التيار الكهربى فى اتجاه عكسى أى ان الألكترونات ذات الطاقه المنخفضه سوف تنتقل عبر نقطة الاتصال الى الفلز الأخر الذى به الكترونات ذات طاقه عاليه فأن هذه الألكترونات ذات الطاقه المنخفضه عند انتقالها سوف تزداد طاقتها على حساب ذرات الفلز الثانى ونتيجة لذلك سوف يحدث امتصاص للطاقه الحراريه عند نقطة الاتصال

دوائر التيار المتردد :AC Circuits

دارات التيار المتردد كما يوحي الاسم ‘‘التيار المتردد’’ هي مجرد دوائر مدعومة بمصدر متناوب أو متردد، إما جهد أو تيار. التيار المتردد أو الجهد، هو الذي تتغير فيه قيمة الجهد أو التيار حول قيمة متوسطة معينة وتعكس الاتجاه بشكل دوري. يتم تشغيل معظم الأجهزة والأنظمة المنزلية والصناعية الحالية باستخدام التيار المتردد.

يُقصد بدوائر التيار المتردد هو تغير في حالة التيار الكهربائي بحيث تعيد نفسها على فترات زمنية متساوية، ويمر هذا التغير ما بين قمتين متناوبتين في الهبوط والارتفاع، حتى تتكون دورة من نصفي اهتزازة متتابعتين إحداها موجبة الإشارة، وأخرى سالبة الإشارة، وعليه ينتج فرق جهد كهربائي تتحكم به المقاومة في دوائر التيار المتردد

تعمل جميع الأجهزة الموصولة بالتيار المستمر والأجهزة القائمة على البطاريات القابلة لإعادة الشحن تقنياً على التيار المتردد حيث تستخدم جميعها شكلاً من أشكال طاقة التيار المستمر المشتقة من التيار المتردد إما لشحن بطارياتها أو تشغيل النظام. وبالتالي فإنّ التيار المتردد هو الشكل الذي يتم من خلاله توصيل الطاقة في التيار الكهربائي.
ظهرت الدائرة المتناوبة في الثمانينيات عندما قررت ‘‘تسلا’’ حل مشكلة عدم القدرة طويلة المدى لمولدات ‘‘توماس إديسون’’ التي تعمل بالتيار المستمر. لقد سعى إلى طريقة لنقل الكهرباء بجهد عالٍ ثم استخدم المحولات لتصعيدها إما لأعلى أو لأسفل حسب الحاجة للتوزيع وبالتالي كان قادراً على تقليل فقد الطاقة عبر مسافة كبيرة والتي كانت المشكلة الرئيسية للتيار المستمر في ذلك الوقت

مصدر التيار المتردد الأساسي – مولد التيار المتردد بملف واحد:
مبدأ توليد التيار المتردد بسيط. إذا تم تدوير مجال مغناطيسي أو مغناطيس على طول مجموعة ثابتة من الملفات ‘‘الأسلاك’’ أو دوران ملف حول مجال مغناطيسي ثابت، يتم إنشاء تيار متردد

باستخدام مولد التيار المتردد .(AC generator – Alternator) يتكون أبسط شكل من أشكال مولد التيار المتردد من حلقة من السلك يتم تدويرها ميكانيكياً حول محور أثناء وضعها بين القطبين الشمالي والجنوبي للمغناطيس.

عندما يدور ملف المحرك داخل المجال المغناطيسي الذي تم إنشاؤه بواسطة مغناطيس القطب الشمالي والجنوبي، يتغير التدفق المغناطيسي عبر الملف، وبالتالي يتم دفع الشحنات عبر السلك، مما يؤدي إلى جهد فعّال أو جهد مستحث. التدفق المغناطيسي عبر الحلقة هو نتيجة لزاوية الحلقة بالنسبة لاتجاه المجال المغناطيسي.

يمكننا أنّ نستنتج أنّه يتم قطع عدد معين من خطوط المجال المغناطيسي أثناء دوران المحرك، تحدد كمية ‘‘الخطوط المقطوعة’’ خرج الجهد. مع كل تغيير في زاوية الدوران والحركة الدائرية الناتجة عن المحرك مقابل الخطوط المغناطيسية، تتغير أيضاً كمية ‘‘الخطوط المغناطيسية المقطوعة’’، وبالتالي يتغير جهد الخرج أيضاً.

على سبيل المثال، خطوط المجال المغناطيسي المقطوعة عند درجة الصفر هي صفر مما يجعل الجهد الناتج صفراً، ولكن عند (٩٠) درجة، يتم قطع جميع خطوط المجال المغناطيسي تقريباً، وبالتالي يتم إنشاء أقصى جهد في اتجاه واحد في اتجاه واحد. ينطبق الشيء نفسه على (٢٧٠) درجة فقط لأنّه تم إنشاؤه في الاتجاه المعاكس.

وبالتالي هناك تغيير ناتج في الجهد حيث يدور المحرك داخل المجال المغناطيسي مما يؤدي إلى تكوين شكل موجة جيبية. وبالتالي فإنّ الجهد المستحث الناتج يكون جيبياً، مع تردد زاوي يقاس ‘‘بالراديان في الثانية.’’

المقاومة في دوائر التيار المتردد.

المقاومة في دوائر التيار المتردد تحتوي دوائر التيار المتردد على مقاومات تمانع من مرور هذا التيار فيها، وذلك لأن الجهد والتيار الكهربائي يرتفعان ويهبطان مع بعضهما البعض في

نفس الفترة الزمنية، والفرق بينهما يساوي صفر درجة في زاوية الطور، وترتبط زاوية الطور بمعامل القدرة الذي يتراوح ما بين الصفر إلى درجة واحدة، وكلما اقتربت زاوية الطور من واحد درجة تولدت القدرة الفعالة التي تقاس بوحدة واط، والتي تستخدم في مجالات متعددة مثل إدارة المحرك، وتسخين الملف الحراري، وإضاءة المصابيح، وأما إذا اقتربت أو انخفضت زاوية الطور إلى أقل من درجة واحدة تولدت القدرة غير الفعالة والتي تمر بين دوائر التيار المتردد دون الاستفادة منها، وتقاس القدرة غير الفعالة بوحدة فارVAR

معادلة التيار المتردد المستحث:

يعطي التيار المستحث بالمعادلة التالية :

$$I = V/R$$

حيث$V= NABw \sin (wt)$

حيث:

– Nالسرعة .

– Aالمساحة .

– Bالمجال المغناطيسي .

– wالتردد الزاوي

من الواضح أنّ مولدات التيار المتردد الحقيقية أكثر تعقيداً من هذا ولكنّها تعمل على أساس نفس مبادئ وقوانين الحث الكهرومغناطيسي. يتم أيضاً إنشاء التيار المتردد باستخدام نوع معين من المحولات ودوائر المذبذبات كما هو موجود في العاكسات.(inverters)

موجة التيار المتردد:AC Waveform –

يتم إنشاء أشكال الموجات الجيبية (AC) عن طريق تدوير ملف داخل مجال مغناطيسي وتشكل الفولتية والتيارات المتناوبة أساس نظرية التيار المتردد. تُعرَّف الدالة البديلة أو شكل موجة التيار المتردد بأنّها وظيفة تختلف في كل من الحجم والاتجاه بطريقة متساوية إلى حد ما فيما يتعلق بالوقت مما يجعلها شكل موجة "ثنائي الاتجاه". يمكن أن تمثل وظيفة التيار المتردد إما مصدر طاقة أو مصدر إشارة مع شكل شكل موجة (AC) يتبع بشكل عام شكل الجيب الرياضي الذي يتم تعريفه على النحو التالي:

$$A(t) = Amax \times \sin(2\pi f t)$$

مصطلح (AC) أو لإعطائه وصفاً كاملاً للتيار المتردد، يشير عموماً إلى شكل موجة متغير بمرور الوقت، يطلق عليها اسم الموجة الجيبية المعروفة بشكل أفضل بالشكل الموجي الجيبي. يُطلق على الأشكال الموجية الجيبية بشكل عام وصفها المختصر باسم "موجات الجيب". تعد الموجات الجيبية واحدة من أهم أنواع موجات التيار المتردد المستخدمة في الهندسة الكهربائية.

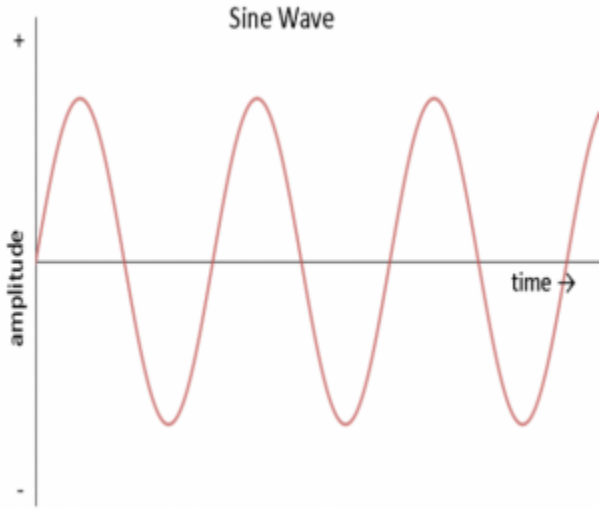
خصائص شكل موجة التيار المتردد:

الفترة، (T)هي المدة الزمنية بالثواني التي يستغرقها شكل الموجة لتكرار نفسها من البداية إلى النهاية. يمكن أن يسمى هذا أيضاً الوقت الدوري للشكل الموجي للموجات الجيبية، أو عرض النبض للموجات المربعة. التردد، (f)هو عدد المرات التي يكرر فيها شكل الموجة نفسه خلال فترة زمنية ثانية واحدة. التردد هو مقلوب الفترة الزمنية، $(f = 1 / T)$، ووحدة التردد هي هرتز، .(Hz)السعة، (A)هي حجم أو شدة شكل موجة الإشارة المقاسة بالفولت أو الأمبير.

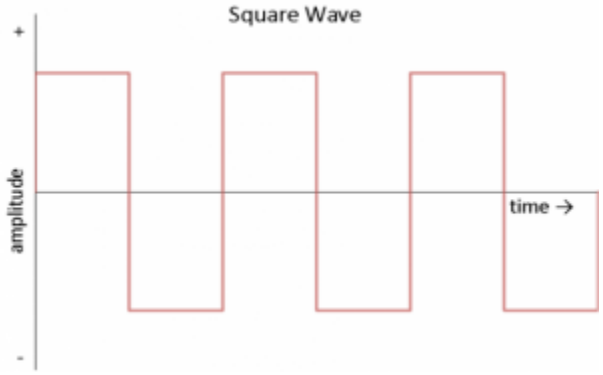
الأشكال الموجية (waveforms)

للتيار المتردد أشكال عديدة يمكن أن يتواجد عليها طالما أن التيار والجهد يتغيران. إذا قمنا بتوصيل راسم اهتزازات (oscilloscope) في دائرة تعمل بالتيار المتردد ثم قمنا برسم مخطط

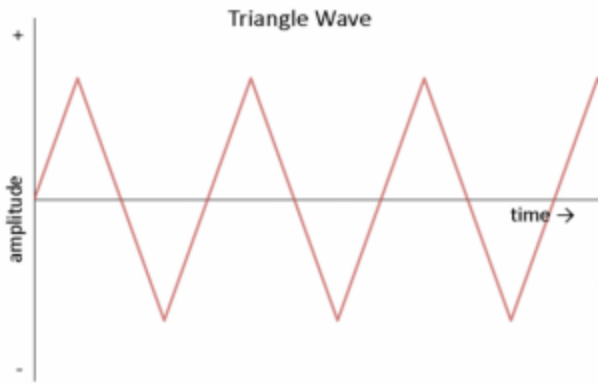
لتغير الجهد مع مرور الزمن فربما نلاحظ عدداً من الأشكال الموجية المختلفة. وأكثر أشكال التيار المتردد شيوعاً هي الموجة الجيبية (sine wave). التيار المتردد في معظم المنازل والمكاتب له جهد متذبذب ينتج عنه موجة جيبية.



من الأشكال الأخرى الشائعة للتيار المتردد الموجة المربعة والموجة المثلثية:



غالباً تُستخدم الموجات المربعة في الإلكترونيات الرقمية وإلكترونيات التحويل لاختبار عملها.



تستخدم الموجات المثلثية في توليف الصوت (sound synthesis)، ومفيدة أيضاً في اختبار الإلكترونيات الخطية مثل المضخمات (amplifiers).

وصف الموجة الجيبية

عادة نقوم بشرح الشكل الموجي للتيار المتردد بأسلوب رياضي. في هذا المثال سنستخدم الموجة الجيبية الشائعة. هناك ثلاثة أشياء تتعلق بأي موجة جيبية: السعة (amplitude)، التردد (frequency)، والطور (phase).

فيما يتعلق بالجهد يمكننا وصف الموجة الجيبية بواسطة هذه الدالة الرياضية:

$$V(t) = V_P \sin(2\pi f t + \phi)$$

V(t) هو الجهد كدالة في الزمن، وهذا يعني أن الجهد يتغير بتغير الزمن. أما المعادلة على اليمين فتصف كيفية تغير الجهد بتغير الزمن.

Vp هو السعة، تصف السعة أقصى جهد تستطيع موجتنا الجيبية الوصول إليه في أي من الاتجاهين، وهذا يعني أن الجهد يمكن أن يكون +Vp أو -Vp أو أي قيمة أخرى تقع بينهما.

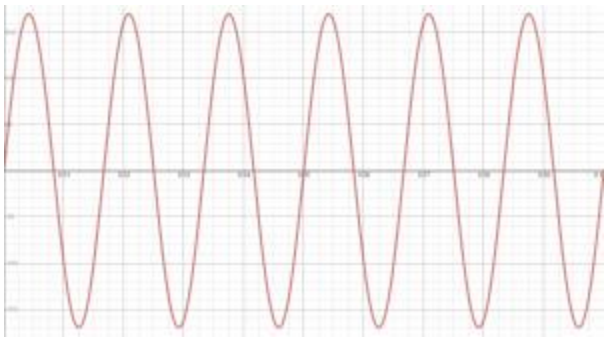
دالة الجيب (sin()) تشير إلى أن الجهد يكون في شكل موجة جيبية دورية، أي يكون هناك تذبذب سلس في كلا الاتجاهين حول الجهد صفر.

2π هو ثابت وظيفته تحويل التردد من دورات (cycles) بالهرتز (hertz) إلى تردد زاوي

(angular frequency) مقاساً بالراديان في الثانية (rad/s).
f تعبر عن تردد الموجة الجيبية، ووحدة التردد الهرتز (hertz) أو وحدة لكل ثانية (units per second). التردد يخبرنا عن عدد مرات حدوث شكل موجي (في هذه الحالة دورة واحدة للموجة الجيبية، ارتفاع ثم انخفاض) معين خلال ثانية واحدة.
t يعبر عن المتغير المستقل: الزمن (مقاساً بالثواني). كلما تغير الزمن يتغير تبعاً له الشكل الموجي.
φ يعبر عن الطور الخاص بالموجة الجيبية. يقيس الطور مدى تغير الشكل الموجي بالنسبة للزمن، وغالباً يُعطى رقماً يقع بين ٠ و ٣٦٠ ويقاس بالدرجات. بسبب الطبيعة الدورية للموجة الجيبية، إذا انتقل الشكل الموجي ٣٦٠° يصبح نفس الشكل الموجي مجدداً، أي كأنما تغير ٠°. للتبسيط سنفترض أن الطور يساوي ٠° في باقي هذا الدرس.
يمكننا استخدام مأخذ التيار الموجود في المنزل كمثال على الشكل الموجي للتيار المتردد. الطاقة الكهربية الموصلة للمنازل في الولايات المتحدة عبارة عن تيار متردد أقصى جهد له (سعته) V١٧٠ وتردده Hz٦٠. يمكن إدخال هذه الأرقام في الدالة السابقة للحصول على المعادلة التالية (لاحظ أننا نفرض أن الطور يساوي ٠):

$$V(t) = 170\sin(2\pi 60t)$$

يمكننا أيضاً استخدام الآلة الحاسبة التي تقوم بمثيل الرسوم البيانية لتمثيل هذه المعادلة. إذا لم يكن لديك آلة حاسبة تقوم بتمثيل الرسوم البيانية يمكنك الاستعانة ببرنامج من على الانترنت لرسم الرسوم البيانية مثل Desmos (لاحظ أنه ربما يجب عليك استخدام (y) بدلاً من (v) في المعادلة للتمثيل البياني).



من الرسم نلاحظ أن الجهد يرتفع إلى ١٧٠V ثم يهبط إلى -١٧٠V بشكل دوري، وتحدث ٦٠ دورة للموجة السينية كل ثانية. إذا كان يمكننا قياس الجهد الخاص بمأخذ التيار بواسطة راسم ذبذبات (oscilloscope) فهذا الرسم السابق هو ما سنشاهده. (تحذير: لا تحاول قياس جهد مأخذ التيار بواسطة راسم الذبذبات! لأن ذلك من المحتمل أن يتلف الجهاز). ملحوظة: ربما تكون قد سمعت من قبل أن التيار المتردد في الولايات المتحدة ١٢٠V، هذا أيضاً صحيح. كيف ذلك؟ عندما نتحدث عن التيار المتردد، لأن الجهد يتغير بشكل دوري ثابت فعادة يكون من الأسهل استخدام المتوسط (average or mean). لتحقيق ذلك نقوم باستخدام طريقة تسمى جذر متوسط المربع ((Root mean squared (RMS). من المفيد استخدام جذر متوسط المربع مع التيار المتردد عند الحاجة لحساب القدرة الكهربية. في مثالنا السابق رغم أن الجهد يتراوح بين ١٧٠V و-١٧٠V إلا أن جذر متوسط المربع هو ١٢٠VV.

تطبيقات

مآخذ التيار في المنازل والمكاتب تحتوي في معظمها تيار متردد. هذا لأن توليد التيار المتردد ونقله عبر مسافات طويلة سهل نسبياً. في الجهود العالية (أكثر من ١١٠ ألف فولت) تُفقد طاقة أقل أثناء عملية نقل الكهرباء. كلما زاد الجهد قل التيار، وكلما قل التيار قلت الحرارة المتولدة في خطوط الكهرباء عالية الضغط نتيجة لمقاومتها. يمكن تحويل التيار المتردد من وإلى جهود عالية بسهولة باستخدام المحولات (transformers).
يستطيع التيار المتردد أيضاً تشغيل المحركات. المحركات والمولدات هي نفس الأجهزة تماماً،

لكن المحركات تقوم بتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية (إذا تمت إدارة محور محرك ما يتولد جهد كهربي عند طرفيه!). هذا مفيد للغاية في العديد من الأجهزة المنزلية مثل غسالات الصحون، الثلاجات، وغيرها الكثير من الأجهزة التي تعمل بالتيار المتردد.

ويسمى مسار تدفق التيار المتردد دائرة التيار المتردد . في دائرة التيار المتردد ، لا تكون قيمة الحجم واتجاه التيار والفولتية ثابتة ، بل تتغير في فترة زمنية منتظمة. ينتقل كموجة جيبية تكمل دورة واحدة نصف دورة موجبة ونصف سالبة وهي دالة الوقت (t) أو الزاوية = θ) وزن(

في دائرة الرنين ، المعارضة لتدفق التيار هو المقاومة الوحيدة للدائرة في حين أن المعارضة لتدفق التيار في دائرة التيار المتردد هي بسبب المقاومة (R) ، مفاعل الاستقرائي =XL) 2πfLوالمفاعلية بالسعة (XC = 1/2 πfC) من الدائرة.

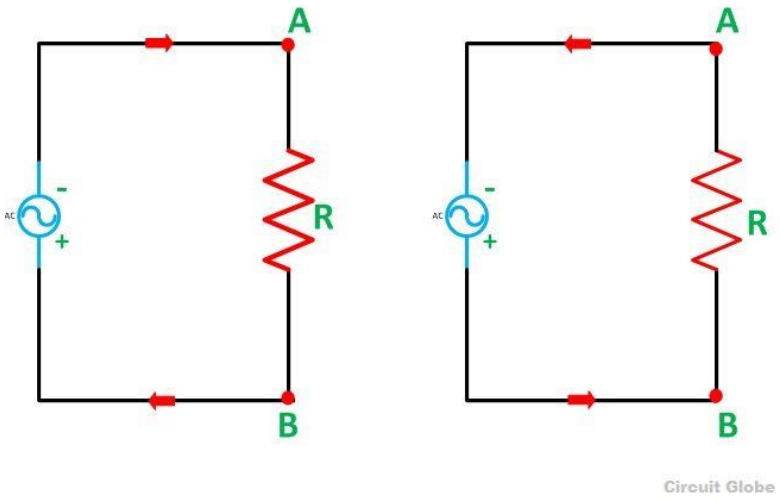
في حلبة التيار المتردد ، التيار و الفولتية يمثلها الحجم والاتجاه. قد تكون أو لا تكون الكمية المتناوبة في الطور مع بعضها البعض اعتمادًا على المعلمات المختلفة للدائرة مثل المقاومة والحث والسعة الكميات المتناوبة الجيبية هي الجهد والتيار الذي يختلف حسب جيب الزاوية.θ

لتوليد الطاقة الكهربائية ، في جميع أنحاء العالم ، يتم اختيار الجهد الجيبي والتيار بسبب الأسباب التالية أدناه.

- ينتج الجهد والجهد الجيبيان خسائر منخفضة في الحديد والنحاس في المحولات والآلات الكهربائية الدوارة ، مما يؤدي بدوره إلى تحسين كفاءة آلات التيار المتردد.
- أنها توفر أقل تدخل في نظام الاتصالات القريبة.
- أنها تنتج أقل اضطراب في الدائرة الكهربائية.

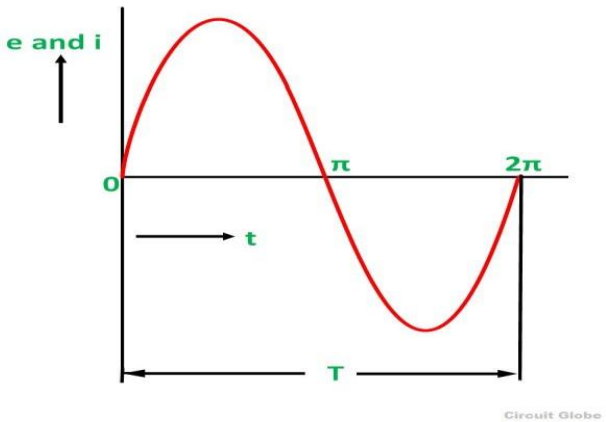
التيار المتردد والتيار في دائرة التيار المتردد

الجهد الذي يغير قطبية ويسمى الحجم في الفاصل الزمني العادي للوقت الجهد المتناوب. وبالمثل ، يتم تغيير اتجاه التيار وتغيير حجم التيار مع الوقت الذي يطلق عليه التيار المتناوب. عند توصيل مصدر جهد بديل عبر مقاومة الحمل كما هو موضح في الشكل أدناه ، يتدفق التيار خلاله في اتجاه واحد ثم في الاتجاه المعاكس عندما يتم عكس القطبية.



بالتناوب الرسم البياني الدارة الدائرة

فيما يلي الشكل الموجي للجهد المتناوب فيما يتعلق بالوقت والتيار المتدفق عبر المقاومة (R) في الدائرة



هناك أنواع مختلفة من الدوائر AC مثلACدارة تحتوي فقط على مقاومة (R) ، دارة AC تحتوي على سعة فقط (C) ، دارة AC تحتوي على محاثة فقط (L) ، مزيج من RL Circuit ، دارة AC تحتوي على مقاومة وسعة (RC) ، دارة AC تحتوي على محاثة وسعة) ومقاومة الحث والسعة (RLC) دائرة.AC

المصطلحات المختلفة التي يتم استخدامها بشكل متكرر في حلبة AC هي كما يلي

السعة

الحد الأقصى للقيمة الإيجابية أو السلبية التي تم تحقيقهامن خلال كمية متناوبة في دورة واحدة كاملة تسمى قيمة السعة أو القيمة القصوى أو القيمة القصوى. يتم تمثيل الحد الأقصى لقيمة الجهد والتيار بواسطةE م أو الخامسم و انام على التوالي.

تناوب

وتسمى دورة واحدة نصف التناوب. فترة التناوب هي ١٨٠ درجة الكهربائية.

دورة

عندما تكتمل مجموعة واحدة من القيم الموجبة والسالبة بكمية متناوبة أو عندما تمر بالكهرباء بمقدار ٣٦٠ درجة ، يُقال إنها تشتمل على دورة كاملة واحدة.

قيمة لحظية

تسمى قيمة الجهد أو التيار في أي وقت من الأوقات قيمة لحظية. ويتم الإشارة إليها بواسطة i) أو.(e

تكرر

يسمى عدد الدورات التي يتم إجراؤها في الثانية الواحدة بكمية متناوبة بالتردد. يتم قياسه في دورة في الثانية (c / s) أو hertz (Hz) ويتم الإشارة إليها بواسطة.(f)

فترة زمنية

يسمى الوقت المستغرق بالثواني بالجهد أو التيار لإكمال دورة واحدة بالفترة الزمنية. يشار إليه بـ.(T)

شكل الموجة

يسمى الشكل الذي تم الحصول عليه عن طريق رسم القيم الآنية لكمية متناوبة مثل الجهد والتيار على طول المحور y والوقت (t) أو الزاوية (θ = wt) على طول المحور x بالموجة.

دائرة التيار المتردد:

على عكس التيار المستمر، يغير جهد التيار المتردد أو التيار إتجاهه بشكل دوري حيث يزداد من الصفر إلى الحد الأقصى، وينخفض مرة أخرى إلى الصفر، ثمّ يستمر سلبياً إلى الحد الأقصى، ثمّ يعود مرة أخرى إلى الصفر. يبلغ معدل تكرار هذه الدورة حوالي ٥٠ دورة في الثانية. بالنسبة للتطبيقات عالية الطاقة، يعتبر التيار المتردد مصدرًا أكثر انتشارًا وفعاليّة من التيار المستمر. الطاقة ليست نتاجًا بسيطًا للجهد والتيار كما هو الحال في التيار المستمر، ولكنّها تعتمد على مكونات الدائرة. دعونا نرى سلوك دائرة التيار المتردد مع المكونات الأساسية.

دائرة التيار المتردد بمقاومة:

في هذا النوع من الدوائر، يكون الجهد المتناقص عبر المقاومة متطابقاً تماماً مع التيار، هذا يعني أنّه عندما تكون القيمة اللحظية للجهد صفر، فإنّ القيمة الحالية في تلك اللحظة هي أيضًا صفر. وأيضًا، عندما يكون الجهد موجبًا أثناء الموجة النصف الموجبة لإشارة الإدخال، يكون

التيار موجبًا أيضًا، وبالتالي تكون الطاقة موجبة حتى عندما تكون في موجة نصف سالبة من الدخول .(input) هذا يعني أنّ طاقة التيار المتردد في المقاومة تتبدد دائمًا كحرارة أثناء أخذها من المصدر، بغض النظر عمّا إذا كان التيار موجبًا أم سالبًا.

دائرة التيار المتردد مع المحث:

المحاثات تعارض التغيير في التيار من خلالها ليس مثل المقاومات التي تعارض تدفق التيار. هذا يعني أنّه عند زيادة التيار، يحاول الجهد المستحث معارضة هذا التغيير في التيار عن طريق خفض الجهد، يتناسب الجهد الهابط عبر المحرِّض مع معدل التغير في التيار، لذلك عندما يكون التيار في ذروته القصوى، فإنّ الجهد اللحظي في تلك اللحظة هو صفر، والعكس يحدث عندما يبلغ التيار ذروته عند الصفر (أقصى تغير في ميله)، لذلك لا يوجد تبديد للطاقة في دائرة التيار المتردد للمحث.

وبالتالي، فإنّ القوة اللحظية للمحث في هذه الدائرة، تختلف تماماً عن دائرة التيار المستمر، حيث تكون في نفس المرحلة. لكن في هذه الدائرة تكون المسافة بينهما ٩٠ درجة، وبالتالي تكون القوة سالبة، في بعض الأحيان. تعني الطاقة السالبة أنّ الطاقة تعود إلى الدائرة حيث تمتصها في بقية الدورة. تسمى معارضة التغيير الحالي بالمفاعلة، وتعتمد على تردد دائرة التشغيل.

دائرة التيار المتردد مع المكثف:

يقاوم المكثف تغيير الجهد، والذي يختلف عن المحث الذي يقاوم التغيير في التيار. من خلال توفير أو سحب التيار يحدث هذا النوع من المقاومة، ويتناسب هذا التيار مع معدل تغير الجهد عبر المكثف. يكون التيار عبر المكثف هو نتيجة التغير في الجهد في الدائرة. لذلك، فإنّ التيار اللحظي يكون صفراً عندما يكون الجهد في ذروته (لا يوجد تغيير في منحدر الجهد)، ويكون الحد الأقصى عندما يكون الجهد عند الصفر، وبالتالي فإنّ الطاقة تتغير أيضاً في دورات موجبة وسالبة. هذا يعني أنّه لا يبدد الطاقة بل يمتص الطاقة ويطلقها. يمكن أيضًا تحليل سلوك دائرة

التيار المتردد من خلال الجمع بين الدوائر المذكورة أعلاه مثل دوائر (RL) و (RC)و (RLC) وتوصيلها على التوالي أو التوازي.