مقوم التيار الكهربائي

إعداد : د. ناصر بن عبدالله الرشيد

تعد الكهرباء من النعم الجليلة التي أنعم الله بها على خلقه، فهو مصدر الطاقة لكثير من الأجهزة والآلات الصغيرة والكبيرة، ولا يمكن أن يستغني عنه الإنسان في وقتنا الحاضر لإعتماده - بعد الله - عليه في معظم شوؤن حياته.

التيار الكهربائي هو عبارة عن حركة أو سريان الشحنات الكهربائية التي قد تكون موجبة أو سالبة، وينقسم التيار الكهربائي إلى نوعين فهو إما أن يكون مستمراً (Direct Current - DC) أو متناوباً (متردد) (Alternate Current - AC). يسير التيار المستمر في إتجاه واحد دائماً وينتج من البطاريات أو مولدات التيار المستمر ، بينما التيار المتناوب يعكس إتجاه سريانه بصورة منتظمة، وينتج من مولدات التيار المتناوب ويستخدم في معظم المنازل.

تعمل كثير من الأجهز الإليكترونية بالتيار المتردد، وهذا التيار يحصل عليه - عادة - من الشبكة الرئيسية للكهرباء، وأما البعض الآخر فيعمل بالتيار المستمر، مثل الراديو ، وأجهزة التسجيل، وأجهزة الهاتف النقال، وغيرها الذي يحصل عليه إما من البطاريات الجافة أو من الشبكة الرئيسية، و يعد التيار المستمد من الشبكة الرئيسية أرخص المصادر الكهربية لها، إلا أنه يحتاج إلى تقويم لكي يصبح تياراً مستمراً يناسب تلك الأجهزة.

تتم عملية تقويم التيار الكهربي المتردد بإستخدام أجهزة يطلق عليها مقومات التيار (Rectifiers) ، تسمح هذه المقومات بمرور التيار من إتجاه ولا تسمح له بالمرور إلى الإتجاه الآخر ، وبالتالي يتحول التيار من تيار متردد إلى تيار مستمر.

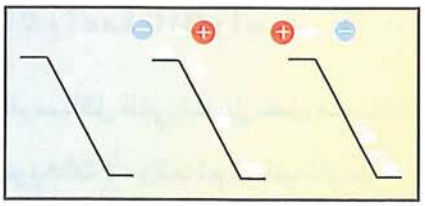
أنواع المقومات

توجد ثلاثة أنواع رئيسية من المقومات هي:

● المقومات الفلزية

تعد المقومات الفلزية من أبسط أنواع المقومات، حيث تتكون من قرص من النحاس مغطى من إحدى جهتية بطبقة من أكسيد النحاس، أو تتكون من الحديد و السيلينيوم.

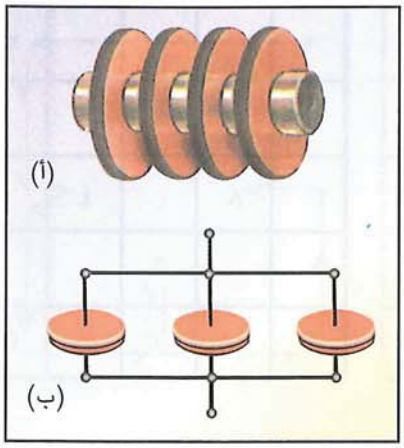
تلعب منطقة الإتصال بين مادتي المقوم كحاجز يسمح للتيار بالمرور من إتجاه دون المرور إلى الإتجاه الآخر، ولكن هذه الخاصية تتلاشى في حالة التيارات ذات الجهد العالي، ويمكن تشبيه عمله بإنبوب يصل بين إنائين فيهما سائل أحدهما علوي والآخر سفلي وعليه فإن السائل سينتقل من الإناء العلوي إلى الإناء السفلي وليس العكس، ولكن عند تعرض سطح السائل في الإناء السفلي إلى ضغط فإن السائل سيقاوم الإرتفاع إلى أن يتفوق الضغط على المقاومة مما يؤدي إلى إنتقال السائل من الإناء السفلي إلى الإناء العلوي، وهذا ما يحدث بالضبط بالنسبة للمقومات الفلزية عندما تتعرض لجهد كهربي عالي فإنها تفقد قدرتها



● شكل (١) يوضح عمل منطقة التوصيل بين مادتي المقوم.

على تقويم التيار، فيكون التيار الخارج منها متردداً وليس مستمراً، شكل (١).

من عيوب هذا النوع من المقومات تميزه بمقاومة كهربائية ضعيفة، حيث يستطيع تقويم التيار منخفض الجهد (Low voltage) فقط، والذي لا يتجاوز عدة فولتات، أما في حالة التيارات ذات الجهد العالي فإنه لا يستطيع تقويم التيار ، وبالتالي يستمر التيار الناتج منه بشكل متردد، ويمكن تلافي هذا العيب بإستخدام عدد من المقومات الفلزية في آن واحد، ونظراً لأن كل مقوم يستطيع تقويم عدة فولتات فإنه عند توصيل عدة مقومات بشكل متسلسل (أي رص الأقراص فوق بعضها

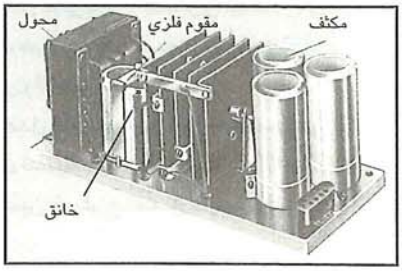


● شكل (٢) توصيل المقومات : (أ) بالتسلسل (ب) بالتوازي.

لبعض أو بجانب بعضها البعض)، شكل (٢أ) فإنه يمكن الحصول على مقوم يستطيع تقويم تياراً ذا جهد عال يصل إلى ٢٤٠ فولت.

ومن عيوبها أن المقوم الواحد لا يستطيع تقويم التيارات الكهربائية العالية، إذ يمكنه فقط تقويم التيارات التي لا تتعدى أمبير واحد، إلا أنه يمكن زيادة كفاءة هذا النوع من المقومات للحصول تيارات عالية الشدة عن طريق توصيل عدة مقومات بالتوازي، شكل (٢ب)، وبالتالي يكون التيار المقوم عبارة عن مجموع التيارات الصغيرة المارة من كل مقوم على حدة.

كما أن من عيوبها أيضاً أنها تسخن كلما زادت شدة التيار، مما يؤدي إلى تحلل أوكسيد النحاس وبالتالي تفقد المقومات الفلزية خاصية التقويم، ومع ذلك يمكن تلافي هذه المشكلة بتبريده بواسطة مبردات تعمل على خفض درجة الحرارة



● شكل (٣) جهاز كامل لتقويم تيار كهربي متردد بعد تحويله من ٢٢٠ / ١٢٠ فولت إلى ١٢ فولت.

تتميز المقومات الفلزية بأنها رخيصة الثمن وقوية، وتستخدم بشكل عام لتغيير التيارات المترددة من الشبكة العامة إلى تيار مستمر يكافيء التيار الكهربي المنتج من البطاريات الجافة، وفي هذه الحالة يمر التيار الكهربائي من الشبكة الرئيسية من خلال محول (Transformer) فيحوله من ١١٠ أو ٢٤٠ فولت إلى ١٢ فولت قبل أن يتم تقويمه، شكل (٣).

● مقومات الصمامات الثنائية

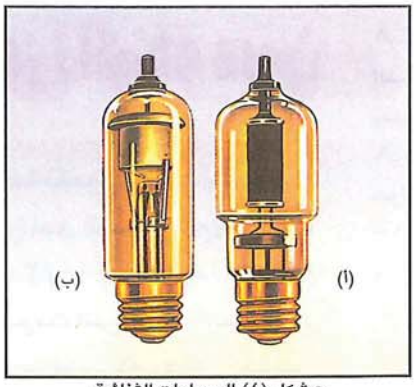
تتكون الصمامات الثنائية (Diodes) من باعث واحد ومجمع، ويوجد منها عدة أنواع منها:

* **الصمامات الثنائية المفرغة:** تسمح الصمامات الثنائية المفرغة(Diode vaccume valve)، شكل (٤أ) للأليكترونات بالمرور من إتجاه واحد فقط من المصعد إلى المهبط، وذلك عندما يكون الصمام تحت تأثير تيار كهربائي ذو فرق جهد عالي، ولكي يتم تقويم التيار المتردد فإنه يجب وصل قطبيه إلى المصعد والمهبط، فيسير التيار من خلاله حينما يكون جهد المصعد (Anode) أعلى بكثير (أي يحمل شحنات موجبة) من جهد المهبط (Cathode) (يحمل شحنات سالبة). تتحرر الأليكترونات من المصعد الساخن فتنطلق على شكل سيل من الأليكترونات مبتعدة عن المصعد لتنافرها مع الشحنات السالبة فيه.

من عيوب الصمامات الثنائية المفرغة بأنها محدودة - أيضاً - بحجم التيار التي تستطيع تقويمه، إذ من غير الملائم إستخدامها لتقويم التيارات الكهربائية ذات الجهد الأعلى من عدة آلاف من الفولتات فإن هذا النوع من المقومات يكون غير ملائم لتقويمها لأنه يتسبب في إهدار كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية، وذلك لوجود مقاومة عالية بين الأليكترونات من المصعد إلى المهبط تؤدي إلى تحول جزء كبير منها إلى حرارة تعمل على التقليل من كفاءته ولذا يجب التخلص منها.

* **الصمامات الثنائية المملوءة بالغاز:** ويستخدم هذا النوع من الصمامات (تملأ عادة ببخار الزئبق) لتقويم التيارات الكبيرة ذات الجهد العالي، شكل (٤ب)، فعلى سبيل المثال، تستخدم في وحدات الطاقة التي تمد القطارات الكهربائية، وفي مصانع تنقية الألومنيوم، وفي مصانع الطلاء بالمعادن.

تعمل الصمامات الثنائية المملوءة بالغاز بطريقة مشابهة لما يحدث في الصمامات الثنائية المفرغة العادية، حيث تنجذب الإلكترونات من المصعد إلى المهبط، وفي طريقها إلى المهبط تصطدم بجزيئات الغاز فتنتزع منها الأليكترونات البعيدة (التي تقع في مداراتها الخارجية)، ثم تتجه جميع الأليكترونات المنبعثة



● شكل (٤) الصمامات الثنائية.

من المصعد والمنزوعة من جزيئات الغاز إلى المهبط، وهذا بدوره يؤدي إلى الإصطدام بجزيئات أخرى وبالتالي تحرر إلكترونات أكثر، وهكذا يتولد تيار ضخم من الأليكترونات من المصعد إلى المهبط، وليس العكس، مما يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة المقوم (لايمكن تجنبها عندما يقوم كميات كبيرة من الطاقة). ولتلافي الآثار العكسية لإرتفاع درجة الحرارة فإنه يتم تبريد الصمام بالماء أو الهواء لإبقائه عند درجة الحرارة المثلى للعمل (حوالي ٧٥درجة مئوية) وتخليصه من كميات كبيرة من الحرارة لكي يعمل بكفاءة عالية.

● صمامات اشباه الموصلات الثنائية

تصنع صمامات أشباه الموصلات (Semiconductors) من مواد شبه موصلة وهي عادة مواد توصل الكهرباء أفضل من المواد العازلة كالزجاج، ولكنها ليست مثل المواد الصلبة كالنحاس، وقد يسرت هذه المواد صناعة أجهزة الحواسيب الحديثة والصمامات الثنائية، وهي تتكون من بلورات الجرمانيوم أو السيليكون تحتوي على شوائب من مواد جيدة التوصيل.

تعتمد كفاءة أشباه الموصلات على نقاوة المواد المستخدمة في تصنيعها، كما تعتمد على إنتظام تركيب البلورات، حيث أن عدم إنتظام البلورة يؤدي إلى التقليل من قدرتها على التوصيل كما يقلل من عمرها الإفتراضي. وبالتالي فإنها تكون غير ملائمة لتصنيع الأجهزة.

تتكون مقومات التيار الكهربائي المصنوعة من أشباه الموصلات الثنائية عادة من بلورتين من السيليكون أو الجرمانيوم تفصل بينهما مادة غير نقية تشكل منطقة من النوع (سالبة - س) ومنطقة من النوع (موجبة - م) ويطلق على مكان تلاصق المنطقتين إسم الوصلة م - س، وهذه توصل التيار الكهربائي إلى حد معين، ولذا يطلق عليها أشباه الموصلات. تعمل هذه الوصلة الثنائية بطريقة مشابهة تماماً للصمام الثنائي، حيث تعمل الرابطة بين جزيء البلورة كحاجز يسمح للأليكترونات بالمرور من إتجاه ولا تسمح لها بالمرور من الإتجاه الآخر.

ترتيب الدارة

تعمل الدارة الكهربائية المشتملة على مقوم واحد على مرور نصف الموجة للتيار الكهربائي شكل (٥أ)، وبالتالي فإن الحصول على التيار المستمر بهذه الطريقة يتسبب في إهدار الطاقة الكهربائية بشكل كبير، لأن نصف الطاقة تماماً

● شكل (٥) تقويم موجة التيار.

سيذهب هدراً، ولذلك فهي غير مجدية إقتصادياً.

أما في حالة الرغبة في الحصول على تيار مستمر للأغراض الإقتصادية، فإنه يجب أن تحتوي الدائرة على مقومين بحيث يقوم المقوم الثاني بإمرار التيار حينما يتوقف المقوم الأول عن إمرار التيار، وبالتالي نحصل على موجة كاملة، شكل (٥ب).

يختلف التيار المستمر الناتج من تقويم التيار المتردد عن التيار الناتج عن البطاريات الجافة أو المراكم، ففي الراديو - مثلاً - المزود بتيار مقوم من الشبكة الرئيسية يرافق تغيير الموجات طنين وهمهمة مزعجة تظهر على مكبر الصوت في الجهاز. كما أنه قد تحدث تغيرات طفيفة في شدة التيار المقوم في كثير من الأحوال، مما يؤثر على أداء الأجهزة، ومع ذلك يمكن تلافي التغيرات في التيار بإضافة بعض المكونات إلى الدارة الكهربائية، مثل: الأسلاك، والملفات الخانقة، والمكثفات، وغيرها.

* المصادر:
-Understanding science, No 50.
-World Book
-Encyclopaedia Britannica