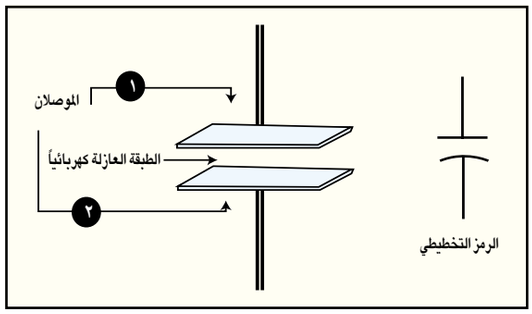
تبنى الإلكترونيات الحديثة على أربعة مكونات رئيسية هي الترنزستورات (Transistors) والمقومات (Rectfiers)، والمستحثات (Inducers) ، والمكثفات (Capacitors)، وقد تطرقنا في الأعداد السابقة إلى كل من الترانزستورات والمقومات، وسنتطرق في هذا العدد بأذن الله إلى المكثفات.

تشبه المكثفات إلى حد ما البطاريات. ومع أنها تعمل بطرق مختلفة تماماً إلا أنها تقوم بخزن الطاقة الكهربائية، وإذا كان لديك أية فكرة عن كيف تعمل البطارية فإنك حتماً ستعرف أن البطارية لها قطبين وداخل البطارية تحدث تفاعلات كيميائية تنتج ألكترونات على أحد القطبين، وتجذب الألكترونات على القطب الآخر.أما المكثف فإنه أداة أكثر بساطة من البطارية، ولا يستطيع إنتاج ألكترونات، إنه فقط يخزنها. كما أن المكثف يفرغ شحنته في جزء من الثانية بينما تحتاج البطارية إلى عدة دقائق لإتمام عملية التفريغ.

مكونات المكثف

يتكون المكثف من شريحتين من مادة موصلة للكهرباء تفصلهما عن بعضهما البعض شريحة (طبقة) ثالثة غير موصلة (Dielectric) مثل الهواء ، أوالورق، أوالبلاستيك، أو أي مواد أخرى، وتتميز المواد العازلة بأنها تمنع مرور الشحنات الكهربائية ولكنها لا تمنع مرور المجالات الكهربائية، وتتصل كل واحدة من الشرائح الفلزية بطرفية، شكل (١).



● شكل (١) مكونات المكثف.

تحدد المادة العازلة المستخدمة بين لوحي المكثف نوعه وتسميته، فإذا كان الهواء هو المادة العازلة سمي بالمكثف الهوائي، وإذا كانت من البلاستيك سمي المكثف البلاستيكي، وإذا كانت من الميكا سمي مكثف الميكا، وإذا كانت من الخزف سمي مكثف الخزف، أما إذا كانت المادة المستخدمة كعازل محلولاً كيميائياً أطلق عليه المكثف الكيميائي أو الإلكتروني.

الإستخدامات

تستخدم المكثفات في الدوائر الإلكترونية لتأدية مهام مختلفة منها ما يلي:

● تخزين الشحنات عالية السرعة

تقوم المكثفات بتخزين الشحنات الكهربائية ذات السرعات العالية التي تجعل المصابيح الكهربائية تعطي إضاءة ومضية كما في فلاشات آلات التصوير، كما أن الليزرات الكبيرة تستخدم هذه التقنية للحصول على ومضات ضوئية لامعة وآنية.

● إزالة التموجات

تستخدم المكثفات للتخلص من التموجات التي قد يحملها التيار المستمر المستخدم في الدائرة الكهربائية. كما أن المكثفات الكبيرة يمكنها أن تجعل الجهد الكهربي منتظماً عن طريق إمتصاص القمم الموجية وملء قيعانها.

● منع مرور التيار المستمر

تستطيع المكثفات منع مرور التيار المستمر، فعند توصيل مكثف صغير إلى بطارية جافة فإن التيار لن يمر بين قطبي البطارية حالما يتم شحنه (علماً أن الشحن يتم في الحال إذا كان المكثف صغيراً)، بينما أي تيار متردد يمكنه المرور من المكثف دون أية إعاقة، وهذا عائد إلى أن المكثف يتم شحنه وتفريغه مع كل ذبذبة كاملة، مما يجعل التيار المتردد كأنه يجري بين طرفي الدارة الكهربائية.

● صناعة المذبذبات

تدخل المكثفات في صناعة المذبذبات (Oscillators) وتعد من أعظم الإستخدامات للمكثفات وذلك عن طريق تجميعها مع المحثات (Inductors) .

● صناعة أجهزة الراديو والتلفزيون

يستعمل المكثف المتغير على التوازي مع ملف لإختيار المحطات في جهاز الراديو والتلفزيون.

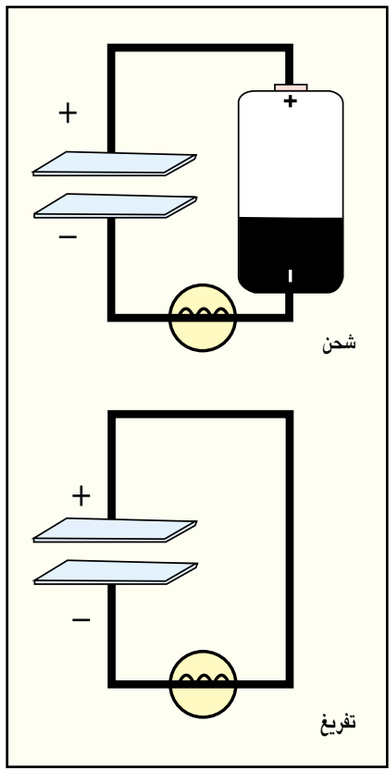
● للحصول على دوائر تفاضل وتكامل

عند توصيل المكثف في الدائرة الالكترونية مع مقاومة فإنه يمكن الحصول على أشكال موجات متنوعه، يطلق عليها دوائر التفاضل أو دوائر التكامل.

شحن وتفريغ المكثف

عند توصيل المكثف ببطارية لشحنه فإنه يحدث ما يلي:

– تستقبل الشريحة الفلزية المتصلة بالقطب السالب الإلكترونات التي تنتجها البطارية.
– تفقد الشريحة الفلزية المتصلة بالقطب الموجب الألكترونات فتتجه إلى القطب الموجب للبطارية.
– نتيجة لذلك فإن فرق الجهد بين الشريحتين الفلزيتين يزداد حتى يصل إلى نفس فرق الجهد بين قطبي البطارية التي تتصل بهما، وعند ذلك تتوقف عملية إنتقال الإلكترونات بين البطارية والشريحتين المعدنيتن، وبذلك تتم عملية شحن المكثف .
– عندما يتم توصيل المكثف في دائرة مكونة من مكثف وبطارية ومصباح كهربائي ،شكل (٢) فإنه يحدث ما يلي:
– إذا كانت سعة المكثف كبيرة فإن المصباح الكهربائي سيضيء عند قفل الدائرة الكهربائية نتيجة لمرور التيار فيها، ولكن الضوء يتناقص تدريجياً حتى يختفي تماماً، مما يدل على أن المكثف أصبح مشحوناً تماماً.
– عندما تستبعد البطارية من الدارة ويتم



● شكل (٢) شحن وتفريغ المكثف.

قفلها بدون البطارية، فإن المصباح سيضيء مرة أخرى نتيجة لإنتقال الشحنات الكهربائية السالبة من الشريحة الفلزية المتصلة سابقاً بالقطب السالب إلى الصفيحة الأخرى المتصلة سابقاً بالقطب الموجب، وذلك من خلال المصباح، كذلك يلاحظ خفوت ضوء المصباح شيئاً فشيئاً حتى ينتهي. مما يدل على تفريغ جميع الشحنات الكهربية في المكثف، وبالتالي يكون عدد الشحنات متساوي في كلا الشريحتين.

ويمكن تمثيل عمل الكثف داخل الدوائر الالكترونية بعمل برج المياه الرئيسي في المدينة المتصل بالشبكة الرئيسية، حيث يعمل على تخزين الضغط، وذلك عندما تضخ الأنبوبة الرئيسية كميات كبيرة من الماء تزيد عن الحاجة فإن كمية منها تضخ إلى البرج وتختزن فيه، وفي ساعات الذروة ـ عندما يكون الطلب أكبر من قدرة الأنبوب الرئيسي ـ يقل الضغط في الشبكة، لينساب الماء من البرج ليرفع الضغط داخل الشبكة، وهذا ـ بالضبط ـ ما يفعله المكثف حيث يختزن الألكترونات بالطريقة نفسها.

سعة المكثف

تعرف سعة المكثف بأنها قدرته على تخزين الشحنات الكهربائية، وتقاس بوحدة الفاراد، وهي وحدة كبيرة جداً لذلك تقسم إلى ميكرو فاراد (يساوي واحد من المليون من الفاراد)، وإلى بيكو فاراد (يساوي واحد من المليون من الميكروفاراد).

ولتقريب الفكرة إلى القاريء العزيز فإنه يجب الإلمام بوحدات القياس المستخدمة، حيث أن المكثف الذي سعته واحد فاراد يستطيع تخزين شحنة مقدارها واحد كولوم عند جهد مقداره واحد فولت. وللمعلومية فإن شحنة الكولوم تعادل شحنة ٦,٢٥×١٠^١٨ ألكترون.

ومن الجدير بالذكر أن المكثف الذي سعته واحد فاراد قد يكون كبيراً جداً، فقد يصل حجمه إلى حجم علبة صودا سعتها لتر واحد، وهذ يعتمد على الجهد الذي يستطيع تخزينه، ولذلك نجد أن سعة المكثفات تقاس بوحدة الميكروفاراد، ولأخذ فكرة واضحة عن كم هو كبير الفاراد يلاحظ ما يلي:

١– البطارية الجافة القلوية مقاس (AA) تختزن حوالي ٢,٨ أمبير ساعة.
٢– وهذا يعني أن البطارية (AA) يمكنها أن تنتج ٢,٨ أمبير/ساعة عند فرق جهد ١,٥فولت (أي ٤,٢ وات/ساعة) ، وهذه يمكنها إضاءة لمبة ذات أربع وات لمدة تقارب الساعة.

ولتوضيح ذلك أكثر فلوفرضنا أن فرق الجهد يساوي واحد فولت (لتسهيل العمليات الحسابية) فإننا نحتاج لخزن طاقة البطارية (AA) في مكثف سعته تساوي

٣٦٠٠×٢,٨= ١٠٠٨٠فاراد

وذلك لأن الأمبير/ ساعة = ٣٦٠٠ أمبير/ثانية

وإذا كان تخزين الفاراد الواحد يحتاج إلى مكثف سعته تقارب من سعة علبة التونة فإن تخزين ١٠٠٨٠ فاراد، التي تنتجها البطارية الجافة، سيأخذ حجماً أكبر بكثير من حجم البطارية، وهذا يجعل إستخدام المكثفات لتخزين الكهرباء غير عملي، إلا في حالة إستخدام فرق جهد عالي.

العوامل المؤثرة على السعة

تتأثر سعة المكثف بثلاثة عوامل، هي ما يلي:

١– مساحة لوحي المكثف (a)، ولها علاقة طردية مع سعة المكثف، فإذا زادت مساحة سطح اللوح زادت سعته، وذلك لزيادة إستيعابه من الشحنات الكهربائية، وبالعكس تقل سعته كلما قلت هذه المساحة.

٢– المسافة بين اللوحين (d)، ولها علاقة عكسية مع سعة المكثف، حيث أنه كلما زادت المسافة بين اللوحين وزادت سماكة المادة العازلة قلت سعة المكثف.

٣– نوع المادة الفاصلة (العازل)، حيث تختلف السعة باختلاف المادة العازلة بين الألواح، ويعد الهواء الوحدة الأساسية لمقارنة قابلية عزل المواد الأخرى المستعملة

المادة العازلة	ثابت العزل النسبي (E_r)
الهواء	١
الورق	٢
الزجاج	٤ ـ ٦
البورسلان	٥ ـ ٦
زيت المحولات	٢,٢ ـ ٢,٤
الورق القاسي	٤
أكسيد الألمنيوم	٦ ـ ٩
الميكا	٦ ـ ٨

● جدول (١) ثابت العزل النسبي لبعض المواد العازلة.

في صناعة المكثفات، وعلى ذلك فإن ثابت العزل (السماحية الكهربائية) للهواء أو الفراغ يساوي ١، ويرمز له بالرمز أبسلون (E_0)، ويوجد لكل مادة ثابت عزل يطلق عليه ثابت العزل للوسط، ويرمز له بالحرف(E_r). يوضح جدول (١) قيمة ثابت العزل النسبي لبعض المواد المستخدمة في المكثفات، وليس له وحدة، وإذا كان الوسط العازل غير الهواء أو الفراغ فإن السماحية (E) تحسب من المعادلة التالية:

$$E = E0.Er$$

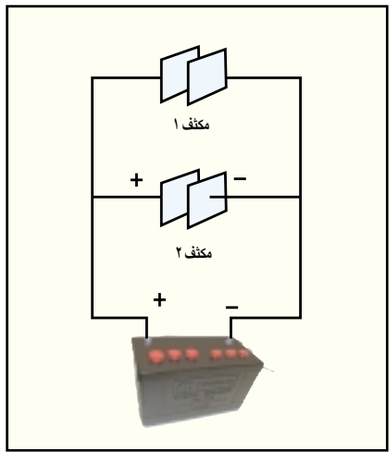
ويمكن حساب سعة المكثف من المعادلة التالية:

$$C = E\ a/d$$

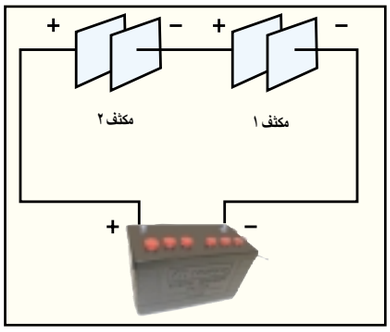
توصيل المكثفات

يتم توصيل المكثفات بطريقتين، هما:

١ – التوصيل على التوازي: وتتميز هذه الطريقة شكل(٣)، بأنها توفر سعة كبيرة



● شكل (٣) توصيل المكثفات على التوازي.



● شكل (٤) توصيل المكثفات على التوالي.

حيث تكون السعة الكلية عبارة عن مجموع سعات المكثفات الداخلة في الدائرة الكهربائية.

$$C = C1 + C2 + C3$$

٢ – التوصيل على التوالي: ويتميز هذا النوع من التوصيل الشكل (٤)، بفرق جهد كبير حيث أنه يساوي الجهد الكلي للمكثفات، ويمكن حسابه بالمعادلة التالية:

$$1/C = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3$$

المقاومة الأومية للمكثف

للمكثف الكهربائي مقاومة أومية تقاس بالأوم ـ يرمز لها بـ(X_c) ـ تتغير مع التردد (f)، حيث تتناسب عكسياً مع السعة (C) والتردد (f)، ويمكن حسابها من القانون التالي:

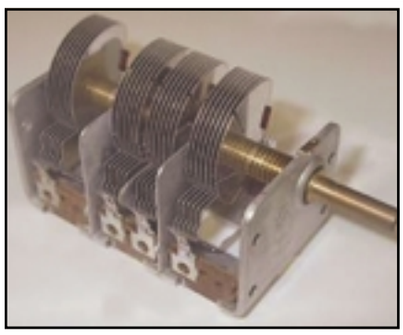
$$Xc = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{(2x3\ 14\ f\ C)}$$

وعليه فإنه في حالة التيار المستمر تكون قيمة التردد تساوي صفر، وبالتالي تكون قيمة المقاومة الأومية كبيرة جداً، وبذلك يمنع المكثف مرور التيار المستمر في الدارة بينما يمرر التيار المتردد، وتعد هذه الخاصية أهم وظائف المكثفات في الدوائر الألكترونية.

أنواع المكثفات

تقسم المكثفات حسب السعة فيما كانت ثابتة أو متغيرة إلى ثلاثة أنواع هي:

١ – المكثفات ثابتة السعة، وسميت كذلك لأن سعتها غير قابلة للتغيير.



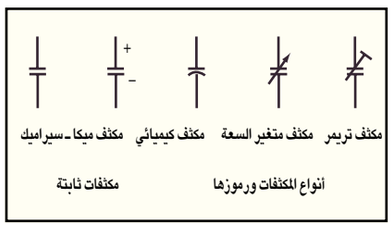
● شكل (٥) المكثفات متغيرة السعة.

٢ – المكثفات متغيرة السعة، وسميت كذلك لأن سعتها يمكن تغييرها، وذلك بتغيير المسافة أو المساحة، ومن أشهرها المكثف الهوائي، الذي يعتمد في عمله على تغيير مساحة اللوحين المتقابلين الذين يفصل بينهما الهواء.

يستخدم هذا النوع في المذياع، حيث يتم بواسطته تغيير التردد لإستقبال الإشارة من محطات إذاعية مختلفة، شكل (٥).

٣ – مكثف تريمر، وهومزيج بين النوعين السابقين حيث يمكن التحكم في تغيير سعته، أو يترك لفترات زمنية طويلة دون تعديل، وقد تدعو الحاجة إلى إعادة ضبط قيمته عند إصلاح وصيانة الدائرة الكهربائية.

وتأخذ هذه الأنواع رموزاً مختلفة في الدوائر الألكترونية كما يوضحها شكل (٦)، وذلك لتسهيل التعرف عليها وإستبدالها عند حدوث الخلل.



● شكل (٦) رموز المكثفات في الدوائر الإلكترونية.

المصدر

كتاب الفيزياء للصف الثالث الثانوي للبنين

http://electronics.howstuffworks.com/capacitor1.htm

http://electronics.howstuffworks.com/capacitor2.htm

http://electronics.howstuffworks.com/capacitor3.htm

http://geocities.com/nasser_808/almukthfat.htm