



اسم المادة : أساسيات الدارات الكهربائية

تجمع طلبة كلية التكنولوجيا والعلوم التطبيقية - جامعة القدس المفتوحة

acadeclub.com

وُجد هذا الموقع لتسهيل تعلمنا نحن طلبة كلية التكنولوجيا والعلوم التطبيقية وغيرها من خلال توفير وتجميع **كتب وملخصات وأسئلة سنوات سابقة** للمواد الخاصة بالكلية, بالإضافة لمجموعات خاصة بتواصل الطلاب لكافة المواد:

للوصول للموقع مباشرة اضغط **هنا**

وفقكم الله في دراستكم وأعانكم عليها ولا تنسوا فلسطين من الدعاء



أساسيات الدارات الكهربائية (1160)

م. أحمد سكر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

□ وحدات التعيين الثاني والامتحان الثاني (نهائي)

5. الموسعات (المكتفات)

7. المحاثّة (الملفات)

8. التيار المتناوب

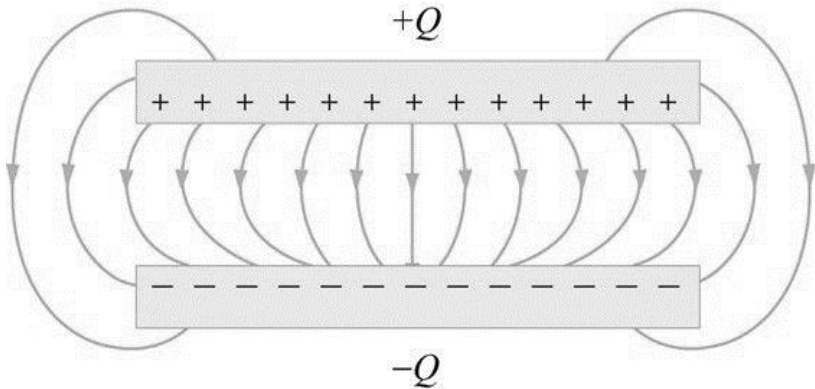
المكثفات

- التعرف على المكثفات
- معرفة واستنتاج العوامل التي تعتمد عليها سعة المكثف
- دراسة أنواع المكثفات المختلفة
- معرفة طرق توصيل المكثفات وإيجاد سعة المكثف المكافئة
- حساب كمية الطاقة الكهربائية المخزنة في مكثف
- السعة بوجود مادة عازلة
- دائرة RC

• يعرف الموسع بأنة: عنصر كهربائي يخزن الطاقة الكهربائية.
ويكون من لوحين موصلين تفصلهما مادة عازلة

• وكل مكثف له سعة معينة تعتمد على الشكل الهندسي للمكثف
وعلى المادة العازلة التي تفصل بين الموصلين.

• عند شحن مكثف بشحنة كهربية (Q) فيتولد بين لوحيه فرق في الجهد (V) وتكون سعة المكثف (C) عبارة عن مقدار الشحنة على كل موصل مقسوما على فرق الجهد بينهما.



$$C = \frac{Q}{V}$$

$$V = \frac{Q}{C}$$

أنواع المكثفات :

١- المكثف متوازي اللوحين

٢- المكثف الكروي

٣- المكثف الاسطواني

سعة المكثف تعتمد على:

٢- الوسط العازل بين اللوحين

١- الشكل الهندسي للمكثف

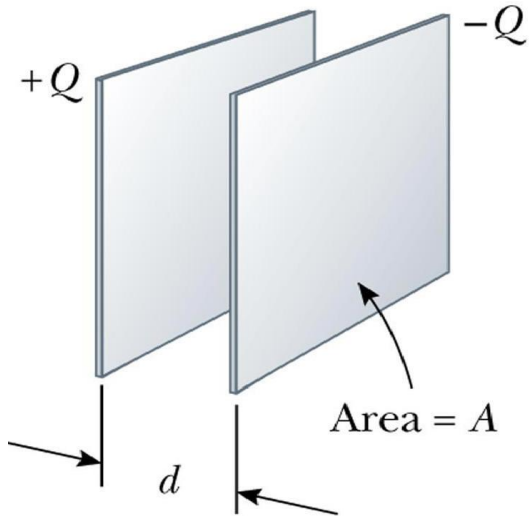
وحدة قياس سعة المكثف هي (الفاراد = كولوم/فولت)
(Farad, F) والتي تساوي كولوم من الشحنة C لكل فولت V

$$1\mu f = 10^{-6} f$$

$$1nf = 10^{-9} f$$

$$1pf = 10^{-12} f$$

أولاً المكثف متوازي اللوحين



يتكون من لوحين موصلين متوازيان تفصلهما مسافة صغيرة d ومساحة سطح أي من اللوحين A وشحنة أحد اللوحين Q واللوح الآخر $-Q$. الشحنة السطحية تعطى من العلاقة

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

تمثل σ كثافة الشحنة وهي مقدار الشحنة لكل وحدة مساحة كما ان ϵ_0 تمثل سماحية الفراغ او الهواء =

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$$

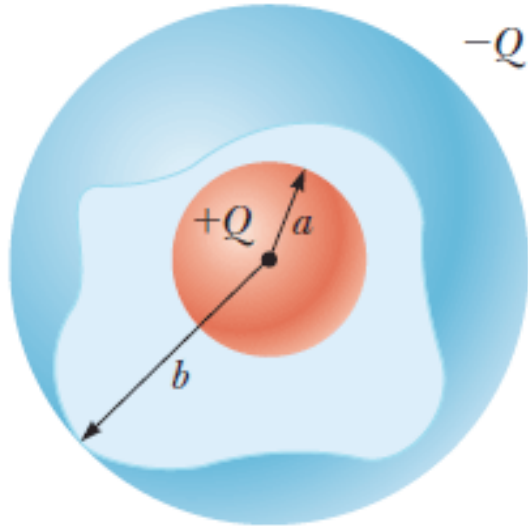
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$
$$\therefore V = Ed = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$$

$$C = \frac{Q}{V} = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

من هذه المعادلة كلما كانت المسافة بين اللوحين صغيرة فإن الجهد صغيرا بينما تزداد سعة المكثف . وأيضا تزيد السعة بزيادة مساحة اللوحين للمكثف.

ثانياً المكثف الكروي

يتكون من موصلين كرويين متحدّين في المركز نصف قطر الموصل الداخلي a وشحنته Q والموصل الخارجي b وشحنته $-Q$.



من نظرية جاوس نجد أن الكرة الداخلية فقط هي التي تشارك في المجال،

إذن فرق الجهد بين الكرتين يكون:

$$V_b - V_a = kQ \left[\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right]$$

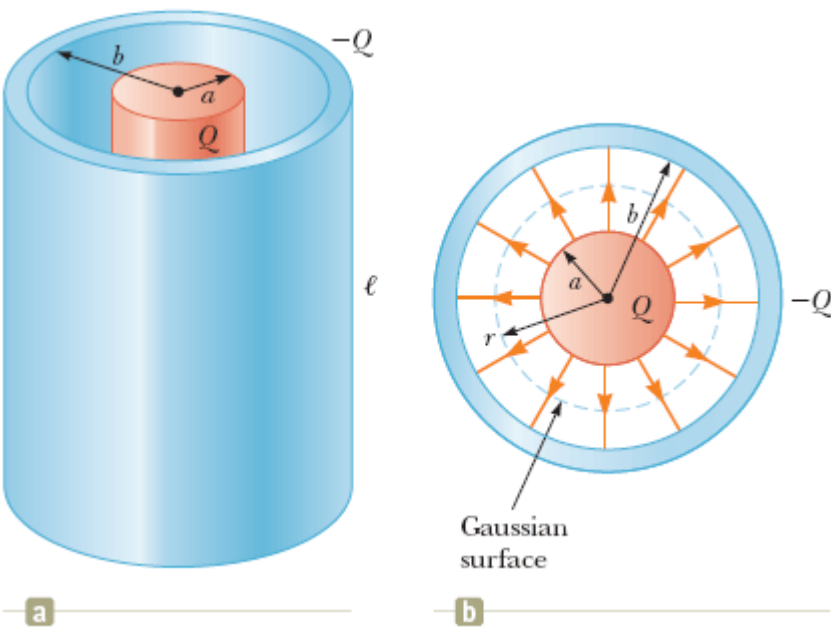
ويعطي فرق الجهد بين لوحي الموّسع $V = V_a - V_b$ بالعلاقة:

$$V = kQ \left[\frac{b - a}{ab} \right]$$

وبالتعويض عن V نحصل على سعة الموّسع الكروي بالعلاقة :

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{kQ \left(\frac{b - a}{ab} \right)} \Rightarrow C = \frac{Q}{V} = \frac{ab}{k(b - a)}$$

ثالثا - المكثف الأسطواني



إذا كان ارتفاع الاسطوانة **L** اكبر نسبيا من نصف قطر الاسطوانة الداخلية **a**، والخارجية **b** في هذه الحالة يكون المجال عمودي على طول محور الاسطوانة ويكون محصور في المسافة بينهما. وفرق الجهد بينهما يكون:

$$V_b - V_a = - \int_a^b E \cdot dr$$

حيث E عبارة عن المجال الكهربائي في المنطقة المحصورة بين $a < r < b$

وباستخدام قانون جاوس والتعويض عن قيمة الشحنة النقطية بـ $\lambda = Q/L$

$$E = 2K \frac{\lambda}{r}$$

- وتحسب سعة الموسع الاسطواناني بالعلاقة:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{2k \frac{Q}{L} \ln \left(\frac{b}{a} \right)}$$

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{L}{2k \ln \left(\frac{b}{a} \right)}$$

مثال

مكثف متوازي اللوحين مساحة كل من لوحيه 10 cm^2 والمسافة بين لوحيه 1 mm
فإذا كان فرق الجهد بين لوحيه $V = 1000$ فاحسب سعة المكثف وشحنته وقيمة المجال
الكهربي بين لوحيه

الحل:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} = 8.85 \times 10^{12} \times \frac{10 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ f} \quad \text{لإيجاد السعة:}$$

$$q = C \cdot V = 8.85 \times 10^{-12} \times 10^3 = 8.85 \times 10^{-9} \text{ C} \quad \text{لإيجاد الشحنة:}$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{10^3}{10^{-3}} = 10^6 \text{ V/m} \quad \text{لإيجاد المجال الكهربي}$$

مثال

مكثف متوازي اللوحين مصنوع من مادة الألومونيوم المسافة بين لوحيه ١ mm ماذا يجب أن تكون مساحة كل من لوحيه (A) كي تكون سعته ١ f , 1 pf , 1μf

الحل

$$\therefore C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} \quad \therefore A = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0}$$

$$A_1 = \frac{1 \times 10^{-6} \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} = 1.13 \times 10^2 \quad \text{m}^2$$

$$A_2 = \frac{1 \times 10^{-12} \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} = 1.13 \times 10^{-4} \quad \text{m}^2$$

$$A_3 = \frac{1 \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} = 1.13 \times 10^8 \quad \text{m}^2$$

توصيل المكثفات

أولاً: توصيل المكثفات على التوالي: هذا النوع من التوصيل يتميز بـ:

١- فرق الجهد يتجزأ على المكثفات $V = V_1 + V_2$ ٢- الشحنة لا تتجزأ $Q = Q_1 = Q_2$

• يعطى الجهد بين لوحي الموسع C_1 بالعلاقة:

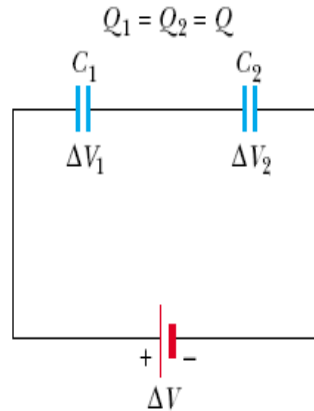
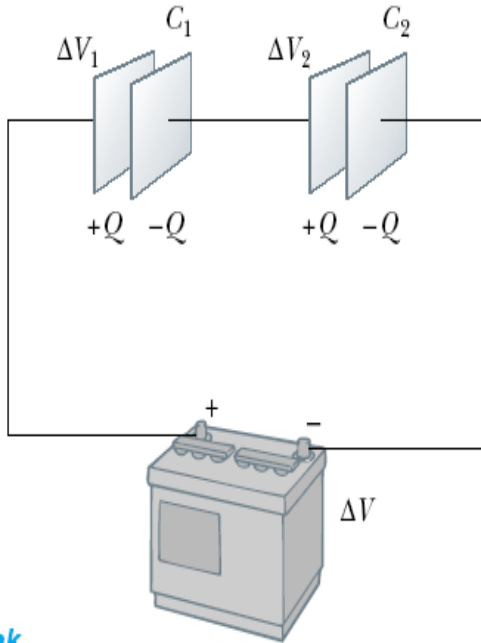
$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q}{C_1}$$

وبين لوحي الموسع C_2 بالعلاقة:

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q}{C_2}$$

تحسب سعة الموسع المكافئ C_{eq} بالعلاقة:

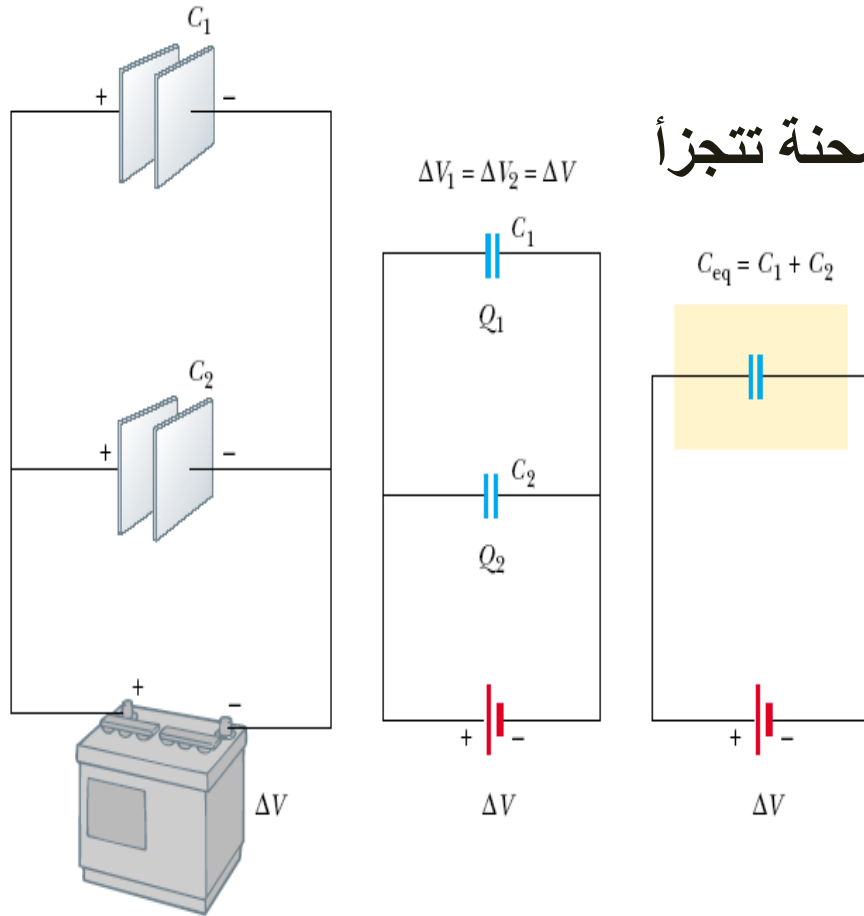
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{V}{Q} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



ik

ثانياً: توصيل المكثفات على التوازي

هذا النوع من التوصيل يتميز بـ:
١- فرق الجهد لا يتجزأ على المكثفات ٢- الشحنة تتجزأ



فتكون الشحنة الكلية Q :

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = C_1 V_1 + C_2 V_2$$

$$Q = V(C_1 + C_2)$$

$$C_{eq} = \frac{Q}{V} = C_1 + C_2$$

حيث ان C_{eq} تمثل سعة الموسع المكافئ

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Delta V = \frac{Q}{C_{\text{eq}}}$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

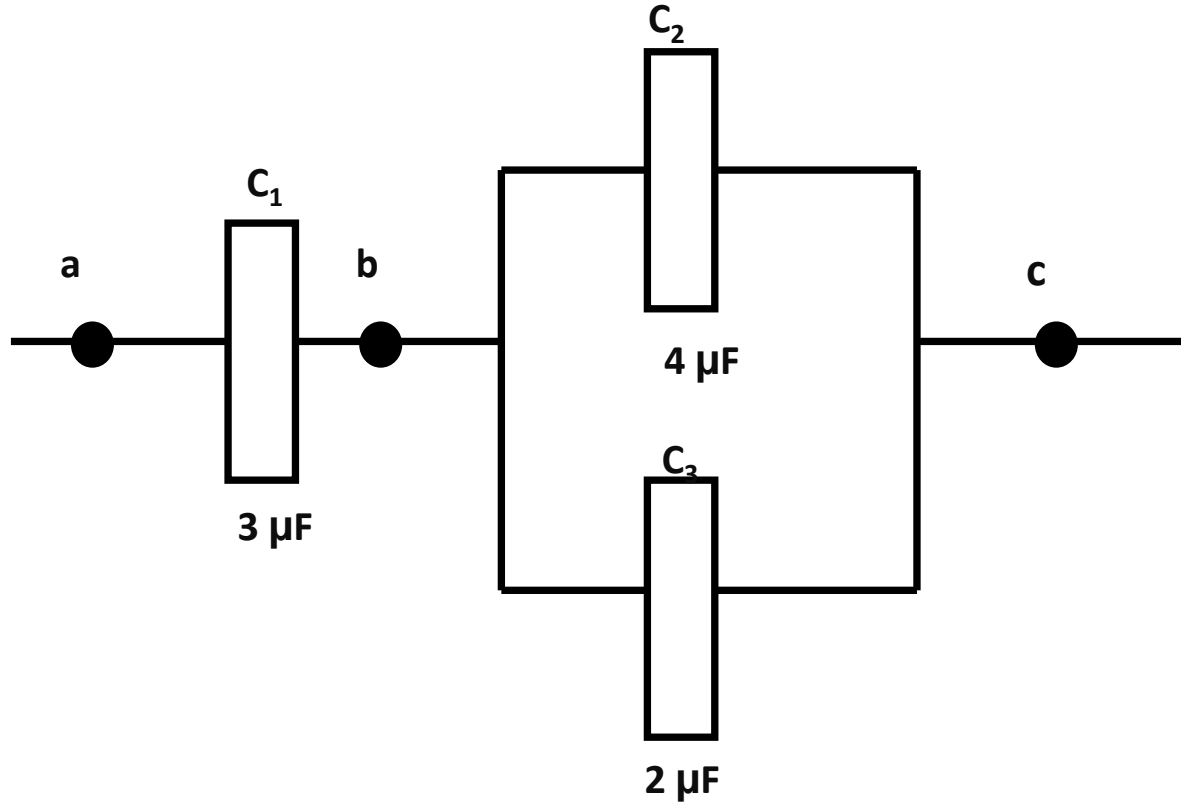
$$\frac{Q}{C_{\text{eq}}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (\text{series combination})$$

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots \quad (\text{series combination})$$

مثال (٣):

احسب الشحنة في الدائرة التالية على كل مكثف وكذلك احسب الجهد عند النقطة (b) علما ان الجهد عند (a) يساوي ١٢٠٠ V بينما النقطة (c) متصلة بالأرض.



الحل

$$C = C_2 + C_3 = 4 + 2 = 6 \mu f$$

المكثفان C_2 , C_3 متصلان على التوازي:

هذه السعة متصلة على التوالي مع C1 فتكون المحصلة هي

$$\frac{1}{C_o} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C_1} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3}$$

$$C_o = 2 \mu f$$

وتكون الشحنة الكلية هي:

$$Q = 2 \times 10^{-6} \times 1200 = 2.4 \times 10^{-3} \text{ C}$$

وهذه الشحنة Q تساوي شحنة المكثف C1 وهي أيضا تساوي مجموع الشحنتين للمكثفين C2 , C3

$$\therefore V_{ab} = \frac{Q}{C_1} = \frac{2.4 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-6}} = 800 \text{ V}$$

$$V_a = 1200 \text{ V} , \quad V_b = 400 \text{ V}$$

$$V_{bc} = V_b - V_c = 400 - 0 = 400 \text{ V}$$

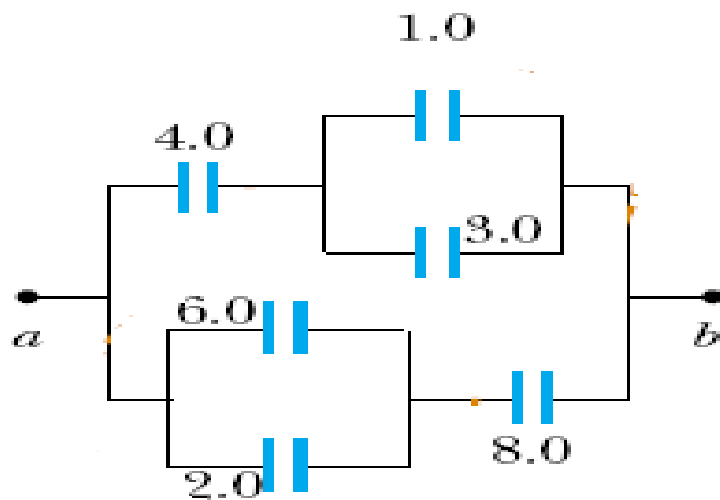
$$Q_2 = C_2 \cdot V_{bc} = 4 \times 10^{-6} \times 400 = 1.6 \times 10^{-3} \text{ C}$$

$$Q_3 = C_3 \cdot V_{bc} = 2 \times 10^{-6} \times 400 = 0.8 \times 10^{-3} \text{ C}$$

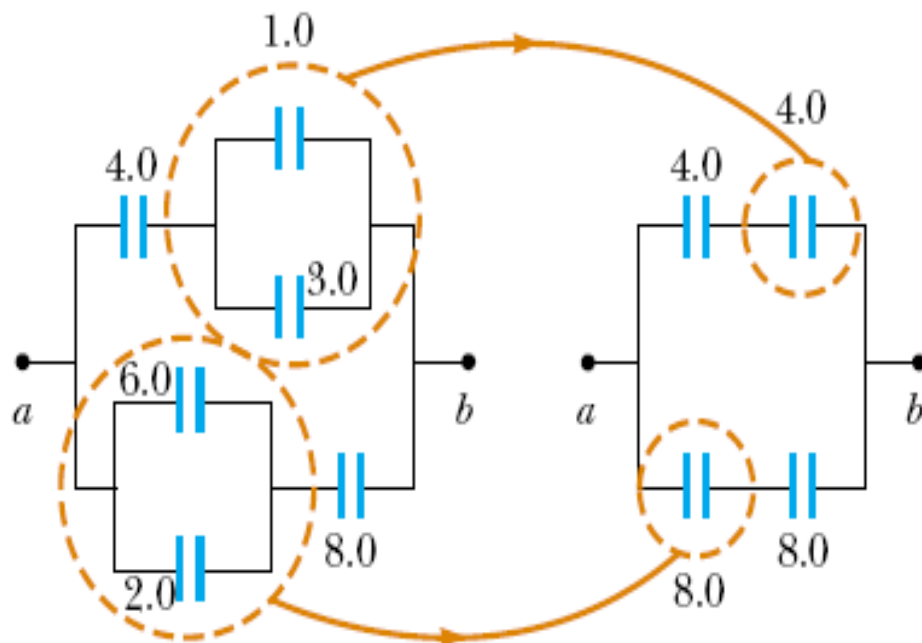
وبذلك فإن:

مثال (٤):

احسب السعة المكافئة للدائرة التالية

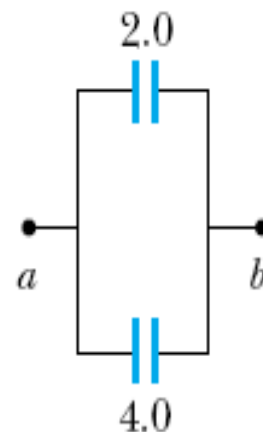


(a)

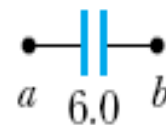


(a)

(b)



(c)



(d)

الحل

الطاقة المخزنة في الموسع المشحون - مكثف مشحون:

أثناء شحن المكثف فإن هناك شغل يبذل لنقل عنصر الشحنة dq من مصدر الشحنات الكهربائية (البطارية)، قيمة الشغل المبذول يزداد بزيادة الشحنة على لوح المكثف وذلك للتغلب على قوة التنافر الكهربائية بين الشحنات على لوح المكثف والشحنة المنقولة إليه

وقد وجد أن مقدار هذا الشغل يكافئ الطاقة المخزنة بالمكثف والتي تعتمد على مقدار الشحنة، فرق الجهد بين لوحي المكثف، شدة المجال بينهما. وحيث أن شحنة المكثف تتناسب طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه، فإن العلاقة بين الجهد النهائي V والشحنة النهائية Q هي

$$Q = C V$$

وعند وصول الجهد بين لوحي المكثف إلى V تكون شحنة المكثف قد وصلت إلى $q=CV$ ويكون مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها dq يساوي:

$$dw = V dq = \left(\frac{1}{C}\right) q dq$$

$$W = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

ويكون الشغل الكلي اللازم لشحن المكثف من الصفر الى قيمته العظمى هو

وهذا الشغل المبذول يحفظ على شكل طاقة وضع U

$$\therefore U = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$\therefore V = \frac{Q}{C} \quad \therefore U = \frac{1}{2} C V^2$$

وإذا كان المكثف متوازي اللوحين وكانت A مساحة اللوح و d المسافة بين اللوحين و σ هي الكثافة السطحية للشحنة فإن:

$$\sigma = \frac{Q}{A} \quad \& \quad C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad \therefore U = \frac{1}{2} \epsilon_0 A d E^2$$

وتكون الطاقة المخزنة لوحدة الحجم هي:

$$\therefore U_E = \frac{U}{A d} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

أي أن كثافة الطاقة للمكثف تتناسب طردياً مع مربع المجال الكهربائي بين لوحي المكثف.

مثال (٥):

مكثفان أحدهما $20 \mu F$ وفرق الجهد بين لوحيه 1000 v وسعة الآخر $10 \mu F$ وفرق الجهد بين لوحيه 100 v ، وصل المكثفان على التوازي، احسب طاقة المكثفين الكلية قبل التوصيل وبعده وما قيمة الجهد العام.

الحل:

$$q_1 = C_1 V_1 = 20 \times 10^{-6} \times 1000 = 0.02 \text{ C}$$

قبل التوصيل:

$$q_2 = C_2 V_2 = 10 \times 10^{-6} \times 100 = 0.001 \text{ C}$$

وتكون الطاقة الكلية قبل التوصيل

$$\begin{aligned} U_1 &= \frac{1}{2} C_1 V_1^2 + \frac{1}{2} C_2 V_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times (1000)^2 + \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times (100)^2 = 10.05 \text{ J} \end{aligned}$$

بعد التوصيل:

تكون السعة الكلية بعد التوصيل هي

$$C = C_1 + C_2 = 30 \mu F$$

وتكون الشحنة الكلية

$$q = q_1 + q_2 = 0.021 \text{ C}$$

وتكون الطاقة الكلية بعد التوصيل

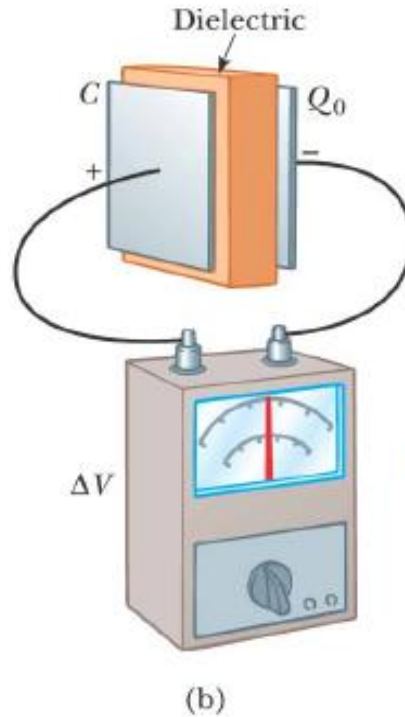
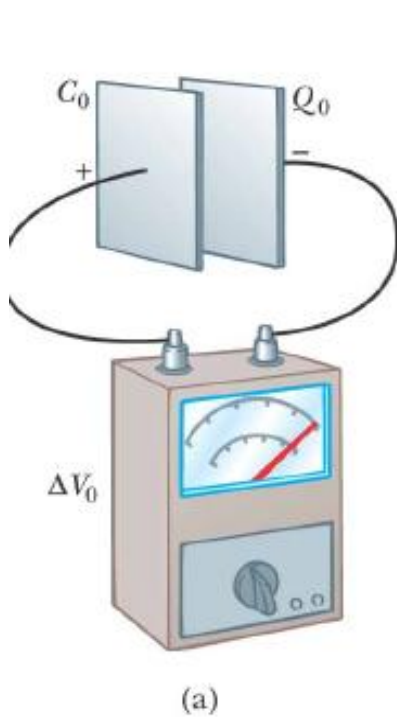
$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{(0.021)^2}{30 \times 10^{-6}} = 7.35 \text{ J}$$

أما الجهد العام فهو:

$$V = q/C = (0.021)/(30 \times 10^{-6}) = 700 \text{ v}$$

السعة بوجود مادة عازلة

تأثير المادة العازلة على سعة المكثف:



عند وضع مادة عازلة بين لوحي مكثف فان سعة المكثف تزداد عنه قبل وضع المادة العازلة، مقدار الزيادة تعتمد على نوع المادة العازلة حيث إن كل مادة عازلة لها ثابت عزل k مختلف؛

$$k = \frac{C}{C_0} = \frac{V_0}{V} = \frac{E_0}{E} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

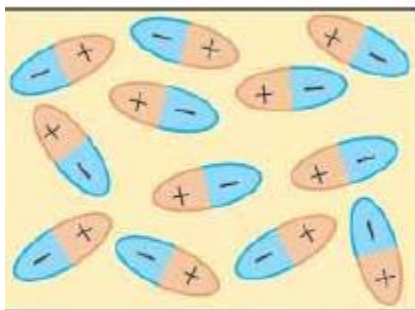
$$k > 1$$

ثابت العزل دائما أكبر من واحد

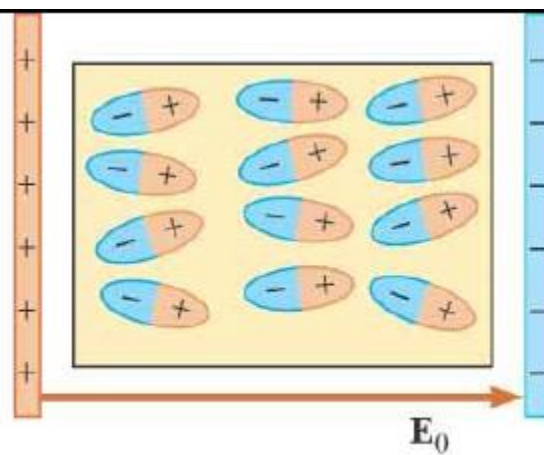
حيث ان C_0 , V_0 , E_0 السعة، فرق الجهد، شدة المجال قبل وضع المادة العازلة &

C , V , E السعة، فرق الجهد، شدة المجال بعد وضع المادة العازلة .

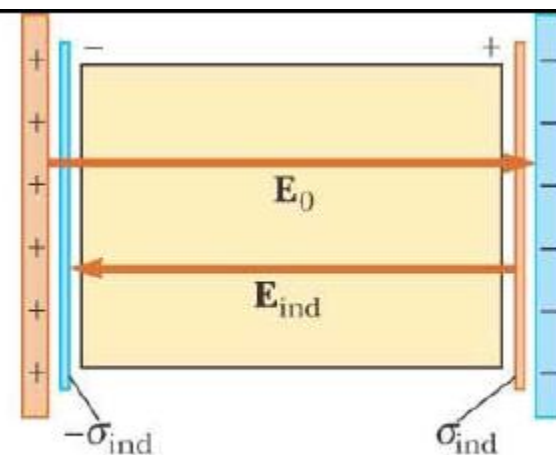
السعة بوجود مادة عازلة



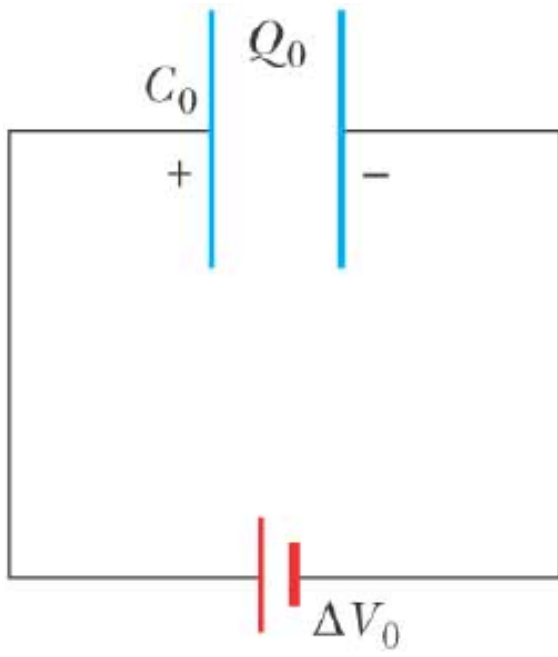
(a)



(b)



(c)



(a)

فمثلا سعة المكثف متوازي اللوحين بعد وضع المادة العازلة يساوي

$$C = k \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad \& \quad \epsilon \frac{A}{d} = k \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

-شدة عزل المادة (E_{max}) هي أقصى شدة مجال يمكن أن تتحمله

المادة العازلة دون إن تفقد خاصية العزل الكهربائي أي حدوث انهيار للمادة العازلة .

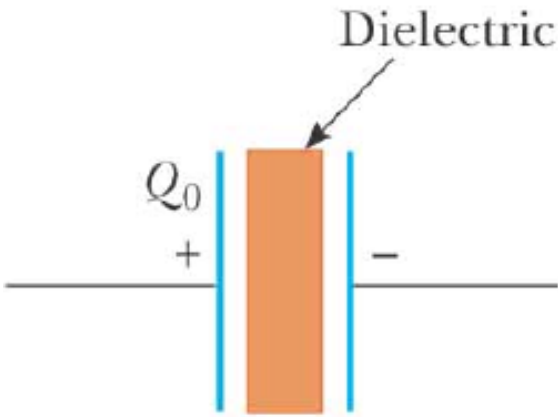
ويمكن تلخيص تأثير وضع المادة العازلة داخل المكثف في النقاط الآتية:

١- تزيد من سعة المكثف،

٢- تزيد من الجهد التشغيل الأقصى،

٣- تعطي دعم ميكانيكي للمكثف وتكون عازل بين لوحي المكثف عندما تكون المسافة الفاصلة بين اللوحين صغيرة جدا، حيث أن عندما تتناقص

المسافة تزداد سعة المكثف.



(b)

جدول-ثابت العزل النسبي وقوة العازل

Material	Dielectric Constant κ	Dielectric Strength ^a (V/m)
Air (dry)	1.000 59	3×10^6
Bakelite	4.9	24×10^6
Fused quartz	3.78	8×10^6
Neoprene rubber	6.7	12×10^6
Nylon	3.4	14×10^6
Paper	3.7	16×10^6
Polystyrene	2.56	24×10^6
Polyvinyl chloride	3.4	40×10^6
Porcelain	6	12×10^6
Pyrex glass	5.6	14×10^6
Silicone oil	2.5	15×10^6
Strontium titanate	233	8×10^6
Teflon	2.1	60×10^6
Vacuum	1.000 00	—
Water	80	—

مثال:

مكثف متوازي اللوحين مساحة اللوح ٦ سم^٢ ومسافة الفاصلة ١ مم، عند وضع مادة عازلة بين لوحين المكثف

(ورق) حيث ثابت العزل يساوي ٣,٧ وشدة العزل تساوي ١٠٦.١٦ فولت لكل متر،

احسب سعة المكثف قبل وبعد المادة العازلة

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} = 8.85 \times 10^{-12} \frac{6 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 5.3 \times 10^{-12}$$

$$C = k C_0 = 3.7 \times 5.3 \times 10^{-12} = 19.6 \times 10^{-12} = 19.6 \text{ pF}$$

اوجد ما هي أكبر مقدار للشحنة يمكن يحملها المكثف دون حدوث تفريغ كهربى؟

$$V_{\max} = E_{\max} \cdot d = 16 \times 10^3 \text{ v} \quad E_{\max} = 16 \times 10^6 \text{ v/m}$$

$$Q_{\max} = C V_{\max} = 19.6 \times 10^{-12} \times 16 \times 10^3 = 31 \times 10^{-8} \text{ C} = 0.31 \text{ } \mu\text{C}$$

مثال:

مكثف متوازي اللوحين مشحون بشحنة Q_0 وسعته C_0 ، فإذا فصل المكثف عن مصدر الشحن الكهربائي ثم أدخلت مادة عازلة لها ثابت عزل k بين لوحيه،

اوجد الطاقة المخزنة بالمكثف قبل وبعد وضع المادة العازلة؟

$$U_0 = \frac{Q_0^2}{2C_0}$$

الطاقة قبل وضع العازل

الطاقة بعد وضع العازل

$$U = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2kC_0} = \frac{U_0}{k}$$

$$K > 1 \quad \& \quad U_0 > U$$

دائرة RC

- تتكون دائرة RC من مكثف سعته C يتصل على التوالي بمقاومة R ومصدر جهد E من خلال مفتاح S

- يغلق المفتاح S عند اللحظة $t=0$ فيبدأ تيار الشحن بالمرور في الدائرة

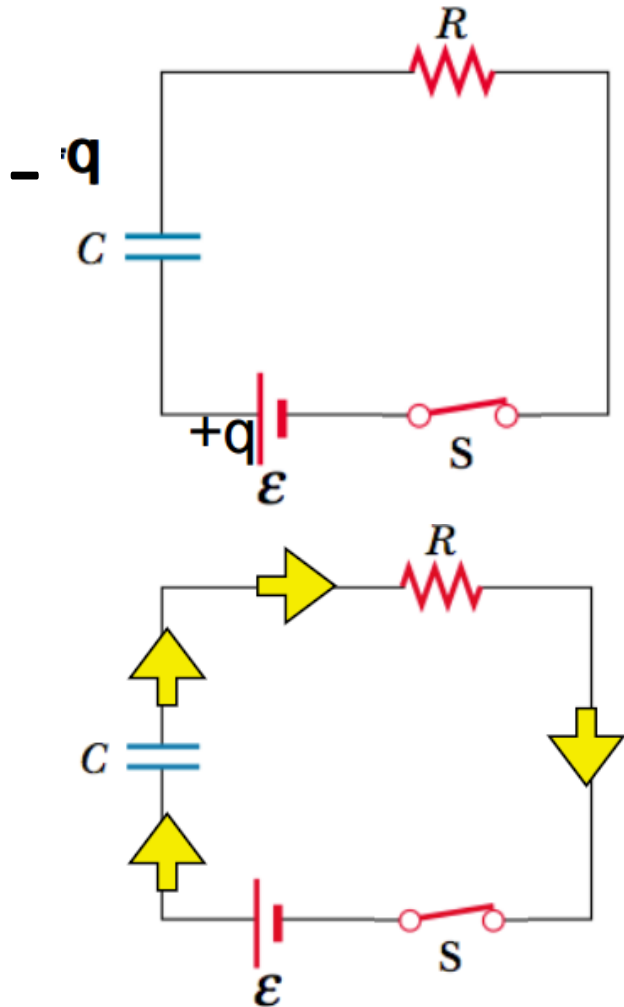
- عندما تصل شحنة المكثف إلى قيمتها العظمى تتوقف عملية الشحن ويصبح التيار المار في الدائرة = صفر

$$Q = C\varepsilon \quad (\text{maximum charge})$$

- بتطبيق قانون كيرشوف (KVL) نحصل على:

$$\varepsilon - \frac{q}{C} - iR = 0$$

بحيث ان iR تمثل فرق الجهد بين طرفي المقاومة q/C فرق الجهد بين لوحَي الموسع



- عند لحظة بدء شحن المكثف ($t=0$) تكون شحنة المكثف ($q=0$) أما شدة تيارا لشحن تكون قيمتها العظمى I_0 ويعرف بتيار الشحن وتساوي:

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

- لمعرفة القيمة اللحظية للشحنة المتحركة في الدائرة وايضا شدة تيار الشحن اللحظية نعوض بـ ($i=dq/dt$) في معادلة كيرشوف نحصل على:

$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} - \frac{dq}{dt} R = 0$$

- ثم نجري التكامل لنحصل على:

$$q(t) = C\mathcal{E} (1 - e^{-t/RC}) = Q(1 - e^{-t/RC})$$

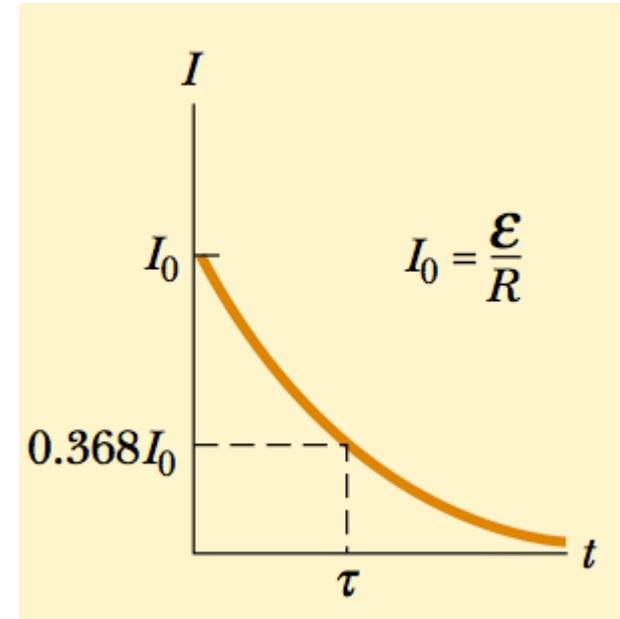
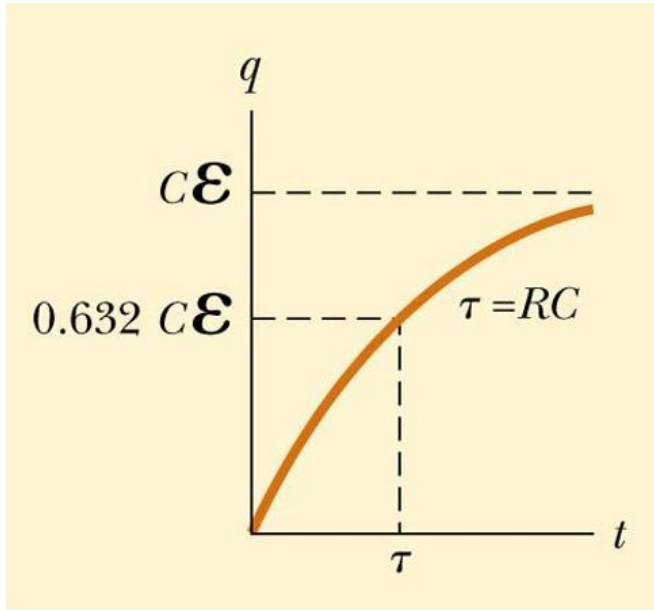
- بحيث ان ($Q=CE$) تمثل شحنة المكثف العظمى
- وبما ان $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$ فان شدة التيار اللحظية عند الشحن تعطى بـ:

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/RC}$$

$$\Rightarrow i(t) = I_0 e^{-t/RC}$$

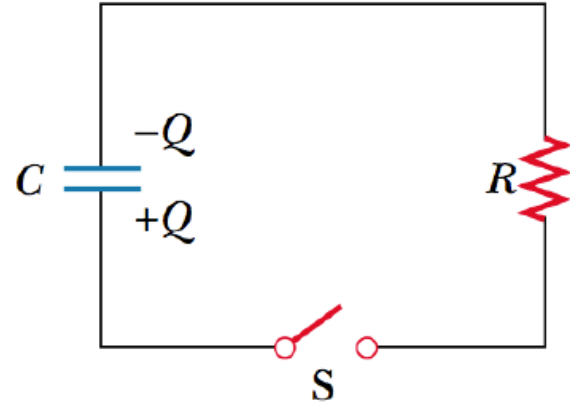
بحيث ان I_0 شدة التيار الابتدائي.. ويسمى الثابت $\tau=RC$ بثابت الزمن لدائرة RC

- إن ثابت الزمن τ هو الزمن الذي يستغرقه التيار ليتناقص إلى ٠.٣٦٨ من قيمته العظمى ،، وهو ذاته الزمن الذي تزيد شحنة المكثف خلاله لتصل إلى ٠.٦٣٢ من قيمته العظمى ويقاس بالثانية



يوضح المنحنى بان عندما تكون $t=0$ فان الشحنة $q=0$ ،، وتصل الشحنة الى القيمة العظمى ($Q=CE$) عندما تكون $t=\infty$.. اما التيار فيتناقص مع الزمن عندما تصبح الشحنة قيمة عظمى (يتساوى التيارين)

دائرة التفريغ



- في الشكل مكثف مشحون بشحنة عظمى $Q=Ec$ يتصل على التوالي مع مقاومة R ومفتاح S ، و $I=0$ عندما يكون S مفتوحاً.. عند الزمن $t=0$ يغلق S فيبدأ تيار التفريغ بالمرور فينشا فرق جهد بين طرفي المقاومة (عملية التفريغ)

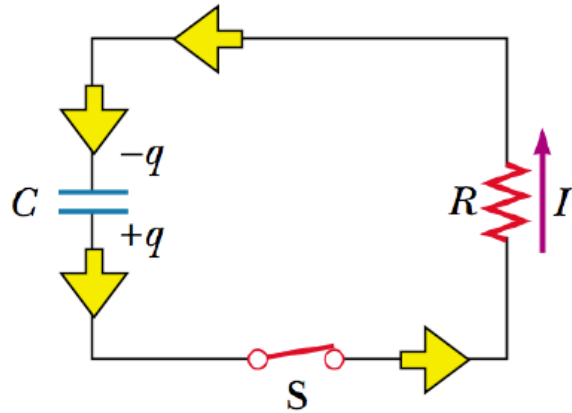
- تيار التفريغ هو المعدل الزمني لتناقص الشحنة المخزنة في المكثف

لذلك تصبح معادلة كيرشوف:
$$-\frac{q}{C} - IR = 0$$

- وبإجراء التكامل على هذه المعادلة نحصل على

$$q(t) = Qe^{-t/RC}$$

- أي الشحنة الحظية



• و بمفاضلة المعادلة السابقة:

$$q(t) = Qe^{-t/RC}$$

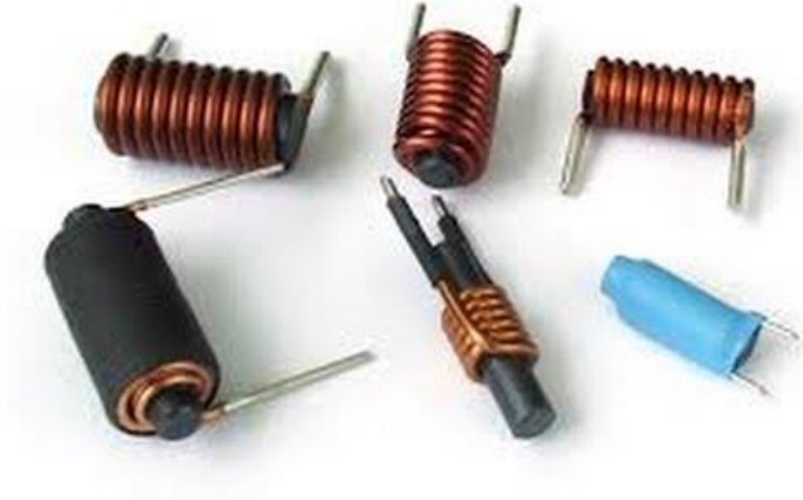
• نحصل على القيمة اللحظية لتيار التفريغ بالمعادلة:

$$I(t) = -\frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt} (Qe^{-t/RC}) = \frac{Q}{RC} e^{-t/RC}$$

$$\Rightarrow i(t) = I_o e^{-t/\tau}$$

الوحدة السابعة

المحاثة - INDUCTANCE



المحاثّة الذاتيّة

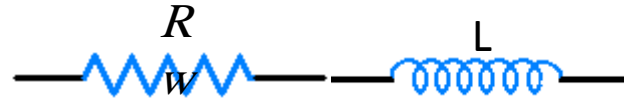
- يتركب الملف من سلك معزول ملفوف حول قلب (Core) مادة ذات سماحية جيدة لتكوين المجال المغناطيسي.
- في الملف يتكون الحث الذاتي والتي تمثل مقياس نشوء فرق جهد حثي بين طرفي الملف وباتجاه يقاوم تغير التيار المار في الملف
- تعتمد المحاثّة الذاتية للملف على أبعاد الملف وعدد اللفات N وطول القلب l (Core) مقاس بالمتر ومساحة المقطع العرضي A مقاس بالمتر مربع وسماحية القلب المغناطيسية μ وتقاس بـ هنري/متر (H/m)
- وتعطي المحاثّة الذاتية (L) بالعلاقة

$$L = \frac{N^2 \mu A}{l}$$

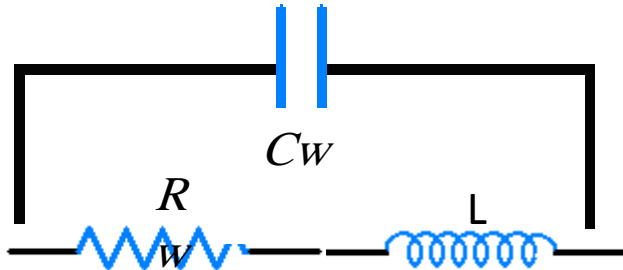
- يحتسب فرق الجهد الحثي e باستخدام العلاقة:

$$e = -N \frac{d\phi}{dt} = -L \left(\frac{di}{dt} \right)$$

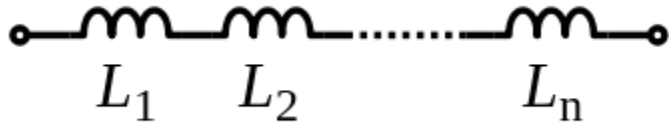
- بحيث أن $\left(\frac{di}{dt} \right)$ تمثل المعدل الزمني لتغير التيار وان $\frac{d\phi}{dt}$ هي المعدل الزمني لتدفق المجال المغناطيسي
- بما أن الملف يتكون من عدد من اللفات فان للسلك المستخدم مقاومة اومية تسمى مقاومة السلك R_W والتي تتصل على التوالي بالمحاثه L



- ان اللفات المتجاورة تظهر تأثيرا سعويا (C_W) يكون في بعض الأحيان مؤثرا وفي هذه الحالة يمثل الملف بالدائرة المبينة



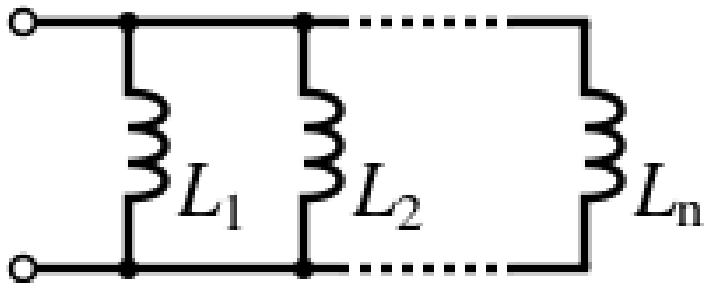
توصيل المحثات



- توالي المحاثه:
- المحاثه المكافئه L_{eq} تساوي حاصل جمع المحثات المتصلة على التوالي.

$$L_{eq} = \sum_{n=1}^N L_n = L_1 + L_2 + \cdots L_N$$

- توازي المحاثه:



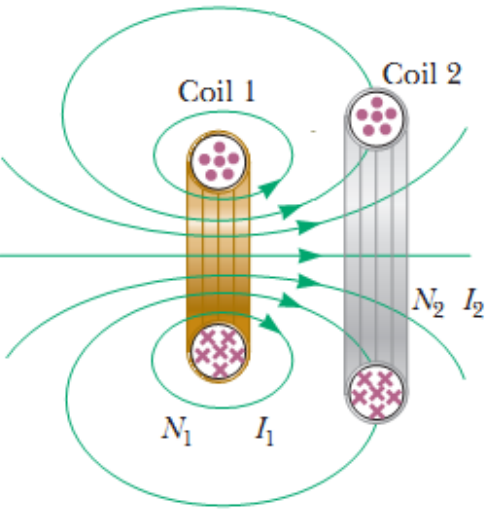
$$\frac{1}{L_{eq}} = \sum_{n=1}^N \frac{1}{L_n} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \cdots \frac{1}{L_N}$$

$$L_{Eq} = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

الحث المتبادل

- نتيجة للتغير في التيار الكهربائي في دائرة يؤدي إلى تغيير في الفيض المغناطيسي في دائرة كهربائية مجاورة. وهذا بالتأكيد يولد قوة دافعة كهربائية في تلك الدائرة ويسمى هذا التأثير بالتأثير الحثي المتبادل أنه نتج من تأثير دائرة كهربائية على أخرى

- يبين الشكل الحث المتبادل بين ملفين متجاورين، يمر تيار كهربائي قيمته I_1 في الملف الأول وعدد لفاته N_1 ، يؤثر على الملف الثاني وعدد لفاته N_2 ينشئ مجال مغناطيسي بفيض مغناطيسي F_{21} يؤدي إلى تيار حثي في الملف الثاني وقيمته I_2 .



- المتبادل M_{21} في الملف الثاني نسبة للملف الأول من المعادلة:

$$M_{21} = N_2 \frac{\Phi_{21}}{i_1}$$

- بحيث ان Φ_{21} تمثل تدفق المجال المغناطيسي الناشئ الذي يعبر الملف الثاني والنتاج عن الملف الأول.

- إذا كان التيار I_1 في الملف الأول متغير مع الزمن، فيمكن إن نرى من قانون فارادي والمعادلة السابقة ان القوة الدافعة الكهربائية او (فرق الجهد) المتولدة في الملف الثاني نتيجة للملف الأول هي

$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi_{21}}{dt} = -M_{21} \frac{di_1}{dt}$$

- وبنفس الفكرة فان القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الملف الأول نتيجة للملف الثاني هي :

$$e_1 = -M_{12} \frac{di_{12}}{dt}$$

وتكون وحدة الحث المتبادل هي الهنري (Henry .

دائرة التيار المباشر المكونة من محث و مقاومة

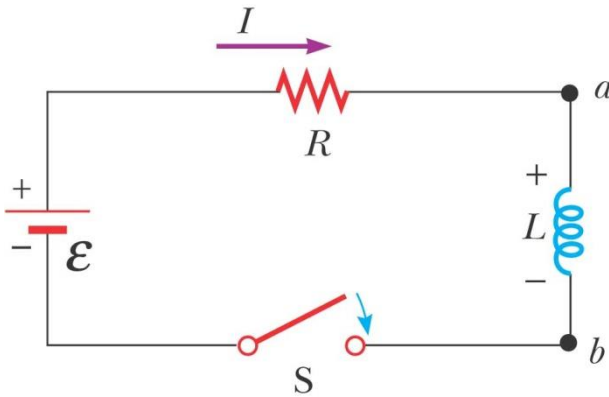
- نمو التيار في المحث:

- يبين محاثة L تتصل على التوالي بمصدر تيار ثابت من خلال مفتاح S ، بحيث أن

$$R_w$$

تمثل المقاومة السلكية للمحاثة.

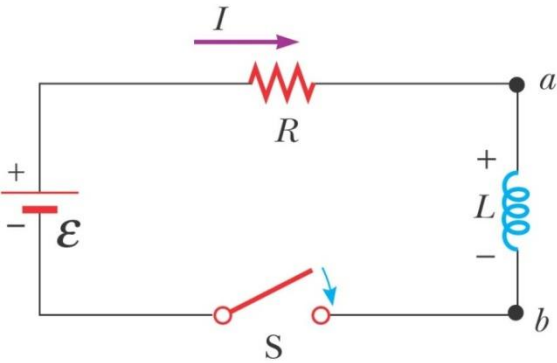
- يغلق المفتاح S عند اللحظة $t=0$ فيسري تيار i متزايد.



الطاقة المخزنة في المحث

- عند وصل بطارية قوتها الدافعة E الى ملف فان الطاقة الصادرة من البطارية يستهلك جزء منها في المقاومة الاومية لسلك الملف R_w ويخزن الملف الجزء الاخر من هذه الطاقة

- افترض الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل، بتطبيق قاعدة كيرشوف للجهد نحصل على:



$$iE = i^2 R_w + Li \frac{di}{dt}$$

- تبين المعادلة السابقة بان جزءا من طاقة المصدر تستهلك في المقاومة اومية ويخزن ما تبقي U_B في المجال المغناطيسي الناشئ من الملف

- ويعطى المعدل الزمني للطاقة المخزنة في الملف بـ:

$$\frac{dU_B}{dt} = Li \frac{di}{dt}$$

- ولإيجاد الطاقة الكلية المخزنة في الملف نجري عملية التكامل فنحصل على:

$$U_B = \frac{1}{2} B^2 \frac{Al}{\mu_0}$$

- إذا كانت B تمثل شدة المجال مقاسه بوحدة تسلا (T) فان الطاقة المغناطيسية u_B المخزنة في وحدة الحجم من المجال (كثافة الطاقة المخزنة) تعطي بـ:

$$u_B = \frac{U_B}{Al} = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

- حيث أن Al تمثل حجم الملف... وان $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{H}{m}$ تمثل سماحية الفراغ المغناطيسية