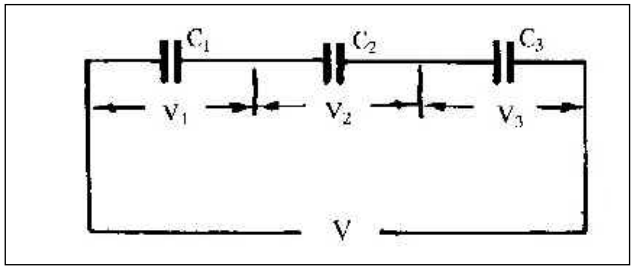
توصيل المتسعات:

يمكن توصيل المتسعات بطرق مختلفة وذلك للحصول على قيم كبيرة أو صغيرة مقارنة بالقيم الأصلية للسعة الكهربائية.

أولاً: التوصيل على التوالي:



مميزات هذا الربط هي:

$$\mathbf{V = V_1 + V_2 + V_3}$$

$$\mathbf{Q = Q_1 = Q_2 = Q_3}$$

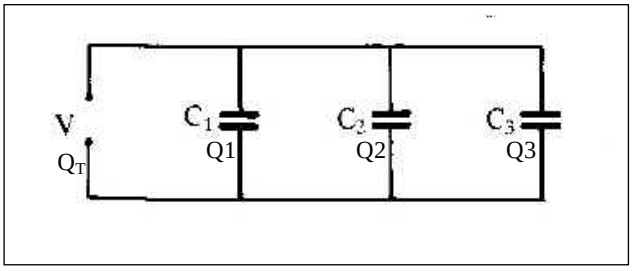
ولكن، **(V = Q/C)**، وعليه فإن:

$$\frac{Q}{C} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

وبالقسمة على (Q) نجد السعة الكلية:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

ثانياً:التوصيل على التوازي:



مميزات هذا الربط هي:

$$\mathbf{V = V_1 = V_2 = V_3}$$

$$\mathbf{Q = Q_1 + Q_2 + Q_3}$$

ولكن $(Q = C\ V)$ ومنه نجد:

$$CV = C_1V + C_2V + C_3V$$

وبالقسمة على (V) نجد:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

طاقة المتسعة المشحونة:

لنفترض في لحظة ما أن الشحنة على أيٍ من سطحي المتسعة هي (Q)، وأن فرق الجهد بين السطحين هو (V). إذا مرت شحنة صغيرة (dQ) بين السطحين عبر فرق الجهد (V) فإن الشغل اللازم لذلك هو:

$$\mathbf{dW = V.dQ}$$

أما الشغل (W)، فهو يساوي:

$$\mathbf{W = \int V.dQ}$$

ولكن (V = Q/C):

$$\therefore \mathbf{W = \int_0^Q \frac{Q}{C}.dQ}$$

$$\mathbf{W = \frac{1}{2}.\frac{Q^2}{C}}$$

وبتعويض (Q = V C) نجد:

$$\mathbf{W = \frac{1}{2}.V^2\,C}$$

وكذلك بتعويض (C = Q/V):

$$\mathbf{W = \frac{1}{2}.Q\,V}$$

ويرمز، عادة، للطاقة المخزونة بالرمز (U)، أي أن:

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

فقدان الطاقة بين متسعتين:

إذا فرضنا وجود سطح متسعة شحنتها موجبة وسعته (C_1) وجهده (V_1) ووصلت بسطح آخر شحنته موجبه وسعته (C_2) وجهده (V_2)، حيث ($V_1>V_2$)، فإن هذين السطحين سيتقاسمان الشحنة، مما يجعل الجهد متساوي عند جميع نقاط اللوح.

الجهد المشترك (V) يمكن حسابه كالآتي:

$$C_1V_1 + C_2V_2 = (C_1 + C_2)V$$

$$V = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$$

وتكون الطاقة قبل التوصيل هي:

$$\frac{1}{2}C_1 V_1^2 + \frac{1}{2}C_1 V_1^2$$

أما الطاقة بعد التوصيل فهي:

$$\frac{1}{2}(C_1 + C_2)V^2$$

وبتعويض قيمة (V) نجد أن الطاقة بعد التوصيل تساوي:

$$\frac{1}{2}(C_1 + C_2)V^2 = \frac{1}{2}\frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)}{(C_1 + C_2)}$$

ولهذا فإن الفرق في الطاقة (ΔU) قبل وبعد التوصيل هو:

$$\Delta U = \frac{1}{2}C_1 V_1^2 + \frac{1}{2}C_2 V_2^2 - \frac{1}{2}\frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{(C_1 + C_2)}$$

$$\Delta U = \frac{(C_1 + C_2)(C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2) - (C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{2(C_1 + C_2)}$$

بإجراء الحسابات المعتادة نجد أن الفقد في الطاقة، يساوي:

$$\Delta U = \frac{C_1 C_2 (V_1^2 - V_2^2)}{2(C_1 + C_2)}$$

وهذا المقدار يكون موجباً عندما $(V_1 \neq V_2)$.

والفرق في الطاقة يظهر على صورة شرارة أو إرتفاع في درجة الحرارة.

مثال:

متسعتان سعة الأولى $(20\ \mu F)$، وفرق الجهد بين طرفيها $(1000\ V)$، والآخرى سعتها $(10\ \mu F)$وفرق الجهد بين طرفيها $(100\ V)$، أحسب:

(i) الطاقة الكلية قبل توصيلهما.

(ii) الفقد في الطاقة بعد توصيلهما.

(iii) الجهد العام.

الحل:

(I) شحنة المتسعة الأولى هي:

$$Q_1 = C_1 V_1 = 20 \times 10^{-6} \times 1000 = 0.02 C$$

شحنة المتسعة الثانية هي:

$$Q_2 = C_2 V_2 = 10 \times 10^{-6} \times 100 = 0.001 C$$

أما السعة الكلية فهي:

$$C = C_1 + C_2 = 30 \times 10^{-6}\ C$$

الطاقة قبل التوصيل هي:

$$\mathbf{U_1 = \frac{1}{2}\, C_1\, V_1^2 + \frac{1}{2}\, C_2\, V_2^2 =}$$

$$\mathbf{U^1 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-6} \times (1000)^2 + \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times (100)^2}$$

$$\mathbf{U^1 = 10.05\ J}$$

الطاقة بعد التوصيل هي:

$$U_2 = 1/2 \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{(0.02 + 0.001)^2}{30 \times 10^{-6}}$$

$$U_2 = 7.55\ \text{J}$$

(II) الفقد في الطاقة هو:

$$\mathbf{dU = dU_1 - dU_2 = 10.05 - 7.5 = 2.5\ J}$$

(III) الجهد العام هو:

$$\mathbf{V = \frac{Q}{C} = \frac{(0.02 + 0.001)}{30 \times 10^{-6}} = 700\ V}$$

المصادر

١- اساسيات الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف يحيى عبد الحميد الحاج علي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل ١٩٩٦

٢- الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف يحيى عبد الحميد الحاج علي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل.

٣- الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف ابراهيم ناصر ابراهيم علي /الجزء الثاني/ وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة بغداد ١٩٨٦