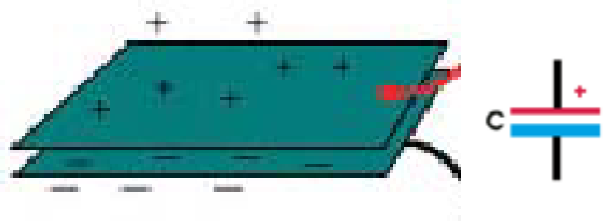
## المتسعات الكهربائية

تتكون المتسعات بشكل عام من لوحين موصلين متجاورين معزولين عن بعضهما كل منهما يحمل شحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين بالإشارة وتتم عملية الشحن بربطهما الى بطارية لفترة وجيزة و تحدد أنواع المتسعات حسب سعتها و التي تقاس بالفارد .

تعد المتسعات من العناصر الأساسية في الدوائر الكهربائية وضيفتها الأساسية التحكم في تدفق الشحنة الكهربائية في الدائرة الالكترونية. اذ تستخدم في تقويم التيار المتناوب وتوليد الموجات الكهرومغناطيسية او الكشف عنها وخزن الطاقة الكهرومغناطيسية وتصريفها عن الحاجة . وتسمى أيضا بالمكثفات لأنها تحتفظ بالشحنة داخلها مثل بطارية لحظية

.




### السعة الكهربائية

تعرف السعة الكهربائية للموصل :نسبة كمية الشحنة التي يحملها الموصل الى جهده الكهربائي اي ان :

$$C = q / V \quad (\text{Farad})$$

وحدات قياسها حسب النظام S.I هي c / v والتي تساوي فاراد

وان الطاقة المخزونة في المتسعة :

$$E_C = \frac{1}{2C} q^2$$

$$1\ \mathrm{F} = 1\ \mathrm{C}^2/\mathrm{J}.$$

ان الشحنة التي يحملها الموصل تتناسب طرديا مع جهده الكهربائي (المجموع الكلي للشحنة يساوي صفرا )اي يمكن زيادة الشحنة الموضوعة على الموصل بزيادة الجهد الكهربائي ،مع ملاحظة ان الزيادة المستمرة تؤدي الى حدوث ظاهرة التفريغ الكهربائي .كما هو الحال عند ضخ غاز الى اناء ثابت الحجم حيث زيادة الضخ تؤدي الى انفجار الإناء.ان مقدار الزيادة في الشحنة يعتمد عدة عوامل مثل شكل الموصل وحجمه والجهد والسعة الكهربائية.

**تعتمد السعة الكهربائية للمتسعة على :**

1 – الشكل الهندسي للوحين 2 – المسافة الفاضلة بينهما 3 – الوسط العازل بين اللوحين

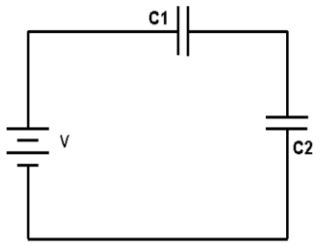
<u>أنواع المتسعات المستخدمة عمليا:-</u>

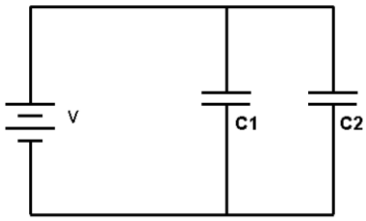
*المتسعات الثابتة:- و قيمته ثابتة حسب الشركة الصانعة، و من أنواع المتسعات الثابتة المتسعات الو رقية، متسعات السيراميك

*المتسعات متغيرة القيمة:- يمكن الحصول منها على سعات مختلفة وهي مكثفات يمكن تغير سعتها وتستخدم غالبا في اجهزة الاتصالات التي تتطلب سعة محدة قد لاتتوفر او يتطلب تغير التردد عند الحاجة كما هو الحال في اجهزة الراديو حيث يقوم المكثف بتغير توليف المحطات المطلوبة. ويرمز لها :

## طرائق ربط المتسعات

### 1 – ربط توالي Series connection :




### 2 – ربط توازي parallel connection

$$C_T = C_1 + C_2$$

## العوامل المؤثرة على سعة المكثف

يوجد ثلاثة عوامل أساسية تؤثر على سعة المكثف بصورة مباشرة وهذه العوامل هي:

■المساحة السطحية لألواح المكثف (A):

إن سعة المكثف تتناسب طرديا مع المساحة السطحية للألواح، فإذا زادت مساحة سطح اللوح زادت سعة المكثف وذلك لزيادة استيعابه للشحنات الكهربائية، وبالعكس تقل سعة المكثف كلما قلت هذه المساحة.

■المسافة بين الألواح (d):

تقل السعة عندما تزداد المسافة بين الألواح وتزداد كلما قلت تلك المسافة، أي أنه يوجد تناسب عكسي بين سعة المكثف والمساحة بين ألواحه.

■الوسط العازل (المادة العازلة) ε:

تتغير سعة المكثف بتغير المادة العازلة بين الألواح ويعتبر الهواء الوحدة الأساسية لمقارنة قابلية عزل المواد الأخرى المستعملة في صناعة المكثفات. يوجد لكل مادة ثابت عزل يطلق عليه إبسلون ε.

## الاستخدامات العامة للمتسعات ( المكثفات )

■يستعمل المكثف لإمرار التيار المتغير ومنع مرور التيار المستمر في الدائرة الإلكترونية، حيث يعمل (كمكثف ربط) Coupling أو (مكثف تسريب) Bypass.

■يستعمل المكثف الكيماوي للشحن والتفريغ في دوائر تقويم التيار التي تحول التيار المتغير إلى تيار مستمر.

■يستعمل المكثف الكيماوي كبير السعة في دوائر فلاش كاميرا التصوير، حيث يخزن شحنات كهربية عالية، وعندما يُفرغ فجأة يعطي ضوءا أبيضا باهرا اللازم لالتقاط الصورة.

■يستعمل المكثف المتغير على التوازي مع ملف لاختيار المحطات (تردد الموجات) في جهاز الراديو (عملية توليف (راديو) أو جهاز التلفزيون.

■يوصل المكثف مع المقاومة في الدائرة الإلكترونية للحصول على أشكال موجات متنوعة ويطلق على الدائرة في هذه الحالة دائرة تفاضل أو دائرة تكامل.

## أهمية استخدام المادة العازلة

كما ذكر سابقا يتكون المكثف الكهربي من لوحين من مادة موصلة بينهما مادة عازلة ويتحدد نوع المكثف على حسب المادة العازلة المستخدمة في صناعته ، فإذا كانت المادة العازلة الموجودة بين لوحي المكثف هي الهواء فيطلق على المكثف في هذه الحالة اسم المكثف الهوائي، وإذا كانت مصنوعة من مادة البلاستيك سمي مكثف بلاستيك ، وإذا كانت المادة العازلة من الميكا أطلق على المكثف اسم مكثف ميكا. وإذا كانت المادة العازلة من السيراميك أطلق على المكثف اسم المكثف السيراميك. أما إذا استخدم محلول كيماوي كمادة عازلة بين لوحي المكثف أطلق على المكثف اسم المكثف الكيماوي أو الإلكتروليتي.

1 – تكتسب الألواح متانة وتكون اقل عرضة للتلف .

2– تكون المتسعة اقل عرضة للانهيار الكهربائي لأن شدة العزل الكهربائي ( dielectric strength ) للعوازل تكون اكبر مما للهواء مما يزيد من قابلية تحملها للفولتية .مثلا شدة العزل للهواء 800 v/m ، للورق 1400 v /m ،للمايكا 1600 v /m .

3 – تزداد قيمة السعة الكهربائية بمقدار ثابت العزل للمادة العازلة

## انواع المتسعات :

1 – متسعة ذات لوحين متوازيين

$$C = q /V = \varepsilon_o \frac{A}{d}$$

يكون المجال الكهربائي بين اللوحين منتظم ( عدا النهايتين ) اي ان خطوط القوة الكهربائية متوازية ومتساوية البعد عن بعضهما .

**2-المتسعة الاسطوانية**

$$C = \frac{q}{V} = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{ln\frac{b}{a}}$$

حيث ان :

$\ell$= طول محور الاسطوانة

a = نصف قطر الاسطوانة الداخلية

b = نصف قطر الاسطوانة الخارجية

**3-المتسعة الكروية**

$$C = \frac{q}{V} = \frac{4\pi\varepsilon_0 ab}{b-a}$$

**4- متسعة ذات سلكين طولين متوازيين**

$$C = \frac{q}{V} = \frac{\pi\varepsilon_0 l}{ln\frac{d}{r}}$$

حيث ان :

d= المسافة بين السلكين .

R= نصف قطر السلك .

**مثال :متسعة كهربائية مكونة من لوحين يفصل بينهما هواء مساحة كل لوح $7.6\ m^2$، المسافة الفاصلة $1.8mm$ ،فرق الجهد المسلط يساوي $20V$ ،احسب ماياتي :**

1 – شدة المجال الكهربائي بين اللوحين electric field

2 – كثافة الشحنة السطحية surface charge density

3 –السعة الكهربائية capacitance

4 – قيمة الشحنة التي يحملها أي لوح. charge

1 $$E=\frac{V}{d}=\frac{20}{1.8\times10^{-3}}=1.11\times10^{4}\ V/m$$

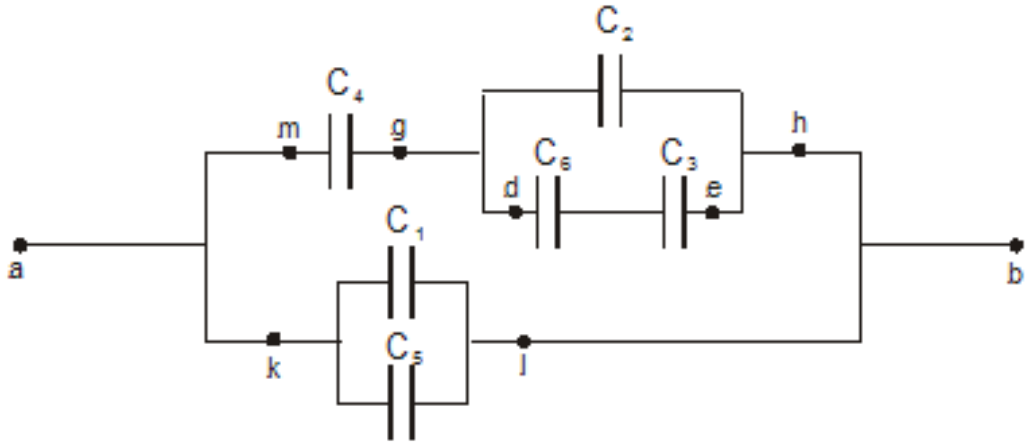
2 $$\sigma=\varepsilon_o E=(8.85\times10^{-12})(1.11\times10^{4})=9.83\times10^{-8}\ C/m^2$$

3 $$C=\frac{\varepsilon_o A}{d}=\frac{(8.85\times10^{-12})(7.6\times10^{-4})}{1.8\times10^{-3}}=3.74\times10^{-12}\ F$$

4 $$q=CV=(3.74\times10^{-12})(20)=7.48\times10^{-11}C$$

**مثال :أحسب السعة المكافئة بين النقطتين a و b لمجموعة المتسعات المربوطة**

. $C_1$=1μF, $C_2$=2μF, $C_3$=3μF, $C_4$=4μF, $C_5$=5μF, and $C_6$=6μF.



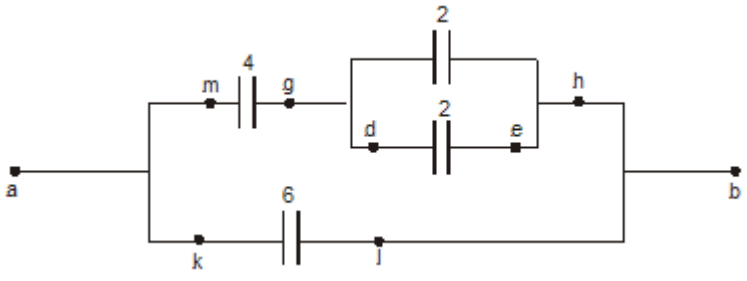

**الحل :المتسعتان $C_3$ و $C_6$ ربطهما توالي ،وتكون السعة المكافئة $C_{de}$ :**

$$\frac{1}{C_{de}}=\frac{1}{6}+\frac{1}{3};\Rightarrow C_{de}=2\mu F$$

**ربط توازي $C_1$ و $C_5$ :**

$$C_{kl}=1+5=6\mu F$$

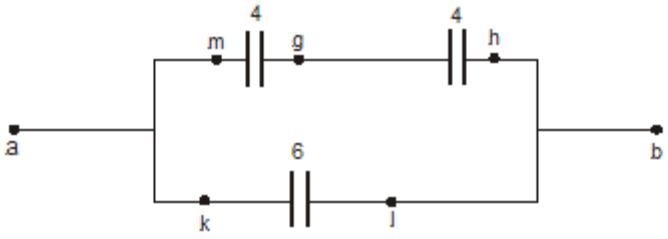
**وتكون الدائرة كما يلي:**




(ii)

**وبنفس الطريقة نختزل الدائرة الكهربائية للمتسعات $C_2$ و $C_{de}$ وتتساوي :**

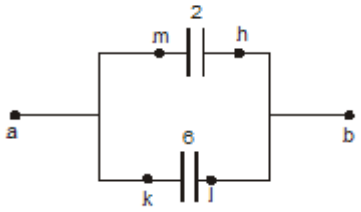
$$C_{gh}=4\mu F$$




(iii)

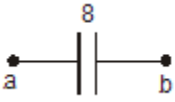
**المتسعتان $C_{mg}$ و $C_{gh}$ بربط توالي والسعة المكافئة :$C_{mh}=2\mu F$**

**وتصبح الدائرة كما يلي :**




(iv)

**المتسعتان $C_{mh}$ و $C_{kl}$ بربط توازي**




(v)

$C_{eq}=8\mu F$

مثال :

مكثفان سعة كل منهما $(C_1 = 200\,PF)$ ، $(C_2 = 600\,PF)$ تم توصيلهما على التوازي، ثم شحنا حتى صار فرق الجهد بين لوحي كلٍ منهما $(120\ volt)$.

١- أوجد حسابياً الشحنة الكهربائية على كل مكثف.

٢- أوجد حسابياً السعة المكافئة للمجموعة.

- 1

$$q_1 = C_1 V$$
$$= (200\times10^{-12}\,F)(120V)$$
$$= 2.4\times10^{-8}\,C$$
$$q_2 = C_2 V$$
$$= (600\times10^{-12})(120V)$$
$$= 7.2\times10^{-8}\,C$$
$$q = q_1 + q_2$$
$$= (2.4+7.2)\times10^{-8} = 9.6\times10^{-8}\,C$$

-2

$$C = C_1 + C_2$$
$$= (200\times10^{-12}) + (600\times10^{-12})$$
$$= 800\times10^{-12}\,F$$
$$C = 8\times10^{-10}\,F$$

مثال :

مكثفان سعة كل منهما $(C_1 = 3\,PF)$ ، $(C_2 = 6\,PF)$ تم وصلهما على التوالي، ثم وصلت المجموعة بفرق جهد مقداره $(V = 10\ volt)$.

١- أوجد حسابياً السعة المكافئة للمجموعة.

٢- أوجد حسابياً الشحنة الكلية على المجموعة والشحنة على كل مكثف.

٣- أوجد حسابياً فرق الجهد عبر كل مكثف.

-1

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$
$$= \frac{1}{3\,PF} + \frac{1}{6\,PF} = \frac{(6+3)}{18\,PF}\frac{1}{2\,PF}$$
$$C = 2\,PF = 2\times 10^{-12} F$$

-2

$$q = CV$$
$$= (2\times 10^{-12}\,F)(10V) = 2\times 10^{-11}\,C$$

وبما أن التوصيل على التوالي:

$$q = q_1 = q_2 = 2\times 10^{-11} C$$
$$V_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{2\times 10^{-11} C}{3\times 10^{-12} F} = 6.67V$$
$$V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{2\times 10^{-11} C}{6\times 10^{-12} F} = 3.33V$$

ونلاحظ هنا أن توصيل المكثفات على التوالي يعمل على توزيع الجهد على المكثفات، أي أن:

$$V_t = V_1 + V_2$$
$$10 = 6.67 + 3.33 = 10\,volt$$