Chapter Five الفصل الخامس

دوائر التيارات العابرة

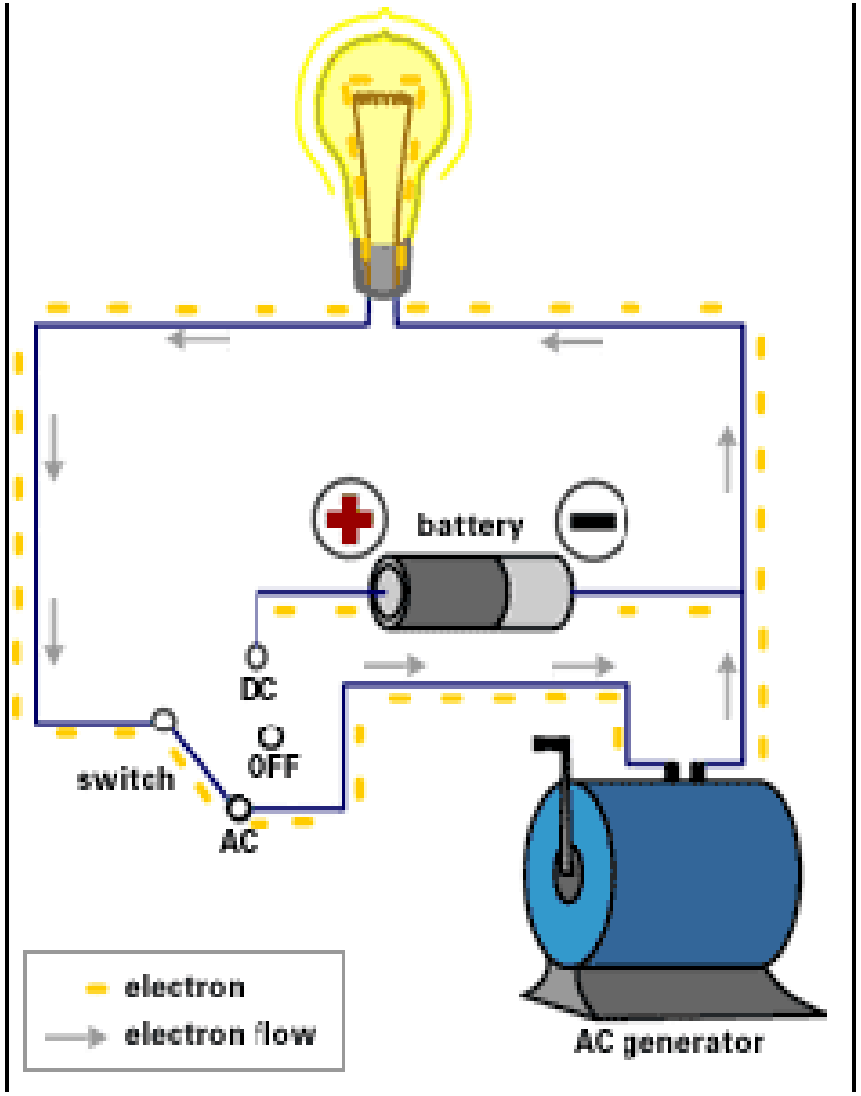
Transient Current Circuits

Sequence:39

- المقدمة.
- دائرة مقاومة – متسعة/ الجزء الثاني.

المقدمة

- ***كيف يعمل التيار المتناوب AC؟ .***



- الشكل المجاور يبين كيفية عمل التيار المتناوب
- كما تلاحظ، فاتجاه تدفق الإلكترونات في أجزاء
- الدائرة الكهربائية يتغير عدة مرات في الثانية
- الواحدة بسبب تناوب القطبين السالب والموجب،
- ويسمى هذا التيار أيضاً بالتيار المتردد، نظراً
- لتردد اتجاه بين والموجب والسالب.
- لهذا السبب، علينا الأخذ بالاعتبار
- احتساب دالة الوقت عند التعامل
- رياضياً مع هذا التيار.

- ***حساب فرق الجهد على المتسعة والمقاومة (حالة شحن المتسعة)***

- **(1) - لحساب فرق الجهد بين لوحي المتسعة V_C نستعمل العلاقة التالي ($V_C=q/C$) وبتعويض المعادلة رقم (23) نحصل على الصيغة الرياضية للجهد على المتسعة بالشكل التالي:**

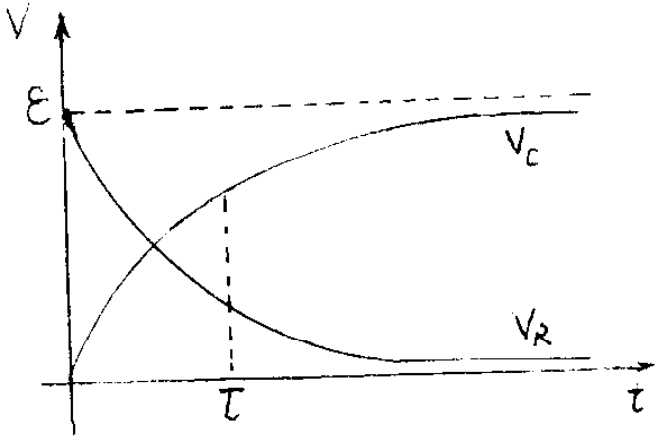
$$V_C = \frac{q}{C} = \mathcal{E}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \quad \text{..... (25)}$$

- **(2) – اما الجهد عبر المقاومة (V_R) فأنه ينخفض أسياً بالطريقة نفسها التي يتغير فيها التيار في الدائرة وذلك لان ($V_R=iR$) ، وبعد تعويض المعادلة رقم (24) في المعادلة ($V_R=iR$) فان الجهد على طرفي المقاومة يعطى بالمعادلة التالية:**

$$V_R = iR = \mathcal{E}\, e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{..... (26)}$$

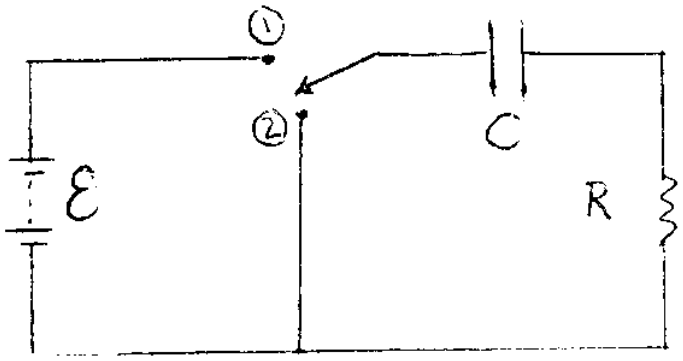
- **الشكل (14) يوضح العلاقة بين**
- **(V_C) و (V_R) مع الزمن في حالة**
- **شحن المتسعة.**

- **************



شكل (14): يمثل علاقة الفولتية لعناصر الدائرة مع الزمن.

- ***(أ) تفريغ المتسعة***
- **********



شكل (15): دائرة RC

- أن معادلة الدائرة في هذه الحالة ويمكن الحصول عليها باستعمال
- قانون كيرشهوف الثاني ايضاً اذ ان مجموع فروق الجهد على
- طرفي عناصر الدائرة يساوي القوة الدافعة الكهربائية للدائرة
- والتي تساوي صفراً في حالة تفريغ المتسعة، وعليه فأن معادلة
- الدائرة الكهربائية في حالة تفريغ المتسعة هي :

$$Ri + \frac{q}{C} = 0 \qquad \text{..... (27)}$$

- اذ تمثل **(q)** الشحنة المتبقية على المتسعة بعد مرور زمن مقداره **(t)** من بدء التفريغ. وبالتعويض عن التيار بالمقدار **(dq/dt)** في المعادلة **(27)** فأن معادلة الدائرة تأخذ الشكل التالي :

$$R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \qquad \text{..... (28)}$$

$$\therefore \frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC}dt$$

- وبأخذ التكامل لطرفي المعادلة الأخيرة نحصل على :

$$q = D' e^{\frac{-t}{RC}} \quad \text{..... (29)}$$

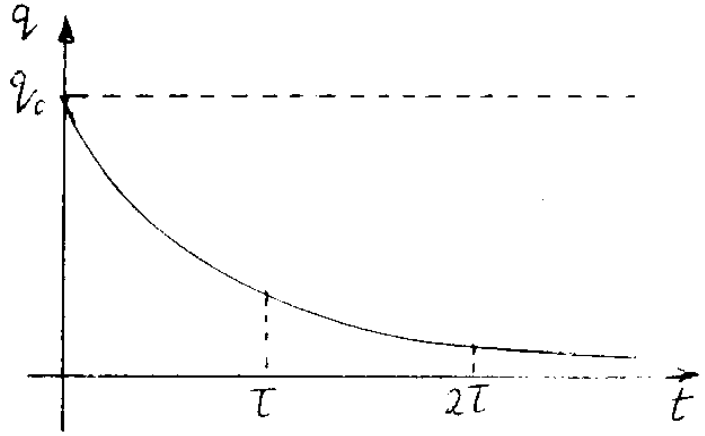
- **اذ ان (D~) مقدار ثابت يمكن ايجاد قيمته بتعويض القيم البدائية لكل من الشحنة والزمن في المعادلة (29) اذ ان ($q=q_o$) عندما تكون (t=0) وبذلك نجد ان :**

$$D' = q_o$$

- **وبتعويض قيمة الثابت الاخيرة في المعادلة (29) نحصل على :**

$$q = q_o e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{..... (30)}$$

- **اذ ان τ يمثل ثابت الزمن للدائرة الكهربائية وهو يساوي (RC) ويعرف في هذه الحالة بأنه الزمن اللازم لكي تهبط قيمة الشحنة على المتسعة الى (0.37) من قيمتها العظمى (q_o) . والعلاقة (30) هي علاقة أسية تناقصية كما هو واضح من الشكل رقم (16).**



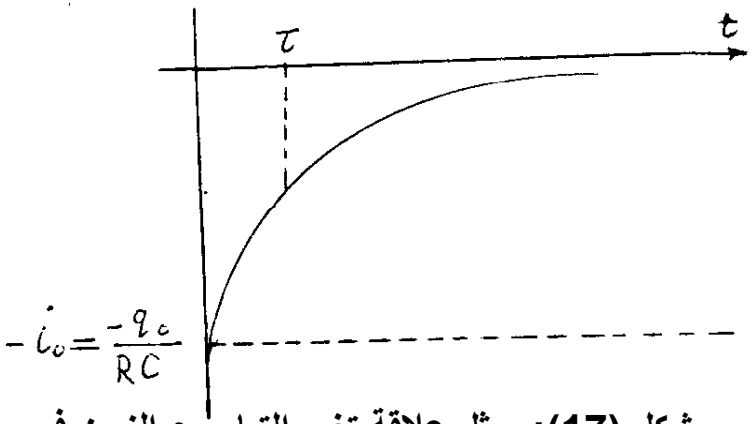
شكل (16): يمثل علاقة الشحنة على المتسعة مع الزمن في حالة تفريغ المتسعة.

- ********

- ***حساب التيار العابر*** لحساب التيار العابر المار في اي لحظة في الدائرة الكهربائية فأننا نأخذ المشتقة الأولى بالنسبة للزمن للمعادلة (30) فنحصل على :

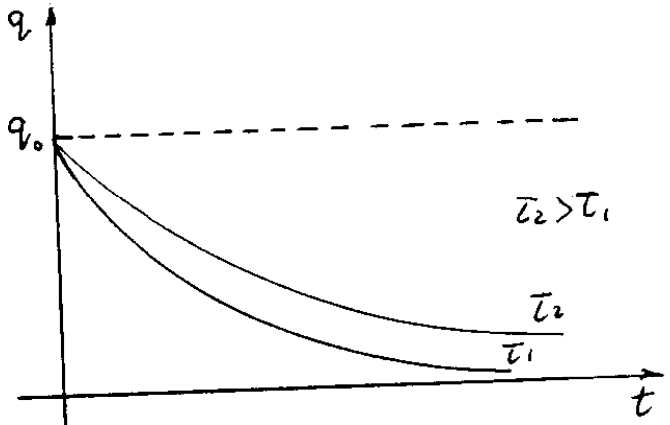
$$i = \frac{dq}{dt} = -\frac{q_\circ}{RC} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{..... (31)}$$

- وتمثل المعادلة (31) دالة أسية تناقصية سالبة يمكن
- تمثيلها كما مبين في الشكل (17). ومعنى الاشارة
- السالبة في المعادلة (31) هو ان الشحنة على
- المتسعة في حالة تناقص.



شكل (17): يمثل علاقة تغير التيار مع الزمن في دائرة RC في حالة تفريغ المتسعة.

- ان تأثير ثابت الزمن على الشحنة مبين في الشكل
- رقم (18).



شكل (18): تأثير ثابت الزمن على الشحنة q في حالة تفريغ المتسعة.

- *********
-

- ***حساب فرق الجهد على المتسعة والمقاومة***

- **(1) - لحساب فرق الجهد بين لوحي المتسعة V_C نستعمل العلاقة التالي ($V_C=q/C$) وبتعويض المعادلة رقم (30) نحصل على الصيغة الرياضية للجهد على المتسعة بالشكل التالي:**

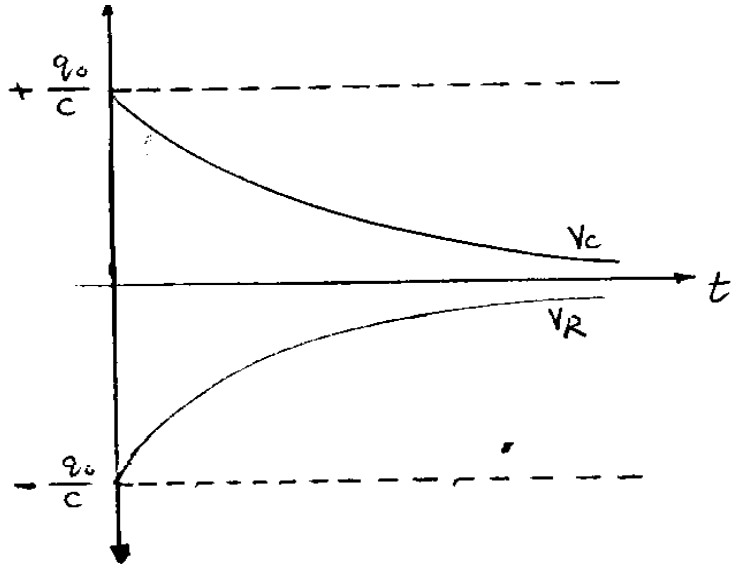
$$V_C = \frac{q}{C} = \frac{q_o}{C} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{..... (32)}$$

- **(2) – اما الجهد عبر المقاومة (V_R) فأنه ينخفض أسياً بالطريقة نفسها التي يتغير فيها التيار في الدائرة وذلك لان ($V_R=iR$) ، وبعد تعويض المعادلة رقم (31) في المعادلة ($V_R=iR$) فان الجهد على طرفي المقاومة يعطى بالمعادلة التالية:**

$$V_R = i\,R = -\frac{q_o}{C} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{..... (33)}$$

- **الشكل (19) يوضح العلاقة بين**
- **(V_C) و (V_R) مع الزمن في حالة**
- **تفريغ المتسعة.**

- **********



شكل (19): يمثل علاقة الفولتية لعناصر الدائرة مع الزمن.

مثـــــــال : في دائرة RC ولحالة شحن المتسعة كانت سعة المتسعة (0.3) مايكروفاراد وقيمة المقاومة (20) كيلو أوم وجهزت الدائرة بقوة دافعة كهربائية مقدرها (12) فولت. جد (1) الثابت الزمني للدائرة (2) القيمة العظمى للشحنة (3) الوقت اللازم لكي تصبح الشحنة 99% من القيمة القصوى 4)التيار عندما تكون الشحنة نصف قيمتها العظمى 5) القيمة القصوى للتيار 6) الشحنة عندما تكون قيمة التيار 0.2 من القيمة القصوى.

- **الحـــــل:**

(1) $\tau = RC$

$\tau = 20\times10^{3}\times0.3\times10^{-6} = 6\ \ m\sec$

(2) $q_o = C\varepsilon =$

$q_o = 0.3\times10^{-6}\times12 = 3.6\times10^{-6}\,Coul.$

(3) $q = q_o\left[1-\exp(-\frac{t}{\tau})\right]$

$0.99\times q_o = q_o\left[1-\exp(-\frac{t}{\tau})\right]$

$t = 4.6\ \ \tau$

(4) $i = \frac{1}{R}\left(\varepsilon - \frac{q}{C}\right)$

$i = \frac{1}{20\times10^{3}}\left(12 - \frac{0.5\times q_o}{0.3\times10^{-6}}\right) = 0.3\ \ mA$

(5) $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{12}{20\times10^{3}} = 0.6\ \ mA$

(6) $q = C(\varepsilon - iR)$

$q = 0.3\times10^{-6}\left(12 - 0.2\times0.6\times10^{-3}\times20\times10^{3}\right)$

$q == 2.88\times10^{-6}\,Coul.\,Amp.$

الخلاصة Summary

- تضمنت المحاضرة النقاط المهمة التالية :
- - حساب الشحنة على المتسعة في دائرة RC في حالة تفريغ المتسعة.
- - ايجاد التيار المار في دائرة RC في حالة تفريغ المتسعة، وذلك من خلال اشتقاق معادلة الشحنة مرة واحدة.
- - ايجاد الفولتية على عناصر الدائرة وهما المتسعة والمقاومة في حالتي شحن و تفريغ المتسعة.
- - مناقشة تغير كلا من الشحنة والتيار مع الزمن في حالة تفريغ المتسعة.
- - دراسة تأثير الثابت الزمني على الشحنة.
- - ان قيمة الشحنة تعتمد على قيمة ثابت الزمن (RC) في حالة تفريغ المتسعة في الدائرة الكهربائية RC.
- مثـــــال .
- أختبـــار.

Start Formative Assessment