

Chapter Six الفصل السادس

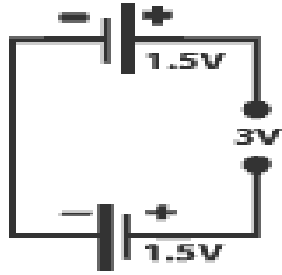
دوائر التيار المتناوب

Alternating Current Circuits

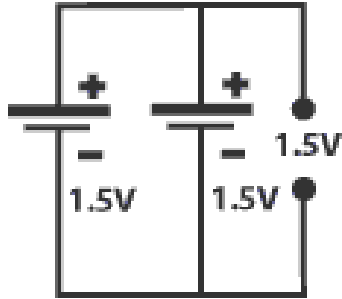
Sequence:47

- المقدمة.
- الرنين في دائرة التوالي.

المقدمة



- توصيل البطاريات
- التوالي: إذا وصلنا بطاريتين فرق جهد الواحدة فيها 1.5 فولت بشكل متسلسل
- نسمي التوصيلة توصيلة التوالي كما بالشكل. ويكون فرق الجهد هو 3 فولت وهو
- مجموع فرقي الجهد للبطاريتين وإذا وصلت ثلاثة بطاريات سيكون فرق الجهد هو 4.5 فولت لذلك نلاحظ
- دائما أن البطاريات توصل على التوالي للحصول على فرق جهد عالي.



- التوازي:
- في حالة توصيل البطاريات على التوازي فان المقاومة الداخلية الكلية تقل
- وتصبح تساوي (r/n) حيث r هي المقاومة الداخلية للبطارية الواحدة
- و n هي عدد البطاريات. أما القوة الدافعة فتبقى ثابتة.
- اما شدة التيار $= n \times$ شدة التيار للبطارية الواحدة
- لذلك فإن توصيل البطاريات على التوازي يزيد شدة التيار مع بقاء القوة الدافعة ثابتة.

الرنين في دائرة التوالي

- عندما يكون كل من التيار والقوة الدافعة الكهربائية في دائرة التوالي في نفس الطور ، اي ان فرق الطور بينهما يساوي صفراً عندئذ يقال للدائرة بأنها في حالة رنين. وعندما يكون فرق الطور مساوياً الى الصفر نحصل من المعادلة رقم (13) على ما يلي:

$$\omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = 0$$

- أي أن الرادة الحثية تساوي الرادة السعوية. ومن

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad \dots (16)$$

- العلاقة الاخيرة نحصل على:

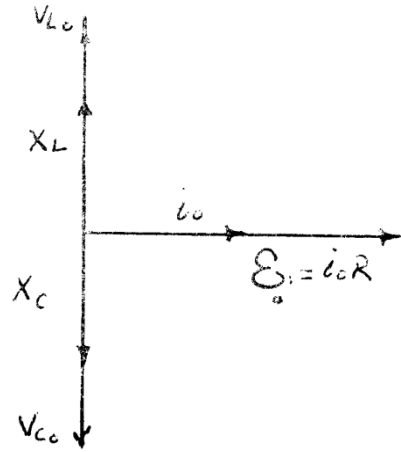
- ويسمى هذا التردد بتردد الرنين وهو مساوٍ للتردد الطبيعي للدائرة.

- أذن من المعادلة (8) فإن الممانعة تأخذ الصيغة الرياضية التالية في حالة الرنين :

$$Z = R \quad \dots (17)$$

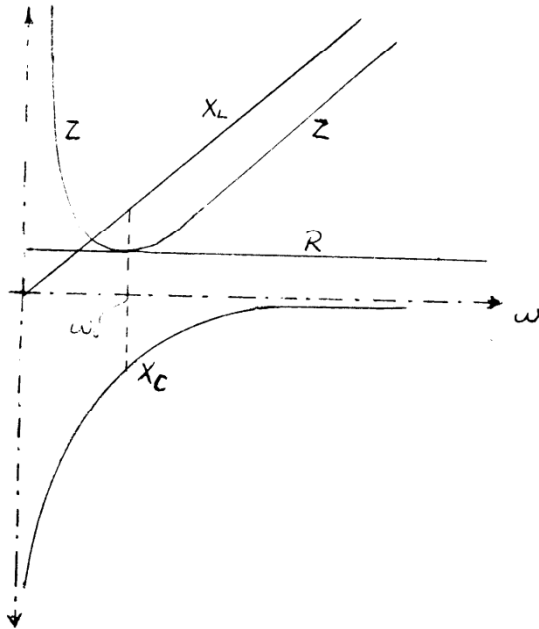
- أي أن الممانعة تكون مكافئة الى مقاومة أومية خالصة وهي مقاومة الدائرة في حالة الرنين. أما التيار المار في الدائرة وبملاحظة المعادلة (14) فإن (i_0) يأخذ قيمته العظمى والتي تعطى بالمعادلة التالية:

$$i_o = \frac{\mathcal{E}_o}{R} \dots (18)$$



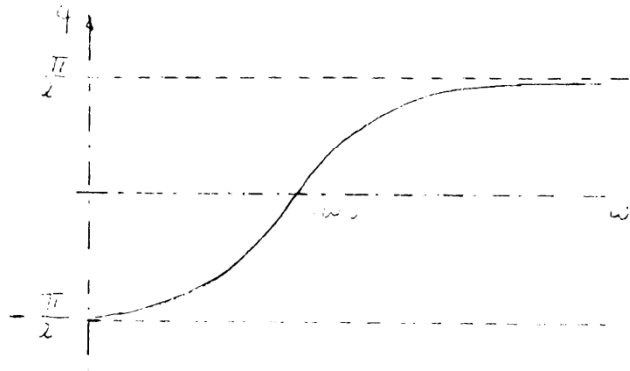
شكل (7): الرسم الاتجاهي للق. د.ك. وفروق الجهد لعناصر الدائرة

- وفي حالة الرنين يكون فرق الجهد بين طرفي المتسعة مساوياً الى فرق
- الجهد بين طرفي المحاثة وبذلك فإن القوة الدافعة الكهربائية تكون
- مساوية الى فرق الجهد بين طرفي المقاومة ، لاحظ الشكل رقم (7).
- وأن القوة الدافعة الكهربائية وفرق الجهد بين طرفي المقاومة يكونان
- في نفس الطور.



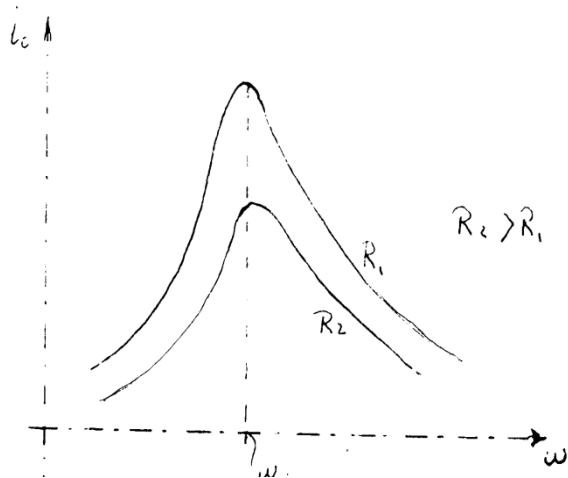
شكل (8): علاقة كل من Z, R, X_L, X_C مع تردد الدائرة ω

- ولتوضيح علاقة كل من الممانعة (Z) والمقاومة (R)
- والرادتين الحثية والسعوية بالتردد الزاوي (ω) لنلاحظ
- الشكل (8).



شكل (9): علاقة فرق الطور لدائرة التوالي مع تردد الدائرة ω

- ويوضح الشكل رقم (9) علاقة فرق الطور لدائرة التوالي
- بالتردد الزاوي ω .



شكل (10): علاقة القيمة العظمى للتيار مع تردد الدائرة ω

- ولتوضيح علاقة القيمة العظمى للتيار (i_0) لدائرة التوالي
- بالتردد الزاوي ω . نلاحظ الشكل رقم (10).

- ومن الشكل (10) نجد ايضاً ان الخط البياني يكون ضيقاً عندما تكون المقاومة (R) صغيرة. وهذه الظاهرة مهمة جداً في دوائر التيار المتناوب إذ أنها تتعلق بنوعية الدائرة في حالة الرنين وتسمى (Q_o) والتي تعرف لدوائر التوالي للتيار المتناوب بالعلاقة التالية :

الطاقة المخزونة في الدائرة

$$Q_o = 2\pi \frac{\text{الطاقة المخزونة في الدائرة}}{\text{الطاقة المصروفة في المقاومة لدورة واحدة}} \dots (19)$$

الطاقة المصروفة في المقاومة لدورة واحدة

- أن الطاقة المتحررة على شكل حرارة في المقاومة في دورة واحدة تساوي ($1/2 i_o^2 R T_o$) لذلك فإن عامل النوعية للدائرة يكون على الشكل التالي عندما نأخذ بنظر الاعتبار الطاقة المخزونة في المحاثه:

$$Q_o = \frac{2\pi \left(\frac{1}{2} i_o^2 L \right)}{\frac{1}{2} i_o^2 R T_o} \dots (20)$$

- ونلاحظ من المعادلة الأخيرة أن العامل (1/2) ظهر في مقام الكسر لأننا استخدمنا القيمة الفعالة للتيار في حالة حساب الحرارة المتولدة في المقاومة كما سنرى ذلك في المحاضرة الخاصة بالقيمة الفعالة للتيار. ويمكن كتابة

$$Q_o = \frac{\omega_o L}{R} \dots (21)$$

المعادلة (20) بشكل مختصر الى الشكل التالي:

- أما إذا أخذنا بنظر الاعتبار الطاقة المخزونة في المتسعة على أنها الطاقة العظمى المخزونة في الدائرة فإن عامل النوعية يمكن أن يكتب على الشكل التالي:

$$Q_o = \frac{2\pi \left(\frac{1}{2} C V_{C_o}^2\right)}{\frac{1}{2} i_o^2 R T_o} \longrightarrow Q_o = \frac{2\pi \left(\frac{1}{2} C i_o^2\right)}{\frac{1}{2} i_o^2 R T_o \omega_o^2 C^2} = \frac{1}{\omega_o R C} \dots\dots (22)$$

- ونجد من المعادلتين (021) و (22) أنهما متطابقتان وذلك لأن $\left(\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}\right)$ كما أننا نحصل على المعادلة التالية عند التعويض عن (ω_o) ، كما أننا نحصل على المعادلة التالية عند التعويض (ω_o) بما يساويها في المعادلتين الأخيرتين:

$$Q_o = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \dots\dots (23)$$

- ويسمى المقدار $\left(\sqrt{\frac{L}{C}}\right)$ بالمانعة المميزة لدائرة التوالي لذلك يمكن تعريف عامل النوعية بما يلي :

المانعة المميزة للدائرة

$$Q_o = \frac{\text{المانعة المميزة للدائرة}}{\text{المقاومة المربوطة على التوالي}} \dots\dots (24)$$

المقاومة المربوطة على التوالي

مثال : دائرة توالي كهربائية RLC فيها ($R = 300 \Omega$, $C = 2 \mu F$, $L = 0.1 H$) ربطت على

التوالي مع مصدر متناوب قوته الدافعة الكهربائية ($\varepsilon_o = 100 \text{ volts}$) وتردده الزاوي (1000 rad/sec). اوجد

(1) تردد الرنين (2) عامل النوعية (3) التيار في حالة الرنين.

الحل:

$$w_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$w_o = \frac{1}{\sqrt{0.1 \times 2 \times 10^{-6}}}$$

$$w_o = \frac{10^4}{\sqrt{2}} = 2236 \text{ rad . sec}$$

• (1) يتم حساب تردد الرنين

• من المعادلة (16) وكما يلي:

$$Q_o = \frac{w_o L}{R}$$

• (2) يتم حساب عامل النوعية

$$Q_o = \frac{2236 \times 0.1}{300} = 0.75$$

• من المعادلة (21)

$$i_o = \frac{\varepsilon_o}{R} = \frac{100}{300} = 0.33 \text{ Amp.}$$

• (3) يتم حساب التيار المار في الدائرة

• من المعادلة (18)

الخلاصة Summary

- في هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء بايجاز على :
- - عندما يكون كل من التيار والقوة الدافعة الكهربائية في دائرة التوالي في نفس الطور ، اي ان فرق الطور بينهما يساوي صفراً عندئذ يقال للدائرة بأنها في حالة رنين. وعندما يكون فرق الطور مساوياً الى الصفر نحصل على تردد الرنين.
- ان تردد الرنين هو مساو للتردد الطبيعي للدائرة. وهنا تكون الممانعة مكافئة الى مقاومة أومية خالصة وهي مقاومة الدائرة في حالة الرنين.
- في حالة الرنين يكون فرق الجهد بين طرفي المتسعة مساوياً الى فرق الجهد بين طرفي المحاثة وبذلك فإن القوة الدافعة الكهربائية تكون مساوية الى فرق الجهد بين طرفي المقاومة. وأن القوة الدافعة الكهربائية وفرق الجهد بين طرفي المقاومة يكونان في نفس الطور.
- يسمى المقدار ($\sqrt{\frac{L}{C}}$) بالممانعة المميزة لدائرة التوالي .
- مثال .
- اختبار.

Start Formative Assessment