الفصل الاول (دوائر التيار المتناوب)

التيار المتناوب : هو التيار الذي يتغير بصورة دورية مع الزمن .

ان السبب في استعمال التيار المتناوب :

1-يمكن نقله لمسافات بعيدة بقدرة ضائعة اقل

2-يمكن التحكم بالفولطية المتناوبة عن طريق المحولات الكهربائية حيث يمكن رفع الفولطية او خفضها حسب الحاجة

الفولطية الجيبية :

نأخذ ملف عدد لفاته N ومساحة مقطعة A وسرعته الزاوية w يدور في مجال مغناطيسي منتظم B فسوف تتولد ق . د . ك

$\mathcal{E} = NBAw \sin wt$

$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin wt$

$\mathcal{E}_m = NABw$

حيث

W: هي السرعة الزاوية والتي قيمتها $(2\pi f)$

وان f هو تردد التيار او الفولتية

$\mathcal{E}_m$: ق . د . ك الابتدائية وتسمى القيمة العظمى او القصوى

ε : تسمى الانية (او المتغيرة مع الزمن)

لو اخذنا هذا الملف وربط الى مصدر متناوب فأن فرق الجهد بين طرفي في الملف

$$V = V_m \sin wt$$

حيث :

V = القيمة الانية لفرق الجهد

V_m = القيمة العظمى لفرق الجهد

نلاحظ من المعادلة ان معادلة فرق الجهد دالة جيبيه متغيرة مع الزمن لذلك تسمى بالجهد المتناوب او (الاني)

$$i = \frac{V}{R} = \frac{V_m \sin wt}{R}$$

$$i = i_m \sin wt$$

حيث $\frac{V_m}{R} = i_m$ اقصى قيمة للتيار المتناوب

i التيار المتناوب او (الاني)

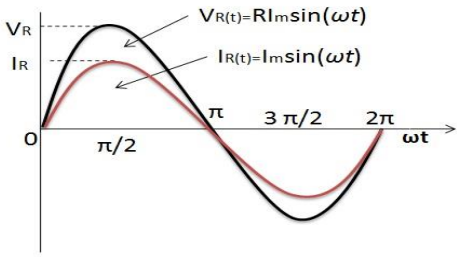
تسليط الفولطية الجيبية على مقاومة ومتسعة ومحث

1- المقاومة :

لدينا مقاومة اومية خالصة (خاضعة لقانون اوم) R ونربط طرفيها بمصدر للجهد المتناوب

$$V = V_m siwt \dots (1)$$

$$i = \frac{V}{R} = \frac{V_m}{R} \sin wt$$



$$i = i_m \sin wt \dots (2)$$

∴ التيار والفولتية بنفس الطور

2 - المتسعة :

لو عندنا متسعة خالصة C (لا تخضع لقانون اوم) وربطت الى مصدر متناوب فأن فرق الجهد

$$V = V_m \sin wt$$

$$q = CV$$

حيث C سعة المتسعة . q الشحنة التي تحملها المتسعة

$$q = CV_m \sin wt$$

$$i = \frac{dq}{dt} = wCV_m \cos wt$$

$i = i_m \cos wt$

حيث $i_m = wCV_m$

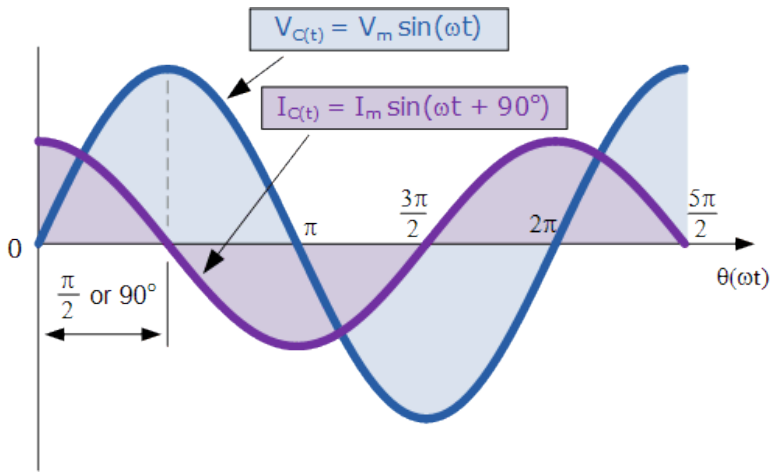
يمكن كتابة المعادلة السابقة بشكل اخر

$$i = i_m \sin(wt + 90) \quad \text{or} \quad V = V_m \sin(wt - 90)$$

∴ ان التيار يتقدم على الفولتية بمقدار $90°$

او ان الفولتية تتأخر عن التيار بمقدار $90°$

I or v



$$i_m = wcV_m$$

$$\therefore i_m = \frac{Vm}{\frac{1}{wc}}$$

حولت الى صيغة مقاربة لقانون اوم

اي ان $\frac{1}{wc}$ قامت مقام المقاومة

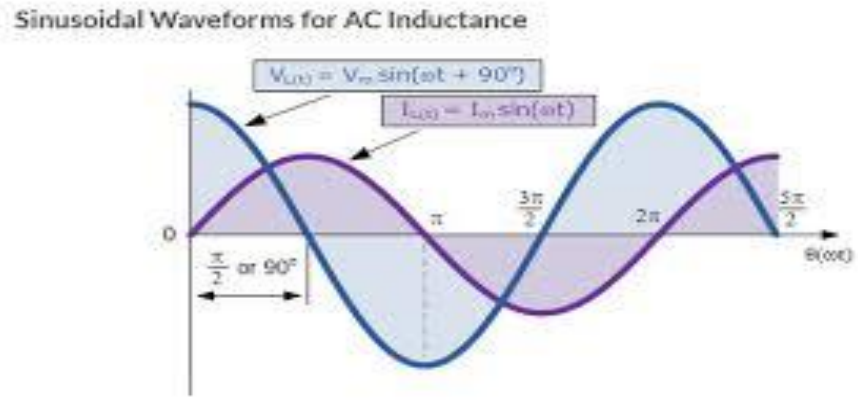
ولكن تسمى ممانعة المتسعة

او الرادة السعوية X_c (وحداتها الاوم) $X_c = \frac{1}{wc} = \frac{1}{2\pi fc}$

وتعتمد قيمتها على السرعة الزاوية وسعة المتسعة

فهي تزداد بنقصان التردد والسعة والعكس صحيح

3- المحث :



لو ربط محث الى طرفي مصدر متناوب فأن فرق الجهد

$V = V_m \sin wt$

$\mathcal{E} = -\,\mathsf{L}\,\frac{di}{dt}$ سيتولد ق. د. ك في الملف

عند تطبيق قانون كيرشوف الثاني (المجموع الجبري لفروق الجهد صفر)

$V_m \sin wt - L\frac{di}{dt} = 0$ L معامل الحث الذاتي للملف

$V_m \sin wt = L\,\frac{di}{dt}$

$di = \frac{V_m}{L}\sin wt\, dt$

$i = \frac{V_m}{L}\int \sin wt\, dt$

$i = \frac{V_m}{wL}(-\cos wt)$

$i = i_m(-\cos wt)$, حيث $i_m = \frac{V_m}{wL}$

$i = i_m \sin(wt - 90)$ or $V = V_m \sin(wt + 90)$

يلاحظ من المعادلة اعلاه ان التيار يتأخر عن الفولتية بمقدار $90°$

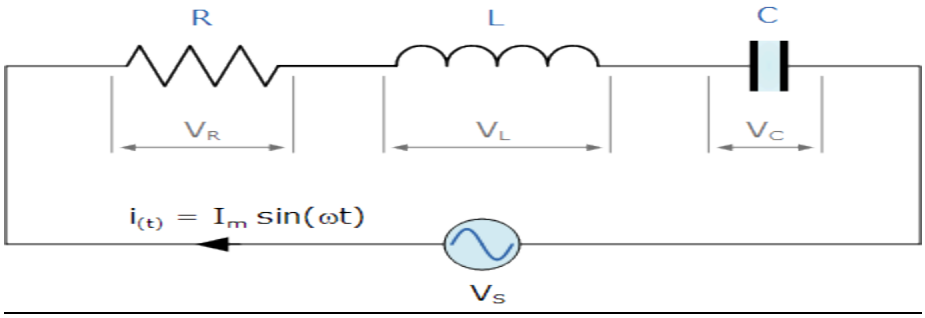
نلاحظ ان (wL) تلعب دور المقاومة ولكن ليست بمقاومة

فتسمى الرادة الحيثية ويرمز لها بالرمز XL

وحدتها الاوم $\therefore X_L = wL = 2\pi fL$

ان قيمة X_L تتناسب طرديا مع التردد والحث

دائرة ذات مقاومة ومتسعة ومحث على التوالي



لو ربطت مقاومة ومتسعة ومحث على التوالي الى مصدر متناوب

الفولطية الجيبية هي $V = V_m \sin wt$

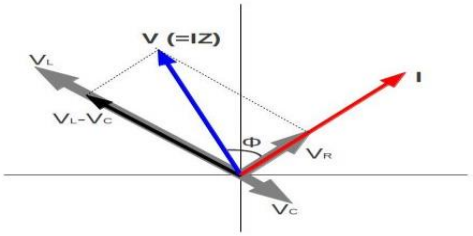
عند تطبيق قانون كيرشوف الثاني

$$V = V_R + V_L + V_C$$

التيار المار في كل عنصر من عناصر الدائرة هو نفسه بينما فرق الجهد يختلف

$$V_m \sin wt = iR + L\frac{di}{dt} + \frac{q}{c}$$

كون المعادلة معقدة ولكون فرق الجهد بأطوار مختلفة فسوف نستعين بالمخطط الاتجاهي للفولطية. تمثل القيم القصوى لفروق الجهد عبر C,R,L بمتجهات $\overline{V_R}, \overline{V_L}, \overline{V_C}$



المحصلة بين V_c, V_L هي صفر وتكون باتجاه الاكبر $(V_l - V_c)$

$\because I_m$ بنفس الطور مع V_R فرسمت مع V_R

V_m هي المحصلة كل من V_C, V_L, V_R

من خلال قانون فيثاغورس

$$V_m = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$\because V_m = i_m R \, , V_L = i_m x_L, V_C = i_m x_c$$

$$\therefore V_m = i_m \quad \sqrt{R^2 + (x_L - x_c)^2}$$

$$\because V_m = i_m \mathrm{Z}$$

$\therefore \mathrm{Z} = \sqrt{R^2 + (x_L - x_c)^2}$ تسمى ممانعة الدائرة

$\mathrm{Z} = \frac{V_m}{im}$ حيث وحدات الممانعة هي الاوم

تعريف الممانعة : هي النسبة بين القيمة القصوى للفولطية الى القيمة القصوى للتيار

زاوية الطور: هي الزاوية المحصورة بين القيمة القصوى للفولتية والتيار

$$\tan \varphi = \frac{V_L - V_C}{VR} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

اذا تساوت الرادة السعوية مع الرادة الحثية تصبح الدائرة في حالة رنين $(\varphi = 0)$

$$X_L = X_C$$

تصبح الممانعة = المقاومة R

ولإيجاد رنين التوالي

$$X_C = X_L$$

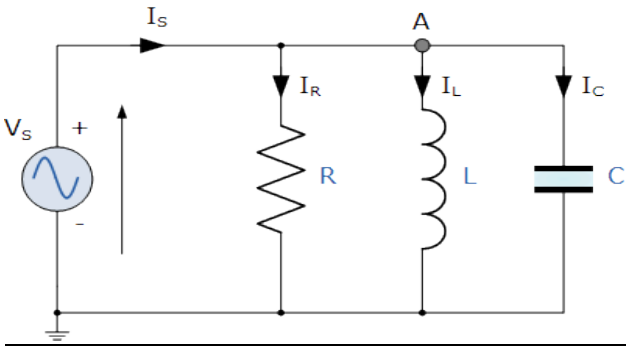
$$\frac{1}{W_C} = WL$$

$$\frac{1}{2\pi fc} = 2\pi fL$$

$$\therefore f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L_C}}$$ رنين التوالي

عندما تكون الدائرة في حالة رنين تصبح قيمة الممانعة اقل ما يمكن ومساوية للمقاومة R والتيار اعظم ما يمكن لان تناسبه عكسي .

دائرة ذات مقاومة ومحث ومتسعة على التوازي



يربط مقاومة ومحث ومتسعة على التوازي مع مصدر متناوب

في حالة التوازي فأن V متساوية لكل العناصر

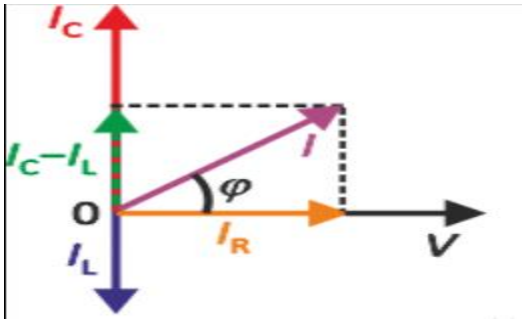
$$V = V_m \sin wt$$

ولكن التيار مختلف

نستخدم قانون كيرشوف الاول على الدائرة

$$i = i_R + i_L + i_C$$

نستعين بالمخطط الاتجاهي للتيار



$i_C = \frac{V_m}{X_C}$, $i_R = \frac{V_m}{R}$, $i_L = \frac{V_m}{X_L}$

المحصلة $i_m = \sqrt{(i_R)^2 + (i_C - i_L)^2}$

$\therefore i_m = V_m \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$ المقدار تحت الجذر هو مقلوب الممانعة

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$$

$$i_m = \frac{V_m}{Z}$$

$$\tan \varphi = \frac{i_C - i_L}{i_R} = \frac{\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}}{\frac{1}{R}}$$

عندما تتساوى $\frac{1}{X_C}$ مع $\frac{1}{X_L}$ فأن $\varphi = 0$ وتصبح الدائرة في حالة رنين توازي

$$\frac{1}{X_C} = \frac{1}{X_L}$$

$$W_C = \frac{1}{W_L}$$

$$2\pi f c = \frac{1}{2\pi f L}$$

$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$ التوازي

في حالة الرنين التوازي تكون الممانعة Z اعلى ما يمكن والتيار اقل ما يمكن .

القيمة الفعالة للتيار المتناوب والفولتية المتناوبة

هي قيمة التيار المستمر (ثابت الشدة) الذي يعطي نفس الكمية من الحرارة في مقاومة معينة لنفس الفترة الزمنية .

ولإيجاد العلاقة بين القيمة الفعالة والقيمة القصوى للتيار المتناوب نفرض ان تيار جيبي $i = i_m \sin wt$ مر في مقاومة R في فترة زمنية t فكمية الحرارة المتولدة في تلك الفترة الزمنية هي:

$$i^2Rt = \int_0^t i^2 R dt$$

$$i^2Rt = R\int_0^t i_m^2 \sin^2 wt\, dt$$

$$i^2 = i_m^2\left(\frac{1}{t}\int_0^t \sin^2 wt\, dt\right)$$

ان الكمية بين القوسين تمثل القيمة المتوسطة للمقدار $(\sin^2 wt)$ ويرمز لها $\overline{(\sin^2 wt)}$

$\overline{\sin^2 wt} = \frac{1}{2}$ ولكن

$$i^2{}_{eff} = i_m^2\frac{1}{2} \rightarrow i_{eff} = \frac{i_m}{\sqrt{2}} \rightarrow i_{eff} = i_{r.m.s}$$

$i_{eff} = 0.707 \quad i_m$ القيمة القصوى القيمة الفعالة

وبنفس الطريقة ان القيمة الفعالة $= 0.707V_m$ من القيمة القصوى للفولتية

القيمة الفعالة $V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$ $V_{eff} = V_{r.m.s}$

$V_{eff} = 0.707 V_m$

القدرة الكهربائية لدوائر التيار المتناوب

حيث i, V تمثل القيم الانية للتيار و الفولطية $P = iV$

P : القدرة الانية $i = i_m \sin wt$

$V = V_m \sin wt$

هنالك حالة عامة وحالة خاصة لحساب القدرة

الحالة العامة : **عندما يكون التيار الفولتية بنفس الطور**

$i = i_m \sin wt \ , V = V_m \sin wt$

$P = i_m V_m \sin^2 wt$
$P = i_m V_m \overline{\sin^2 wt}$

$\therefore P = \frac{1}{2} i_m V_m$

$P = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{2}} \ i_m V_m$

$P = \frac{i_m}{\sqrt{2}} \ \frac{V_m}{\sqrt{2}}$

القيمة الفعالة $P_{eff} = \ i_{r.m.s} \ V_{r.m.s}$

الحالة الخاصة : عندما يكون التيار والفولتية مختلفان بالطور بمقدار $\mp\emptyset$

$$i = i_m \sin wt \quad , V = V_m \sin(wt + \emptyset)$$

$$P = iV = i_m V_m \sin wt \, [\sin(wt + \emptyset)]$$

$$= i_m V_m \sin wt \, [\sin wt \cos \emptyset + \sin \emptyset \cos wt]$$

قدرة انية $P = i_m V_m [\sin^2 wt \cos \emptyset + \sin wt \cos wt \sin \emptyset]$

متوسط القدرة $P = i_m V_m [\frac{1}{2} \cos \emptyset + \frac{1}{2} \sin 2wt \sin \emptyset]$

$$P = i_m V_m (\frac{1}{2} \cos \emptyset + 0)$$

$$P = \frac{i_m}{\sqrt{2}} \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cos \emptyset$$

$$P = i_{r.m.s} \quad V_{r.m.s} \quad \cos \emptyset$$

Cos $\emptyset$: تسمى معامل القدرة الكهربائية وتتراوح قيمتها بين 1 في حالة المقاومة

وصفر في حالة المتسعة والمحاثة اي ان القدرة المزودة = صفر

اسئلة الفصل الاول

س1/ جد الرادة لكل من ملف معامل حثه (0.3H) ومتسعة سعتها (20μf) اذا كان التردد (20Hz) ، (200Hz) ، (1000Hz)

س2/ جد الممانعة لحمل يتألف من ملف (L=0.4H) ومقاومة (R=100Ω) مربوطة على التوالي اذا كانت السرعة الزاوية w للمصدر تساوي (150 rad/s) ، (50 rad/s)، (1000 rad/s)

س3/ مصباح قدرته (200 watt) عندما يعمل على فرق جهد مقداره (110 volt) جد سعة المتسعة الواجب ربطها على التوالي مع المصباح ليمكن استخدامه على فرق جهد (220 volt) وتردد (100 Hz) ثم جد معامل القدرة

س4/ حمل يتألف من مقاومة (R=24Ω) وملف (L=0.04H) موصولين على التوالي ربط الحمل الى مصدر كهربائي متناوب فاذا كان التيار خلال الحمل يتأخر عن الفولطية بزاوية مقدارها (70°) جد تردد المصدر الكهربائي

س5/ ملف معامل حثه (0.02H) ويمر خلاله تيار متناوب $(i = 10 \sin 2000t)$ جد معادلة الفولطية المؤثرة بين طرفيه

س6/ متسعة سعتها (c=40μf) يمر خلالها تيار متناوب $i = 20 \sin(2000t)$ جد معادلة الفولتية المؤثرة بين طرفيها

س7/ اذا كانت الفولطية بين طرفي حمل والتيار المار خلاله هما على التوالي

$V = 100\sin(500t + 10°)$

$i = 10\sin(500t + 40°)$

جد القدرة المبذولة في الحمل وتردد المصدر وممانعة الحمل

س8/ حمل يتألف من مقاومة ومتسعة (c=31.8μf) مربوطين على التوالي الى مصدر تردده (60Hz) فاذا كان التيار يتقدم الفولتية بزاوية مقدارها $60°$ جد مقدار المقاومة

س9/ ربط على التوازي مقاومة مقدارها (20Ω) وملف حثه (1.6mH) ومتسعة سعتها $(20\mu f)$ الى طرفي مصدر متناوب فرق الجهد بين طرفيه $(V =$ $50\sin 5000t)$ جد المعادلة لشدة التيار في كل جزء والتيار الرئيسي والطاقة المبذولة في المقاومة خلال عشر دقائق.