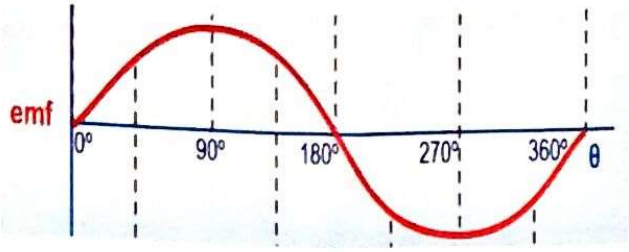
الفصل الرابع

دوائر التيار المتردد

* درسنا فى الفصل السابق توليد التيار المتردد من دينامو التيار المتردد وعلمنا ان التيار المتردد :

- تتغير شدته من الصفر الى النهايه العظمى ثم تهبط الى الصفر مره اخرى وذالك خلال نصف الدوره الاولى
- ينعكس اتجاهه وتزداد شدته من الصفر الى النهايه العظمى ثم تقل الى الصفر وذلك خلال نصف الدوره الثانيه

* يمثل التيار المتردد بمنحنى جيبى وذلك لان شدة التيار (I) وكذلك القوه الدافعه الكهربيه (V) تتغير قيمتهما واتجاههما تبعا لمنحنى جيبي كما بالشكل



* **مما سبق يمكن تعريف التيار المتردد :**

التيار المتردد(AC):

هو التيار الذي تتغير شدته وإتجاهه بصورة دورية مع الزمن ويمثل بمنحنى جيبى حيث تتغير شدته من صفر إلي نهاية عظمي ثم تهبط إلي الصفر خلال نصف دورة ثم يعكس اتجاهه وتزداد شدته من الصفر إلي نهاية عظمي ثم تهبط إلي الصفر خلال النصف الثاني من الدورة ويتكرر ذلك في جميع الدورات .

تردد التيار المتردد عدد الذبذبات (الدورات) الكامله التى يصنعها التيار المتردد فى الثانيه الواحدة.

ما معنى قولنا أن : تردد التيار المتردد 50Hz معنى ذلك ان عدد الذبذبات (الدورات) الكامله التى يصنعها التيار المتردد فى الثانيه الواحده يساوى 50 دوره.

- ويختلف تردد التيار من دولة لأخرى فتردد التيار المستخدم فى مصر هو 50 Hz

الزمن الدورى للتيار المتردد T الزمن الذى يستغرقه التيار المتردد فى عمل ذبذبة واحده كامله (دورة كاملة)

خصائص ومميزات التيار المتردد

1) يمكن رفع او خفض القوه الدافعه الكهربيه للتيار المتردد حسب الحاجه وذلك باستخدام المحولات الكهربيه.
2) يمكن تحويل التيار المتردد الى تيار مستمر (بطرق سوف تدرس).
3) يمكن نقل الطاقه الكهربيه المترددة لمسافات بعيده من مصدر التوليد الى اماكن الأستهلاك عبر الاسلاك دون فقد كبير نسبيا فى الطاقه الكهربيه (كما سبق)
4) يصلح التيار المتردد فى بعض العمليات مثل الاضاءه والتسخين ولكنه لا يصلح فى عمليات اخرى (كالتحليل الكهربى والطلاء الكهربى فيستخدم التيار المستمر)
5) له اثر حرارى عند مروره فى مقاومه اوميه .

ولاحظ ان:

لا يصلح الاميتر ذوالملف المتحرك لقياس شدة التيار المتردد مباشرة وذلك لتغير شدته واتجاهه باستمرار حيث ان الاميتر ذو الملف المتحرك تعتمد فكرة عمله على ثبات شدة واتجاه المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار الكهربى المستمر. لذلك: **يقاس شدة التيار المتردد** بطرق مختلفة منها استخدام الأميتر الحرارى حيث يعتمد على التاثير الحرارى للتيار المتردد لقياس شدته الفعالة.

◄ الاميتر الحرارى Hot Wire Ammetr :

وهو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار المتردد او المستمر ويعتمد على التمدد الذى تحدثه الحراره التى يولدها التيار الكهربى فى سلك من سبيكة الايريديوم البلاتينى.

الاستخدام: قياس القيمه الفعاله لشدة التيار المتردد وقياس شدة التيار المستمر.

فكرة العمل: يعتمد على التاثير الحرارى للتيار الكهربى حيث يولد التيار الكهربى (المتردد او المستمر) عند مروره فى مقاومه اوميه كميه من الحراره يتوقف مقدارها على القيمه الفعاله للتيار المار .

التركيب :

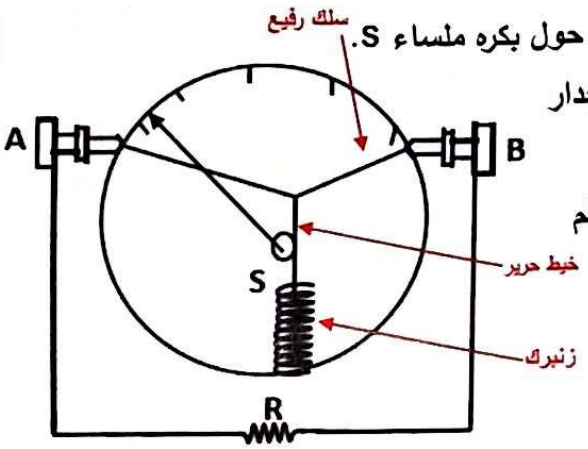
(1) سلك رفيع مصنوع من سبيكه الايريديوم والبلاتين مشدود من المسمارين A , B.

(2) يتصل السلك من منتصفه بطرف خيط حرير يُلف لفه واحده حول بكره ملساء S.

(3) يشد الطرف الآخر لخيط الحرير بواسطة زنبرك مثبت فى الجدار ويكون مشدود دائما.

(4) يثبت على البكره مؤشر يتحرك طرفه على تدريج غير منتظم (أقسامه غير متساوية) لقياس شدة التيار.

(5) يوصل سلك الايريديوم البلاتينى على التوازى بمقاومه R تستخدم كمجزئ تيار.



شرح العمل :

(1) يوصل الاميتر الحرارى على التوالى بالدائره المراد قياس شدة التيار المتردد المار بها .

(2) عند مرور التيار فى السلك تتولد فيه كميه من الحراره فيسخن ويتمدد ويرتخى.

(3) يقوم الملف الزنبركى بشد خيط الحرير الذى يقوم بشد السلك فتدور البكره ويتحرك المؤشر على التدريج.

(4) نأخذ القراءه عند ثبات المؤشر وذلك عند ثبات كمية الحراره المتولده فى السلك فى زمن معين مع كمية الحراره المفقوده منه فى نفس الزمن.

(5) يدل التدريج الذى يثبت عنده طرف المؤشر على القيمه الفعاله للتيار المتردد.

(6) عند قطع التيار عن الدائره يبرد السلك وينكمش فيجذب خيط الحرير ليعود المؤشر لصفر تدريجه .

العيوب :

(1) يتحرك مؤشره ببطئ حتى يثبت عند مرو تيار كهربى فيه كما انه يعود الى الصفر ببطئ عند قطع التيار عنه.

(2) يتاثر سلك الاريديوم البلاتينى بحرارة الجو ارتفاعا وانخفاضا وذالك يسبب خطأ فى دلالة الاميتر يسمى الخطأ الصفرى.

وللتغلب على هذا العيب يشد السلك على لوحه من مادة لها نفس معامل تمدد السلك مع عزله عنها.

أو قد يوجد مسمار ضبط لجعل السلك مشدود قبل الاستخدام.

طريقة المعايره :

يمكن معايرة (عمل تدريج) الاميتر الحرارى بمقارنته بالاميتر ذو الملف المتحرك عندما يوصلا معا على التوالى ويمر فيهما تيار مستمر.

علل لما يأتى:

س1 يصنع السلك المشدود بين النقطتين A,B من سبيكة الايريديوم البلاتينى

حتى يسخن السلك ويتمدد بمقدار محسوس عند مرور التيار فيه .

س2 تدريج الاميتر الحرارى غير منتظم واقسامه غير متساويه بل يزداد اتساعها كلما زادت شدة التيار

لان كمية الحراره المتولده فى السلك تتناسب طرديا مع مربع شدة التيار المار به ($W = I^2 R t$).

فمثلا: اذا زادت شدة التيار الى الضعف زادت كمية الحراره المتولده الى اربعة امثال .

س3 يشد سلك الإريديوم والبلاتين على لوحه من مادة لها نفس معامل تمدد السلك مع عزله عنها.

للتغلب على الخطأ الصفري الناتج عن تاثر سلك الاريديوم البلاتينى بحرارة الجو ارتفاعا وانخفاضا فتتمدد الصفيحة والسلك بنفس المقدار فيظل السلك مشدود.

س4 يستخدم الأميتر الحرارى فى قياس القيمه الفعاله لشدة التيار المتردد وقياس شدة التيار المستمر.

لأن كلاهما له تأثير حرارى حيث يولد التيار الكهربى (المتردد او المستمر) عند مروره فى مقاومه اوميه كميه من الحراره يتوقف مقدارها على القيمه الفعاله للتيار المار. وهذا من مميزات (الأميتر الحرارى)

س5 الأميتر الحرارى بطيء فى القياس والأستخدام

لأنه يأخذ فترة حتى يتمدد ويثبت عندما تتساوى كمية الحرارة المفقودة مع كمية الحرارة المكتسبة ولاستخدامه لقياس أخر يستغرق فترة حتى يبرد. وهذا من عيوب (الأميتر الحرارى)

س6 يوجد خطأ صفري فى الاميتر الحراري ؟ علل؟ أو (علل وجود مسمار محوى)

ينشأ هذا الخطأ نتيجة تأثره بحرارة الجو .لذلك يوجد مسمار محوى لضبط المؤشر عند الصفر فى حالة عدم مرور تيار كهربي فى الجهاز . وهذا من عيوب (الأميتر الحرارى).

س7 يفضل استخدام التيار المتردد عن التيار المستمر فى الحياة العملية؟

وذلك لأن التيار المتردد :-

(1) يمكن رفعه أو خفضه بواسطة المحولات (2) يمكن نقله لمسافات بعيدة دون فقد يذكر فى الطاقة .

(3) يمكن تحويله إلى مستمر (4) يمكن أن يمر فى دوائر مكثفات .

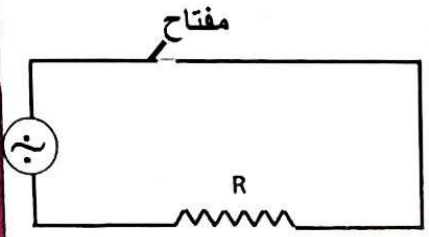
مما سبق يمكن المقارنه بين كل من: (1) التيار المتردد والتيار المستمر :

وجه المقارنه	التيار المتردد	التيار المستمر
كيفية الحصول عليه	- دينامو التيار المتردد	- دينامو التيار المستمر - الاعمدة الكهربيه - المراكم
خواصه	- متغير الشده والاتجاه - يمكن نقله لمسافات بعيده دون فقد يذكر فى الطاقه - يمكن تحويله لتيار مستمر	- ثابت الشده والاتجاه - لا يمكن نقله لمسافات بعيده حيث يفقد جزءا كبيرا من طاقته على شكل طاقه حراريه - لا يمكن تحويله لتيار متردد
اجهزة قياس شدته	الاميتر الحرارى	الاميتر الحرارى و الأميتر ذو الملف المتحرك
استخداماته	- الإضاءه - التسخين	الاضائه و التسخين و التحليل الكهربى و الطلاء الكهربى و شحن المراكم

2) **الاميتر الحرارى والاميتر المتحرك :**

وجه المقارنه	الاميتر الحرارى	الاميتر ذو الملف المتحرك
فكرة العمل	التاثير الحرارى للتيار الكهربى	عزم الأزدواج نتيجة التاثير المغناطيسى للتيار الكهربى
الاستخدام	قياس شدة التيار المستمر والقيمه الفعاله للتيار المتردد	قياس شدة التيار المستمر فقط
التدريج	غير منتظم	منتظم
التاثر بدرجة حرارة الجو	تتاثر قراءته بدرجة حرارة الجو المحيط	لا تتاثر قراءته بدرجة حرارة الجو المحيط
المؤشر	يتحرك ببطئ عند مرور او انقطاع تيار كهربى	يتحرك بسرعه عند مرور او انقطاع التيار
الحساسية	منخفضة	عالية

دوائر التيار المتردد AC



*فيما يلى سندرس بعض دوائر التيار المتردد وهى :

اولاً: دائره تيار متردد تحتوى على مقاومه أوميه عديمة الحث

* عند توصيل مقاومه اوميه عديمة الحث ومصدر تيار متردد ومفتاح على التوالى كما بالشكل فان :

- عند غلق الدائره يحسب فرق الجهد بين طرفى المقاومه (R) من العلاقة

$$V = V_{max} \ Sin\ \theta = V_{max} \ Sin\ \omega t \quad \text{---------} (1)$$

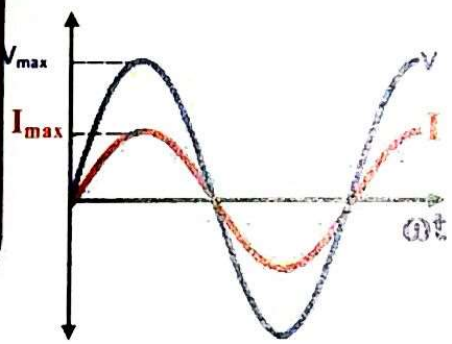
حيث : V القيمه اللحظيه لفرق الجهد ، V_{max} : القيمه العظمى لفرق الجهد

(θ) زاوية الطور وتساوى ωt ، ω : السرعه الزاويه $2\pi f$

- طبقا لقانون اوم تتعين شدة التيار من العلاقه:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V_{max} \sin\omega t}{R}$$

$$I = I_{max} \ Sin\ \omega t \quad \text{---------} (2)$$



بمقارنة المعادلتين (1) ، (2) نجد ان :

فرق الجهد وشدة التيار فى مقاومه اومية عديمة الحث متفقان فى الطور كما هو موضح بالرسم البيانى المقابل

⇦

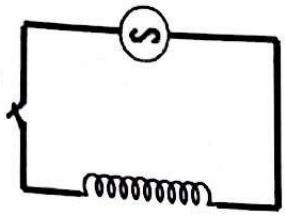
لذلك ينمو التيار والجهد معا حتى يصلا الى القيمه العظمى معا ويهبطان للصفر معا .

ملحوظه: يمثل التيار وفرق الجهد فى مقاومه عديمة الحث بمتجهين لهما نفس الاتجاه:

I ⟶ V ⟶

ثانيا : دائرة تيار متردد تحتوى على ملف حث عديم المقاومه:

* عند توصيل ملف حث عديم المقاومه ومصدر تيار متردد ومفتاح على التوالى كما بالشكل فان:

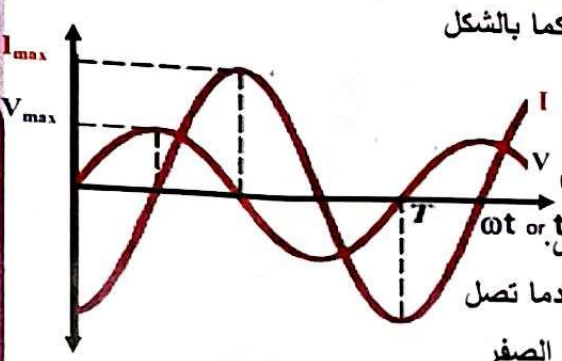


- عند غلق الدائرة فإن التيار ينمو تدريجيا من الصفر الى النهايه العظمى بمعدل $\frac{\Delta I}{\Delta t}$
- ونتيجة لهذا التغير فى شدة التيار يتولد قوه دافعة كهربيه مستحثة عكسيه بالحث الذاتى مقدارها $V = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ حيث L: معامل الحث الذاتى لملف

والإشارة السالبة: تدل على أن القوه الدافعه الكهربيه المستحثه العكسيه تقاوم التغير الحادث فى شدة التيار ويكون اتجاهها معاكسا (مضادا)لاتجاه القوه الدافعه الكهربيه للمصدر ويكون ترددها مساو لتردد المصدر.

• الفرق فى الطور بين التيار وفرق الجهد:

* تتغير شدة التيار مع زاوية الطور ωt على صورة منحنى جيبى كما بالشكل



، $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ يمثل ميل المماس لمنحنى التيار حيث:

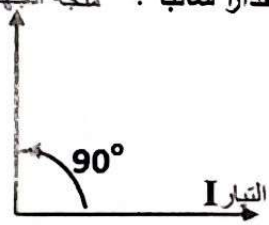
(1) يكون ميل المماس نهايه عظمى عندما تكون زاوية الطور ωt مساويه للصفر وبذلك تصل قيمة فرق الجهد (V) نهايه عظمى.

(2) يقل الميل تدريجيا بزيادة شدة التيار حتى يصل الى الصفر عندما تصل قيمة شدة التيار (I) نهاية عظمى وتصل قيمة فرق الجهد الى الصفر

(3) يصبح ميل المماس مقدارا سالبا عندما تقل شدة التيار وتصبح قيمة فرق الجهد مقدارا سالبا .

مما سبق يتضح أن التيار يتأخر عن فرق الجهد بمقدار $\frac{1}{4}$ دوره

اى بزاوية 90° بسبب الحث الذاتى للملف



المفاعله الحثيه (X_L)

* يلاحظ ان القوه الدافعة الكهربية المستحثة العكسيه المتولده بالحث الذاتى فى الملف عديم المقاومه تسبب نوعا من الممانعة لمرور التيار الاصلى تسمى المفاعله الحثيه (X_L) .

المفاعلة الحثيه (X_L) الممانعة التى يلقاها التيار المتردد فى الملف بسبب حثه الذاتى .

* تقاس المفاعله الحثيه بوحدة الاوم (Ω) .
* تتعين المفاعلة الحثيه من العلاقة : $\therefore X_L = 2\pi f.L$

حيث : (L) معامل الحث الذاتى لملف (f) تردد التيار (ω) السرعه الزاوية .

ما معنى قولنا أن : المفاعله الحثيه لملف = 100 Ω

معنى ذلك ان الممانعه التى يلقاها التيار المتردد فى الملف بسبب حثه الذاتى تساوى 100 Ω

العوامل التى تتوقف عليها المفاعلة الحثية $X_L = 2\pi f.L$

(1) معامل الحث الذاتى (L) "علاقه طرديه"

(2) تردد التيار (f) "علاقه طرديه"

1) المفاعله الحثيه لملف مهمل المقاومه لا تسبب فقد فى الطاقه الكهربيه حيث تكون مقاومة التيار بواسطة القوه الدافعة الكهربيه المستحثة العكسية ويقوم الملف بتخزين الطاقة الكهربيه على شكل مجال مغناطيسى.

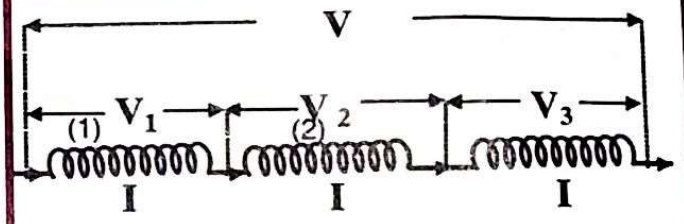
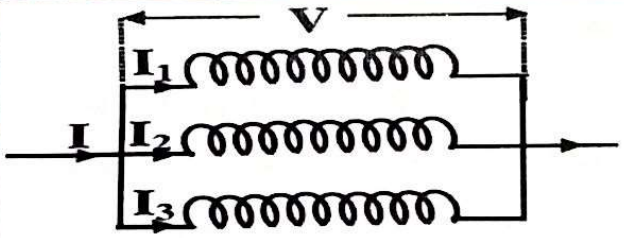
2) تتعين قيمة معامل الحث الذاتى لملف (L) حلزونى من العلاقه: $L=\frac{\mu AN^2}{\ell}$ (تذكر الأثبات بالفصل الثالث)

3) تتعين شدة التيار المتردد المار فى ملف حث عديم المقاومه من العلاقة: $I=\frac{V_L}{X_L}$ أمبير:

4) فى الترددات العاليه تصبح المفاعله الحثيه للملف X_L كبيره جدا حيث $X_L \alpha f$ وبالتالى تقل شدة التيار المار فى الدائره حيث ($I \alpha \frac{1}{X_L}$) تصبح الدائره كأنها مفتوحه.

المفاعله الحثيه للتيار المتردد فى عدة ملفات متصله معا

*عند توصيل عدة ملفات حث معا (بحيث تكون متباعدة عن بعضها)فانه :

- اذا وصلت الملفات معا على التوالى .	-اذا وصلت الملفات معا على التوازى .
 $L_{الكلي}=L_1+L_2+L_3$ $X_{L\,الكليه}=(X_L)_1+(X_L)_2+(X_L)_3$	 $\frac{1}{L}=\frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2}+\frac{1}{L_3}+\ldots$ $\frac{1}{X_L}=\frac{1}{X_{L1}}+\frac{1}{X_{L2}}+\frac{1}{X_{L3}}+\ldots$
اذا كانت الملفات متساوية فى معامل الحث وعددها n	
$L=\frac{L_1}{n}$ $X_L=\frac{(X_L)_1}{n}$	$L=nL_1$, $X_L=nX_{L1}$

مثال1 ملف حثه الذاتى 700 mH مهمل المقاومه وصل بمصدر متردد قوته الدافعه 220V وتردده 50Hz احسب شدة التيار المار فى الملف .

الحل

$V=220V$ $f=50Hz$ $I=?$ $L=700\times10^{-3}H$

$$X_L=2\pi fL=2\times\frac{22}{7}\times50\times700\times10^{-3}=220\Omega$$

$$I=\frac{V}{X_L}=\frac{220}{220}=1A$$

ثالثا: دائرة تيار متردد تحتوى على مكثف:

المكثف الكهربى: عبارة عن لوحين معدنيين متوازيين بينهما عازل ويخزن الطاقه الكهربيه على شكل مجال كهربى .

سعة المكثف: عند شحن المكثف الكهربى تتراكم على احد لوحيه شحنه موجبة (Q) وتتراكم على اللوح الآخر شحنة سالبة (-Q) فيكون بينهما فرق جهد (V) **ولذلك:**

سعة المكثف (C): **هى النسبه بين الشحنة المتراكمة على اى من لوحى المكثف الى فرق الجهد بينهما.**

وتتعين سعة المكثف (C) من العلاقه : $C = \frac{Q}{V}$

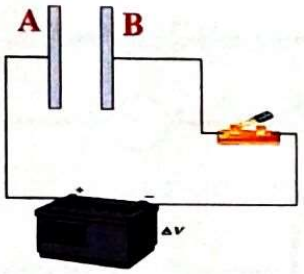
وتقاس سعة المكثف: بوحدة الفاراد (F) ويكافئ (كولوم / فولت - C/V)

الفاراد: هو الوحدة العملية لقياس السعة الكهربية

ما معنى قولنا أن : سعة المكثف 5μF ؟

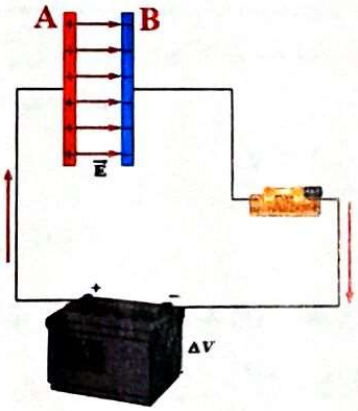
معنى ذلك ان النسبه بين الشحنه المتراكمه على أى من لوحى المكثف الى فرق الجهد بينهما 5×10^{-6} C/v

أولاً : توصيل المكثف من مصدر تيار مستمر :



*عند توصيل مكثف ببطاريه حيث يتصل اللوح (A) بالقطب الموجب واللوح (B) بالقطب السالب فان :

- الشحنه السالبة تنتقل من القطب السالب للبطاريه الى اللوح (B) ويقل جهده
- شحنة اللوح (B) السالبة تؤثر على اللوح (A) فتطرد الشحنة السالبة الى القطب الموجب للبطاريه ويرتفع جهد اللوح (A) حيث تظهر عليه شحنه موجبه فينشا فرق جهد بين اللوحين يزداد بمرور الزمن حتى يتساوى مع فرق الجهد بين قطبى البطاريه فيتوقف انتقال الشحنات وبذالك يكون قد تم شحن المكثف.



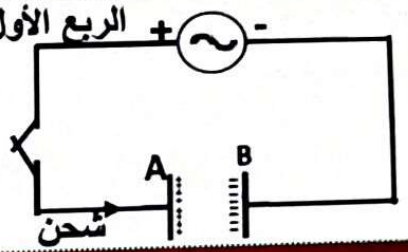
* مما سبق يتضح ان التيار المار فى الدائره الموضحه هو تيار لحظى يتوقف عند تمام شحن المكثف.

ثانيا: توصيل المكثف مع مصدر تيار متردد

فى النصف الأول

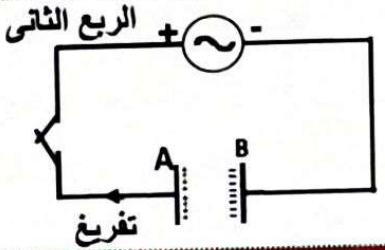
1- فى الربع الاول :

يتم شحن المكثف حتى يصل فرق الجهد بين لوحيه الى النهايه العظمى ويساوى النهاية العظمى ل emf للمصدر.



2- فى الربع الثانى :

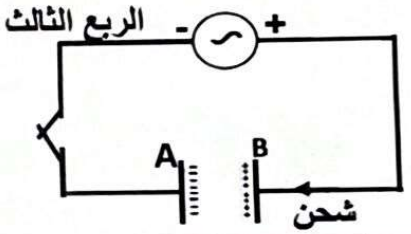
تبدأ emf للمصدر فى الهبوط ويكون جهد المكثف أعلى فيفرغ شحنته فى المصدر حتى اذا وصلت emf للمصدر للصفر يكون جهد المكثف ايضا وصل للصفر.



فى النصف الثانى

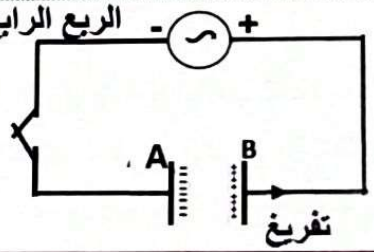
3- فى الربع الثالث :

يتم شحن المكثف كما بالربع الاول ولكن بشحنات مضادة حتى يصل فرق الجهد بين لوحيه الى النهاية العظمى ل emf للمصدر.



4- فى الربع الرابع :

يبدأ المكثف تفريغ شحنته كما بالربع الثانى عند انخفاض emf للمصدر حتى يصل كل منهما الى الى الصفر فى نهاية النصف الثانى للدوره.



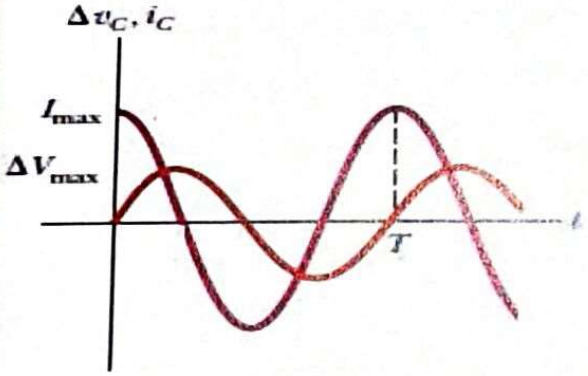
الفرق فى الطور بين التيار وفرق الجهد

*حيث ان:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad , \quad Q=CV$$

اى ان :

$$I = C\frac{\Delta V}{\Delta t}$$



*يتغير فرق الجهد مع زاوية الطور على صورة منحنى جيبى كما بالشكل . ويمثل $(\frac{\Delta V}{\Delta t})$ ميل المماس للمنحنى حيث :

1) يكون هذ الميل نهاية عظمى عندما تكون زاوية الطور مساويه للصفر وبذلك تصل قيمة شدة التيار (I) نهايه عظمى.

2) يقل الميل تدريجيا بزيادة فرق الجهد حتى يصل الى الصفر عندما يصل فرق الجهد نهايه عظمى وبذلك تصل شدة التيار للصفر .

3) يصبح ميل المماس مقدار سالب عندما يقل فرق الجهد وتصبح شدة التيار اللحظى مقدارا سالبا .

* مما سبق يتضح ان التيار يتقدم على فرق الجهد فى الطور بمقدار ربع دوره اى بزاوية 90^0 بسبب سعة المكثف.

المفاعله السعويه : تسبب سعة المكثف نوعا من الممانعة لمرور التيار المتردد تسمى المفاعلة السعويه X_C

المفاعلة السعويه(X_C):

هى الممانعه التى يلقاها التيار المتردد فى دائرة كهربية تحتوى على مكثف بسبب سعته الكهربية .

***تقاس المفاعله السعويه** بوحدة الاوم (Ω)

***تتعين المفاعله السعوية X_C من العلاقه :** $X_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{2\pi fC}$

ما معنى قولنا أن :

المفاعله السعويه لمكثف = 10 Ω

معنى ذلك ان الممانعه التى يلقاها التيار المتردد فى دائرة بها مكثف بسبب سعته تساوى 10Ω

العوامل التى يتوقف عليها المفاعلة السعويه لمكثف $X_C=\frac{1}{2\pi fC}$

(1) سعة المكثف (C) "علاقة عكسيه"

(2) تردد التيار (f) "علاقة عكسيه"

1) لا تسبب المفاعلة السعويه لمكثف فقد فى الطاقه الكهربيه لان المكثف يخزن الطاقه الكهربيه على هيئة مجال كهربى.

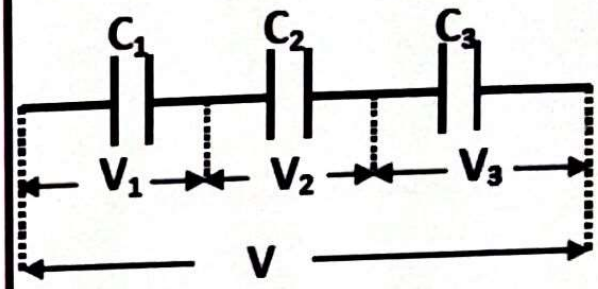
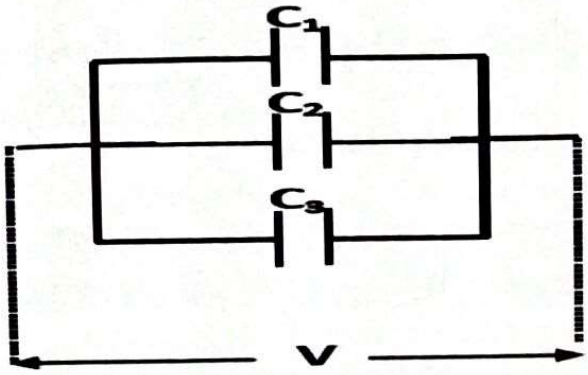
2) تتعين شدة التيار المتردد المار فى دائرة تحتوى على مكثف من العلاقة: $I=\frac{V_C}{X_C}$

3) فى الترددات العاليه تصبح المفاعله السعويه صغيره جدا حيث $(X_C \propto \frac{1}{f})$ وبالتالى تزيد قيمة شدة التيار المار فى الدائرة حيث $(I \propto \frac{1}{X_C})$ وتصبح الدائره كأنها مغلقة.

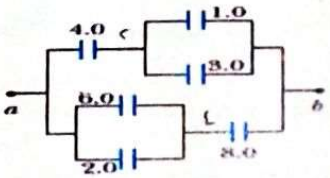
4) فى الترددات المنخفضة جداً تصبح المفاعله السعويه كبيرة جدا حيث $(X_C \propto \frac{1}{f})$ وبالتالى تقل قيمة شدة التيار المار فى الدائرة حيث $(I \propto \frac{1}{X_C})$ وتصبح الدائره كأنها مفتوحة .

5) فى حالة توصيل المكثف بمصدر تيار مستمر تكون المفاعلة السعوية = ∞ لأن التردد = صفر

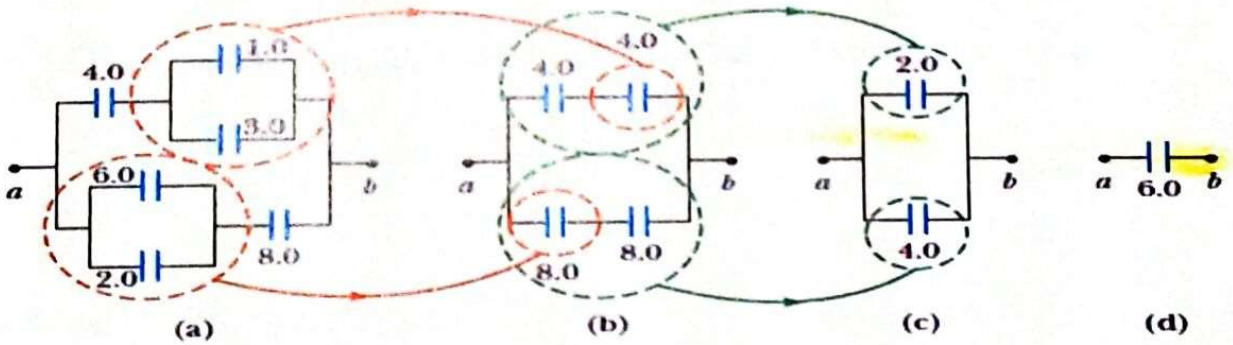
السعة المكافئة لعدة مكثفات متصلة معا : عند توصيل عدة مكثفات معا فانه :

- اذا وصلت المكثفات معا على التوالى:	-اذا وصلت المكثفات معا على التوازى :
يتم شحن المكثفات بشحنات متساويه (Q)	تكون المكثفات جهودها متساويه
	
$V = V_1 + V_2 + V_3$	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$
$\frac{Q}{C} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$	$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3$
$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$	$C = C_1 + C_2 + C_3$
اذا كانت المكثفات متساوية السعة وعددها n	
$C = \frac{C_1}{n}$	$C = nC_1$

مثال 1 : احسب السعة الكلية لمجموعة المكثفات الموضحة بالشكل علما بأن سعة المكثفات كلها مقاسة بالميكروفاراد



الحل



ملاحظات هامة

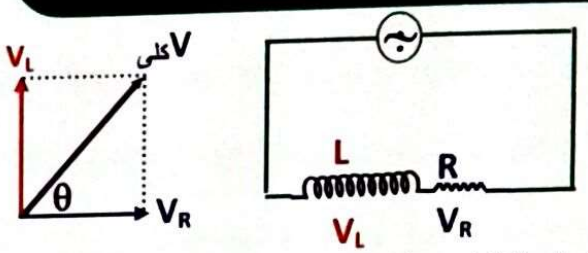
المعاوقه Impedance Z

يطلق على المفاعله والمقاومه معا اسم المعاوقه.

المعاوقة (Z) هى مكافئ المقاومة والمفاعله(السعويه والحثية) فى دائرة تيار المتردد.

ويرمز لها بالرمز (Z) وتقاس بوحدة الاوم (Ω) **ويتم حساب المعاوقة لدائرة كالتالى:**

رابعاً حساب المعاوقة لدائرة تحتوي على مقاومة أومية ومفاعلة حثية RL Circuit



تكون دائرة كهربية كالمبينة بالشكل نجد ان :

1] **فى المقاومة الأومية:** يكون V_R ، I لهما نفس الطور

2] **فى المفاعلة الحثية:** يكون V_L يتقدم عن I فى الطور بمقدار 90°

∴ V_L يتقدم عن V_R فى الطور بمقدار 90° كما هو موضح بالرسم الذى يمكن منه حساب فرق الجهد الكلى

حيث: $(V_Z)^2 = (V_R)^2 + (V_L)^2$

$(IZ)^2 = (IR)^2 + (IX_L)^2$

$I^2 Z^2 = I^2 R^2 + I^2 X_L^2$

بالقسمة على I^2

$\therefore Z^2 = R^2 + X_L^2$

بأخذ الجذر التربيعى

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

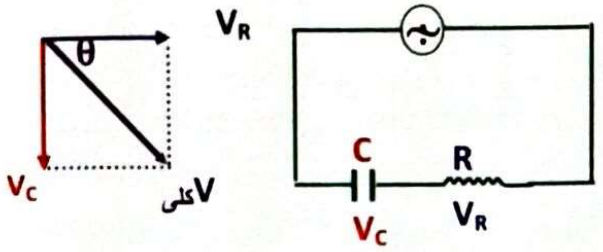
لإيجاد زاوية الطور

من الشكل يتبين أن الجهد الكلى يتقدم عن التيار فى الطور بزاوية θ وتتعين من العلاقة

$$\tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{IX_L}{IR}$$

$$\tan\theta = \frac{X_L}{R}$$

خامساً حساب المعاوقة لدائرة تحتوى على مقاومة أومية ومفاعلة سعوية RC Circuit



تكون دائرة كهربية كالمبينة بالشكل نجد ان :

1] **فى المقاومة الأومية:** يكون V_R ، I لهما نفس الطور

2] **فى المفاعلة السعوية:** يكون V_C يتأخر عن I فى الطور بمقدار 90°

∴ V_C يتأخر عن V_R فى الطور بمقدار 90° كما هو موضح بالرسم الذى يمكن منه حساب فرق الجهد الكلى

حيث: $(V_Z)^2 = (V_R)^2 + (V_C)^2$

$(IZ)^2 = (IR)^2 + (IX_C)^2$

$I^2 Z^2 = I^2 R^2 + I^2 X_C^2$

بالقسمة على I^2

$\therefore Z^2 = R^2 + X_C^2$

بأخذ الجذر التربيعى

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

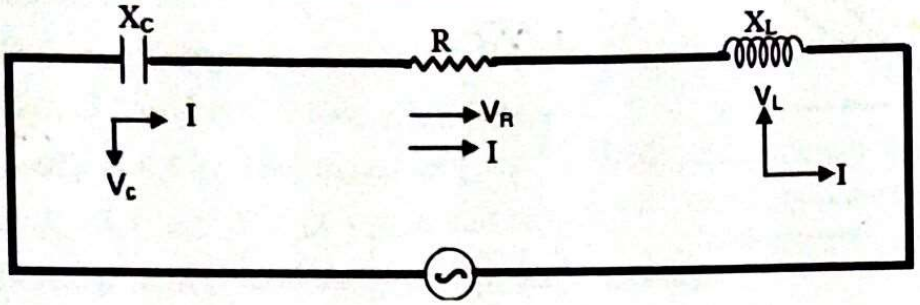
لإيجاد زاوية الطور

من الشكل يتبين أن الجهد الكلى يتخلف عن التيار فى الطور بزاوية θ وتتعين من العلاقة

$$\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-IX_C}{IR}$$

$$\tan\theta = \frac{-X_C}{R}$$

سادساً : حساب المعاوقة لدائرة تحتوى على مقاومة أومية ومفاعلة حثية ومفاعلة سعوية. RLC Circuit



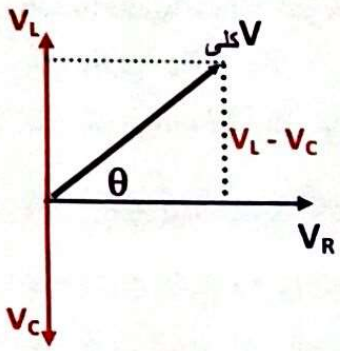
عند توصيل مقاومة وملف حث ومكثف على التوالى كما بالشكل نلاحظ:

1- تساوى التيار فى المقاومة وملف الحث والمكثف فى القيمة واتفاقهم فى الطور.

2- الجهد والتيار متفقان فى الطور فى المقاومة الأومية

3- الجهد فى الملف V_L يتقدم عن الجهد فى المقاومة V_R بزاوية 90°

4- الجهد فى المكثف V_C يتأخر عن الجهد فى المقاومة V_R بزاوية 90°



ولإيجاد فرق الجهد الكلى يمكن الاستعانة بطريقة المتجهات حيث يمثل V_R على المحور السينى ويمثل V_L على المحور الصادى فى الاتجاه الموجب ويمثل V_C على المحور الصادى فى الاتجاه السالب كما فى الرسم والذي يمكن منه حساب فرق الجهد الكلى كما يلى:-

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

بالقسمة على I

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

لإيجاد زاوية الطور

من الشكل يتبين انه عندما يكون فرق الجهد V_L اكبر من فرق الجهد V_C فإن فرق الجهد الكلى يتقدم التيار فى الطور بزاوية θ تتعين من العلاقة :-

$$\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{IX_L - IX_C}{IR}$$

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

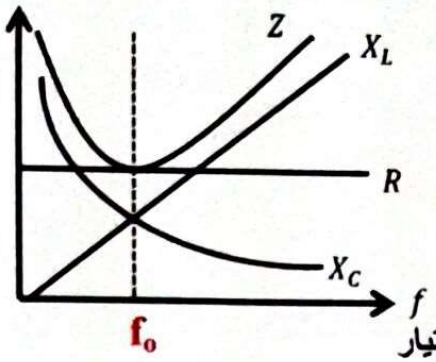
ملاحظات هامة:

1) إذا كانت $X_C < X_L$ تكون ظل زاوية الطور موجبة ومعنى ذلك أن زاوية الطور تقع فى الربع الأول وتكون للدائرة خواص حثية أى أن فرق الجهد الكلى يسبق التيار بزاوية (θ)

2) إذا كانت $X_L < X_C$ تكون ظل زاوية الطور سالبة ومعنى ذلك أن زاوية الطور تقع فى الربع الرابع وتكون للدائرة خواص سعوية أى أن فرق الجهد الكلى يتأخر عن التيار بزاوية (θ)

3) إذا كانت $X_C = X_L$ تكون زاوية الطور = صفر وتكون للدائرة خواص أومية أى أن فرق الجهد الكلى والتيار فى طور واحد

العلاقه بين التردد و X_L و X_C و R و Z .



1- تزداد المفاعلة الحثية للملف مع زيادة التردد .

2- تقل المفاعلة السعوية للمكثف مع زيادة التردد .

3- تظل قيمة المقاومة الأومية ثابته لا تتغير بتغيير التردد .

4- تقل المعاوقة الكلية للدائرة أول الأمر تدريجيا مع زيادة التردد (حيث يقل الفرق بين X_L ، X_C) وتزداد شدة التيار

5- تبلغ المعاوقة نهايتها الصغرى عندما تصبح $X_L = X_C$ وتكون شدة التيار أقصى ما يمكن. وتكون الدائرة فى هذه الحالة مهتزة فى حالة رنين.

6- ثم تزداد المعاوقة الكلية للدائرة تدريجيا مع زيادة التردد (حيث يزداد الفرق بين X_L ، X_C) وتقل شدة التيار.

➢ خصائص حالة الرنين :

1- يكون $X_C = X_L$

2- تكون المعاوقة اقل ما يمكن وهى تساوى المقاومة الأومية أي أن $R = Z$

3- تكون شدة التيار أقصى ما يمكن وهى تساوى $I = \frac{V}{R}$

4- يكون التيار وفرق الجهد فى طور واحد

5- فرق الجهد عبر الملف = فرق الجهد عبر المكثف .

6- ويكون فرق الجهد الكلى عبر الملف والمكثف معا = صفر

فى حالة الرنين تكون شدة التيار اقصى ما يمكن وبالتالى المعاوقة اقل ما يمكن أى ان:

$$X_L = X_C$$

$$2\pi f.L = \frac{1}{2\pi f.C}$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 Lc}$$

بأخذ الجذر التربيعى للطرفين

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lc}}$$

ملاحظات:

1) تتعين قيمة معامل الحث الذاتى لملف (L) حلزونى من العلاقه: $L = \frac{\mu A N^2}{\ell}$

2) للمقارنة بين تردد دائرتين تستخدم العلاقة $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$

3) تستخدم دائرة الرنين فى دوائر البث (الارسال) الإذاعى وفى دوائر الاستقبال الاسلكى.

4) **فى دائرة RL و RC و RLC نجد أن:** فى الملف والمكثف لا يستهلك قدرة كهربية لأنهما يخزنان الطاقة أو القدرة على شكل مجال مغناطيسي فى حالة الملف ومجال كهربى فى حالة المكثف ثم يعيدها إلى المصدر الكهربي عند التفريغ لذلك القدرة الحقيقيه (P_w) المستنفذة فى الدائرة هى القدره المستنفذة عبر المقاومة الاومية فى صورة طاقة حرارية.

5) عندما يذكر جهد المصدر المتردد يقصد به القيمة الفعالة له ما لم يذكر خلاف ذلك .

6) وحدة قياس كلاً من المفاعلة الحثية والمفاعلة السعوية والمعاوقة هى الأوم = فولت/أمبير .

7) وحدة قياس سعة المكثف هى الفاراد . وأحيانا يذكر بيكو فاراد (بيكوفاراد = 10^{-12} فاراد)

ما معنى قولنا أن :

س1 زاويه الطورفي دائرة تيار متردد بها ملف ومقاومة 30°.

جـ أي أن الزاوية المحصورة بين متجه التيار ومتجه الجهد في دائرة تيار متردد بها ملف ومقاومة =30°.

2.تردد الرنين في الدائرة المهتزة 80Hz.

جـ أي أن تردد الدائرة المهتزة عندما يكون شدة التيار أقصي قيمة لها وعند تساوي المفاعلة الحثيه والمفاعلة السعوية وتكون المعاوقة اقل ما يمكن وهى تساوى المقاومة الأومية هو 80Hz.

علل لما يأتى:

س1 تزداد المفاعلة الحثية لملف عند وضع ساق من الحديد بداخله ؟

جـ1 وذلك لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد كبير وبالتالى يزداد الحث الذاتى للملف فتزداد المفاعلة الحثية حيث تتناسب طردياً طبقاً للعلاقة. ($X_L = 2\pi fL$)

س2 عند الترددات العالية تصبح الدائرة الكهربية المكونة من مكثف و مصدر متردد دائرة مغلقة ؟

جـ2 وذلك لأن المفاعلة السعويه X_C تتناسب عكسيا مع التردد طبقاً للعلاقة ($X_C = \frac{1}{2\pi fc}$) ولذلك بزيادة التردد تقل المفاعلة السعوية فتزداد شدة التيار المار فى الدائرة وتصبح الدائرة مغلقة .

س3 عند الترددات العالية تصبح الدائرة الكهربية المكونة من ملف حث ومصدر متردد دائرة مفتوحة ؟

جـ3 وذلك أن المفاعلة الحثية X_L تتناسب طردياً مع التردد طبقاً للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) فبزيادة التردد تزداد المفاعلة الحثية وبالتالي تقل شدة التيار .

س4 في دائرة التيار المستمر تنعدم المفاعلة الحثية ؟

جـ4لان تردد التيار المستمر $f = 0$ وبالتالي تكون $X_L = 0$ طبقاً للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$)

س5 لا يسمح المكثف بمرور التيار المستمر ؟

جـ5لأن تردد التيار المستمر = 0 ولكن ($X_C = \frac{1}{2\pi fc}$) ∴ $X_C = \infty$ أي تكون المفاعلة السعوية أقصى ما يمكن أي ما لانهاية وبالتالي لن يمر تيار .

س6 يعتبر المكثف في دائرة تيار متردد بمثابة مقاومة متغيرة ؟

جـ6ذلك لأن المفاعلة السعوية تعتمد على التردد ولكل مصدر تردد خاص به فيكون بذلك للمفاعلة قيم مختلفة أى يصبح مقاومة متغيرة حسب التردد طبقاً للعلاقة ($X_C = \frac{1}{2\pi fc}$)

س7 للمقاومة قيمة واحدة بينما للمفاعلة قيم لا نهائية ؟

جـ7 للمفاعلة قيم لانهائية لأنها تعتمد على تردد المصدر ولكل مصدر تردد خاص به فيكون بذلك للمفاعلة قيم مختلفة أى تصبح مقاومة متغيرة حسب التردد

س8 س9 زيادة معاوقة مقاومة ملفوفة حلزونياً عند استبدال مصدر التيار المستمر بآخر متردد ؟

جـ8لأنه عند استبدال المصدر المستمر بآخر متردد فإنه تتولد فيه مفاعلة حثية بالإضافة إلى المقاومة الأومية وتصبح المعاوقة الكلية للملف ($Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$) بدلاً من R فقط.

س9 تكون شدة التيار أقصى ما يمكن فى حالة الرنين ؟

جـ9لأنه عند الرنين تكون المفاعلة الحثية = المفاعلة السعوية وتكون المعاوقة أصغر ما يمكن (Z =R)

س10لا تستهلك طاقة كهربية في الملف أو المكثف عند مرور تيار متردد فيهما.

ج10 لأن المفاعلة الحثية والسعوية ليس مقاومات حقيقة ولكنها تقاوم التيار عن طريق تيار عكسي وتبادل الطاقة كل نصف دورة في إتجاهين.

س11قد يتلف الملف الابتدائي لمحول كهربي مهيأ للاستخدام مع قوة دافعة مترددة معينة إذا وصل بمصدر مستمر له نفس ق.د.ك .

ج11 لأنه يلقي في التيار المتردد مفاعلة مع المقاومة حث ($Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$) حيث تكون شدة التيار صغيرة أما في حالة التيار المستمر فإن المقاومة الأومية فقط هي التي تعوقة فيزيد التيار ويتلف الملف.

س12عندما تتضاعف عدد لفات ملف الحث تزيد المفاعلة الحثية 4 أمثالها مع ثبات باقي العوامل.

ج12 لأنه حسب العلاقة $X_L = 2\pi f \frac{\mu A N^2}{\ell}$ عند زيادة عدد اللفات للضعف يزيد معامل الحث 4 أمثاله فتزيد المفاعلة الحثية X_L أربعة أمثالها.

س13وجود ممانعة للمكثف في دوائر التيار المتردد.

ج13 بسبب ما يترتب عن عملية الشحن والتفريغ للمكثف وتراكم الشحنات الكهربية علي لوحي المكثف.

س14عند توصيل ملفات علي التوالي قي دائرة تيار متردد يشترط أن تكون متباعدة وليست حول قالب حديد واحد.

ج14 وذلك لأن الملفات المتقاربة يحدث بينهم حث متبادل يعمل مفاعلة حثية أيضاً تضاف إلي المفاعلات علي التوالي إذا كان تيارها في إتجاه واحد وتكون $L = L_1 + L_2 + 2M$

س15عند زيادة سرعة دوران مولد التيار المتردد يتصل بملف حث فقط لا تتغير شدة التيار العظمي.

ج15 $Z = \frac{emf}{X_L} = \frac{BAN2\pi f}{2\pi f L}$

.....

لا ... Z ... لا تعتمد على التردد في هذه الحالة في الملف

.....

س16 عند زيادة سرعة دوران مولد التيار المتردد يتصل بمكثف فقط تزيد شدة التيار أربع مرات؟

زادت الى الضعف

$I = \frac{emf}{X_L} = \frac{BAN2\pi f}{\frac{1}{2\pi f C}}$

$= BAN2\pi f \times 2\pi f C$

$I \propto f^2$

صـ ٩٤

ث وصل ديناموميتر (مقاومة أومية مكتف ملف حيث)

عمل على حدا ماذا يحدث عند زيادة التردد للطرف؟

← في المقاومة $Z \propto f$ اذا يزيد التيار للضعف

في المكثف $Z \propto f^{-1}$ يزيد التيار أو قل مرات

في الملف يظل ثابت لأن Z لا تعتمد على

F

مثال ملف مقاومته 43 أوم حثه الذاتى 300 ملى هنرى احسب شدة التيار المار فيه إذا وصل بمصدر جهد متردد 120 فولت وتردد 60 هرتز .

الحل

$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.14 \times 60 \times 300 \times 10^{-3} = 113.04$ أوم

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(43)^2 + (113.04)^2} = 120$

$\therefore I = \frac{V}{Z} = \frac{120}{120} = 1$ Amp

مثال 2 إذا وصل ملف بمصدر مستمر للتيار قوته الدافعة 11 فولت كانت شدة التيار المار فيه 2.2 أمبير. وعند توصيل الملف بمصدر تيار متردد تردده 50 ذ/ث وقوته الدافعة 13 فولت كانت شدة التيار فى الملف 1 أمبير . احسب الحث الذاتى للملف ؟

الحل

عند توصيل الملف بمصدر التيار المستمر لا توجد إلا مقاومة أومية فقط و المفاعلة الحثية = صفر

$R = \frac{V}{I} = \frac{11}{2.2} = 5$ أوم

عند توصيل الملف بمصدر التيار المتردد توجد مقاومة أومية ومفاعلة حثية أي يوجد معاوقة

$Z = \frac{V}{I} = \frac{13}{1} = 13$ أوم

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$13 = \sqrt{(5)^2 + X_L^2}$

بتربيع الطرفين

$169 = 25 + (X_L)^2$

$(X_L)^2 = 169 - 25 = 144$

$X_L = 12$ أوم

$X_L = 2\pi fL$

$12 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times L$

$L = \frac{21}{550}$ هنرى

مثال 3 مقاومة R ومكثف سعته (C) متصلان على التوالي بمولد تيار متردد قوته الدافعة 100 فولت وتردده $\frac{5000}{\pi}$ دوره فى الثانية فإذا كانت القدرة المستنفدة فى الدائرة 240 وات عندما تكون شدة التيار 4 أمبير فما مقدار كل من R ، C ؟

الحل

$P = I^2R$ وات

$240 = (4)^2 \ (R)$

$R = \frac{240}{16} = 15$ أوم

$Z = \frac{V}{I} = \frac{100}{4} = 25$ أوم

$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

$25 = \sqrt{(15)^2 + X_C^2}$

بتربيع الطرفين

$625 = 225 + (X_C)^2$

$(X_C)^2 = 625 - 225 = 400$

$X_C = 20$ أوم

$X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2\pi \frac{5000}{\pi} \times c} = 20$

$2 \times 20 \times 5000C = 1$

$2 \times 10^5 C = 1$

$C = \frac{1}{2 \times 10^5} = 5 \times 10^{-6}$ فاراد

$C = 5$ ميكروفاراد

مثال 4 مقاومة 30 أوم وملف حثه الذاتى $\frac{3}{11}$ هنرى ومكثف سعته $\frac{1}{22}$ ملليِ فاراد متصلة معا على التوالى مع مصدر تيار متردد قوته الدافعة العظمى 200 فولت وتردد التيار 35 ذ/ث فاحسب :

(1) معاوقة الدائرة (2) شدة التيار الفعال في الدائرة (3) زاوية الطور.

(4) الحث الذاتى للملف الذى يجعل الدائرة فى حالة رنين.

الحل

$R = 30$ أوم , $L = \frac{3}{11}$ هنرى ، $C = \frac{1}{22} \times 10^{-3}$ فاراد , $V_{max} = 200$ فولت , $f = 35Hz$ ،$Z = ?$, $I_{eff} = ?$, $\theta = ?$

$X_L = 2\pi f L = 2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times \frac{3}{11} = 60$ أوم , $X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2\frac{22}{7} \times 35 \times \frac{1}{22} \times 10^{-3}} = 100$ أوم

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{30^2 + (60-100)^2} = 50 \text{ أوم}$$

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{Z} = \frac{200}{50} = 4 \text{ امبير} \quad \Rightarrow \quad I_{eff} = I_{max} \times 0.707 = 2.828 \text{ امبير}$$

ولإيجاد زاوية الطور

$$\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{IX_L - IX_C}{IR}$$

$$\therefore \tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{60-100}{30} = \frac{-40}{30} = \frac{-4}{3}$$

$$\therefore \theta = -53^\circ 8'$$

وتدل الإشارة السالبة على ان زاوية الطور تقع فى الربع الرابع وأن فرق الجهد يتخلف عن التيار بمقدار $53^\circ 8'$

$$X_L = X_C = 100$$

$$2\pi f.L = 100$$

$$2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times L = 100$$

$$\therefore L = \frac{5}{11} H$$

مثال 5 مصدر تيار متردد قوته الدافعه الفعاله 80V وتردد 50Hz موصل على التوالى مع ملف حثه الذاتى $\frac{21}{220}$ H ومقاومه 40Ω ، احسب

(أ) المعاوقه. (ب) فرق الجهد بين كل من المقاومه والملف وهل يمكن جمع الجهود جبريا ؟

الحل

$$V = 80V \quad , \quad f = 50Hz \quad , \quad L = \frac{21}{220}\text{H} \quad , \quad R = 40\Omega$$

$$Z = ? \quad , \quad V_R = ? \quad , \quad V_L = ?$$

(أ)

$$X_L = 2\pi fL = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{21}{220} = 30\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50\Omega$$

(ب)

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{80}{50} = 1.6A$$

$$V_R = IR = 1.6 \times 40 = 64V$$

$$V_L = IX_L = 1.6 \times 30 = 48V$$

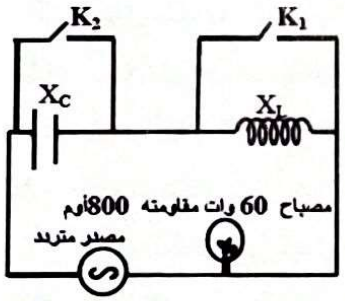
اذا جمعت فروق الجهد باستخدام المتجهات فان :

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} = \sqrt{64^2 + 48^2} = 80V$$

وهذه القيمة تساوى القوة الدافعة الكهربيه للمصدر الكهربى لذلك لا تجمع الجهود جبريا .

ونلاحظ أن المجموع الجبرى لفروق الجهد $V' = 64 + 48 = 112V$
وهو اكبر من القوه الدافعة للمصدر لذلك لا تجمع الجهود جبريا .

تمرين بالكتاب المدرسى: فى الدائرة الموضحة بالشكل بحا مصدر متردد 50 هرتز وقوته الدافعة 220 فولت ومكثف سعته 4 ميكروفاراد وملف حثه 2.53 هنرى . أحسب:



١- المفاعلة السعوية

٢- المفاعلة الحثية

٣- ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند غلق K_1 فقط وما هي المعاوقة

٤- ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند غلق K_2 فقط وما هي المعاوقة

٥- ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند غلق K_1 ، K_2 وما هي المعاوقة

٦- ماذا يحدث لإضاءة المصباح عند فتح K_1 ، K_2 وما هي المعاوقة

(795.4 Ω , 795.4 Ω , 1128 Ω)

تمرين شامل : دائرة توالي بها مصدر متردد قوته الدافعة 130 فولت تردده 50Hz وملف حث طوله 25cm ومساحه مقطعه $4cm^2$ يلف 50 لفه حول قالب نفاذيته 0.07 وبر/أمبير.متر ومكثف سعته $\frac{7}{220}$ mf وسلك مقاومة طوله 10m مساحة مقطعه $0.4\ cm^2$ ومقاومة مادته النوعية $2x10^{-5}$ أوم.متر احسب كلا من :

1- مقاومة السلك الاومية. {5Ω}

2- معامل الحث الذاتي للملف. {0.28}

3- المفاعلة الحثية X_L. {88Ω}

4- المفاعلة السعوية X_C. {100Ω}

5- المعاوقة (Z). {13Ω}

6- شدة التيار المار في الدائرة. {10A}

7- فرق الجهد عبر المقاومة(V_1). { 50V }

8- فرق الجهد عبر الملف(V_2). { 880V}

9- فرق الجهد عبر المكثف (V_3). {1000V}

10- فرق الجهد عبر الملف والمكثف(V_4). { 120V}

11- فرق الجهد عبر الملف والمقاومة(V_6). {881V }

12- فرق الجهد الكلي في الدائرة(V_5). {130V }

13- زاوية الطور. { -67°}

14- أين تقع زاوية الطور. { الربع الرابع }

15- أيهما سابق الجهد أم التيار. { التيار سابق }

16- معدل الطاقة المستنفذة في الملف. {0}

17- معدل الطاقة المستنفذة في المكثف. {0}

18- معدل الطاقة المستنفذة في الدائرة كلها. {500W}

19- شده التيار المار في الدائرة إذا استبدل المصدر المتردد بآخر مستمر له نفس emf {0}

20- سعة المكثف التي تجعل الجهد والتيار في طور واحد. {0.36μF}

21- حث الملف التي تجعل الجهد والتيار في طور واحد. {0.637 H}

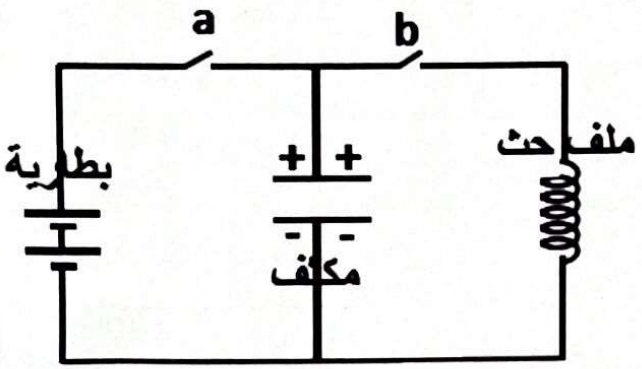
22- شدة التيار في الحالة السابقة عندما يكون الجهد والتيار في طور واحد. {26}

23- تردد الدائرة في الحالة(21) وما إسمها. { 50Hz}

24- مطلوب إضافي: عامل القدرة. {0.38}

الدائرة المهتزة Oscillator Circuit

هى دائرة كهربيه يحدث بها تبادل للطاقة المخزونة فى ملف حث على هيئة مجال مغناطيسى مع الطاقة المخزونة فى مكثف على هيئة مجال كهربى.



التركيب: تتركب الدائرة المهتزة من:

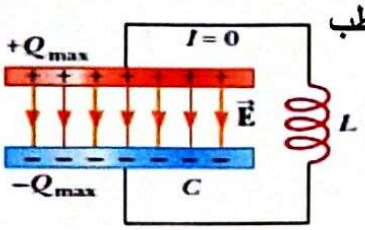
(1) ملف حث له مقاومة صغيرة جدا .

(2) مكثف (3) بطارية .

ويتصلوا جميعا كما بالشكل عن طريق المفتاحين a,b

شرح العمل :

عند غلق المفتاح [a] فقط:

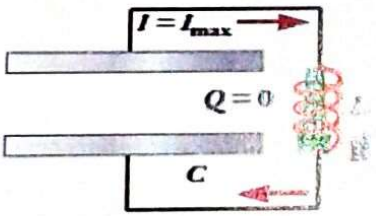


1) يمر تيار لحظى فى الدائرة فيتم شحن المكثف فيكون اللوح المتصل بالقطب الموجب للبطارية موجباً واللوح المتصل بالقطب السالب للبطارية سالباً.

2) يتوقف التيار الكهربى عندما يتساوى فرق الجهد المتولد بين لوحى المكثف مع فرق جهد البطارية فيتولد مجال كهربى بين لوحى المكثف وتختزن الطاقة على هيئة مجال كهربى حيث يكون المكثف مشحون.

3) عند فتح المفتاح (a) يبقى المكثف مشحونا .

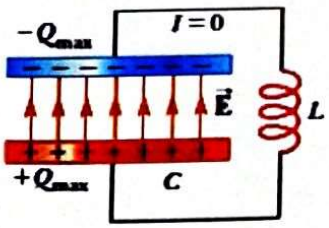
عند غلق المفتاح [b] مع فتح المفتاح [a]:



1-يفرغ المكثف شحنته عبر الملف ويمر تيار لحظى من اللوح الموجب الى اللوح السالب فيقل فرق الجهد بين لوحى المكثف حتى ينعدم ويتلاشى المجال الكهربى بينهما.

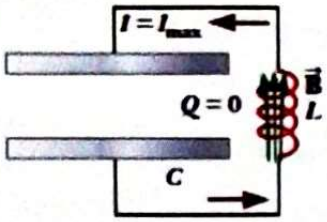
2-يتولد مجال مغناطيسى فى الملف يخزن الطاقة التى كانت فى المجال الكهربى نتيجة مرور التيار الكهربى عبر الملف .

3- فى البداية يكون فرق الجهد بين اللوحين كبير وبذلك يكون التيار المار فى الملف نهاية عظمى ثم يتناقص فرق الجهد بين اللوحين مما يؤدى الى تناقص شدة التيار المار فى الملف.



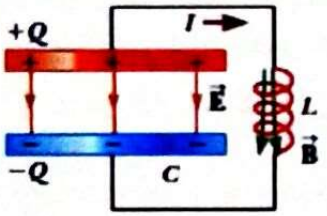
4-يؤدى هذا التناقص فى شدة التيار فى الملف إلى تولد قوة دافعة كهربيه مستحثة طردية بالحث الذاتى للملف تسحب المزيد من الشحنة الموجبة من اللوح الموجب الى اللوح السالب بذلك يشحن اللوح الذى كان سالبا بشحنة موجبة ويشحن اللوح الذى كان موجبا بشحنة سالبة يؤدى لتولد فرق جهد عكسى بين اللوحين.

5-نتيجة لتولد فرق الجهد العكسى يتولد مجال كهربى بين اللوحين معاكس للمجال الأول ويقل التيار فى الملف ويقل المجال الغناطيسى الناشئ عنه حتى ينعدم.



6- بذلك تتحول الطاقة المخزونه على شكل مجال مغناطيسى فى الملف الى طاقة مخزونة على شكل مجال كهربى فى المكثف مرة أخرى.

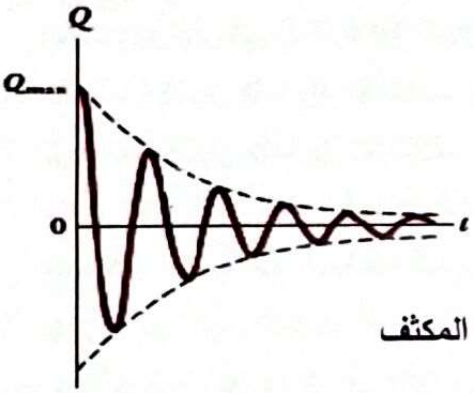
7-يفرغ المكثف مرة أخرى شحنته (فى اتجاه معاكس لاتجاه التفريغ الاول).



وهكذا تتكرر عملية التفريغ والشحن وتحدث اهتزازات كهربيه سريعة جدا فى الدائرة ويلاحظ تبادل الطاقة باستمرار بين المجالين الكهربى والمغناطيسى.

ملاحظات:

1) نظرا لوجود مقاومة فى الملف والأسلاك الأخرى فان جزء من الطاقة يتحول الى حرارة يؤدى ذلك الى فقد الطاقة تدريجيا فتقل شدة التيار المتردد فى الدائرة وتقل الشحنة ويقل فرق الجهد بين لوحى المكثف تدريجيا إلى أن ينعدم وتتوقف عمليتى الشحن والتفريغ وينعدم التيار.



2) من الممكن الحفاظ على عملية الشحن والتفريغ إذا أمكن تغذية المكثف بشحنات اضافية تعوض النقص المستمر فى شحنة المكثف .

3) التمثيل البيانى المقابل يمثل اضمحلال الشحنة بين لوحى المكثف بمرور الزمن .

الذبذبات المضمحلة: هي الذبذبات التي تتولد في الدائرة المهتزة عند تبادل الطاقة حيث يفقد جزء من الشحنة الكهربية تدريجياً حتي تنعدم سعة الاهتزازة وتنعدم الشحنة بسبب مقاومة الأسلاك.

علل لما يأتى:

س1 لا تتولد إهتزازات في دائرة بها مكثف مشحون ومقاومة أومية ولكن تتولد في دائرة بها مكثف مشحون وملف.

جـ1 لأن المقاومة لا تتولد فيها مجال مغناطيسي يختزن فية الطاقة في تتبادل مع المجال الكهربي المكثف ويحدث ذلك في حالة الملف.

س2 في الدائرة المهتزة يتوقف عملية تبادل الطاقة بين الملف والمكثف تدريجياً حتي تنعدم.

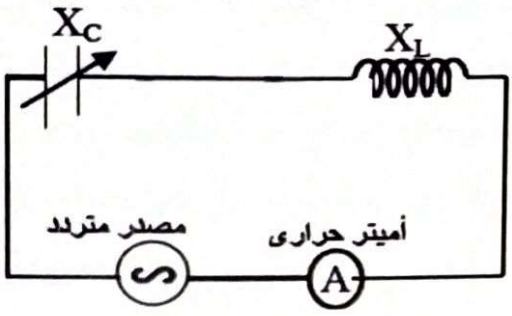
جـ2 وذلك لوجود مقاومة للأسلاك فيفقد جزء من الطاقة فيقل التيار وفرق الجهد تدريجياً في الدائرة وتقل الشحنة علي المكثف حتي تنعدم وتضمحل الذبذبات.

دائرة الرنين Tuning Circuit

دائرة الرنين : هى دائرة مهتزة تحتوى على مقاومة وملف حث ومكثف ومصدر متردد ولا تسمح إلا بمرور التيار المتردد الذى تردده يتفق مع ترددها الطبيعى أو يكون قريب جدا من ترددها الطبيعى.

الاستخدام : تستخدم فى أجهزة الاستقبال اللاسلكى وذلك لاختيار المحطة المراد سماعها .

التركيب : (1) مكثف متغير السعة .



(2) ملف حث مقاومته صغيرة ويمكن تغيير عدد لفاته (وبالتالي يمكن تغيير معامل الحث الذاتى له) .

(3) مصدر تيار متردد يمكن تغيير تردده .

(4) اميتر حرارى .

شرح العمل:

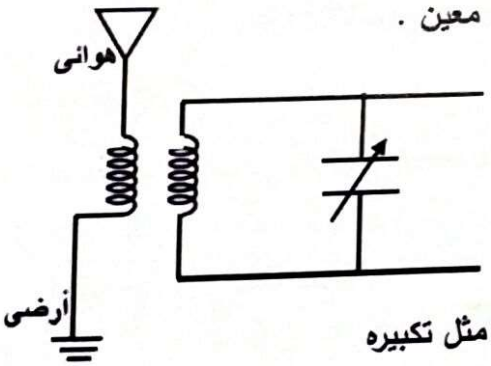
عند مرور تيار فى الدائرة مع تغيير تردد المصدر الكهربى فان شدة التيار تتغير حيث :

1. تقل شدة التيار كلما زاد الاختلاف بين تردد المصدر وتردد الدائره .
2. تزيد شدة التيار كلما قل الاختلاف بين تردد المصدر وتردد الدائرة.
3. تكون شدة التيار اكبر ما يمكن اذا كان تردد المصدر مساو لتردد الدائرة (أى عندما تتساوى المفاعلة الحثية مع المفاعلة السعوية) وتكون الدائرة فى حالة رنين .
4. يمكن تغيير تردد المصدر أو سعة المكثف او عدد لفات الملف حتى يتفق تردد الدائرة مع تردد المصدر

مما سبق نستنتج انه: إذا اثر فى دائرة مهتزة مصادر كهربية مختلفة التردد فى وقت واحد فان الدائرة لا تسمح إلا بمرور التيار الذى تردده يتفق مع ترددها او يكون قريبا جدا منه وتسمى هذه الدائرة المهتزة بدائرة الرنين .

عمل دائرة الرنين فى اجهزة الاستقبال أو اللا سلكى

* تتصل دائرة الرنين فى اجهزة الاستقبال اللا سلكى بهوائى أجهزة الاستقبال (الإريال).
* تصل الهوائى موجات محطات الاذاعة المختلفة لكل منها تردد معين .
* تؤثر هذه الترددات على الهوائى وتولد فيها تيارات لها نفس تردد المحطات.
* عندما تريد الاستماع إلى إذاعة معينة فإنك تقوم بتغيير تردد الدائرة المهتزة فيمر التيار الذى تردده يتفق مع تردد الدائرة .
* ثم يمر هذ التيار فى جهاز الاستقبال ويخضع لعمليات معينة مثل تكبيره وتقويمه ثم فصل التيار المعبر عن الصوت الذى يمر فى السماعة .



ملاحظات:

*** عندما تكون الدائرة فى حالة رنين فان :**

(1) تردد المصدر مساو لتردد الدائرة.

(2) يمر فى الدائرة اكبر قيمة فعالة للتيار.

(3) فرق الجهد بين طرفى الملف (V_L) = فرق الجهد بين طرفى الكثف(V_C) .

(4) المفاعلة الحثية للملف (X_L) = المفاعلة السعوية للمكثف (X_C) وتلاشى كل منهما تأثير الآخر .

(5) تكون للدائرة اقل معاوقة وهى المقاومة الاومية Z=R

(6) التيار يتفق مع فرق الجهد الكلى فى الطور اى ان زاوية الطور (θ)= صفر.

(7) يمكن تشبيه ما يحدث فى دائرة الرنين بالرنين فى الصوت فمثلا عندما يتساوى تردد شوكتين رنانتين مهتزتين يقوى الصوت وعند اختلاف ترددهما يضعف الصوت .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

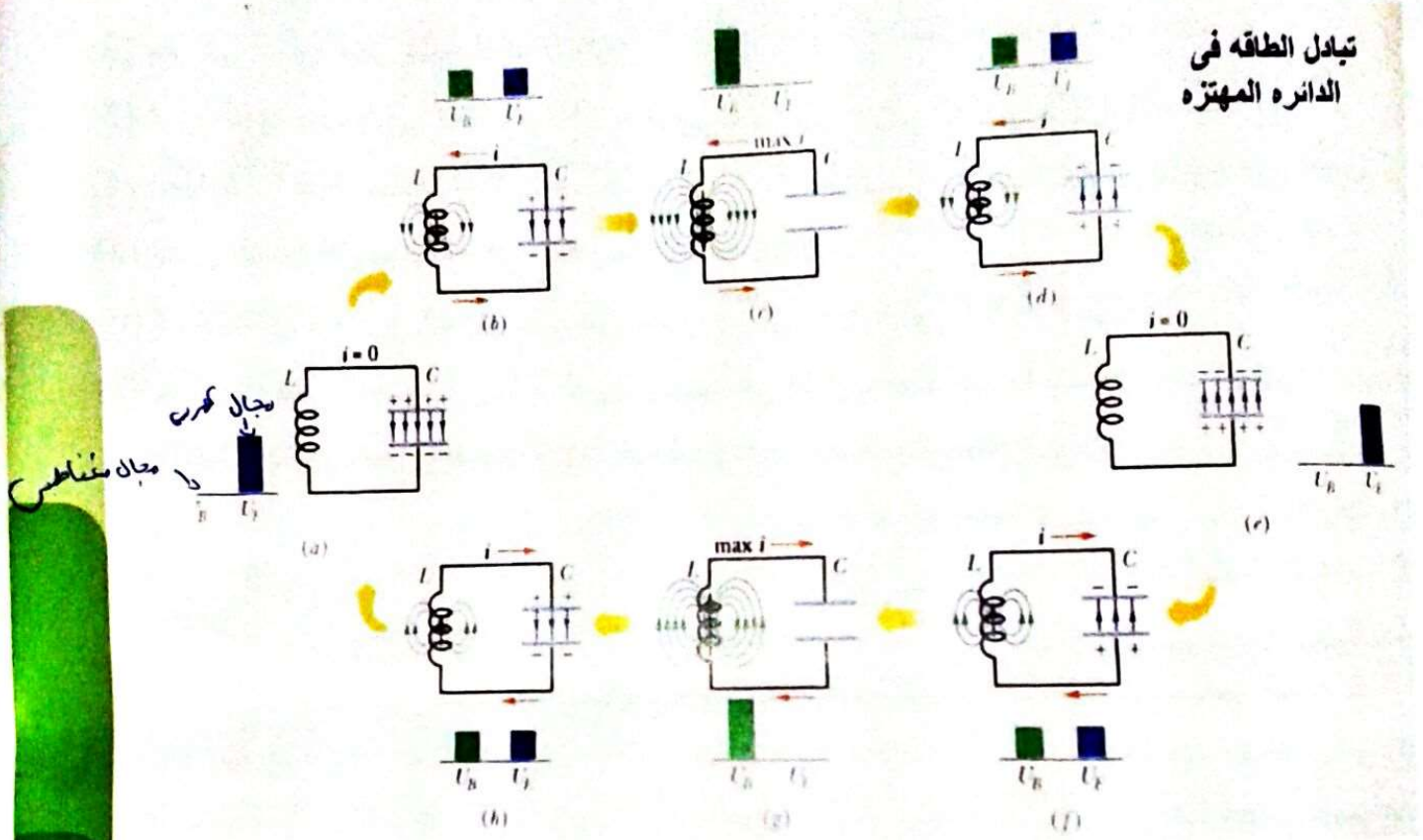
.....

.....

.....

.....

تبادل الطاقه فى
الدائره المهتزه



مع تمنياتي بالنجاح
والله الموفق،،

الأستاذ / أحمد إمام بركة
01001490360