الطنين

مقدمة عن الطنين

هو الحالة التي تصبح الممانعة الوهمية معدومة من أجل تردد معين يسمى تردد الطنين f_0.

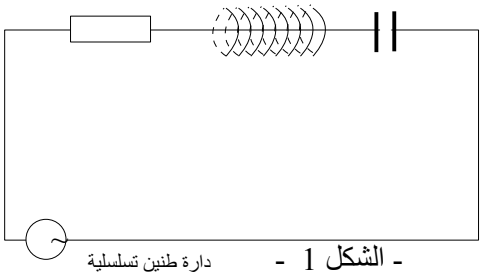
و ترمز له بعض المراجع بـ f_r اختصاراً للكلمة الأجنبية resonance و التي تعني الطنين

و يوجد للطنين الكثير من التطبيقات العملية في مجال الاتصالات في الدارات التي تستخدم للتعامل مع موجات AM و PM و أيضاً في مجال الفلاتر .

- تقسم دارات الطنين إلى دارات تسلسلية و أخرى تفرعية .

القوانين المستخدمة :

- حالة دارة الطنين التسلسلية



- الشكل 1 - دارة طنين تسلسلية

1- تردد الرنين:

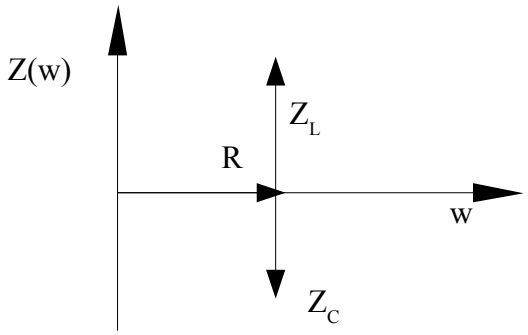
من التعريف النظري قلنا أنه في توتر الرنين يكون الممانعة الوهمية X معدومة و الممانعة مساوية للمقاومة R و بالتالي بالاستفادة من هذا المفهوم النظري نستنتج القانون النظري الذي يحدد قيمة توتر الرنين :

$$X=0\Rightarrow \omega_0 L-\frac{1}{\omega_0 C}=0\Rightarrow$$
$$\omega_0 L=\frac{1}{\omega_0 C}\Rightarrow \omega_0^2=\frac{1}{LC}\Rightarrow$$
$$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- علاقة تردد الرنين -

2-التردد الزاوي ± 45 :

لو رسمنا الممانعة الكلية لهذه الدارة(الشكل 1):



و بالتالي بعد التحصيل الشعاعي بين هذه الأشعة نلاحظ أن Z الكلية ستصل إلى حالة تكون فيها الزاوية α (بين Z و ox) ستكون 45 وبالتالي $Z=\sqrt{2}R$ و عندها يسمى التردد بتردد ± 45 أي :

$$\omega=\omega_{\pm 45}: Z=\sqrt{2}R$$

- التردد ± 45 -

3- علاقة تردد الطنين بالتردد ± 45 :

انطلاقاً من القانون المعلوم :

$$X=\omega L-\frac{1}{\omega C} \Rightarrow^{\omega} \omega X=\omega^2 L-\frac{1}{C} \Rightarrow^{1/L} \omega\frac{X}{L}=\omega^2-\frac{1}{CL}$$

$$\omega^2-\omega\frac{X}{L}-\frac{1}{CL}=0$$

-معادلة خطية درجة ثانية -

$$\Delta=(\frac{-X}{L})^2-(4(\frac{-1}{CL}))$$

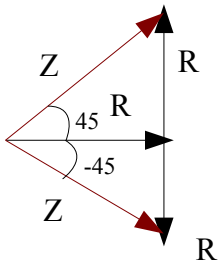
$$\sqrt{\Delta}=\sqrt{(\frac{X}{L})^2+4\frac{1}{CL}} \Rightarrow \omega_{1,2}=\frac{\frac{X}{L}\mp\sqrt{(\frac{X}{L})^2+4\frac{1}{CL}}}{2}=\frac{X}{2L}\mp\sqrt{\frac{(\frac{X}{L})^2}{4}+\frac{4}{4}\frac{1}{CL}}$$

$$\Rightarrow \omega_{1,2}=\frac{X}{2L}\mp\underbrace{\sqrt{(\frac{X}{2L})^2+\frac{1}{CL}}}_{>\frac{X}{2L}}$$

و بملاحظة العلاقة الأخير نستنتج أنه:

طالما كانت قيمة الجذر أكبر من قيمة $\frac{X}{2L}$ فإنه سيكون التردد الزاوي و منه التوتر سالب و هذا مرفوض فيزيائياً لذلك نكتفي بالحل الموجب من بين هذين الحلين .

و عند حالة الرنين يكون $X=\pm R$ لأنه



بالتالي :

$$\omega_{\mp 45}=\frac{\pm R}{2L}+\sqrt{(\frac{R}{2L})^2+\frac{1}{CL}}$$

$$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \omega_{\mp 45}=\frac{\pm R}{2L}+\sqrt{(\frac{R}{2L})^2+\omega_0^2}$$

و بإخراج التردد الزاوي عامل مشترك :

$$\omega_{\mp 45}=\frac{\pm R}{2L}+\omega_0\sqrt{\frac{1}{\omega_0^2}\left(\frac{R}{2L}\right)^2+1}$$

-علاقة التردد 45 مع تردد الطنين-

و لكن من العلاقة الأخير نلاحظ عدم تناظر $\omega_{\pm 45}$ إلا مع المقدار $\omega_0\sqrt{\left(\frac{R}{2L\omega_0}\right)^2+1}$ و في حال $\frac{R}{2L\omega_0}\ll 1$ تصبح العلاقة و بتقدير مقبول

$$\omega_{45}-\omega_0=\omega_0-\omega_{-45}$$

-علاقة التناظر-

القيم المميزة للطنين

1- جودة الرنين :

وهي قيمة أحد مركبات الممانعة الوهمية على المقاومة و يرمز لها بـ ρ و بعض المراجع ترمز لها Q اختصاراً لـ Q-factor Q=quality كما أنه له تعاريف نظرية أخرى و براهين ليست محصورة في $\frac{\text{الممانعة الوهمية}}{\text{المقاومة}}$ و لكن كلها ستئدي إلى نتيجة واحدة

.

$$\rho=\frac{X}{R}=\frac{\omega_0 L}{R}=\frac{1}{\omega_0 C R}$$

-جودة الرنين-

و باستخدام علاقة تردد 45 مع تردد الطنين نجد :

$$\omega_{\mp 45}=\frac{\pm 1}{2\rho}+\omega_0\sqrt{\left(\frac{1}{2\rho}\right)^2+1}$$

وفي حال $\rho\gg 1$ و بحسب قواعد التقريب [1]

$$\Rightarrow\omega_{\mp 45}=\underbrace{\frac{\pm 1}{2\rho}}_{\text{يهمل}}+\omega_0\left(\left(\frac{1}{2\rho}\right)^2+1\right)^{1/2}=\omega_0\left(\left(\frac{1}{2\rho}\right)+1\right)$$

-علاقة التردد 45 مع تردد الرنين و الجودة-

2-مجال الرنين :

تعريفاً هو إما : $\omega_{45}-\omega_{-45}$

أو : $f_{45}-f_{-45}$

و استكمالاً باستخدام العلاقةا لأخيرة التي أوجدناها بين الردد 45 و تردد الطنين :

---

1 (ن+ب)^2=ن+دب بحيث ب<<1

$$\omega_{\mp 45}=\frac{\pm R}{2L}+\omega_0\sqrt{\frac{1}{\omega_0^2}\left(\frac{R}{2L}\right)^2+1}\Rightarrow$$

$$\omega_{+45}=\frac{+R}{2L}+\omega_0\sqrt{\frac{1}{\omega_0^2}\left(\frac{R}{2L}\right)^2+1}$$

$$\omega_{-45}=\frac{-R}{2L}+\omega_0\sqrt{\frac{1}{\omega_0^2}\left(\frac{R}{2L}\right)^2+1}$$

$$\Rightarrow \omega_{45}-\omega_{-45}=\frac{R}{L}=\frac{1}{\rho}$$

-علاقة المجال مع الجودة-

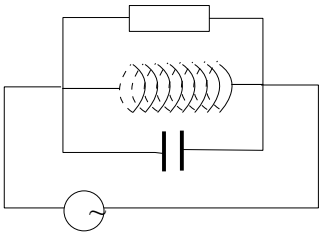
3-الانحراف :

$$V=\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}$$

-الانحراف-

- حالة دارة الطنين التفرعية :

نستطيع تعميم جميع القوانين التي حصلنا عليها سابقاً على دارة الطنين التفرعية بعد ابدال كل R بـ G و كل L بـ C و كل C بـ G .



- الشكل 2 - دارة طنين تفرعية

رنين تفرعي	رنين تسلسلي
$X=0\Rightarrow \omega_0 C-\frac{1}{\omega_0 L}=0\Rightarrow$ $\omega_0 C=\frac{1}{\omega_0 L}\Rightarrow \omega_0^2=\frac{1}{LC}\Rightarrow$ $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$X=0\Rightarrow \omega_0 L-\frac{1}{\omega_0 C}=0\Rightarrow$ $\omega_0 L=\frac{1}{\omega_0 C}\Rightarrow \omega_0^2=\frac{1}{LC}\Rightarrow$ $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
$\omega_{\mp 45}=\frac{\pm G}{2C}+\sqrt{\left(\frac{G}{2C}\right)^2+\frac{1}{CL}}$ $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow \omega_{\mp 45}=\frac{\pm G}{2C}+\sqrt{\left(\frac{G}{2C}\right)^2+\omega_0^2}$	$\omega_{\mp 45}=\frac{\pm R}{2L}+\sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2+\frac{1}{CL}}$ $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow \omega_{\mp 45}=\frac{\pm R}{2L}+\sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2+\omega_0^2}$
$\omega=\omega_{\pm 45}: Z=\sqrt{2}G$	$\omega=\omega_{\pm 45}: Z=\sqrt{2}R$

$\rho=\frac{X}{R}=\frac{\omega_0 L}{R}=\frac{1}{\omega_0 C R}$	$\rho=\frac{\frac{1}{X}}{G}=\frac{\omega_0 C}{G}=\frac{1}{\omega_0 L G}$
$\Rightarrow \omega_{45}-\omega_{-45}=\frac{R}{L}=\frac{1}{\rho}$	$\Rightarrow \omega_{45}-\omega_{-45}=\frac{G}{C}=\frac{1}{\rho}$

للاستزادة عن موضوع الرنين و لحل مجموعة من التطبيقات حوله يرجى الرجوع إلى الكتاب التالي :

Electrical Circuit Theory and Technology John Bird

ملاحظات :

- هذا المقال هو ليس أكثر من ترجمة و جمع للمعلومات لا يتحمل الفريق أياً من تبعات الاعتماد عليها .
- الرسوميات و الإخراج من إنتاج الفريق ما لم يشر إلى عكس ذلك .
- يرجى من الأشخاص الراغبين في تطوير بذرة هذا المقال و توسيعها أو التبليغ عن أي خطأا لتواصل معنا على البريد الإلكتروني :
e7aaproj@gmail.com راجين منه عز و جل القبول و النجاح في إيصال الفكرة و الله من وراء القصد و الحمد لله ربِّ العالمين .

من انتاجيات فريق إحياء©