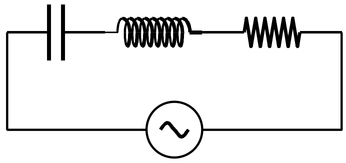
共振回路　　　　　　　　　　　　　　　　(　　)組(　　)番　氏名　(　　　　　　　　　)

コイルとコンデンサーを連結した回路は特定の振動数の交流を作り出す回路（発振回路）や特定の振動数の交流のみを通す回路（フィルター回路）として使われる。これらの回路は通信機や電子楽器などの主力の回路として使わている。

抵抗、コイル、コンデンサーの直列回路 → **特定の振動数の交流のみを通すフィルタの働きを持つ**

交流電源の電圧を $V = V_0 \sin \omega t$ 、電流を $I = I_0 \sin(\omega t + \delta)$ とする。



(1) 抵抗の電圧は電流の位相と同じなので、$V_R =$ [　　　　　　　　　　　　]

(2) コイルの電圧は電流の位相より90度進むので、$V_L =$ [　　　　　　　　　　　　]

(3) コンデンサーの両端の電圧は電流の位相より90度遅れるので、$V_C =$ [　　　　　　　　　　　　]

$V = V_C + V_L + V_R$ であるので、$V = I_0\left\{\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)\cos(\omega t + \delta) + R\sin(\omega t + \delta)\right\} = I_0\sqrt{\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}\,\sin(\omega t + \delta + \alpha)$

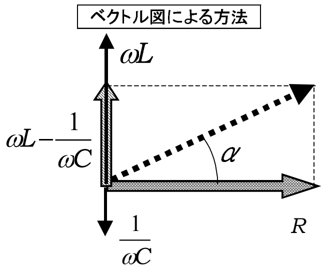
ただし、$\tan\alpha = \dfrac{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}}{R}$ である。 $V = V_0 \sin \omega t$ と比較して、$V_0 = I_0\sqrt{\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}$ より、抵抗としての働きは

$Z = \dfrac{V_0}{I_0} = \sqrt{\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}$（インピーダンスという）になる。 また、位相のずれの部分は $\delta + \alpha = 0$ になるから、

回路の電流の式は、$I = \dfrac{V_0}{\sqrt{\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}}\sin(\omega t - \alpha)$ ただし、$\tan\alpha = \dfrac{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}}{R}$ と表すことが出来る。

$Z = \sqrt{\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}$ の部分は交流における電気抵抗に相当する部分でインピーダンスと呼び、単位は[Ω]。 また、αはこの回路における電流の位相の遅れを表している。 上の式で示す位相の遅れ角αは図で示すと右図のようになる。

ベクトル図による方法



電流が最大になる条件 インピーダンス $Z = \sqrt{\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}$ が最小になればよい。 したがって、$\omega L - \dfrac{1}{\omega C} = 0$ のときだから、 $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ のときである。これは交流の振動数 $f = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ [Hz]のとき、交流電流が最大となり、それ以外の交流電流は少なくなる。 これは特定の振動数 $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ の交流を通すフィルタとしての働きがこの回路にあることを示している。この振動数をこの回路の共振周波数(共振振動数)という。

初級 FM 放送の電波を受信したい。80.2MHz の振動数に相当する共振回路を作りたい。コイルのインダクタンスが 2.0[μH]とすると、コンデンサーの電気容量はいくらであれば良いか。

共振周波数

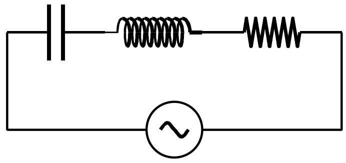
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

共振回路（解説）　　　　　　　　　　　（　　）組（　　）番　氏名　（　　　　　　　　）

コイルとコンデンサーを連結した回路は特定の振動数の交流を作り出す回路（発振回路）や特定の振動数の交流のみを通す回路（フィルター回路）として使われる。これらの回路は通信機や電子楽器などの主力の回路として使われている。

抵抗、コイル、コンデンサーの直列回路　→　**特定の振動数の交流のみを通すフィルタの働きを持つ**

交流電源の電圧を$V=V_0\sin\omega t$、電流を　$I=I_0\sin(\omega t+\delta)$とする。



(4)　抵抗の電圧は電流の位相と同じなので、$I=I_0R\sin(\omega t+\delta)$

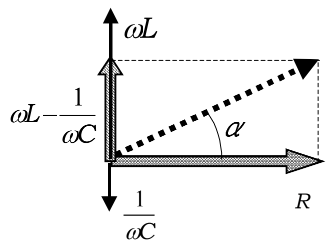
(5)　コイルの電圧は電流の位相より90度進むので、$V_L=I_0\omega L\sin\left(\omega t+\delta+\dfrac{\pi}{2}\right)$

(6)　コンデンサーの両端の電圧は電流の位相より90度遅れるので、$V_C=\dfrac{I_0}{\omega C}\sin\left(\omega t+\delta-\dfrac{\pi}{2}\right)$

電源電圧は、$V=V_C+V_L+V_R=\dfrac{I_0}{\omega C}\sin\left(\omega t+\delta-\dfrac{\pi}{2}\right)+I_0\omega L\sin\left(\omega t+\delta+\dfrac{\pi}{2}\right)+I_0R\sin(\omega t+\delta)$　であるので

$V=I_0\left\{\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)\cos(\omega t+\delta)+R\sin(\omega t+\delta)\right\}=I_0\sqrt{\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2+R^2}\sin(\omega t+\delta+\alpha)$　ただし、$\tan\alpha=\dfrac{\omega L-\dfrac{1}{\omega C}}{R}$　である。　$V=V_0\sin\omega t$と比較して、$V_0=I_0\sqrt{\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2+R^2}$　より、抵抗としての働きは　$Z=\dfrac{V_0}{I_0}=\sqrt{\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2+R^2}$（インピーダンスという）　になる。　また、位相のずれの部分は　$\delta+\alpha=0$ になるから、　回路の電流の式は、

$I=\dfrac{V_0}{\sqrt{\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2+R^2}}\sin(\omega t-\alpha)$　ただし、$\tan\alpha=\dfrac{\omega L-\dfrac{1}{\omega C}}{R}$　と表すことが出来る。　$Z=\sqrt{\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2+R^2}$　の部分は交流における電気抵抗に相当する部分でインピーダンスと呼び、単位はΩである。　また、αはこの回路における電流の位相の遅れを表している。　上の式で示す位相の遅れαは図で示すと右図のようになる。



電流が最大になる条件　インピーダンス　$Z=\sqrt{\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2+R^2}$　が最小になればよい。したがって、$\omega L-\dfrac{1}{\omega C}=0$　のときだから、　$\omega=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$　のときである。これは交流の振動数　$f=\dfrac{\omega}{2\pi}=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$　[Hz]のとき、交流電流が最大となり、それ以外の交流電流は少なくなる。

これは特定の振動数　$f=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$　の交流を通すフィルタとしての働きがこの回路にあることを示している。この振動数をこの回路の共振周波数(共振振動数)という。

初級　80.2MHz の振動数の共振回路より、コイルが 2.0[μH]とすると、$f=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ より、$80.2\times10^6=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{2.0\times10^{-6}C}}$ だから、

$C=\dfrac{1}{4\pi^2\times2\times10^{-6}\times80.2^2\times10^{12}}=1.97\times10^{-12}$ より、　2.0[pF]

共振周波数

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