

1 目的

共振回路は同調回路，フィルター回路，発信回路等の構成要素として応用上重要である．ここでは，電気回路の復習も踏まえて，並列共振回路のインピーダンス周波数特性を測定し，電気回路におけるフェーザ，複素インピーダンス，電圧波形波の振幅と進み・遅れ等の概念を再確認する．また，電気回路演習での実験 [1] を再確認し基本的な測定技能を高める．また，共振回路に対する理解も深める．

2 理論

並列共振回路の一般形を図 1 に示す．ここではコイル L とキャパシタ C は理想的であるとし，抵抗 R を並列に考える．各周波数 ω [rad/sec] での複素アドミタンス $Y(\omega)$ [S] もしくは複素インピーダンス $Z(\omega)$ [Ω] は，以下のように書ける．

$$Y(\omega) = \frac{1}{R} + j\omega C + \frac{1}{j\omega L}$$
$$Z(\omega) = \frac{1}{Y(\omega)} = \frac{L}{C} \cdot \frac{1}{\frac{L}{RC} + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}}$$

サセプタンス成分 $\omega C - \frac{1}{\omega L}$ がゼロとなる共振角周波数 ω_0 [rad/sec]，共振周波数 f_0 [Hz]

$$\omega_0 C - \frac{1}{\omega_0 L} = 0 \longrightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

において，図 1 の並列共振回路のインピーダンスの大きさは最大をとり，共振の状態になる．

並列共振回路に対し回路全体を流れる電流 I [A] と抵抗 R に分流する電流 I_R [A] の電流相対比 I_{ratio} を定義する．

$$I_{ratio} \equiv \frac{|I_R|}{|I|}$$

I_{ratio} の周波数特性を同調曲線と呼ぶ．図 1 の並列並列共振回路においては I_{ratio} は

$$I_{ratio} = \frac{1}{|Y(\omega)|R} = \frac{|Z(\omega)|}{R} = \frac{|Z(\omega)|}{\max |Z(\omega)|}$$

ともかける．共振周波数 f_0 [Hz] において I_{ratio} は最大値 1 をとる． $I_{ratio} = 1/\sqrt{2}$ を満たす各周波数 ω_L , ω_H ($\omega_L < \omega_0 < \omega_H$)，あるいは周波数 f_L , f_H ($f_L < f_0 < f_H$) に対し

$$S = \frac{\omega_0}{\omega_H - \omega_L} = \frac{f_0}{f_H - f_L}$$

を選択度と呼ぶ．共振周波数の時のコイルまたはキャパシタに分流する電流 I との電流比を考えると，共振回路の Q は

$$Q = \omega_0 CR = \frac{R}{\omega_0 L} = R\sqrt{\frac{C}{L}}$$

で与えられる．このとき，

$$Q = S$$

が成立する．