

講義③

その1：電子部品の特性は周波数によって変化する

一般に、時間によって電圧や電流の大きさと向きが変化しない直流(Direct Current ; DC)よりも、それらが時間的に変化する交流(Alternating Current ; AC)のほうが扱いにくくなります。

さらに、この交流の波の周波数が高くなる(低周波から高周波になる)に従って、扱いにくくなります。

その理由の1つは「電子部品の特性は周波数によって変化する」からです。特に、高周波領域になると、例えば抵抗やコイルといった部品の特性が、ほかの部品の特性へと化けてしまうからです。

本章では、基本的な部品の特性をおさらいします。

3-1 周波数で変化する抵抗 / コンデンサ / コイルの理想特性

抵抗、コイル、コンデンサの3つの電子部品は、電子回路を構成する基本素子です。それらの性質や働きの違いを解説します。

● 基本素子の電圧、電流、電力の関係

抵抗、コイル、コンデンサの基本素子(理想素子)に交流電源をつないだ場合の電圧と電流と消費する電力の関係について時間軸上で比べます。

▶ 抵抗(レジスタンス) R に交流電源を加える

抵抗 R に交流電源 e をつなぐと、直流の場合と同じようにオームの法則が成立します。ゆえに、電流 i によって抵抗 R の両端に次式の逆起電力 v_R が生じます*1。

$$v_R = e = iR \dots\dots\dots (1)$$

したがって、図1(a)に示すように、電圧 v_R と電流 i の波形は時間とともに同時に変化します。位相が同じということです。消費電力 p は、次式のように電圧と電流の掛け算となります。

$$p = v_R i \dots\dots\dots (2)$$

同図に示すように、電力波形はプラス領域で2倍の周波数で正弦波状に変化し、平均電力 \bar{p} を消費します。

▶ コイル(インダクタンス) L に交流電源を加える

コイル(インダクタンス) L に電流を流すと、自己誘導作用により逆起電力が発生して、電流の流れを妨げようとする。コイルに交流電源 e を加えると、この現象が連続して起こるので誘導性リアクタンスとなり、次式の逆起電力 v_L が発生します。

$$v_L = e = L \frac{di}{dt} \dots\dots\dots (3)$$

したがって、図1(b)に示すように、電流 i の位相は電圧 v_L より $\pi/2 = 90^\circ$ 遅れます。また、これを逆に表現すると、電圧 v_L の位相は電流 i より $\pi/2 = 90^\circ$ 進みます。

同図に示すように、電力波形はゼロを中心に2倍の周波数で正弦波状に変化します。

平均電力 \bar{p} はゼロ、つまり電力は消費しません。

▶ コンデンサ(キャパシタンス) C に交流電源を加える

コンデンサ(キャパシタンス) C に電圧を加えると、充電電流が流れて電荷を蓄えて、電流は流れなくなります。ゆえに、コンデンサに交流電源 e を加えると、この現象が連続して起こるので容量性リアクタンスとなり、次式の逆起電力 v_C が発生します。

*1：交流の電圧や電流は時間とともに変化するるので、瞬時値として小文字で e 、 i と表します。