

電圧と電流の測定

本章では電気電子計測で最も多くの場面で必要となる電圧と電流の測定について学ぶことにする。

交流波形の実効値

交流電圧の波形はさまざまであるが、最も一般的なのは正弦波(Sine wave, Sinusoidal wave)である。そこで測定器は交流波形が正弦波であるとして表示する。正弦波の交流電圧の表現方法はいくつかあり、それらを説明する。

交流電圧の時間変化 $V(t)$ が(5.1)式で表わされるとする。

$$V(t) = A \sin \omega t \quad (5.1)$$

A は振幅、 t は時間、 ω は角周波数であり、 $\omega = 2\pi f$ である。(f は周波数) 正弦波の周期 T は周波数 f の逆数であり、 $T = 1/f$ である。波高値 V_p とは振幅 A にあたる量である。

交流電圧の平均値 V_{av} は

$$V_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T |\sin \omega t| dt \quad (5.2)$$

これは交流電圧を全波整流すれば求められる。また、交流電圧の実効値 V_{rms} は

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A^2 \sin^2 \omega t dt} \quad (5.3)$$

で表わされる。これは同じ電力を消費する直流電圧に換算した電圧である。ほとんどの交流電圧計や電流計は正弦波の実効値で表示されている。

式(5.3)より A と V_{rms} との関係を求める。三角関数の公式

$\sin^2 \omega t = (1 - \cos 2\omega t) / 2$ より

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A^2 \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt} = \sqrt{\frac{1}{T} A^2 \frac{T}{2}} = \frac{A}{\sqrt{2}} \quad (5.4)$$

となる。従って、実効値は振幅の約 0.7 倍となる。さらに図 5.2 に示すように、交流波形の最大値と最小値の差を波高値 V_{p-p} と表わす。オシロスコープで波形表示を行った場合には波高値を用いることが多い。 V_{p-p} は

$$V_{p-p} = 2A = 2\sqrt{2}V_{rms} \quad (5.5)$$

となり、実効値の約 2.8 倍となる。

例

AC コンセントから供給される電圧は 100V であるが、その 100V とは常に変化する交流のどこを指しているのだろうか？

この 100V は実効値であり、 $100V_{rms}$ と表わせる。従って、瞬間的には 141V にもなり、オシロスコープで波形観察をすれば $282V_{p-p}$ となる。

まとめ

波高値 (V_{p-p}) = $2\sqrt{2}$ × 実効値(V_{rms})