

第1章 単独での特性と それぞれを組み合わせたときの特性

抵抗, コンデンサ, コイルの基本動作と特性

遠坂 俊昭 Toshiaki Enzaka

電子回路を構成する基本的な受動素子として、抵抗、コンデンサ、コイルがあります。ここでは、それぞれの基本動作と特性を解説します。また、抵抗、コンデンサ、コイルを組み合わせた回路の動作も解説します。

抵抗, コンデンサ, コイルの基本動作

● 抵抗の基本動作

純粋な抵抗に電圧または電流を印加すると下式のオームの法則にしたがって瞬時に電圧、電流が決定され、抵抗で電力が熱に変換され、消費されます。

$$I = \frac{V}{R}, V = IR, R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (1)$$

$$P = VI$$

I: 電流 [A], V: 電圧 [V], R: 抵抗 [Ω],

P: 電力 [W]

図1は、1kΩの抵抗に0~+5Vの電圧波形を印加したときのシミュレーションです。電流波形はオームの法則に従って電圧と相似形になります。電圧と電流を乗算した電力波形のプラス側は、信号源から抵抗に向かって電力が移動していることを示しています。

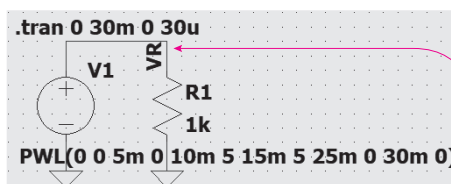
図2は、1kΩの抵抗に1kHzの正弦波電圧を印加したときのシミュレーションです。電圧波形と電流波形は相似なので、乗算した電力波形はすべての区間でプラスになります。したがって、信号源から抵抗に向かってエネルギーが流入し、**抵抗ですべて電力が消費されている**ことを示しています。

このように、抵抗にはエネルギーを蓄える機能がなく、エネルギーは瞬時に熱に変換されます。

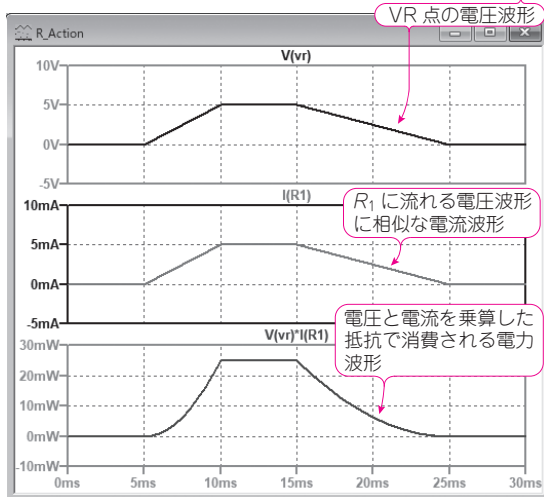
● コンデンサ(キャパシタ)の基本動作

日本ではコンデンサと呼ばれていますが、世界的にはキャパシタ(capacitor)と呼ばれます。

抵抗にはエネルギーを蓄える機能がありませんが、**コンデンサには電圧の形でエネルギーが蓄えられます**(逆の言いかたをすると純粋なコンデンサではエネルギーを消費することができない)。そして、その値は



(a) シミュレーション回路



(b) シミュレーション結果

図1 抵抗に電圧波形を印加する

下式から求められます。

$$W_S = \frac{1}{2} CV^2 \dots \dots \dots (2)$$

W_S : 静電エネルギー [J], C : 容量 [F]

図3に示すシミュレーションは、1μFのコンデンサに電圧を印加し、スイープしたときの様子です。コンデンサの電圧が一定速度で増加すると、一定の電流がコンデンサに流れ込み、その量は下式によります。

$$I = \Delta VC \dots \dots \dots (3)$$

ΔV : 単位時間における電圧変化 [V/sec]

図3では立ち上がりが5V/5msの電圧変化なので、 $1000 \text{ V/s} \times 1 \times 10^{-6} \text{ F} = 1 \text{ mA}$