

教室[13] 周期信号と非周期信号では求め方が違います

# 交流源や雑音源が秘めるパワー「実効値(RMS)」

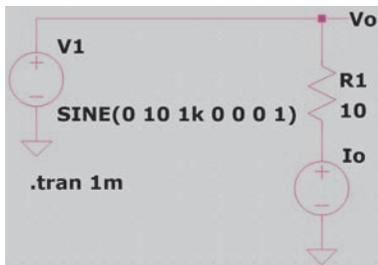


図1 正弦波を例に実効値の意味を理解する(LTspiceの回路ファイルはRMS.asc)

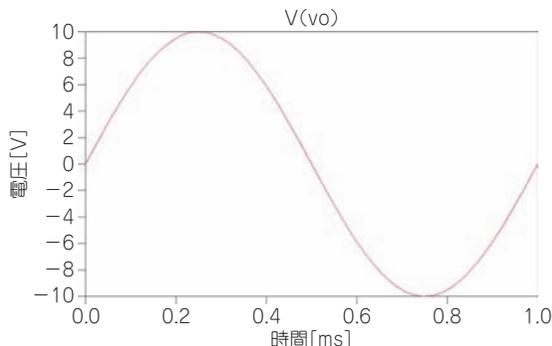


図2 振幅10 V<sub>peak</sub>の正弦波を出力定電圧源のパワーを直流値(実効値)で表すには？

交流信号の振幅を表現する値として物理的に意味を持つのはエネルギーの大きさを意味する実効値です。

実効値電圧10Vの正弦波交流から取り出せる電力(熱)は、直流電圧10Vから取り出せる電力(熱)と等しくなります。

実効値を検出することが困難な場合には平均値が用いられます。ダイオードなどを用いた整流回路と、抵抗、コンデンサなどによる平滑回路で交流信号を平均化した結果から得られる値です。平均値は、数学的には電圧波形の幾何学的面積を求めた結果です。

交流信号は、実効値と平均値、2つの値で表せます。計測しやすいのは平均値、物理的に意味があるのは実効値なので、平均値から実効値を求められれば便利です。しかし、さまざまな交流信号において平均値と実効値の関係は異なっているため、入力信号波形(関数波形)を規定しない限り、平均値から実効値を算出することは困難です。

雑音の実効値は、交流信号での定義とは異なる考え方が必要です。例えば、純粋な抵抗から発生する熱雑音は、周波数特性が平坦な白色雑音です。様々な周波数を含んでいて、周期は定義できません。

白色雑音の場合、雑音電圧の大きさは観測する周波数帯域に依存します。そこで、単位周波数あたりの雑音電圧「雑音密度」を考えて求めます。

## ■ あらまし

交流電圧  $v(t)$  の実効値の定義は、1周期を  $T$  として数式で表すと、次の式に示す瞬時値[例えば  $t = 1$  s のときの値  $v(1)$  など]の2乗平均の平方根(Root-Mean-Square: RMS)になります。

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v(t)^2 dt} \dots \dots \dots (1)$$

例えば、交流電圧  $v(t)$  を正弦波とした場合は、定

義式にしたがって計算すると、正弦波信号の実効値  $V_O/\sqrt{2}$  (ただし、 $V_O$  は正弦波の片ピーク値) が求められます。ここでは、実効値の意味を理解するために電力に着目して、順を追って解説します。

## ■ 実効値を求める① 正弦波という周期信号の場合

● ステップ1: 交流源に負荷をつないだときに取り出される電力の平均値を求める

▶ 10 V<sub>peak</sub> 正弦波に10Ωをつなぐと平均で5W取り出せる

実効値電圧  $V_R[V_{RMS}]$  とは、図1のように抵抗器に交流電流を流したときの消費電力  $P_{AC}$  が、直流電圧  $V_{DC}$  によって生じる電力  $P_{DC}$  と等しくなる交流電圧値のことです。ここでは、交流電圧による電力を計算しながら確かめてみます。

図2に示した交流電圧  $V_O(10 V_{0-peak})$  を10Ωの抵抗  $R$  に加えると、オームの法則から、

$$I_O = \frac{V_O}{R} \sin \omega t \dots \dots \dots (2)$$

の電流  $I_O$  が流れます。つまり、 $I_O$  の波形は図3に示すようになります。

この抵抗  $R$  で消費される電力  $P_{AC}[W]$  は、次式になります。

$$\begin{aligned} P_{AC} &= V_O I_O \\ &= V_O \sin \omega t \times I_O \sin \omega t \\ &= V_O I_O \sin^2 \omega t \dots \dots \dots (3) \\ &= \frac{1}{2} V_O I_O (1 - \cos 2\omega t) \end{aligned}$$

【セミナー案内】 ビギナーのためのトランジスタ回路設計  
—— トランジスタの基礎から、エミッタ接地増幅回路まで

【講師】 鈴木 雅臣 氏, 7/23(日) 4,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>