

電気塾⑦

初めての回路設計① OPアンプで作る反転アンプ

OPアンプがアナログ回路のメイン部品たる理由は、増幅度(gain)を抵抗2本の値の比で簡単に設定できるアンプを作れるからです。トランジスタを使ったアンプは、バイアス電流やベース-エミッタ間電圧を考慮する必要があり、設計は容易ではありません。
(編集部)

反転アンプの基本

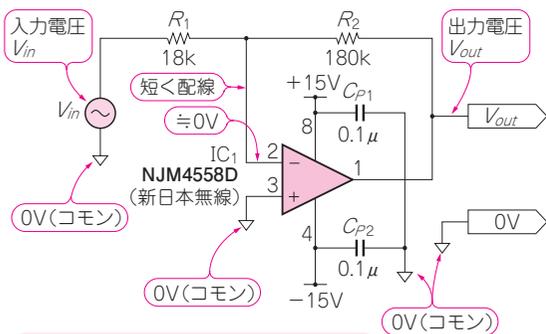
● 2本の抵抗比でゲインを設定できる

図1の回路を反転アンプ(inverting amplifier)と呼びます。図1で信号の名前を、入力電圧(input voltage)では V_{in} 、出力電圧(output voltage)を V_{out} とします。図1では2本の抵抗に注目してください、抵抗 $R_1 = 18\text{ k}\Omega$ 、抵抗 $R_2 = 180\text{ k}\Omega$ となっています。結論から書くと反転アンプのゲインは、式(1)のように抵抗 R_1 と R_2 の2本の抵抗によって決まります。

$$\text{反転アンプのゲイン} = -\frac{R_2}{R_1} \dots (1)$$

式(1)のマイナスの符号“-”は、入力電圧 V_{in} がプラスならば、出力電圧 V_{out} はマイナスになり、入力電圧 V_{in} がマイナスならば、出力電圧 V_{out} はプラスになることを意味します。入力電圧 V_{in} のプラスとマイナスの極性(polarity)に対して出力電圧の極性が反転するので、図1の回路は反転アンプと呼ばれます。

図1の回路で抵抗 $R_1 = 18\text{ k}\Omega$ 、抵抗 $R_2 = 180\text{ k}\Omega$ の値として反転アンプのゲインを計算すると、式(2)と



$$V_{out} = -V_{in} \frac{R_2}{R_1} = -V_{in} \frac{180\text{k}}{18\text{k}} = -10V_{in}$$

図1 増幅度(ゲイン)10倍の反転アンプの例
入力と出力で極性が反転する

なり-10倍のゲインとわかります。

$$\begin{aligned} \text{反転アンプのゲイン} &= -\frac{R_2}{R_1} \\ &= -\frac{180\text{k}\Omega}{18\text{k}\Omega} = -10 \text{ 倍} \dots (2) \end{aligned}$$

本稿では反転アンプであることを示すマイナスの符号“-”は気にせず、ゲイン10倍の反転アンプとか、さらに略して10倍の反転アンプと書きます。

反転アンプの回路を図2(a)に示します。

入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} の関係は、式(3)のように抵抗 R_1 と R_2 だけで決まります。

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{in} \dots (3)$$

式(3)から、反転アンプのゲインは式(4)となり、式(1)の関係が得られます。

$$\text{反転アンプのゲイン} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1} \dots (4)$$

● シーソーをイメージすると増幅動作が見えてくる

反転アンプが動作するイメージを図2(b)に示します。棒の長さ $R_1 + R_2$ のシーソーがあります。図1に示した反転アンプ回路では、 $R_1 = 18\text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 180\text{ k}\Omega$ で、

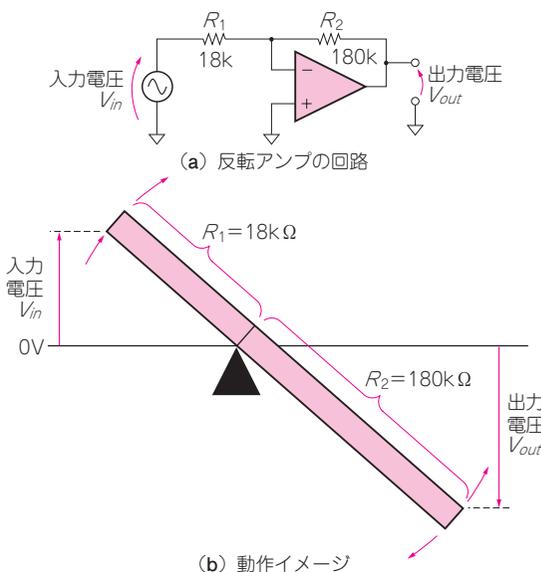


図2 反転アンプの回路の動作はシーソーに似ている

【セミナー案内】 実習・木製電動キット・カート「琵琶」の図面を読み、組み立て、乗ってみよう [ビギナー向け] —— 組み立て・調整・ソフト開発&試乗体験
【講師】 水嶋 徹 氏, 5/20(日) 4,000円(税込) <http://seminar.cqpub.co.jp/>