

電気塾⑩

OPアンプ増幅回路のゲイン設計術

現実のOPアンプ自体のオープン・ループ・ゲインは周波数の増加とともに減少します。抵抗だけで仕上がりゲインを設定するためには、OPアンプのオープン・ループ・ゲインは、仕上がりゲインの10～100倍が必要です。

NJM4558D(新日本無線)などの汎用OPアンプでは、50kHzぐらいまで使えますが、1MHzまで増幅したい場合にはAD828AN(アナログ・デバイセズ)などの高速OPアンプを用います。 〈編集部〉

抵抗2本でゲインを決められるのにはわけがある

● OPアンプの動作はシンプル! +端子と-端子の差電圧をひたすら増幅する

図1に示すように、OPアンプは、非反転入力端子の電圧 V_{in+} と反転入力端子の電圧 V_{in-} との差の電圧 ($V_{in+} - V_{in-}$) をOPアンプ自体のゲイン A で増幅します。

OPアンプの出力電圧 V_{out} は式(1)のとおりで、反転アンプや非反転アンプに無関係です。

$$V_{out} = (V_{in+} - V_{in-})A \dots (1)$$

● OPアンプ自体のゲインが果てしなく大きければ2本の抵抗でゲインを決められる

図2に示す非反転アンプに式(1)を適用してみましょう。非反転入力端子の電圧 V_{in+} は入力電圧 V_{in} です。式で書くと式(2)です。

$$V_{in+} = V_{in} \dots (2)$$

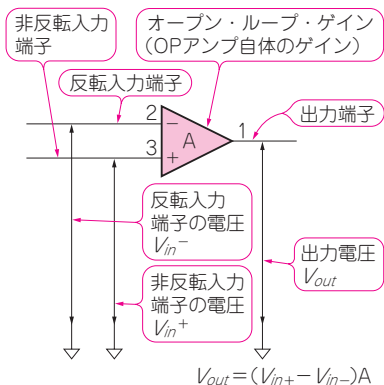


図1 OPアンプは、ひたすら非反転入力端子と反転入力端子の電圧差をA倍して出力する
OPアンプ自体の動作は、抵抗 R_1 、 R_2 の比率には無関係である

非反転入力端子の電圧 V_{in+} は、出力電圧 V_{out} を抵抗 R_1 、 R_2 で分割しているため式(3)になります。

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

式(2)、式(3)を式(1)に代入し、整理すると式(4)になります。

$$V_{out} = \left(V_{in} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out} \right) A \dots (4)$$

順に式(4)を整理していきます。括弧(カッコ)を開きます。

$$V_{out} = V_{in} \times A - \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out} \times A \dots (5)$$

出力電圧 V_{out} を左辺に移動します。

$$V_{out} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out} \times A = V_{in} \times A \dots (6)$$

左辺を出力電圧 V_{out} でまとめます。

$$\left(1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} A \right) V_{out} \times A \dots (7)$$

式(8)に示すように、出力電圧 V_{out} と入力電圧 V_{in} の関係が得られます。

$$V_{out} = \frac{A}{1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} A} V_{in} \dots (8)$$

ここからが面白いところです。式(8)の右辺の分子と分母をOPアンプ自体のゲイン A で割ってみましょう。

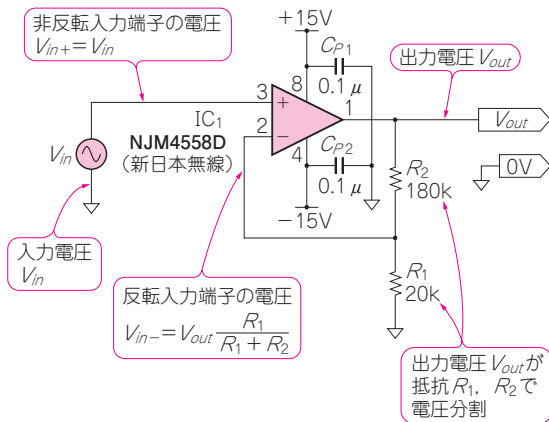


図2 式(1)を使って、この非反転アンプの決めり方を調べてみる
反転入力端子には出力電圧 V_{out} を抵抗 R_1 、 R_2 で分割した電圧が加えられる

【セミナー案内】 実習! 小型プリント基板アンテナのシミュレーション設計 —— Wi-FiからサブGHzまで! よく飛びよく受かるIoT無線機をビジュアル開発
【講師】 小暮 裕明 氏, 6/1(金) 22,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>