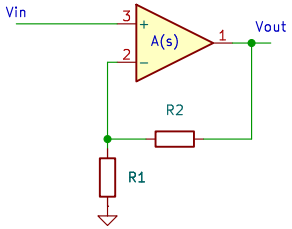
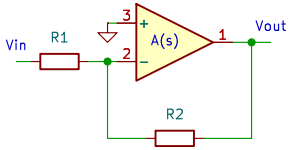


←この回路は非反転増幅回路なので、

$$gain = 1 + \frac{R2}{R1}$$

オペアンプのGB積をGBWとすると、
この回路の遮断周波数は

$$fc = \frac{GBW}{|gain|}$$ ←これは正しい

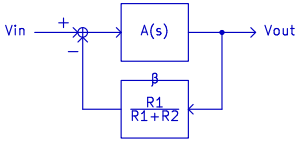


←この回路は反転増幅回路なので、

$$gain = -\frac{R2}{R1}$$

オペアンプのGB積をGBWとすると、
この回路の遮断周波数は

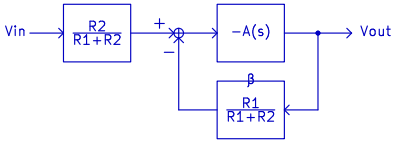
$$fc = \frac{GBW}{|gain|}$$ ←これは間違い！



←これは非反転増幅回路のブロック線図。

帰還率βは $\frac{R1}{R1+R2}$ である。

A(s)とβで周波数特性が決まるため、A(s)が一次遅れ系ならば
GB積からβの逆数を割れば回路の遮断周波数が求まる。



←これは反転増幅回路のブロック線図。

帰還率βは $\frac{R1}{R1+R2}$ である。

帰還率は非反転増幅回路と変わらない。
つまり非反転増幅回路と同じくGB積からβの逆数を割れば回路の遮断周波数が求まる。

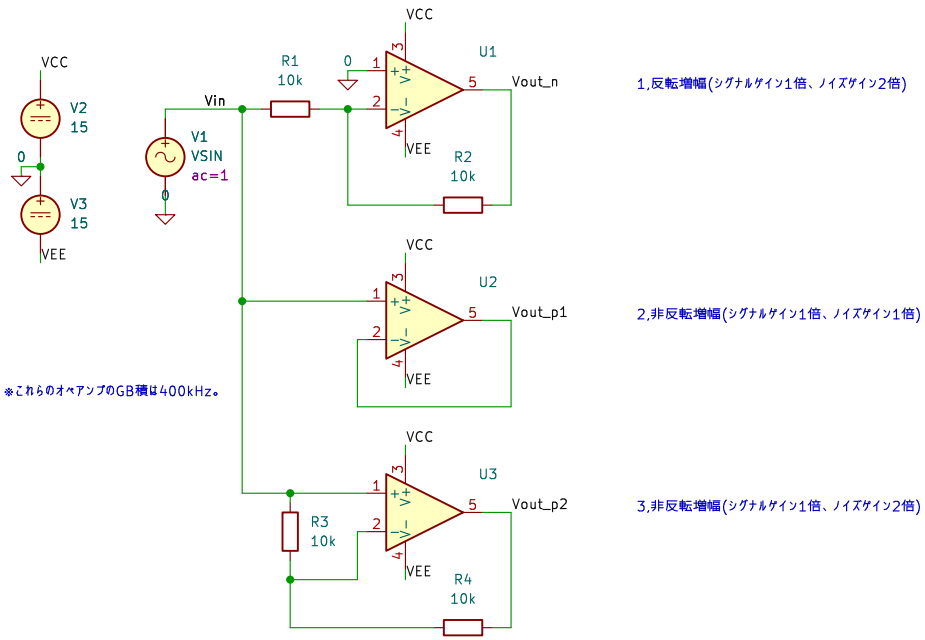
すなわち、非反転増幅回路も反転増幅回路も、同じ計算式で遮断周波数を求めることができる。

$$1/\beta = 1 + \frac{R2}{R1}$$

$$fc = \frac{GBW}{1/\beta} = \frac{GBW}{NG}$$

このβの逆数は、所謂ノイズゲイン(NG)と呼ばれるものである。
ノイズゲインは、オペアンプ内部で発生する雑音が、すべて非反転入力端子で
発生したものとモデル化したとき、その雑音に対するゲインと定義される。
オペアンプ回路の周波数特性を考えるときは、シグナルに対するゲインではなく、
ノイズゲインを用いるのが正しい。位相余裕を考えるときも同様。

※シミュレーションの実行方法
上部タブの、検査→シミュレーター
でシミュレーター起動。その後、実行ボタンを押す。



1,反転増幅(シグナルゲイン1倍、ノイズゲイン2倍)

2,非反転増幅(シグナルゲイン1倍、ノイズゲイン1倍)

3,非反転増幅(シグナルゲイン1倍、ノイズゲイン2倍)

※これらのオペアンプのGB積は400kHz。

シミュレーションを行うと、1と2の回路では直流利得が等しいのにかかわらず、
2の回路のほうが遮断周波数が2倍高いことが分かる。
これは、シグナルゲインが等しいもののノイズゲインが2倍異なっているからである。
1の回路の遮断周波数は、

$$fc = \frac{GBW}{NG} = \frac{400k}{1+\frac{10k}{10k}} = 200kHz$$

2の回路の遮断周波数は、

$$fc = \frac{GBW}{NG} = \frac{400k}{1} = 400kHz$$

と求まり、これはシミュレーションの結果と一致している。
また、3の回路のR3は、一見意味のない抵抗に見えるが、ノイズゲインに関わっており、

$$fc = \frac{GBW}{NG} = \frac{400k}{1+\frac{10k}{10k}} = 200kHz$$

と計算される。これは回路1と3のシミュレーション結果が完全に一致することを説明している。
これらのことから、ノイズゲインとシグナルゲインを別に設定することで
直流利得を保ったまま周波数特性を変えることができることが分かる。
応用として、シングルエンド→差動変換をする回路で、差動の上下を同じ周波数特性にすることが可能。

ice458		
Sheet: /		
File: GB積.kicad_sch		
Title: GB積とノイズゲイン		
Size: A4	Date: 2024-04-19	**Rev: 1**
KiCad E.D.A. 8.0.1		Id: 1/1