

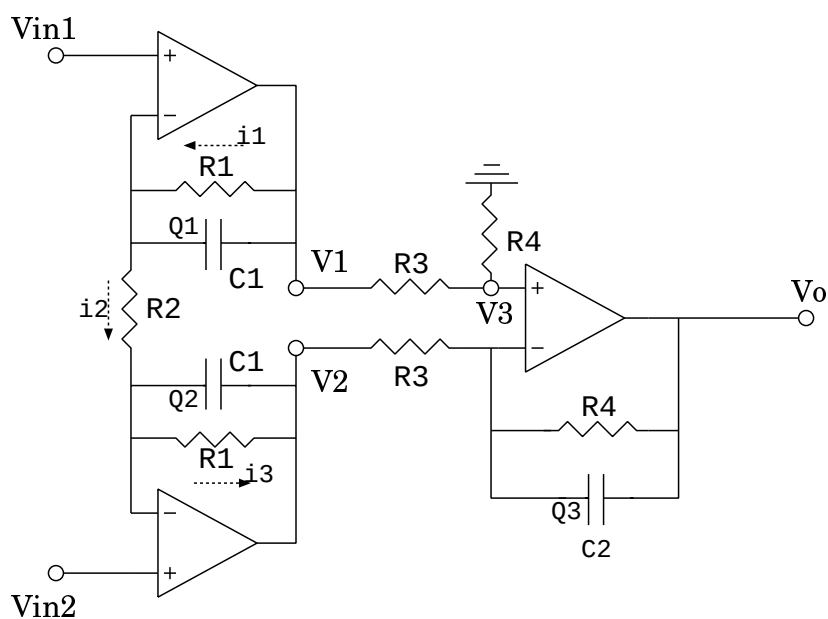
プリアンプボード Ver 3.1 の製作 － 回路定数の決定－

本原 顕太郎

平成 11 年 10 月 23 日

1 アンプのゲイン

プリアンプの回路は以下の通り



1.1 インストゥルメンテーション アンプ部

$$\begin{aligned} i_1 - \frac{dQ_1}{dt} &= i_2 = i_3 + \frac{dQ_2}{dt} \\ \frac{Q_1}{C_1} &= (V_{in1} - V_1) \\ \frac{Q_2}{C_1} &= (V_{in2} - V_2) \\ i_2 R_2 &= V_{in1} - V_{in2} \\ i_2 R_2 &= V_{in1} - V_{in2} \end{aligned}$$

を、 $V_k = \tilde{V}_k e^{i\omega t}$ を仮定してを解くと、

$$\begin{aligned}\tilde{V}_1 &= \tilde{V}_{\text{in}1} + \frac{1}{R_2} \left(\frac{1}{R_2} + i\omega t \right)^{-1} (\tilde{V}_{\text{in}1} - \tilde{V}_{\text{in}2}) \\ \tilde{V}_2 &= \tilde{V}_{\text{in}2} - \frac{1}{R_2} \left(\frac{1}{R_2} + i\omega t \right)^{-1} (\tilde{V}_{\text{in}1} - \tilde{V}_{\text{in}2})\end{aligned}$$

さらにこれを以下のように変形しておく。

$$\begin{aligned}\tilde{V}_1 &= \tilde{V}_{\text{in}1} + \alpha(1 - i\beta)\Delta\tilde{V}_{\text{in}} \\ \tilde{V}_2 &= \tilde{V}_{\text{in}2} - \alpha(1 - i\beta)\Delta\tilde{V}_{\text{in}}\end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned}\Delta\tilde{V}_{\text{in}} &= \tilde{V}_{\text{in}1} - \tilde{V}_{\text{in}2} \\ \alpha &= \frac{R_1}{R_2} (1 + \omega^2 C_1^2 R_1^2) \\ \beta &= \omega C_1 R_1\end{aligned}$$

1.2 アンプ部

$$\begin{aligned}\frac{V_2 - V_3}{R_3} &= \frac{V_3 - V_o}{R_4} + \frac{dQ_3}{dt} \\ Q_3 &= C(V_3 - V_o)\end{aligned}$$

を同様に解いて、

$$\tilde{V}_o = \left(i\omega C_2 - \frac{1}{R_4} \right)^{-1} \left(i\omega \frac{R_4 C_2}{R_3 + R_4} \tilde{V}_1 + \frac{\tilde{V}_1 - \tilde{V}_2}{R_3} \right)$$

これより入力 $V_{\text{in}1}$ 、 $V_{\text{in}2}$ に対する出力は

$$\tilde{V}_o = \left(i\omega C_2 - \frac{1}{R_4} \right)^{-1} \left\{ \left(\alpha\beta B + \frac{1}{R_3} + \frac{2}{R_3} \right) \Delta\tilde{V}_{\text{in}} + i \left(B\tilde{V}_{\text{in}1} + \alpha \left(B - \frac{2\beta}{R_3} \right) \Delta\tilde{V}_{\text{in}} \right) \right\}$$

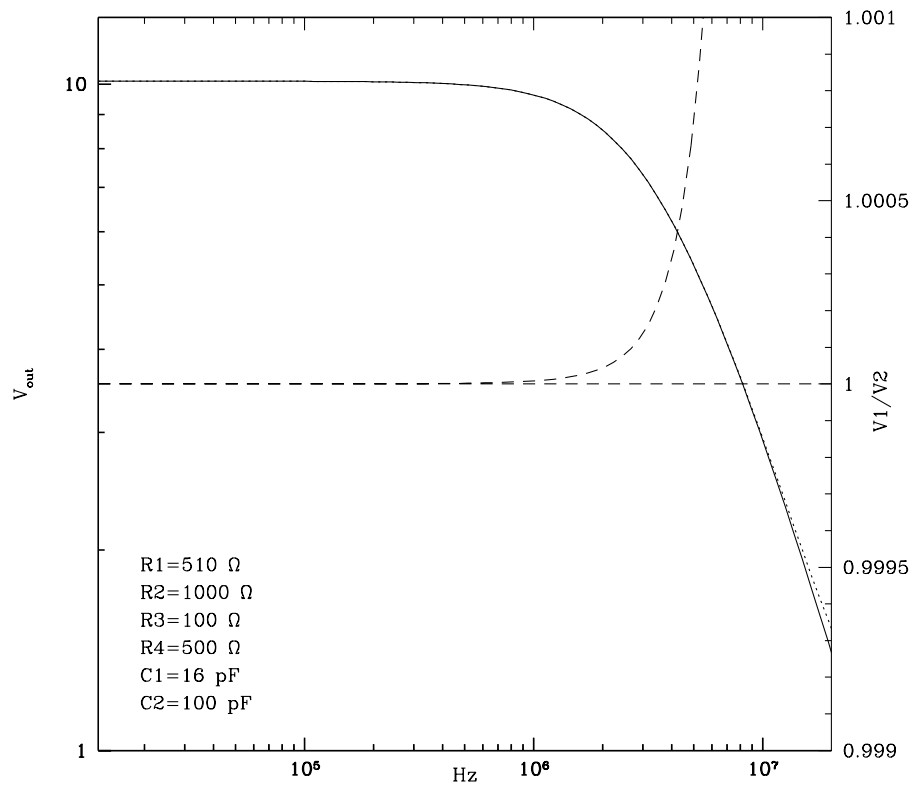
となる。ただし、

$$B = \omega \frac{R_4 C_2}{R_3 + R_4}$$

とした。

2 計算結果

実際に回路に実装する値でゲインの周波数依存性を計算した。結果は下図。



入力電圧は $V_{in1} = 1$, $V_{in2} = 0$ と $V_{in1} = 0$, $V_{in2} = 1$ の二通り。先に式からわかるように、入力を V_{in1} に入れるのと V_{in2} に入れるのとでゲインが微妙に変わるので、その比も破線を入れてある。この回路定数なら問題はないだろう。