2019年 期末テスト解答例

[1]

(1) 全差動型OPAは、2本の信号線を用いて、正相と逆相信号を同時に出力するため、減算操作により(同相)雑音をキャンセルすることができる。一方、単出力OPAは、正相信号のみを出力するため、雑音をキャンセルする方法がない。

(2) 1bit量子化器は、アナログ電圧の正負(または高低)を判定する機能しか持たないため、回路がシンプルであり、高精度化が容易である。

(3) RC回路は、伝達関数の係数が、時定数RCの値で表わされるため、RとCの絶対精度が要求される。一方、スイッチトキャパシタ回路は、係数が2つの容量の比で表わされるため、容量の相対精度により、信号処理の精度が決まる。電子部品の相対精度を高めることは容易であるため、信号処理の高精度化が容易である。

(4) キャリア周波数の4倍の周波数でサンプリングすることにより、キャリア信号をディジタル化したときに、−1, 0, +1 の3値のみで表わすことができる。このため2bitの演算器で演算できる。

[2]

(1) $$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = a_0 + a_1 z^{-1}$$

(2) $z = e^{sT_s} = e^{j\omega T_s}$ ($\sigma=0$)で表わすと。

$$H(\omega) = a_0 + a_1 e^{-j\omega T_s} = a_0 + a_1\cos\omega T_s - a_1 j\sin\omega T_s$$

$$|H(\omega)| = \sqrt{(a_0 + a_1\cos\omega T_s)^2 + a_1^2\sin^2\omega T_s}$$ 振幅

$$\angle H(\omega) = \tan^{-1}\frac{-a_1\sin\omega T_s}{a_0 + a_1\cos\omega T_s}$$ 位相

(3) 問(2)の振幅の式より

$$\cancel{|H(\omega_s)| = a_0 + a_1,\quad |H(\omega_s/2)| = a_0 - a_1}$$

従って、$$\cancel{a_0 = \frac{|H(\omega_s)| + |H(\omega_s/2)|}{2},\quad a_1 = \frac{|H(\omega_s)| - |H(\omega_s/2)|}{2}}$$

3頁を参照

（参考）図1の回路は、振幅$|H(\omega)|$と位相$\angle H(\omega)$を変換する機能を表わす2次FIRフィルタである。複素行列の演算（空間多重通信のチャネル分離、リアルタイム高速フーリエ変換など）に広く用いられる。

[3]

(1) $$V_{out}(s) = -\frac{1}{sC}\left\{-\frac{1}{sC}\left(V_{in}(s) - V_{out}(s)\right) + 2V_{out}(s)\right\} + V_n(s)$$

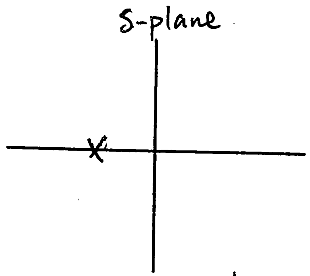
$$\left(1 + \frac{2}{sC} + \frac{1}{(sC)^2}\right)V_{out}(s) = \frac{1}{(sC)^2}V_{in}(s) + V_n(s)$$

$$\frac{1+2sC+(sC)^2}{(sC)^2}V_{out}(s) = \frac{(sC+1)^2}{(sC)^2}V_{out}(s) = \frac{1}{(sC)^2}V_{in}(s) + V_n(s)$$

$$V_{out}(s) = \frac{1}{(sC+1)^2}V_{in}(s) + \frac{(sC)^2}{(sC+1)^2}V_n(s)$$

(2) $$H_s(s) = \frac{1}{(sC+1)^2}, \quad H_n(s) = \frac{(sC)^2}{(sC+1)^2}$$

$\downarrow$

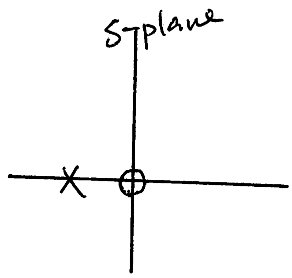


ポール $= -\frac{1}{C}$ （2重）

$\omega = 0$で振幅が1となる

（2次）~~HPF~~ LPF 特性.

$\downarrow$

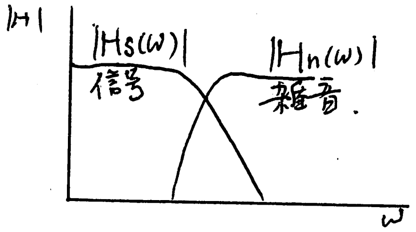


ポール $= -\frac{1}{C}$, ゼロ $= 0$.

$\omega = 0$で振幅がゼロとなる

（2次）HPF 特性.

（参考）



この回路は、Boser, Wooley (IEEE Solid-State Circuits, vol.23, pp1298-1308, 1988)により提案された2次デルタ-シグマモジュレータを連続時間回路に焼き直した。低消費電力化が可能。

[2] (3) 解答例の訂正

問(2)の振幅の式より

$|H(\omega_s)| = |a_0 + a_1|$, $Hs(\omega_s/2) = |a_0 - a_1|$

Case1 $a_0 + a_1 \geq 0$, $a_0 - a_1 \geq 0$ の場合

$|H(\omega_s)| = a_0 + a_1$, $|H(\omega_s/2)| = a_0 - a_1$

Case2 $a_0 + a_1 \geq 0$, $a_0 - a_1 \leq 0$ の場合

$|H(\omega_s)| = a_0 + a_1$, $|H(\omega_s/2)| = -a_0 + a_1$

Case3 $a_0 + a_1 \leq 0$, $a_0 - a_1 \geq 0$ の場合

$|H(\omega_s)| = -a_0 - a_1$, $|H(\omega_s/2)| = a_0 - a_1$

Case4 $a_0 + a_1 \leq 0$, $a_0 - a_1 \leq 0$ の場合

$|H(\omega_s)| = -a_0 - a_1$, $|H(\omega_s/2)| = -a_0 + a_1$

各場合について. a_0, a_1 を求める必要がある.

通常は Case2, ($a_1 \geq 0$, $a_1 \geq a_0$) を用いればよい.

解答として. いずれかのケースについて記述されていれば正解とする.