ハイパスノッチバイカッド回路　　　　　　　　２０１２年８月１５日　　　　　　目次へ戻る

1、ハイパスノッチとは

ハイパスノッチとは零点を持つ２次伝達関数のうち、零点の角周波数が ω_0 の角周波数より手前にある伝達関数のことです。

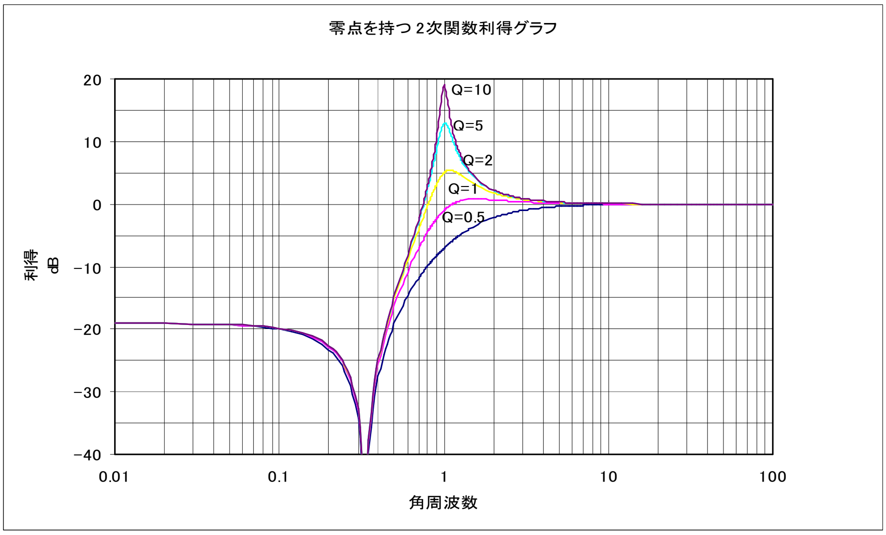

図１

零点角周波数が $\frac{1}{3}$[rad/sec]、ω_0 角周波数が 1[rad/sec]の場合の利得グラフを図１に示します。

2、伝達関数

「バイカッド回路について」の章で検討しましたが、バイカッド回路のブロック図は、図２の通りです。

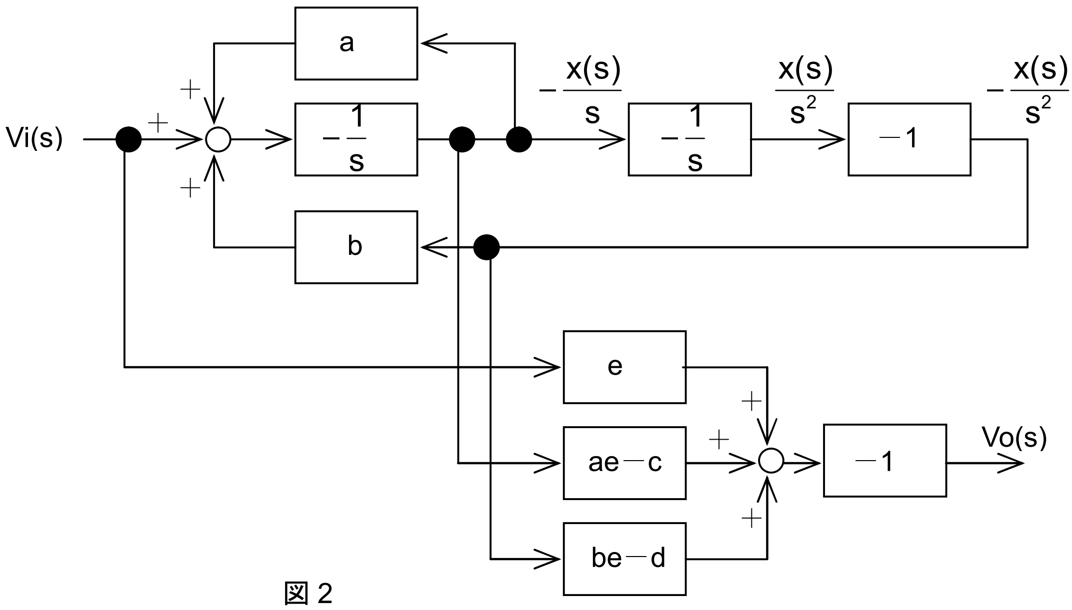

図２

図 2 は $\dfrac{Vo(s)}{Vi(s)} = -\dfrac{es^2 + cs + d}{s^2 + as + b}$ という伝達関数を作る時に必要な回路です。ハイパスノッチの伝達関数は、e＝1、c＝0、d＜b ですから、「バイカッド回路について」の章、⑩式は、

$$Vo(s) = -\left\{eVi(s) - (ae - c)\frac{x(s)}{s} - (be - d)\frac{x(s)}{s^2}\right\}$$

$$= -\left\{Vi(s) - a\frac{x(s)}{s} - (b - d)\frac{x(s)}{s^2}\right\}$$

$$= -\left[Vi(s) + \left\{-a\frac{x(s)}{s}\right\} + \left\{-(b - d)\frac{x(s)}{s^2}\right\}\right]$$

となります。図 2 で Vi(s)と、上段右から 3 番目の信号 $-\dfrac{x(s)}{s}$ に係数 a がついたものと、上段右端の信号 $-\dfrac{x(s)}{s^2}$ に係数(b－d)がついたものとを、最後の加算器へ入力すれば良いことが分ります。

3、実際の回路

ひとまず a と(b－d)は置いておき、実際の回路での伝達関数を調べます。図 3 の通りです。

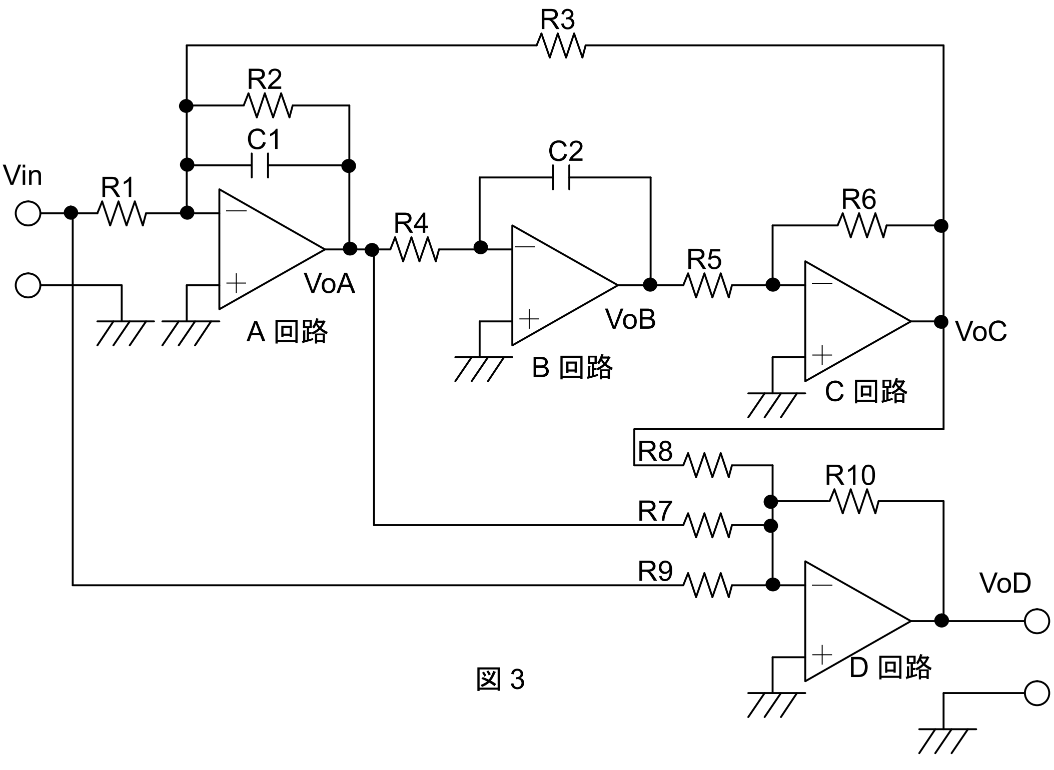

図 3

図 3 のハイパスノッチ回路は、高域通過バイカッドの場合と全く同じです。回路の伝達関数も同じく、

$$\frac{VoD\,(s)}{Vin\,(s)}=-\frac{R10}{R9}\bullet\frac{s^2+\frac{1}{C1R2}\left(1-\frac{R2R9}{R1R7}\right)s+\frac{1}{C1C2R3R4}\left(1-\frac{R3R9}{R1R8}\right)\bullet\frac{R6}{R5}}{s^2+\frac{1}{C1R2}s+\frac{1}{C1C2R3R4}\bullet\frac{R6}{R5}}\quad\cdot\cdot\cdot①$$

になります。

4、回路の素子値

次に、回路の各素子値決定方法について検討します。

2 次のハイパスノッチ伝達関数は、

$$\frac{H(s^2+{\omega_z}^2)}{s^2+\frac{\omega_0}{Q}s+{\omega_0}^2}\quad\cdot\cdot\cdot②$$

です。②式で角周波数が極めて大きな領域での利得を考えます。分子分母を s^2 で割り、極限での利得を考えますと、

$$\lim_{s\to j\infty}\frac{H(s^2+{\omega_z}^2)}{s^2+\frac{\omega_0}{Q}s+{\omega_0}^2}=\lim_{s\to j\infty}\frac{H\left(1+\frac{{\omega_z}^2}{s^2}\right)}{1+\frac{\frac{\omega_0}{Q}}{s}+\frac{1}{s^2}}=H$$

となり、H であることが分ります。実数の H ですから、共役も H です。絶対値も H です。共役を求める為 s＝−j∞を代入するまでも無く、②式の∞[rad/sec] での利得は H です。2 次のハイパスノッチ伝達関数は、そのままで H が 1 のときの高い角周波数領域での利得が 1 になります。図 1 参照下さい。

①式の R3＝R4＝R、C1＝C2＝C、R5＝R6 とします。すると②式の ${\omega_0}^2$ は、

$${\omega_0}^2=\frac{1}{C^2R^2}$$

となります。したがって、

$$\omega_0=\frac{1}{CR}$$

です。C1＝C2＝C を先に決めた場合、R3＝R4＝R は、

$$R = \frac{1}{\omega_0 C}$$

となります。

②式の$\frac{\omega_0}{Q}$は、①式の$\frac{1}{C1R2}$です。C1＝C2＝C ですから、

$$\frac{\omega_0}{Q} = \frac{1}{CR2}$$

$$Q = \omega_0 CR2$$

$$R2 = \frac{Q}{\omega_0 C} = QR$$

となります。

②式の分子は $H(s^2+\omega_z^2)$です。①式の分子中、s の 1 次式の係数は 0 にしなくてはなりません。

s の 1 次式の係数$\frac{1}{C1R2}\left(1-\frac{R2R9}{R1R7}\right)$のカッコ内を 0 にすれば良いです。

その為には、すでに R2 が決定しているので、R7＝R9＝R1＝R2 にします。

s の 0 次の係数$\frac{1}{C1C2R3R4}\left(1-\frac{R3R9}{R1R8}\right)\bullet\frac{R6}{R5}$を ω_z^2 にしなければなりません。

その為には、すでに$R3 = \frac{1}{\omega_0 C}$、R1＝R9、R5＝R6、$\frac{1}{C1C2R3R4} = \omega_0^2$ が決定しているので、次のように計算します。

$$\frac{1}{C1C2R3R4}\left(1-\frac{R3R9}{R1R8}\right)\bullet\frac{R6}{R5} = \omega_z^2$$

$$\omega_0^2\left(1-\frac{R3}{R8}\right) = \omega_z^2$$

$$1-\frac{R3}{R8} = \frac{\omega_z^2}{\omega_0^2}$$

$$\frac{R3}{R8} = 1-\frac{\omega_z^2}{\omega_0^2}$$

$$R8\left(1-\frac{\omega_z^2}{\omega_0^2}\right) = R3$$

$$R8 = \frac{R3}{1 - \frac{\omega_z{}^2}{\omega_0{}^2}}$$

②式の H は、全体の利得を決定します。①式の$\frac{R10}{R9}$で決めますが、R9 は既に決定しているため R10 で決めますと、

$$H = \frac{R10}{R9}$$

$$R10 = H \bullet R9$$

になります。

伝達関数は正規化角周波数で設計するのでした。その伝達関数を使い、回路の各素子値を設計します。その後、周波数スケーリングで実周波数に持って来ます。最後に素子値スケーリングを行い、素子値を実用的な範囲にまとめます。

「スケーリング」の章、「周波数変換」の章もご覧下さい。

目次へ戻る