## 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 の角周波数よ り手前にある伝達関数のことです。

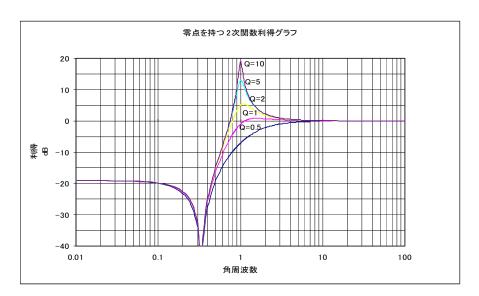


図 1

零点角周波数が $\frac{1}{3}$ [rad/sec]、 $\omega_0$ 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。

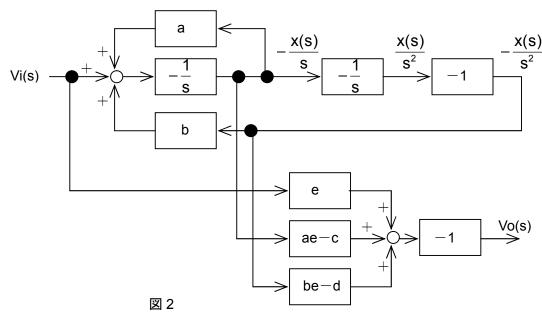


図 2 は  $\frac{Vo(s)}{Vi(s)} = -\frac{es^2 + cs + d}{s^2 + as + b}$  という伝達関数を作る時に必要な回路です。ハイパスノ

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、m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  $-\frac{X(s)}{s}$  に係数 a がついたものと、上段右端の信号  $-\frac{X(s)}{s^2}$  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。

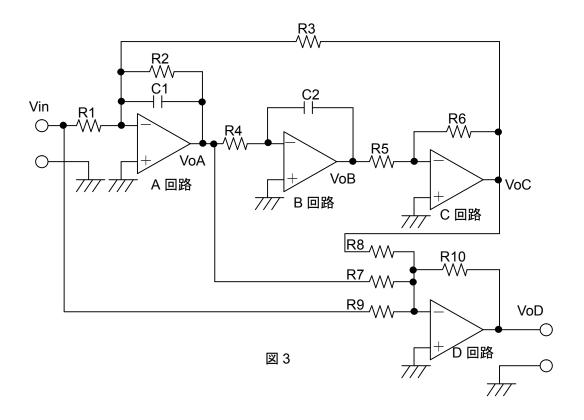


図 3 のハイパスノッチ回路は、高域通過バイカッドの場合と全く同じです。回路の伝達関数も同じく、

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

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、

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

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、

$$\underset{s \to j \infty}{\text{Lim}} \frac{H(s^{2} + \omega_{z}^{2})}{s^{2} + \frac{\omega_{0}}{Q}s + \omega_{0}^{2}} = \underset{s \to j \infty}{\text{Lim}} \frac{H\left(1 + \frac{\omega_{z}^{2}}{s^{2}}\right)}{1 + \frac{\omega_{0}}{S} + \frac{1}{s^{2}}} = H$$

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、

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

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、 $\frac{\omega_0}{Q}=\frac{1}{CR2}$   $Q=\omega_0CR2$   $R2=\frac{Q}{\omega_0C}=QR$ 

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

$$\begin{split} &\frac{1}{\text{C1C2R3R4}} \bigg( 1 - \frac{\text{R3R9}}{\text{R1R8}} \bigg) \bullet \frac{\text{R6}}{\text{R5}} = \omega_z^2 \\ &\omega_0^2 \bigg( 1 - \frac{\text{R3}}{\text{R8}} \bigg) = \omega_z^2 \end{split}$$

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

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

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

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

②式の H は、全体の利得を決定します。①式の  $\frac{\mathsf{R}10}{\mathsf{R}9}$  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