

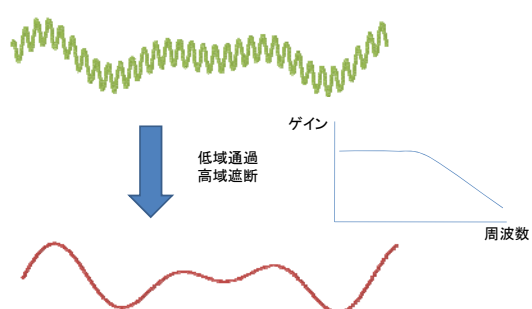
計測工学18

フィルタ・ノイズ・AD変換

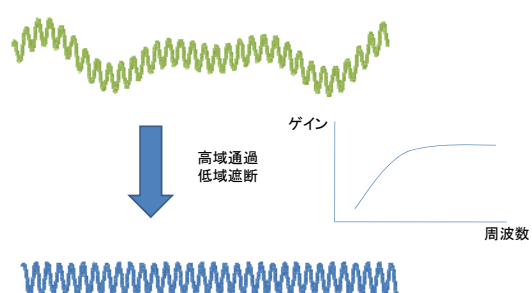
フィルタとは

- 信号と雑音が混在した信号から、雑音を除去し、信号成分のみをとりだす

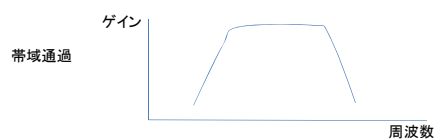
LPF:ローパスフィルタ



HPF:ハイパスフィルタ

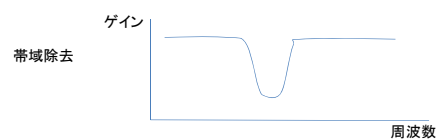


BPF:バンドパスフィルタ



- たとえば、音声信号処理の場合に、音声の帯域(数百Hz～数kHz)のみをとりだす(可聴域 20Hz～20kHz)

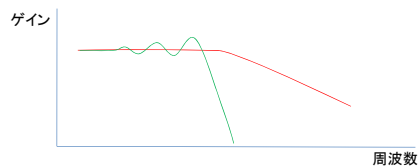
BEF:バンドエリミネーションフィルタ



- たとえば、ある特定の周波数付近にあるノイズを除去する

フィルタの特性名称

- **パタワース**
通過帯域の振幅特性が最も平坦 → 一般の計測
- **チェビシェフ**
もっとも急峻な遮断特性 → 急峻な遮断特性が必要とき
- **ベッセル**
通過帯域の位相特性を重視した特性 → 波形ひずみが小さい

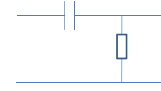


1次RCフィルタ

- RC積分回路=LPF



- RC微分回路=HPF



- カットオフ周波数(ゲインが $1/\sqrt{2}$, -3dB) $f_c = 1/2\pi RC$
- RCフィルタは信号自体はきれいだが、減衰が大きい(ゲイン<1)

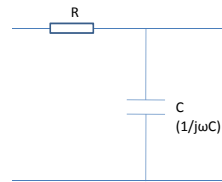
RCローパスフィルタ

回路のインピーダンス $Z = R + \frac{1}{j\omega C}$

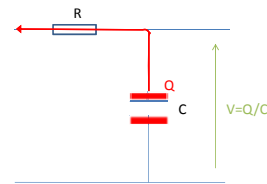
$$\text{電流 } I = \frac{V_{in}}{Z} = \frac{V_{in}}{\left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)}$$

$$\text{出力電圧 } V_{out} = I \cdot \left(\frac{1}{j\omega C}\right) = \frac{V_{in}}{\left(R + \frac{1}{j\omega C}\right)} \cdot \frac{1}{j\omega C} = \frac{V_{in}}{j\omega CR + 1}$$

$$\text{ゲイン } G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{j\omega CR + 1} \quad \begin{matrix} \omega=0 (f=0) \text{ の時, } G=1 \\ \omega CR=1 \text{ の時, } G=1/\sqrt{2} \end{matrix}$$



RCローパスフィルタ

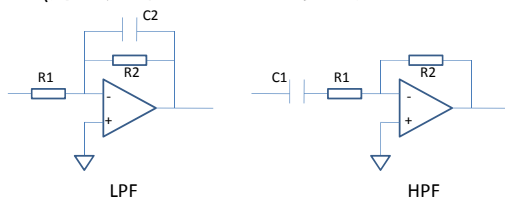


- コンデンサの電圧は $Q=CV$ であるからコンデンサの電荷Qに比例する
- 電荷は抵抗Rを通して充電・放電するから、電荷の変化には時間がかかる
- したがって、周波数の高い波形(変化が早い)波形に対してはC両端の電圧は変化しにくい

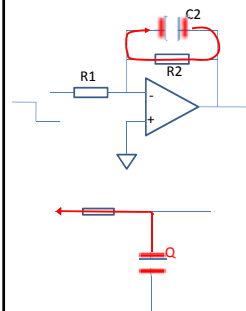
↓
ローパスフィルタ

アクティブフィルタ

- 1次フィルタ
 - 遮断周波数 $f_c = 1/2\pi RC$
 - 遮断スロープ 20dB/dec (周波数10倍になると20dB変化する)



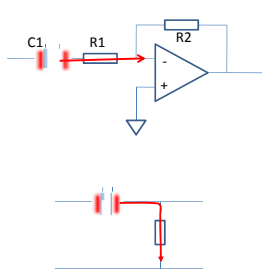
アクティブフィルタ: LPF



- 入力電圧が正から0に変化した場合を考えてみる
- C2は充電されていた状態から放電する
- R1には電流は流れない
- C2の放電はR2を通して行われる

↓
 $f_c = 1/2\pi R_2 C_2$

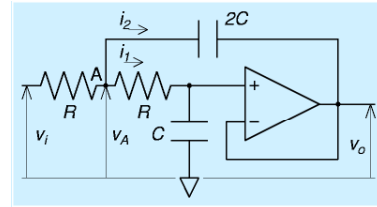
アクティブフィルタ: HPF



- C1の充電・放電はR1を通して行われる

$$f_c = 1/2\pi R_1 C_1$$

アクティブフィルタ: 2次の例



デシベル

- ゲイン(電圧・電力の増幅、減衰)をあらわす
- 電圧入出力 V_{in} , V_{out} のとき
 - 電圧比: $\text{dB} = 20 \log(V_{out}/V_{in})$
- 電力入出力 P_{in} , P_{out} のとき
 - 電力比: $\text{dB} = 10 \log(P_{out}/P_{in})$
 - $P = V^2/R$ より
 - $10 \log(P_{out}/P_{in}) = 10 \log((V_{out}^2/R)/(V_{in}^2/R))$
 - $= 10 \log((V_{out}/V_{in})^2)$
 - $= 20 \log(V_{out}/V_{in})$

デカードとオクターブ

- デカード(dec: decade)
 - 周波数が10倍になる間隔
- オクターブ(oct: octave)
 - 周波数が2倍になる間隔
- デカードとオクターブの変換(例: 1次フィルタのスロープ)

右図は20dB/decのスロープである。

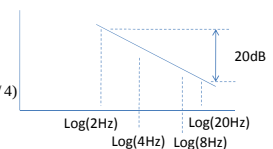
このスロープは何dB/octになるか考える。

$$|\text{傾き}| = 20 / (\log 20 - \log 2) = 20 / \log(20/2)$$

オクターブでの減衰

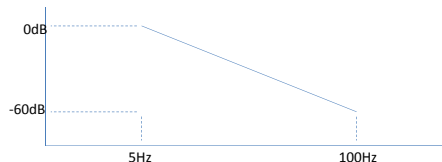
$$= |\text{傾き}| \cdot (\log 8 - \log 4) = 20 / \log(20/2) \cdot \log(8/4)$$

$$= 20 \cdot \log(8/4) = 6 \text{ dB/oct}$$



例題8.5

- 5Hzのとき出力0dB, 100Hzのとき出力-60dB



減衰率(dB/dec) = 傾き $\times \log 10$ = 傾き

$$= \frac{-60 - 0}{\log 100 - \log 5} = \frac{-60}{\log(100/5)} = -46 [\text{dB/dec}]$$

例題8.6

- 3dB/oct は 何dB/dec か