

電気塾⑭

# 製作 & 実験! フィルタの大切なスペック「周波数特性」

図1 カットオフ周波数5 kHzのローパス・フィルタのゲインと位相の周波数特性を考察する  
信号源のインピーダンスや後ろに繋がる回路のインピーダンスのことを考えて、なるべく誤差が小さくなる値を選んだ

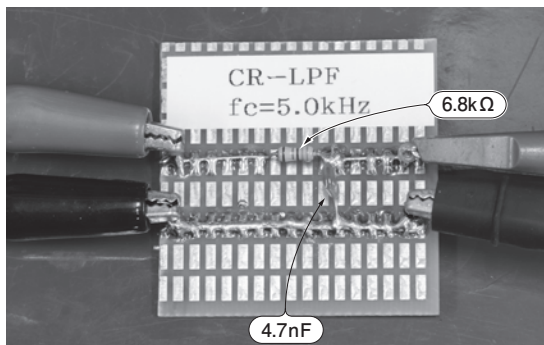
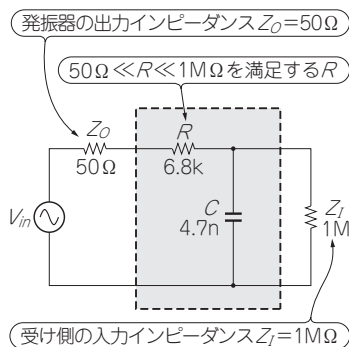


写真1 図1の回路を組み付けて実験した基板  
GNDは入出力共通。抵抗とキャパシタを繋げたところから出力を取り出す

電気塾⑬で、カットオフ周波数 $f_c = 5 \text{ kHz}$ のLPF(図1)の設計を終えました。実際に製作して動かしてみます。製作した基板を写真1に示します。左側が信号の入力で、右側が出力です。

## LPFのゲインの周波数変化

- 低い周波数域は通過して、高い周波数域は減衰する

図1のカットオフ周波数 $f_c = 5 \text{ kHz}$ のフィルタに $2 V_{\text{RMS}}$ のサイン波を入力してフィルタの周波数特性を探りましょう。

サイン波の周波数は、カットオフ周波数 $f_c$ より低い周波数の500 Hz、1 kHz、2 kHzと、 $f_c$ と同じ周波数の5 kHz、 $f_c$ より高い10 kHz、20 kHz、50 kHzで実験しました。

図2に示すように500 Hz、1 kHz、2 kHzの周波数を入力したときには、入力電圧 $V_{in}$ と出力電圧 $V_{out}$ は同じに見えます。この付近の周波数では、入力電圧 $V_{in}$ はそのまま通過して出力に現れます。それに対し

て、図3に示すように $f_c$ より高い10 kHz、20 kHz、50 kHzを入力したとき、周波数が高くなるにつれ出力電圧 $V_{out}$ の振幅は減少します。

入力電圧 $V_{in}$ の周波数が $f_c = 5 \text{ kHz}$ より低いならば、そのまま出力電圧 $V_{out}$ に表れます。一方、入力電圧 $V_{in}$ の周波数が $f_c = 5 \text{ kHz}$ より高い周波数ならば、周波数の増加に半比例して出力電圧 $V_{out}$ は小さくなっています。周波数の低い信号はそのまま通過するので、ローパス・フィルタ(Low-Pass Filter略してLPF)と呼ばれる所以です。

図2と図3は周波数を断続的に変えて測定しました。周波数を連続的に変えて測定した結果を図4に示します。図4のゲインとは、各周波数で出力電圧 $V_{out}$ ÷入力電圧 $V_{in}$ という割り算を行った値で、信号の比率を示しています。数式で書くと次式です。

$$dB = 20 \log_{10} \frac{\text{出力電圧 } V_{out}}{\text{入力電圧 } V_{in}} \dots\dots (1)$$

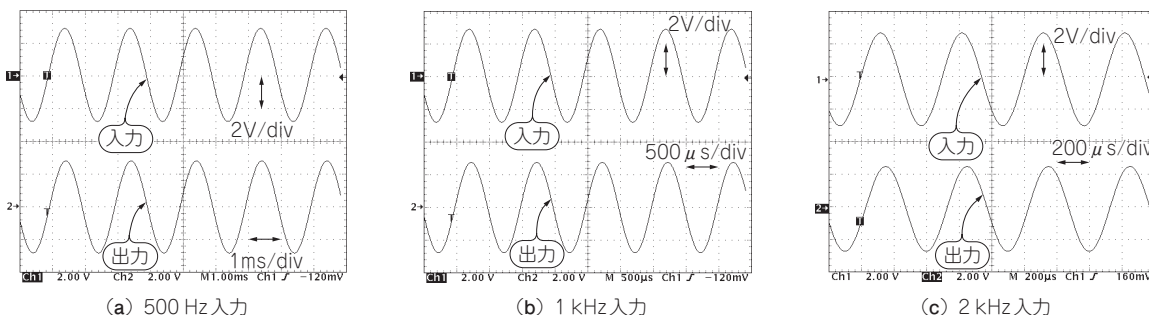


図2 LPFにカットオフ周波数5kHzより低い周波数の正弦波を入力した場合は、入力電圧はそのまま通過して出力に現れる  
出力振幅はほとんど変わらない。入力振幅 $2 V_{\text{RMS}}$ 、CH-1(上): 入力電圧、CH-2(下)

【セミナー案内】直伝! 最新FPGAを使ったビデオ・システムの開発/IP開発(ビデオ・データ出力処理編)——メモリからデータ取り出し/外部デバイス(モニタ)への出力処理方法を迅速マスタ 【講師】 早乙女 勝昭氏、5/15(火) 29,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>