電気塾⑬

電卓でいっしょに計算！1番シンプルなRCフィルタ

抵抗1個とキャパシタ1個を組み合わせると，低い周波数成分は通過して，高い周波数成分は通過させない回路「ローパス・フィルタ(LPF：Low Pass Filter)」が作れます．通過できる周波数の目安をカットオフ周波数といいます．

狙い通りのカットオフ周波数を得るためには，抵抗RとキャパシタCの値をどのように決めればよいのかを解説します．〈編集部〉

カットオフ周波数5 kHzのLPFを設計する

フィルタの設計とは，気取った書き方をすれば「周波数特性の設計」です．以下の例題を考えてみましょう．

［課題］

抵抗とキャパシタによる**図1**の回路のLPFにおいて，カットオフ周波数f_C = 5 kHzとなるように設計せよ

● カットオフ周波数の計算式

CRによるLPFにおいて，カットオフ周波数f_Cは以下の式で得られます．

$$f_C = \frac{1}{2\pi CR} \quad \cdots\cdots (1)$$

設計条件はカットオフ周波数f_C = 5 kHzです．抵抗Rの抵抗値，キャパシタCのキャパシタンスを求めます．

求めるパラメータは抵抗値とキャパシタンスの2つ，対して設計式は1つです．代数的には求められません．そこで抵抗R，キャパシタCの一方の値を主観的に決めておき，もう一方の値は式(1)を満たすように決めます．ですから，答えは1つだけではありません．

この場合，抵抗RとキャパシタCでは，どちらを先に決めておくのがよいでしょうか．ケース・バイ・ケースですが，一般的には定数の種類が少ない，具体的にはJISの系列の数が少ないほうから決めるとよいでしょう．

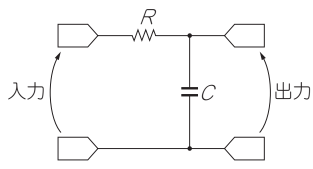
抵抗RはJIS E24配列が一般的，キャパシタCは種類が多くてもJIS E12系列なので，キャパシタンスを先に決めると，計算する回数が少なく済みます．

キャパシタCのキャパシタンスを先に決めておいて，抵抗Rの抵抗値を後から決める順で設計してみましょう．この場合，抵抗Rは式(1)を変形した以下の式で得られます．

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} \quad \cdots\cdots (2)$$

図1　抵抗とキャパシタによるローパス・フィルタ

低い周波数の信号はそのまま出力されるが，周波数が高くなると振幅が小さくなっていく．通過できる周波数の目安がカットオフ周波数



● 抵抗とキャパシタの定数の組み合わせを検討する

キャパシタCを1 nF(＝1000 pF)から順にJIS E12系列にしたがって大きな値にしていったとき，抵抗Rの値がどうなるのか計算で求めてみましょう．

フィルタ設計が初めての読者向けに，ていねいに計算してみます．

(1) C = 1.0 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 1n} \fallingdotseq 31.8\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (3)$$

(2) C = 1.2 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 1.2n} \fallingdotseq 26.5\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (4)$$

(3) C = 1.5 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 1.5n} \fallingdotseq 21.2\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (5)$$

(4) C = 1.8 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 1.8n} \fallingdotseq 17.7\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (6)$$

(5) C = 2.2 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 2.2n} \fallingdotseq 14.5\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (7)$$

(6) C = 2.7 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 2.7n} \fallingdotseq 11.8\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (8)$$

(7) C = 3.3 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 3.3n} \fallingdotseq 9.65\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (9)$$

(8) C = 3.9 nFのとき，

$$R = \frac{1}{2\pi f_C C} = \frac{1}{2\pi \times 5k \times 3.9n} \fallingdotseq 8.17\,\mathrm{k\Omega} \quad \cdots\cdots (10)$$