

ADC ボード : ADC 入力フィルターの周波数特性 2

本原 顕太郎

1996 年 4 月 21 日

ADC ボードの入力フィルタに階段関数を入れ、それに対する出力応答をみた。

1 理論による予想

デルタ関数に対するこのフィルタの point spread function $P(t)$ は

$$P(t) = \int_{-\infty}^{\infty} T(f) e^{-2\pi i f t} df \quad (1)$$

で与えられる。ここで、応答関数 $T(f)$ はこのフィルタのゲインで、

$$T(f) = \frac{R_{A6} + R_{A7}}{R_{A6} - 2\pi i f (C_{A4} R_{A4} R_{A6} - C_{A1} R_{A2} R_{A7} + C_{A4} R_{A2} R_{A6}) - 4\pi^2 f^2 C_{A1} R_{A2} C_{A4} R_{A4} R_{A6}} \quad (2)$$

である。

矩形波に対する応答 $S(t)$ は、

$$S(t) = \int_0^t P(\tau) d\tau \quad (3)$$

となる。

これを計算すると

$$S(t) = A \left(1 - \frac{e^{\pi f_0 t / Q}}{\sqrt{4 - Q^{-2}}} \left(\frac{\sin \pi f_0 \sqrt{4 - Q^{-2}} t}{Q} + \sqrt{4 - Q^{-2}} \cos \pi f_0 \sqrt{4 - Q^{-2}} t \right) \right) \quad (4)$$

となる。ここで、

$$A = \frac{R_{A6} + R_{A7}}{R_{A6}} \quad (5)$$

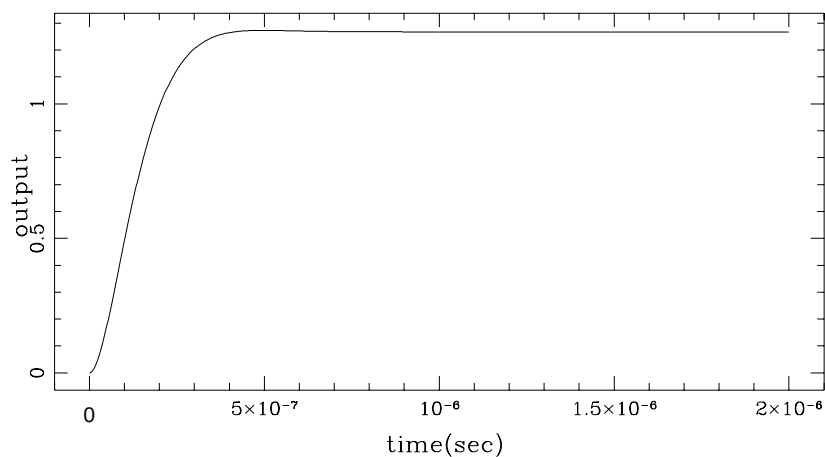
$$Q = \frac{\sqrt{C_{A1} C_{A4} R_{A2} R_{A4}}}{C_{A4} R_{A4} - C_{A1} R_{A2} R_{A7} / R_{A6} + C_{A4} R_{A2}} \quad (6)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_{A1} C_{A4} R_{A2} R_{A4}}} \quad (7)$$

である。詳しい計算などは皆さんのレポートを参照のこと。

これをプロットしたのが以下。回路定数は実装したものを用いた。

RA2	359
RA4	360
RA6	822
RA7	220
CA1	220 pF
CA4	220



出力にわずかにオーバーシュートがかかっているのがわかる。各種値は以下の通り。

値	t	S(t)
極限	∞	1.267640e + 00
最大値	4.966667e-07	1.273086e+00
90% セトリング	2.600000e-07	1.145721e+00

2 実験

2.1 準備

入力波には function generator の $1kHz$ 矩形波を用いた。

また、オシロのプローブが一つしかなかった。プローブの特性による測定誤差をはかるために、入力波、出力波それぞれを別々に測定せざるを得なかった。

2.2 結果

以下にオシロの出力を一例あげる。他のすべての計測画面は別紙で添付してある。

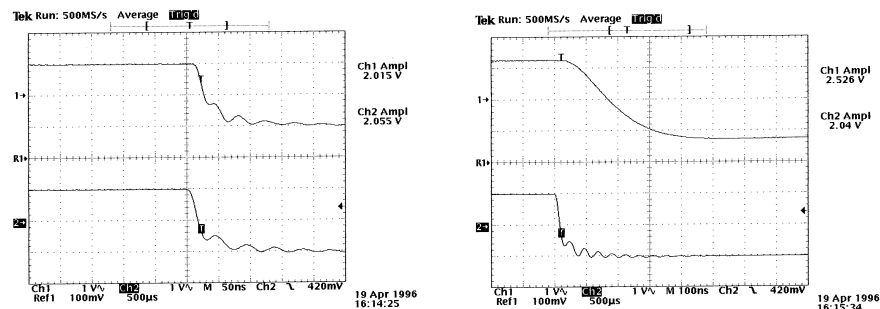


図 1: それぞれ上がプローブによる計測、下が発信機からの出力を出力を直接同軸ケーブルでオシロに入力したもの。入力振幅は1V。左は発信機の出力をプローブで見たもの。少し ($\sim 10\text{ns}$) 遅れがあるのがわかる。右はフィルタを通した応答。

この出力を基に、peak-to-peak の 90% まで立ち上がる／下がる時間を測定した。結果は以下。

$V_{in}(V)$	up/down	time(ns)
0.1	up	309
	down	302
1.0	up	309
	down	312
2.5	up	310
	down	302
5.0	up	348
	down	366

理論による予想 (260ns) よりも若干遅くなっている。これはオペアンプによるおくれか？ (スルーレート: $230(V/\mu s)$)

また、5V 入力の際は特に出力が遅くなっている。これはオペアンプのスピードが限界になっているのでは？ 以下のように、途中で立ち上がりが直線的になってしまっている。傾きはおおよそ $40V/\mu s$

