

如何计算多路复用器的建立时间和采样速率

作者: Theresa Corrigan

简介

本应用笔记介绍如何计算开关和多路复用器开关的建立时间，以及如何计算多路复用器的最大采样速率。

计算开关或多路复用器的建立时间

计算开关或多路复用器建立时间的基本方法是计算器件的RC(即, $R_{ON} \times C_D$), 并乘以所需系统精度的时间常数数量, 再加上开关或多路复用器的开关定时 T_{ON} 、 T_{OFF} 或 $T_{TRANSITION}$ 。

$$\text{建立时间} = \text{开关定时} + (R_{ON} \times C_D \times \text{时间常数数量})$$

其中:

R_{ON} 为开关导通电阻。

C_D 为开关漏极电容。

时间常数数量 = $-\ln(\% \text{ 误差}/100)$ 。

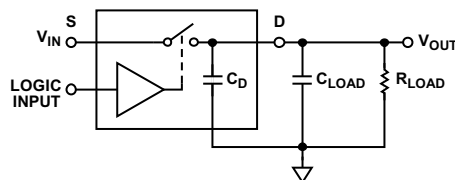
建立时间可以计算是因为响应是开关和电路电阻与电容的函数。可以假定这是一个单极点系统, 并计算建立目标系

统精度所需时间常数的数量, 如表1所示。

表1. 为单极点系统建立1 LSB精度所需时间常数数量

分辨率, 位数	LSB (%FS)	时间常数数量 = $-\ln(\% \text{ 误差}/100)$
6	1.563	4.16
8	0.391	5.55
10	0.0977	6.93
12	0.0244	8.32
14	0.0061	9.70
16	0.00153	11.09
18	0.00038	12.48
20	0.000095	13.86
22	0.000024	15.25

开关动态传递函数如图1所示。该图显示典型应用设置中的单开关通道和在开关期间生效的关键参数。开关从开到关位置和从关到开位置的建立时间的计算等式如图1所示。



$$\text{OFF-TO-ON: } t_{\text{SETT}} = t_{\text{ON}} + \left(\frac{R_{ON} \times R_{LOAD}}{R_{ON} + R_{LOAD}} \right) (C_{LOAD} + C_D) \left(-\ln \frac{\% \text{ ERROR}}{100} \right)$$

$$\text{ON-TO-OFF: } t_{\text{SETT}} = t_{\text{OFF}} + (R_{LOAD})(C_{LOAD} + C_D) \left(-\ln \frac{\% \text{ ERROR}}{100} \right)$$

NOTES

1. SETTLE TIME IS THE TIME REQUIRED FOR THE SWITCH OUTPUT TO SETTLE WITHIN A GIVEN ERROR BAND OF THE FINAL VALUE.

图1. 动态开关传递函数——建立时间

08231-001

多路复用器建立时间的计算方式与开关相同，不同之处在于前者使用多路复用器转换时间，而开关使用的是 T_{ON}/T_{OFF} (见公式A)。

公式A

$$T_{SETTLE\ MUX} = T_{TRANSITION} + [(R_{ON} \times R_{LOAD}/R_{ON} + R_{LOAD}) \times (C_{LOAD} + C_D) \times (\text{时间常数数量})]$$

使用公式A计算典型应用设置中ADG1208建立10位精度所需的建立时间。

$$T_{SETTLE\ MUX} = T_{TRANSITION} + [(R_{ON} \times R_{LOAD}/R_{ON} + R_{LOAD}) \times (C_{LOAD} + C_D) \times (\text{时间常数数量})]$$

使用±15 V电源供电的典型数据手册规格如下：

$$R_{ON} = 120\ \Omega$$

$$C_{D(OFF)} = 6\ \text{pF}$$

以及应用参数

$$R_{LOAD} = 1\ \text{k}\Omega$$

$$C_{LOAD} = 5\ \text{pF}$$

$$T_{SETTLE\ MUX} = T_{TRANSITION} + [(R_{ON} \times R_{LOAD}/R_{ON} + R_{LOAD}) \times (C_{LOAD} + C_D) \times (\text{时间常数数量})]$$

$$T_{SETTLE\ MUX} = 80\ \text{ns} + [(120 \times 1000/120 + 1000) \times (5\ \text{pF} + 6\ \text{pF}) \times (6.93)]$$

$$T_{SETTLE\ MUX} = 80\ \text{ns} + 8.2\ \text{ns}$$

$$T_{SETTLE\ MUX} = 88\ \text{ns}$$

计算多路复用器的最大采样速率

公式B用于计算多路复用器的最大采样速率 f_s 。

公式B

$$f_s = 1/[(T_{SETTLE\ MUX}) (\text{通道数量})]$$

其中，使用公式A计算 $T_{SETTLE\ MUX}$ 。

因此，对于ADG1208，其中

$$T_{SETTLE\ MUX} = 88\ \text{ns}$$

$$\text{通道数量} = 8$$

由此得出最大采样速率

$$f_s = 1/[(88\ \text{ns}) (8)] = 1.4\ \text{MSPS}$$

使用在线建立时间计算器计算开关或多路复用器的建立时间

ADI公司网站提供开关/多路复用器建立时间计算器。

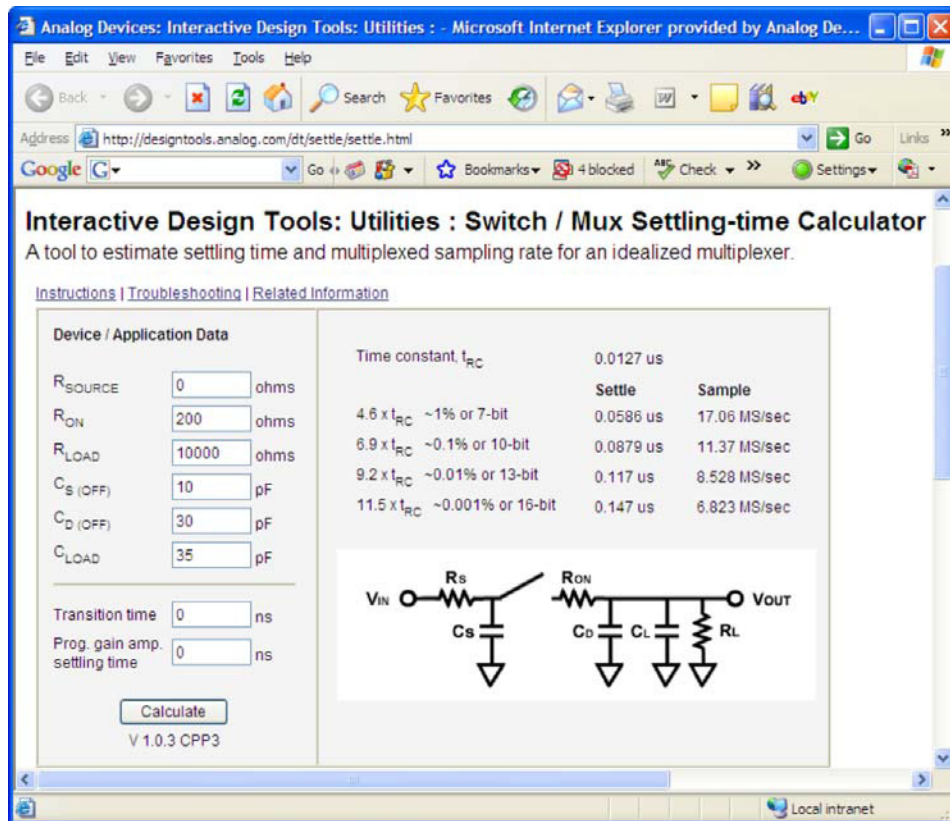


图2. 开关/多路复用器计算器工具

该计算器算出级联RC网络的两个时间常数中较慢的一个，然后计算系统在达到其最终值的1%、0.1%、0.01%和0.001%以内之前有多少个前面确定的时间常数必须通过，并以此估算多路复用器的建立时间。

请注意，在线建立工具将建立时间计算为 $RC \times$ 时间常数数量。计算不包括开关定时(T_{ON} 、 T_{OFF} 或 $T_{TRANSITION}$)。

要使用计算器，请在 R_{ON} (开关或多路复用器导通电阻)、 $C_{S(OFF)}$ (关断电容)和 $C_{D(OFF)}$ (漏极电容)中输入多路复用器参数。

在 R_{SOURCE} 、 R_{LOAD} 和 C_{LOAD} 中输入应用参数。逐个字段更新表格显示，或者单击**计算**。

例如，可以使用在线工具计算ADG1208多路复用器的建立时间。同样，在此示例中使用 ± 15 V电源供电的典型数据手册规格。

$$\begin{aligned} R_{ON} &= 120 \Omega \\ C_{S(OFF)} &= 1.5 \text{ pF} \\ C_{D(OFF)} &= 6 \text{ pF} \end{aligned}$$

使用应用参数

$$\begin{aligned} R_{SOURCE} &= 0 \Omega \\ R_{LOAD} &= 1 \text{ k}\Omega \\ C_{LOAD} &= 5 \text{ pF} \end{aligned}$$

由此得出，若建立10位精度，则建立时间为9 ns，如图3所示。

如上所述，计算器在建立时间计算中不包括开关定时(T_{ON} 、 T_{OFF} 或 $T_{TRANSITION}$)，只根据系统RC乘以时间常数数量计算。这是因为采用开关定时得出的结果与公式A得出的结果非常类似。

使用在线计算器计算多路复用器的最大采样速率

在线建立计算器还可以估算带S/H输入的传统ADC可能具有的最大采样速率。据估算，采样速率为 $1/\sqrt{t}$ 。

$$[(T_{SETTLE} + T_{TRANSITION})^2 + t_{PGA}^2]$$

该数字应小于ADC的 $t_{ACQ} + t_{CONV}$ 的总和；否则，最大采样频率将受后者限制。最大采样频率估算以百万采样点/秒(MS/sec)为单位，显示在建立时间数字的右侧，如图3所示。

此在线工具提供单一多路复用器通道的最大采样速率。如果您要求多路复用器上所有切换通道的最大采样速率，则可将计算器得出的采样速率除以切换通道的数量。如图3所示，计算器得出ADG1208的最大采样速率为11.24 MSPS。此结果是根据仅切换一个通道得出的。如果需要切换ADG1208的全部8个通道，则应将此数字除以8；ADG1208的8个通道的采样速率为 $11.24 \text{ MSPS} / 8 = 1.4 \text{ MSPS}$ ，建立为10位精度。同样，此结果与使用公式B得出的结果相同。

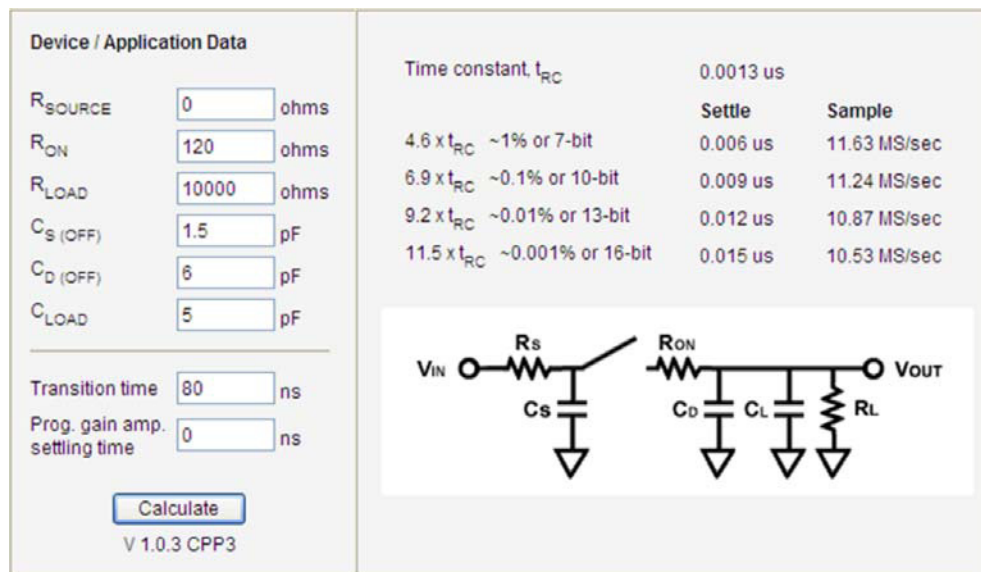


图3. 建立时间计算器，以ADG1208为例

注释