

# ADS8342 SAR ADC 输入

Mi rosl av Olj aca, Bri an Mappes

数据采集产品

## 摘要

逐次逼近寄存器模数转换器 (SAR ADC) 为驱动模拟输入的电路提供了一个复杂多变的负载。用户在阅读数据表中的规范时可能会产生一些误解，例如，认为模拟输入是静态的，而实际上产生的是一个变化极大的负载，因此需要一个特定设计的缓冲电路。本章分析了先进 SAR ADC，尤其是 ADS8342 的架构，并详细检查了采样和转换进程。此分析强调了设计输入缓冲电路的注意事项，从而驱动这些 ADC 并产生最佳效果。

## 内容

1	SAR ADC 结构	1
2	采样进程详细介绍	2
3	采样进程期间的电量分配	5
4	转换进程	6
5	总结	8

## 附图目录

1	代表 SAR 输入级	2
2	采样周期的起始阶段	3
3	重置电容转换网络的电容值	3
4	对输入信号的采样	4
5	转换周期的起始阶段	4
6	16 位 SAR ADS8342 电容转换网络	5
7	SAR ADS8342 简化电路	5

## 1 SAR ADC 结构

图 1 是 ADS8342 的简化结构，展示了转换器内核和前端输入电路。到 ADC 内核的负输入信号  $V_{IN-}$  连接到信号接地或 COMMON 引脚。到 ADC 内核的正输入信号  $V_{IN+}$  源自四位多路复用器。这样 ADS8342 就可以对四种不同的输入信号进行采样。在 ADC 内核部分，ADS8342 的 16 位电容转换网络被替换为三个代表电容器。通过查看这三个位，我们将对相应的 3 位转换顺序进行分析。ADS8342 的最高有效位 (MSB) 电容器的电容值为 20pF。与之相邻的电容器的电容值是它的一半，10pF。在此实例中有一个 3 位转换器，所以最低有效位 (LSB) 电容器的电容值是 MSB 电容器的四分之一，也就是 5pF。为了使转换达到理想效果，添加了一个电容值与 LSB 电容器相同的终端电容器。其效果是 MSB 下面的所有电容器的电容值总和变成了 20pF，与 MSB 的电容值相同。

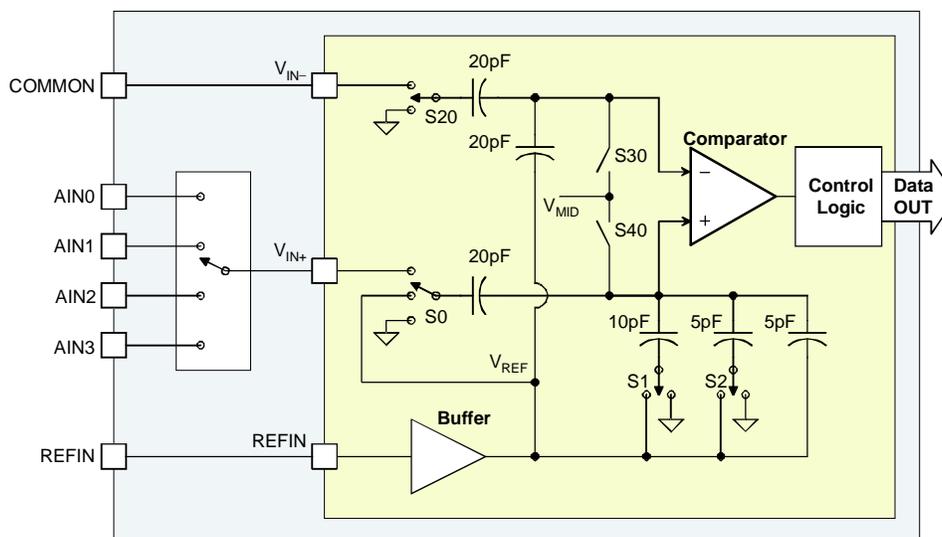


图 1. 代表 SAR 输入级

对正模拟输入端  $V_{IN+}$  的采样，是由 MSB 电容器通过开关 S0 和由三个电容器及两个开关（S1 和 S2）组成的电容转换网络进行的。对负模拟输入端  $V_{IN-}$  的采样，是由两个串联的、具有 MSB 电容值的电容器通过开关 S20 进行的。

外部参考电压被引至 REFIN 输入端并由内部缓冲存储器进行缓冲，然后分配到转换进程中包含的所有开关。另一方面，开关 S30 和 S40 连接至中压  $V_{MID}$ 。

比较器输入信号并行连接至开关 S30 和 S40。在转换期间，控制逻辑将正确设置开关 S0、S1 和 S2，并处理比较器输出。

注意：此结构类型适用于 ADS8342 和相似的双极输入范围部件。其它部件可能相似但不相同。

## 2 采样进程详细介绍

在转换进程结束时，ADS8342 将自动进入采样进程。开关 S0、S1 和 S2 在电容转换网络中的位置未知。开关 S0 可能靠近接地点或参考电压。开关状态取决于先前转换的结果。

我们知道在转换期间，开关 S20 始终接地。采样进程将会闭合开关 S30 和 S40。这将短路比较器输入并将其连接至中压  $V_{MID}$ 。采样周期的起始阶段如图 2 中所示。

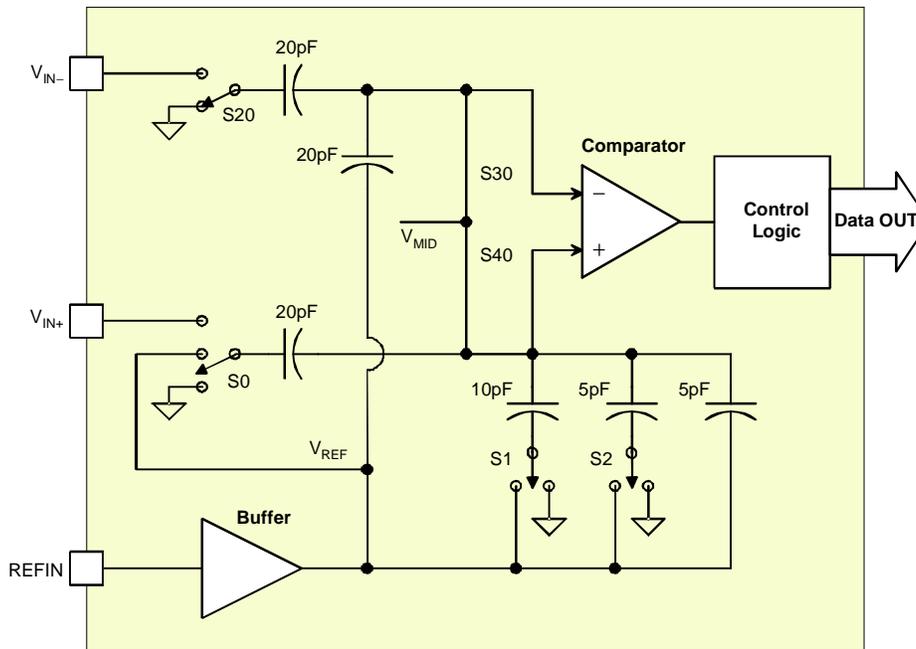


图 2. 采样周期的起始阶段

由于开关 S1 和 S2 的位置未知，所以无法得知网络的相应电容。为了正确采样，电容转换网络必须具有与 MSB 电容器相同的电容值。为了获得此电容值，必须按照以下步骤将与开关 S1 和 S2 相关联的电容器连接至参考电压。（这样，比较器的正输入端和负输入端将以高于 MSB 电容器的电容值连接至  $V_{REF}$ 。）这将重置电容器转换网络电容值，如图 3 所示。

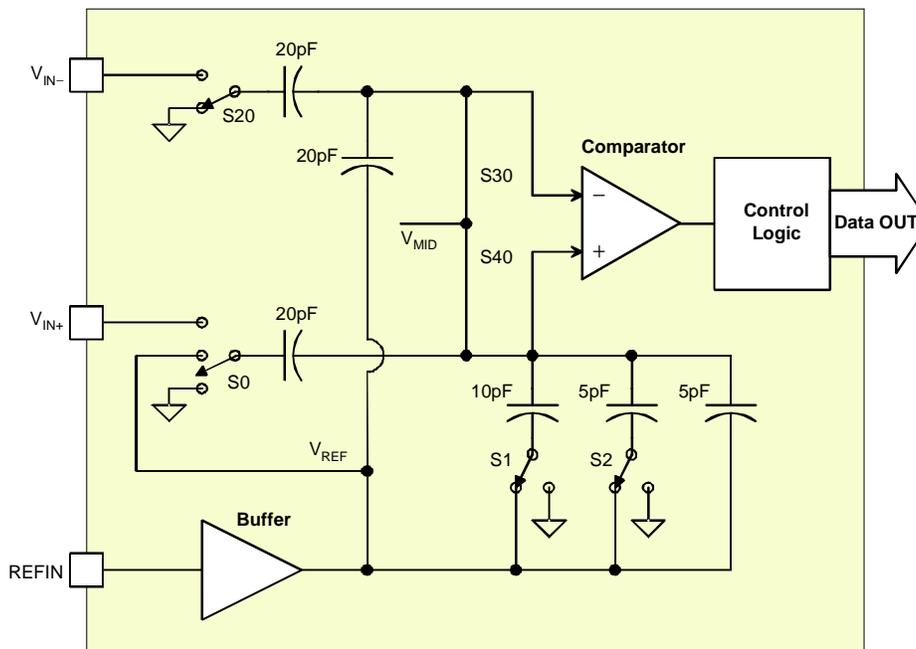


图 3. 重置电容转换网络的电容值

到这时，所有的更改只会对 ADS8342 的内部操作造成影响。模拟输入信号不受这些更改的影响。在下一步中，输入开关 S0 和 S20 闭合，且将在输入 MSB 电容器上对输入信号进行采样。这段时间对输入缓冲电路至关重要。要从转换中获得精确的结果，在采样期间，输入缓冲器必须能够为采样 MSB 电容器充电以提供适当的电容值。对输入信号的采样如图 4 所示。

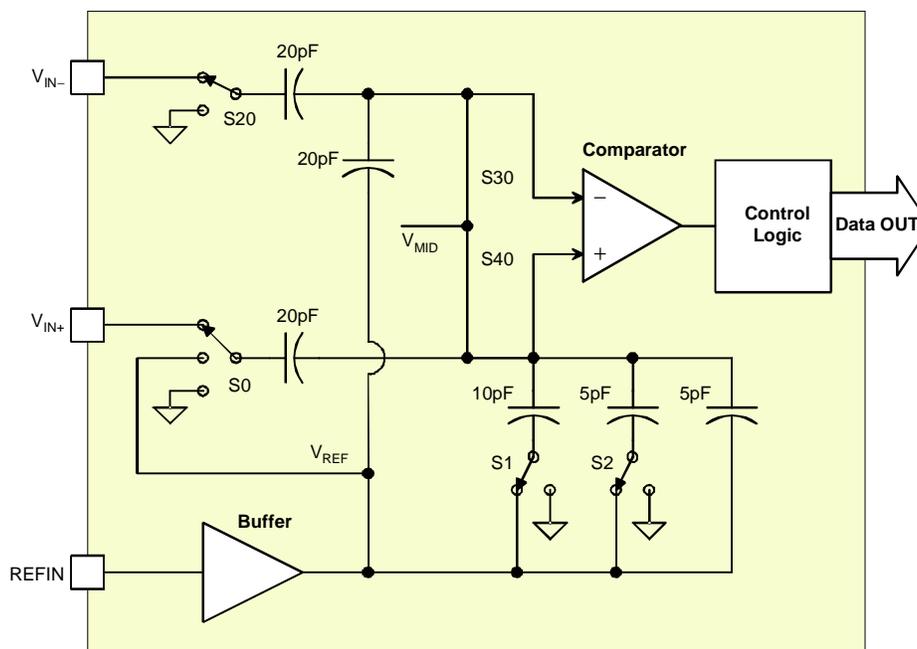


图 4. 对输入信号的采样

用输入电压对采样电容器进行充电后，开始进行转换周期的准备，首先打开开关 S30 和 S40。这两个开关打开后，采样电容器上的电量将被冻结。这将进入采样周期的结束阶段，断开 MSB 电容器与模拟输入  $V_{IN+}$  和  $V_{IN-}$  的连接，并将电容器通过开关 S0 和 S20 接地。采样周期的结束阶段与转换周期的起始阶段如图 5 所示。

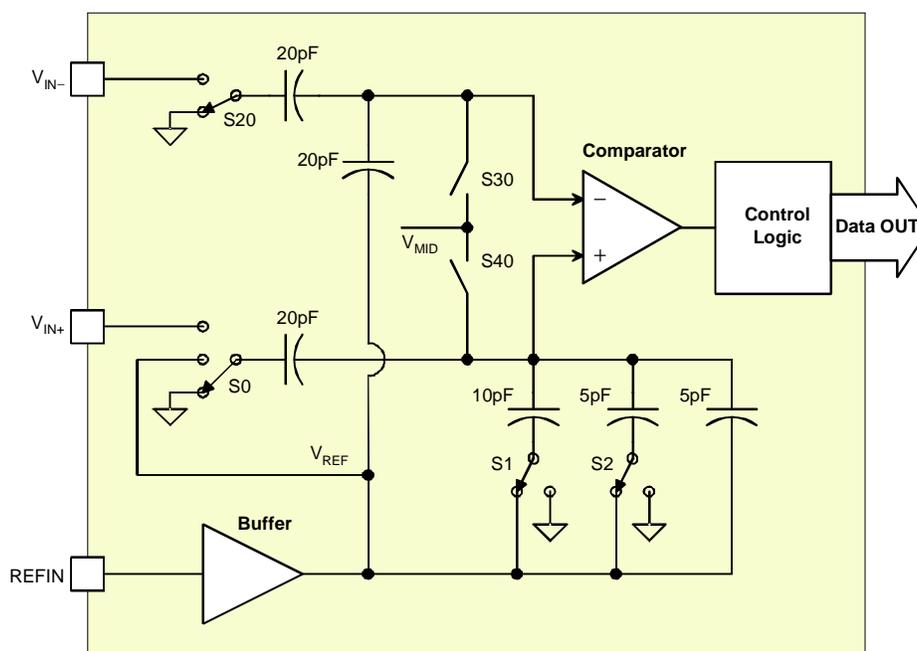


图 5. 转换周期的起始阶段

此代表性分析是基于一个 3 位 ADC 和一个由三个电容器及两个开关组成的电容转换网络得出的。此电容转换网络可以用 ADS8342 中的真正网络代替，如图 6 所示。

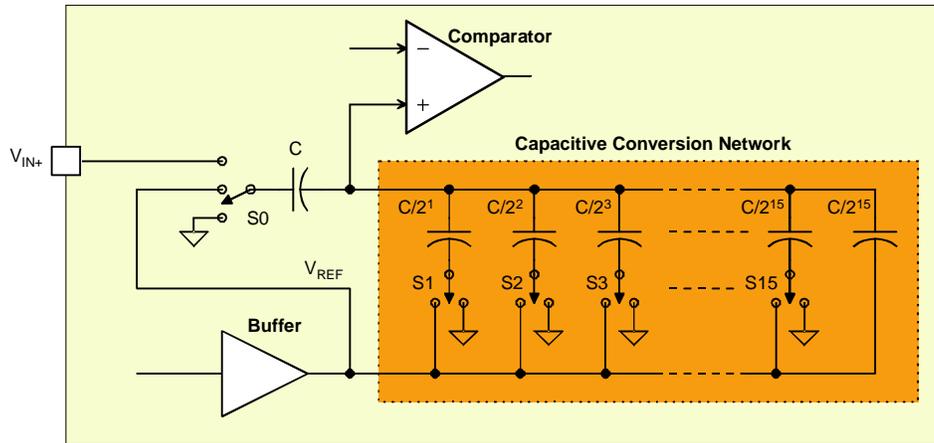


图 6. 16 位 SAR ADS8342 电容转换网络

连接至开关  $S_0$  的采样电容器或 MSB 电容器具有标准电容值  $C$ ，即  $20\text{pF}$ 。电容转换网络如图 6 所示，具有与 MSB 电容器相同的电容值  $C$ 。对于 16 位 SAR ADS8342，电容转换网络将由 16 个电容器和 15 个开关组成。第一个电容器的电容值是标准 MSB 电容器电容值的一半，即  $(0.5\text{A}\cdot C)$ 。第二个电容器的电容值是  $C$  的四分之一，第三个为  $C$  的八分之一，以此类推。最后两个电容器的电容值都是  $C$  的  $(1/2)^{15}$ 。SAR ADC 的精度与电容转换网络中的开关和电容器的数量以及电容器各自的电容值有关。

### 3 采样进程期间的电量分配

为了解释采样和转换期间的电量分配问题，我们将使用 ADS8342 简化电路，如图 7 所示。此电路是图 2 与图 6。

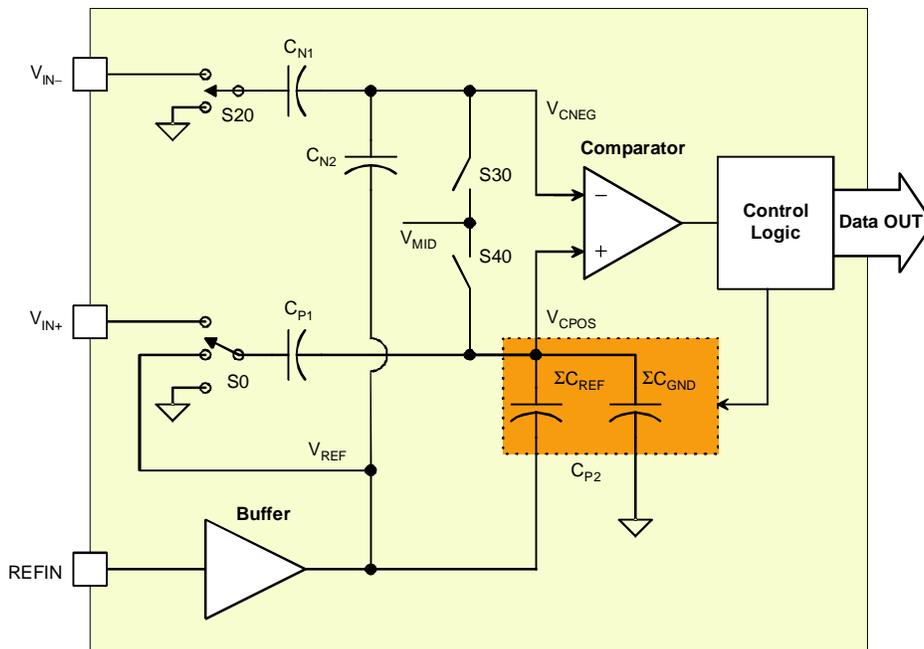


图 7. SAR ADS8342 简化电路

为了分析此电路，我们先从描述采样电容器和 MSB 电容器的位置开始。MSB 电容器 ( $C_{P1}$ ) 连接至开关  $S_0$  和正输入端，且具有标准电容值  $C$ ，即  $20\text{pF}$ 。采样电容器 ( $C_{N1}$ ) 连接至开关  $S_{20}$  和负输入端，也具有标准电容值  $C$ 。电容转换网络如图 6 所示，具有与 MSB 电容器相同的电容值  $C$ ，在图 7 中显示为  $C_{P2}$ 。开关  $S_1$  至  $S_{15}$  的位置未知，所以连接至参考电压的所有电容器的电容值总和将显示为  $\Sigma C_{REF}$ ，所有接地的电容器的电容值总和显示为  $\Sigma C_{GND}$ 。比较器负输入端具有电压  $V_{CNEG}$ ，正输入端的电压为  $V_{CPOS}$ 。

所有连接至正输入端  $V_{IN+}$  和负输入端  $V_{IN-}$  的测量信号如第 2 部分中所描述，对输入信号的采样将从闭合开关 S30 和 S40 开始。这样，比较器的正输入电压  $V_{CPOS}$  等于中压  $V_{MID}$ 。同时，比较器的负输入电压  $V_{CNEG}$  也等于  $V_{MID}$ 。下一步是闭合  $V_{REF}$  的开关 S1 至 S15。开关 S0 和 S20 保留为打开状态。现在 ADC 已准备好对输入信号进行采样。采样进程从闭合输入模拟信号的输入开关 S0 和 S20 开始。

在转换阶段过后，电压稳定，且出现新情况。图 7 的当前配置显示了为电容器  $C_{P1}$  和  $C_{P2}$  充电的正电荷  $Q_{PS}$ 。说明了此电量分配的顺序。

$$Q_{PS} = C_{P1} \cdot (V_{MID} - V_{IN+}) + C_{P2} \cdot (V_{MID} - V_{REF}) \quad (1)$$

按照相同的步骤，描述了为电容器  $C_{N1}$  和  $C_{N2}$  充电的负电荷  $Q_{NS}$ 。

$$Q_{NS} = C_{N1} \cdot (V_{MID} - V_{IN-}) + C_{N2} \cdot (V_{MID} - V_{REF}) \quad (2)$$

采样进程的下一步从打开开关 S30 和 S40 开始。这样，接入比较器的负  $V_{CNEG}$  和正  $V_{CPOS}$  输入电压不再连在一起。电容器  $C_{P1}$  和  $C_{P2}$  上的电荷  $Q_{PS}$ ，以及电容器  $C_{N1}$  和  $C_{N2}$  上的电荷  $Q_{NS}$  将被冻结。

下面，打开输入开关 S0 和 S20。为了启动比较或转换进程，开关 S0 和 S20 将靠近接地点。正比较器输入电压  $V_{CPOS}$  将具有新值  $V_X$ 。现在电容器  $C_{P1}$  和  $C_{P2}$  的电量可以用描述。

$$Q_{PC1} = C_{P1} \cdot (V_X - V_{GND}) + C_{P2} \cdot (V_X - V_{REF}) \quad (3)$$

按照相同的步骤，电容器  $C_{N1}$  和  $C_{N2}$  的电量，以及负比较器输入电压  $V_{CNEG}$  将具有新值  $V_Y$ ，且可以用描述。

$$Q_{NC1} = C_{N1} \cdot (V_Y - V_{GND}) + C_{N2} \cdot (V_Y - V_{REF}) \quad (4)$$

电容器  $C_{P1}$  和  $C_{P2}$  的电量在采样进程和转换进程中相同。将与组合，结果为。

$$C_{P1} \cdot (V_{MID} - V_{IN+}) + C_{P2} \cdot (V_{MID} - V_{REF}) = C_{P1} \cdot (V_X - V_{GND}) + C_{P2} \cdot (V_X - V_{REF}) \quad (5)$$

中  $V_X$  的值的计算如。

$$V_X = V_{MID} - \frac{C_{P1}}{C_{P1} + C_{P2}} \cdot V_{IN+} + \frac{C_{P1}}{C_{P1} + C_{P2}} \cdot V_{GND} \quad (6)$$

将  $V_{GND}$  替换为 0，结果为。

$$V_X = V_{MID} - \frac{C_{P1}}{C_{P1} + C_{P2}} \cdot V_{IN+} \quad (7)$$

然后对输入级的负端执行相似的步骤。如果电容器  $C_{N1}$  和  $C_{N2}$  的电量在采样和转换期间相同，我们可以将和如中所示。

$$C_{N1} \cdot (V_{MID} - V_{IN-}) + C_{N2} \cdot (V_{MID} - V_{REF}) = C_{N1} \cdot (V_Y - V_{GND}) + C_{N2} \cdot (V_Y - V_{REF}) \quad (8)$$

中  $V_Y$  的值的计算如。

$$V_Y = V_{MID} - \frac{C_{N1}}{C_{N1} + C_{N2}} \cdot V_{IN-} + \frac{C_{N1}}{C_{N1} + C_{N2}} \cdot V_{GND} \quad (9)$$

将  $V_{GND}$  替换为 0，结果在中给出。

$$V_Y = V_{MID} - \frac{C_{N1}}{C_{N1} + C_{N2}} \cdot V_{IN-} \quad (10)$$

## 4 转换进程

对输入信号的采样结束时，转换进程将从打开开关 S30 和 S40 开始，捕捉输入模拟信号。下一步，打开采样开关 S0 和 S20，如第 3 部分中所述。此部分的说明请参阅图 7。

### 4.1 负输入信号

首先来看一下负输入信号端。我们将把 S30 上的比较器负输入节点称为  $V_{CNEG}$ 。负输入信号端被设置为比较器的“相对输入信号电压”。开关 S20 从  $V_{IN-}$  切换到  $V_{GND}$ 。负输入信号端电容器  $C_{N1}$  和  $C_{N2}$  上存储的电量，在转换  $Q_{NC}$  期间与在对  $Q_{NS}$  进行采样期间完全相同。因此，电容器  $C_{N1}$  和  $C_{N2}$  上的电量总和被保存下来。

电容器  $C_{N1}$  和  $C_{N2}$  具有相同的电容值。负输入端电容器电压  $V_Y$ （请参阅）现在是  $V_{CNEG}$ ，且在整个转换期间保持恒定；可以用来描述。另外，由于  $V_{MID}$  连接至模拟接地，它被替换为 0。

$$V_{\text{CNEG}} = \frac{-C_{\text{N1}}}{C_{\text{N2}} + C_{\text{N2}}} \cdot V_{\text{IN-}} \quad (11)$$

对于 ADS8342,  $V_{\text{IN-}}$  连接到且等于  $V_{\text{GND}}$ ; 因此在采样期间和采样后, 负输入信号端上只有很少的电量被重新分配。

## 4.2 负输入信号

转换进程是通过动态信号  $V_{\text{CPOS}}$  和恒定电压  $V_{\text{CNEG}}$  进行比较而实现的, 如所描述。在图 7 中, 电容器  $C_{\text{P2}}$  是所有电容器的等效表示,  $\Sigma C_{\text{REF}}$  连接至参考电压  $V_{\text{REF}}$ , 且具有所有电容器值的电容  $\Sigma C_{\text{GND}}$  连接至接地电压  $V_{\text{GND}}$ , 越过相关开关 S1 至 S15 (请参阅图 6)。在转换期间, 电容器  $\Sigma C_{\text{REF}}$  和  $\Sigma C_{\text{GND}}$  的分配将改变, 以使  $V_{\text{CPOS}}$  和  $V_{\text{CNEG}}$  之间的电压差最小化。

在正输入信号端上, 由对 MSB 的采样到测试的转换与在负输入信号端上的相似。我们将把 S40 上的比较器正输入节点称为  $V_{\text{POS}}$  (请参阅图 5)。正输入信号端被设置为比较器的可变输入信号电压。将开关 S0 从  $V_{\text{IN+}}$  切换至  $V_{\text{GND}}$ , 开关 S1 至 S15 仍保持与  $V_{\text{REF}}$  的连接 (请参阅图 6)。正输入信号端电容器  $C_{\text{P1}}$  和  $C_{\text{P2}}$  中存储的电量, 在转换  $Q_{\text{PC}}$  期间, 与在对  $Q_{\text{PS}}$  采样期间存储的电量完全相同。整个电容器阵列上的电量在转换期间和采样期间相同。  $C_{\text{P1}}$  和  $C_{\text{P2}}$  被保留。因此,  $V_{\text{POS}}$  被用于中以描述在转换期间电容转换网络上的电量。

$$Q_{\text{PC1}} = (C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}) \cdot V_{\text{CPOS}} - \Sigma C_{\text{REF}} \cdot V_{\text{REF}} - \Sigma C_{\text{GND}} \cdot V_{\text{GND}} \quad (12)$$

## 4.3 测试位

在第一个时钟周期结束时, 比较器对电压  $V_{\text{CPOS}}$  和  $V_{\text{CNEG}}$  进行比较, 将 MSB 的电容值解析为 1 或 0。此值将被锁入 SAR 控制逻辑。如果值为 1,  $C_{\text{P1}}$  电容器仍然通过开关 S0 连接至  $V_{\text{GND}}$ 。如果值为 0, 则将通过同一个开关连接至  $V_{\text{REF}}$ 。

要了解余下的转换进程, 我们需要参阅图 7 中所示的电容转换网络。在同一时钟阶段, SAR 转换器的控制逻辑转向测试下一个最高有效位, 该最高有效位将被称为位 2。图 6 中的开关 S1 从  $V_{\text{REF}}$  切换至接地。电容器阵列上的电量将再次进行重分配, 并对参考缓冲器添加负载。

此时的电容器阵列状态是在 MSB 测试期间所做出的决策的结果。后面的每一次位测试都受到前一次位测试的影响。  $V_{\text{CPOS}}$  上的电压取决于电容转换网络中连接至  $V_{\text{REF}}$  的电容器和连接至  $V_{\text{GND}}$  的电容器。在这些条件下, 将与组合, 比较器的正输入端电压  $V_{\text{CPOS}}$  可以用至表示。

$$-C_{\text{P1}} \cdot V_{\text{IN+}} - C_{\text{P2}} \cdot V_{\text{REF}} = (C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}) \cdot V_{\text{CPOS}} - \Sigma C_{\text{REF}} \cdot V_{\text{REF}} - \Sigma C_{\text{GND}} \cdot V_{\text{GND}} \quad (13)$$

$$V_{\text{CPOS}} = \frac{-C_{\text{P1}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}} \cdot V_{\text{IN+}} - \frac{C_{\text{P2}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}} \cdot V_{\text{REF}} + \frac{\Sigma C_{\text{REF}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}} \cdot V_{\text{REF}} \quad (14)$$

$$V_{\text{CPOS}} = \frac{-C_{\text{P1}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}} \cdot V_{\text{IN+}} - \left(1 - \frac{C_{\text{P1}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}}\right) \cdot V_{\text{REF}} + \frac{\Sigma C_{\text{REF}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}} \cdot V_{\text{REF}} \quad (15)$$

在每个公式中,  $\Sigma C_{\text{REF}}$  (如前所述) 代表与参考电压  $V_{\text{REF}}$  连接的、比较器正输入端上的所有电容器的电容值总和。

#### 4.4 转换进程的结束阶段

此测试顺序将继续，直到对最后位完成测试。我们可以假设在转换的结束阶段，进入比较器  $V_{\text{CNEG}}$  的负输入信号与进入比较器  $V_{\text{CPOS}}$  的正输入信号相等。将与组合，我们可以通过将  $V_{\text{CPOS}}$  和  $V_{\text{CPOS}}$  相关联。转换的目的是使进入比较器的正输入信号  $V_{\text{CPOS}}$  与  $V_{\text{CNEG}}$  的值相同。

$$\frac{-C_{\text{N1}}}{C_{\text{N1}} + C_{\text{N2}}} \cdot V_{\text{IN-}} = \frac{-C_{\text{P1}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}} \cdot V_{\text{IN+}} - \left(1 - \frac{C_{\text{P1}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}}\right) \cdot V_{\text{REF}} + \frac{\Sigma C_{\text{REF}}}{C_{\text{P1}} + C_{\text{P2}}} \cdot V_{\text{REF}} \quad (16)$$

有趣的是对于任何给定的精度，不论给定的输入信号如何，电容器在转换结束阶段的状态都是用算出的，该公式通过解析中的输入信号，或通过  $(V_{\text{IN+}} - V_{\text{IN-}})$  而获得。电容器  $C_{\text{N1}}$  和  $C_{\text{P1}}$  的电容值相等，且将被替换为  $C_1$ ；因为  $C_{\text{N2}}$  和  $C_{\text{P2}}$  的电容值相等，同样也将被替换为  $C_2$ 。

$$V_{\text{IN+}} - V_{\text{IN-}} = \frac{C_1 + C_2}{C_1} \cdot \left[ \frac{\Sigma C_{\text{REF}}}{C_1 + C_2} - \left(1 - \frac{C_1}{C_1 + C_2}\right) \right] \cdot V_{\text{REF}} \quad (17)$$

此外，因为  $C_1$  和  $C_2$  具有相同的电容值，我们可以在中将这些值替换为  $C$ ，以得到描述转换进程的最终公式。

$$V_{\text{IN+}} - V_{\text{IN-}} = \left( \frac{\Sigma C_{\text{REF}}}{C} - 1 \right) \cdot V_{\text{REF}} \quad (18)$$

输入信号或  $(V_{\text{IN+}} - V_{\text{IN-}})$  的值越是正值，与参考电压  $V_{\text{REF}}$  连接的电容器的比例就越大。在正满量程， $V_{\text{IN+}} - V_{\text{IN-}} = +V_{\text{REF}}$ ，且电容器转换网络中的所有电容器将连接到  $V_{\text{REF}}$ 。另一种方法是，如果  $V_{\text{IN+}} - V_{\text{IN-}} = -V_{\text{REF}}$ ，则没有电容器与  $V_{\text{REF}}$  连接，或所有的电容器件都与  $V_{\text{GND}}$  连接。

由于  $\Sigma C_{\text{REF}}/C$  的范围是 0 到 2，则我们可以看到输入模拟信号  $V_{\text{IN+}} - V_{\text{IN-}}$  的范围是  $-V_{\text{REF}}$  到  $+V_{\text{REF}}$ ，如所示。

注意 ADS842 完善了输出代码中的最高有效位。MSB 用“1”表示负输入信号。如果 MSB 内部是“1”，表明输入信号为正，则在输出代码中为“0”。

## 5 总结

此应用报告着重于强调设计输入缓冲电路时的几个关键注意事项，以使 SAR ADC 能够发挥最优性能。设计用于到 ADC 的模拟输入的驱动器或缓冲电路的首要条件，是要对输入结构的运行有着全面的理解。全面的理解可以使设计者完全把握缓冲电路的性能要求。并不是查看一下电路就可以做出好的设计那么简单；动态电路输入要求精心地布局和挑选组件，这需要细致全面地考虑。

## 重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

### 产品

放大器	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">http://www.ti.com.cn/amplifiers</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">http://www.ti.com.cn/dataconverters</a>
DSP	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">http://www.ti.com.cn/dsp</a>
接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">http://www.ti.com.cn/interface</a>
逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">http://www.ti.com.cn/logic</a>
电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">http://www.ti.com.cn/power</a>
微控制器	<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">http://www.ti.com.cn/microcontrollers</a>

### 应用

音频	<a href="http://www.ti.com.cn/audio">http://www.ti.com.cn/audio</a>
汽车	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">http://www.ti.com.cn/automotive</a>
宽带	<a href="http://www.ti.com.cn/broadband">http://www.ti.com.cn/broadband</a>
数字控制	<a href="http://www.ti.com.cn/control">http://www.ti.com.cn/control</a>
光纤网络	<a href="http://www.ti.com.cn/opticalnetwork">http://www.ti.com.cn/opticalnetwork</a>
安全	<a href="http://www.ti.com.cn/security">http://www.ti.com.cn/security</a>
电话	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">http://www.ti.com.cn/telecom</a>
视频与成像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">http://www.ti.com.cn/video</a>
无线	<a href="http://www.ti.com.cn/wireless">http://www.ti.com.cn/wireless</a>

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated