

非常见问题解答—第152期

问题终结者：乘法数模转换器

作者：Thomas Tzscheetzsch

共享



问：

乘法DAC如何用于DAC以外的其他应用？



答：

大多数数模转换器(DAC)采用固定的正基准电压工作，输出电压或电流与基准电压和设定的数字码的乘积成比例。而对于所谓的乘法数模转换器(MDAC)，情况并非如此，其基准电压可以变化，变化范围通常是±10V。因此，通过基准电压和数字码可以影响模拟输出（在这两种情况下都是动态的）。

应用

借助相应的接线，模块可以输出放大、衰减或反转的信号（相对于基准信号而言）。因此，其应用领域包括波形发生器、可编程滤波器和PGA（可编程增益放大器），以及其他必须调整失调或增益的很多应用。

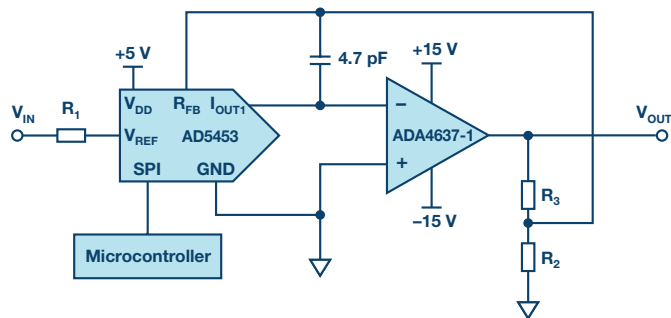


图1. 具有可变增益的电路(PGA)

图1显示了一个带下游放大器的14位MDAC AD5453，放大器可根据DAC的编程数字码放大或削弱信号。

电路计算

该电路的输出电压(V_{OUT})计算如下：

$$V_{OUT} = -\text{增益} \times V_{IN} \times \frac{D}{2^n}$$

除了增益和DAC的设定数字码D之外，输出电压还受运算放大器电源电压的影响或限制。在所示情况下，ADA4637-1放大器的电源电压为±15 V电压，应输出±12V的最大电压，因此其控制范围足够大。增益由电阻 R_2 和 R_3 确定：

$$\text{增益} = \frac{R_2 + R_3}{R_2}$$

所有电阻 (R_1 至 R_3) 应具有相同的电阻温度系数(TCR), 但不一定要与DAC内部电阻的TCR相同。电阻 R_1 用于根据 R_2 和 R_3 及以下关系调整DAC内部电阻(R_{FB}):

$$R_1 + R_{FB} = R_{FB} + R_2 \parallel R_3$$
$$R_1 = R_2 \parallel R_3$$

选择电阻时, 必须确保运算放大器在最大输入电压时仍处于工作范围内 (DAC可以在 V_{REF} 下处理 $\pm 10V$)。还应注意, 放大器的输入偏置电流(I_{BIAS})会被电阻($R_{FB} + R_2 \parallel R_3$)放大, 这对失调电压有相当大的影响。选择具有超低输入偏置电流和超低输入失调电压 (依据数据手册) 的运算放大器ADA4637-1正是基于这个原因。为了防止闭环控制系统不稳定或所谓的响铃振荡, 在 I_{OUT} 和 R_{FB} 之间插入4.7 pF电容; 特别推荐将这一做法用于快速放大器。

如前所述, 放大器的失调电压会被闭环增益放大。当设置增益的外部电阻发生改变, 变化值对应于数字步长时, 此值会增加到期望值上, 产生微分非线性误差。如果它足够大, 可能会导致DAC行

为非单调。为避免这种效应, 有必要选择低失调电压和低输入偏置电流的放大器。

相比其他电路的优势

原则上, 如果允许使用外部基准电压源, 那么也可以使用标准DAC, 不过标准DAC与MDAC之间有一些重大区别。标准DAC的基准输入只能处理幅度有限的单极性电压。除幅度外, 基准输入带宽也非常有限。这在数据手册中用乘法带宽值表示。以AD5664 16位DAC为例, 该值为340 kHz。乘法DAC的基准输入可以使用双极性电压, 其也可以高于电源电压。带宽同样高得多——AD5453的典型带宽为12 MHz。

结语

乘法数模转换器的使用不是那么广泛, 但其提供了许多可能性。除了高带宽的自制PGA以外, 移动应用也是非常合适的应用, 因为其功耗要求低于50 μW 。

Thomas Tzscheetzsch [thomas.tzscheetzsch@analog.com]于2010年加入ADI公司, 担任高级现场应用工程师。2010年至2012年, 他负责支持德国中部地区的客户群, 自2012年以来, 他任职于关键客户团队, 为关键客户提供支持服务。2017年重组后, 他负责中欧国家IHC市场的FAE团队, 担任FAE经理。

在职业生涯的最初阶段, 他于1992年至1998年在一家机械制造公司任电子工程师兼部门负责人。在哥廷根应用科学大学完成电气工程学习后, 他任职于Max Planck研究院从事太阳能系统研究工作, 担任硬件设计工程师。2004年至2010年, 他任职于ADI公司产品经销商的现场应用工程师。



Thomas Tzscheetzsch

该作者的其它文章:

[灵活使用放大器的禁用引脚](#)

第52卷, 第1期