

换句话说就是符号不会变化。单调递减ADC电压时，情况也相同。在伺服或反馈应用中，DAC也需要是单调的。电机控制器就是一个例子：无论电机电力线电压或施加的负载如何变化，电机控制器保持电机速度恒定。

在图3中，波形A的绿色实线显示了理想的线性度；蓝色虚线所示为可接受的伺服非线性；非单调的红色虚线所示为不可接受的线性度。波形B中，蓝色虚线和箭头所示为正确伺服动作。尽管具有非线性，伺服动作总是朝向中心，虽然信号返回至中心的增益和速率并不完美。然而，红色虚线和箭头所示的情况下，伺服动作的方向实际上是错误的，即朝向非单调区域。这将引起伺服故障(为了试图稳定在错误的位置点而引起振荡)，从而损坏电机或其它受控机械设备。

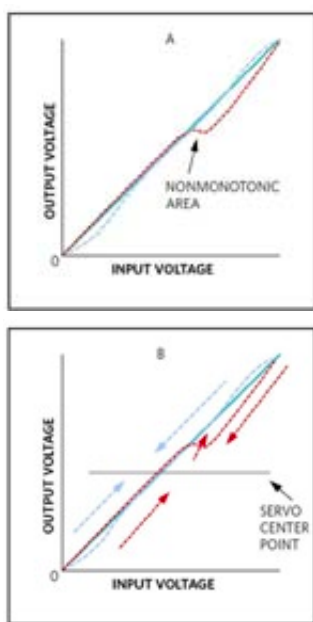


图3：波形A所示为传递函数，波形B所示为伺服动作

如果ADC或DAC(集成至数字器件)位于伺服环路之内或处于低精度开环应用中，内部电压基准可能就足够了。如果应用要求较高，可使用IC生产商(例如美信集成产品公司)提供的ADC、DAC和电压基准。

外部电压基准

任何处理小信号或敏感信号的电路都需要干净的低噪声电源。对于模拟电路，电压基准可能是这种稳定的低噪声电源。如果提供有独立的电源引脚，模拟电路可以位于FPGA内部；它也可以是连接至FPGA的外部模拟电路。

电压基准为ADC和DAC提供稳定的基准，而有利于FPGA。基准就是具有保证初始精度及温度稳定性的小电源。为了实现更高的精度，许多电压基准可以通过数字电位器在外部微调几个百分比。这种微调可以补偿ADC和DAC的满量程增益误差。

电压基准不仅限于FPGA应用，它也可以为射频低噪声放大器(LNA)、运算放大器、多路复用器及滤波器提供小功率。

脉宽调制(PWM)和逻辑转换器

典型数字电源的电压容限为 $\pm 5\%$ 至 $\pm 10\%$ ，这对数字电源是相当合理的水平。由于数字系统具有固有门限，数字器件将忽略电压容限并抑制噪声。

FPGA输出通常使用DAC或PWM信号控制电机阀门和其它的执行器。外部DAC的优点是分辨率较高，电压基准更干净，频率响应一般较好。然而，使用PWM信号的改进则更为微妙。在许多情况下，与PWM相比，DAC对低通滤波的要求较低，并具有较快的响应时间或较宽的频率响应。但使用PWM信号时，FPGA可对高频时钟进行计数，使时间轴的精度非常高。然而，电压轴精度不高、噪声大。这是因为PWM使用的电源与其它数字部分使用的电源相同。

相反，PWM是模拟输出，电压和噪声不会被门限抑制或调节。数字(多噪声)PWM输出需要被转换为连接至高精度电压基准的干净模拟信号。可以利用晶体管实现这一要求，但使用双电源逻辑转换器则更为简单。转换器可以使用模拟电源，噪声将更低。如果要求更高精度，可以使用低噪声电压基准。这样就优化了PWM信号，使其在时间和幅值上都较为精密。这种精度也把将PWM信号平滑为缓变直流信号通常需要的低通滤波器的复杂度降至最低。

本文小结

数字设计对于任何人来说都非常难，这正是我们在讨论ASIC和FPGA的模/数接口的应用笔记及模拟模块中融入基准的原因。这有利于帮助设计避免误差、计算错误，或最后一分钟的颠覆性更改。这节约的不仅是将电路移至外部器件，还包括影响产品上市的设计时间，以及制造、测试和调试时间。避免器件走弯路或返工从来不是一件坏事，甚至可能在竞争对手失败的项目上取得成功并占有市场。

(作者：Bill Laumeister)