

AD7403/AD7405的增益和失调温度漂移补偿

作者: Aidan Frost

简介

AD7403/AD7405为高性能二阶Σ-Δ调制器,片上的数字隔离采用ADI公司的iCoupler®技术,能将模拟输入信号转换为高速单个位数据流。AD7403和AD7405分别具有CMOS和LVDS数字接口。此应用笔记将介绍一种方法,它结合使用共存的系统集成温度传感器和AD7403/AD7405,可校准较大程度的失调和增益误差温度漂移。在电机控制应用中,需要特别注意失调和增益误差的温度漂移,因为这对系统稳定性的影响很大。补偿技术部分介绍的补偿方法可以降低AD7403/AD7405数据手册中指定的漂移数据,分别可将失调误差漂移和增益误差漂移降低30%和90%。

失调和增益误差效应

失调和增益误差是ADC中的常见直流误差,会增加转换器的总非调整误差(TUE)。图1显示失调和增益误差对ADC传递函数的影响。对于大部分数据转换器系统来说,用户会在室温下校准这些误差,但是失调和增益误差会随着温度

进行漂移。在电机控制应用中,ADC(如AD7403/AD7405)的失调和增益误差可增加系统误差,如扭矩纹波。

电机控制应用中的扭矩纹波十分令人头痛,因为它会导致振动、噪声和机器的过度磨损。由于它相当于负载干扰,因此还会造成速度控制性能下降。扭矩纹波定义为最大扭矩 T_{MAX} 和最小扭矩 T_{MIN} 之间相对于平均扭矩 T_{AVG} 的百分比差。

$$T_{RIPPLE} = \frac{T_{MAX} - T_{MIN}}{T_{AVG}}$$

在交流电机驱动中,扭矩纹波会导致电机输出产生转速波动。电流测量中的失调误差会导致电机转矩在定子电流频率 f_E 下振荡。不对称增益(或尺度)误差会导致电机转矩在 $2 \times f_E$ 频率下振荡。

与绝对失调和增益误差相比,随温度变化的失调和增益误差更加难以补偿。在已知系统温度的前提下,可以对具有线性可预测漂移曲线的转换器进行失调和增益误差漂移补偿。

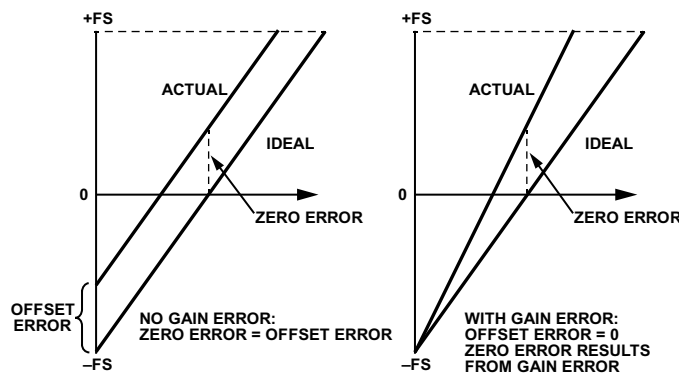


图1. ADC传递函数的失调和增益误差

补偿技术

很多用于电机控制应用的电流测量系统都会集成温度传感器来监视异常情况，可以使用此温度信息来执行失调和增益误差漂移补偿，尤其是在转换器具有已知的可预测(线性)漂移曲线的情况下。AD7403/AD7405隔离式Σ-Δ型调制器具有十分适用于补偿技术的漂移曲线。以下分析使用18个器件的样本执行，其中包括具有不同工艺变化的典型零件和器件。绘图显示了典型零件样本的结果。

失调误差校准

通过在整个工作温度范围内查看典型器件样本，可以确定ADC的漂移曲线。图2显示AD7403器件样本的失调漂移曲线。

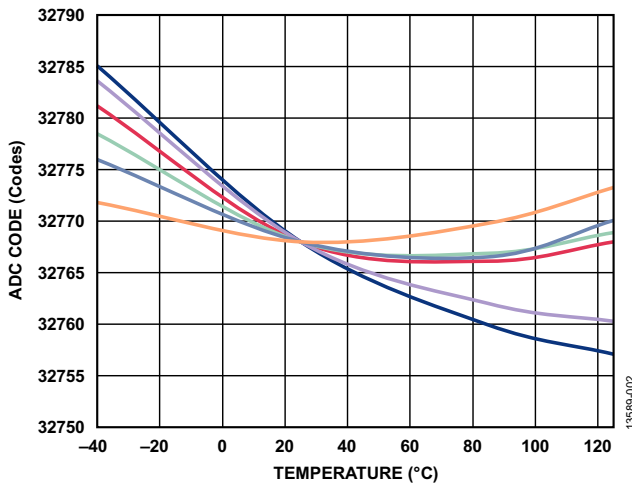


图2. AD7403的失调漂移曲线，校准温度为25°C

AD7403/AD7405的典型失调温度漂移为 $1.6 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。如图2所示，器件在整个温度范围内具有相对线性的可预测漂移特性。在已知漂移曲线且在25°C下校准了器件的绝对失调误差的情况下，可以为曲线施加补偿系数使其尽量平滑。补偿系数会使曲线绕着25°C校准点附近转动。通过实验获得了可以产生最佳失调漂移性能的AD7403/AD7403-8/AD7405补偿系数，如表1所示。

例如，就AD7403而言，原始平均失调漂移从 $1.24 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 降低到了约 $1 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，器件的指定性能改善了12.5%。

表1. 失调漂移补偿系数

失调漂移	AD7403	AD7403-8	AD7405
补偿系数($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	0.84	1.8	0.5
改善(%)	12.5	33.5	11.5

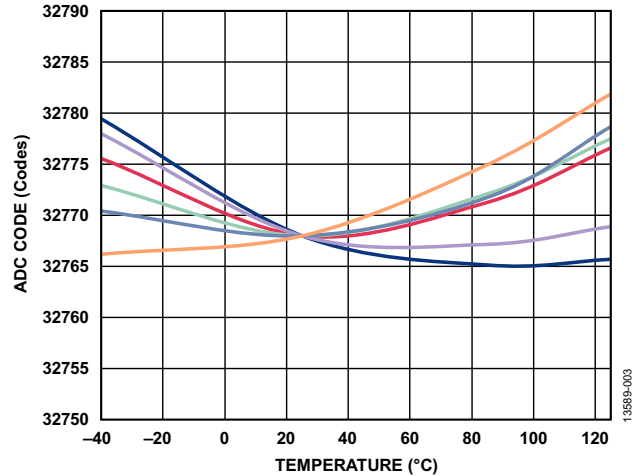


图3. AD7403的温度补偿失调误差漂移曲线

增益误差校准

可以对AD7403和AD7405的增益误差漂移应用类似但更有效的补偿方法。器件的增益误差在整个工作温度范围内分布紧凑，线性度很高，因此更容易进行补偿。图4显示AD7403在整个工作温度范围内的增益漂移曲线。

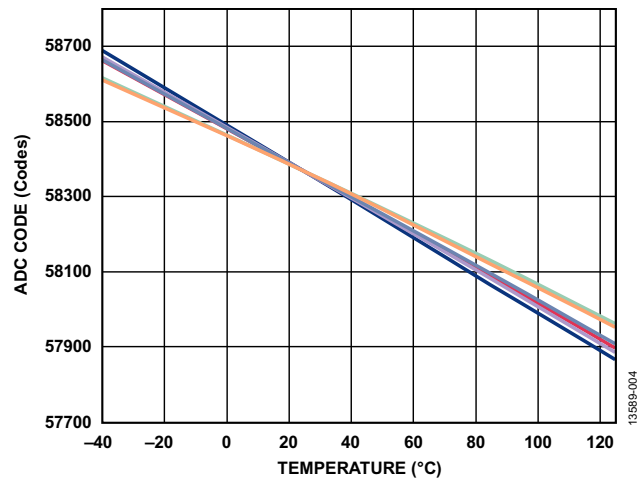


图4. AD7403的增益漂移曲线，校准温度为25°C

通过实验获得了可以产生最佳增益漂移性能的AD7403/AD7403-8/AD7405补偿系数，如表2所示。例如，就AD7403而言，原始平均增益漂移从 $42.1 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 降低到了 $4.9 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，改善了88%。

表2. 增益漂移补偿系数

增益漂移	AD7403	AD7403-8	AD7405
补偿系数($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	40	36	28
改善(%)	88	91	80

图5显示应用之前的补偿系数后实现的温度补偿增益漂移曲线。

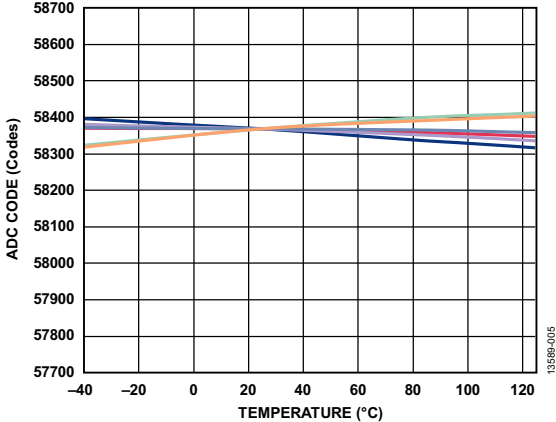


图5. AD7403的温度补偿增益误差漂移曲线

修订历史

2015年9月—修订版0至修订版A

更改补偿技术部分2

更改图5标题3

2015年3月—修订版0：初始版