

Application Brief

伺服驱动器中的精密 ADC



Taiwo Arojoye

简介

伺服驱动器为伺服电机供电，以保持伺服驱动器控制器设置的速度和扭矩。使用三相交流电压为伺服电机供电，该电压可产生旋转磁场。控制器告诉伺服驱动器电机的旋转速度，以及电机可以朝哪个方向转动。电机上有一个编码器，它可检测电机的实际速度和位置并将其反馈给伺服驱动器，而伺服驱动器现在可以连续地调整速度和位置数据。伺服驱动器中模数转换器 (ADC) 的用例包括：

1. 测量电流传感器的输出
2. 来自 PLC 或运动控制器的模拟控制输入
3. 从增量正弦/余弦编码器插值正弦/余弦信号

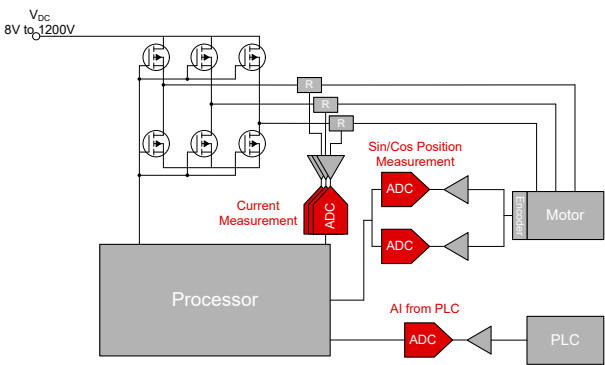


图 1. 伺服驱动器方框图

测量电流传感器的输出

在伺服驱动器内部，有一个内部三相逆变器，它从电源接收直流电压，并通过脉宽调制器 (PWM) 转换为交流电压。PWM 的占空比可控制施加到电机上的电流/扭矩。当占空比接近 0% 时，电流/扭矩处于最小值。当占空比接近 100% 时，电流/扭矩处于最大值。PWM 不断改变占空比，以产生正弦交流信号。该交流信号为电机供电并使电机旋转。处理器使用电流测量来更新 PWM 占空比。电流传感器与 ADC 配对以测量电流，并将模拟输出转换为数字输出，然后发送到处理器，如图 2 中所示。

有许多不同类型的电流传感器，例如 LEM 电流传感器、VAC 电流传感器、霍尔效应电流传感器、电流检测放大器等，例如 TI 提供的 [TMCS1123](#)、[AMC1300](#) 和 [INA241A](#)。这些电流传感器的输出是模拟输出，需

要通过 ADC 进行数字化才能使处理器进行读取。电流传感器具有多种输出类型，包括差分、伪差分 and 单端。这些输出类型需要模拟电路将其转换为单端信号，因此更容易使用具有伪差分/差分输入的 ADC。[ADS8350](#)、[ADS7850](#)、[ADS7250](#) 和 [ADS704x/ADS705x](#) 系列可为多种具有差分 and 伪差分输入的器件提供支持。ADC 的输入范围也很重要，它可以与电流传感器的输出范围相匹配。一些传感器（例如 LEM 传感器）的输出可能为 -10V 至 10V。[ADS8681](#) 具有集成式 PGA，因此 [ADS8681](#) 可以直接获取此电压，无需外部组件。[表 1](#) 进一步详细介绍了一些涵盖多个输入范围和电压的 ADC。

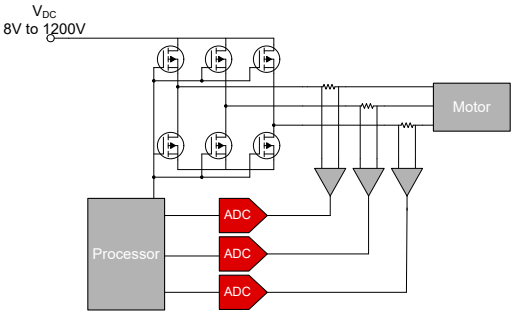


图 2. 测量电流传感器的输出

表 1. 电流传感器 ADC 器件建议

器件	分辨率 (位)	采样率 (kSPS)	通道计数
ADS7850 ADS8350	14/16	750	2
ADS86xx	10/12/14	1000/500/100	1
ADS704x ADS705x	8/10/12/14	3000/2500/2000/1000	1

模拟 I/O

PLC 或运动控制器等控制器可使用模拟或数字输出与伺服驱动器通信。模拟控制常用于传统系统和低成本系统。该控制器通常可以具有 $\pm 10V$ 的输出。这些模拟输入需要转换为数字，以供伺服驱动器上的处理器进行读取，这正是 ADC 的用武之地。ADC 需要具有较宽的输入电压范围，以确保 ADC 可以读取 PLC 的输出。[图 3](#) 展示了一个如何以电路形式使用 ADC 的示例，[表 2](#) 中列出的所有器件都具有 $\pm 10V$ 输入范围。

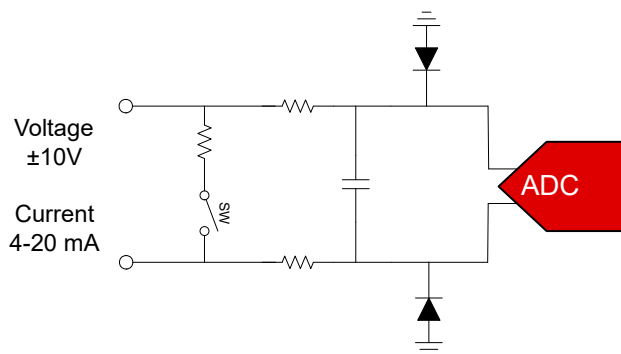


图 3. 模拟 I/O

表 2. 模拟 I/O 器件建议

器件	分辨率 (位)	采样率 (kSPS)	通道计数
ADS8681/85/89	16	1000/500/100	1
ADS8681W/5W/9W	16	1000/500/100	1
ADS8684/88	16	500	4/8

伺服驱动器位置反馈

电机的编码器用于检测电机的实际速度和位置。编码器将该信息读取为电压信号，然后将它们发送回伺服驱动器，以控制电机的速度或位置。编码器输出的模拟信号是 $1V_{PP}$ 正弦/余弦信号，因此 2 通道放大器加上 2 通道 ADC 可以是一个很好的设计，如图 4 所示。该处理器使用 ADC 的数字输出来确定电机的速度和位置，因此 ADC 上的分辨率是基本的规格。典型编码器的带宽为 500kHz；在电机速度较快的应用中，来自编码器的正弦或余弦信号的带宽可以更高。更高的 ADC 采样率很重要，因为 ADC 可用于通过求平均值来提高噪声性能。对于每个因子 2，均值计算可将信噪比 (SNR) 提高约 3dB。在表 3 中，有符合编码器反馈信号链所要求规格的放大器和 ADC 对。

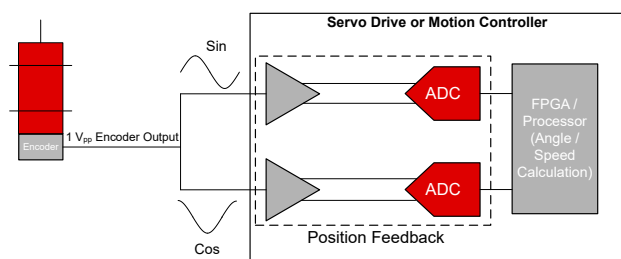


图 4. 伺服驱动器位置反馈

表 3. 编码器输出 ADC 器件建议

带宽	器件	分辨率 (位)	采样率 (kSPS)	通道计数
> 1MHz	THS4541 + ADS9218/ADS9219	18	10000/20000	2
<1MHz	THS4552 + ADS9327 / ADS9326	16	5000/3000	2
<200kHz	THS4552 + ADS8354	12/14/16	700	2

结语

伺服驱动器在许多不同的用例中都需要 ADC。ADC 可用于测量电力线上的电流传感器输出，将 PLC 的模拟输出数字化并将编码器接收到的模拟数据转换为数字数据。TI 拥有用于进行这些测量的强大器件系列。下面是有关伺服驱动器的详细信息文章。

相关文章

德州仪器 (TI)，[适用于电机编码器和位置感应的精密 ADC](#)，产品概述。

德州仪器 (TI)，[编码器信号链](#)，应用简报。

德州仪器 (TI)，[位置反馈：采用同步采样 SAR ADC 采集 1VPP 正弦或余弦编码器信号](#)，应用简报。

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月