



电机控制

参考设计与系统应用

程永华

ADI 客户经理 18500197627

Yonghua.cheng@analog.com



► 专有信息说明，免责与免除担保

ADI演示文稿是ADI公司的财产。ADI演示文稿以及ADI提供或在此处使用的软件、文本、图片、设计元素、音频和所有其他资料（简称“ADI信息”）的所有版权、商标和其他知识产权和所有权均属ADI公司及其许可人所有。事先未经ADI书面许可，不得以任何方式、通过任何形式或媒介复制、出版、改编、修改、展示、分发或销售ADI信息。

ADI信息和ADI演示文稿均按“原样”提供。尽管ADI希望ADI信息和ADI演示文稿准确无误，但ADI不对ADI演示文稿和ADI信息作任何担保，包括但不限于关于准确性和完整性的担保。排字错误和其他失误都可能存在。ADI不保证ADI信息和ADI演示文稿能满足您的要求、准确、不会中断或不存在错误。ADI不对适销性、特定用途实用性或不侵犯任何第三方知识产权作任何明示或暗示的担保。对于因您使用ADI信息和ADI演示文稿而引起的或与其相关的任何损害或损失，包括但不限于数据丢失或损坏、电脑病毒、错误、遗漏、中断、缺陷或其他故障，无论此等责任属于侵权、合同或其他，ADI均不承担任何责任。使用其中提到的任何第三方参考软件须遵循与此等第三方签订的适用许可协议（若有）。

©2013 Analog Devices, Inc. 保留所有权利

今日议程



- ▶ 电机控制应用和目标市场
- ▶ 电机操作和结构
- ▶ 电机控制战略
- ▶ 反馈传感器和电路
- ▶ 电源和隔离
- ▶ **ADI高性能伺服控制FMC板**
- ▶ **将ADI高性能伺服FMC板与Xilinx® FPGA和Simulink®一起使用**

目标

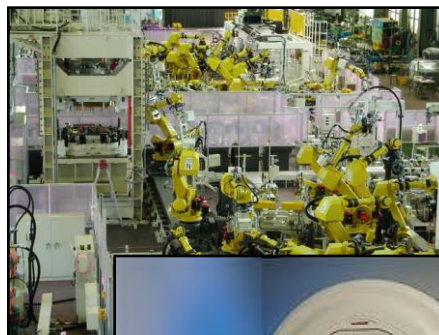
- ▶ 探讨电机驱动系统的
操作方式并展示**ADI**技术使
该系统增值的地方
- ▶ 了解电机控制战略和设计
高效电机控制应用所面临的挑战
- ▶ 展示如何将一些**ADI**电机控制解决方案与
Xilinx FPGA一起使用
- ▶ 展示如何将一些**ADI**电机控制解决方案与
MathWorks®提供的**Simulink**一起使用

电机控制应用 和目标市场

第1部分

► 许多应用中都会用到电机

- 工业
- 医疗
- 交通运输
- 汽车电子
- 集成应用
- 通信
- 家用电器

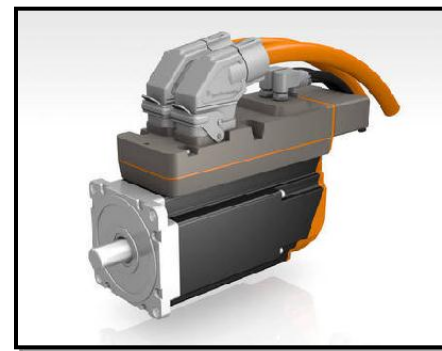


► 电机驱动

- 改变电机输入功率来控制轴扭矩、速度或位置的系统。

► 驱动类型

- **专用驱动**—设计用于在特定应用中运转特定电机（如变速泵驱动）。
- **标准驱动**—设计为能够在给定功率范围内运转各种电机的通用电机转速控制器。
- **伺服驱动**—设计用于实现位置、速度或扭矩下降至速度为零的精确和高动态控制。通常用于自动化应用。
- **高性能伺服器**—设计用于提供同类最佳精度和连接能力。通常用于CNC和贴片机。



电机控制的市场分类

分类和类别



高端伺服器和CNC

- * 不同的实时连接能力
- * 单个控制器内集成多轴
- * 最高性能AFE/检测
- * 先进的系统架构



伺服器和优质驱动

- * 因系统而异的实时连接能力
- * 单个控制器中集成单轴和双轴
- * 最高性能AFE/检测
- * 平衡/成本优化的系统架构



标准和中间范围驱动

- * 以太网和现场总线连接能力
- * 单个控制器内集成单轴
- * 中端性能AFE/检测
- * 成本优化的系统架构



专用电机控制器

- * 简单/系统连接能力
- * 单个控制器内集成单轴
- * 因系统而异的AFE/检测
- * 成本优化的终端应用架构

电机控制的细分市场

合作伙伴与ADI带来的系统价值

高性能
FPGA和AFE的
最高价值



高端伺服器/CNC

ADI + FPGA供应商
Xilinx

聚焦ADI器件:

隔离 (栅极驱动器/分立)
AD740x + AMP
RDC + SAR ADC
收发器
电源
加速度计/传感器



伺服器和优质驱动

ADI公司具有完整的信号链
和优选合作伙伴

聚焦ADI器件:

ASSP/SHARC/BF
隔离 (栅极驱动器/分立)
AD740x + AMP
RDC + SAR ADC
收发器
电源
加速度计/传感器



标准和中间范围电机驱动

ADI公司具有完整的信号链
和优选合作伙伴

聚焦ADI器件:

ASSP/BF
隔离 (栅极驱动器/分立)
AD740x + AMP
RDC + SAR ADC
收发器
电源



专用电机控制器

ADI公司具有部分信号链和
优选合作伙伴

聚焦ADI器件:

ASSP/ADuC系列
隔离 (栅极驱动器/分立)
AMP
逐次逼近型ADC
收发器
电源

► 节能

- 电机控制追求性能和质量
- 全球**40%**以上的能耗是电机产生的
- 人们要求提高系统效率意味着需要从普通交流感应电机向永磁同步电机迁移
- 从模拟控制向数字控制迁移—专注于实现可能的最高效率



► 趋势影响

- 对以下方面新执行技术的需求日益增加：转换器、放大器、处理器、隔离、电源、接口
- 随着人们要求提高控制器性能，**FPGA**等新技术以及其他先进控制器开始在电机控制系统中占据一席之地



电机 操作和结构

第2部分

► 直流电机

- 步进电机
- 有刷直流电机
- 无刷永磁电机
 - 无刷直流(BLDC)电机
 - 永磁同步电机(PMSM)

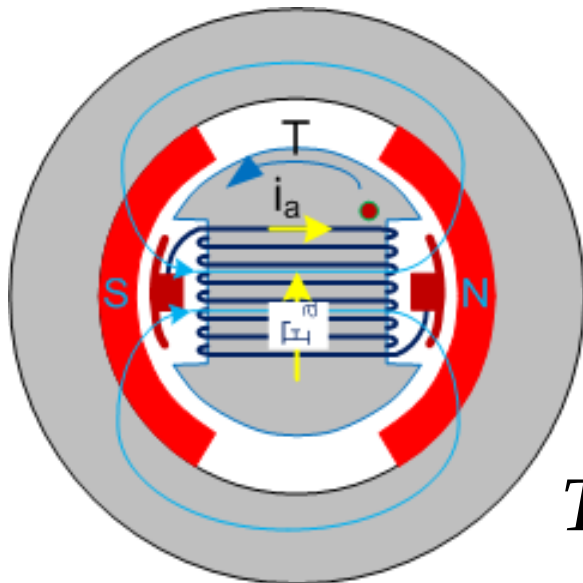


► 交流电机

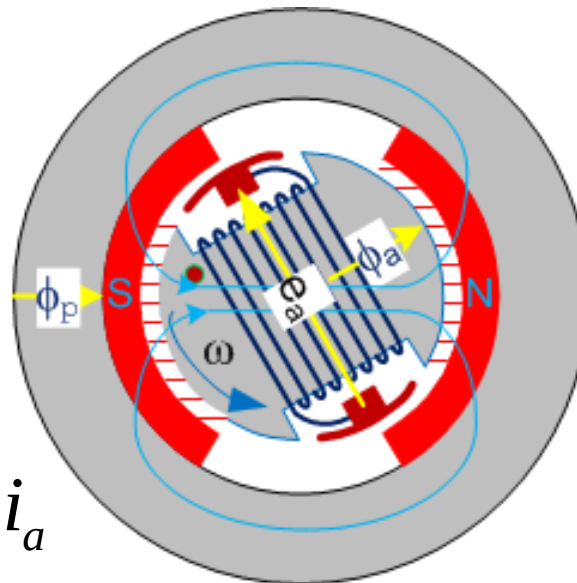
- 异步电机
- 同步电机



扭矩产生



反电动势生成



$$T = k_a \cdot \phi_p \cdot i_a$$

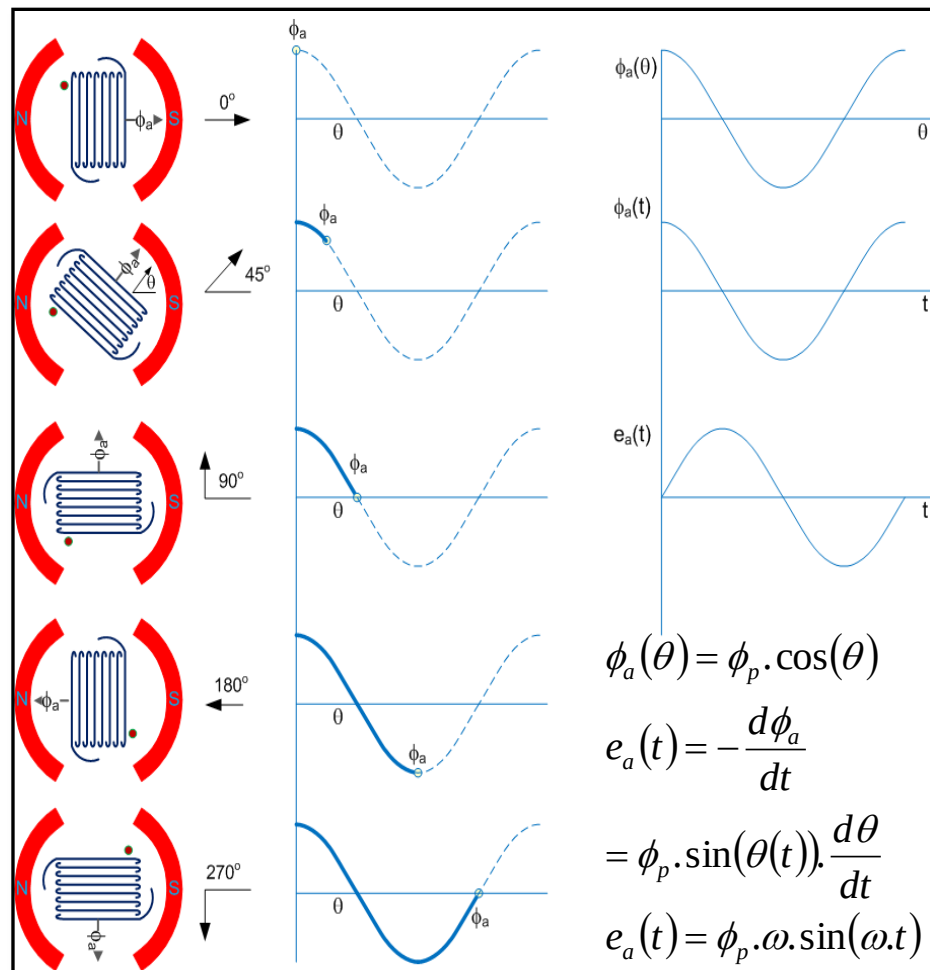
$$e_a = k_a \cdot \phi_p \cdot \omega$$

► i_a 通过电枢线圈而生成的磁化强度 F_a 会产生扭矩，该扭矩倾向于使线圈与外部磁场对齐。

► 电枢旋转导致耦合到磁场的磁通量发生变化，从而产生EMF e_a 。

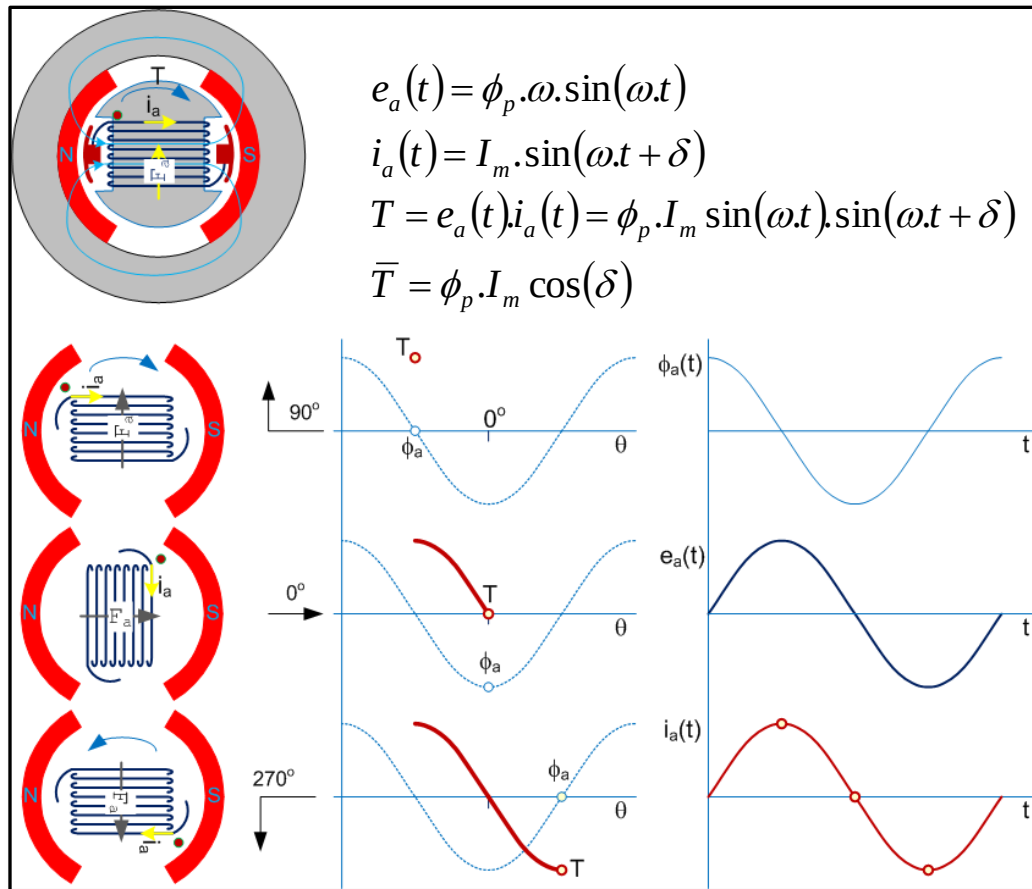
电机磁通量和反电动式

- 电机绕组拾取的总磁通量取决于线圈与磁场的取向情况。
- 通过线圈的磁通量与其和磁场取向角的正弦函数成比例。
- 当线圈做匀速运动时，线圈磁通量具有余弦波形。
- 反电动势是磁通量的变化速率，具有正弦波形。
- 根据设计，交流电机具有正弦磁通量函数—反电动势幅度与频率成比例。
- 扭矩生成函数也是正弦函数。



磁场取向和扭矩产生

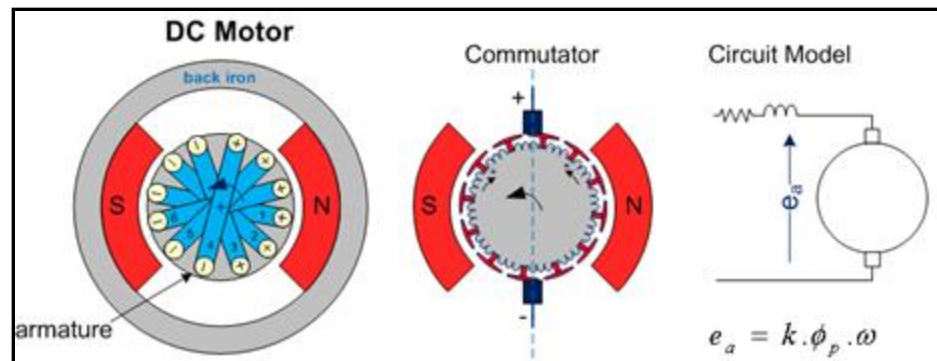
- ▶ 磁场生成的扭矩作用于带电导线。
- ▶ 当线圈轴与磁场正交时产生最大扭矩。
- ▶ 在直流电机中，当线圈取向反转时，电流极性发生改变。
- ▶ 在交流电机中，扭矩与角度成正弦函数关系。
- ▶ 当线圈电流与线圈反电动势同相时产生最大扭矩。
- ▶ 三相机器会生成恒定功率和扭矩。



直流电机和交流电机结构

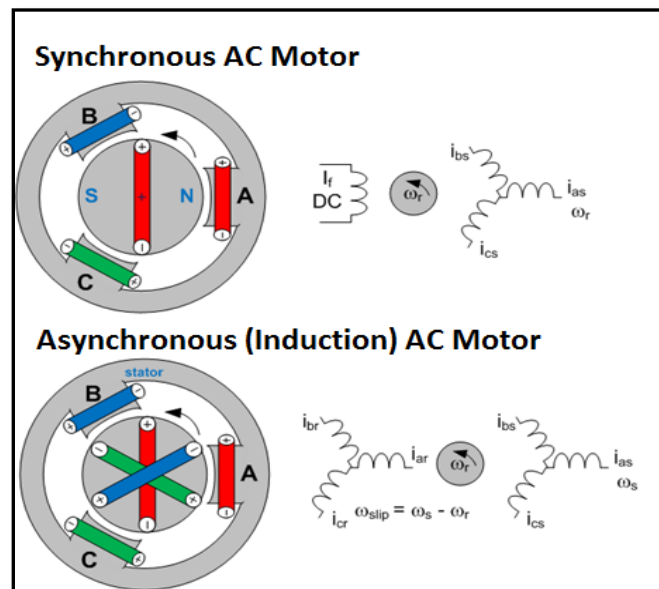
► 直流电机

- 活动电枢线圈和固定磁体
- 线圈电压极性取决于与磁场的取向角
- 换向器自动选择生成正电压的线圈

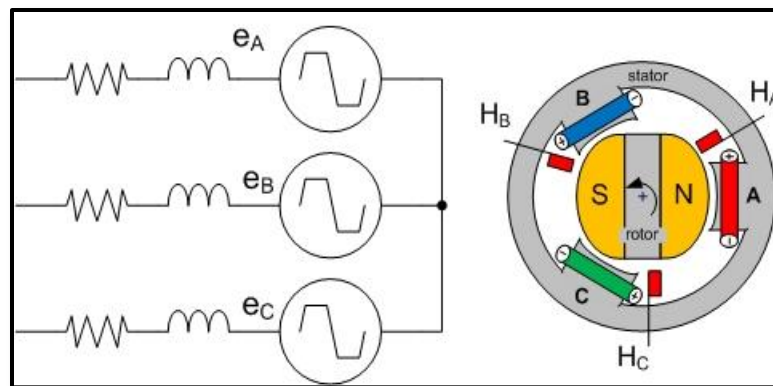


► 交流电机

- 固定定子线圈和活动转子磁体
- 线圈电压取决于与转子磁体的取向角
- 具有多个定子绕组，以便顺畅生成扭矩



直流无刷电机和永磁同步电机结构



► BLDC电机

- 固定定子线圈和活动转子永磁体
- 电源电压呈梯形
- 反电动势呈梯形
- 每过60度，定子磁链位置会换向
- 铁损较高
- 控制算法相对简单

► PMSM电机

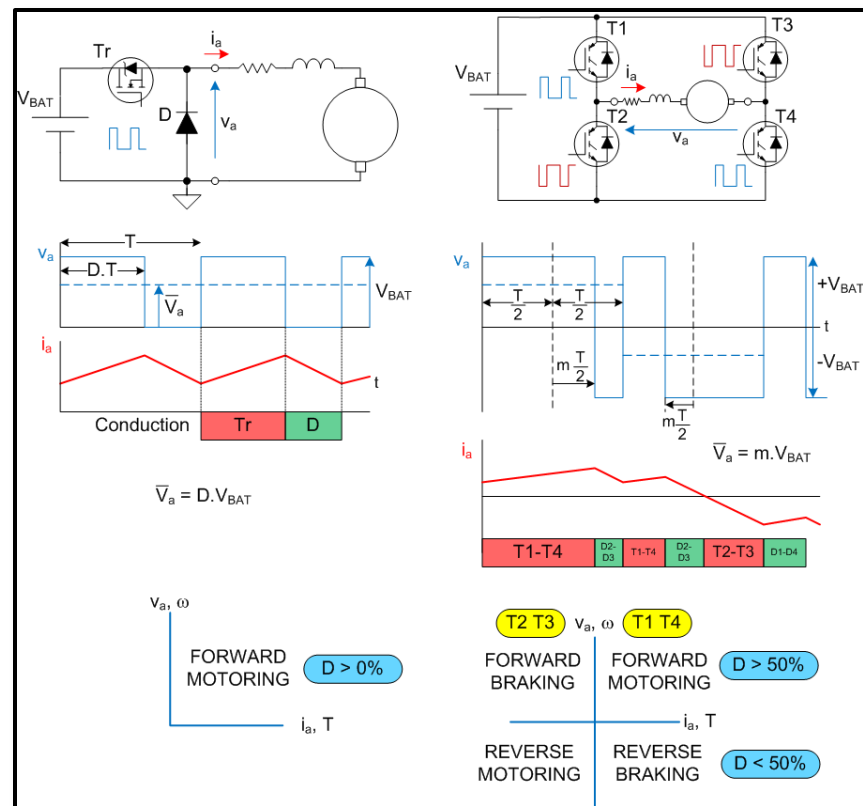
- 固定定子线圈和活动转子永磁体
- 电源电压呈正弦形式
- 反电动势呈正弦形式
- 定子磁链位置连续变化
- 铁损较低
- 控制算法复杂

电机控制战略

第3部分

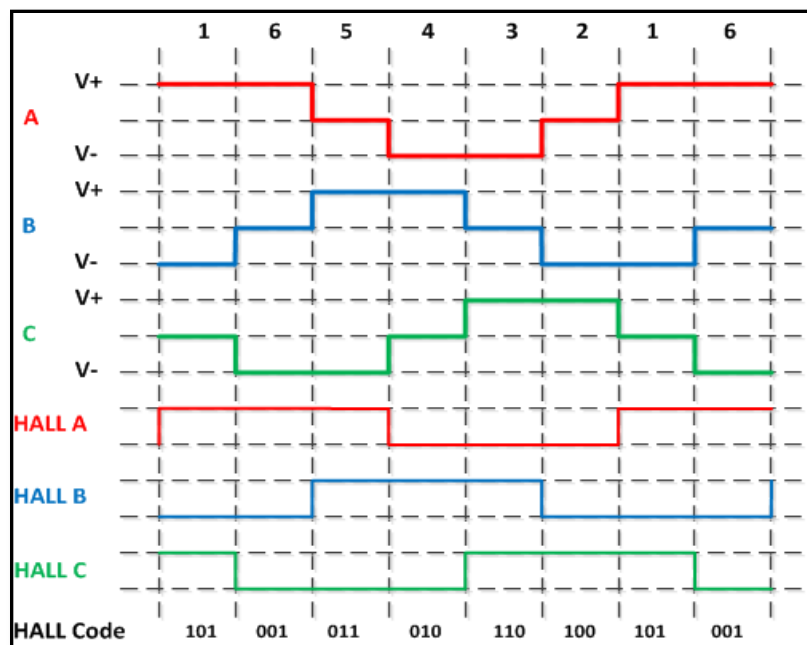
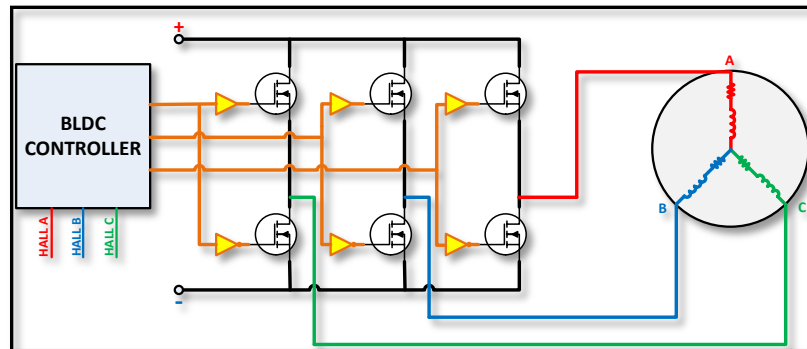
直流有刷电机控制

- 改变直流电源电压，而后电机转速将随着施加的电压变化而变化
- 脉冲宽度调制
 - 向电机提供具有不同宽度的等幅电压脉冲：脉冲越宽，传递给电机的能量就越多
 - 脉冲的频率足够高，以致电机的电感使脉冲之间达到平衡，因而电机运转顺畅
- 只需一个晶体管 and 二极管，即可控制直流电机的速度
 - 电机转速（电压）与晶体管导通占空比成比例。
 - 仅生成正向扭矩—被动制动
- H桥电源电路支持四象控制
 - 正向和反向运动和制动
 - 互补的PWM信号施加于该电桥的高侧和低侧开关



直流无刷电机控制

- 直流无刷电机的绕组会生成与转子磁体位置同步且呈梯形的反电动势。
- 霍尔效应传感器检测转子磁体位置并提供信号，指示各个绕组反电动势的“平顶”部分。
- 可识别六个开关段。
- 星型连接控制
 - 对于任一段，两个绕组将位于反电动势的“平顶”部分，而第三个绕组则在正向输出和负向输出之间切换。
 - 电子控制使一个绕组处于开路状态，将另一个绕组连接到较低的直流供电轨，同时利用PWM来控制施加于第三个绕组的电压。
 - 所施加PWM的占空因子控制电机的速度。



直流无刷电机控制

► Δ 型连接控制

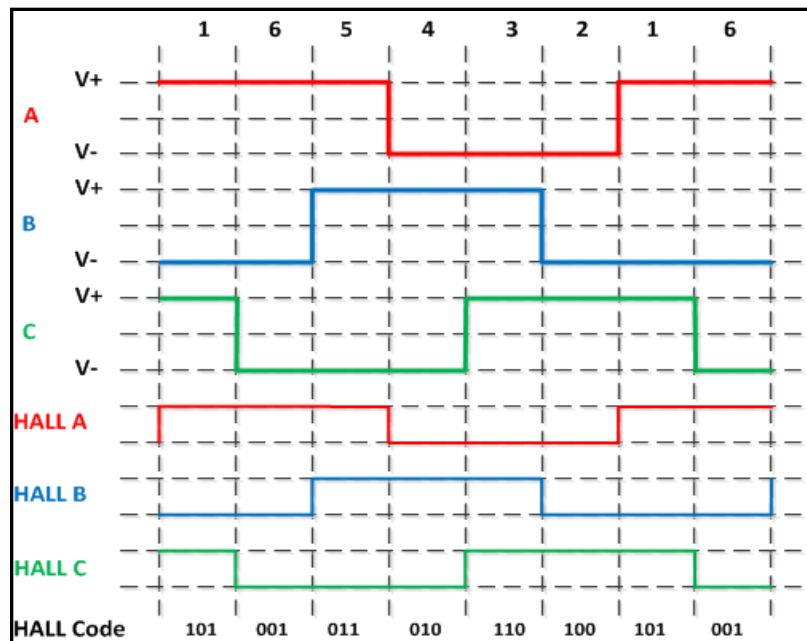
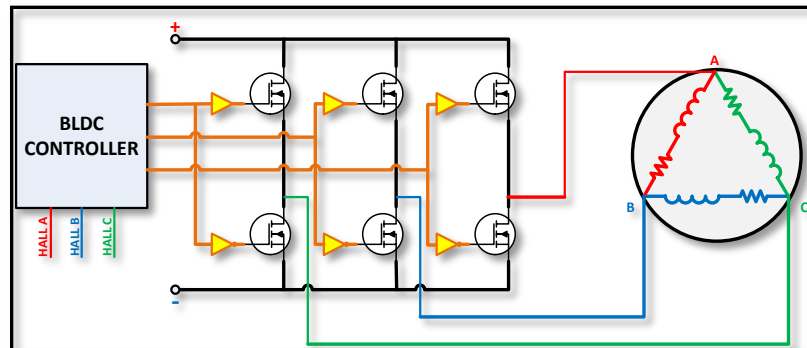
- 对于任一段，两个绕组都连接到正电源，第三个绕组则连接到负电源。
- 所施加PWM的占空因子控制电机的速度。
- 通过反转绕组的极性可以反转旋转序列。
- 通过检测各相反电动式的过零事件，可以实现无传感器控制

► 无传感器控制优点

- 系统成本更低
- 可靠性更高

► 无传感器控制缺点

- 电机转速较小时，无法可靠地检测BEMF过零事件



► 电压频率比控制

- 变频驱动，适合风扇和泵等应用
- 成本合理，速度和扭矩控制尚可

► 无传感器矢量控制

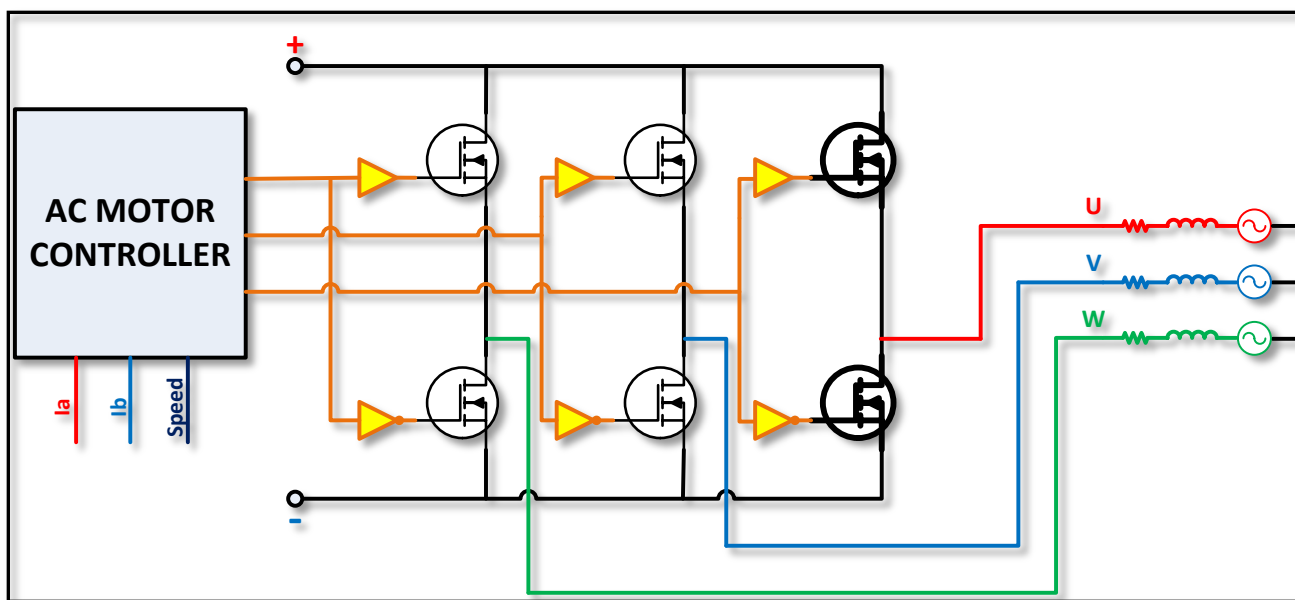
- 无需速度或位置传感器
- 速度调节性能更佳并能够生成高启动扭矩

► 磁通矢量控制

- 速度和扭矩控制更加精确并具有动态响应能力
- 保留电压频率比磁芯并在磁芯周围添加额外模块

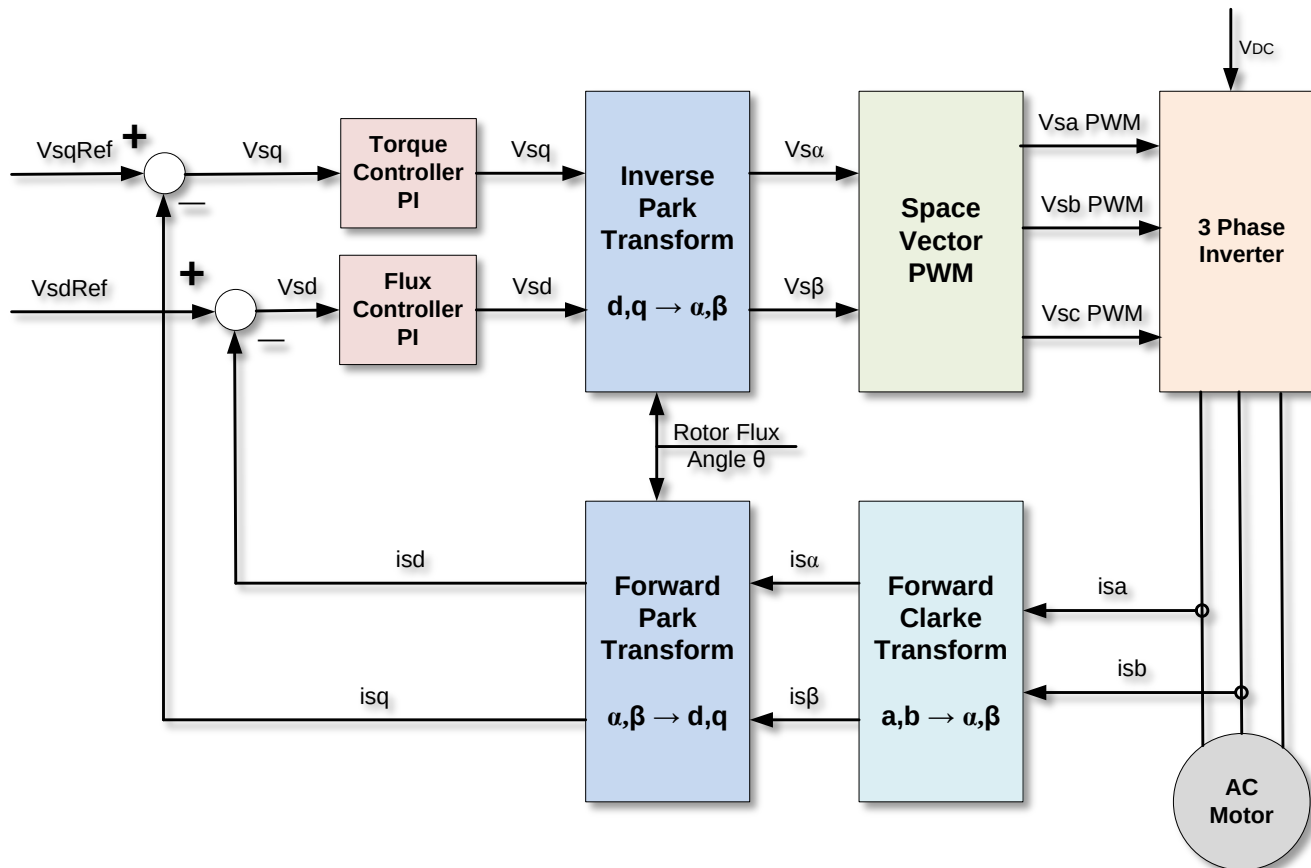
► 磁场定向控制

- 适合交流电机的最佳速度和扭矩控制
- 可单独控制机器的磁通量和扭矩



磁场定向控制(FOC)

- ▶ 分开单独控制电机磁通量和扭矩
- ▶ 同样适用于直流电机和交流电机，也是可利用磁场定向控制在交流驱动上呈现“类似直流”性能的原因所在



磁场定向控制—Clarke

- ▶ 正向Clarke变换将3相系统（a, b, c）转换成2相坐标系（α, β）。

- ▶ 正向Clarke变换

$$i_{s\alpha} = i_{sa}$$

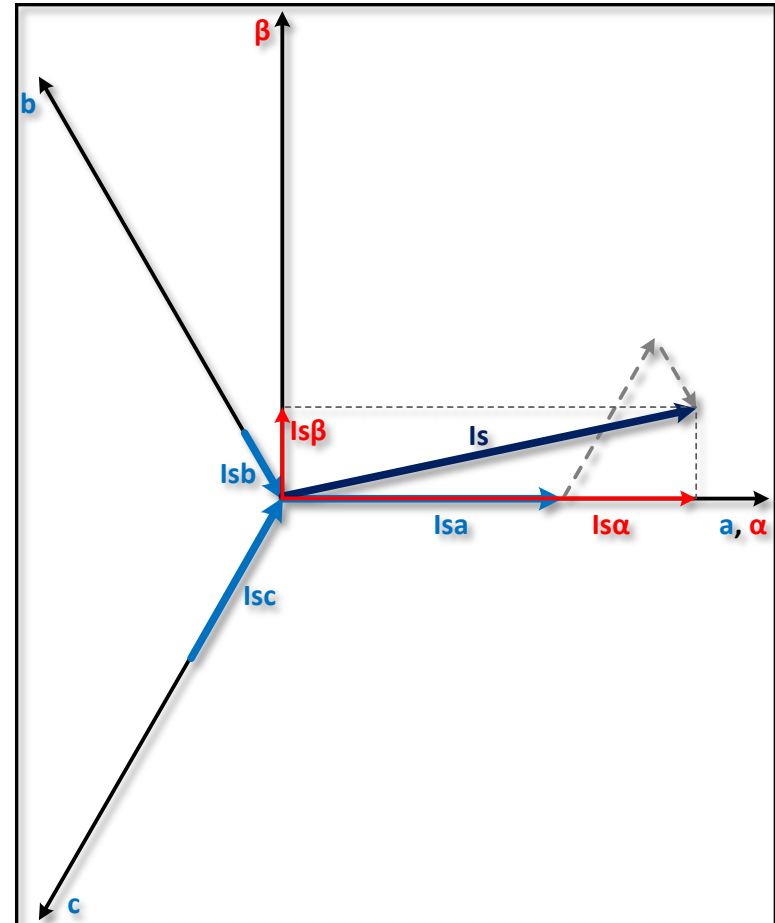
$$i_{s\beta} = \frac{1}{\sqrt{3}}i_{sa} + \frac{2}{\sqrt{3}}i_{sb}$$

- ▶ 反向Clarke变换

$$i_{sa} = \frac{1}{\sqrt{3}}i_{s\alpha} + \frac{2}{\sqrt{3}}i_{s\beta}$$

$$i_{sb} = -\frac{1}{2}i_{s\alpha} + \frac{\sqrt{3}}{2}i_{s\beta}$$

$$i_{sc} = \frac{1}{2}i_{s\alpha} - \frac{\sqrt{3}}{2}i_{s\beta}$$



磁场定向控制—Park

- ▶ 正向**Park**变换将定子参考系上安装的2相系统（ α ， β ）转换成转子参考系上安装的2相坐标系（ d ， q ）。

- ▶ 正向**Park**变换

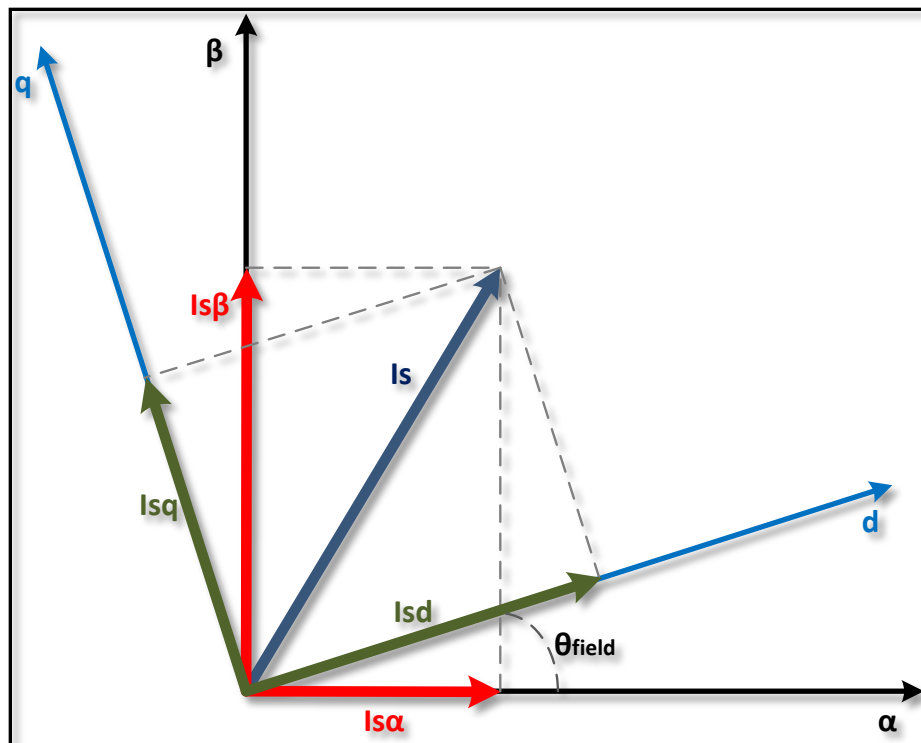
$$i_{sd} = i_{s\alpha} \cos \theta_{field} + i_{s\beta} \sin \theta_{field}$$

$$i_{sq} = -i_{s\alpha} \sin \theta_{field} + i_{s\beta} \cos \theta_{field}$$

- ▶ 反向**Park**变换

$$i_{s\alpha} = i_{sd} \cos \theta_{field} - i_{sq} \sin \theta_{field}$$

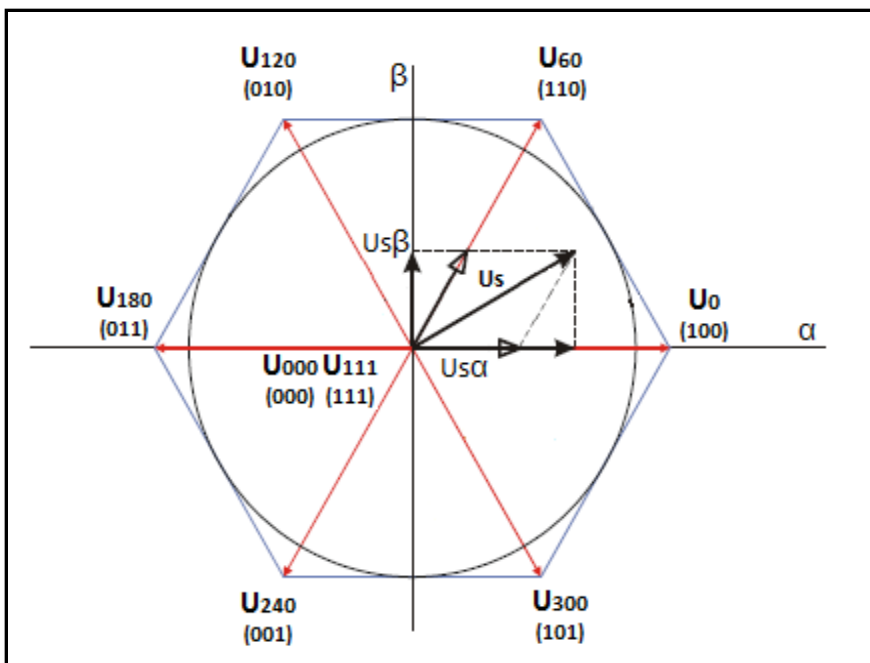
$$i_{s\beta} = i_{sd} \sin \theta_{field} + i_{sq} \cos \theta_{field}$$



空间矢量调制

- ▶ 直接将 (α, β) 坐标系中的定子电压矢量转换成PWM信号
- ▶ 生成在区域之间平滑过渡的矢量，因而向电机提供正弦线间电压
- ▶ 一个PWM周期内计算出的平均矢量等于所需电压矢量

U	V	W	矢量
0	0	0	U_{000}
0	0	1	U_0
0	1	0	U_{120}
0	1	1	U_{60}
1	0	0	U_{240}
1	0	1	U_{300}
1	1	0	U_{180}
1	1	1	U_{111}



反馈传感器和电路

第4部分

► 分流电阻

- 线性、宽带宽、零失调
- 高电流条件下存在功率损坏且无隔离

► 电流互感器

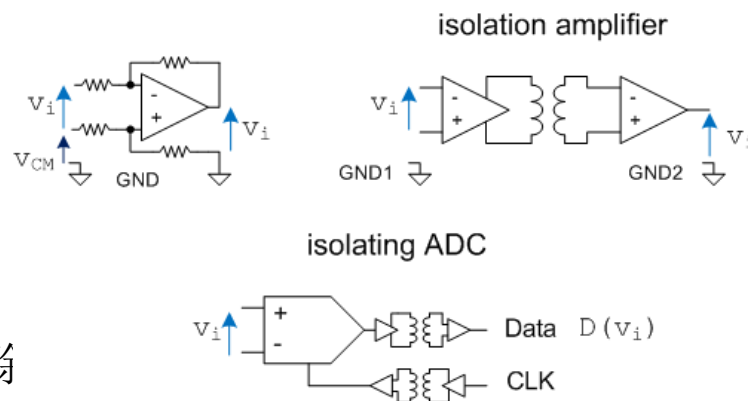
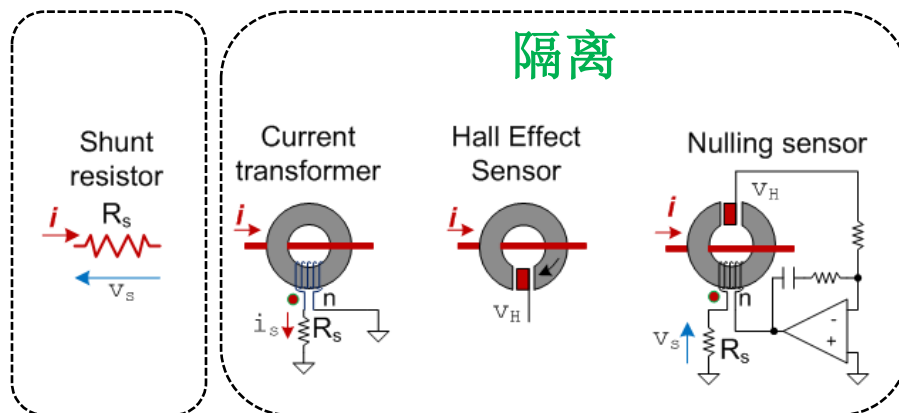
- 隔离
- 仅限交流且在低电流条件下线性度较差

► 霍尔效应电流传感器

- 隔离、直流工作且比CT便宜
- 非线性和零失调

► 零点校准霍尔效应传感器

- 隔离、直流工作且线性度优于HE传感器
- 更贵且零失调
- 电压隔离
- 用于从直流总线、电机电压和分流电源中消除CM信号



转轴位置和速度检测器件

► 速度

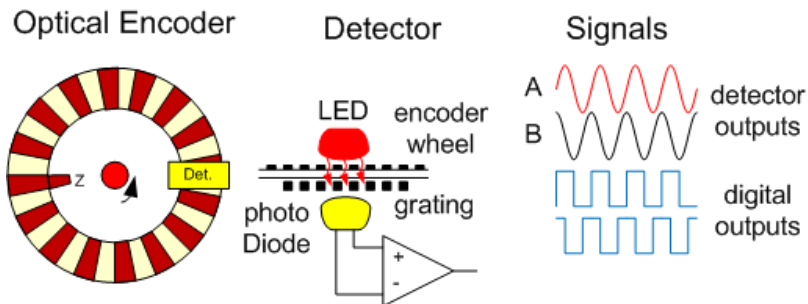
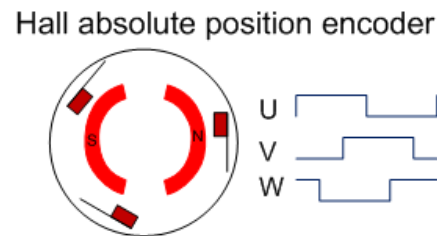
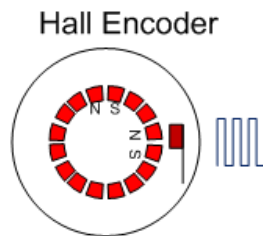
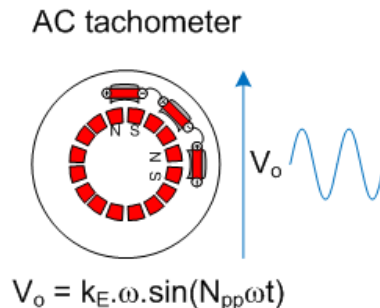
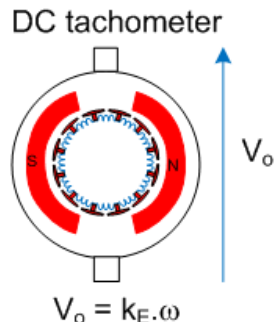
- 交流和直流转速计是永磁发电机，可产生与速度成比例的电压。
- 交流转速计的输出频率也与速度成比例。

► 换向（转子角度）

- 直流无刷电机需要利用霍尔效应传感器从电机磁体获取低分辨率反馈。
- 基于霍尔效应的磁性编码器针对速度和增量位置生成脉冲序列。

► 精确轴角

- 玻璃盘上印刻有精图案的光学编码器可提供超高分辨的转轴位置和速度数据。
- 旋变器产生与位置相对的正弦/余弦信号。它们是旋转编码器对应的模拟编码器。



► 从其他信息计算反馈信号，无需机械速度/位置传感器

- 通常用于估算PMSM和BLDC电机中的转子位置
- 非常有助于在ACIM FOC控制中估算转子磁链位置
- 某些情况下，所提供的结果优于实际传感器

► 技术

- 反电动势检测，用于在BLDC电机控制中估算转子位置
- 根据电机模型利用所测的相位电流和电压进行转子角度检测

► 问题

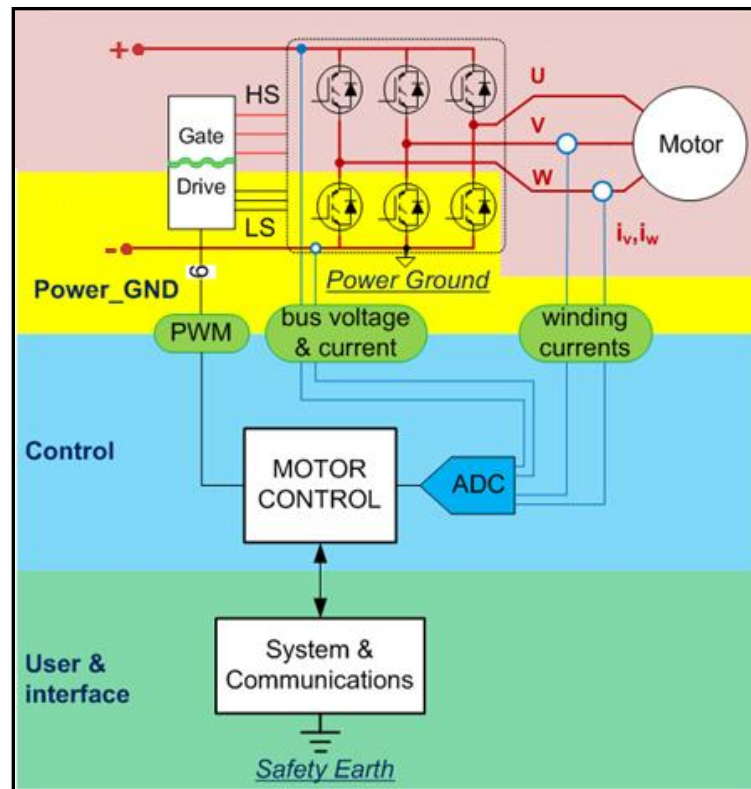
- 电机/模型参数随时间和问题而变化
- 通常需要对低速/零速和/或启动进行特殊处理

电源和隔离

第5部分

安全和功能隔离

- 功能隔离保护电子控制电路，使其免受破坏性电压损害
 - 将高压输出与连接到Power_GND的控制电路隔离开来
- 安全隔离保护用户，使其免受危险电压伤害
 - 保护用户和电子电路
 - 符合国际标准
 - 通常需要两个隔离栅：具有两个绝缘层的单个器件或两个具有单一绝缘层的器件与地相连
- 隔离选项
 - 将电源电路与控制及用户I/O电路隔离开来
常见于“有噪声的”高功率系统
控制和通信过程之间存在高带宽通信时需要
 - 将电源和控制电路与用户I/O电路隔离开来
常见于低功率系统
当控制电路和用户电路之间存在有限通信时简化信号隔离



电机控制信号隔离—隔离电源电路

► 反馈隔离

- 利用隔离ADC来测量绕组电流
- 隔离RS-485位置数据来自ASIC编码器

► 逆变器驱动隔离

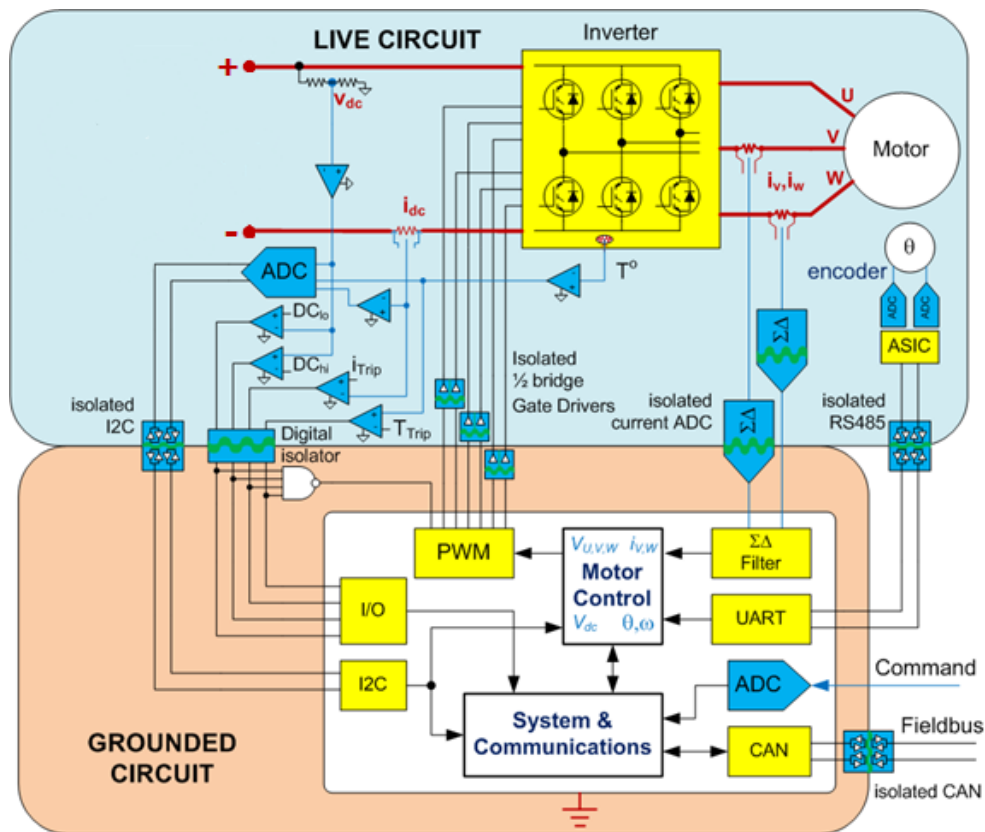
- 隔离式高端和低端栅极驱动

► 直流总线信号隔离

- 串行I²C ADC用于模拟信号隔离
- 硬件跳脱信号的数字隔离

► 现场总线隔离

- 将CAN输出与现场总线网络隔离开来



ADI高性能伺服控制FMC板

第6部分

► FPGA在电机控制领域日益受欢迎

- 多样的集成能力
- 性能更高，延迟更短
- 成本更低



► FPGA在许多工业领域用于提供高效电机控制

- 工业伺服器和驱动器
- 制造、组装和自动化
- 医疗诊断
- 外科手术辅助机器人
- 视频监控和机器视觉
- 交通运输应用中的高能效驱动



► 用途

- 为多种类型的电机提供高效电机控制解决方案
- 解决电机控制应用中的电源和隔离难题
- 精确测量电机反馈信号
- FPGA接口能力

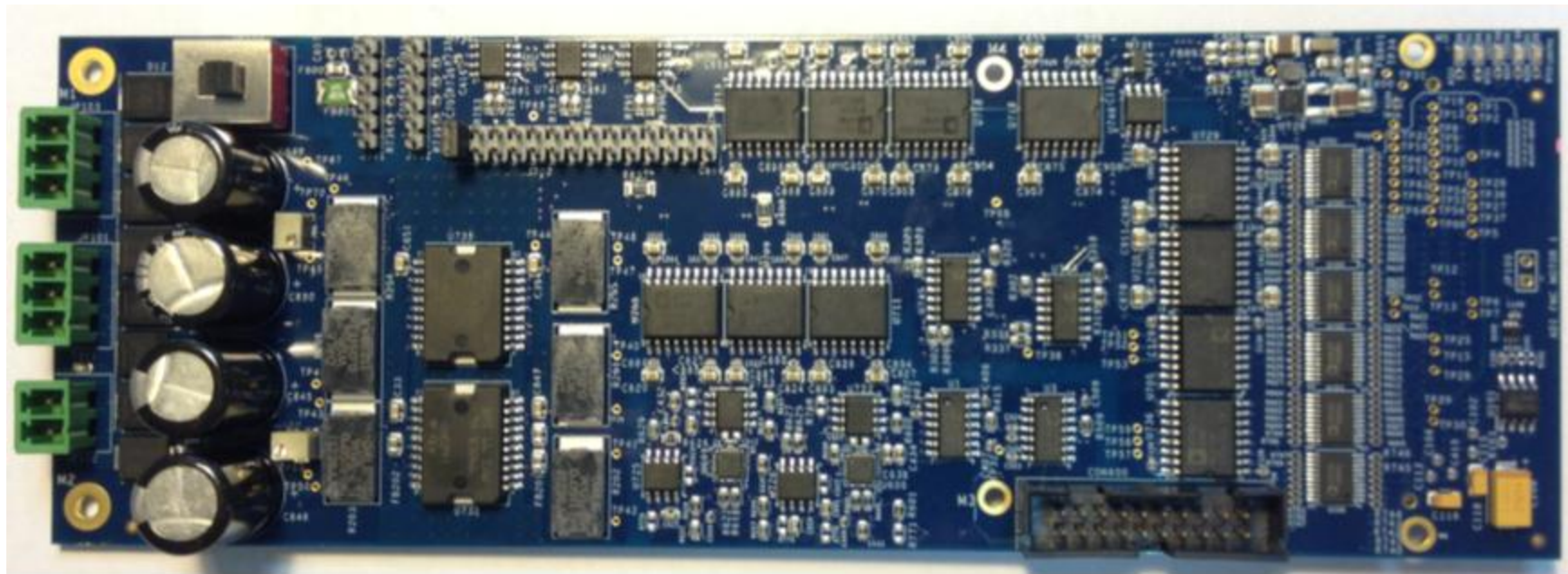


► 增值

- 展示如何集成以下硬件的完整控制解决方案：
 - 电源
 - 隔离
 - 测量
 - 控制
- 具有FPGA接口能力，控制灵活性得以提高
- 提高多功能性，能够控制多种类型的电机
- 参考设计范例展示如何将该控制解决方案与Xilinx FPGA和Simulink一起使用

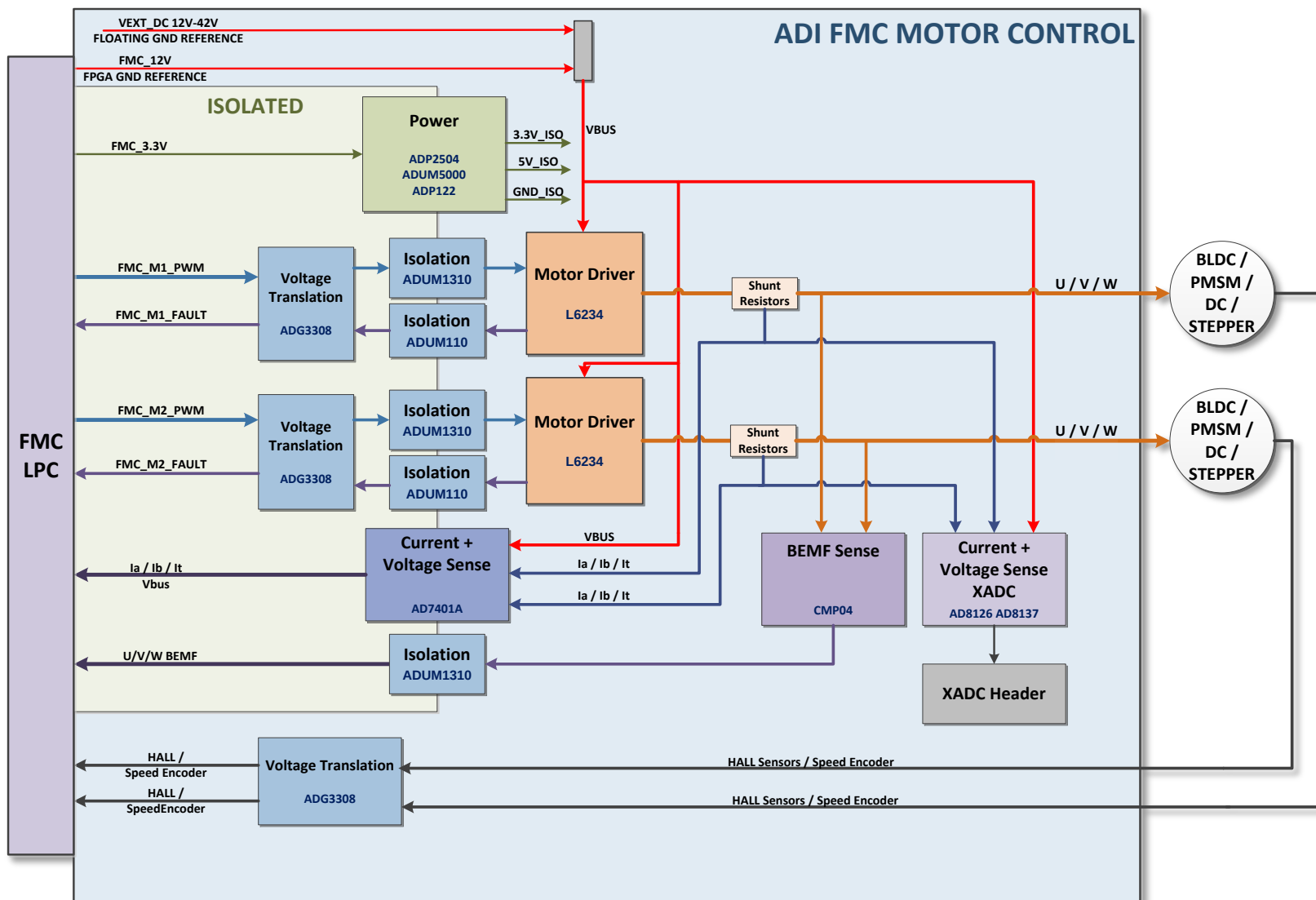


ADI FMC高性能伺服板



- **FMC 12 V**或外部电源
- 电机最高可驱动至**42 V**且功耗为**4 A**
- 控制信号隔离
- 利用隔离式**ADC**测量电流和电压
- **BEMF**过零检测，用于实现**PMSM**或**BLDC**电机的无传感器控制
- 用于连接霍尔和速度编码器的连接器
- 可同时驱动两个**BLDC/PMSM**/直流有刷电机
- 可驱动一个步进电机
- 兼容具有**FMC LPC**或**HPC**连接器的所有**Xilinx FPGA**平台
- 可与**Xilinx 7**系列**FPGA XADC**接口

ADI FMC电机控制板功能框图



► 高效电机控制的先决条件

- 高质量电源
- 可靠的电源、控制和反馈信号隔离
- 精确的电流和电压测量
- 用于控制信号的高速接口，以便控制器能够快速响应

测量	
AD7401A	5 kV rms、隔离式二阶 Σ - Δ 调制器
AD8216	高带宽、双向65V差动放大器
电源	
ADuM5000	集成isoPower®的隔离式DC/DC转换器
ADP2504	1000 mA、2.5 MHz降压/升压DC/DC转换器
ADP122	低静态电流、CMOS线性稳压器
隔离	
ADuM1310	三通道数字隔离器
ADuM1100	iCoupler®数字隔离器
电压转换	
ADG3308	8通道双向电平转换器

AD7400A/7401A: 5 kV rms、隔离式二阶Σ-Δ调制器

► 特性

- 高性能隔离式ADC
 - 16位NMC
 - INL: ± 2 LSB (典型值)、16位分辨率
 - 失调漂移: $1.5 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ (典型值)
- 差分模拟输入: $\pm 250 \text{ mV}$
- 工作温度范围: -40°C 至 $+125^\circ\text{C}$
- 隔离额定值: 5 kV rms (获得UL 1577认证)
- 最大连续工作电压
 - 565 V pk-pk : 交流电压双极性波形
 - 891 V pk-pk : 交流电压单极性波形 (CSA/VDE)
 - 891 V : 直流 (CSA/VDE)
- 适合电机控制和DC/AC逆变器

- 分流电阻电流反馈检测
- 隔离电压测量
- 外部时钟版简化同步



产品	数据速率	时钟	SNR	有效位数	积分非线性(INL)	封装
AD7400A	10 MHz	内部	80 dB	12.5	± 2 LSB	SOIC-16 鸥翼-8
AD7401A	20 MHz	外部	83 dB	13.3	± 1.5 LSB	SOIC-16

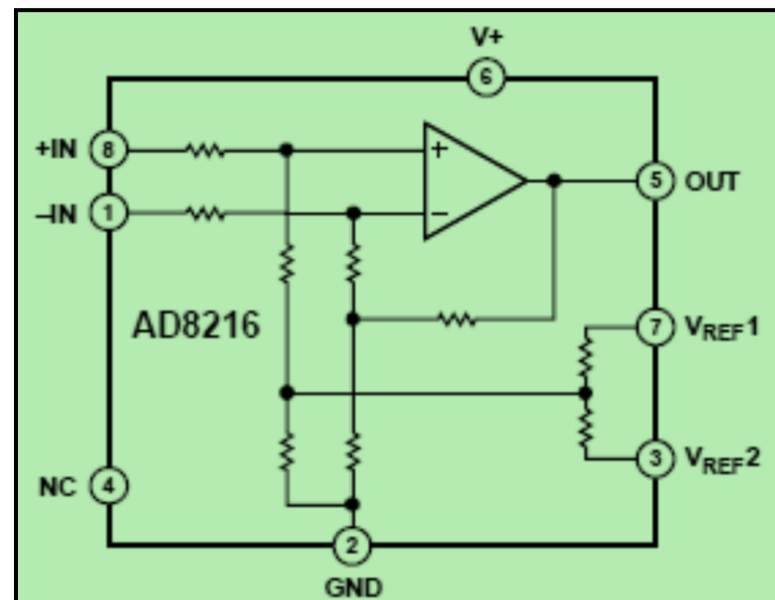
AD8216: 高带宽、双向65V差动放大器

特性

- ± 4000 V人体模型(HBM) ESD保护
- 分流应用的理想之选
- 高共模电压范围
 - 工作电压范围: -4 V至 $+65$ V
 - 耐压范围: -40 V至 $+80$ V
 - 带宽: 3 MHz
 - 输出传播延迟小于 100 ns
- 增益: 3 V/V
- 宽工作温度范围
 - 裸片: -40°C 至 $+150^{\circ}\text{C}$
 - 8引脚SOIC封装: -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$
- 可调输出失调
- 出色的交流和直流性能
 - 失调漂移: 10 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
 - 增益漂移: 10 $\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$
- 通过汽车应用认证

应用

- 高端电流检测
 - DC/DC转换器
 - 电机控制
 - 传输控制
 - 喷油控制
 - 悬架控制
 - 车辆动态控制



ADuM5000: 隔离式DC/DC转换器

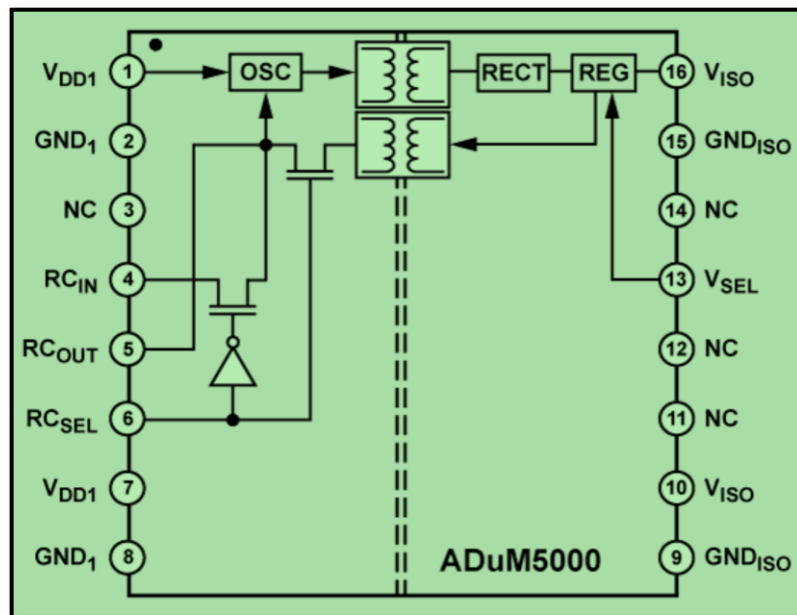
特性

- 集成isoPower®的隔离式DC/DC转换器
- 3.3 V或5 V调节输出
- 最高500 mW输出功率
- 16引脚SOIC封装，爬电距离大于8 mm
- 工作温度最高可达：
 - 105°C（最大值）
- 高共模瞬变抗扰度：
 - >25 kV/μs
- 热过载保护
- 安全和法规认证
 - UL认证
 - 依据UL 1577，1分钟2,500 V rms
 - CSA元件验收通知#5A（申请中）

- 工业现场总线隔离
- 电源启动和栅极驱动
- 隔离传感器接口
- 工业PLC

应用

- RS-232/RS-422/RS-485收发器



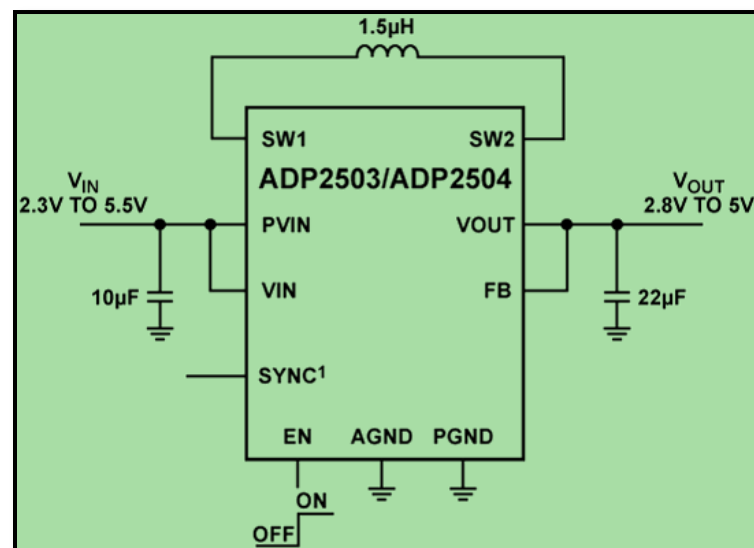
ADP2504: 1000 mA、2.5 MHz降压/升压 DC/DC转换器

► 特性

- 2.5 MHz频率工作时支持1.5 μ H电感
- 输入电压: 2.3 V至5.5 V
- 固定输出电压: 2.8 V至5.0 V
- 1,000 mA输出
- 升压转换器配置具有负载断开功能
- 省电模式(PSM)
- 强制固定频率工作模式
- 与外部时钟同步
- 内部补偿
- 软启动
- 使能/关断逻辑输入
- 过温保护
- 短路保护
- 欠压闭锁保护

- 无线手机
- 数码相机/便携式音频播放器
- 小型硬盘电源
- USB供电型设备

► 应用



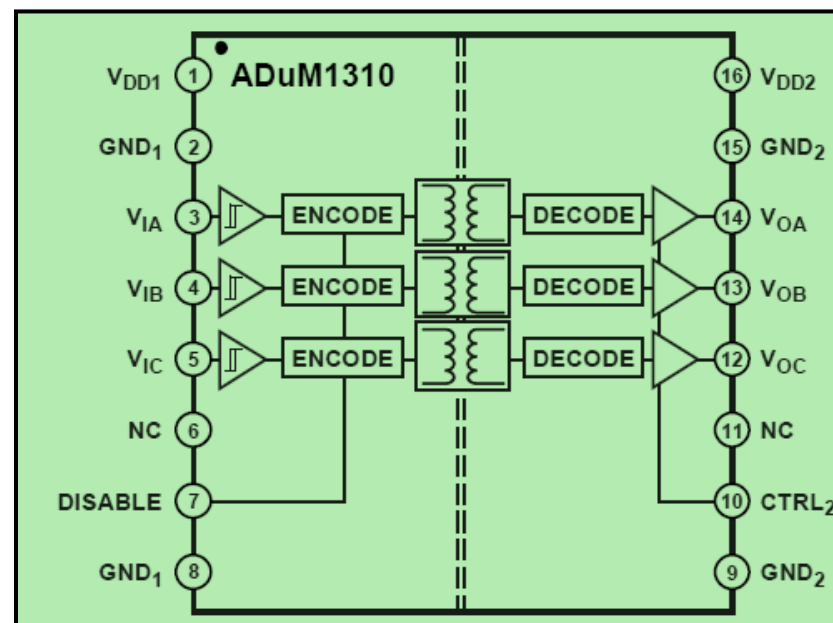
ADuM1310: 三通道数字隔离器

► 特性

- 低功耗工作
- 5 V电源
 - 每个通道1.7 mA（最大值，0 Mbps至2 Mbps）
 - 每个通道4.0 mA（最大值，2 Mbps至10 Mbps）
- 3 V电源
 - 每个通道1.0 mA（最大值，0 Mbps至2 Mbps）
 - 每个通道2.1 mA（最大值，2 Mbps至10 Mbps）
- 双向通信
- 3 V/5 V电平转换
- 施密特触发器输入
- 工作温度最高可达：
 - 105°C
- 数据速率最高可达10 Mbps (NRZ)
- 可编程默认输出状态
- 高共模瞬变抗扰度：
 - >25 kV/μs

► 应用

- 通用多通道隔离
- SPI接口/数据转换器隔离
- RS-232/RS-422/RS-485收发器
- 工业现场总线隔离



将ADI高性能伺服FMC板与Xilinx FPGA和Simulink一起使用

第7部分

ADI高性能伺服器开发平台

► ADI设计峰会
2013
8080808080808080

► 目标FPGA平台

- Xilinx Virtex FPGA平台
- Xilinx Kintex FPGA平台
- Xilinx Zynq FPGA平台

XILINX



► 控制算法

- Simulink控制器模型就绪，可利用MathWorks提供的HDL Coder™和Xilinx System Generator生成代码
- 参考设计展示BLDC电机速度控制
- 参考设计展示BLDC电机速度和扭矩控制

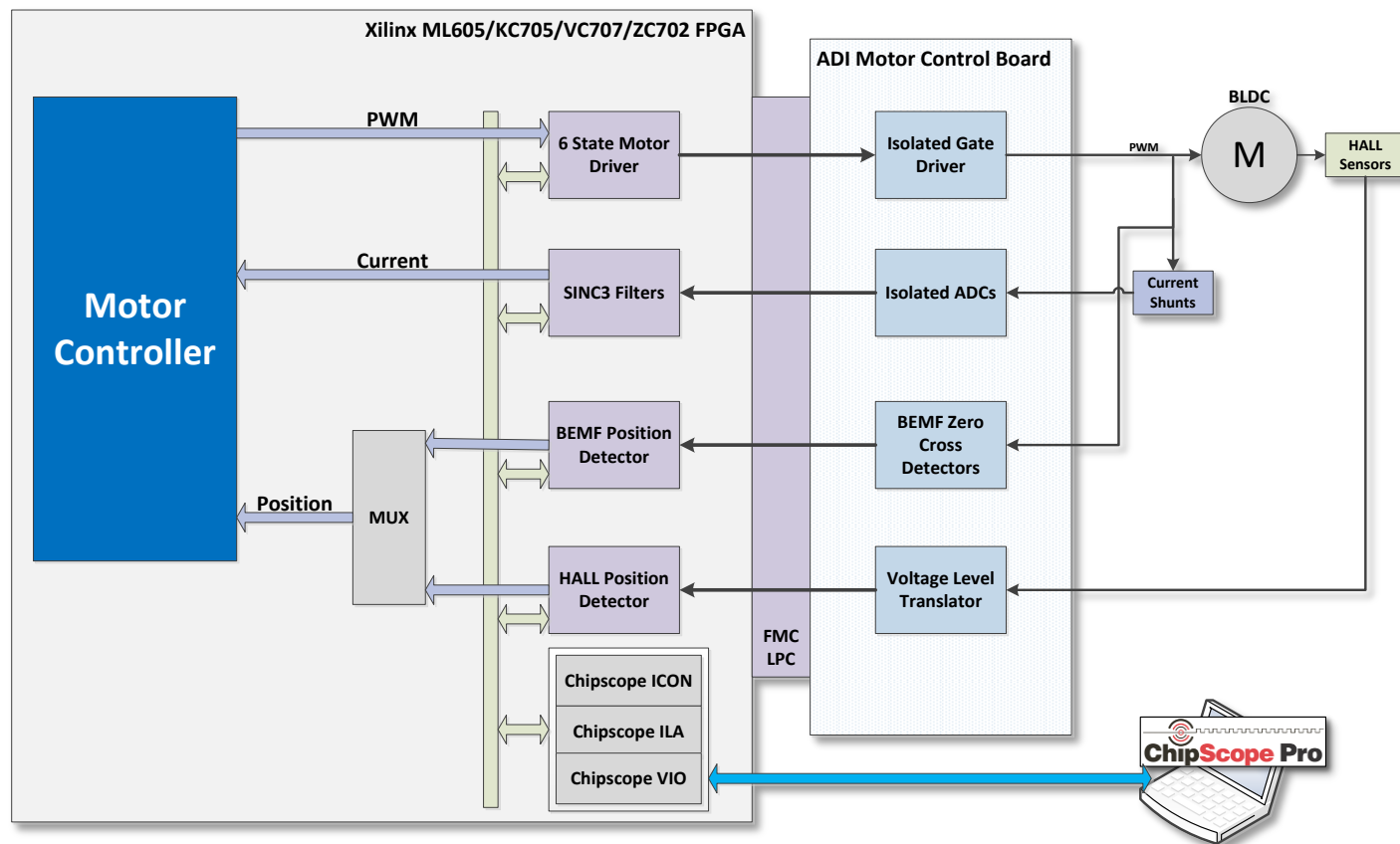


► 仿真和监测

- 在Simulink中进行控制器仿真和调谐
- ChipScope™接口，用于监测内部信号



电机控制参考设计FPGA模块



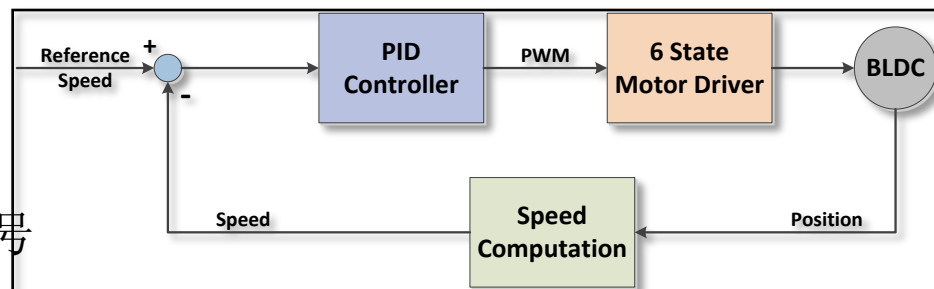
- 从Simulink生成的电机控制器
- 6态电机驱动
- SINC3滤波器，用于电流和电压测量

- BEMF位置检测器
- 霍尔效应位置检测器
- ChipScope模块

速度控制参考设计

► 速度控制参考设计

- 目标电机：BLDC
- 利用霍尔效应传感器进行速度控制
- 利用BEMF进行无传感器速度控制
- Simulink控制器模型
- ChipScope接口，用于监测内部信号

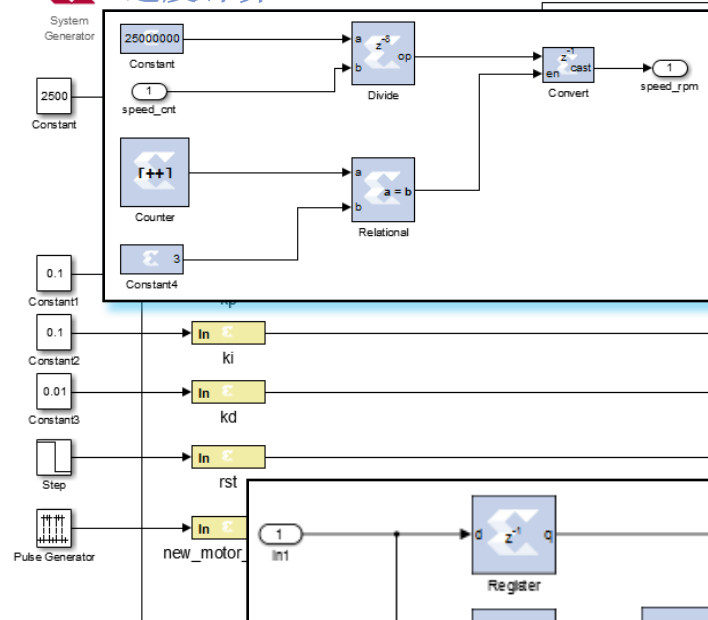


► 实施流程

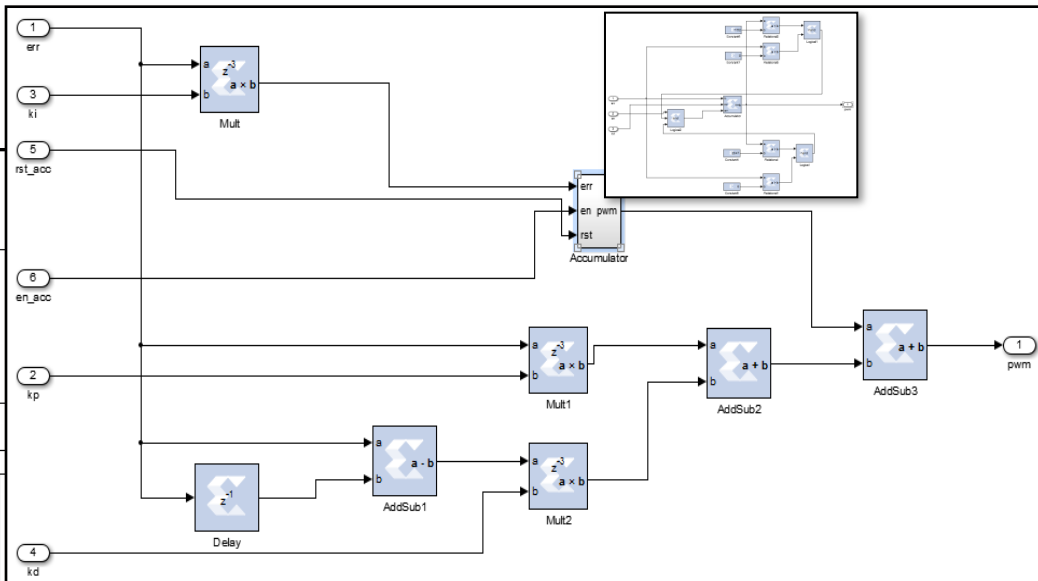




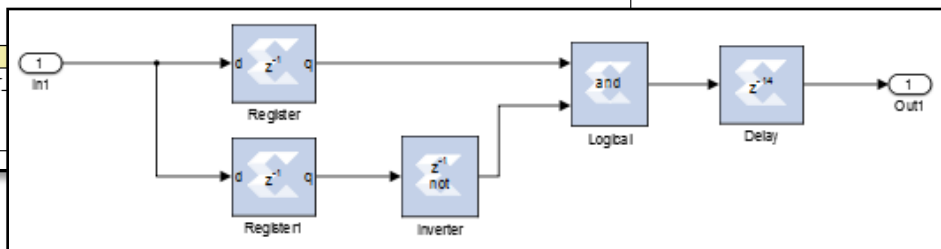
速度计算



PID控制器

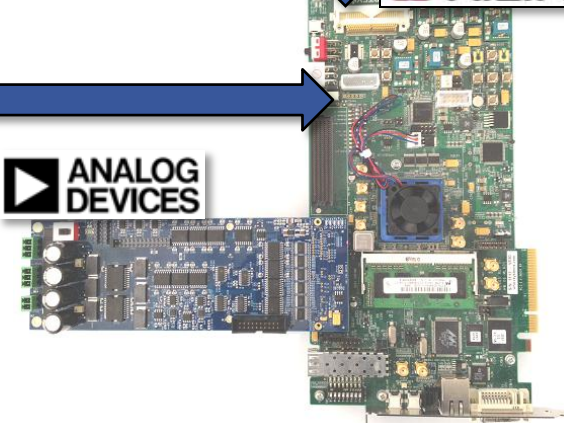
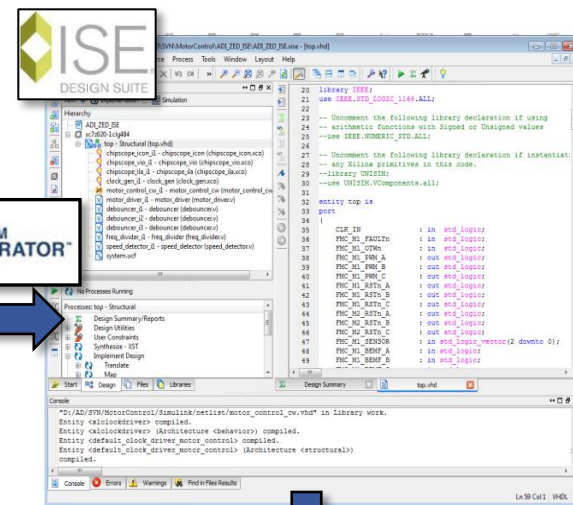
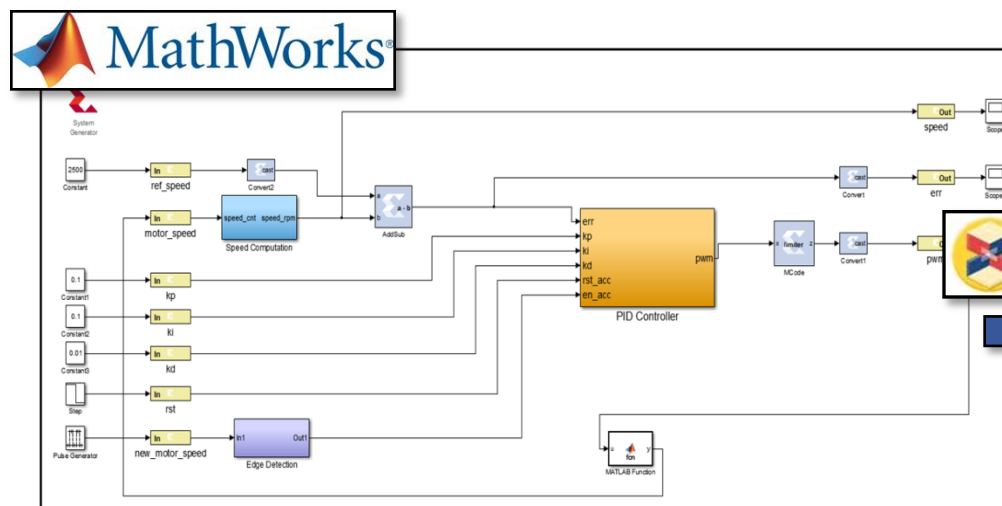


边沿检测



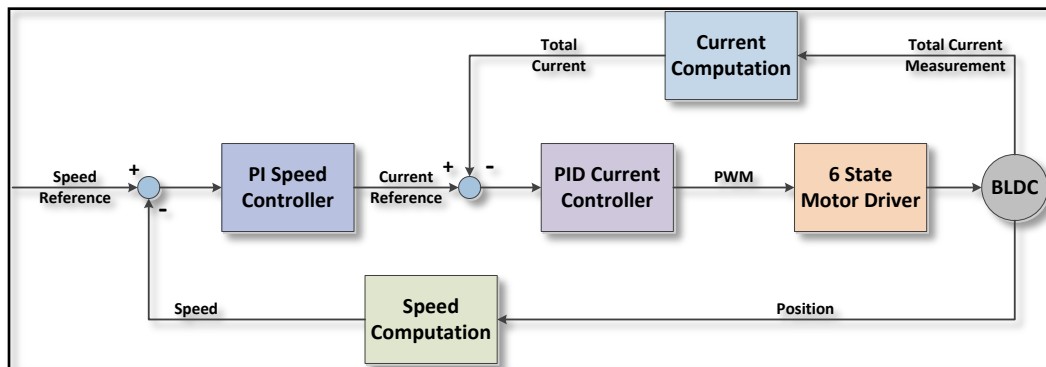
Simulink速度控制器

ADI设计峰会
2013

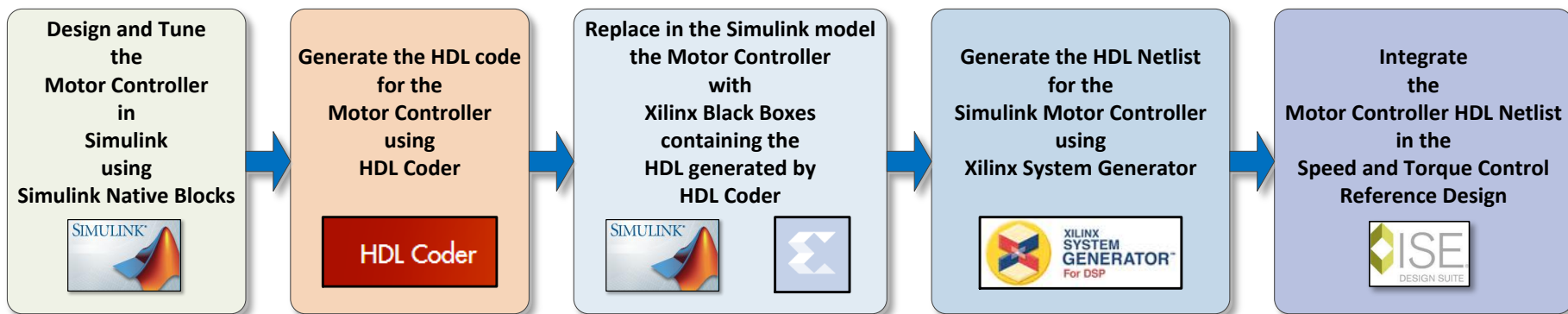


► 速度和扭矩控制参考设计

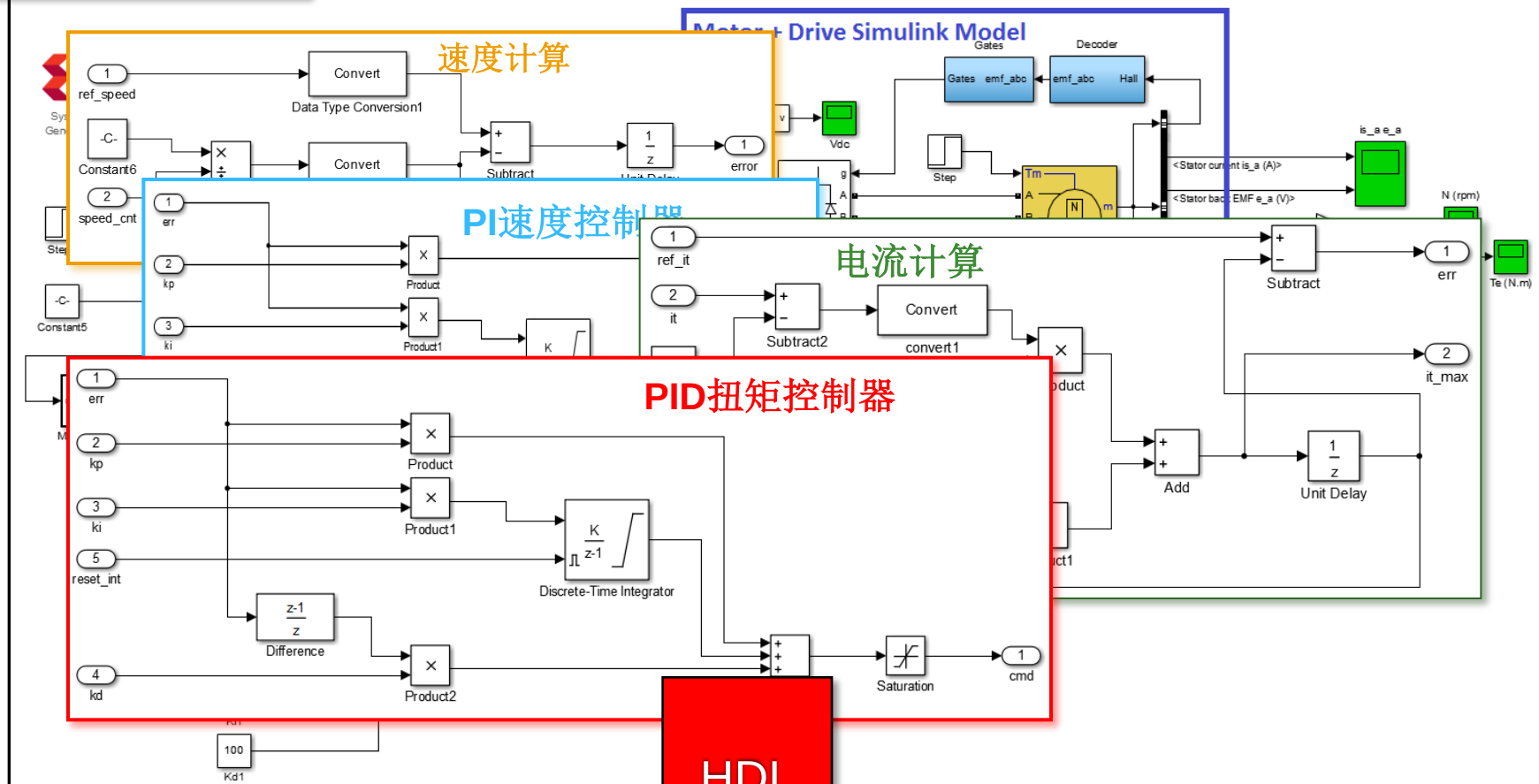
- 目标电机：BLDC
- 速度和扭矩控制
- Simulink控制器模型
- ChipScope接口，用于监测内部信号



► 实施流程

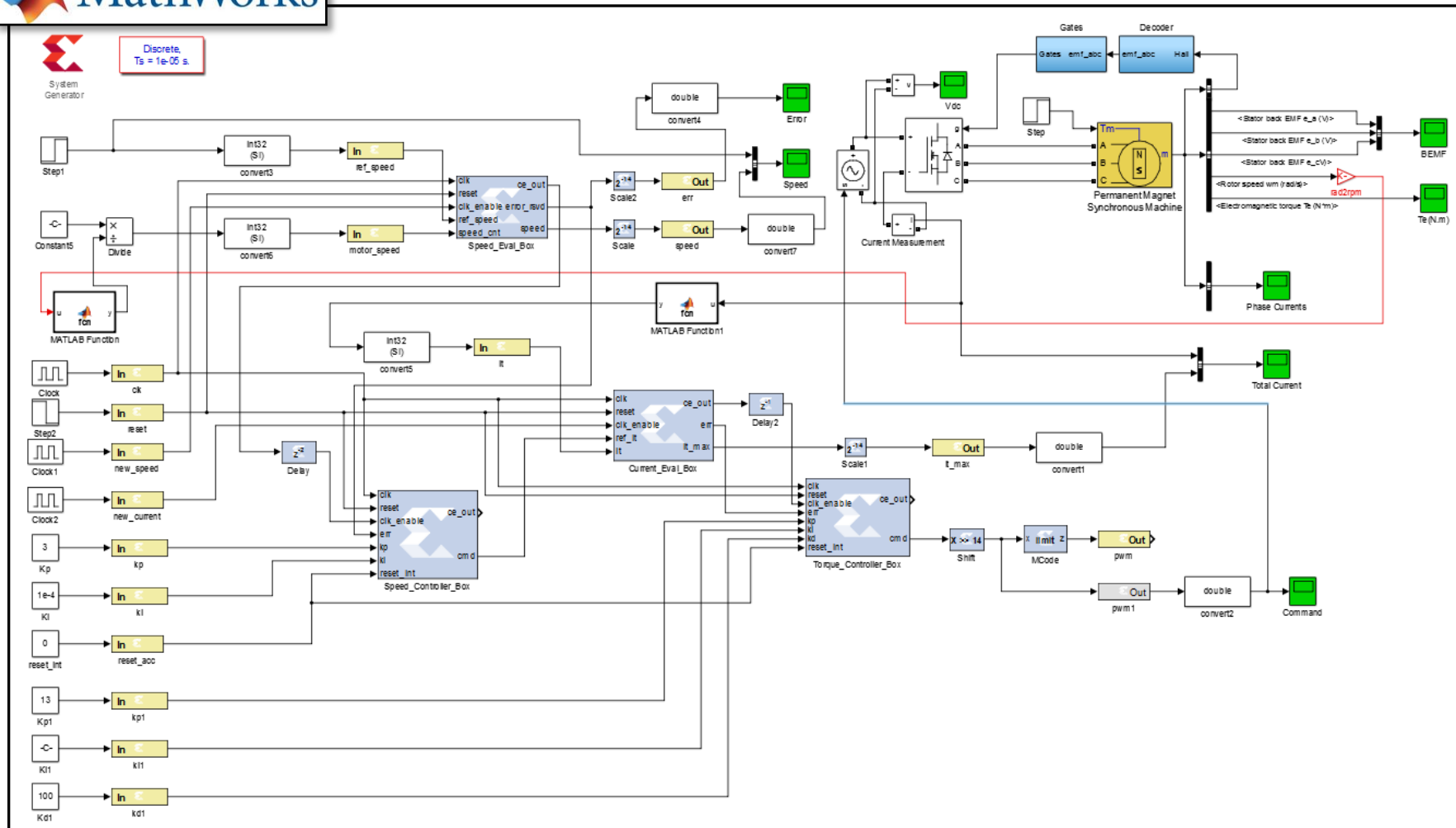


Simulink速度和扭矩控制器

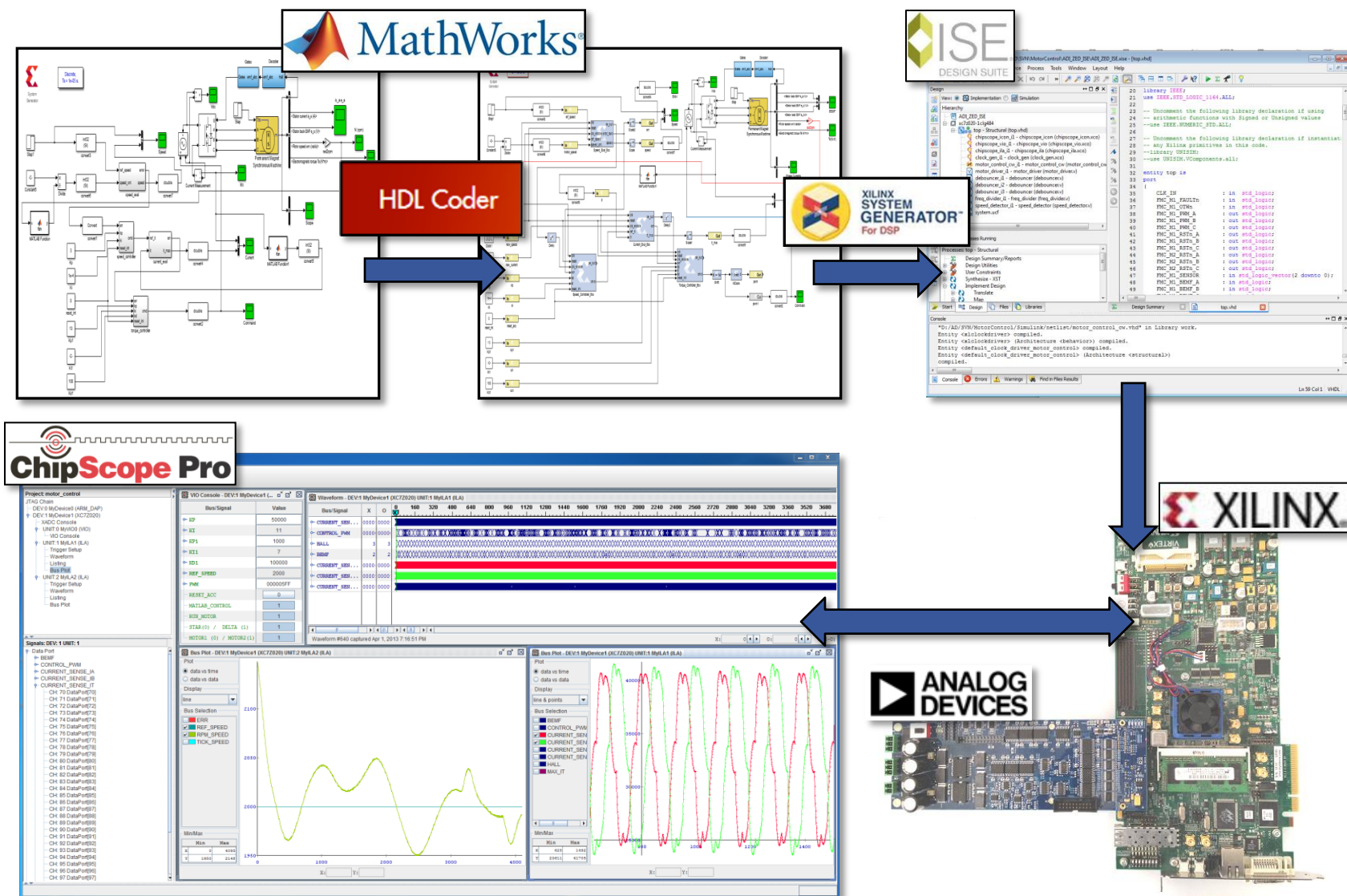


Simulink速度和扭矩控制器

ADI设计峰会
2013



Simulink速度和扭矩控制器



- ▶ **ADI**高性能伺服开发平台展示了一个完整的电机控制解决方案，该解决方案展示了如何在一个系统中集成所有必要硬件元件来实现高效电机控制
- ▶ **FPGA**接口能力在开发高性能电机控制算法时提供了高度灵活性
- ▶ 借助**MathWorks**仿真和开发工具，可以在**PC**上开发和模拟高性能控制算法并直接传输到**FPGA**上
- ▶ **ADI**电机控制参考设计为利用**MathWorks**和**Xilinx FPGA**开发先进的电机控制算法提供了一个起点

内容回顾

- ▶ 电机操作和结构
- ▶ 电机控制战略
- ▶ 反馈传感器和电路
- ▶ 电源和隔离
- ▶ **ADI高性能伺服控制FMC板**
- ▶ **将ADI高性能伺服FMC板与Xilinx FPGA和Simulink一起使用**

本研讨会涉及的设计资源

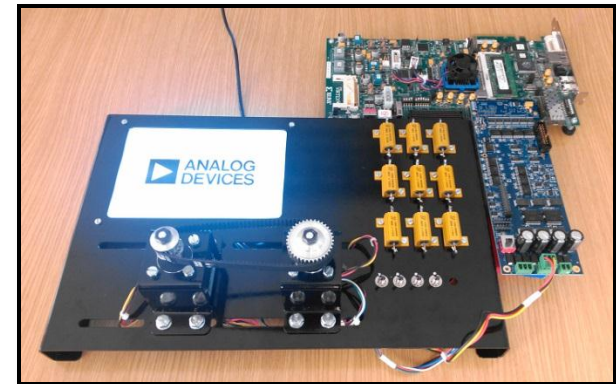


- ▶ 通过我们的中文技术论坛支持社区在线提交技术问题、交流探讨
 - 在主页上选择一个技术领域：
 - ez.analog.com
 - 点击此处访问设计会议社区：
 - www.analog.com/DC13community
- ▶ 从ADI wiki知识库下载电机控制参考设计和文档
 - wiki.analog.com



前往展室，观看电机控制演示

- 演示：**BLDC**电机的速度和扭矩控制
- 两个电机通过驱动带连接—其中一个电机处于发电机模式，通过可变输出电阻在驱动电机上模拟负载变化
- 该系统的操作完全通过**ChipScope**进行监测和控制
- 硬件：
 - ADI伺服控制FMC板
 - Xilinx ML605 FPGA板
 - 2个24 V BLDC电机



该演示板有售：

www.analog.com/DC13-hardware

ADI中国地区技术支持热线: 4006 100 006

ADI中国地区技术支持信箱: china.support@analog.com

ADI中文技术论坛: ezchina.analog.com

ADI样片申请网址: <http://www.analog.com/zh/sample>