高阶干货---一文搞懂电机控制器硬件电路芯片选型! - 知乎

https://zhuanlan.zhihu.com/p/3248543516

# 高阶干货---一文搞懂电机控制器硬件电路芯片选型!



#### 屌丝小蚂蚁 💠

关注微信公众号-新能源控制系统及MBD开发, 获取源码与资料

已关注

节假日结束,开始牛马生活,假日期间在嘉定搞了一个小型的技术交流会,各位小伙伴都有不错的收获。

昨日也体会了京沪高速的堵车,往返900公里,最终还是累倒了,发烧+咳嗽,虚汗一次接一次, 坐在电脑前码字,都是困难,最近回复会有延迟,望见谅!

看到这里,赶紧给小编点个赞吧!鼓励一下小编!如果你也是三电行业,希望与技术大佬,总工,相互交流学习,可以点击下方链接,添加小编联系方式,诚邀您的加入,我在这里期待与您相遇!

#### 【强烈推荐】--- 欢迎您加入知识星球!

@mp.weixin.qq.com/s/hQ8PRP7E40ZI2De7nj...



#### 前言

今天的文章有些粗糙,因为没有力气做在电脑前修饰,请大家谅解本文主要总结电机控制器的硬件电路设计,包含哪些模块,由哪些供应商,有哪些技术参数,可供参考,具体目录如下所示:

- 系统架构
- 功率电路模块及作用
- 功率电路模块常用芯片介绍
- 主控电路模块及作用
- 主控电路模块常用芯片介绍
- 实际应用中需要注意的问题
- 小结

## 一、系统架构

永磁同步电机\*控制系统的硬件设计主要包括功率电路和控制电路两部分。功率电路负责电机驱动,而控制电路则负责信号处理和电机控制。

#### 1.1 功率电路

功率电路包括逆变器、滤波器和保护电路等模块。逆变器负责将直流电转换为交流电,驱动电机运转。滤波器用于滤除高频噪声,保护电路则用于防止过流、过压等异常情况对系统造成损害。

Captured by FireShot Pro: 10 三月 2025, 13:08:28 https://getfireshot.com

https://zhuanlan.zhihu.com/p/3248543516

# 1.2 主控电路

控制电路主要由主控模块、驱动模块、信号检测模块和保护模块等组成。主控模块负责信号处理和控制算法的实现,驱动模块用于驱动功率器件,信号检测模块用于检测电机的电流、电压和位置等参数,保护模块则用于实时监测电机状态,防止故障发生。

# 二、功率电路包含的模块及作用

#### 1. 逆变模块:

- · 核心器件:智能功率模块+(IPM)或IGBT+、MOSFET+等功率器件。
- 作用:接收根据控制需求产生的PWM信号,控制模块内的IGBT或MOSFET功率开关的开关状态,从而产生永磁同步电机需要的定子电流。这一模块实现了直流到交流的转换,是驱动电机的关键。
- 电源管理模块:
- 作用:为功率电路中的各个器件提供稳定的工作电压。例如,使用LM317等稳压芯片将较高的直流电压(如36V)稳压到适合功率器件驱动的低电压(如20V)。
- · 保护模块:
- 作用:实时监测功率电路中的电流、电压和温度等参数,防止过流、过压和过热等异常情况对电路和电机造成损害。保护模块通常集成在智能功率模块内部,或作为独立的保护电路存在。

#### 二、常用芯片介绍

# 1. 智能功率模块 (IPM):

- 特点:集成了功率器件、驱动电路和保护电路等,具有较高的集成度和可靠性。
- 应用:适用于需要高性能和高可靠性的永磁同步电机控制系统。
- · IGBT和MOSFET:
- · IGBT:适用于高压、大功率的应用场景,具有较高的耐压和耐流能力。
- · MOSFET:适用于低压、高频的应用场景,具有较高的开关速度和效率。
- 驱动芯片:如TLP250等隔离型驱动芯片,用于将控制信号转换为功率器件的触发信号。这些芯片通常需要较低的供电电压(如20V),并能够实现电气隔离,确保控制电路的安全性。
- ・ 稳压芯片:
- 如LM317:一款三端稳压芯片,输出电压可通过改变外围电阻进行调整,电压输出范围在1.25-37V之间,最大输出电流为1.5A。适用于将较高的直流电压稳压到较低的直流电压,为功率器件提供稳定的工作电压。

#### 三、主控模块划分及其作用

# 3.1 主控模块

高阶干货---一文搞懂电机控制器硬件电路芯片选型! - 知乎 https://zhuanlan.zhihu.com/p/3248543516

主控模块是控制系统的核心,负责处理各种信号、执行控制算法并输出控制信号。它通常由高性能的数字信号处理器<sup>+</sup>(DSP)或微控制器<sup>+</sup>(MCU)实现。

# 作用:

- · 信号处理:接收来自传感器和编码器\*的信号,并进行滤波、放大和数字化处理。
- · 控制算法: 实现速度控制、位置控制和转矩控制等算法, 输出PWM控制信号。
- 通讯接口:与其他模块进行通信,实现数据交换和状态监测。

# 芯片推荐:

- · TMS320F28377D-EP: TI公司的高性能DSP,最高主频400MHz,支持多种通信接口,包括CAN、USB、SPI、SCI、I2C等。具有强大的计算和控制能力,适合用于永磁同步电机控制等领域。
- · TC39X: TC39X芯片是英飞凌(Infineon)公司推出的一款高性能32位多核微控制器,基于其先进的TriCore架构,因其支持信息安全,功能安全,故目前在实际项目中用的较多!

# 性能参数:

#### TMS320F28377D-EP:

- ・ 最高主频: 400MHz
- 实时控制外设: 多个, 可有效降低系统功耗
- 通信接口: CAN、USB、SPI、SCI、I2C等
- 灵活性: 高度灵活, 可实现高精度的控制策略
- 运算速度: 硬件加速技术, 大幅提高系统运算速度

## • TC39x:

- · 处理器架构:详细介绍TC39X芯片所采用的TriCore架构,包括CPU内核数量、主频、缓存大小等关键参数。
- 内存配置: 说明芯片内部的存储器结构,如程序闪存(PFLASH)、数据闪存(DFLASH)、 数据暂存器RAM(DSPR)、指令暂存器RAM(PSPR)等的大小和分布。
- 外设接口:列出芯片支持的所有外设接口,如串行通信接口(SCI、SPI、UART等)、并行接口(I2C、GPIO等)、模数转换器(ADC)、定时器等,并说明其特性和使用方法。

#### 3.2 驱动模块

驱动模块负责将主控模块输出的PWM控制信号放大,以驱动功率器件(如IGBT、MOSFET等)工作。

#### 作用:

Captured by FireShot Pro: 10 三月 2025, 13:08:28 https://getfireshot.com

高阶干货---一文搞懂电机控制器硬件电路芯片选型! - 知乎

https://zhuanlan.zhihu.com/p/3248543516

· 信号放大:将PWM信号放大到足以驱动功率器件的电压和电流水平。

• 故障保护: 实时监测功率器件的状态, 防止过流、过温等异常情况发生。

# 芯片推荐:

· IGBT驱动芯片: 用于驱动IGBT功率器件, 具体型号根据系统需求选择。

# 性能参数:

# · IGBT驱动芯片:

· 驱动电压: 通常为15V~20V

· 驱动电流:根据IGBT型号确定,通常为几安培到几十安培不等

• 故障保护功能: 过流保护、过温保护等

# 3.3 信号检测模块

信号检测模块用于检测电机的电流、电压和位置等参数,并将这些参数转换为数字信号,供主控模 块处理。

# 作用:

电流检测:通过霍尔传感器\*或分流器等器件检测电机相电流。

电压检测:检测母线电压和逆变器输出电压。

位置检测:通过编码器或旋转变压器等器件检测电机位置。

# 芯片推荐:

霍尔传感器:用于电流检测,具体型号根据系统需求选择。

· 高精度ADC: 用于电压和电流信号的数字化转换,如TI公司的ADS127L01。

· 编码器接口芯片:用于接收编码器信号,如AVAGO公司的HCTL-2032。

#### 性能参数:

# ・霍尔传感器:

• 测量范围:根据系统需求选择

· 精度:通常为±1%左右 · 响应时间:微秒级

#### · ADS127L01:

・ 分辨率: 24位

・ 采样率: 最高可达128kSPS

・精度: ±0.0015%

高阶干货---一文搞懂电机控制器硬件电路芯片选型! - 知乎

https://zhuanlan.zhihu.com/p/3248543516

#### · HCTL-2032:

· 工作电压: 5V

· 输出信号: 差分信号

• 分辨率: 根据编码器型号确定

# 3.4 保护模块

保护模块用于实时监测电机和功率器件的状态,防止过流、过压、过热等异常情况对系统造成损害。

# 作用:

• 过流保护: 当电流超过设定值时, 切断功率器件的供电。

• 过压保护: 当电压超过设定值时,采取相应措施保护系统。

• 过热保护: 当功率器件或电机温度超过设定值时, 采取相应措施降低温度。

# 芯片推荐:

· 过流保护芯片:如TI公司的TPS25910。

· 过压保护芯片:如MAXIM公司的MAX811。

· 温度传感器:如NTC热敏电阻或PT100铂电阻。

# 性能参数:

#### · TPS25910:

• 过流保护阈值: 可编程设定

• 响应时间: 微秒级

• 故障指示: 故障输出引脚

#### • MAX811:

• 过压保护阈值: 可编程设定

响应时间: 纳秒级输出类型: 开漏输出

#### · NTC热敏电阻:

· 测量范围: -55°C~+300°C

· 精度: 通常为±5%左右

• 响应时间: 毫秒级

# 四、实际应用中需要注意的问题

在实际应用中, 永磁同步电机控制系统的硬件设计需要注意以下问题:

高阶干货---一文搞懂电机控制器硬件电路芯片选型! - 知乎

https://zhuanlan.zhihu.com/p/3248543516

## 4.1 电磁干扰+问题

功率电路中的电力电子功率器件在高速开通与关断的切换过程中会产生电磁干扰,影响控制电路的正常工作。因此,在硬件设计中需要采取以下措施:

- 使用高速光耦将功率电路与控制电路进行隔离。
- 在控制电路中使用滤波器和屏蔽措施、降低电磁干扰的影响。
- 合理布局和布线,避免信号线与控制线之间的交叉干扰。

#### 4.2 散热问题

功率器件在工作过程中会产生大量的热量,如果不及时散热,会导致器件温度升高,性能下降,甚至损坏。因此,在硬件设计中需要采取以下措施:

- 使用散热片或散热风扇等散热装置,提高散热效率。
- 合理选择功率器件的封装形式,降低热阻。
- 在布局和布线时,避免功率器件过于集中,造成局部温度过高。

# 4.3 电源问题

控制系统需要稳定的电源供电,以保证各模块的正常工作。因此,在硬件设计中需要采取以下措施:

- 使用高质量的电源模块,提高电源的稳定性和可靠性。
- 对电源进行滤波和稳压处理,降低电源波动对系统的影响。
- 在布局和布线时,避免电源线与信号线之间的交叉干扰。

#### 4.4 可靠性问题

控制系统的可靠性对于整个系统的稳定运行至关重要。因此, 在硬件设计中需要采取以下措施:

- 选择高可靠性的元器件和器件,降低故障率。
- 对关键元器件进行冗余设计,提高系统的容错能力。
- 在布局和布线时, 遵循可靠性设计原则, 如避免过孔过多、避免信号线过长等。

## 五、总结

永磁同步电机控制系统的硬件设计涉及多个模块和复杂的电路结构。在硬件设计中,需要合理选择 元器件和器件,优化布局和布线,采取必要的隔离、滤波和散热措施,以提高系统的稳定性和可靠 性。同时,还需要关注电磁干扰、电源和可靠性等关键问题,确保系统能够在实际应用中稳定运 行。

# 模型分享:

· 资料内容: Simulink模型+设计文档



+icache
Code\_Templates
CommonLibrary
CoreLibrary
MCU\_Interface
MCU\_Simulink\_model\_ert\_rtw
slprj
MCU\_Simulink\_model.m
MCU\_Simulink\_model.md
MCU\_Simulink\_model.mdl
MCU\_Simulink\_model\_flobalConst.m
MCU\_Simulink\_model\_flobalConst.m
MCU\_Simulink\_model\_sfun.mexw32

资料来源:参考网络加修改

工具版本: 2019a

资料用途: 搭建DEMO+测试。

模型状态:可以自学应用。