



Industrial
Summit 2021
Shenzhen, China
POWERING YOUR INNOVATION



意法半导体位置控制解决方案

Seven Zeng 曾泽锋

电机控制技术创新中心

意法半导体 亚太区

Motor Control
Competence
Center





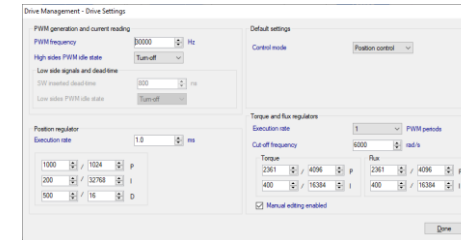
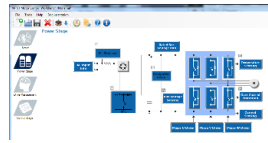
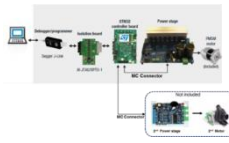
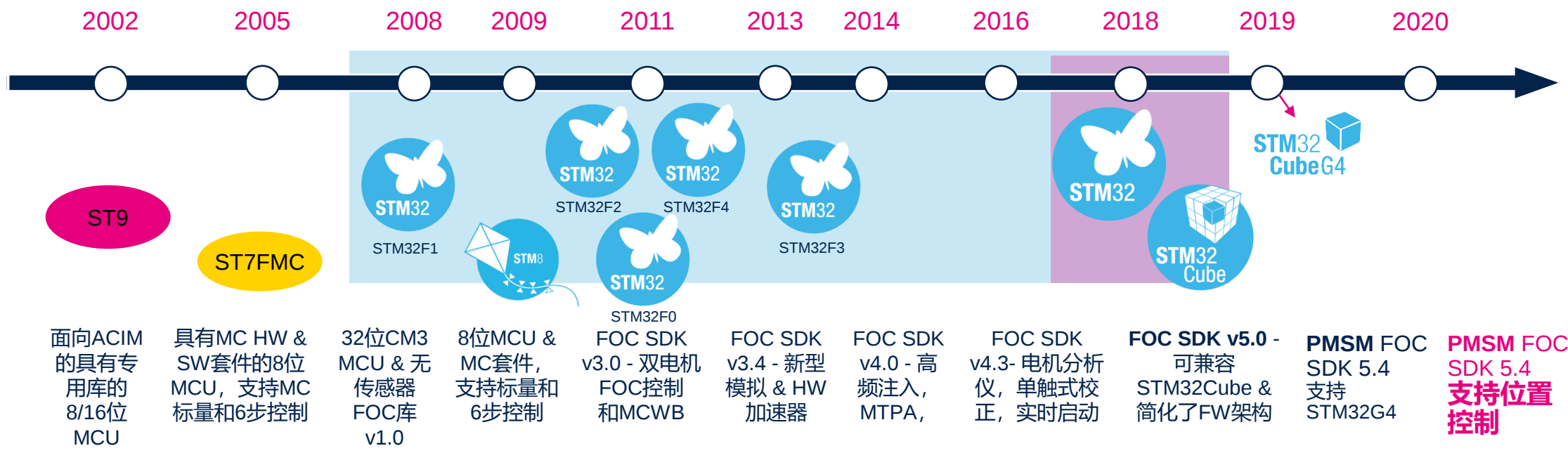
1 软件生态系统

2 产品系列

3 评估套件

4 演示

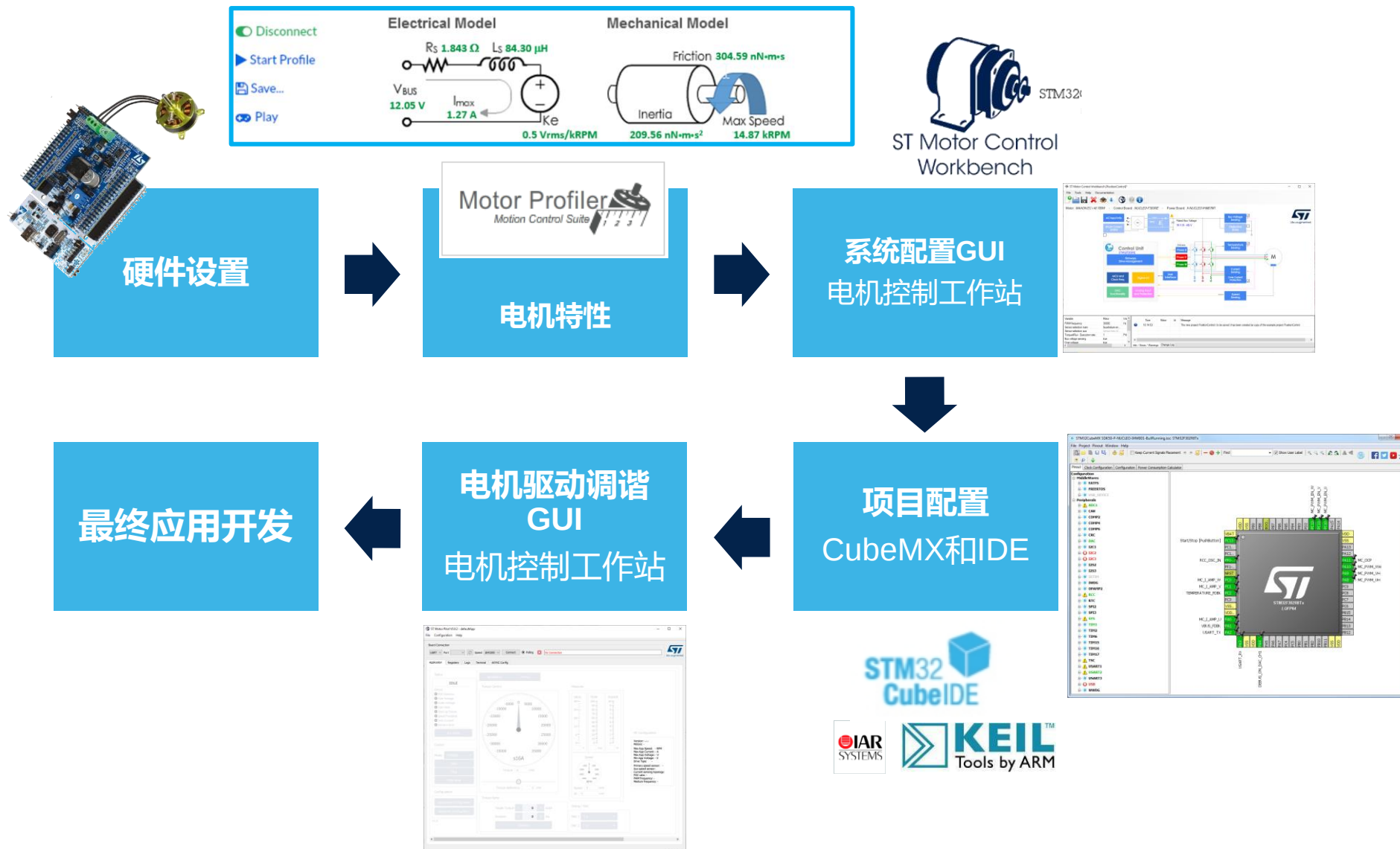
软件生态系统



全集成/MC Workbench工具中的配置

STM32系列	F0	F1	F3	F4	F7	L4	G0	G4
1分流电阻	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3分流电阻	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
霍尔传感器	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ICS	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
弱磁	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MTPA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
无传感器（PLL/Cordic）	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
前馈	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
单FOC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
双FOC	✗	✓/✗	✓	✓	✓/✗	✗	✗	✓
FreeRTOS	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
位置控制	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

软件生态系统



Drive Management - Drive Settings

PWM generation and current reading

PWM frequency Hz

High sides PWM idle state

Low side signals and dead-time

SW inserted dead-time ns

Low sides PWM idle state

Default settings

Control mode

Position regulator

Execution rate ms

10000	/	1024	P
1000	/	32768	I
1000	/	16	D

Torque and flux regulators

Execution rate PWM periods

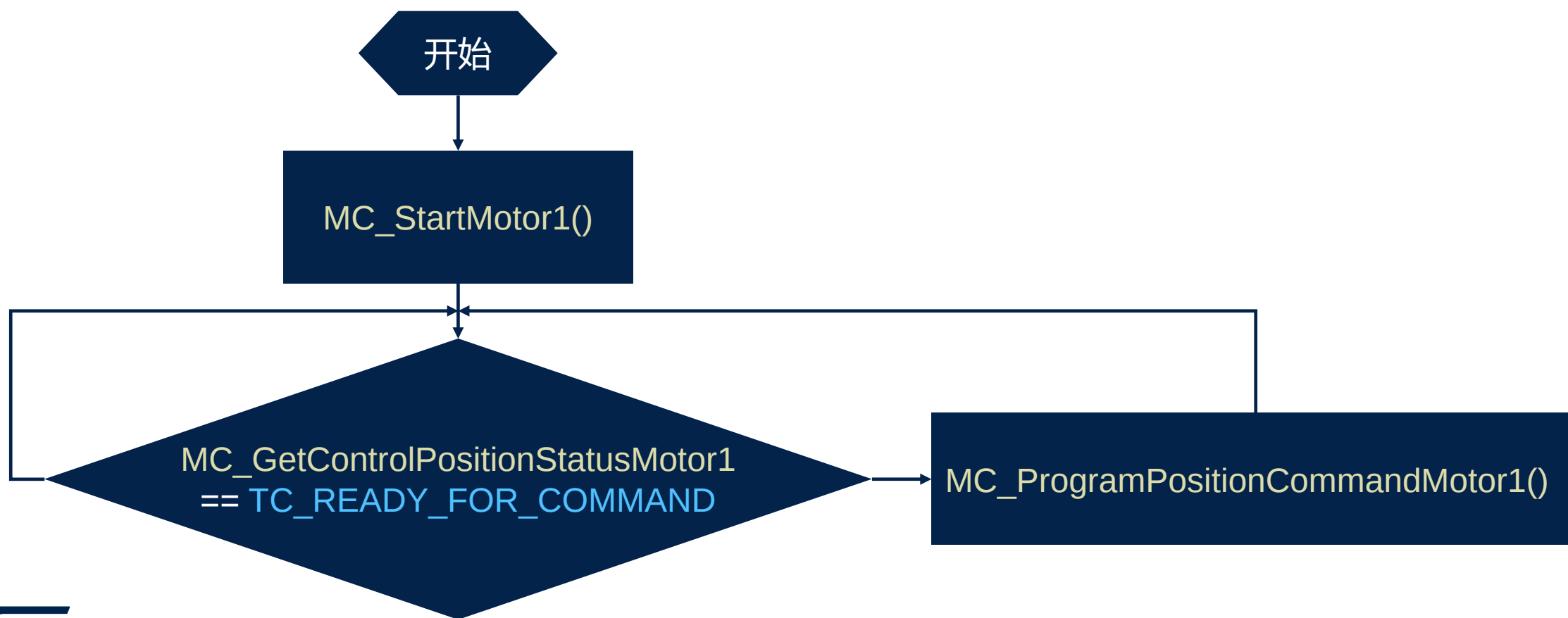
Cut-off frequency rad/s

Torque				Flux			
2318	/	16384	P	2318	/	16384	P
246	/	16384	I	246	/	16384	I

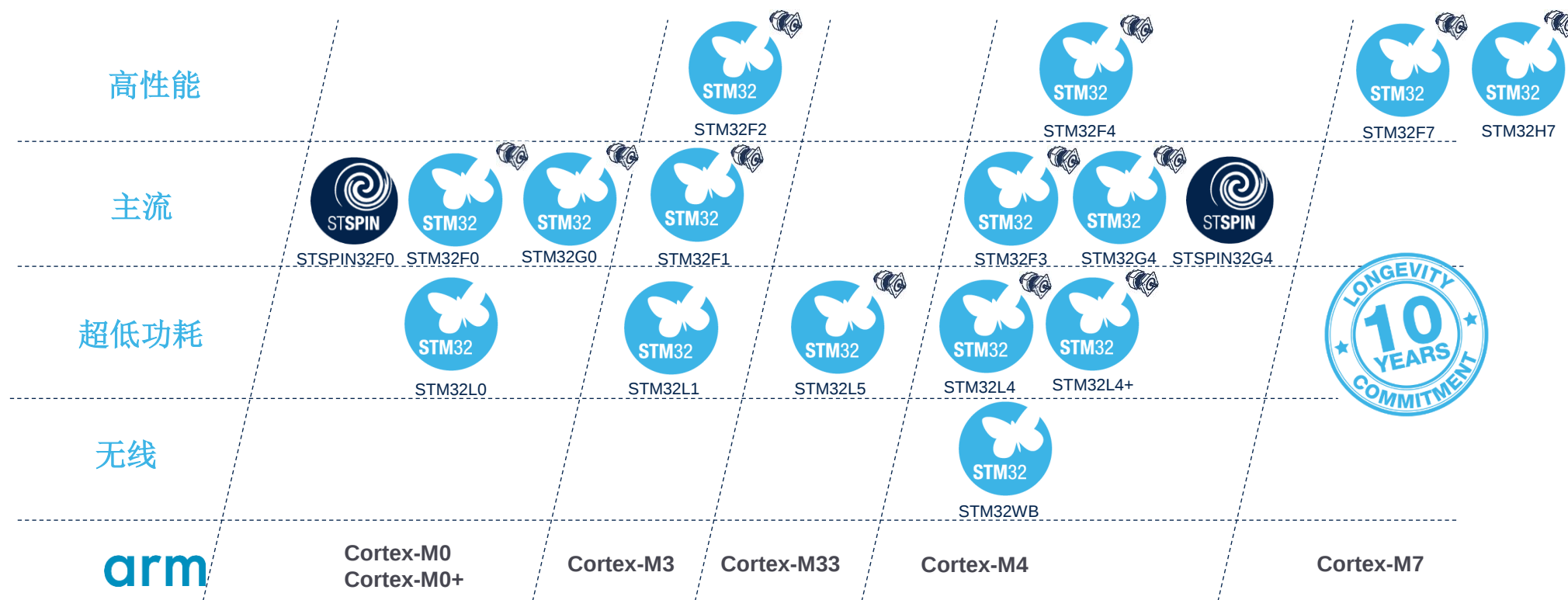
☐ Manual editing enabled

Done

最少仅需要3个API



支持嵌入式先进电机控制的多种STM32选择 PWM定时器



 :配备了高级电机控制定时器的STM32系列



产品系列

已售出超过130种产品和超过15亿件



电机驱动器IC 1.8V – 600 V

超小型化
STSPIN2系列

高性能
STSPIN8、L62系列

高功率/高压
PWD SiP系列

栅极驱动器IC + MOS / IGBT / SiC / GaN 600V – 6KV

半桥
三相桥
L638、L639系列

高电流
L649系列

电流隔离
STGAP系列



配备嵌入式MCU的电机驱动器：STSPIN32系列

低于10 W

最高100 W

最高500 W

最高1 kW

高达数十千瓦



智能电源模块

SLLIMM

(IGBT、硅MOSFET选项)

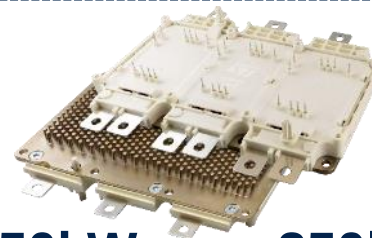
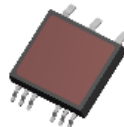
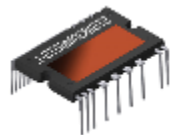
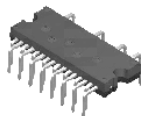
电流可扩展性更强，覆盖更广的功率范围

电源模块

ACEPACK

(硅MOSFET、IGBT、碳化硅MOSFET选项)

适应性强的紧凑型简单封装



30W

500W

3kW

5kW

10kW

30kW

150kW

250kW

产品系列

解决方案1 “离散”



优势	弱势
- 高度灵活的STM32封装存储器性能 - 入门级组合 – 高性价比 - 面向步进、有刷直流和3相无刷直流电机的广泛/可扩展的产品组合 - MC-SDK支持	集成度和紧凑性不如解决方案2和3 → PCB空间占用更高

解决方案2 “智能集成”



优势	弱势
- 高集成度 - 最高可节约80%的PCB空间 - 更轻松且更快速的PCB设计 - MC-SDK支持	相比解决方案1, 在MCU选择/更改方面的灵活性较低

解决方案3 “功率集成”



优势	弱势
- 高集成度 - 最高可节约60%的PCB空间 - 更轻松且更快速的PCB设计 - 优化的EMI性能 - 面向步进、有刷直流和3相无刷直流电机的广泛且可扩展的产品组合 - MC-SDK支持	相比解决方案1, 在电源设备选择/更改方面的灵活性较低

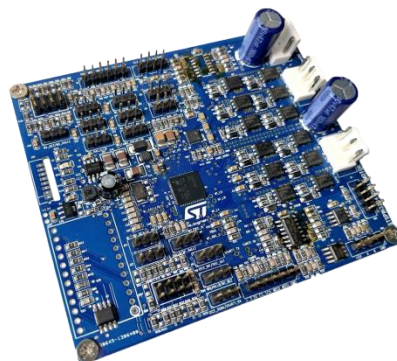
评估套件

加快开发速度和缩短上市时间

Nucleo板



STSPIN32G4双电机解决方案



STEVAL-ETH001V1



EVAL-STDRIVE101



EVALKIT-ROBOT-1



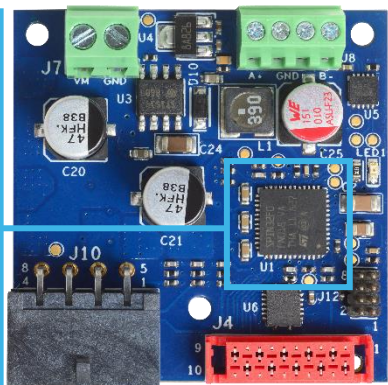


EVALKIT-ROBOT-1 紧凑型无刷伺服控制套件

基于FOC的位置控制回路

STSPIN32F0A

45V完全集成3相
BLDC驱动器
(600mA栅极电流)
嵌入
Cortex®-M0 MCU



40 mm

40 mm



STL7DN6LF3

60V, 35mΩ
双N沟道
MOSFET
采用
PowerFLAT™
5x6双岛封装

- 36V和6A_{PEAK} 功率级
- 支持编码器 + 霍尔传感器
- MODBUS 协议, 采用RS-485

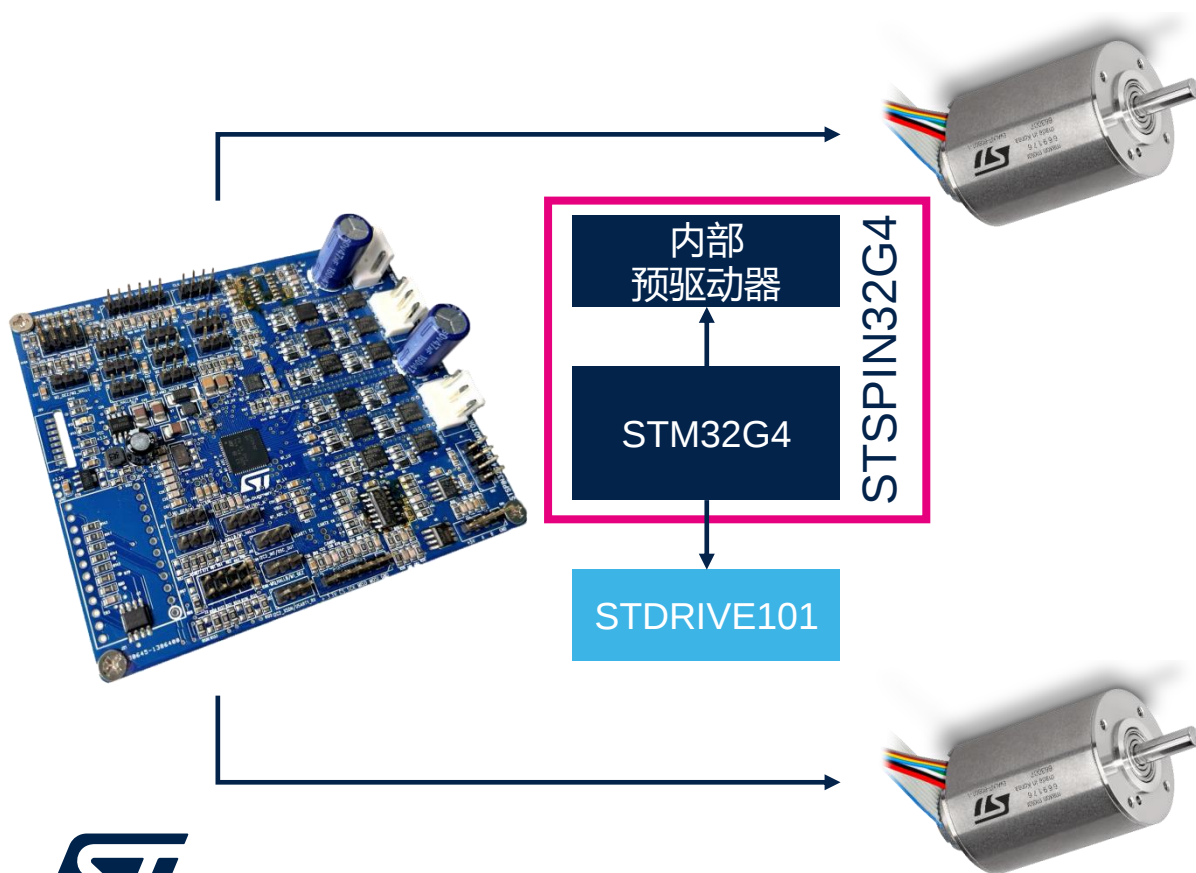


Maxon EC-i40

100W 3相BLDC
采用1024增量式脉冲编码器

STSPIN32G4双电机解决方案

带多个附加接口的双电机控制



STSPIN32G4

- 集成式预驱动器
- 带FPU的Arm® 32位Cortex®-M4 CPU,
- ART加速器允许Flash存储器的0等待状态执行,
- 频率高达170 MHz, 可达到213 DMIPS的性能,

STDRIVE101

- 600 mA灌/拉电流能力
- 12 V LDO线性稳压器 (最大50 mA)
- 过流比较器
- UVLO和热关断保护

STL100N10F7

- RDSON 6.5 mOhm典型值,
- 19 A STripFET F7功率MOSFET, 采用PowerFLAT 5x6封装
- 低 C_{rss}/C_{iss} 比, 抗EMI
- 坚固的抗雪崩能力
- ...

STEVAL-ETH001V1

双电机控制，支持精确位置同步

SPM接口的订购代码：
STEVAL-ETH001V1

带DPM接口的应用板：
AB0035.B.01 (*)

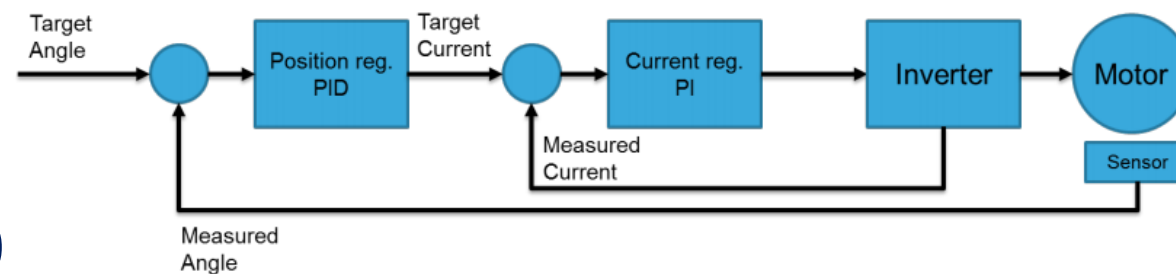
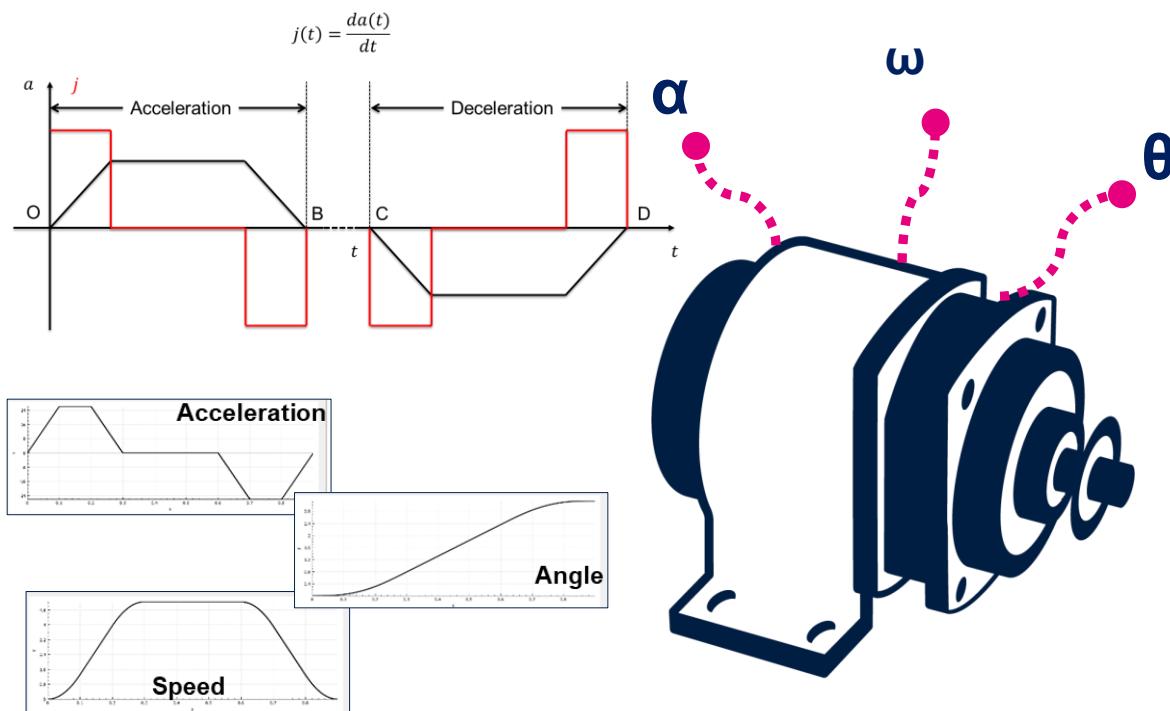
主要产品

- STM32F767ZI - 微控制器
- STDRIVE101 - 三相栅极驱动器
- STH270N8F7 - 功率MOSFETS
- STL6N3LLH6 - 功率MOSFETS
- L7987L DC/DC - 转换器
- LD39150DT33 - 低压降线性稳压器
- L7805CD2T - 线性稳压器
- IPS160H - 数字输出
- CLT03-2Q3 - 数字输入
- NETX-90 - 网络以太网控制器



- 供电电压范围为20V至56V
- **700W的最大输出功率**
- 基于STM32F767ZI的STM32平台
- 基于嵌入到应用固件中的EtherCAT栈的多轴位置控制算法与实时连接
- 使用NETX90网络控制器支持多协议（Profinet、EtherCAT、EthernetIP、TSN）
- NETX90和MCU之间的DPM和SPM接口
- 电机控制功率级，基于STDRIVE101和STH270N8F7功率MOSFET
- 基于L7987开关转换器的电源管理电路
- **8通道/4个DFSDM模块**，可用于电流采样或旋变/SinCos位置反馈处理

实现细节



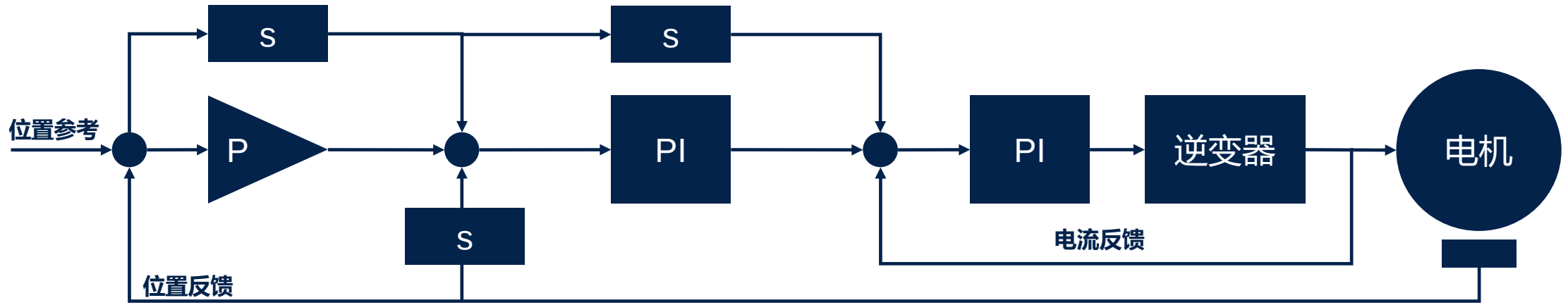
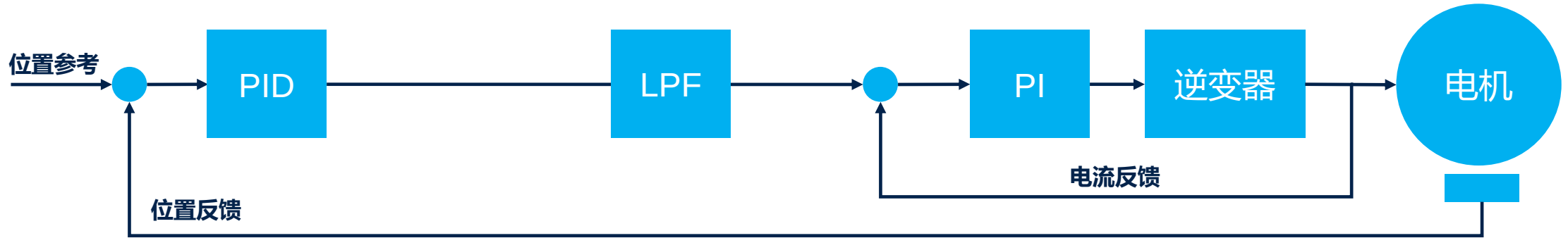
通过矢量控制来实现最高效率

用于有限急加速度的轨迹计算器

多控制器跟踪模式估计器

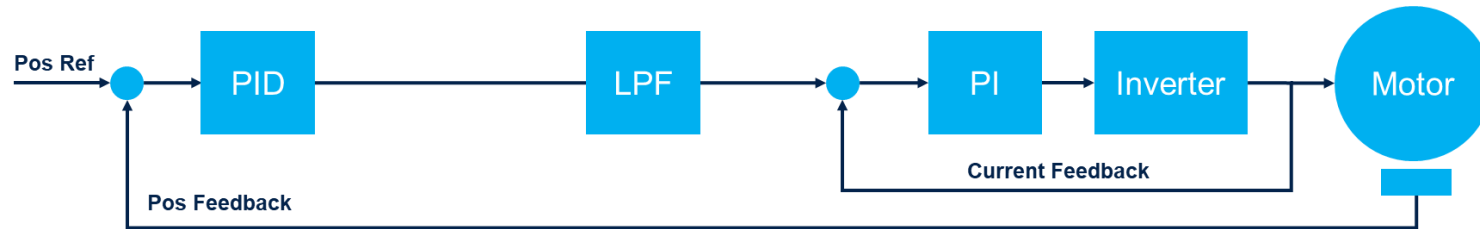
实现细节

PID-PI vs P-PI-PI



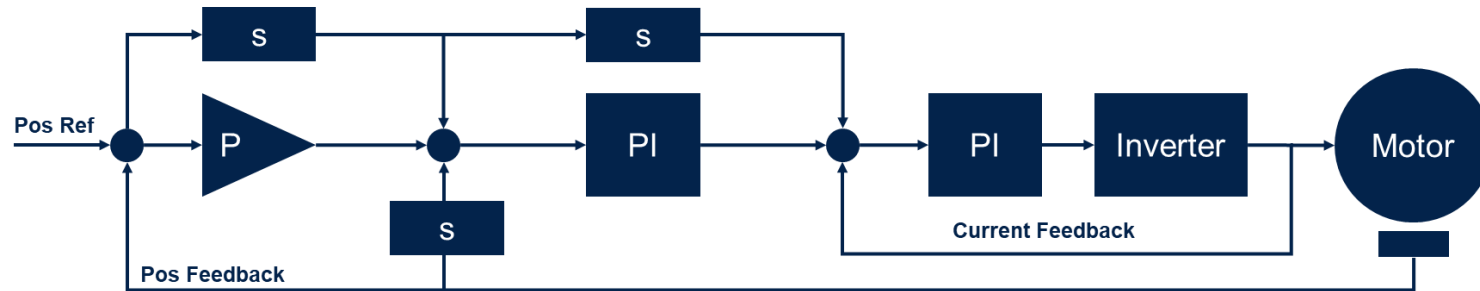
实现细节

PID-PI vs P-PI-PI



优点

- 更轻松的参数调谐
- 更高的带宽
- 更高的高频噪声抑制能力
- 更小的位置跟踪误差
- 更短的时间与ROM消耗



缺点

- 稳定性余量较低
- 无法直接控制速度

1. 将所有增益设为零。

2. 增加P增益，直至对扰动的响应为稳定的振荡。

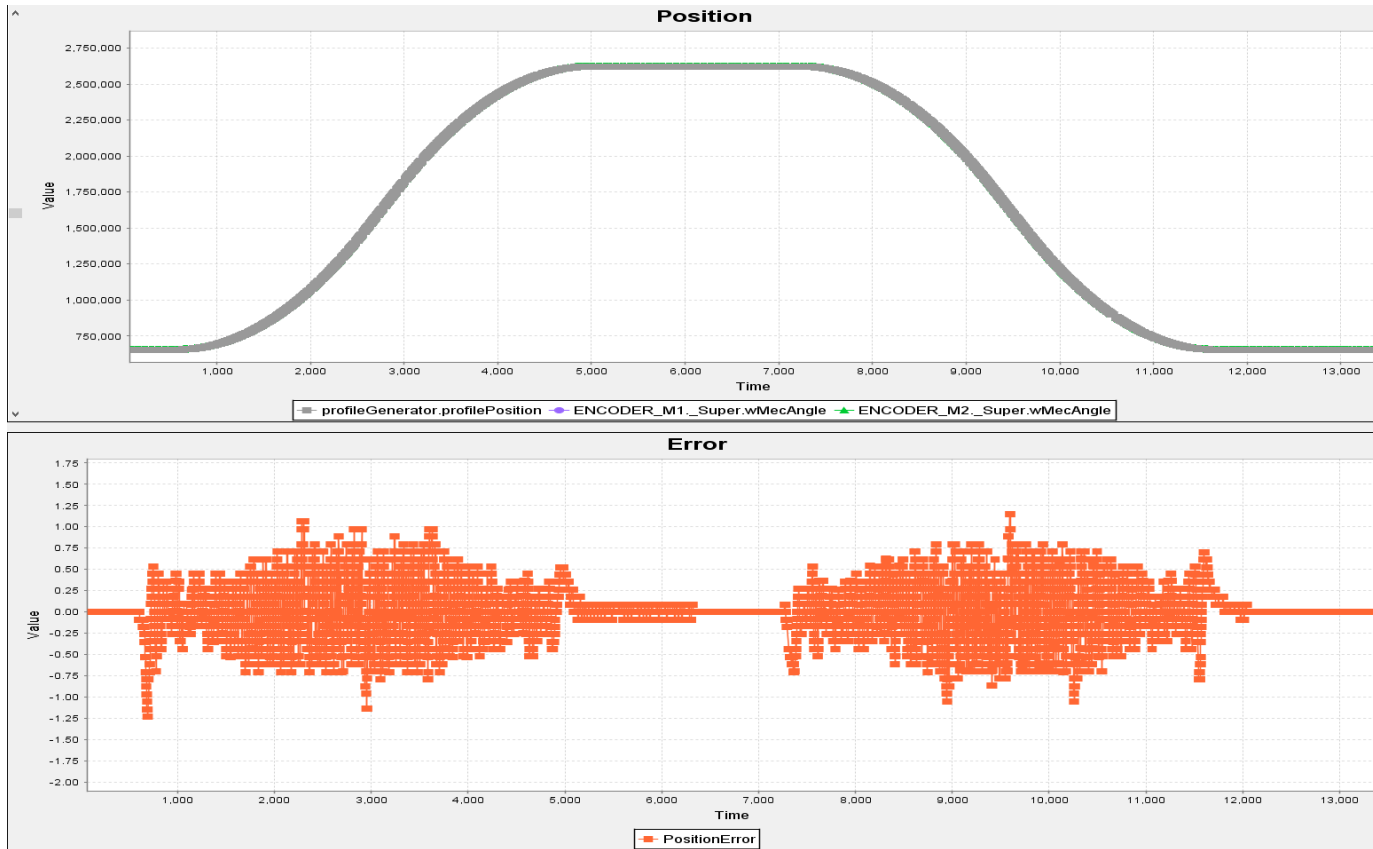
3. 增加D增益，直至振荡消失（即严重衰减）。

4. 重复步骤2和3，直至增加D不会使振荡停止。

5. 将P和D设为上一个稳定值。

- 通常，手动将机构移动到远离设定点的位置并放手即可。如果振荡变得越来越严重，您需要降低P增益。
- 如果将D增益设的过高，系统将开始抖动（以比P增益振荡更高的频率振动）。如果出现这种情况，请降低D增益，直至抖动停止。

实现细节 测试数据



- 1KHz位置环频率
- 1KHz速度环频率
- 16KHz PWM频率



life.augmented

扫描以下二维码
获得功率及模拟产品更多资讯



PDSA 微信公众号



能以致动子网站



Our technology starts with You



了解更多信息，请访问www.st.com

© STMicroelectronics - 保留所有权利。

ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他国家的商标或注册商标。若需意法半导体商标的更多信息，请参考www.st.com/trademarks。

其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。

