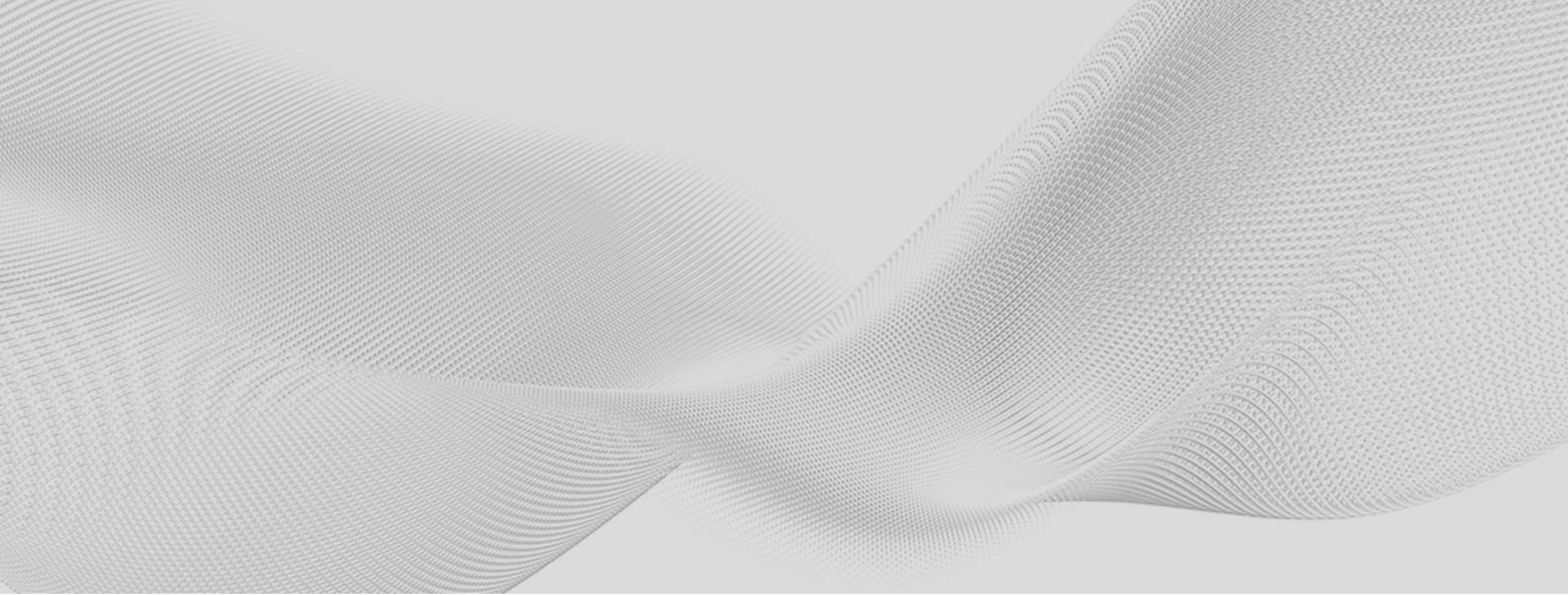




Model based control for ACOPOS drive systems

B&R | A member of the ABB Group



内容概览

- 动机
- 功能介绍
- 模型参数辨识
- Model based 前馈 / 反馈 / 组合应用
- 示例
- 总结
- 提问

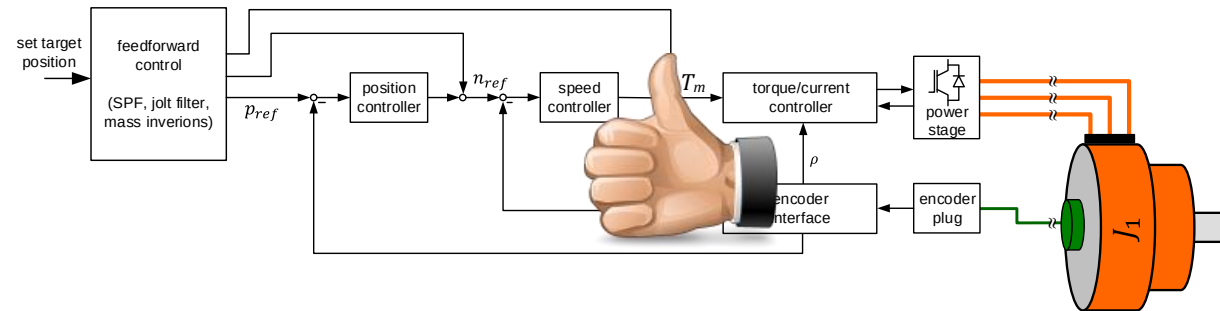
动机

适用何种情况



不是每种机器都适用的!

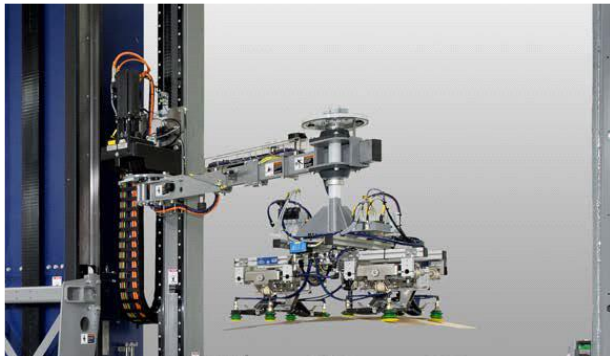
- 取决于机械
- 如果标准三环控制器无法解决问题，可以尝试使用



动机

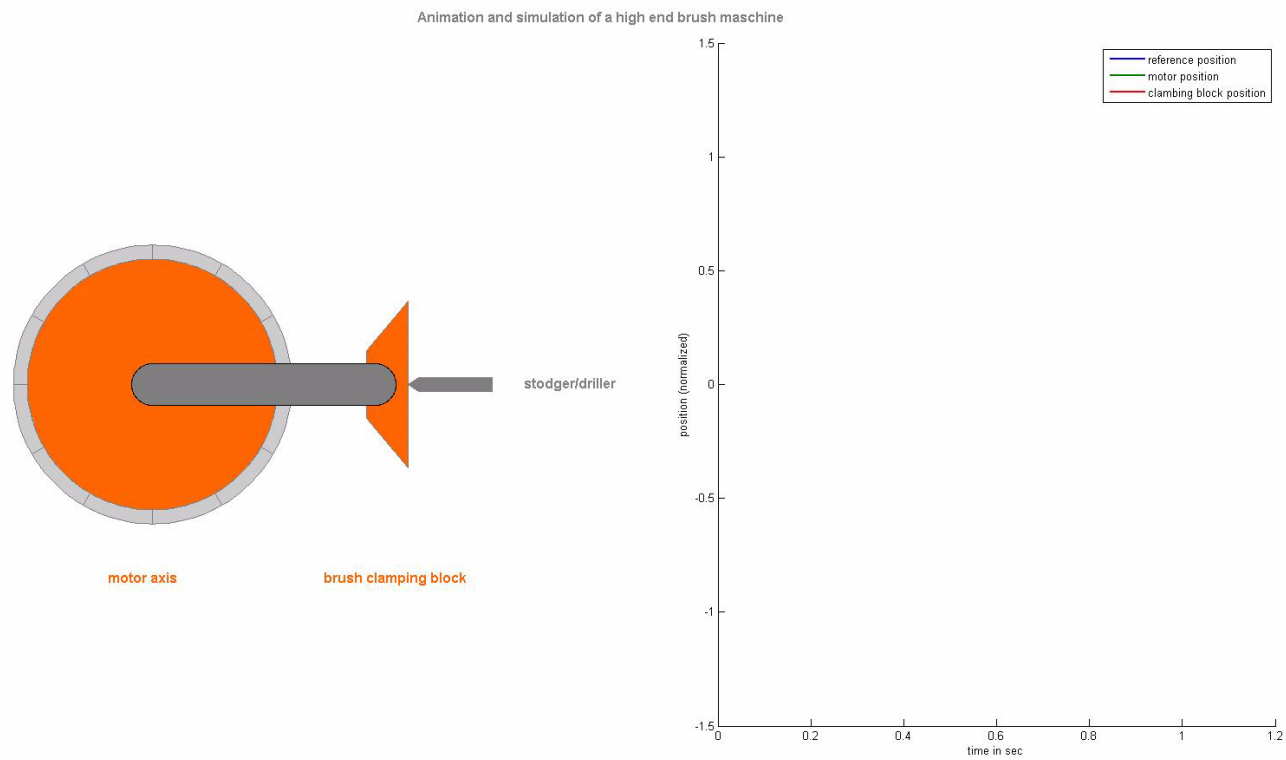
什么时候考虑使用model based control?

- 机械结构的动态性能太软
 - 有低频振荡
 - 细长轴连接的大质量体
 - Lagerror虽然满足要求但是过程动作却不好(抓取, 印刷, 切割, ...)

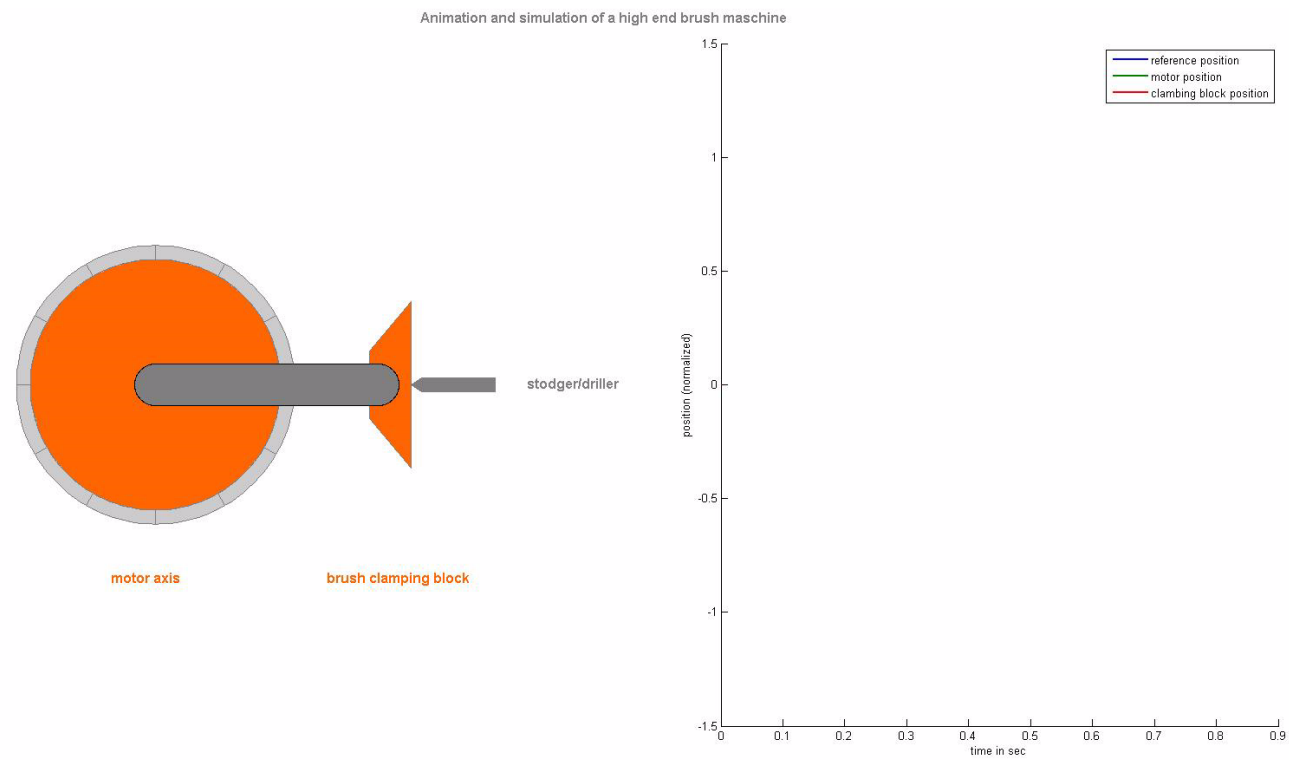


弹性系统

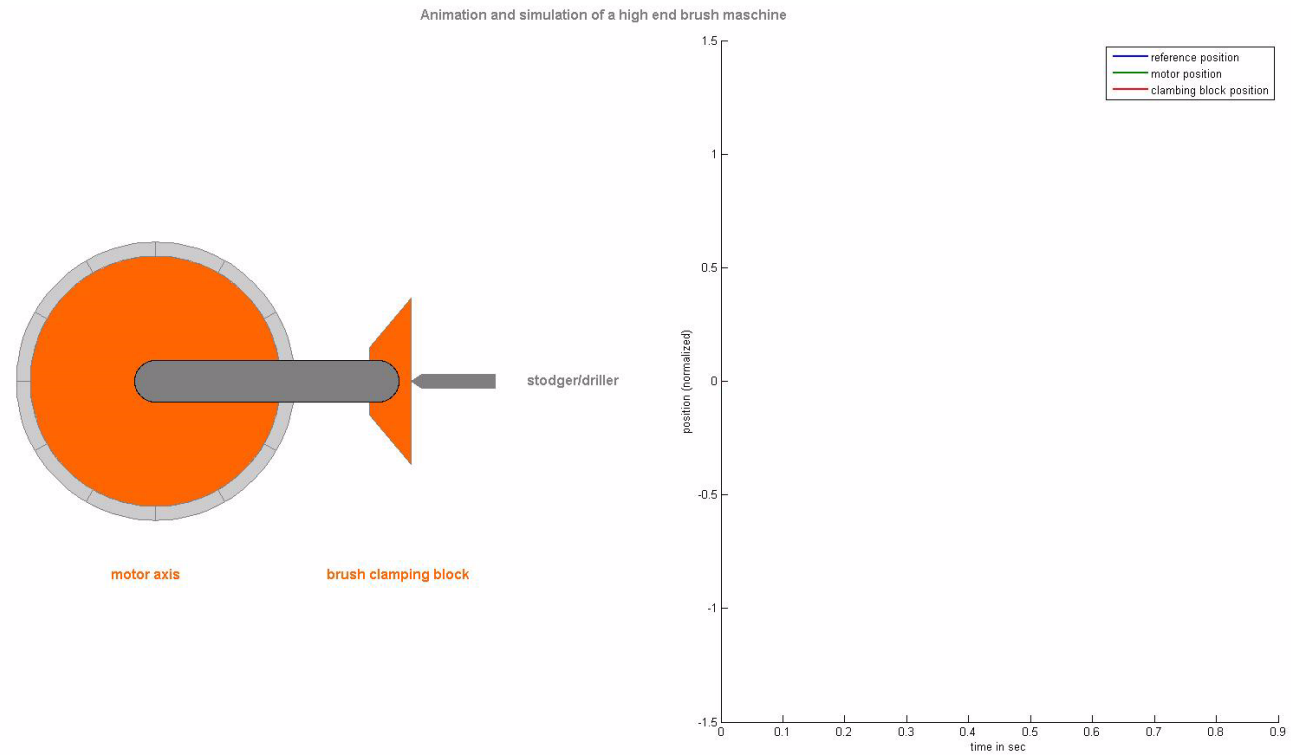
动机 例子



动机 例子



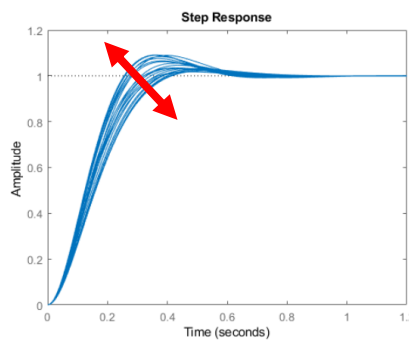
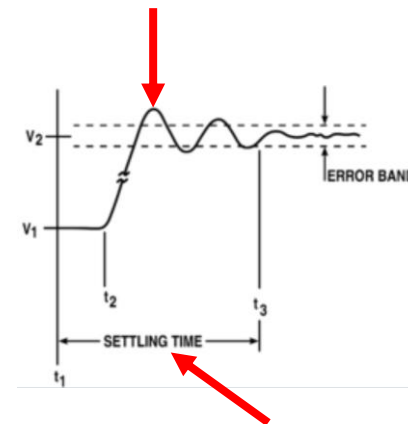
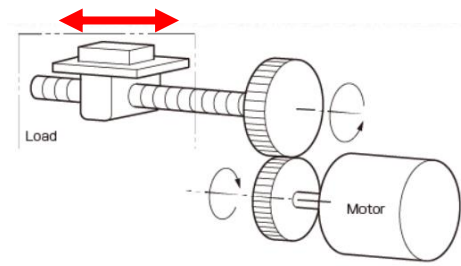
动机 例子



功能介绍

功能概述

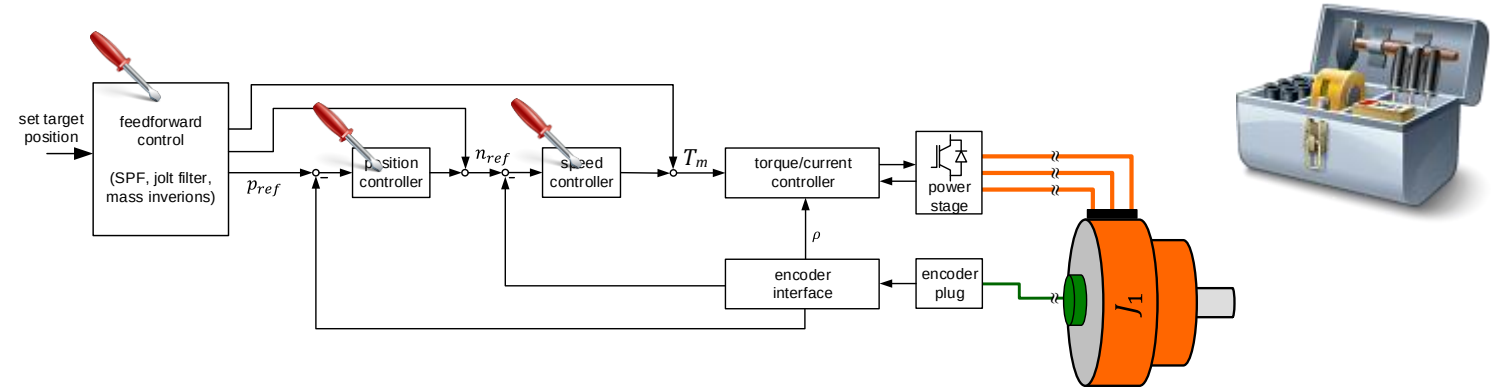
- 目标：改善弹性系统的性能
- 速度
 - 最小化setting time
 - 无过冲
- 精度
 - 工具点位置
- 鲁棒性
 - 变化的参数（质量体）



功能介绍

如何改善弹性系统的性能？

- 标准三环控制



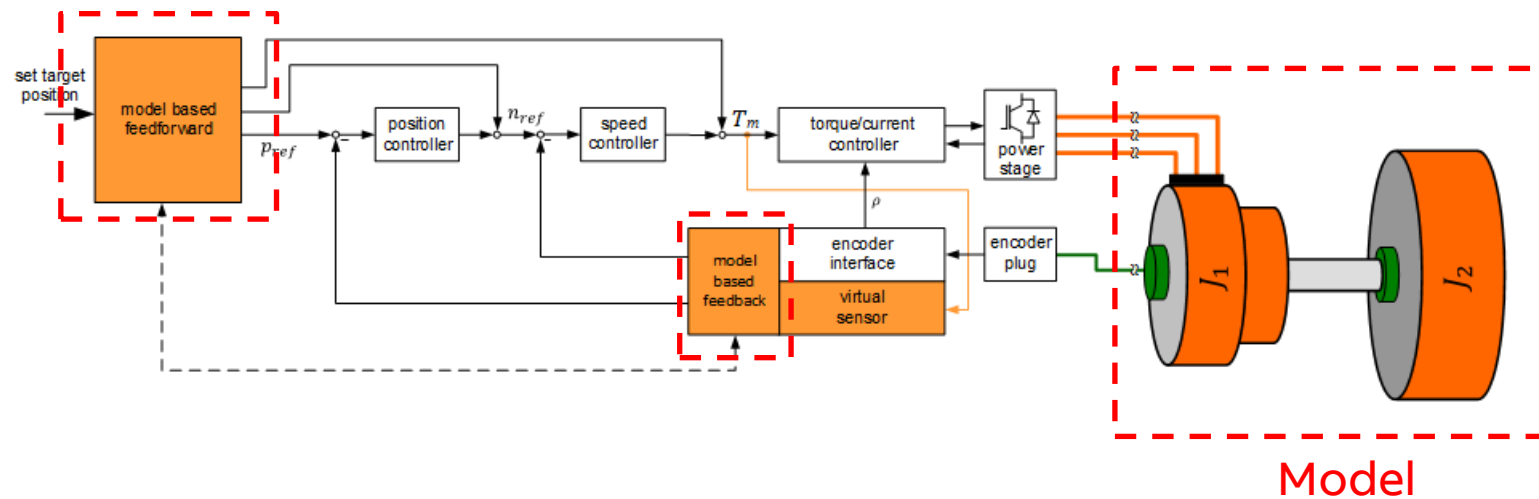
Model based control

- 功能可用版本：V5.03.0

功能介绍

什么是model based control?

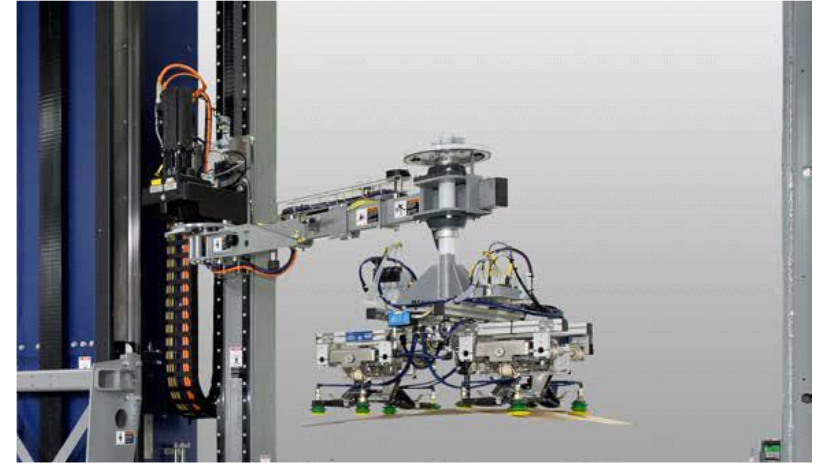
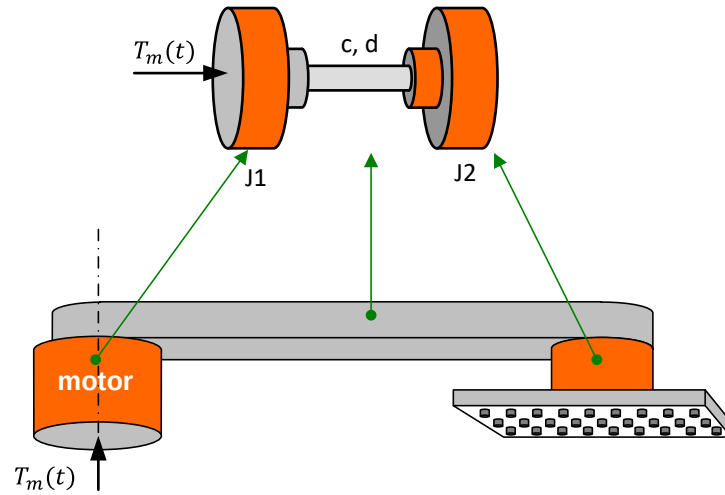
- 标准前馈和反馈的扩展



- Model based 前馈
 - 跟踪性能
- Model based 反馈
 - 抗扰动性能
 - 鲁棒性

辨识模型参数 对模型的要求

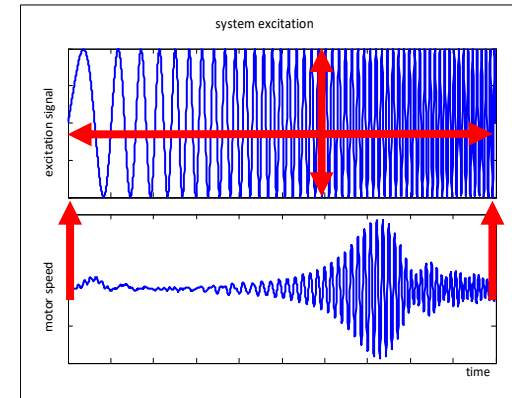
- 覆盖大范围的实际机械结构
- 容易辨识
- 参数少
- 合适的：2质量体系统 (J_1, J_2, c, d)



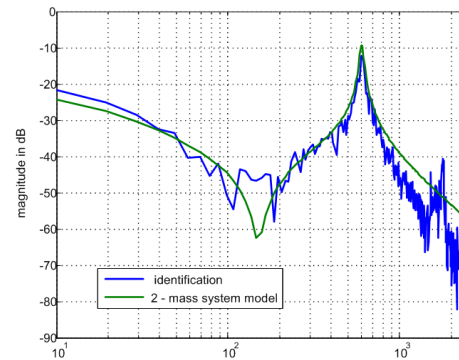
辨识模型参数

辨识原理

- 使用正弦波激励
 - 开始和停止频率
 - 激励时间
 - 激励大小



- 频率响应

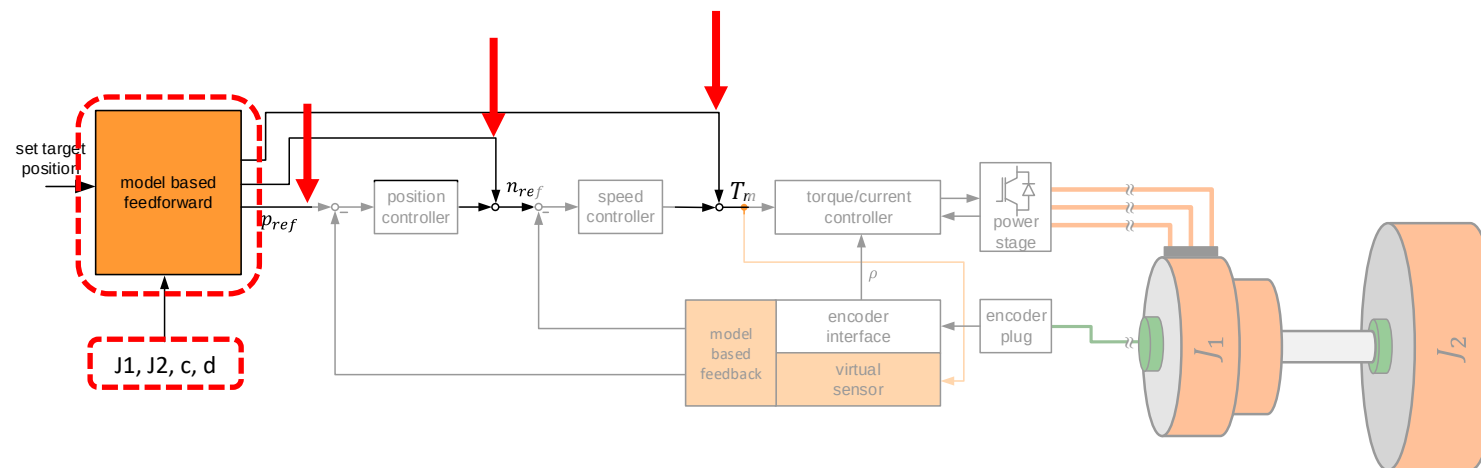


Model parameters: J_1 , J_2 , c , d

- 可使用autotuning：一键执行

Model based 前馈位置

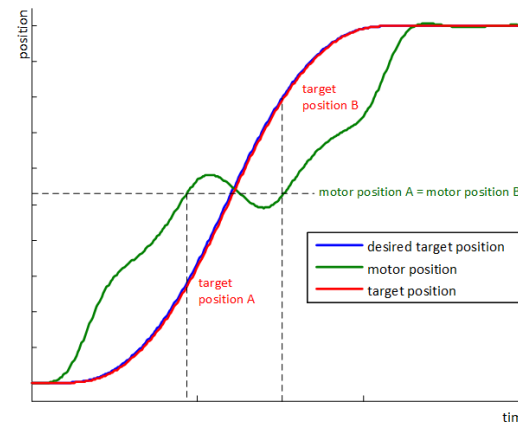
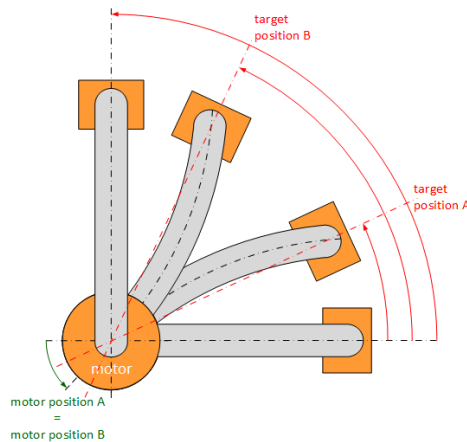
- 增强原前馈



- 修改设定位置，设定速度和设定扭矩
- 改善跟踪性能
- 需要模型参数
- 无稳定性问题

Model based 前馈 工作原理

- 简单例子



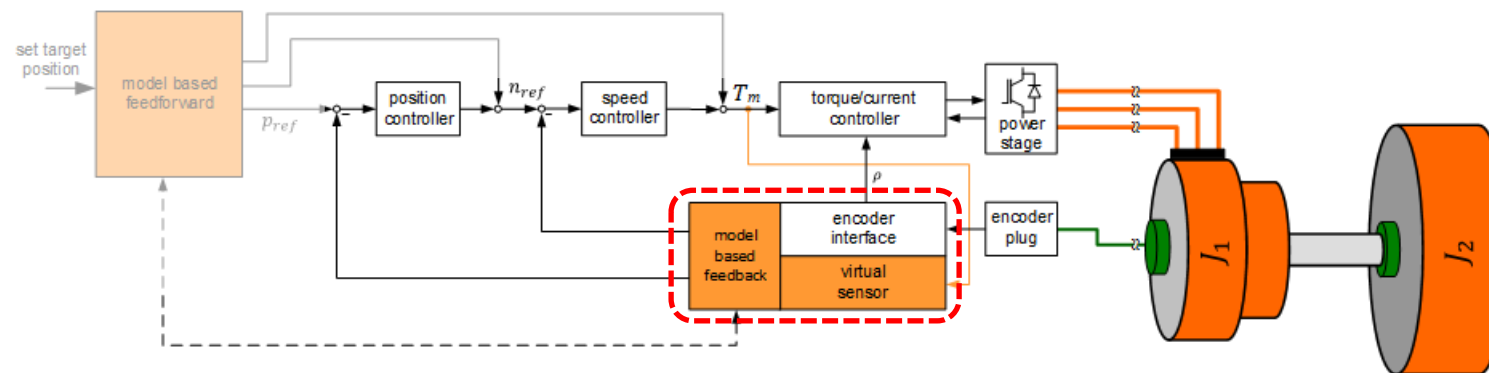
- 负载侧路径应跟随设定路径
- 电机侧路径是根据模型反推计算得到的



电机侧需要更高的动态性能

Model based 反馈位置

- 增强原反馈

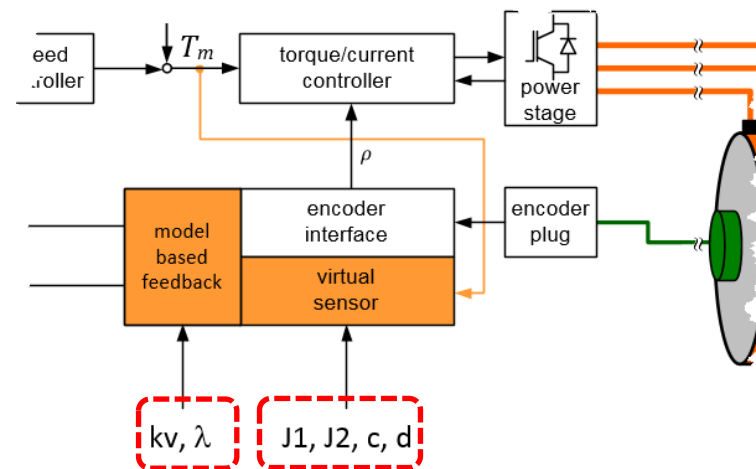


- 增加阻尼
- 改进抗扰动性能
- 虚拟编码器需要模型参数
- 反馈：稳定性问题

Model based 反馈

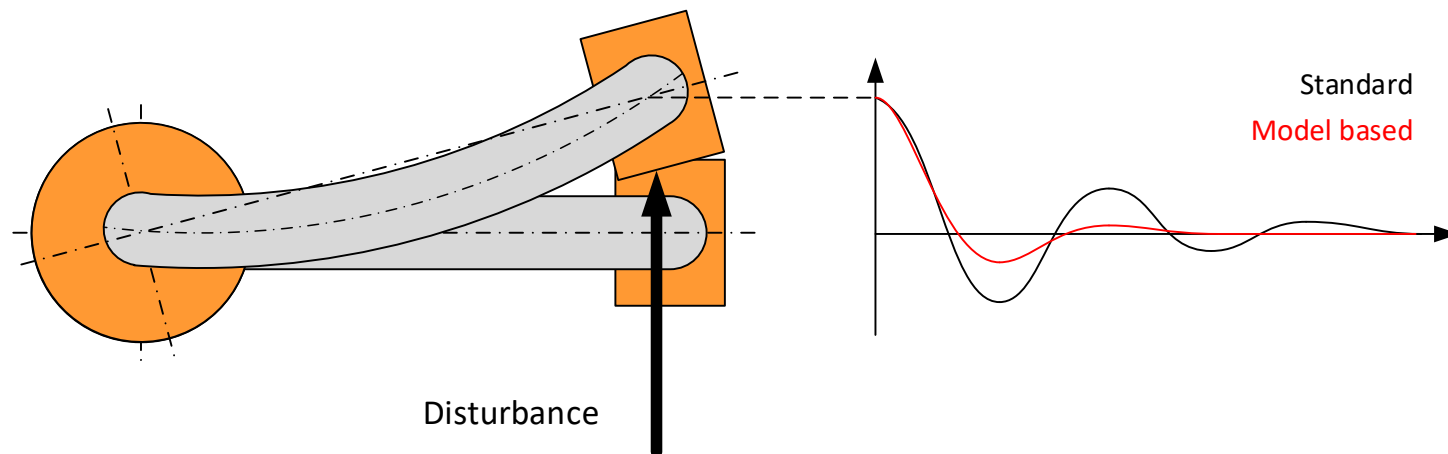
为什么使用虚拟编码器

- 虚拟编码器
 - 成本, 安装
- 虚拟编码器使用了模型参数
- 反馈参数
 - 速度综合比率 λ : 实际速度是电机速度和负载速度的综合 ($0 \leq \lambda \leq 1$)
 - 速度环增益 k_v : 合适的 λ 会使 k_v 值更大
- 支持autotuning: 一键整定



Model based 反馈 工作原理

- 简单例子



- 阻尼变大所以衰减变快



稳定时间变小

组合应用

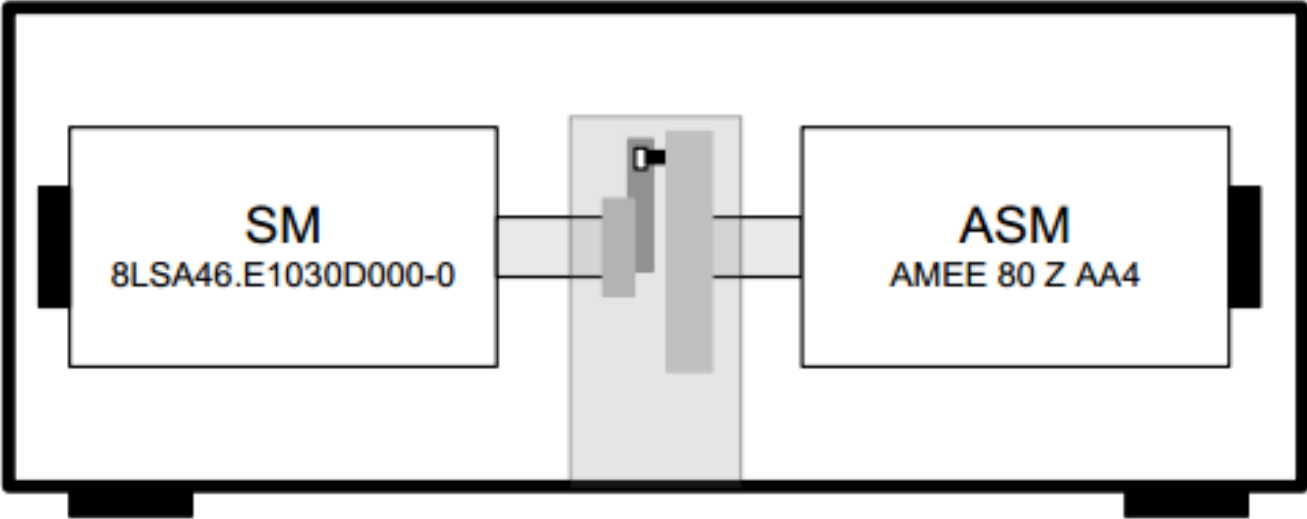
前馈+反馈组合

- 前馈和反馈可以任意组合

	前馈	反馈
1	标准	标准
2	Model based	标准
3	标准	Model based
4	Model based	Model based

- 取决于应用需要

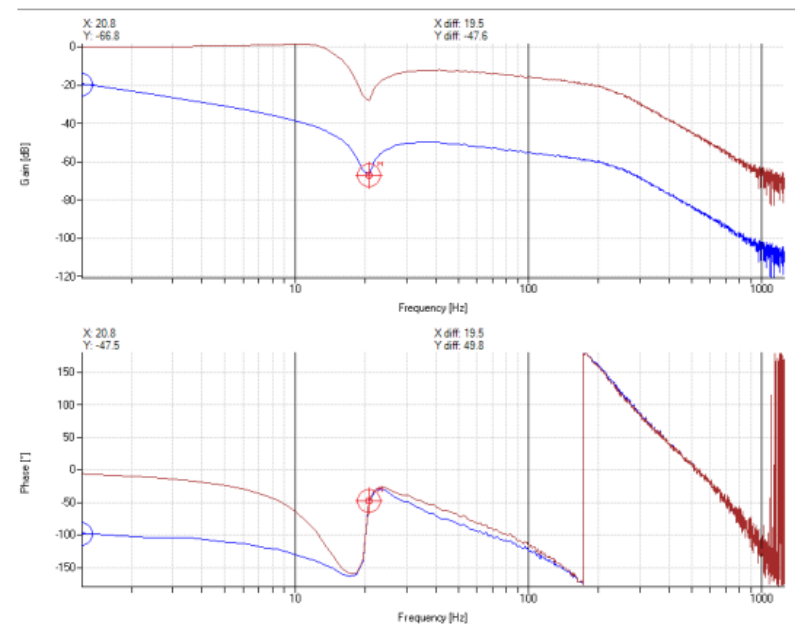
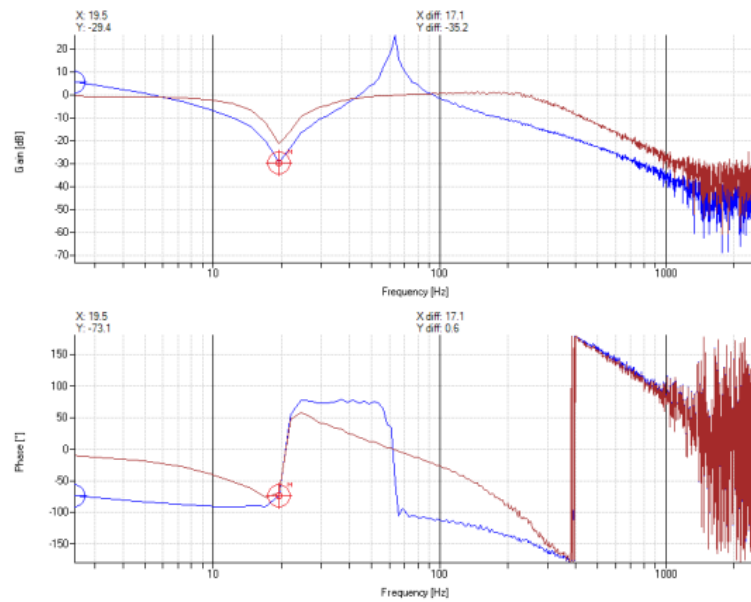
示例
硬件Demo



示例

硬件特性

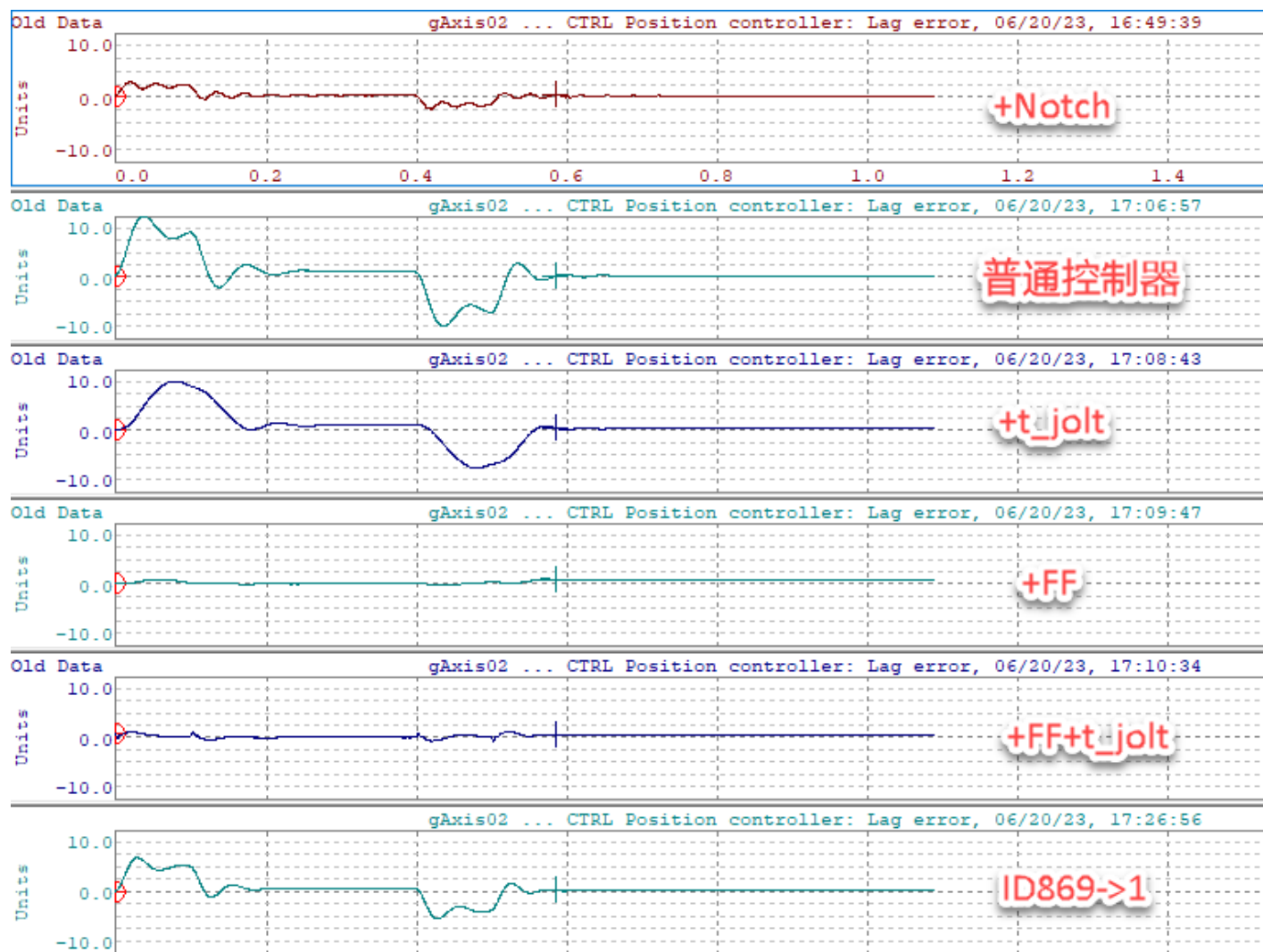
- 一个共振点在63Hz
- 一个反共振点在20Hz
- 位置环闭环带宽15Hz



示例

各种控制方法比较

- 都有减小lagerror的效果
- 但是不能有效抑制震荡



示例

Model based control

- 先辨识参数

name	parameter	Value
	mode	ncTUNE_MODEL_2MASS
	orientation	ncHORIZONTAL
	operating_point	ncTUNE_STANDSTILL
	i_max_percent	10
	v_max_percent	50
	s_max	0
	ds_max	2000
	kv_percent	0
	signal_order	11
	kv_max	0
	a	0
	signal_type	ncSIGNAL_CHIRP_TRAPEZOID
	signal_f_start	10
	signal_f_stop	100
	signal_time	1

Trace							
elapsed time: 00:00:38 Trace Data can be uploaded now.							
Index	Interface	Node	NC Object	Request	Time [s]	Time [s]	Response
	PLK[0]	1				127.577	00000000 00000
	PLK[0]	1	ncMODU...			128.537	00000000 00011
	PLK[0]	1	ncMODU...			128.557	00000000 00011
	PLK[0]	1	ncMODU...			128.581	ncTR_END
1042	PLK[0]	1	ncAXIS 2	PIDENT_STATE_BITS	128.617		
	PLK[0]	1				128.617	00000000 00000
1044	PLK[0]	1	ncAXIS 2	PIDENT_FIT	128.617		
	PLK[0]	1				128.627	86.7717
1046	PLK[0]	1	ncAXIS 2	MODEL_INERTIA1	128.627		
	PLK[0]	1				128.637	0.000274643
1048	PLK[0]	1	ncAXIS 2	MODEL_VISCOUS_FRICTION1	128.637		
	PLK[0]	1				128.647	0

model	
mass1	
inertia	0.000274643
viscous_friction	0
mass2	
inertia	0.00253666
viscous_friction	0
stiffness	70.4075
damping	0.0102938

示例

Model based control

- 前馈

ready	ncTRUE	
status	ncON	
mode	ncPOSITION + ncFF	
position		
speed		
uf		
ff		
mode	ncMODEL_2MASS	
torque_load	0	Nm
torque_pos	0.0673901	Nm
torque_neg	0	Nm

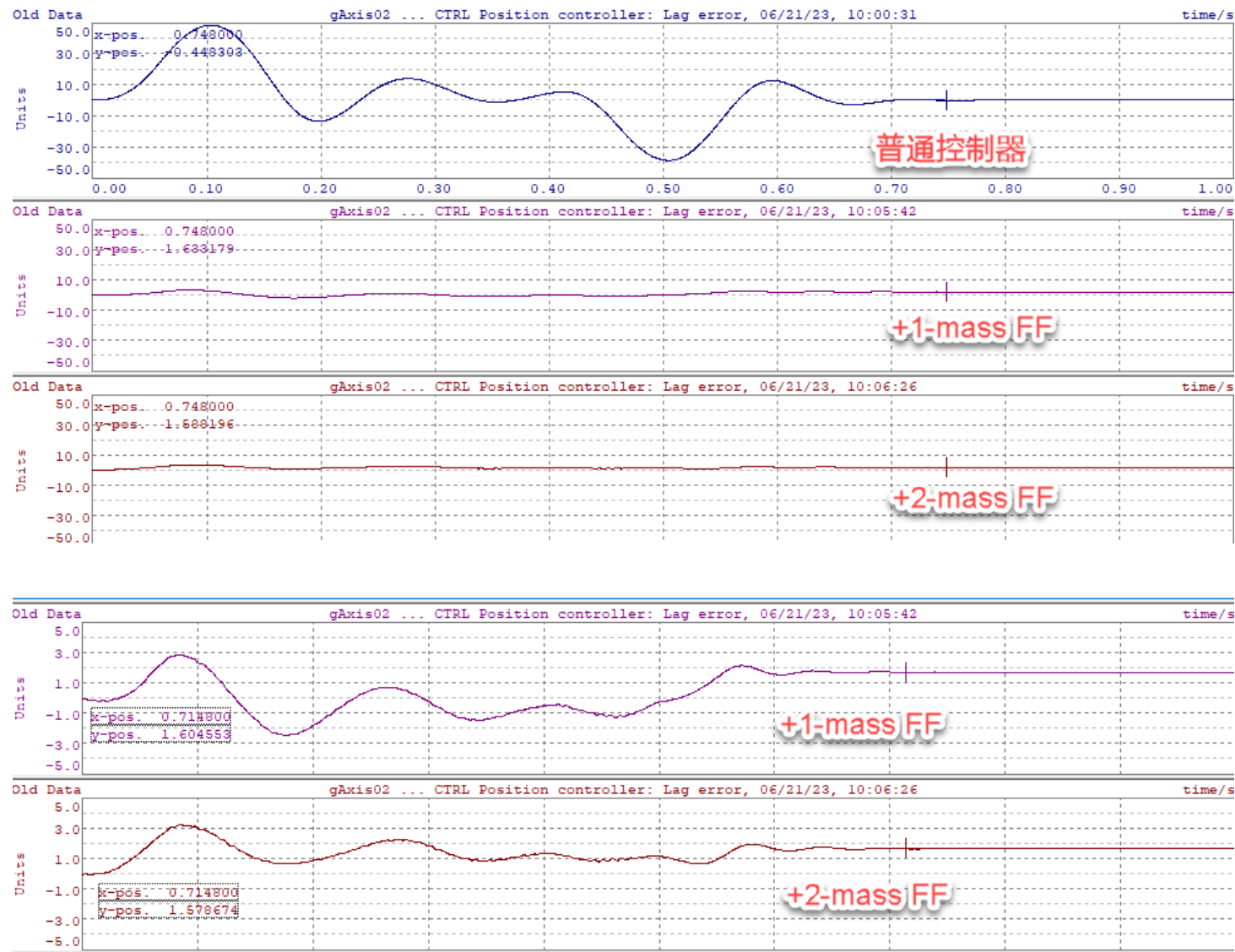


示例

Model based control

- 前馈效果

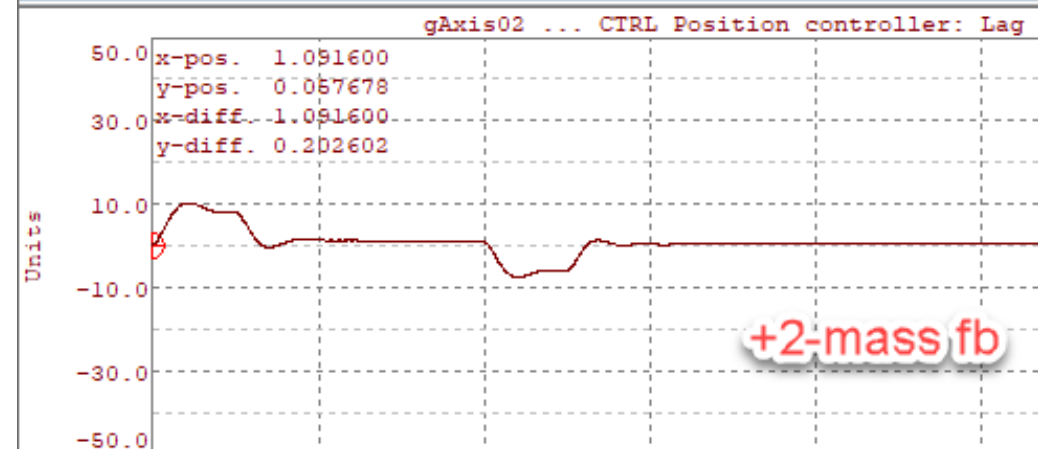
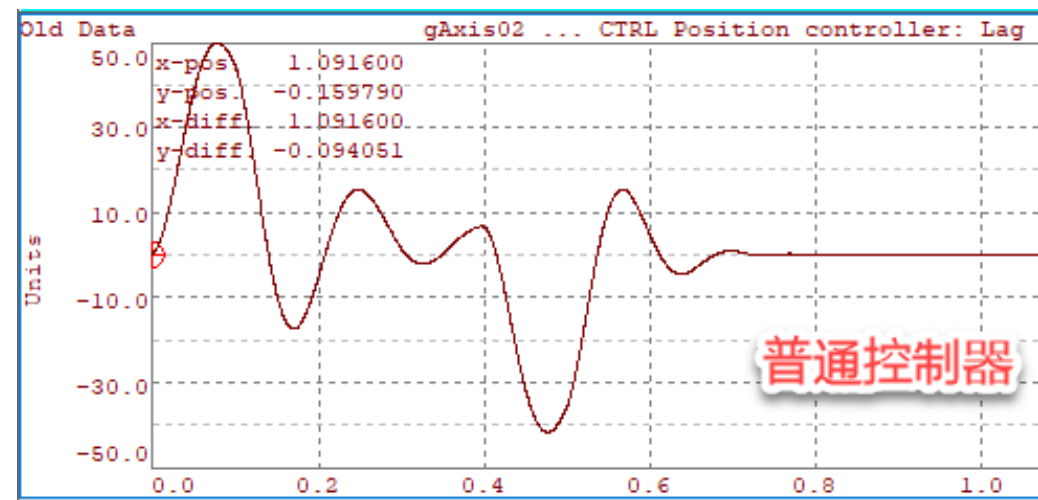
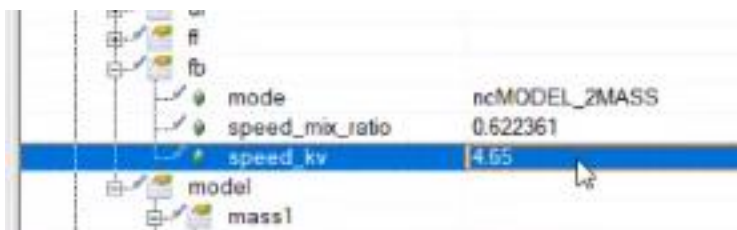
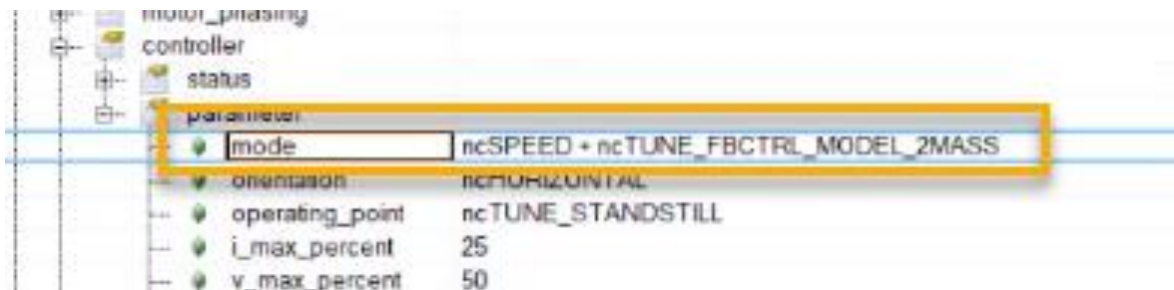
- 一质量体前馈和二质量体前馈都有抑制震荡的效果
- 二质量体效果会更好一点



示例

Model based control

- 反馈
 - 需要tuning反馈的控制参数
 - λ : 0-取电机速度; 1-取负载速度
 - Kv



总结 亮点

- 弹性系统的概念
- 改善了跟踪性能
- 改善了抗扰动性能
- 集成虚拟编码器技术降低成本
- 快速调试
- 使用简单
- 代替原来的DYNSSYS

提问



B&R



A member of the ABB Group