

哈爾濱工程大學

HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

RMUL黑龙江站区域交流会03

硬件设计分享

超级电容技术经验分享

哈尔滨工程大学Nooploop创梦之翼战队

硬件组 郑泽旭

目录

CONTENTS

01

硬件设计分享

02

超级电容简易方案分享

03

超级电容技术经验分享





哈爾濱工程大學

HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

Part.1

硬件设计分享



1. 元器件选型

- 手册查询：官网、立创商城、IC37
- 元器件购买：样片申请、立创商城、优信电子、亨源电子

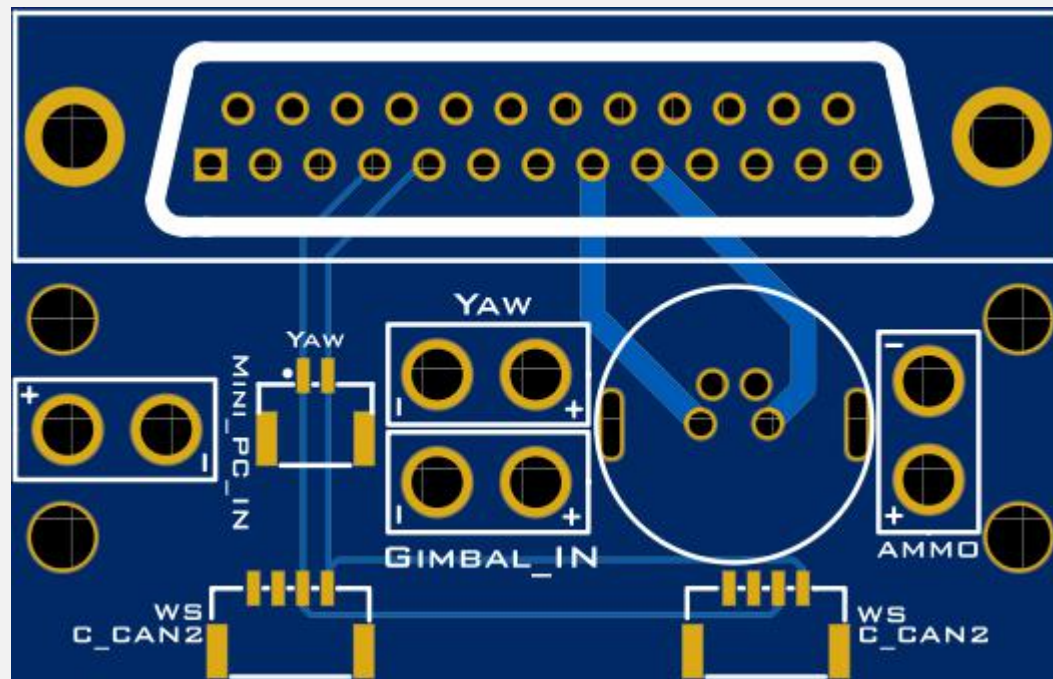
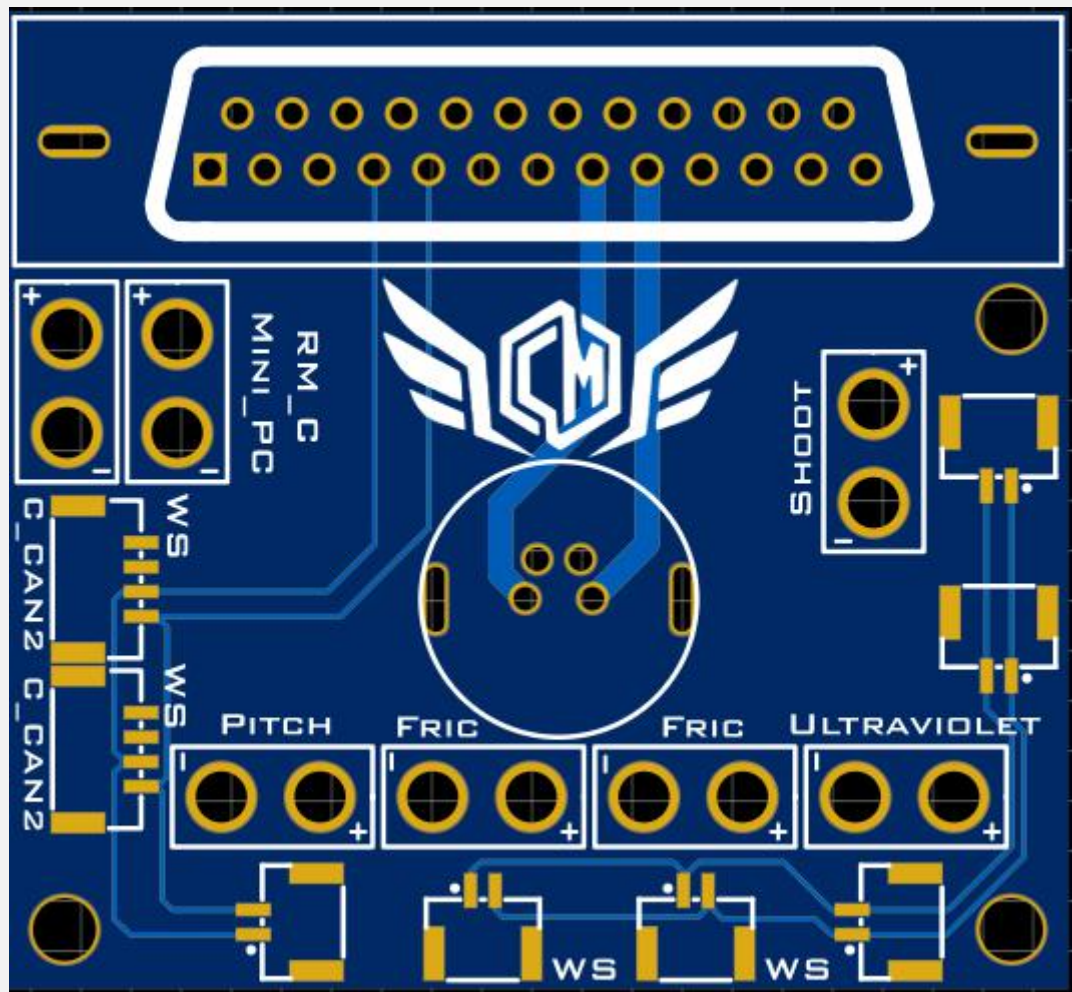
2. 原理图、PCB设计

- 参考设计：论坛开源、手册典型应用、官方评估板设计、立创开源平台
- PCB设计：网络隔离、元器件单面放置、电源地回路、电源线宽度（电流大小）、差分线设计

1.2 滑环注意事项

- 滑环线分配：上供或半下供步兵机器人：2006的电流分配应足够多
- 滑环维护：尽量避免粗线与细线的直接焊接
- 滑环方案：滑环转接板
- 冗余设计：滑环信号网络线数冗余
- 信号注意：尽量避免相机信号线过滑环

1.3 滑环转接板



- DB25 (额定电流3A/10A)
- 5557 (额定电流9A)

1.4 线材

导体			绝缘体		电器特性	截面积	承受电流
线号 AWG	线粒/线径	直径 mm	被覆厚度 mm	完成外径 mm	导体电阻 omh/km	毫米*毫米	安培
30	11/0.08	0.30	0.55	1.20	331.00	0.05	0.80
28	16/0.08	0.36	0.55	1.30	227.20	0.08	1.25
26	30/0.08	0.46	0.55	1.50	123.00	0.14	3.50
24	40/0.08	0.61	0.55	1.60	97.60	0.20	5.00
22	60/0.08	0.78	0.55	1.70	88.60	0.33	8.73
20	100/0.08	0.92	0.55	1.80	62.50	0.50	13.87
18	150/0.08	1.19	0.55	2.30	39.50	0.75	22.00
16	252/0.08	1.53	0.80	3.00	24.40	1.27	35.00
15	336/0.08	1.69	0.80	3.10	20.02	1.68	42.00
14	400/0.08	1.78	0.90	3.50	15.60	2.07	55.60
13	500/0.08	2.06	0.95	4.00	12.50	2.50	65.00
12	680/0.08	2.48	1.00	4.50	9.80	3.40	88.40
11	788/0.08	2.59	1.00	4.60	7.38	3.96	88.40
10	1050/0.08	3.06	1.00	5.50	6.30	5.30	140.6
8	1605/0.08	3.75	1.50	6.50	4.20	8.29	200

1. 硅胶线

(硅胶电源线、信号线、杜邦线)

- 柔软：易布局，不易折损
- 阻燃：不易燃烧，受高温后仍可使用

2. 其他注意事项

- XT30等接口打胶
- 信号线冗余设计



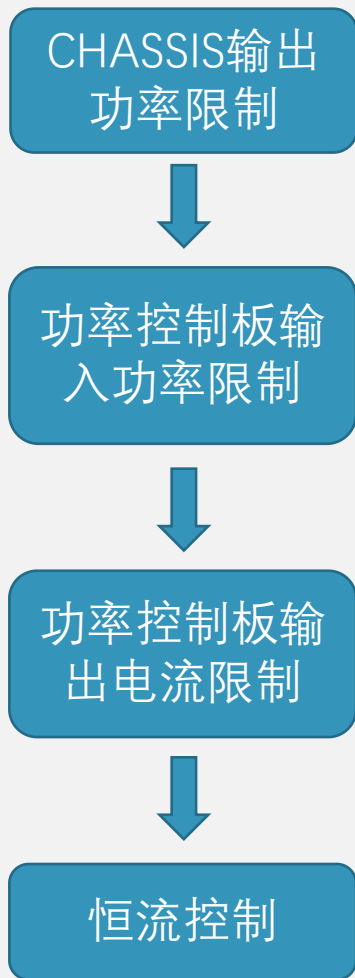
哈爾濱工程大學

HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

Part.2

超级电容简易方案

2.1 超级电容方案本质分析



- 功率控制板是调节电源管理模块 Chassis 接口的输出功率和超级电容模组的输入功率、输出功率以满足规则中功率限制的模块。此模块为参赛队伍自制。

功率控制板

- 一块可以控制输出（输入）功率的DCDC电源板
- 板子上超级电容和底盘电机直接并联

2.1 超级电容方案本质分析

功率控制板能量流动分析

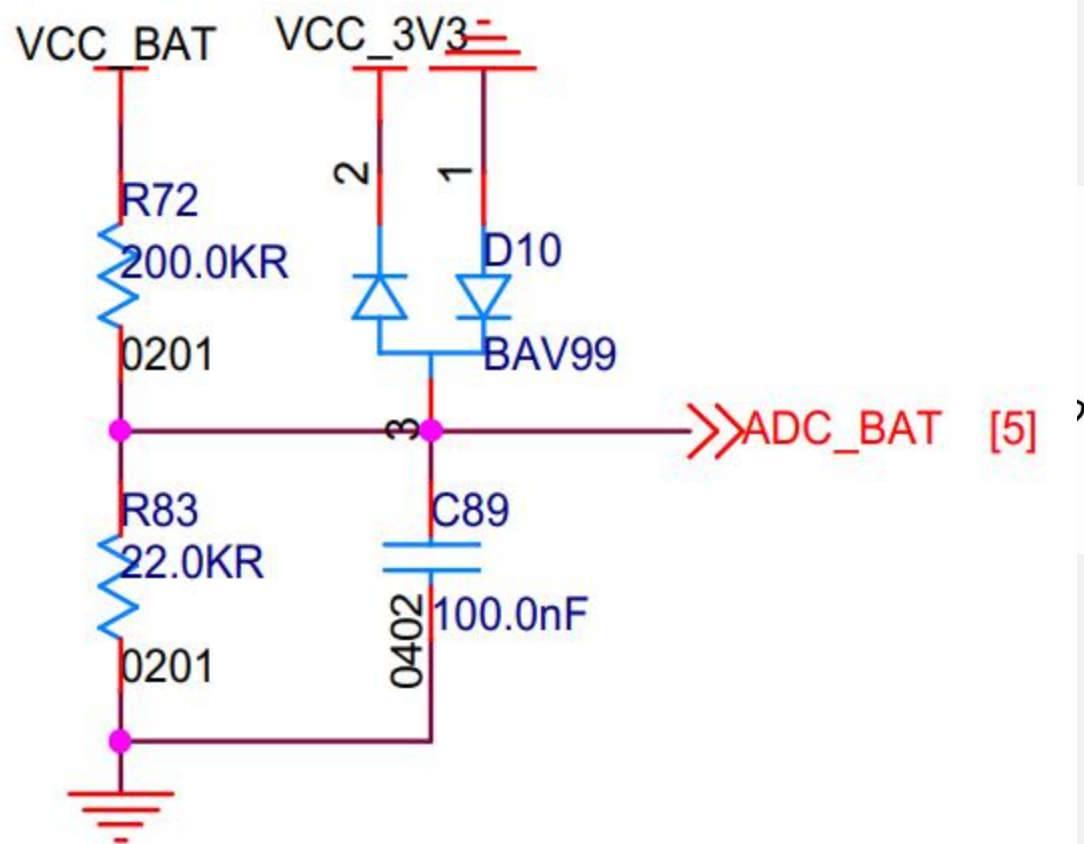
- 不使用超级电容时：CHASSIS接口为超级电容充电，底盘电机从超级电容取电，但超级电容放电功率小于充电功率，等效为超级电容充电
- 使用超级电容时：CHASSIS接口为超级电容充电，底盘电机从超级电容取电，但超级电容放电功率大于充电功率，等效为超级电容放电
- 综上：超级电容相当于一个**能量池**

2.1 超级电容方案本质分析

功率控制板拓扑



2.2 超级电容简易方案分享



其他需求分析

- 高边开关 (LM5060、继电器、BST433P)
- 理想二极管 (肖特基二极管、LM5050、背对背MOS、LTC4357、淘宝成品)
- 输出电压测量 (运放、INA226功率计、RM-C板)
- 输出电流可以不测量

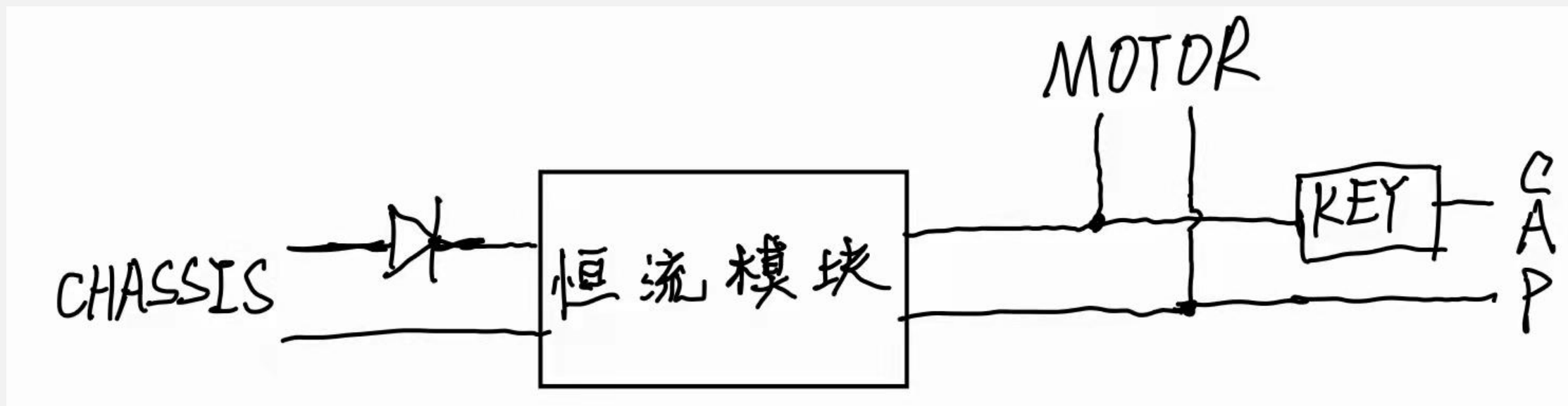
2.2 超级电容简易方案分享

为什么不需要测量输出电流？

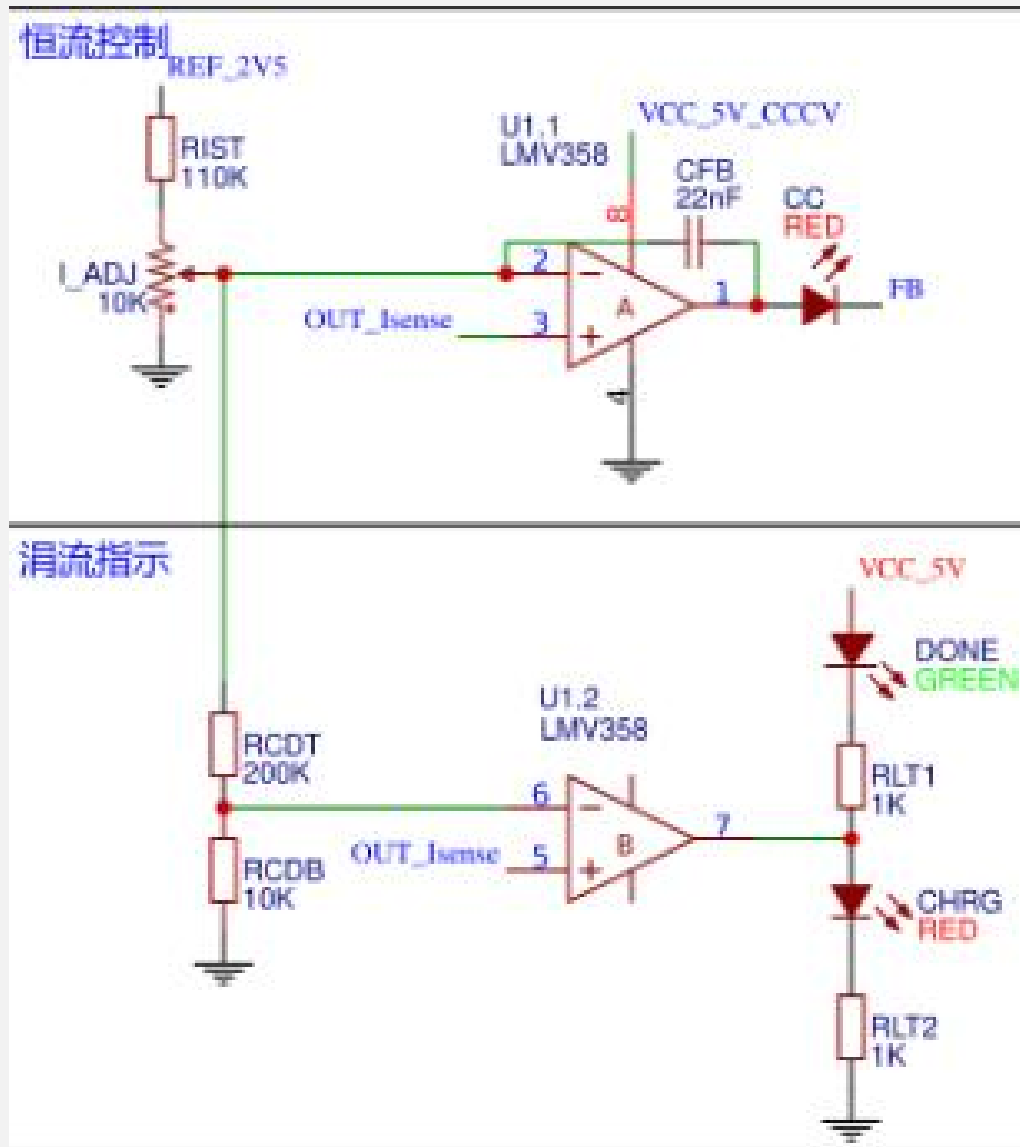
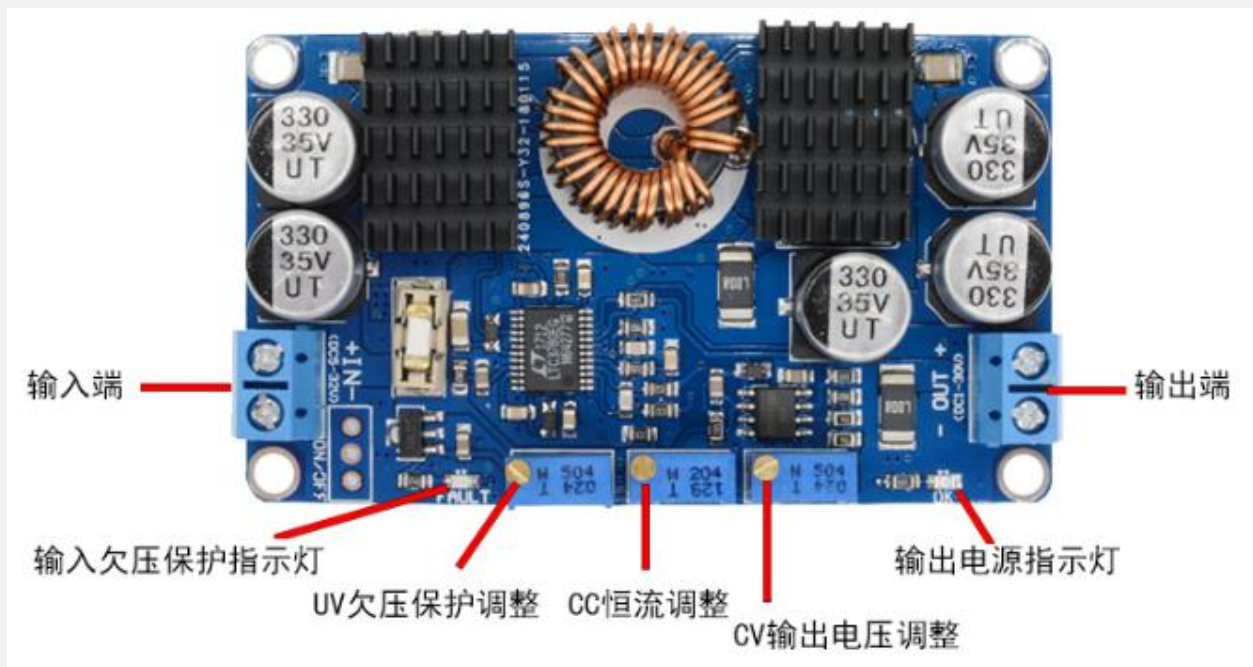
```
if (power_heat_data_t.chassis_power_buffer > 60)
    I_charge *= 2.0f;
if (power_heat_data_t.chassis_power_buffer > 20)
    I_charge *= 2.0f;
else if (power_heat_data_t.chassis_power_buffer > 15)
    I_charge *= 1.5f;
else if (power_heat_data_t.chassis_power_buffer > 10)
    I_charge *= 1.3f;
else if (power_heat_data_t.chassis_power_buffer > 9)
    I_charge *= 1.0f;
else
    I_charge *= 0.85f;
```

1. 节约成本
2. 简化电路
3. 没有必要测量

2.2 超级电容简易方案分享



2.2 超级电容简易方案分享



2.2 超级电容简易方案分享

如何控制输出电流？（使用RM-C板）

RM-C板没有用户DAC输出接口

- ①通过电路分析与实验得到**运放反相输入端输入电压与恒流值**之间的关系
- ②将二者关系函数存入到单片机中
- ③使用RM-C板的PWM输出通过合理的低通滤波生成合格的模拟电压值
- ④利用RM-C板的电压反馈对功率板输出功率进行控制

2.2 超级电容简易方案分享

哨兵机器人的底盘不能安装超级电容模组。步兵机器人和英雄机器人单台超级电容模组的标称能量合计不超过 2000J，实测能量合计不超过 2200J。单个电容模组的标称能量计算公式为 $E = \frac{1}{2} * C * U^2$ (U 为电容的耐压值，C 为电容容值)。

超级电容组选型注意事项

1. 标称能量不要超过2000
2. 均压板一定要有
3. 均压板发热问题需要注意
4. 超级电容单体的内阻



额定电压 (V) Rated voltage	容量 (F) Capacitance	最大内阻 (Ω) MAX, ESR, (@1kHz)	24h漏电流 (μA)	ΦD X H ±0.5 (mm)	W ±0.5 (mm)
5.5	0.1	50	5	13.5x6.5	5
5.5	0.22	40	5	13.5x6.5	5
5.5	0.33	40	8	13.5x6.5	5
5.5	0.47	20	8	13.5x6.5	5
5.5	1	15	10	21x7.5	5
5.5	1.5	10	10	21x7.5	5



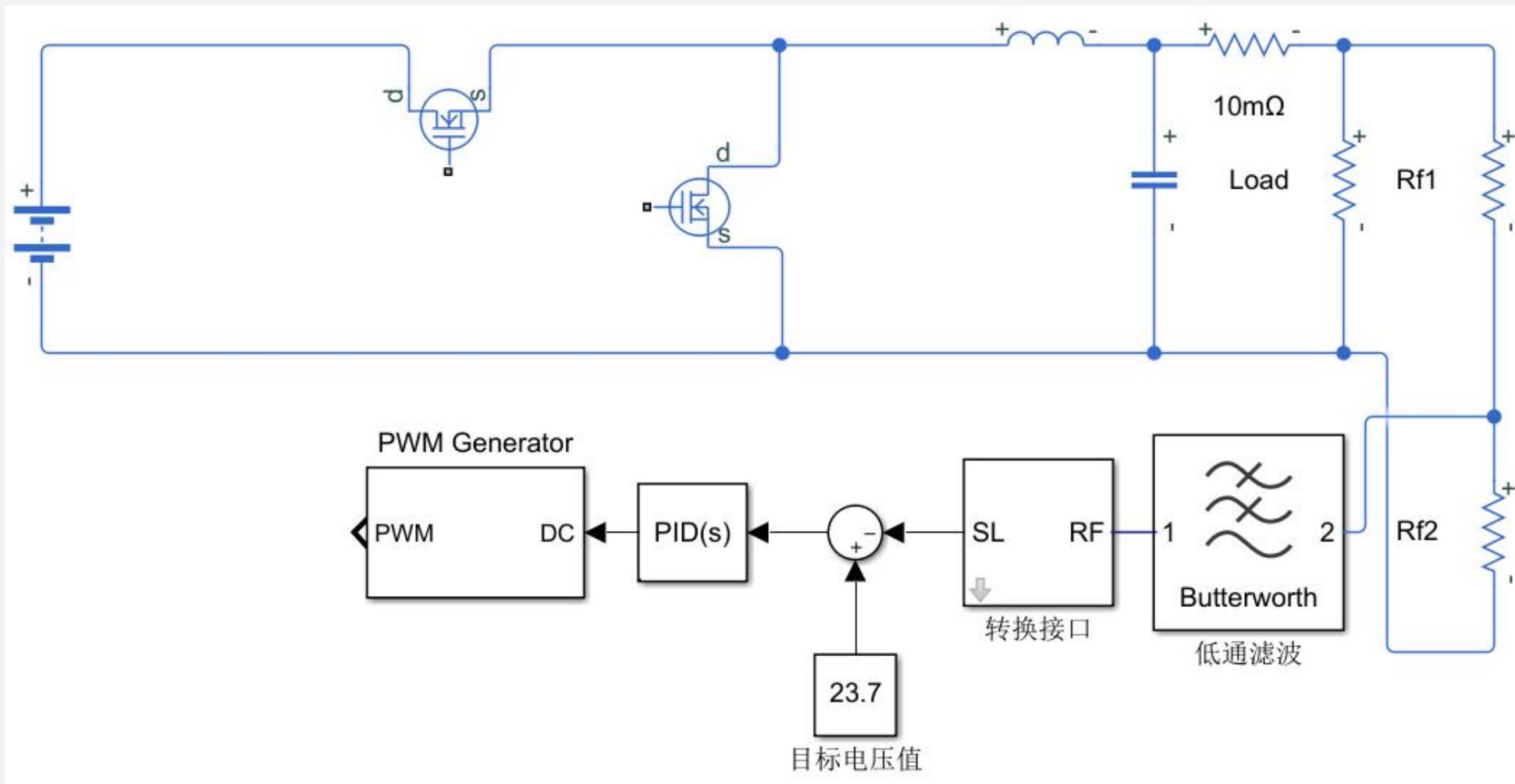
哈爾濱工程大學

HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

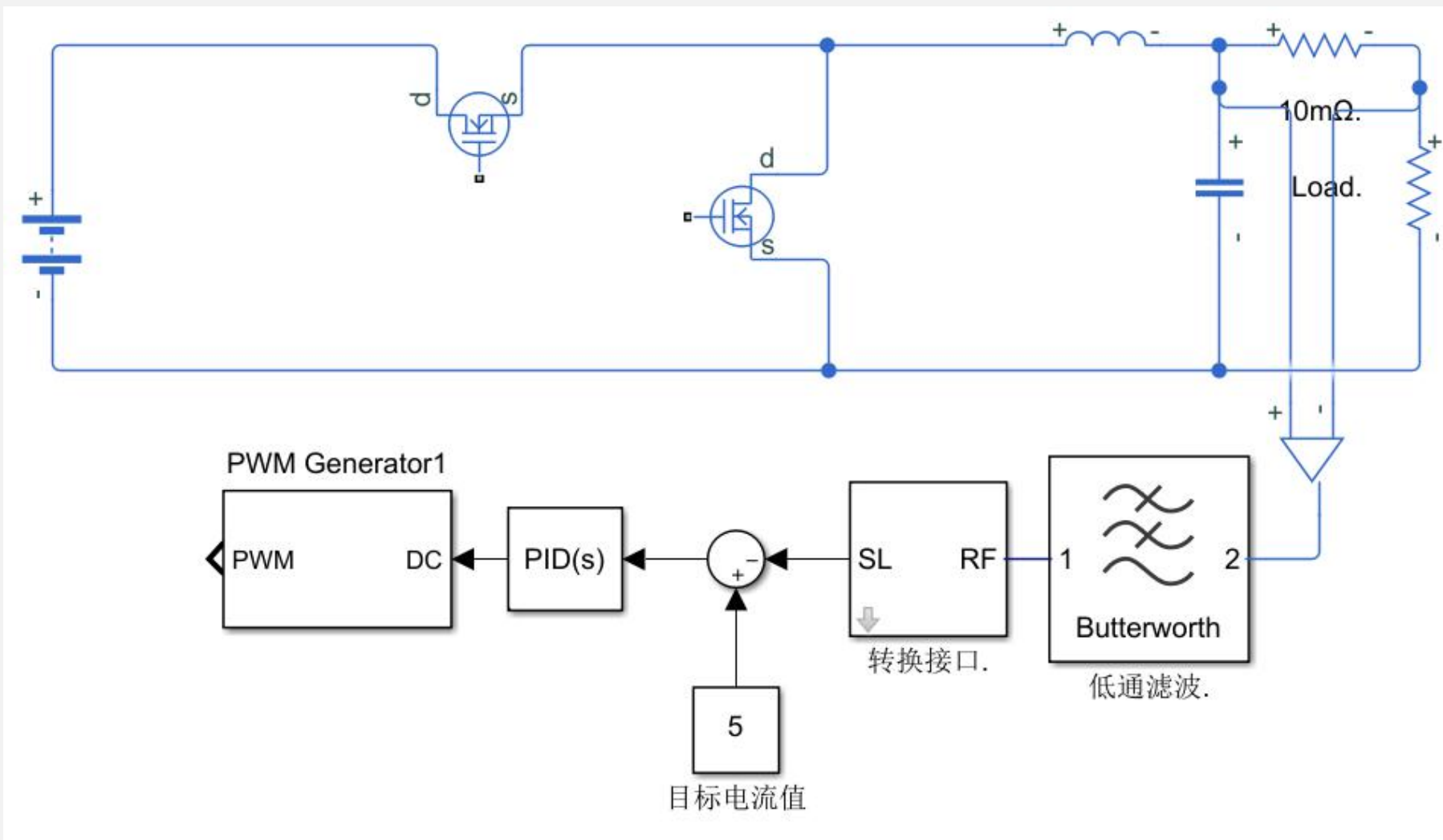
Part.3

超级电容技术经验分享

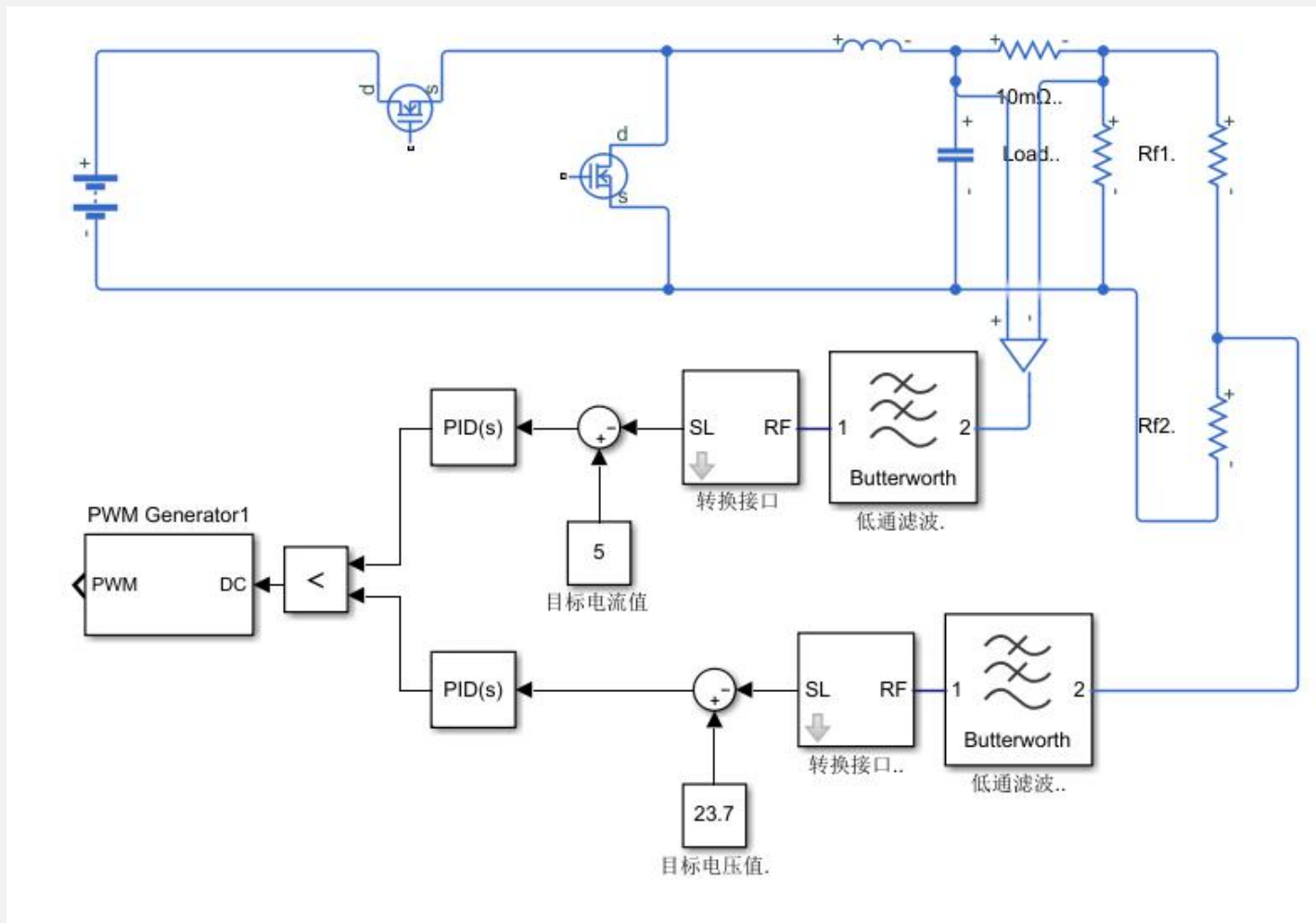
3.1 数控电源方案——电压单环



3.2 数控电源方案——电流单环



3.3 数控电源方案——电压电流双环竞争



3.3 数控电源方案——电压电流双环竞争

情景假设： $V_{in}=26.5V$ 、 $V_{out}=23.7V$ 、 $I_{out}=5.0A$ （设定值）、BUCK

① $R_{load} > 4.74\Omega$ ： $I_{out} < 5.0A$ ，电流环有误差，PID输出较大，使得占空比迅速拉满达到100%，而电压环正常，输出占空比较小为89.34%，固定不变，**电压环获胜**

② $R_{load} < 4.74\Omega$ ： $I_{out} > 5.0A$ ，电压环有误差，PID输出较大，使得占空比迅速拉满达到100%，而电流环正常，输出占空比较小，保持不变。**电流环获胜**

③ $R_{load} = 4.74\Omega$ ： $I_{out} = 5.0A$ ，电压环电流环均没有误差，正常工作，**共同获胜**

[SUM] **双环竞争，较小者胜**



哈尔滨工程大学

HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

感谢观看



哈尔滨工程大学

HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

自由问答