


锂电池+双向dcdc充放电 ⚡

-  基本原理和波形的核对，所有的模块双击会有help，可以参考着学习
- 仿真文件

仿真文件统一存放再 gitee 远程仓库下: [gitee远程仓库url](#) 

```
# base_path = "LithiumIonBattery/BidirectionalDCDC_BatteryCharge" # 参考git  
仓库目录  
  
./Battery_charge_discharge_ChgDiscModeChange.slx  
# latest 1.实现双向非隔离DCDC充放电（母线电压闭环方式）  
# 2.手动充放电切换逻辑 + 母线电压稳定  
  
./Battery_charge_discharge_100ah_only2directionChrgDischarge.mdl  
# 第一版：实现双向充电，无充放电切换逻辑  
  
./battery_Charg_disCharg_from_DCSource_bidirectionalDCConv.slx  
# rawVersion：双向非隔离DCDC，只能满足网侧电压 > 电池电压的情况  
  
./Battery_charge_discharge_FSBB_DCDC.slx  
# 四开关BuckBoost：实现 buck-boost，类似高斯宝硬件结构
```

• 需求描述

- 电池组参数信息参考
[LFP-100Ah \(8S\) 捆扎模组产品 参考](#)
[G102-100 电池文档参考](#)

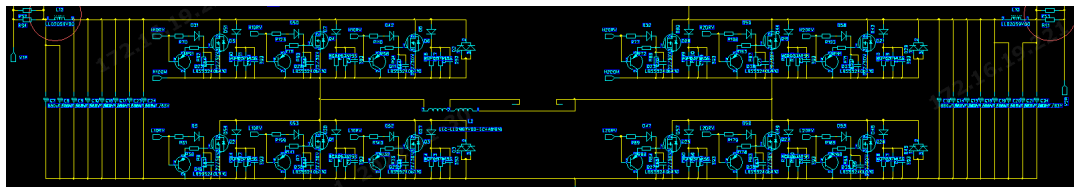
◦ 基本功能

现在是微电网项目里面锂电池的一个模块，想要实现 **90kwh（电量，不固定）的锂电池组模块（100Ah 容量, 102.4V 电压变化范围85-112V，具体信息参考下面的文档）**，通过**并联多个双向非隔离 dcdc 连到母线（96V）**实现双向充放电的功能。

- 100Ah 102.4V 锂电池组，组合成 90kwh电池组（目前视为一个整体，组合的话仿真太慢跑不动），这个锂电池组是船上一个动力锂电池。96V/3.2== 30 串
 - 整体电池组 SOC 估计
- 多个双向非隔离 dcdc：母线电压96V，电池电压 85-115v 需要那种双向 boostbuck 即能升又能降得那种，就是电池电压过低 < 96V 时候，需要母线给电池充电要升压。

测试目标

- 实现基本硬件电路：电池组+双向DCDC
 - 电池组模块：100ah, 电压范围 85-119V，可实现 SOC 输出
 - 双向非隔离 DC/DC：DC/DC 结构参考高斯宝硬件电路，四开关 Buck-Boost，输入输出各8 电容(160V,180UF)，开关频率 45k，电感20uh



- 控制 dc/dc 输出电压，维持电池模块（电池+dc/dc）的输出功率恒定3kw
- 测试负载突卸，输出电压是否仍稳定于 96V
- 测试电池满充满放：目前测试方案暂定为，输入电压跳变 102.5V -> 96V

双向buck-boost测试

目前实现了：1.双向充放电；2. 母线电压稳定+超调<1%；3. 满足电池组电压范围 85-112V的充放电

- 参考 "蓄电池闭环设计" [论文参考](#)
- 连接方式

100AH 102.4V的电池模块（用的matlab官方模块）接入一个双向非隔离DCDC连接到母线（仿真里面我视为电压源加上一个负载）

 - 电池参数（使用 Battery mask Matlab官方模块）
- 充放电逻辑

根据**直流母线的电压**来决定电池的充放电 ☆ (电压闭环)

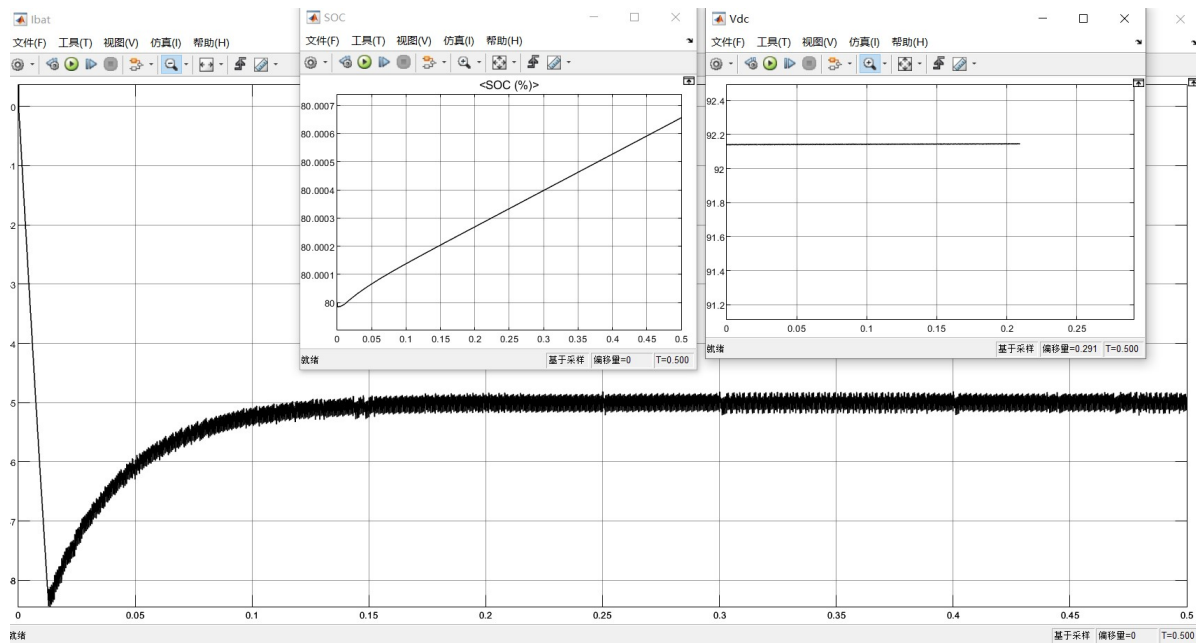
 - 直流母线电压 < 96V，电池组给母线充电，满足1) 母线电压稳定在96V；2) 母线电压的超调 <1%（增加了电压源旁边负载电阻的阻值）；3) 输出的电池恒流：保持电流稳定在20A（符合在0-30A了）同时电池因为放电 SOC下降；
 - 母线电压 > 96V，给电池充电，此时不考虑母线电压的稳定了，就只看电池的电流是否为恒流，此时电流反向为 -5A 给电池充电，电池SOC上升

仿真测试

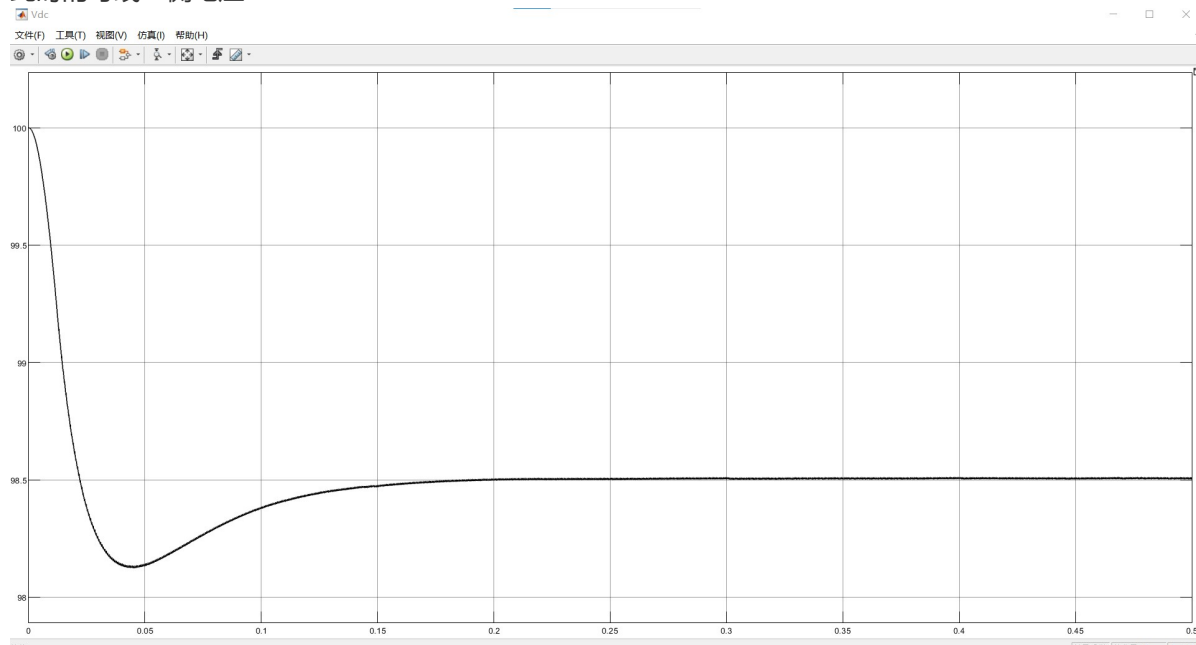
- 验证
 - 双向DC/DC的电流环充放电**恒流模式**
 - 调节**输出电压的电压模式**的功能

-5A恒流充电

母线电压100V(>96V)，给电池充电。电池以电流 -5A 进行充电，电压稳定在 92.15V：电池 SOC 上升，电流恒流



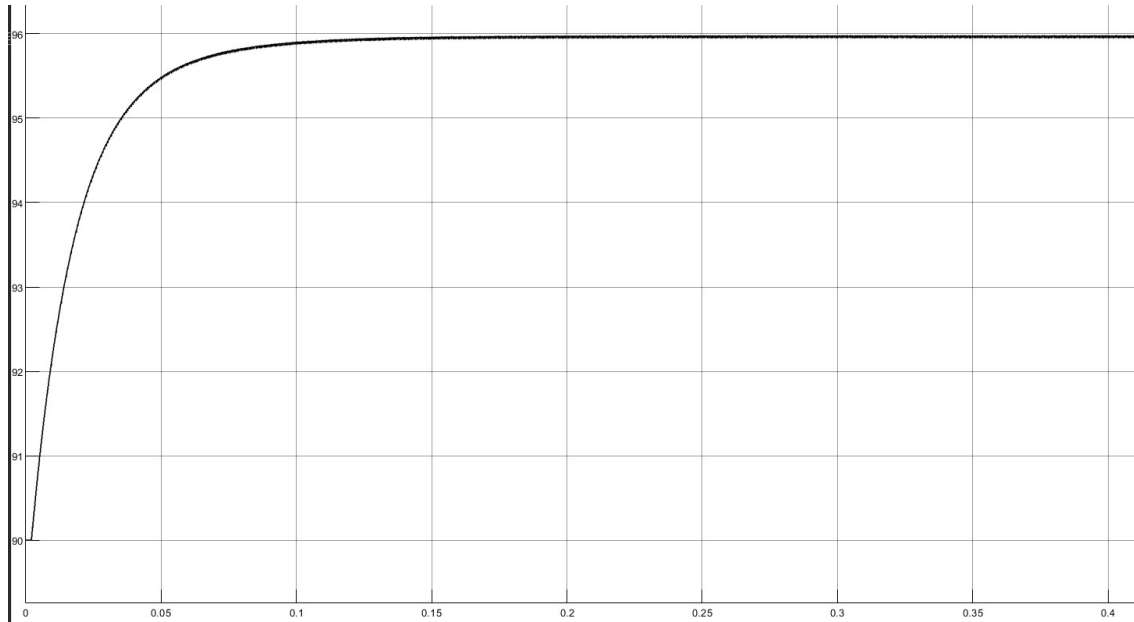
此时的母线一侧电压



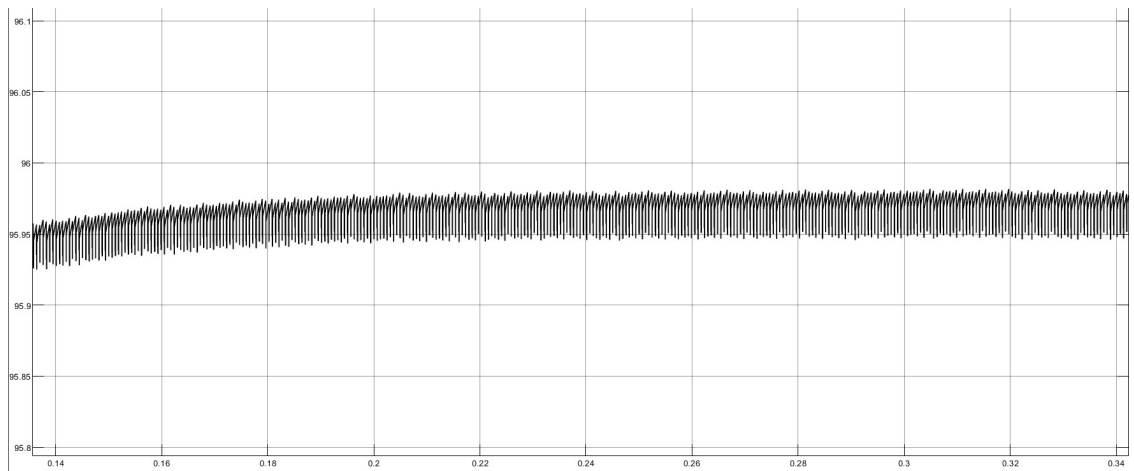
Mode=3 20A电池恒流放电

母线一侧电压小于96V（使用90V测试）：由蓄电池放电曲线稳定在 96V，超调量<0.5%；电源控制模块：使用 `mode==3` 使用20A恒流放电

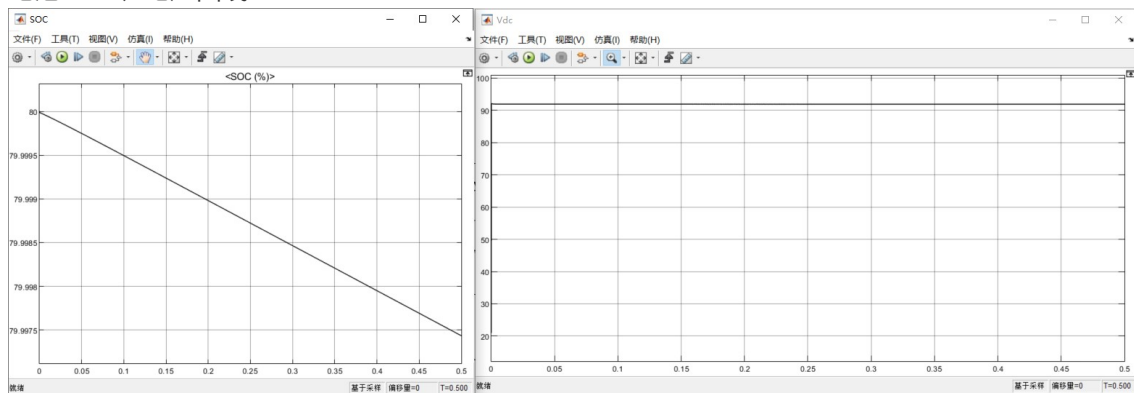
- overall



- detail



- 电池SOC、电压曲线



FSBB 测试

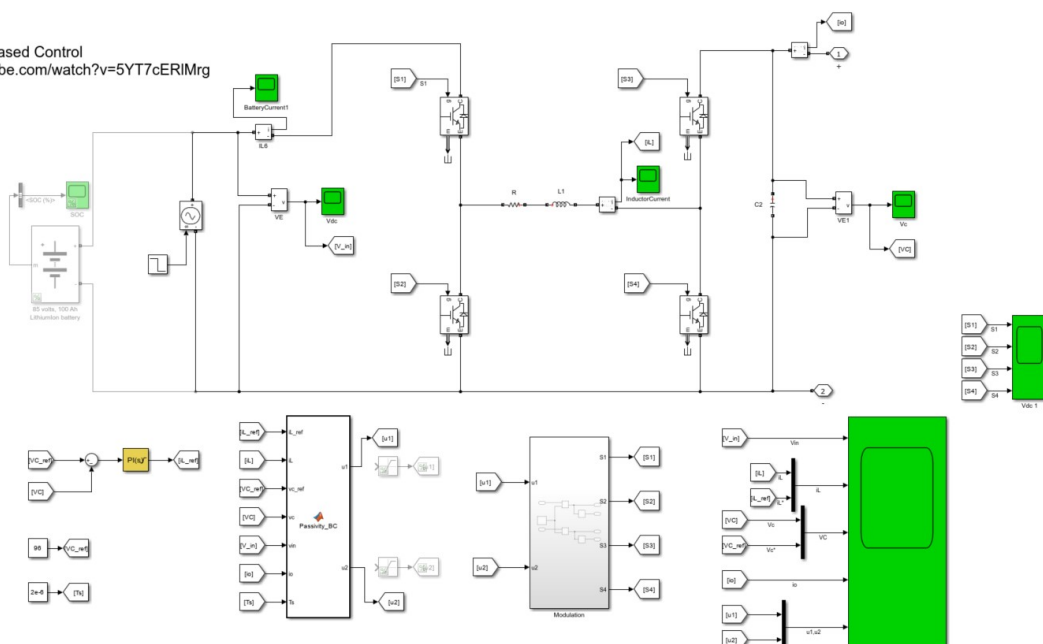
控制算法参考文献 [Passivity Based Control of Four-Switch Buck-Boost DC-DC Converter without Operation Mode Detection](#) + [youtube视频教程](#)

仿真文件 path =

LithiumIonBattery/BidirectionalDCDC_BatteryCharge/Battery_charge_discharge_FSBB_DCDC.slx

仿真拓扑

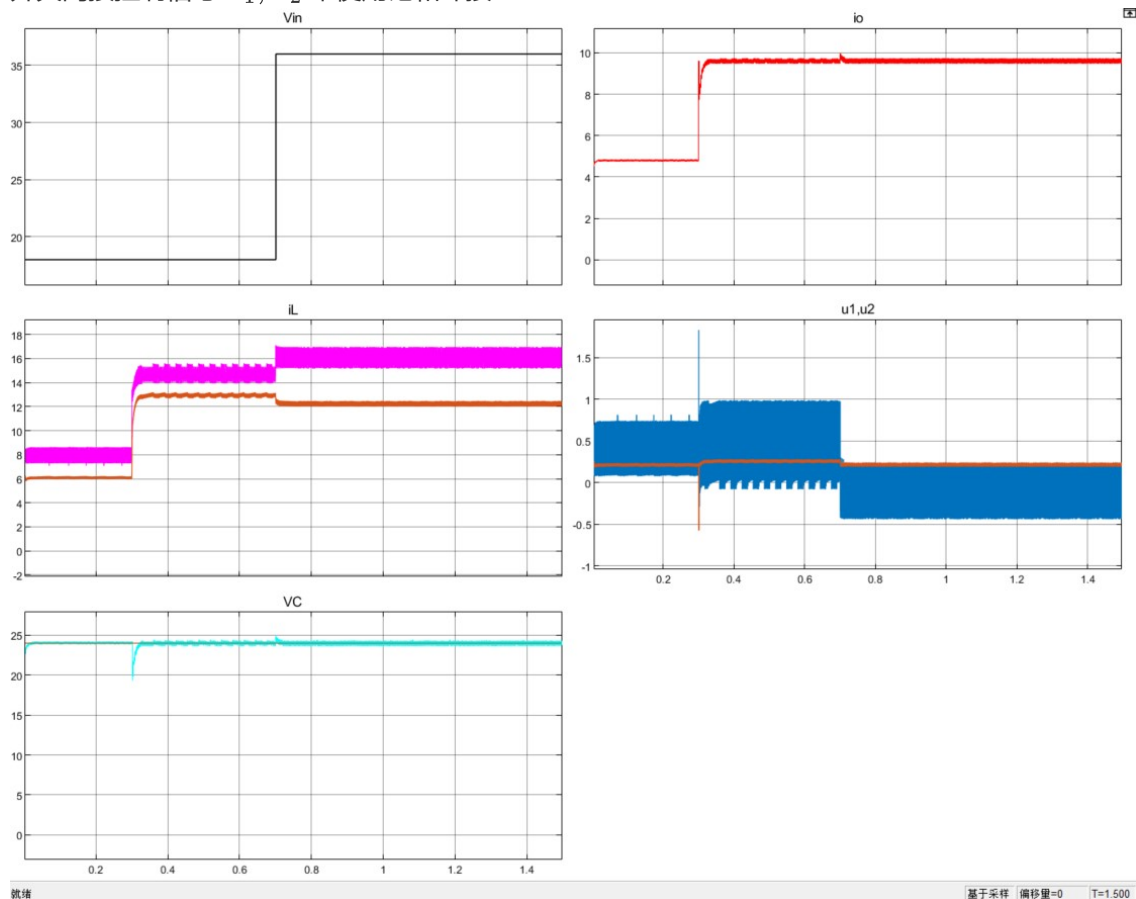
FSBB Passivity Based Control
<https://www.youtube.com/watch?v=5YT7cERIMrg>



论文参数测试

仿真1.5s, V_{in} 输入电压 (电池一侧) 初始24V, 0.7s 跳变至 36V。输出参考电压 24V。负载初始 10Ω, 0.4s时负载突卸, 降至5Ω。

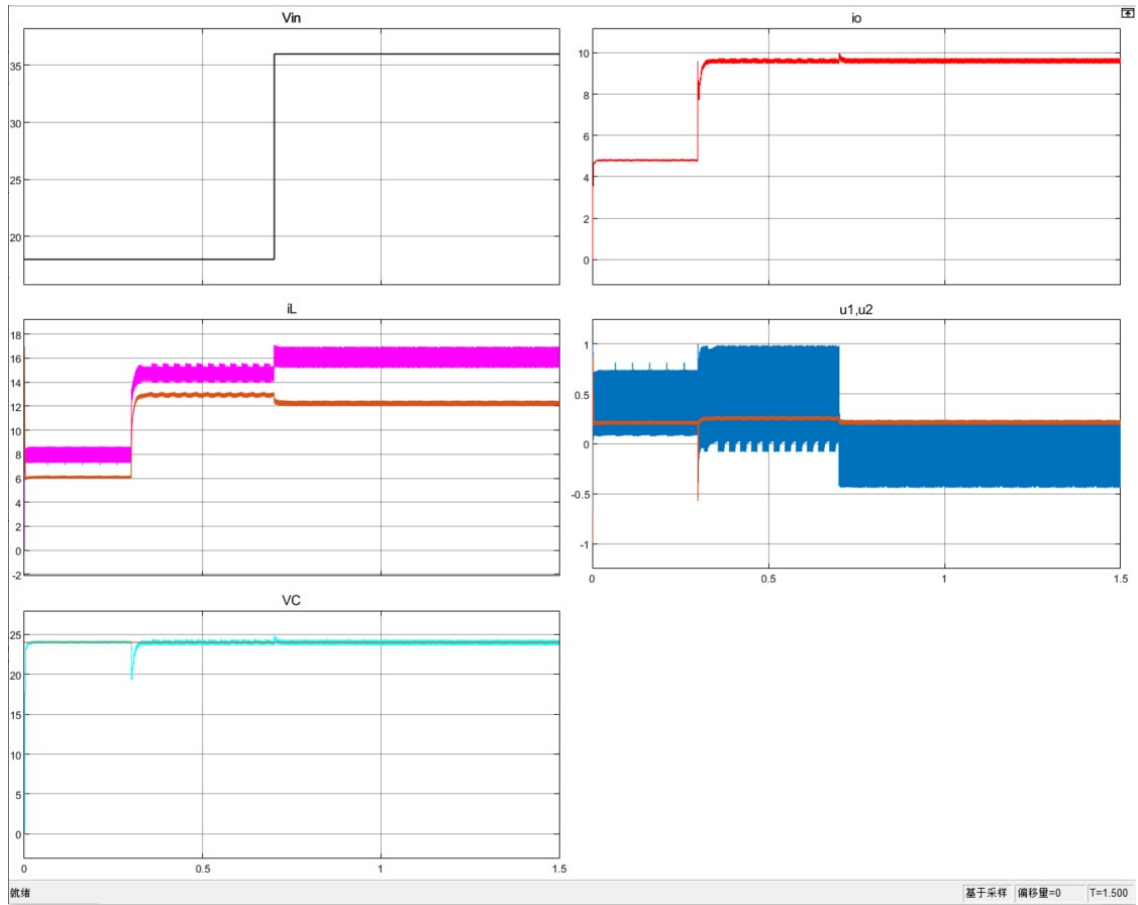
- 开关间接控制信号 u_1, u_2 未使用饱和环接



数据

基于采样 偏移量=0 T=1.500

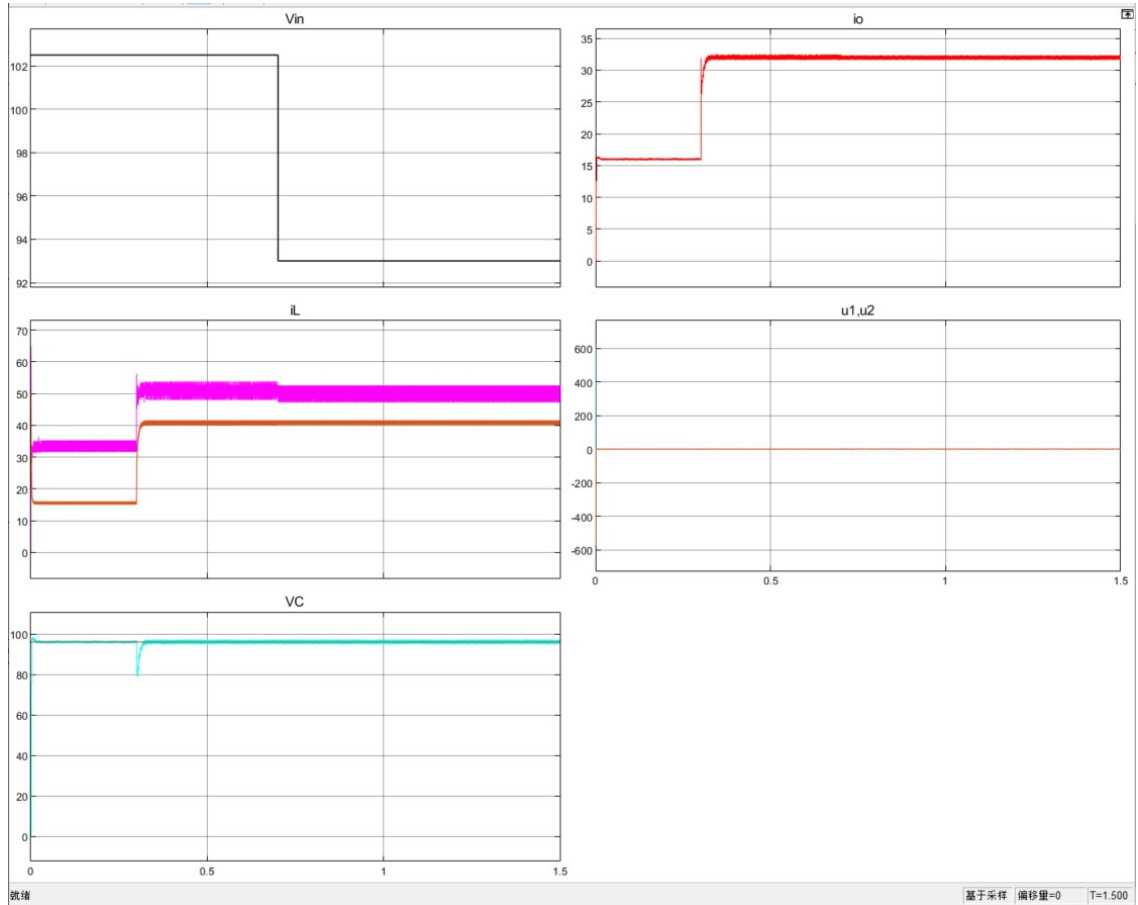
- 使用 $[-1, 1]$ 的饱和环接：效果类似



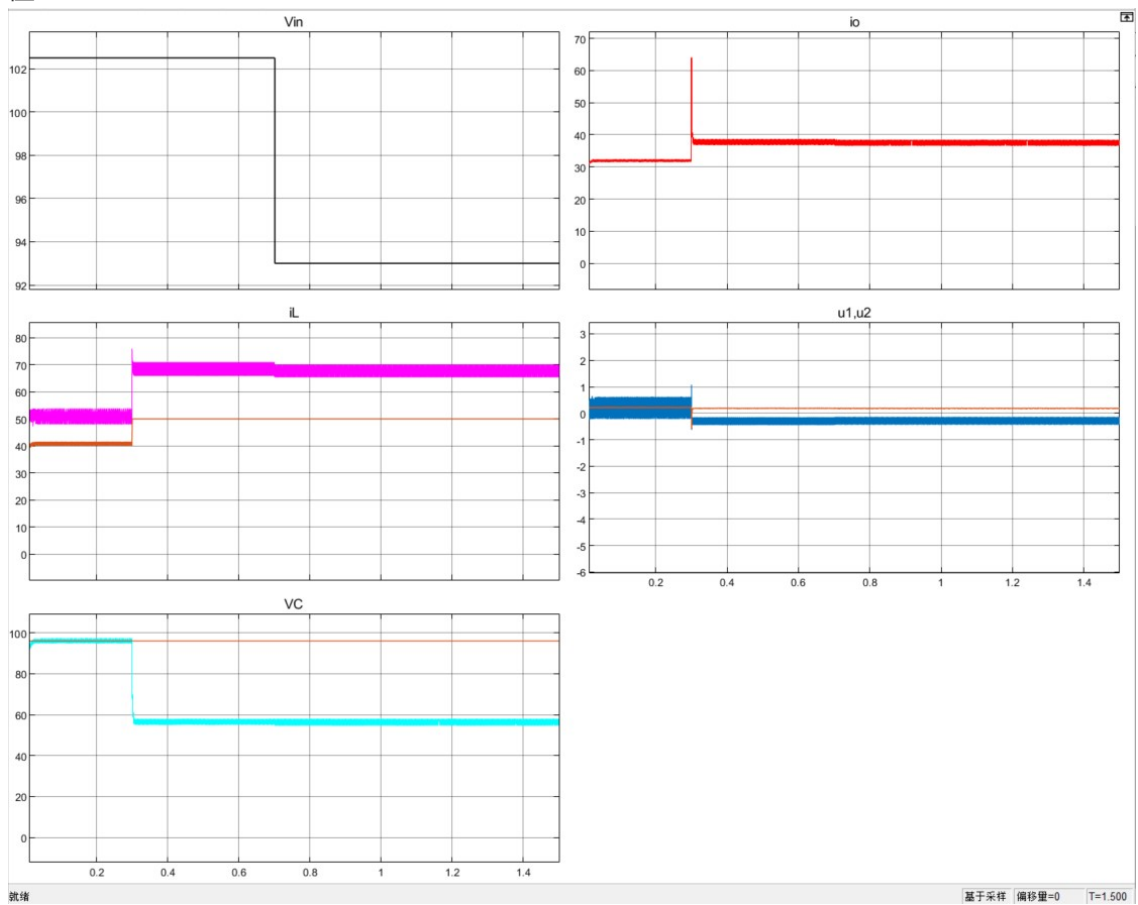
更改为实际参数

负载的初始大小对仿真结果， V_C 输出电压结果的赋值影响很大

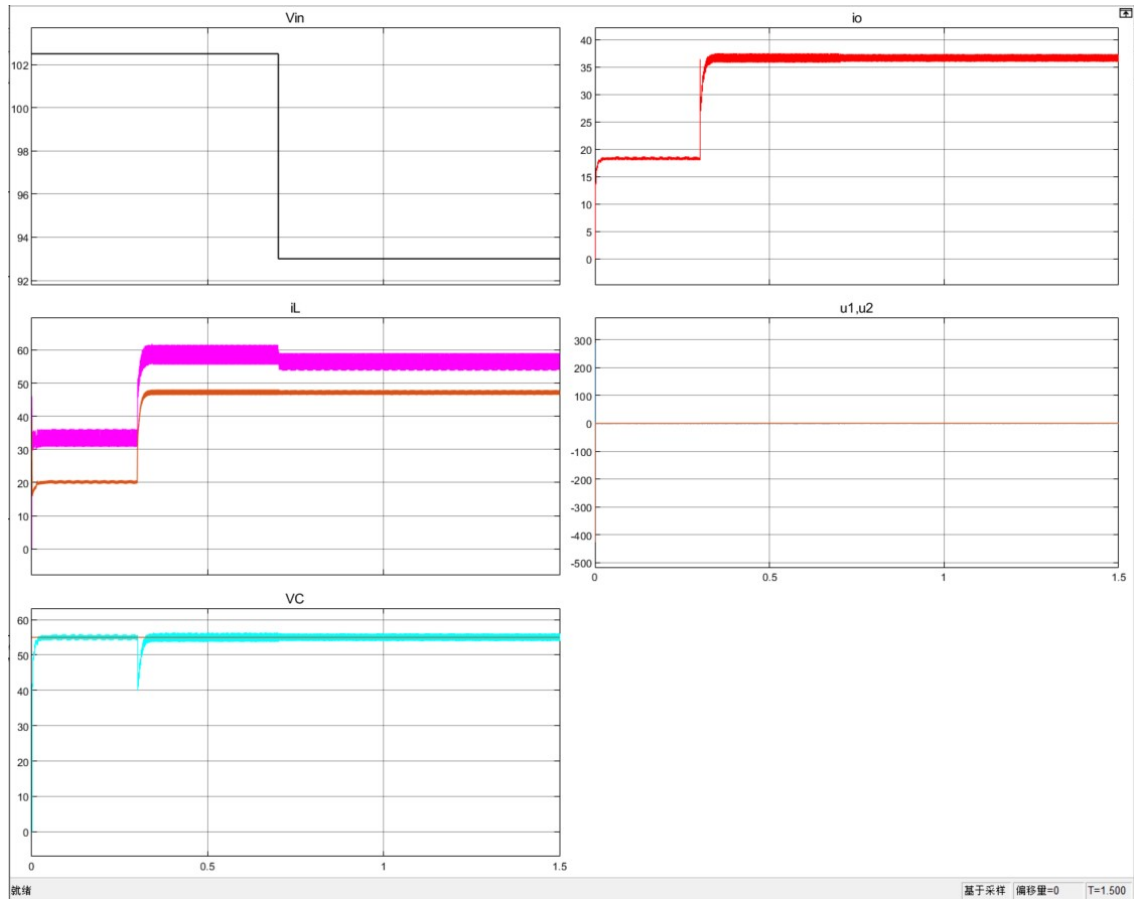
- 电池 102.5 \rightarrow 93V (0.7s) ; **0.4s 负载跳变从 $6\Omega \rightarrow 3\Omega$** , $V_c=96V$; PI、电容等参数使用论文中的值



- 电池 102.5 \rightarrow 93V (0.7s) ; **0.4s 负载跳变从 $3\Omega \rightarrow 1.5\Omega$** , $V_c=96V$; PI、电容等参数使用论文中的值



- 电池 102.5 -> 93V (0.7s) ; 0.4s 负载跳变从 3Ω-> 1.5Ω, **Vc=55V**



后续优化

该部分锂电池模块，目前实现了基本充放电需求。待连入整体微电网结构，进一步优化，**主要分为两方面的优化：控制策略、拓扑结构**

- 控制策略：目前使用 PI 控制
 - 模糊 PI
 - SMC 滑模控制
- 拓扑结构：目前使用非隔离双向DCDC，更新为隔离型DCDC
- **充放电切换逻辑：目前为手动模式**，后续与风力发电整体进行联调，修改其切换策略，有了大的整体系统在进行修改。

QA

- DCDC
 - 电路里面，电容、电感的值如何选取：**参数根据波形调试，没有啥理论计算**
 - DCDC 结构

双向非隔离型 BuckBoost 电路，Q1Q2互补关系》》输入门信号 S1、S2 互补（方波高低频信号）

[参考](#)

这个脉冲信号在充放电两个情况下，后续电压波形就稳定了，脉冲类似。

- `BatteryController` 控制部分

- **母线电压控制**：输入 96V 期望值，与实际采集到的母线电压，计算误差作为输入
 - PI 控制器参数(经验值)：P 调节快速性（跟踪速度）；I 调节超调量（稳定性）
- 电流控制：输入蓄电池的电流 I_{sc} ，实现电池恒流的要求（否则电池就炸了）

❓ 为啥电压误差过 PI 控制的结果，直接可以和 I_{sc} 电池电压比较呢

外环电压环输出的结果是电流环的参考值>> 参考 "蓄电池闭环设计" ☆

- PWM 控制模块：产生高低频脉冲，提供给 DCDC >> `IGBT` 实现充放电
`Single-phaseHalfBridge(2pulses)`

- 三种模式各自功能：**电压电流双闭环，与恒流充放电如何切换呢？**

电压电流双闭环（维持母线96V稳定）、恒流-5A（电池充电）、恒流20A（电池放电）的切换，具体的切换规则需要看具体场景：因为实际电网会存在很多情况，比如，切除负荷，单独给蓄电池充电，或者蓄电池检查性放电。

- 当下只能手动切换，后期放在风力系统可以动态

- 锂电池

- 电池组内部考虑 SOC 均衡
咨询电网仿真工作人员，说不建议搞，如果考虑电池内部组合情况，会出现**SOC 不均衡环流的情况**，更加难以控制。仿真开发周期更长，SOC 均衡复杂，且数量越多越复杂。
- 电池参数

```
{
  "Type": "Lithium-Ion" // 磷酸铁锂电池
  "Parameters": {
    "Nominal_voltage(V)": 85,
    "Rated_Capacity(Ah)电池额定容量": 100,
    "Initial_StateOfCharge(%)": 80, // 电池初始状态 >> 所以额定电压
    102V * 0.8 左右
    "BatteryResponseTime(s)": 30, // ??
  },
  "Discharge": {
    "MaximumCapacity(Ah)": 107.6923, // ??
    "Cut-off_voltage(V)": 83.2,
    "FullyChargedCurrent(A)": 20,
    "Internal_resistance(Ohms)": 0.0085,
    "Capacity(Ah)at_nominal_voltage": 96.1538,
    "Exponential_zone[voltage(V),Capacity(Ah)]": [92.2034, 20],
    "Discharge_characteristics":{
      "Discharge_current[i1,i2,...]": [6.5, 13, 32.5],
    }
  }
}
```

- 标称电压 `Nominal_Voltage`

理论标称电压为 102.4V，但初始 SOC 设置为 80%，要调整一下。

