

PSIM 成功案例之 80V20A 数控电源

文档名称:	PSIM 成功案例_80V20A 数控电源		
文档编号:		文档版本:	v1.0
文档类别:	详细技术资料	密 级:	公开



二零二零年叁月

未经许可 请勿复制全部或者部分文档
©新驱科技 版权所有

目 录

1. 案例概述.....	1
1.1. 功能概述	1
1.2. 实现过程概述	1
1.3. 案例设计主要解决的问题.....	1
2. 系统构建.....	1
2.1. 框架设计与验证	1
2.2. 子模块设计实现	2
2.2.1. 前级 PFC 电路	2
2.2.2. LLC 高频隔离.....	4
2.2.3. BUCK 输出恒压恒流控制	5
2.3. 完整系统详细电路构建.....	7
3. 完整系统仿真.....	7
4. 案例总结.....	9
5. 案例获取.....	9

1. 案例概述

1.1. 功能概述

本项目为一个数字电源项目，规格参数为最大功率 500W，输出电压 0~80V 可调，电流 0~20A 可调，输入输出需要隔离，输入侧 PF 大于 98%，整体满载转换效率 92%。

1.2. 实现过程概述

由于电源负载类型的不确定性，为了减小对电网谐波的影响，前级升压电路使用了 PFC 整流，保证电网输入的 PF 在 98%以上；同时为了保证电源的可靠性，采用 LLC 高频隔离来隔离输入与输出；输出侧项目要求恒压恒流可控，所以在输出侧，我们采用 Buck 拓扑来完成最后的输出。

在具体的电路实现上，我们使用 PSIM 12 自带的集成 IC 芯片，分别搭建以 UC3854B 为控制核心的前级 PFC 电路、以 UC3825B 为控制核心的高频隔离 LLC 电路、以 UC3842 为控制核心的恒压恒流 BUCK 电路。

1.3. 案例设计主要解决的问题

在本次项目的设计过程中，需要重点解决的问题如下：

- 前级 PFC 实现升压限流功能，同时保证 $PF > 98$ ；
- 中间 LLC 设计在谐振点开环工作，保证最大传输效率
- 后级 Buck 输出电压、电流、功率可控制

2. 系统构建

2.1. 框架设计与验证

如前文所述，整个系统采用前级 PFC 电路+高频隔离 LLC 电路+Buck 电路输出的结构，在设计前期，我们首先搭建系统顶层模型，以验证该结构是否能够实现设计要求。

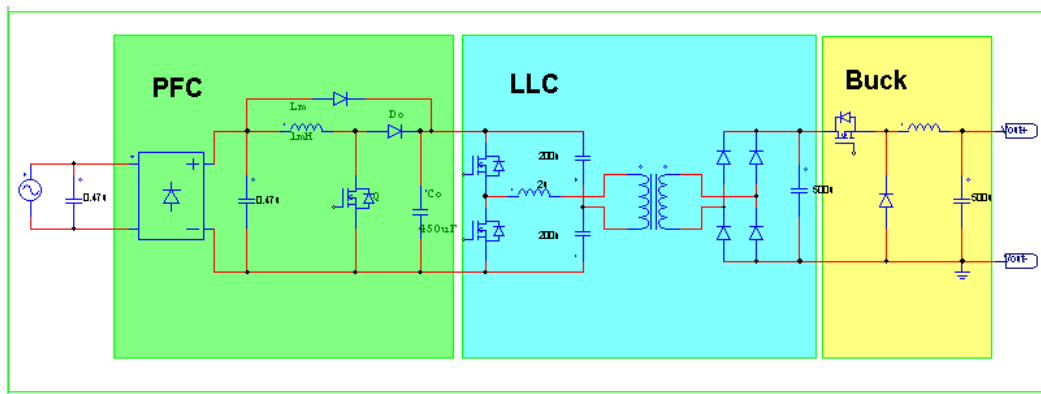


图 1、系统框架

对于上述原理图，我们进行了仿真，其波形如图 2 所示。通过波形我们可以看出，我们的设计没有问题，能够满足系统要求，接下来我们将进行子模块设计。

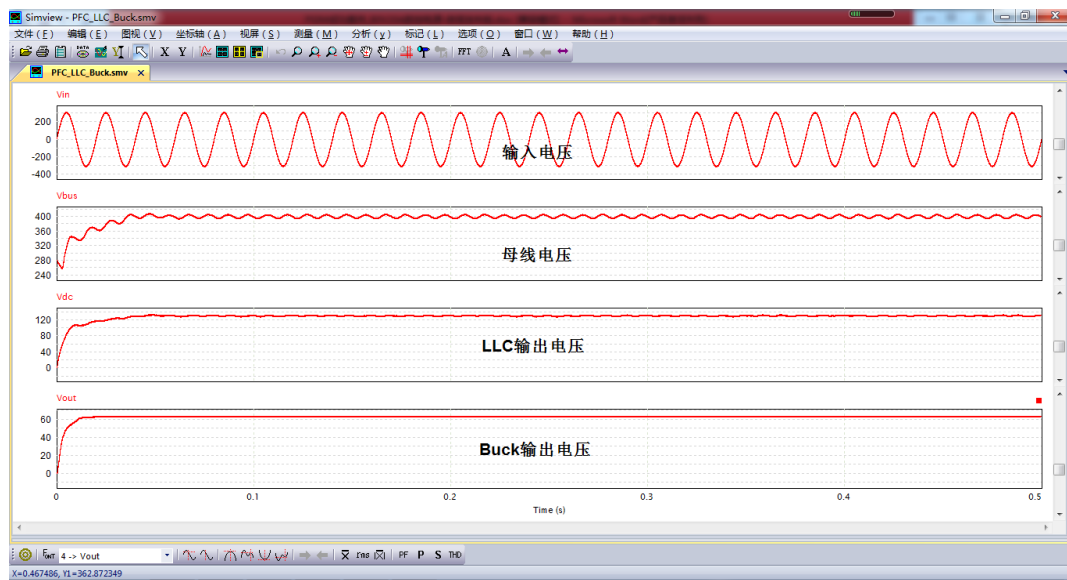


图 2、系统各电压波形

2.2. 子模块设计实现

2.2.1. 前级 PFC 电路

PSIM 12 自带常用于 PFC 控制的芯片 UC3854B，系统要求的过载限流功能也可以用 UC3854B 的 I_{pk} 脚（过流保护脚）来实现，根据 UC3854B 使用手册，结合系统要求搭建电路图如下：

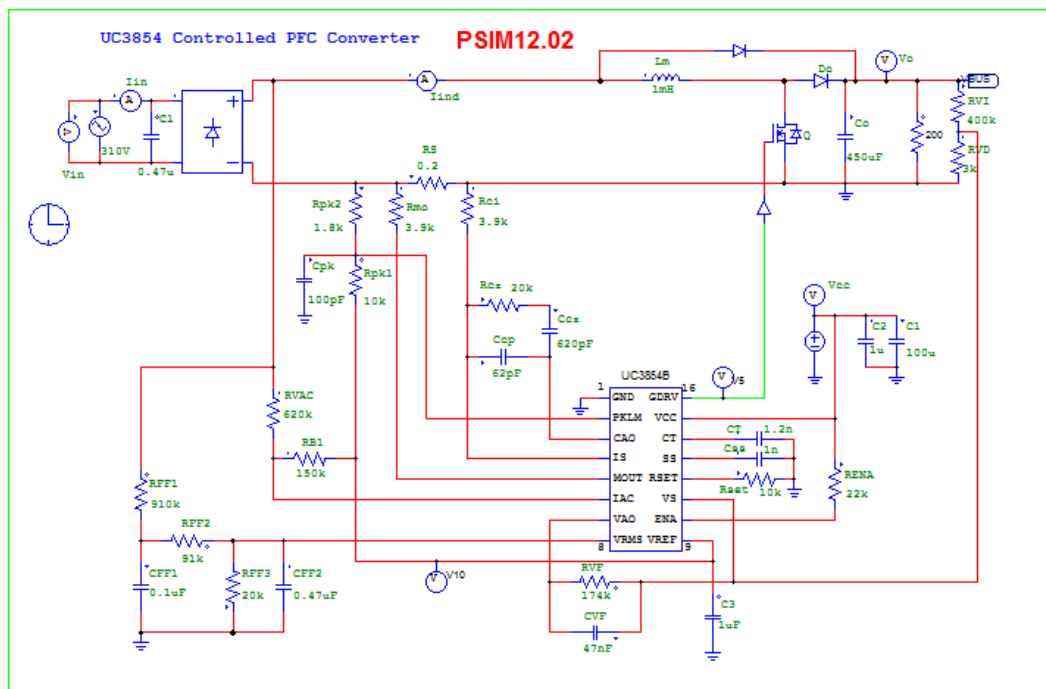


图 3、PFC 升压限流电路

按照项目要求，PFC 需要把母线电压稳定在 400V，当后级过载时，PFC 需要把前级电流幅值限制在 3.6A，下面我们通过仿真来进行验证。

首先负载带 320R，输出 400V，刚好等于 500w，不限流。

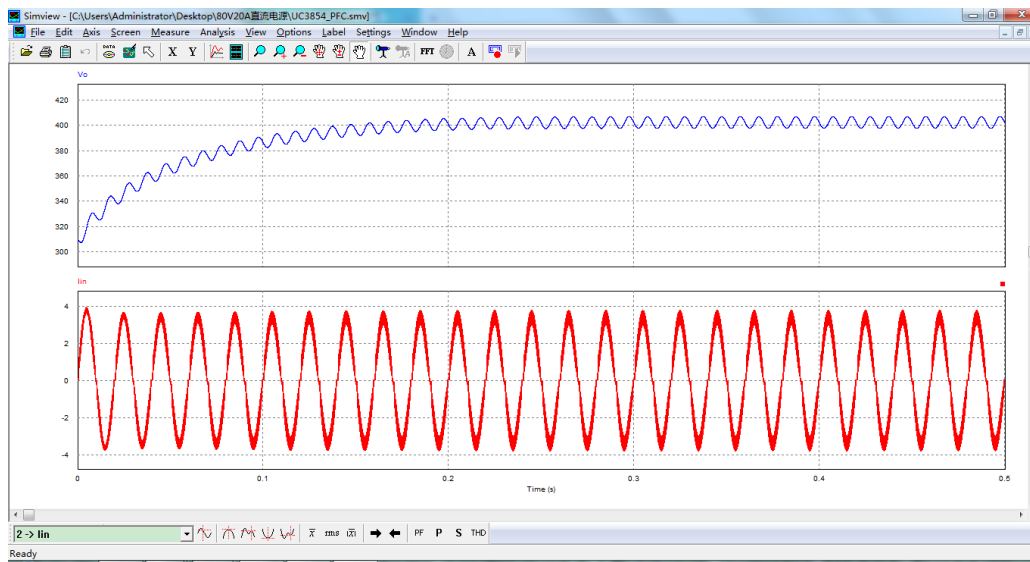


图 4、母线电压跟输入电流波形

测试过载电流保护，修改负载为 200R，观看输入电流和输出电压（输入电流应该和 500W 负载差不多，母线电压下降）。

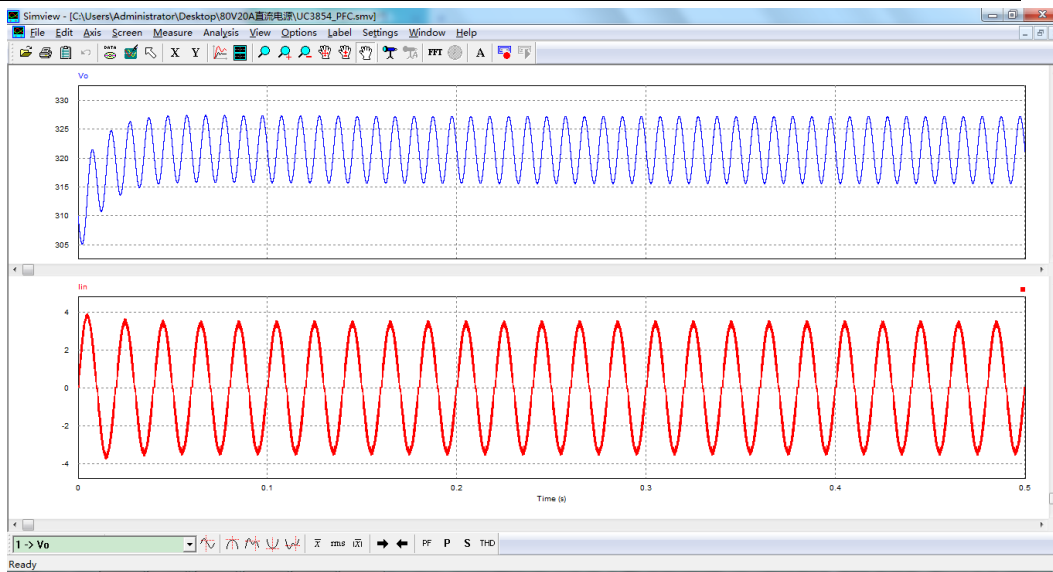


图 5、母线电压下降，输入电流限流波形

从上面的两个测试的仿真波形可以看出，PFC 按照要求实现升压限流，功能已经完成。

2.2.2. LLC 高频隔离

为保证电源的可靠性，其输入侧与输出侧一般需要隔离，隔离的方式有多种，包括工频隔离、全桥硬开关高频隔离、LLC 软开关高频隔离等，为了提高电源的效率，本案例选用了 LLC 高频隔离，根据 UC3825B 使用手册，设计的开环 LLC 电路如下：

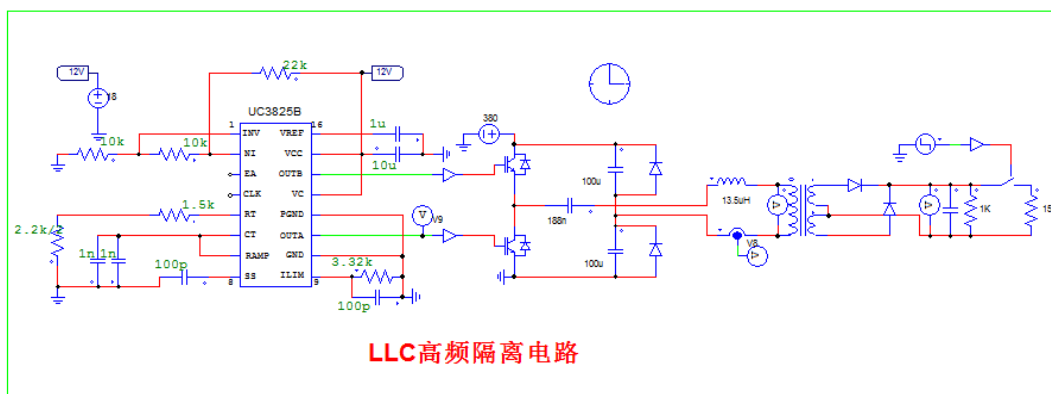


图 6、LLC 高频隔离电路

由于我们是三级架构，LLC 只是要个隔离，可以设计工作在谐振点，开环工作，这样传输效率最高，根据客户提供的谐振参数如下：

$$L_r := 13.5\mu\text{H} \quad C_r := 188\text{nF} \quad L_m := 100\mu\text{H}$$

$$\text{谐振频率} \quad fr1 := \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r \cdot C_r}} = 9.99 \times 10^4 \frac{1}{s}$$

$$\text{最大增益频率} \quad fr2 := \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_r + L_m) \cdot C_r}} = 3.445 \times 10^4 \frac{1}{s}$$

调节好 LLC 硬件谐振参数，仿真波形如下：

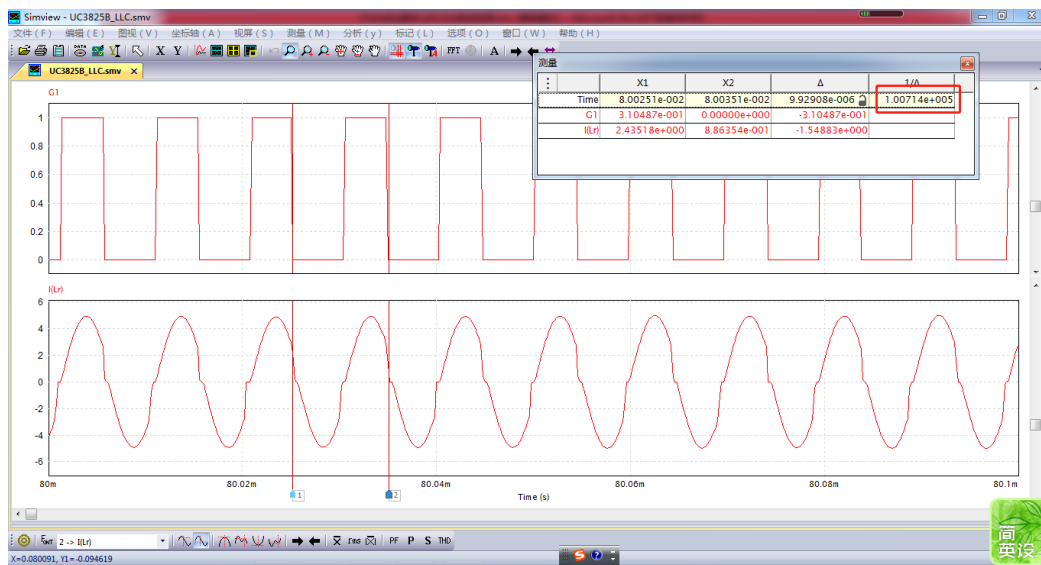


图 7、上管驱动和谐振电感电流

2.2.3. BUCK 输出恒压恒流控制

一般数字电源都有三种输出模式：恒压、恒流、恒功率；电路搭建如下：

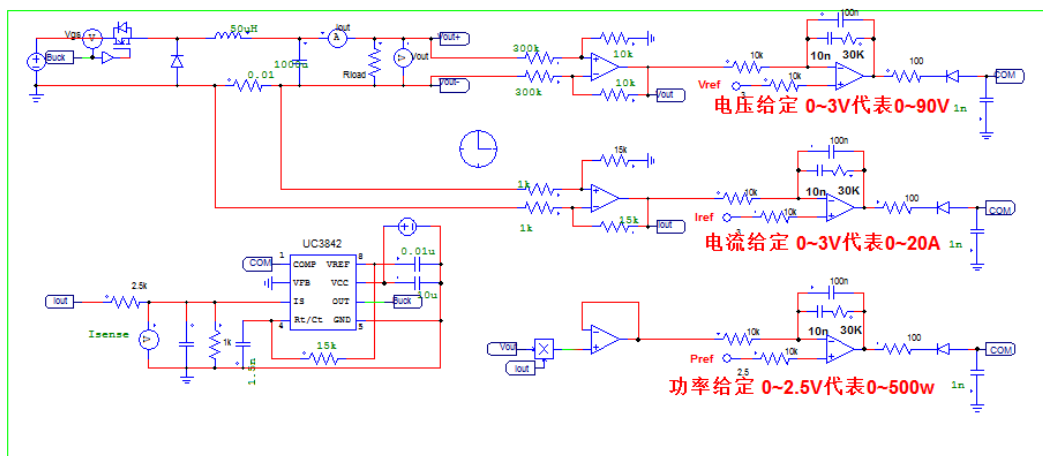


图 8、Buck 恒压、恒流、恒功率控制电路

前面 Buck 电路已经将三种工作模式设计完成，下面通过仿真测试三种工作模式的可靠性：

➤ 恒压模式

为了测试恒压输出，电流给定 3V，功率给定 2.5V，电压给定 1V（对应输出 30V），负载电阻给定 10Ω ，仿真波形如下：

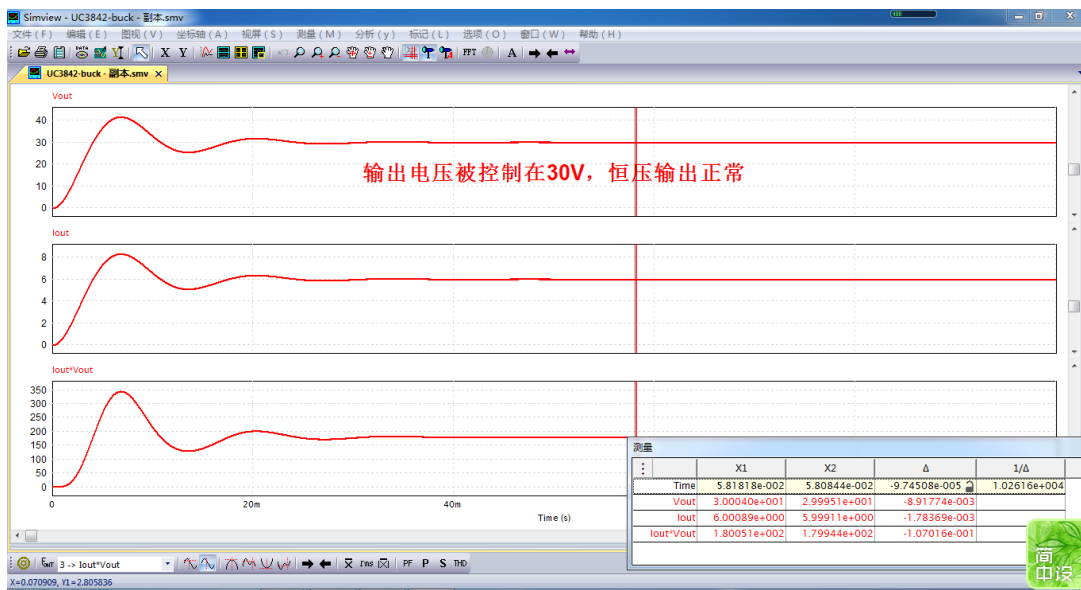


图 9、Buck 输出恒压波形

➤ 恒流模式

为了测试恒流输出，电压给定 3V，功率给定 2.5W，电流给定 2V（对应输出 13.33A），负载电阻给定 1Ω，仿真波形如下：

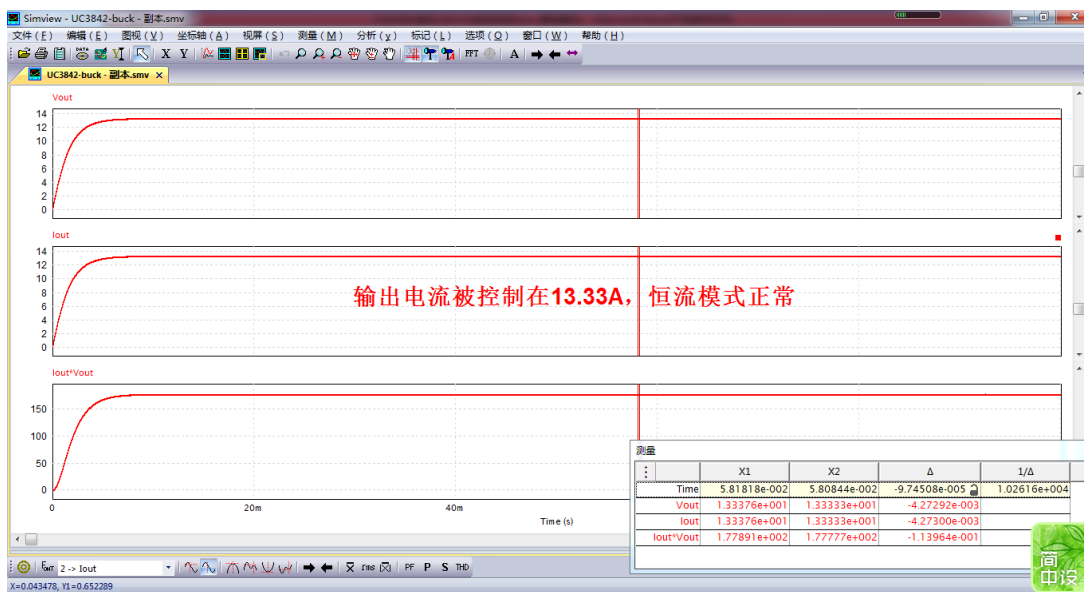


图 10、Buck 输出恒流波形

➤ 恒功率模式

为了测试恒功率流输出，电压给定 3V，电流给定 3V，功率给定 2.5W，（对应输出 500W），负载电阻给定 5Ω，仿真波形如下：

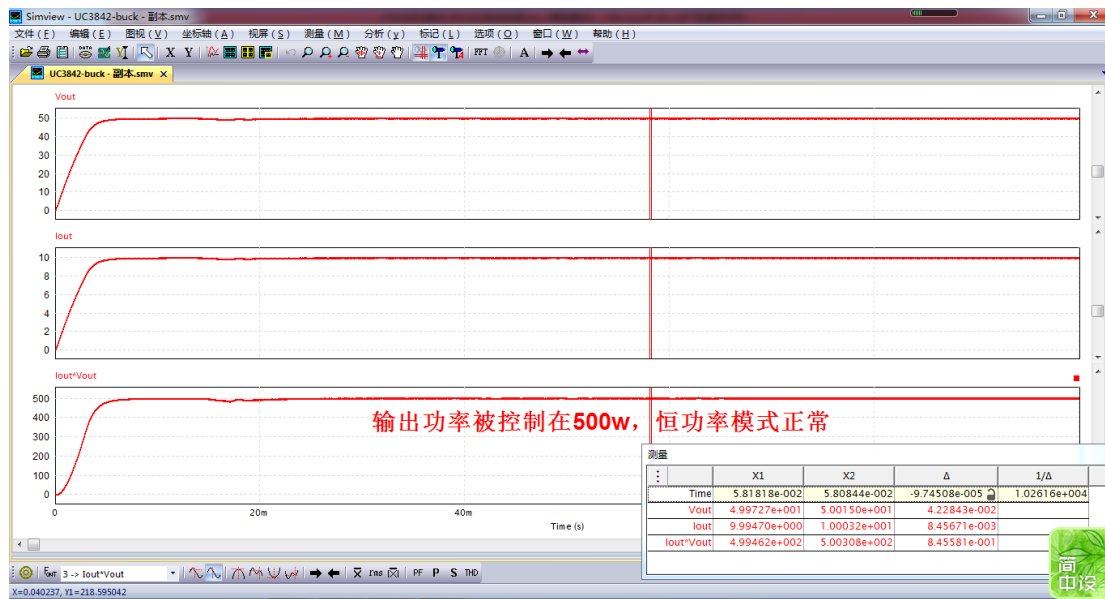


图 11、Buck 输出恒功率波形

2.3. 完整系统详细电路构建

至此我们设计完成并验证了各个子模块，各自均能够满足设计要求，接下来需要将各个子模块构成一个完成的电源系统，搭建好的完整系统如下图 12 所示：

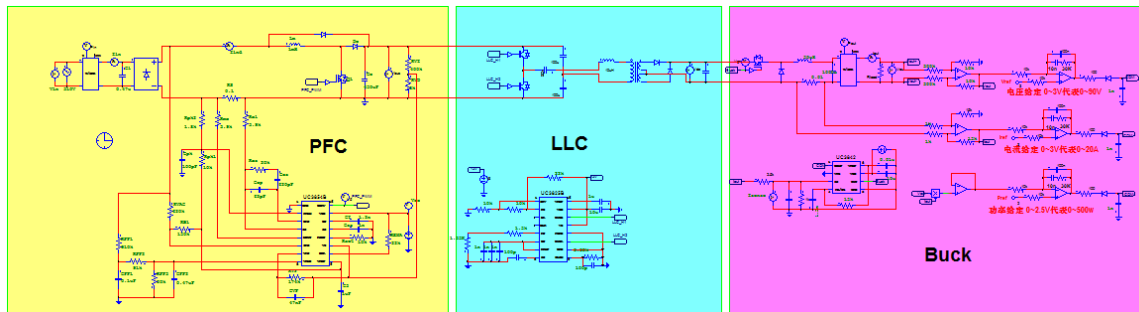


图 12、系统整体电路图

3. 完整系统仿真

按照上述系统电路图，我们进行了仿真，重点关注系统的动态性能、输入侧 PF 值、输入侧满载电压电流 PF 值等指标，从最后仿真结果来看，系统从开始启动到进入稳态需要 0.015S，输入侧满载电压电流 PF=98.6%，输入侧满载电压电流 PF=98.6%，这些指标均满足系统要求。

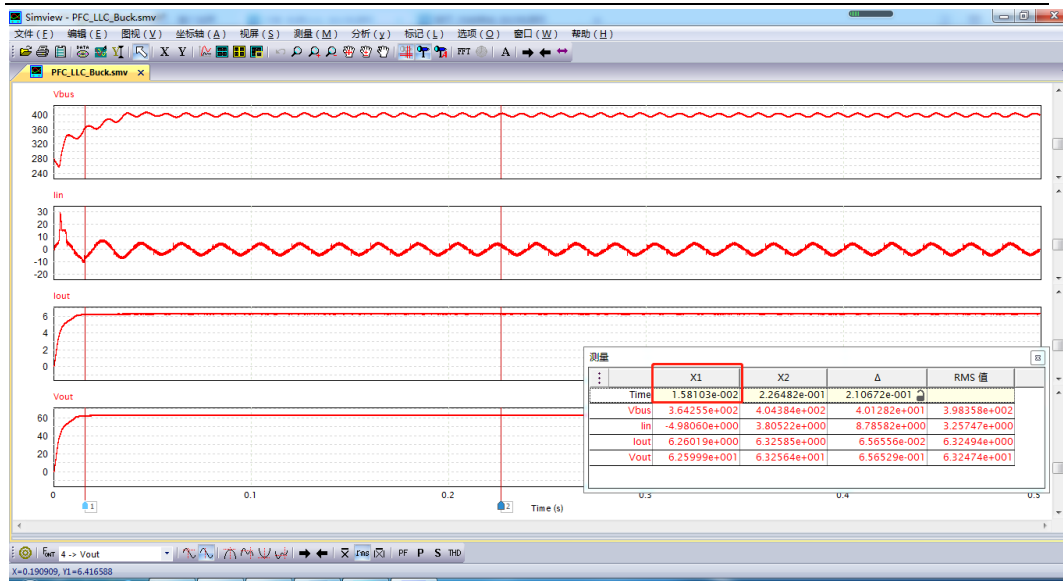


图 13、系统相应仿真波形

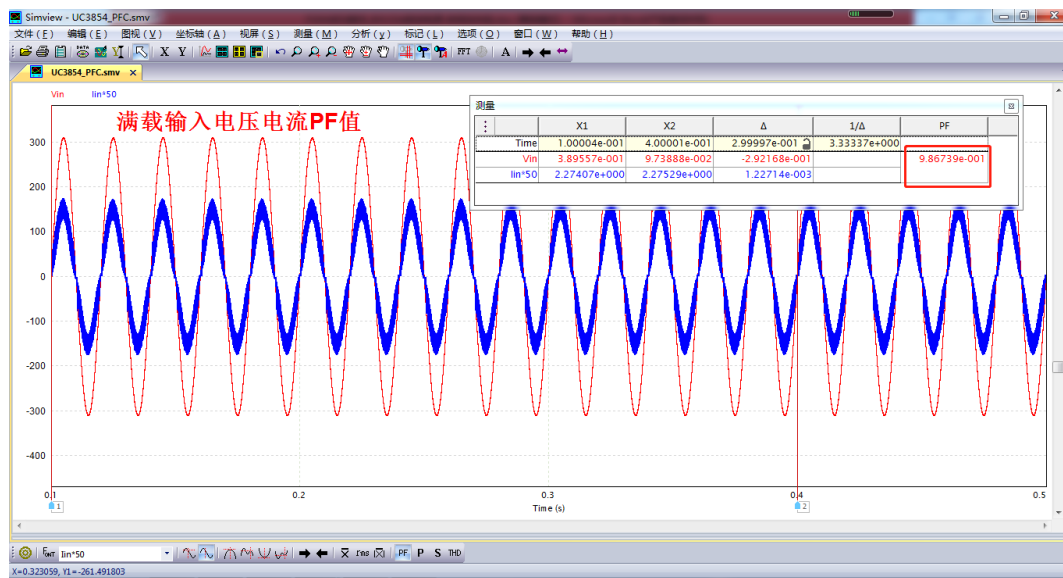


图 14、输入侧 PF 值测试

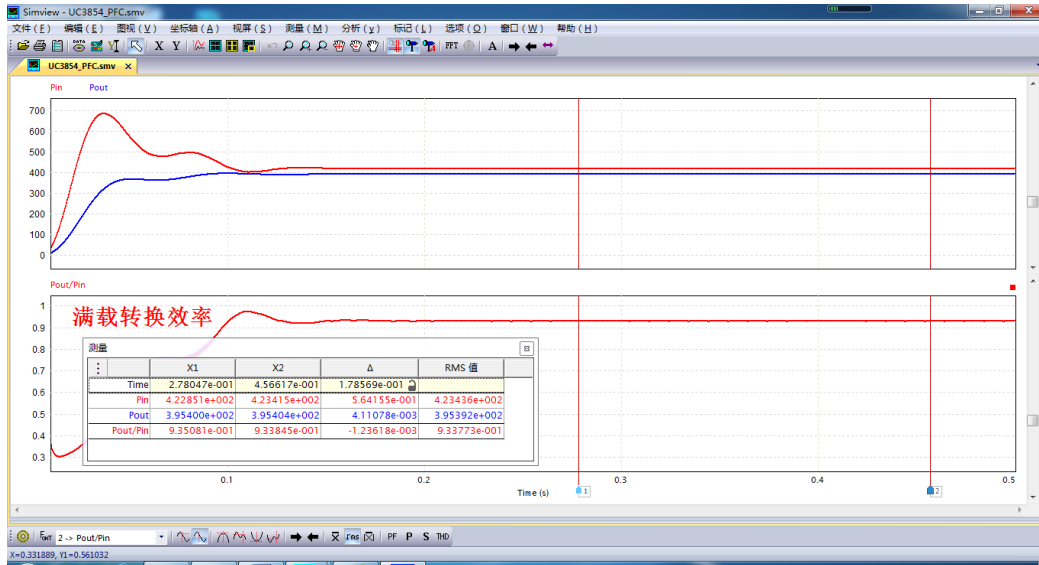


图 15、输入输出传输效率

4. 案例总结

本案例利用 PSIM 12 自带的 UC3854B、UC3825B、UC3842 芯片模型为基础，构建前级 PFC 电路、高频隔离 LLC 电路、恒压恒流 BUCK 电路并进一步搭建完整的数控电源系统虚拟样机，针对用户关注的过载限流、恒流输出等进行了仿真分析，为设计工作提供了有效的帮助。

5. 案例获取

如果您需要了解本案例更多信息，可以联系我们索取仿真报告或者现场讲解，联系方式如下：

邮箱: infor@innodrivetech.com

网址: <http://www.innodrivetech.com>

官方微信公众号: Power_Simulation

更多资讯，敬请扫码进入：

