

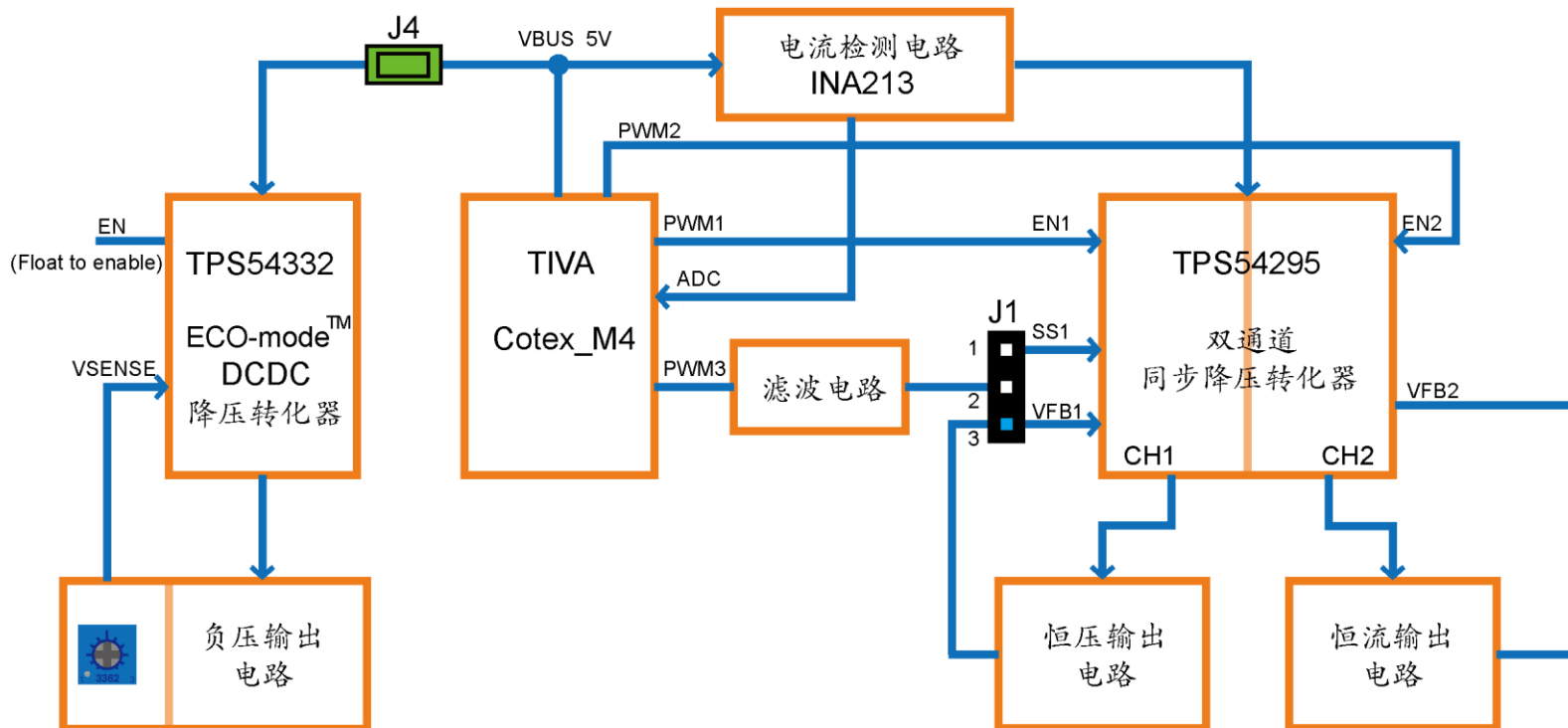
DC-DC Buck 实验模块介绍

实验目的:

- 1、理解并掌握buck; buck-boost电源拓扑。
- 2、理解并掌握输出电压的调节方式。
- 3、理解同步与非同步电路的差异。
- 4、LED恒流驱动的原理。
- 5、理解并掌握各类电源参数测量方法：效率，纹波，软启动时间，电感电压与电流的变化。
- 6、理解电源设计的PCB布线的基本原则。

实验简介:

本模块采用了一片双通道同步降压芯片TPS54295和一片单通道非同步降压芯片TPS54332实现buck拓扑的恒压、恒流和负压生成，并提供多种输出调节模式：1、PWM调节使能端；2、PWM滤波后调节反馈端；3、PWM滤波后调节软启动（SS）端；4、调节反馈电阻。其中，负压的产生采用了buck拓扑到拓扑的转变，为了评估电源的效率，加入电流检测电路。



DC-DC Buck 模块布局及电路板跳线物理位置展示

■ PCB布局

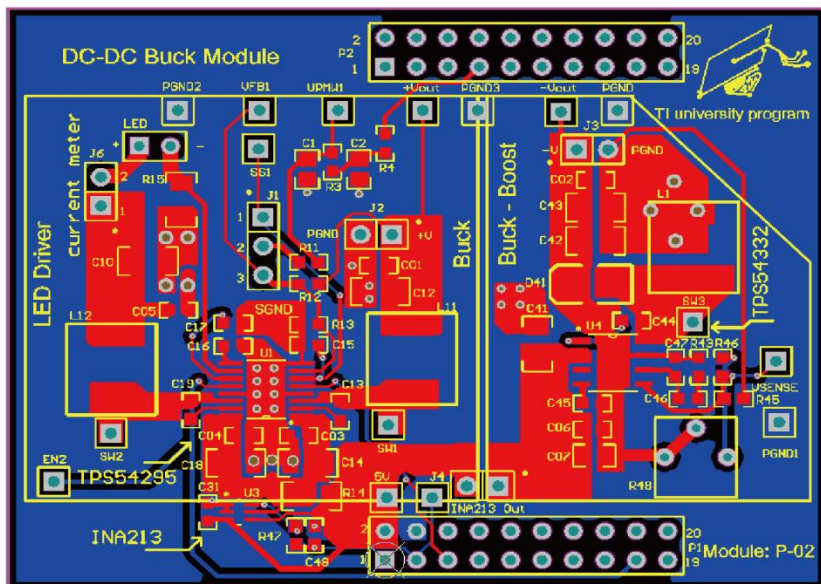


图6-1 PCB布局图

■ 实物图

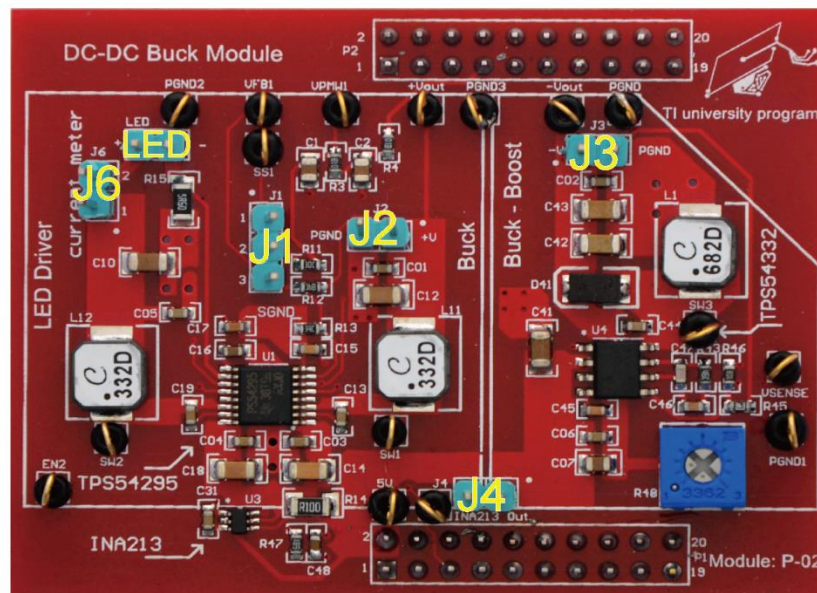
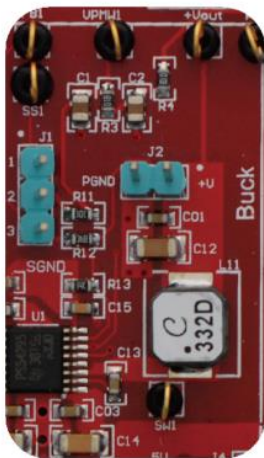


图6-2 实物图

PCB布局布线介绍

- 1、使用双路降压模块，一路恒流输出，一路恒压输出，理解恒压恒流电路的异同。
- 2、突出利用SS, FB和EN来调整输出电压/电流的方法，理解电源内部的反馈，软启动等特点。
- 3、使用Buck电源来实现Buck-Boost反向输出，帮助学生理解Buck和Buck-Boost的异同。
- 4、通过把同步和非同步电源放在一个板卡上，理解同步和非同步，并可测试关键结点的波形。

恒压源输出

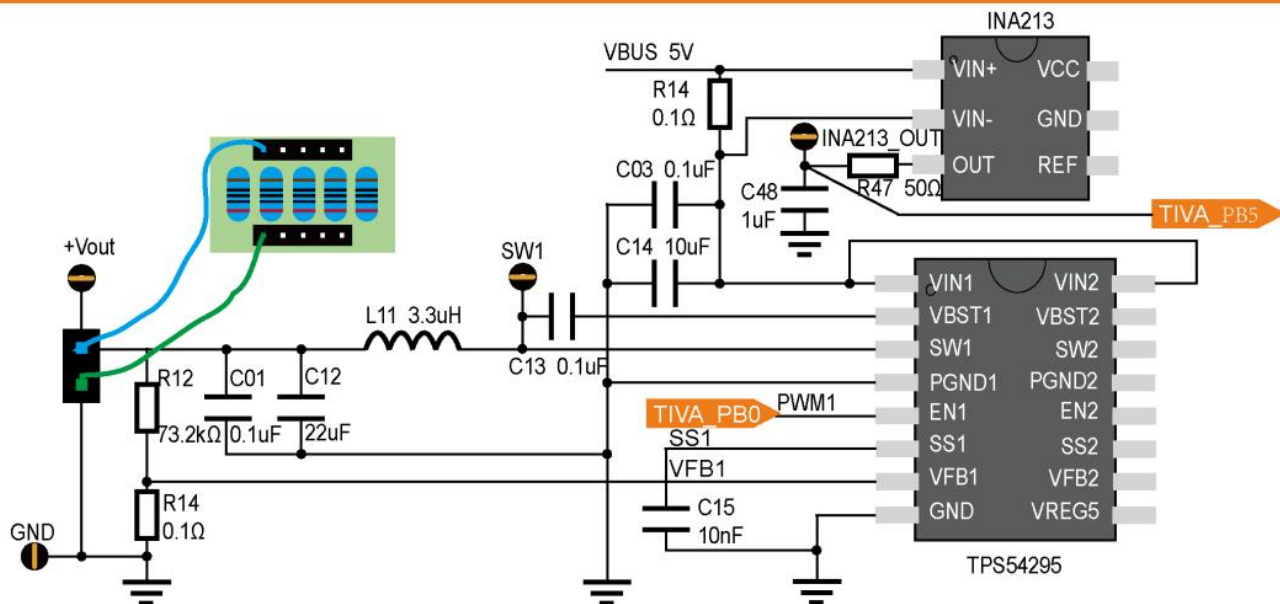


实物图

恒压源输出是开关电源能输出稳定的电压，且电压不会随着负载的变化而变化。该电路实现+5V输入，+3.3V输出的功能。如下为原理图，左侧为实物图。需要注意的是在恒流控制点亮LED时，负载是1W的LED灯珠。但是，在恒压源输出时负载不能仅仅是LED灯珠，这是因为二极管LED会使输出的电压发生钳位，导致电源芯片偏离了正常工作的轨道。因此，用功率电阻作为负载进行试验，S测试恒压源的输出和调节恒压输出的大小。

恒压输出的实现是：在反馈端FB和地之间接入电阻R14，则R14两端的电压被控制在一个设定值。由于FB端是运放的反相输入端，故其输入/输出电流几乎为零，这样，流过R14的电流就可以计算出来。在R14与L11之间接入电阻R12，把电压抬高。因为FB端的电压恒定，流过R12和R14的电流就恒定，所以，在R12和R14两端产生电压也恒定，从而实现了恒压源的输出。

电流检测电路：此电路中采用高测电流测量。INA213正好是共模高，失调电压小，温度漂移特性好的运算放大器。



恒压测试实验

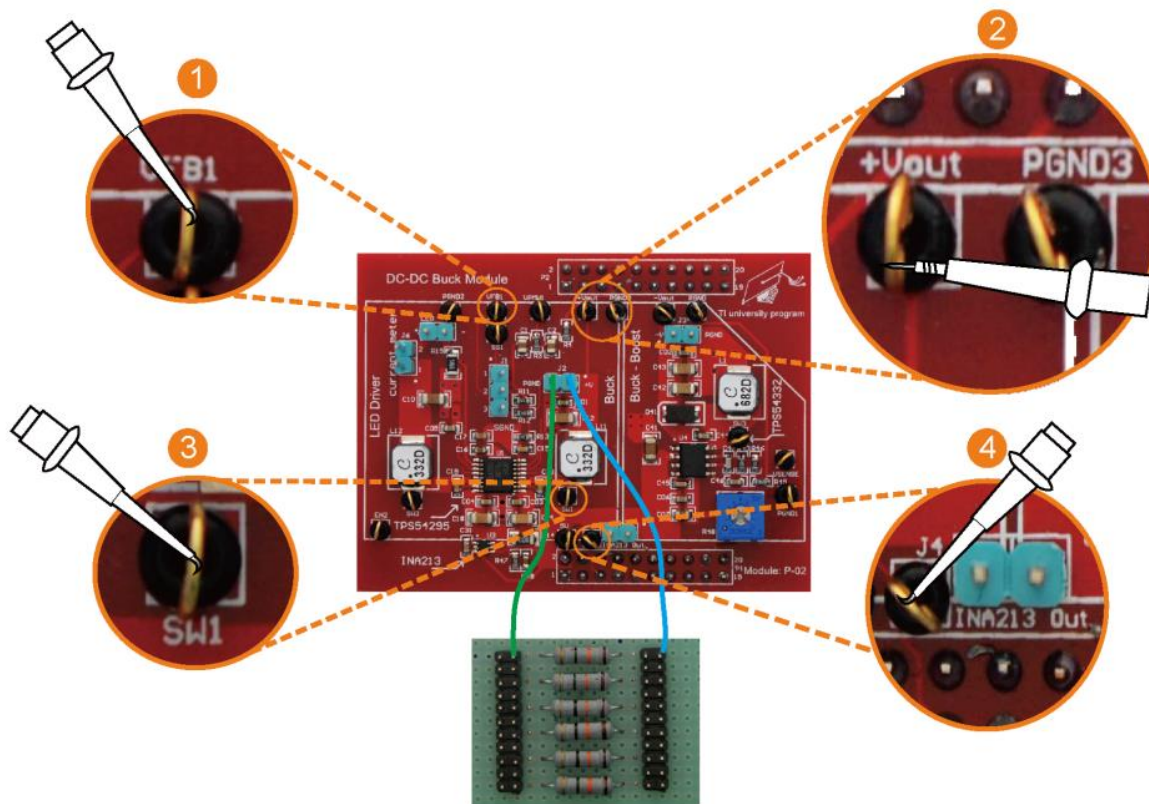
- 1、理解原理图，编写Launchpad代码（参考代码见网上资源）。
- 2、在母板上连接TIVA、LCD模块、DC-DC Buck(降压)模块，准备实验。
- 3、连接负载，如右图所示。注意负载功率和阻值大小。
- 4、在降压模块上完成恒压测试的仪表连接，如右图所示。其中测①观测反馈电压值；测②观测输出电压，通过调节示波器可以测量得到电压值及纹波情况；测③观测开关节节的波形；测④观测输入电流检测电路输出的电压值。
- 5、给TIVA上电，按LCD模块中按键S1（按键S1是通道1是否打开的切换键），将TPS54295的通道1使能，进入工作状态，在LCD上可以看到输入电流的大小。
- 6、断电后，改变负载，通过示波器观察电路恒压的情况，及纹波的变化。

注意



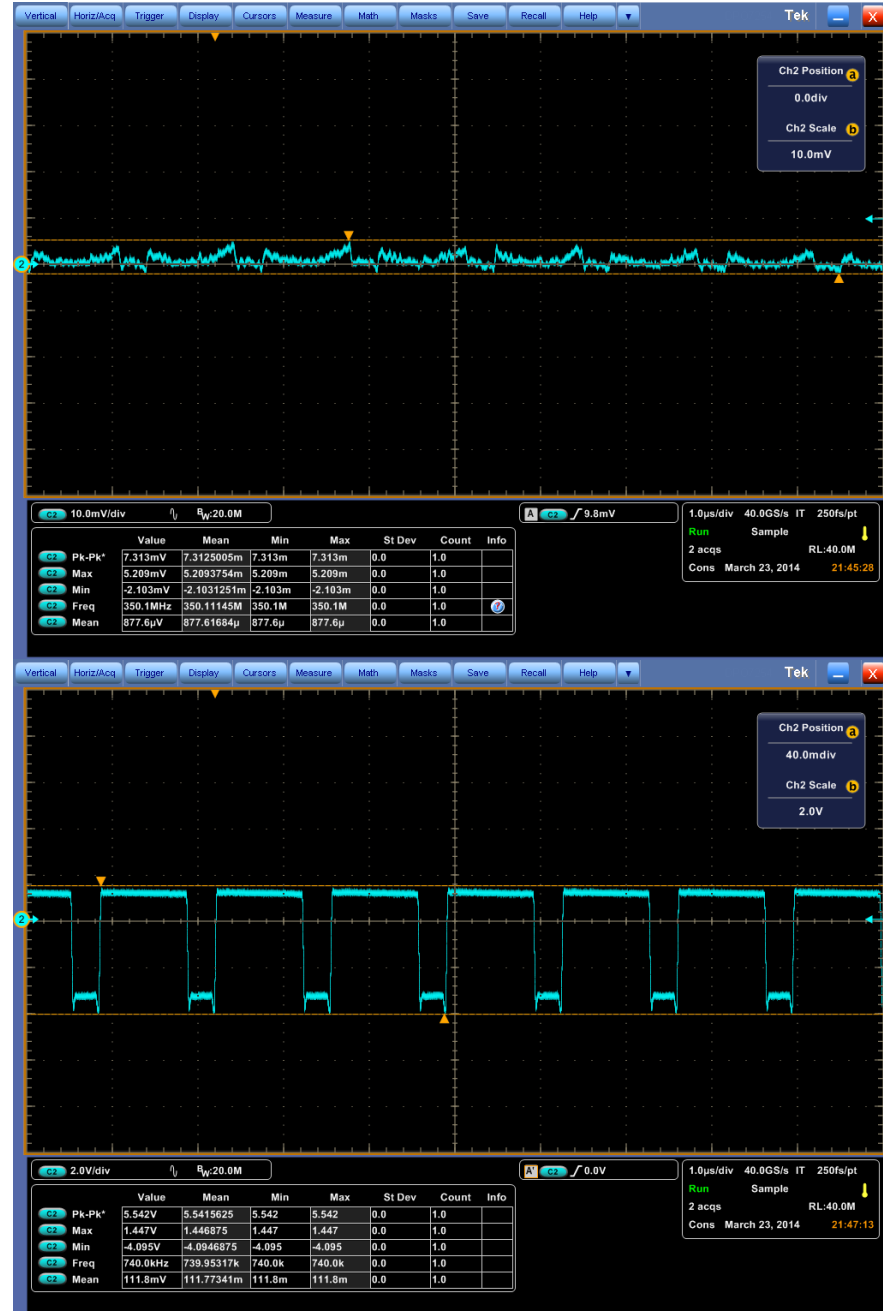
- 连接仪表及跳线时，断开电源。
- 电路进入工作前需要使能，这里采用按键使能。请勿忘记。
- 实验套件中没有提供电阻负载，实验中的负载需要自己制作。这里的负载是阻值 13Ω 、功率 $1W$ 的电阻。通过电阻的串并联改变负载大小。

恒压测试主要步骤



DC-DC BUCK恒压输出数据

负载 (Ω)	输出电压 (V)	纹波 (mV)



TPS54295 电压调节方式介绍

DC-DC Buck模块提供了多种电压调节的方式。这里主要以TPS54295为中心，介绍三种电压调节方式，分别是使能端调节、软启动端调节及反馈端调节。

如右下图所示，为TPS54295部分内部简单原理图。图中主要指出该芯片内部5个重要的逻辑结构，即使能逻辑结构、软启动逻辑结构、比较器、控制结构及MOSFET。

使能端调节：

使能逻辑和反馈端（VFB）是一个线与逻辑，当EN输入为高电平，则整个芯片在电路连接完整的情况下是可以正常工作的，相反当EN输入为低电平，则反馈端电压被拉低，整个芯片不工作。

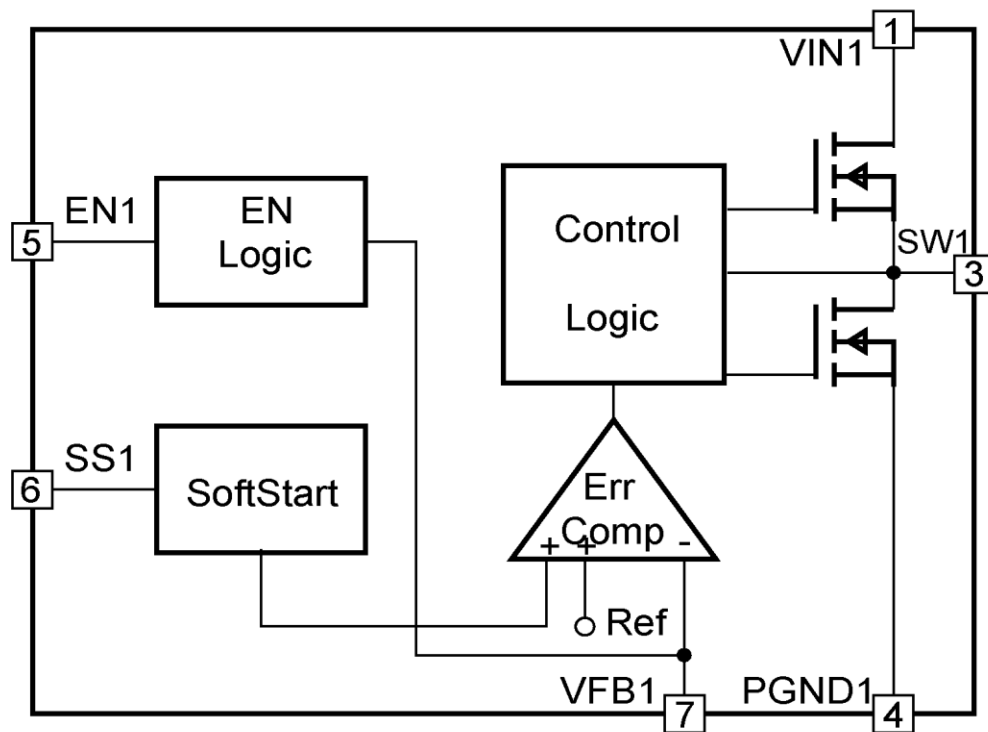
软启动调节：

电压由零慢慢提升到额定电压，使芯片能平滑地开启工作状态，不产生大的电流冲击。这就是软启动。

在TPS54295中，当芯片处于正常工作状态时，软启动处的电容呈现电压充满状态，这时对反馈端不产生影响。但当软启动处的电容充电不完全时，且电容的电压低于反馈电压，软启动的电压就会影响反馈端电压，使输出调整。

反馈端调节：

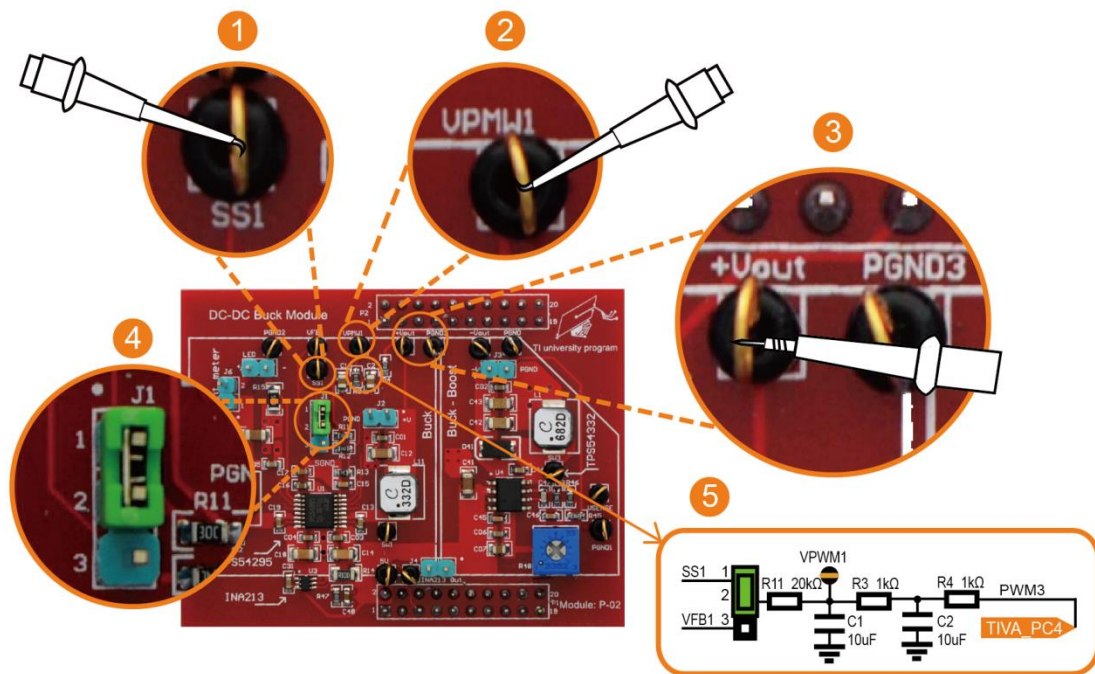
反馈端电压的调节是比较直接的。芯片会通过比较器输出的正负和其自身的逻辑控制来有效地调节开关的占空比，使输出达到稳定状态。



TPS54295内部简单原理图

电压调节测试主要步骤

——SS控制电压输出



SS控制电压输出测试实验

1、理解原理图，编写Launchpad代码（参考代码见网上资源）。

2、在母板上连接TIVA、LCD模块、DC-DC Buck(降压)模块，准备实验。

3、在降压模块上完成电压控制测试，如左图所示为SS控制实现电压调节。

4、SS控制电压调节的测试点连接，测1观测SS1的电压值；测2观测PWM3滤波后的电压值，测3观测输出电压的电压值和纹波情况；7是滤波电路。

5、给TIVA上电，观察VPWM1的值通过滚轮调节使VPWM1的最小（或者将表笔连接在TIVA的PWM3输出端口上，调节滚轮，使占空比最小。）。

6、关闭TIVA,如4所示短接J1的1,2。再次给TIVA上电，按一下LCD模块上的按键S1，可看到EN1 ON，再按一下按键S2，可看到SS1 EN，缓慢调节滚轮，可以看到输出电压随滚轮转动发生变化。

7、记录PWM3的占空比和输出电压值，了解PWM3和输出电压之间的控制关系。

注意

- 连接仪表及跳线时，断开电源。
- 输出电压测量过程中，测纹波需要将示波器切换到交流模式，而测电压值则为直流模式。
- 如果了解电源的性能，可以接负载进行测试。负载可以选择阻值13Ω功率1W电阻，通过串并联实现负载变化。

VFB电压调节测试实验

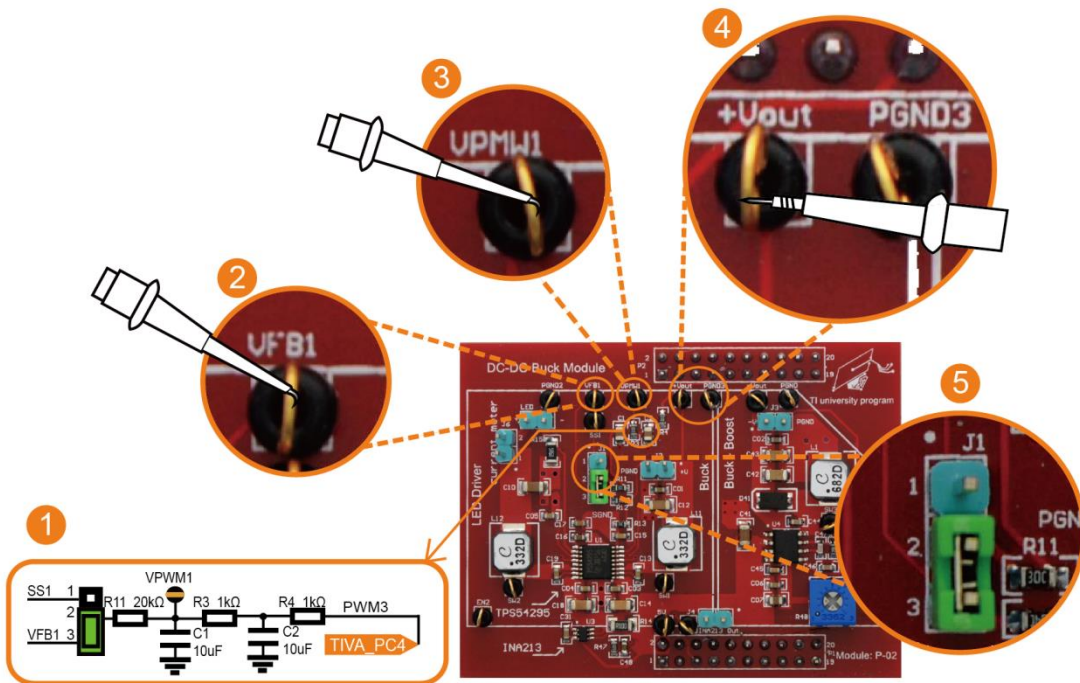
- 1、理解原理图，编写Launchpad代码（参考代码见网上资源）。
- 2、在母板上连接TIVA、LCD模块、DC-DC Buck(降压)模块，准备实验。
- 3、在降压模块上完成电压控制测试，如右图所示为VFB控制实现电压调节。
- 4、如右图所示，完成跳线连接，即5中显示，短接J1的2,3。
- 5、在降压模块上，完成仪表连接，如图所示，测2观测反馈电压值，测3观测PWM3滤波后的电压值，测4观测输出电压情况。1是滤波电路的原理图。
- 6、给TIVA上电，进入4 DC-DC-BUCK程序，可在LCD上看到EN1 OFF VFB1 EN，然后按LCD模块上的按键S1，使得EN1 ON。然后拨动滚轮，记录TIVA输出的PWM3的占空比和输出电压值。了解PWM3可电压之间的控制关系。

注意

- 连接仪表及跳线时，断开电源。
- 输出电压测量过程中，测纹波需要将示波器切换到交流模式，而测电压值则为直流模式。
- 如果了解电源的性能，可以接负载进行测试。负载可以选择阻值13 Ω 功率1W的电阻，通过串并联实现负载变化。

电压调节测试主要步骤

—VFB控制电压输出



pwm调节情况 空载			
占空比 (%)	输出电压 (V)	纹波 (mV)	纹波占输出的比率 (%)
ss1调节情况 空载			
占空比 (%)	输出电压 (V)	纹波 (mV)	纹波占输出的比率 (%)

恒流高亮LED驱动

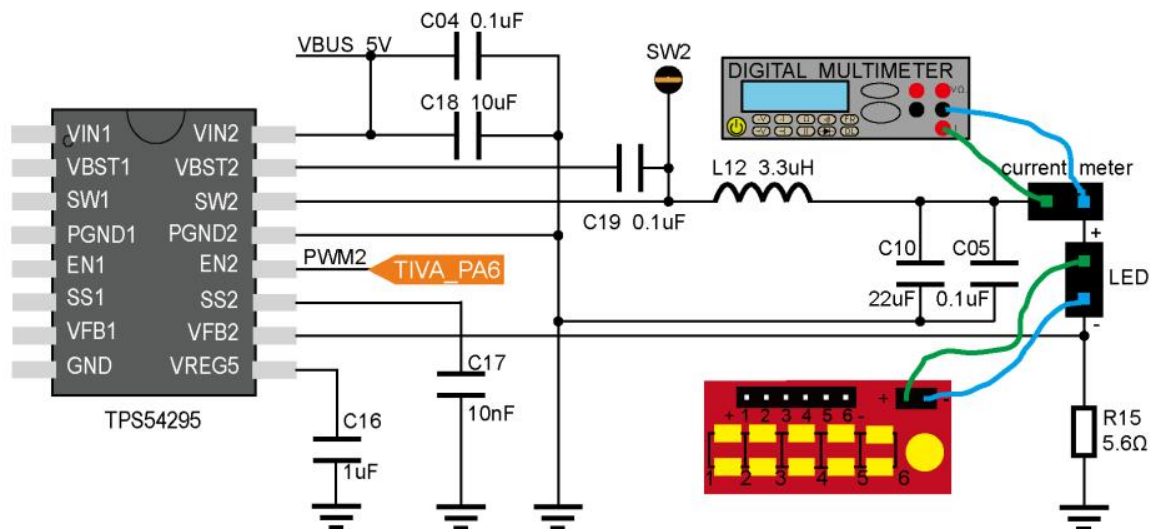


实物图

利用TPS54295第二通道搭建的电路是buck型开关电源电路，原理图如下图所示，实物图如左图所示。开关电源芯片TPS54295内部有MOSFET开关器件，它的开关频率达到700kHz。在开关导通时，电源给电感L12和电容C10充电；当开关关断时，相当于将L12的一端接地，L12释放能量。和buck型电路工作原理一样，通过电感L12和电容C10充放电，实现电压的转换。同时，该电路在FB端形成闭环通路，可以实现电压的稳定输出。

电流调节方式：

在本实验中通过PWM控制EN2起到平均电流的调节。由于使用LED做实验，一定的频闪对于肉眼来说是不可见的。故可以通过调节EN2来调整LED的亮度。



恒流高亮LED驱动 测试实验

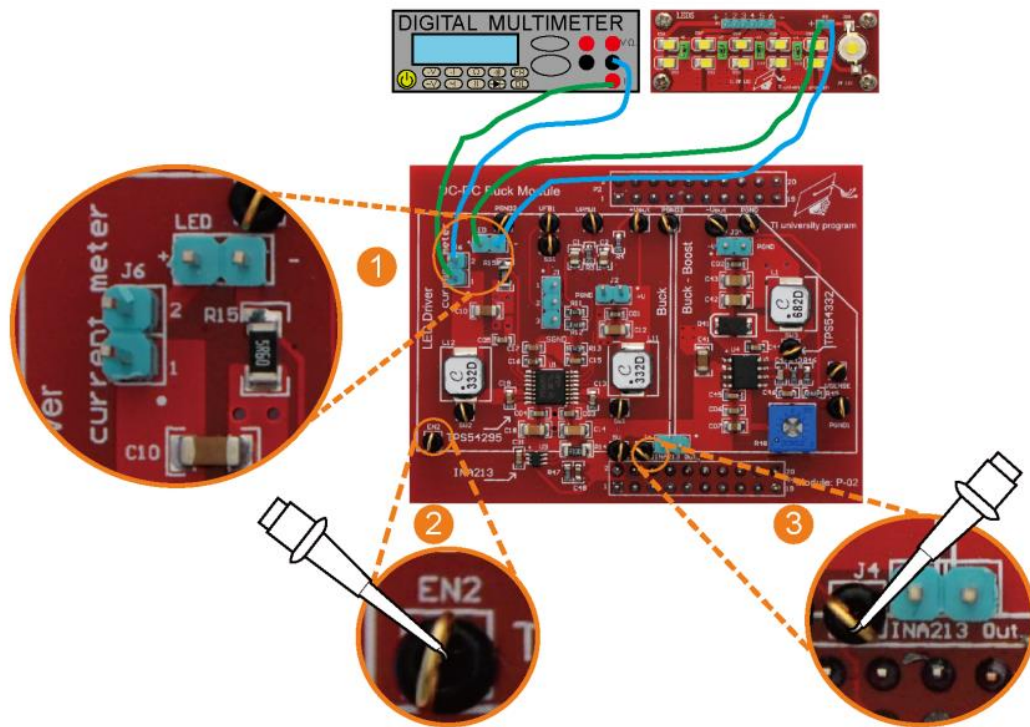
- 1、理解原理图，编写Launchpad代码（参考代码见网上资源）。
- 2、在母板上连接TIVA、LCD模块、DC-DC Buck (降压)模块，准备实验。
- 3、在降压模块上完成恒流高亮LED驱动测试的仪表连接，如右图所示。其中①中一个是电流测量的接口，J6的1接红表笔，J6的2接黑表笔；另一个的大功率LED的接口，连接时注意正负极。测②观测TPS54295的EN2端口处波形。测③观测输入电流检测电路输出的电压值。
- 4、连接负载，如右图所示。此处使用的是试验箱中的LED板，连接在电路中的是1W的LED，连接过程中注意正负极。
- 5、给TIVA上电，可以观察到LED点亮，拨动滚轮，可以看到LED的亮度发生变化，此处是通过控制EN2端实现调节作用，过程中可以记录EN2处波形的占空比和电流表显示的电流值，了解他们之间的控制关系。

注意

- 连接仪表及跳线时，断开电源。
- 负载和电流表连接过程中注意正负极。



恒流高亮LED驱动测试主要步骤

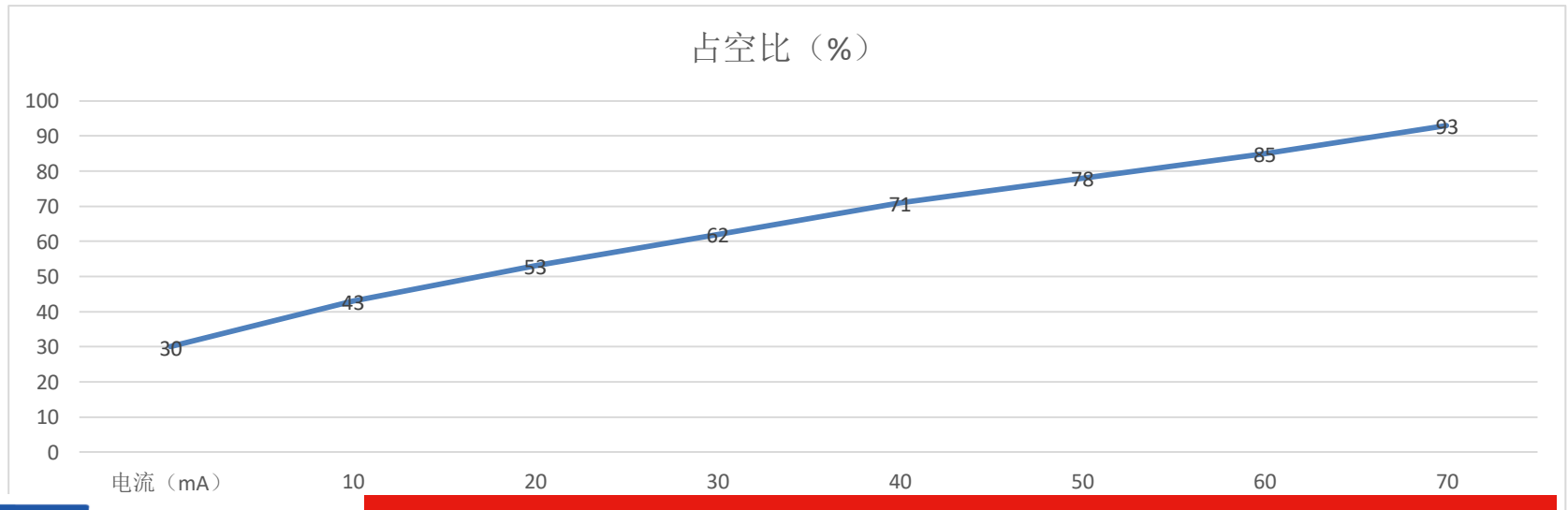


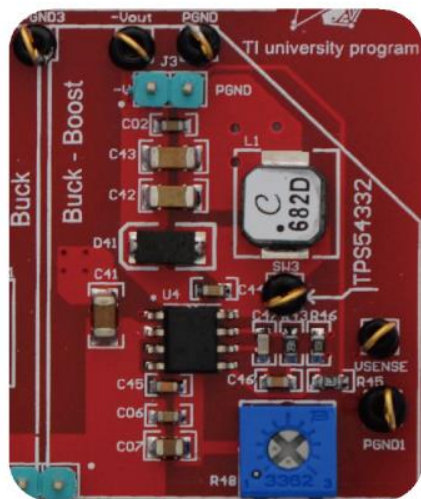
恒流输出数据

负载 (Ω)	输出电压 (V)	输出电流 (mA)

PWM调节输出电流（负载1W LED）

电流 (mA)	占空比 (%)	输出电压 (V)

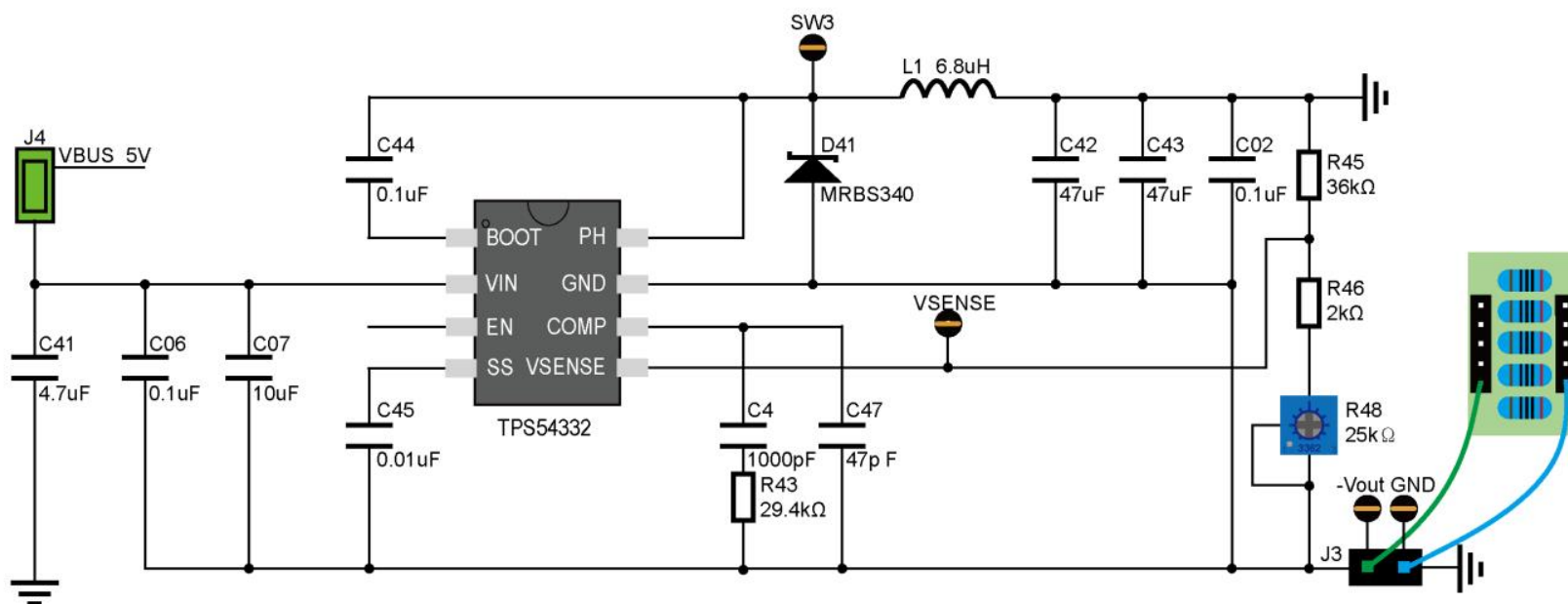
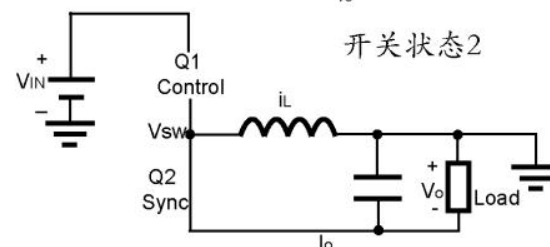
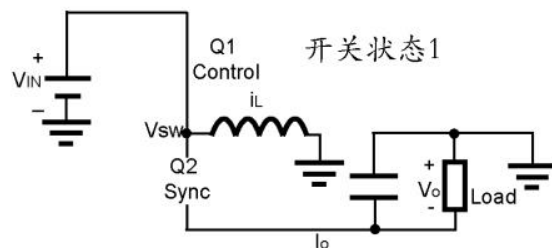
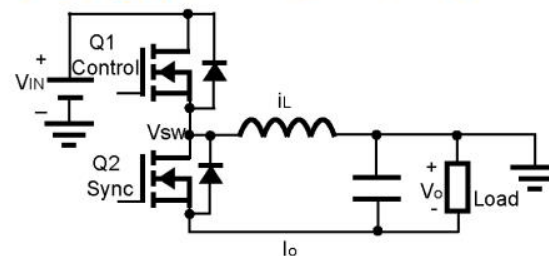




实物图

通过拓扑变换实现负压生成

该实验的原理图如下所示，实物图如左侧所示。buck到buck-boost的转变主要就是电路中两个开关的切换。如图开关状态1和开关状态2所示。通过开关状态变化实现负压输出的范围可以大于输出电压也可以小于输入电压。



通过拓扑变换实现负压生成测试实验

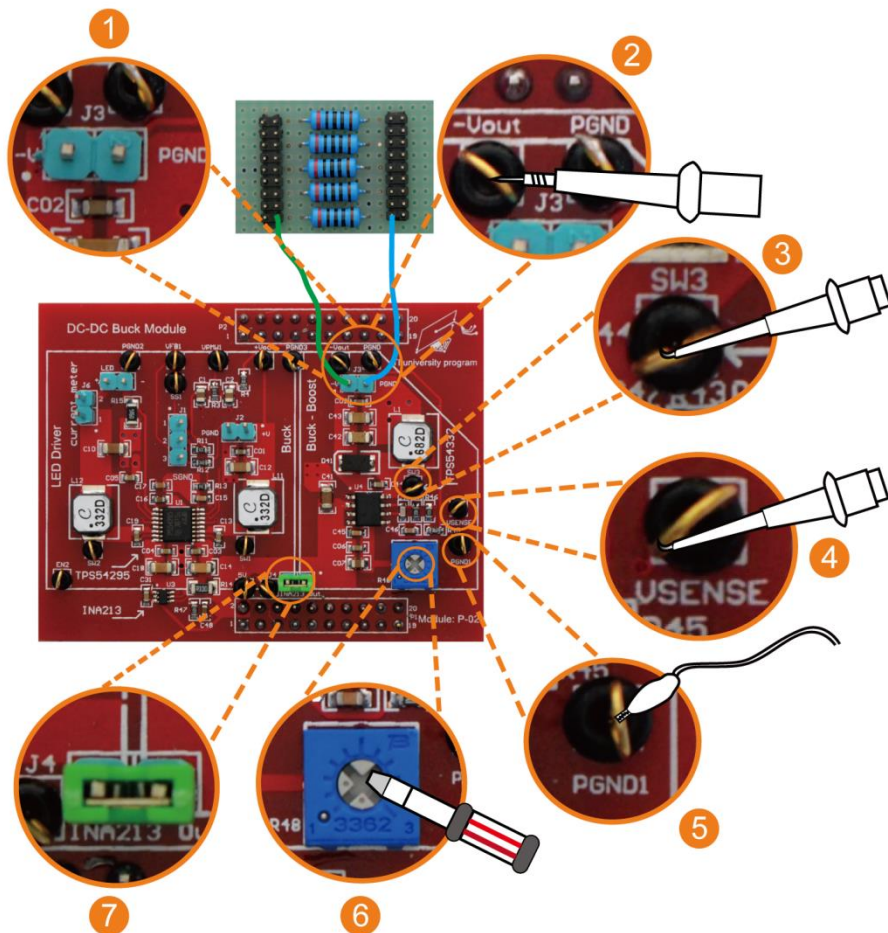
- 1、理解原理图，编写Launchpad代码（参考代码见网上资源）。
- 2、在母板上连接TIVA、LCD模块、DC-DC Buck（降压）模块，准备实验。
- 3、在降压模块上完成通过拓扑变换实现负压生成测试的跳线及仪表连接，如右图所示。其中①是负压输出连接负载的接口；②是负压输出的测试点；③是开关电源的开关节点；④是反馈电压的测试点；⑤是地的测试点；⑥是可调电阻，如果想改变输出电压值可以改变滑变阻值，起到电压调节作用；⑦是电路中唯一一个跳线连接，即短接J4完成电路连接。
- 4、连接负载，如右图所示。注意负载的功率和阻值大小。
- 5、给TIVA上电，先将电压调节到-15V输出，然后改变负载大小，对负压输出的性能进行测试。
- 6、调节电路中的可调电阻，观察输出电压的调节范围。

注意



- 连接仪表及跳线时，断开电源。
- 实验套件中没有提供电阻负载，实验中的负载需要自己制作。这里的负载是阻值100Ω、功率1W的电阻。通过电阻的串并联改变负载大小。

通过拓扑变换实现负压生成测试主要步骤



负压输出		
负载 (Ω)	输出电压 (V)	纹波 (mV)

测试数据为最大
负压输出时，带各个
负载的纹波，调节DC-
DC-Buck模块上的蓝色
可变电阻可以改变输
出电压的大小。