

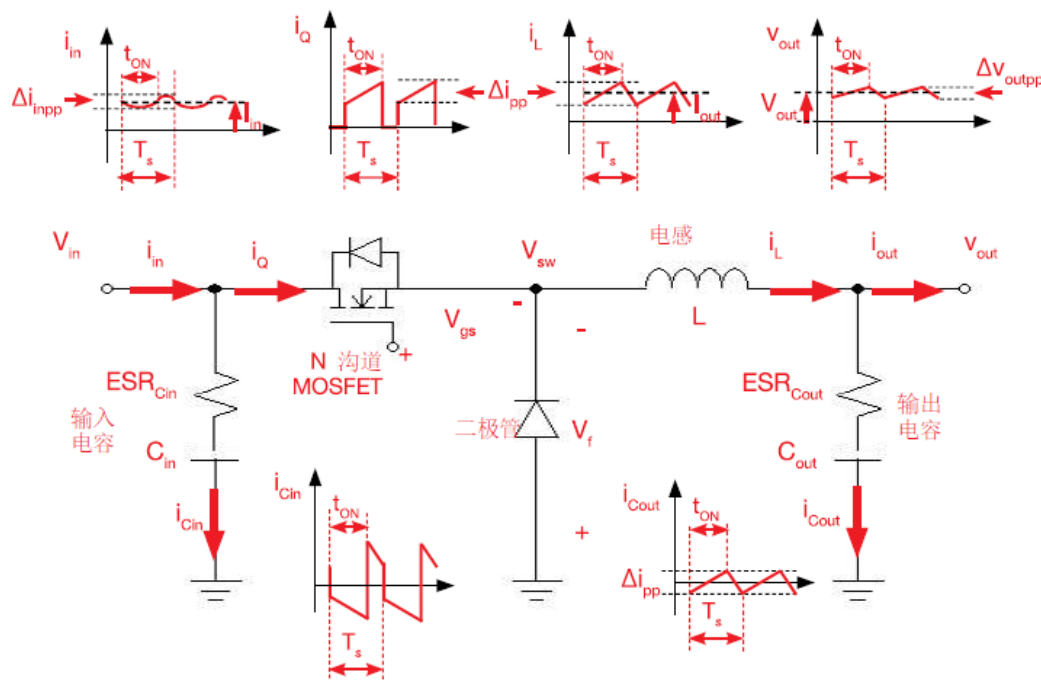
# **实验2 使用PMLKBUCKEVM – 测量Buck稳压器的纹波**

# 注意事项

- 实验结束后所有实验板卡、线材、工具均需回收，请配合，谢谢！
- PMLK实验套件需回收，请勿在实验指导书上记录及涂写，数据请记录在发放的数据记录表上。
- 电源实验如操作不当，有一定危险性，请严格按照实验步骤操作，避免短路操作，数据测量完成后请立即关闭电源和电子负载输出。
- 离开实验台前请务必关闭仪器电源。

# PMLK BUCK实验 测量BUCK稳压器的纹波

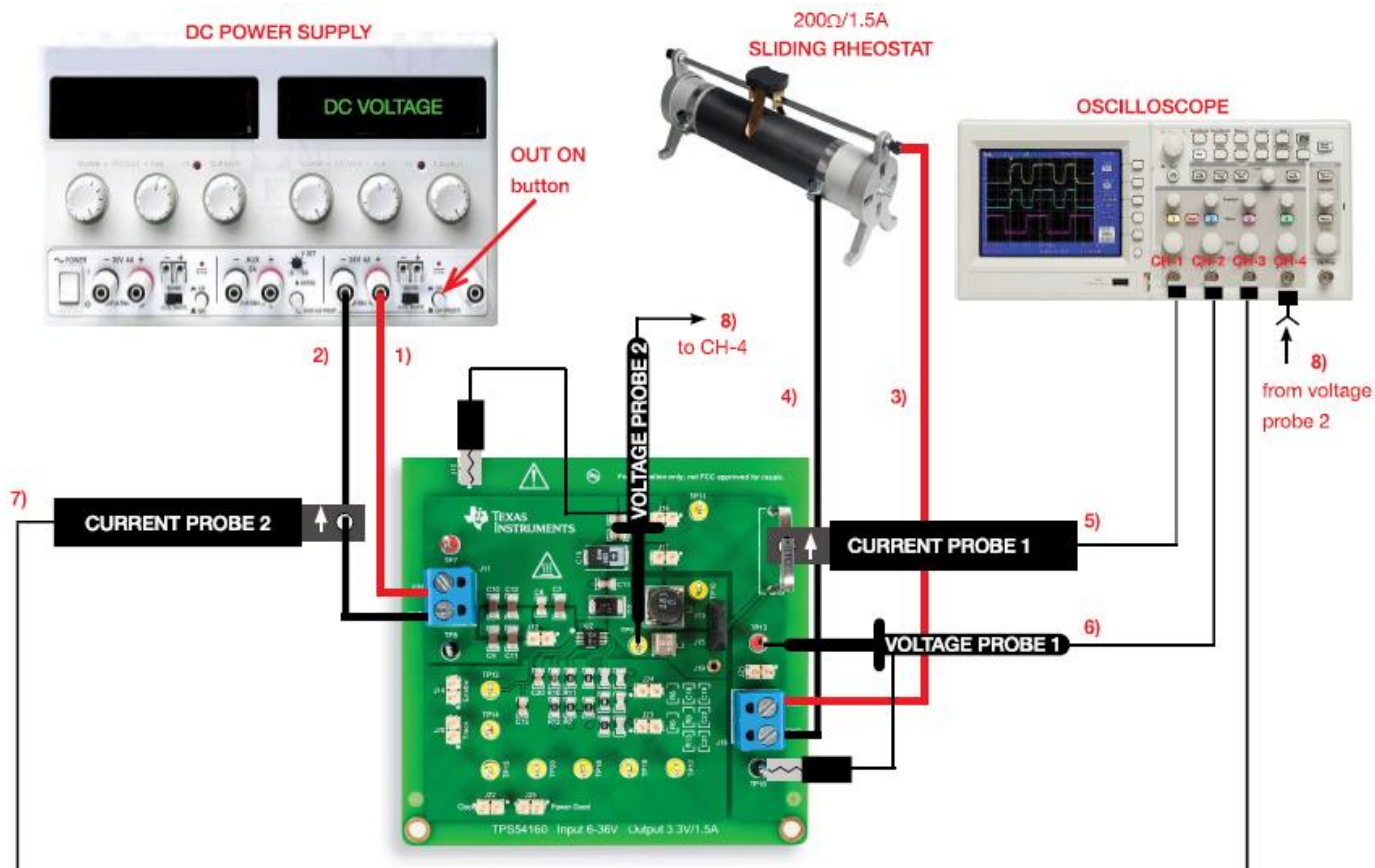
- 实验目的：测量BUCK稳压器的输出电压纹波，研究开关频率 $f_s$ 和输出电容等效串联电阻ESR对纹波的影响。



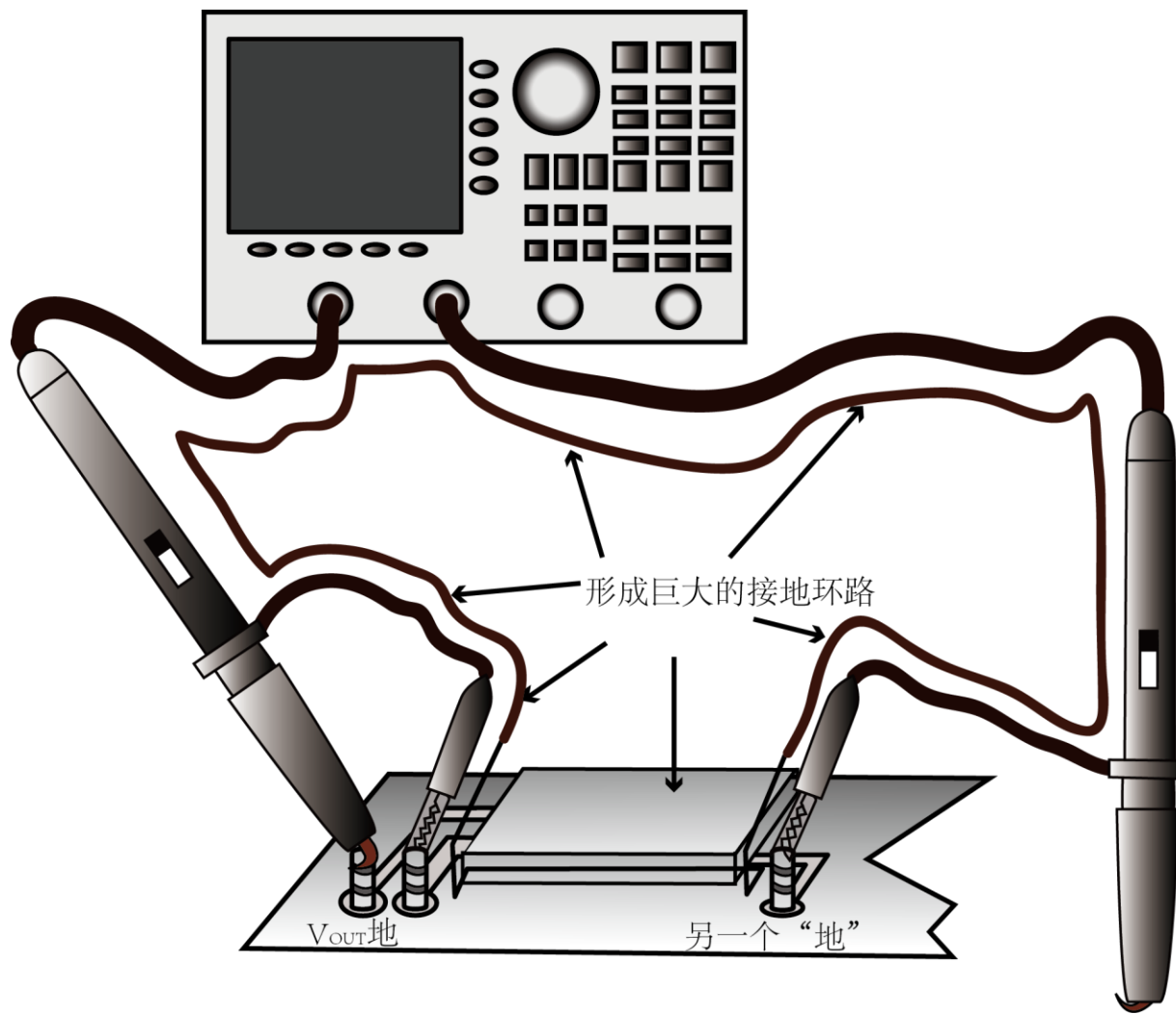
- 实验使用TPS54160电路，共有2个测试。测试1研究不同输入电压、开关频率和负载电流下的纹波，测试2研究不同输出电容对纹波的影响。

# 仪器连接

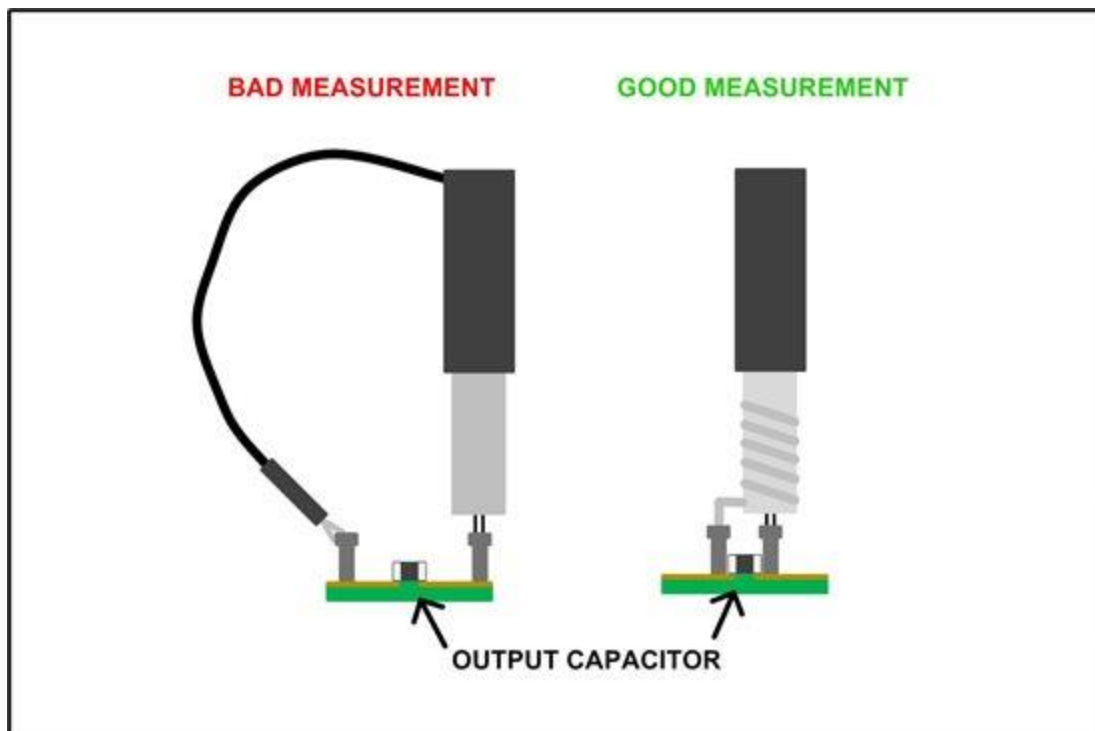
实验所需仪器为：一台直流稳压电源，一台示波器，以及负载。



# 纹波测量-尽量不同时使用两个探头



# 最准确的纹波测量方法





# 安全警告

- 1) 输入电压、输入电流、输出电压和输出电流不得超过实验板规定的范围。  
TPS54160实验板输入电压范围：6-36V，最大输出电流1.5A。
- 2) 如果使用电子负载，那么上电/下电顺序如下：  
上电：先打开输入电源输出，再打开电子负载输出  
下电：先关掉电子负载输出，再关掉输入电源输出  
打开电源输出和电子负载输出前请检查设定的数值，防止超出实验板所能承受的范围。
- 3) 不得带电插拔跳线帽，在接线或插拔跳线帽之前必须关闭电源和电子负载！
- 4) 不得使电路长时间工作在不稳定状态下。
- 5) 使用万用表和示波器测试时，注意短路风险。

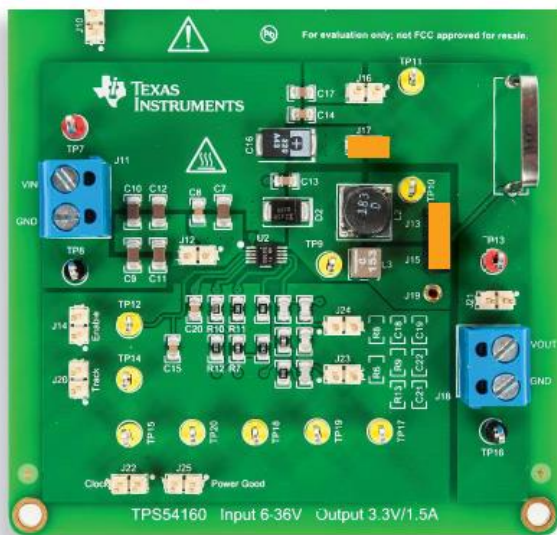
## 对于TPS54160：

- 1) J16和J17不得同时开路，电路不能在沒有输出电容时工作。
- 2) J13-J15和J15-J19不得同时开路，电路不能在沒有电感时工作。

## 对于LM3475：

- 1) J4、J5和J6不得同时开路或同时短接。

# 测试1 - 实验步骤



跳线设置（如图）：

- J13-J15短接 → 连接L2电感
- J17短接 → 连接C16(220uF)输出电容
- J14开路 → 使能TPS54160
- J20开路 → 使能内部软启动
- J21开路 → 连接反馈电阻R6-R8
- J12开路 → 断开C9-C12输入电容
- J16开路 → 断开C17(10uF)输入电容
- J22开路 → 设置开关频率 $f_s=250\text{kHz}$
- J25开路 → 使能Power good功能
- J23和J24开路 → 连接C16对应的补偿电路

实验步骤：

- 1) 打开稳压电源（确保“OUT ON”按钮关闭），设置输出电压为6V，电流限制为1A。
- 2) 将滑动变阻器负载的阻值拨至最大处（200 $\Omega$ ）。
- 3) 打开稳压电源的“OUT ON”按钮，通过示波器的两路电压探头分别查看开关节点电压和输出电压波形。开关节点电压波形应为一个方波，输出电压波形应为3.3V左右的直线。
- 4) 减小滑动变阻器的阻值，直到负载电流增大到150mA，将连接输出电压的示波器通道设为交流耦合，放大幅度可以看到输出电压的纹波。
- 5) 读取输出电压纹波的峰-峰值，之后继续调整负载，重复步骤4)和5)，记录不同负载下的值。
- 6) 关闭稳压电源的“OUT ON”按钮，将跳线帽J22短接，以设置开关频率 $f_s=500\text{kHz}$ ，重复实验步骤3)到5)，记录不同负载电流下的纹波。
- 7) 实验结束后关闭稳压电源的“OUT ON”按钮，最后关闭所有仪器。



# 测试1 - 数据测量和计算

记录不同负载电流和不同输入电压下的输出电压纹波峰-峰值 $\Delta V_{outpp}$ 。

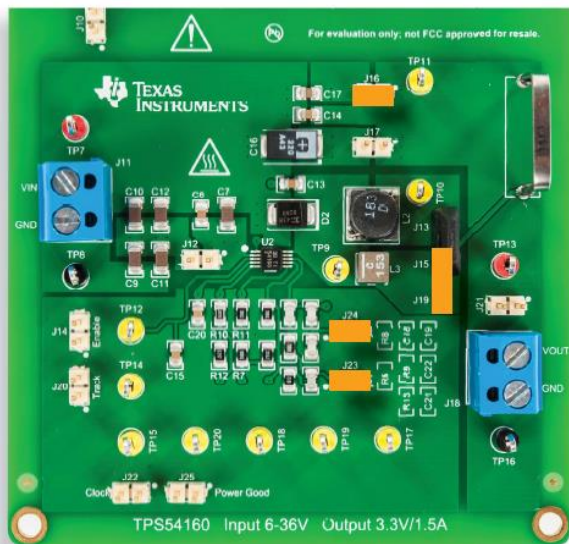
不同负载电流和输入电压下的输出电压纹波

$\Delta V_{outpp}(mV)$	J22 Open( $f_s=250kHz$ )			J22 Short( $f_s=500kHz$ )		
	$I_{out}=0.15A$	$I_{out}=0.5A$	$I_{out}=1.5A$	$I_{out}=0.15A$	$I_{out}=0.5A$	$I_{out}=1.5A$
$V_{in}=6V$						
$V_{in}=18V$						
$V_{in}=36V$						

思考：

- 1) 负载电流增大时，纹波是否随之增大？  
☐ 是      ☐ 否      ☐ 取决于输入电压
- 2) 开关频率增大时，纹波是否随之减小？  
☐ 是      ☐ 否      ☐ 取决于输入电压和负载电流
- 3) 输出电压纹波的形状近似于：  
☐ 三角波      ☐ 正弦波      ☐ 其它\_\_\_\_\_

# 测试2 - 实验步骤



跳线设置（如图）：

- J15-J19短接 → 连接L3电感
- J17开路 → 断开C16(220uF)输出电容
- J14开路 → 使能TPS54160
- J20开路 → 使能内部软启动
- J21开路 → 连接反馈电阻R6-R8
- J12开路 → 断开C9-C12输入电容
- J22开路 → 设置开关频率 $f_s=250\text{kHz}$
- J25开路 → 使能Power good功能
- J16短接 → 连接C17(10uF)输出电容
- J23和J24短接 → 连接C17对应的补偿电路

实验步骤：

- 1) 打开稳压电源（确保“OUT ON”按钮关闭），设置输出电压为6V，电流限制为1A。
- 2) 将滑动变阻器负载的阻值拨至最大处（ $200\Omega$ ）。
- 3) 打开稳压电源的“OUT ON”按钮，通过示波器的两路电压探头分别查看开关节点电压和输出电压波形。开关节点电压波形应为一个方波，输出电压波形应为3.3V左右的直线。
- 4) 减小滑动变阻器的阻值，直到负载电流增大到150mA，将连接输出电压的示波器通道设为交流耦合，放大幅度可以看到输出电压的纹波。
- 5) 读取输出电压纹波的峰-峰值，之后继续调整负载，重复步骤4)和5)，记录不同负载下的值。
- 6) 关闭稳压电源的“OUT ON”按钮，按照数据表格中的要求连接不同的输入电容和输出电容，重复实验步骤3)到5)，记录不同负载电流下的纹波。
- 7) 实验结束后关闭稳压电源的“OUT ON”按钮，最后关闭所有仪器。

# 测试2 - 数据测量和计算

- 1) 记录表格中所示条件下的输出电压纹波峰-峰值 $\Delta V_{outpp}$ 。
- 2) 根据PMLKBUCK实验指导书第39页的纹波计算公式，计算表格所示条件下的输出电压纹波峰-峰值的理论值（计算所用占空比D和开关频率fs由开关节点波形测得）。
- 3) 比较实验测量值和理论计算值

不同输入电容和输出电容时的输出电压纹波

		Cout=C17=10uF, Cin=C7=4.7uF			Cout=C16=220uF, Cin=并联C7-C12=23.5uF		
		Iout=0.15A	Iout=0.5A	Iout=1.5A	Iout=0.15A	Iout=0.5A	Iout=1.5A
Vin=6V	$\Delta V_{outpp} \text{ exp(mV)}$						
	$\Delta V_{outpp} \text{ theo(mV)}$						
Vin=18V	$\Delta V_{outpp} \text{ exp(mV)}$						
	$\Delta V_{outpp} \text{ theo(mV)}$						
Vin=36V	$\Delta V_{outpp} \text{ exp(mV)}$						
	$\Delta V_{outpp} \text{ theo(mV)}$						

思考：

- 1) 写出输出电压纹波最大时所对应的输入电压：Vin=\_\_\_\_\_
- 2) 写出输出电压纹波最小时所对应的输出电容设置：\_\_\_\_\_