

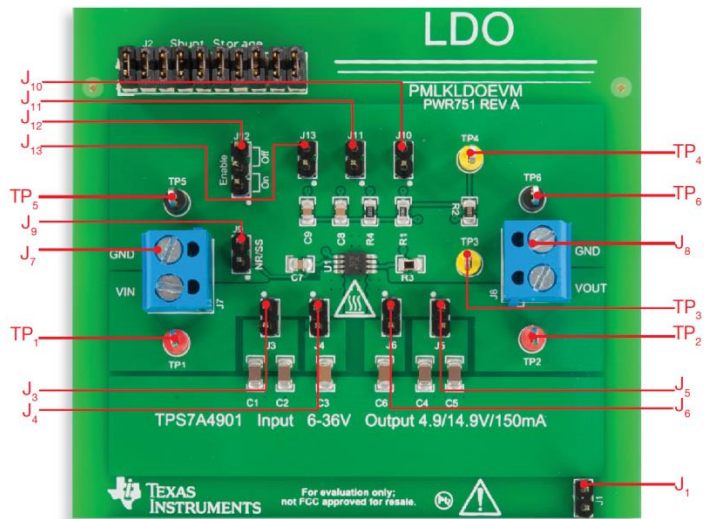
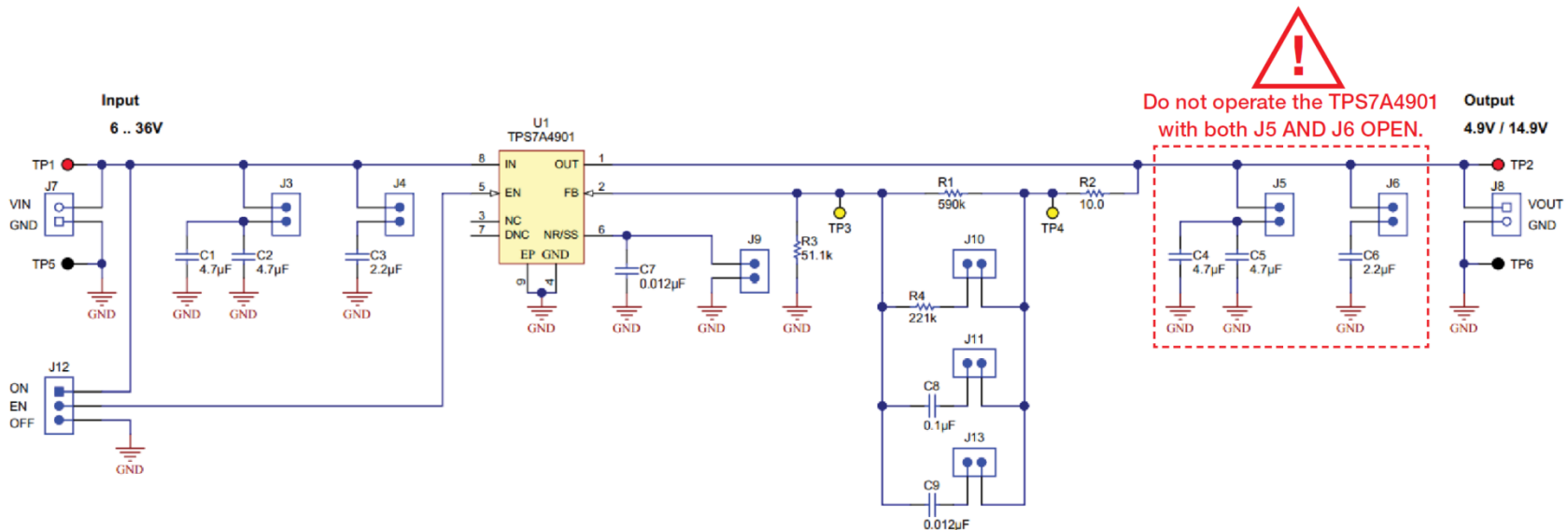
实验2 使用PMLKLD0EVM – 测量线性稳压器的效率

PMLK LDO 实验板介绍



- PMLK LDO 实验板包括2个LDO，分别是PNP型的TPS7A4901和NMOS型的TPS7A8300。
- PMLK LDO 实验板包括以下实验：
 - 实验1 输入输出条件对最小压差的影响(TPS7A4901)
 - 实验2 输入输出条件对效率的影响
 - 实验3 输入输出条件和输出电容对稳定性和暂态响应的影响
 - 实验4 电容对PSRR的影响
 - 实验5 输入输出条件对最小压差的影响(TPS7A8300)
 - 实验6 输出电容对负载暂态响应的影响

TPS7A4901 PNP型LDO



Connectors

J₇ - input voltage screw drive connector

J_8 - output voltage screw drive connector

Jumpers

J₁ - connects grounds of TPS7A4901 and TPS7A8300 board sections

J₂ - connects C₁ (4.7μF) and C₂ (4.7μF) input capacitors

J₄ - connects C₂ (2.2μF) input capacitor

J₅ - connects C₄ (4.7μF) and C₅ (4.7μF) output capacitors

J₆ - connects C₆ (2.2μF) output capacitor

J₉ - connects Noise Reduction/Soft Start pin directly to ground and shorts across C₇ (12nF) noise reduction capacitor

J₁₀ - connects R₁ (221kΩ) resistor for 5V output voltage operation

J_{11} - connects C_o (100nF) phase lead capacitor

J₁₂ - enables LDO operation when top pin and center pin are shorted (ON), while

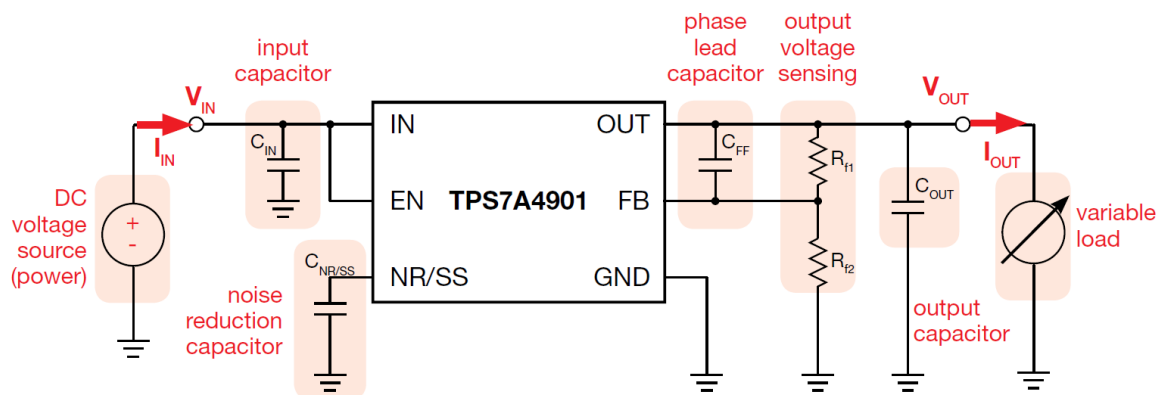
J_{12} - connects C_o (12nF) phase lead capacitor

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 LDO实验 观测LDO的效率和纹波

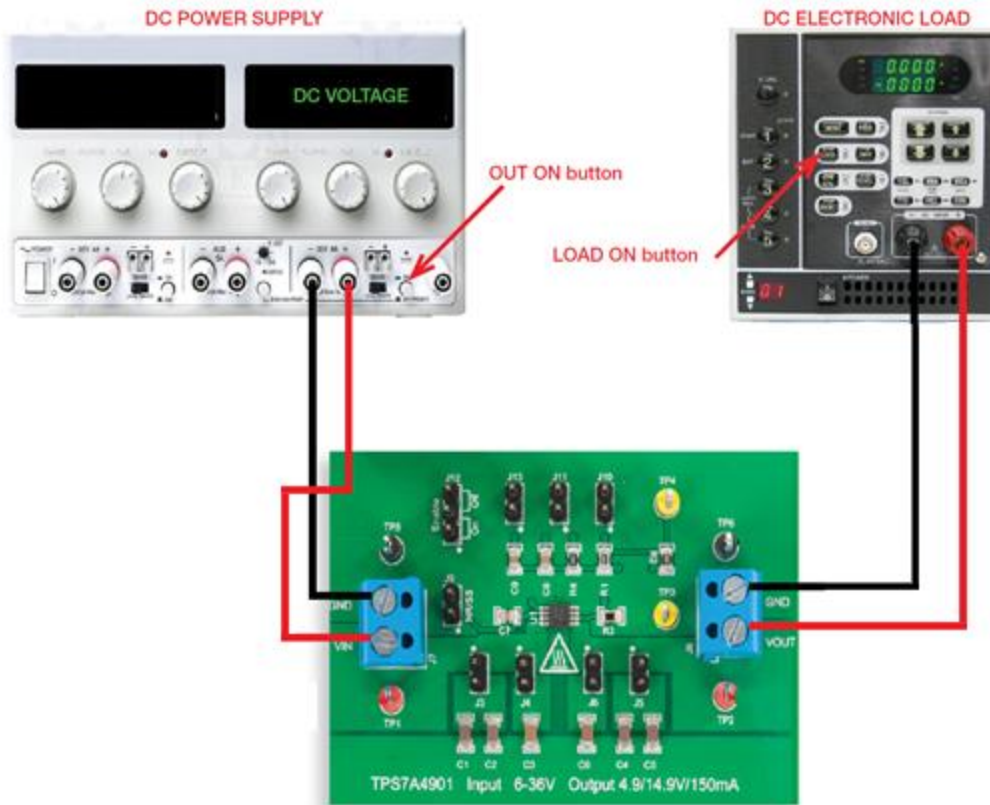
- 实验目的：测量LDO的效率和纹波，并研究输入电压和输出电流对效率的影响。



- 实验使用TPS7A4901，分别测量输入电压变化和负载电流变化时LDO的效率，研究效率随输入电压和负载电流变化的趋势。另外用示波器测量LDO的输出电压纹波，以便与开关电源作对比。

仪器连接

实验所需仪器为：一台直流稳压电源，4个万用表（万用表数量不够可以使用直流稳压电源和电子负载的读数），负载。





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。

TPS7A4901实验板输入电压范围：**6-36V**，最大输出电流**150mA**。

特别提醒：当输入电压和输出电压相差很大时，即使没有超出36V，但考虑到散热也必须减小输出电流。

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) 使用万用表和示波器测试时，注意短路风险。

对于TPS7A4901：

1) J5和J6**不得同时开路**，电路不能在无输出电容时工作。

2) 在测量负载暂态响应时，推荐使用高压摆率 ($> 1\text{A}/\mu\text{s}$) 的动态模式电子负载。

3) 在测量输入暂态响应时，推荐使用高压摆率 ($> 1\text{A}/\mu\text{s}$) 的动态模式电源。

实验步骤



跳线设置（如图）：

- J12接ON位置 → 使能LDO
- 短接J10 → 设置输出电压为5V
- 短接J13 → 连接C9
- 短接J5 → 连接输出电容C4和C5
- 短接J3 → 连接输入电容C1和C2
- J4开路 → 断开输入电容C3
- J6开路 → 断开输入电容C6
- J11开路 → 断开C8
- J9开路 → 断开C7

实验步骤：

- 1) 打开万用表，将万用表分别连接以测量输入电压、输入电流、输出电压和输出电流。
- 2) 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500mA
- 3) 打开电子负载（确保“LOAD ON”按钮关闭），设置为恒流模式，电流设为50mA。（泰克2460源表用作电子负载的设置请见之前的仪器使用说明）
- 4) 先打开稳压电源的“OUT ON”按钮，再打开电子负载“LOAD ON”按钮，此时应看到输入电压6V，输入电流50mA左右，输出电压5V左右，输出电流50mA。
- 5) 记录输入电压、输入电流、输出电压、输出电流的精确值，填写在数据表格之中。
- 6) 将输入电压调整到8V和10V，之后重复步骤5)，分别记录输入电压8V和10V下的输入输出值。
- 7) 将输入电压重新调整为6V，将电子负载电流分别设置为100mA和150mA，记录两种情况下的输入电压、输入电流、输出电压、输出电流。
- 8) 设置输入电压10V，负载电流150mA，将万用表电压探头设置为交流耦合（打开带宽限制），测量输出电压纹波。
- 9) 关闭电子负载的“LOAD ON”按钮，在关闭稳压电源的“OUT ON”按钮，最后关闭所有仪器。

数据测量和计算

- 1) 在负载电流固定为50mA时，分别记录输入电压为6V、8V、10V时的输入电压、输入电流、输出电压、输出电流，并计算每个输入电压下LDO的效率。

负载电流 $I_{out}=50\text{mA}$ 时，不同输入电压下的LDO效率

	Vin (V)	Iin (mA)	Vout (V)	Iout (mA)	η (%)
Vin=6V					
Vin=8V					
Vin=10V					

- 2) 在输入电压固定为6V时，分别记录负载电流为50mA、100mA、150mA时的输入电压、输入电流、输出电压、输出电流，并计算每个负载电流下LDO的效率。

输入电压 $V_{in}=6\text{V}$ 时，不同负载电流下的LDO效率

	Vin (V)	Iin (mA)	Vout (V)	Iout (mA)	η (%)
Iout=50mA					
Iout=100mA					
Iout=150mA					

注：LDO功率耗散的计算公式为： $P_d = P_{IN} - P_{OUT} = V_{IN}I_{IN} - V_{OUT}I_{OUT}$

- 3) 记录输入电压10V，负载电流150mA时的输出电压纹波峰-峰值 ΔV_{outpp} ?

Vin=10V, Iout=150mA时TPS7A4901的输出电压纹波

数据测量和计算

- 1) 在负载电流固定为50mA时，分别记录输入电压、输出电流，并计算每个输入电压下LDO的效率。

负载电流Iout=50mA

	Vin (V)	Iin (mA)
Vin=6V	6.0004	50.3874
Vin=8V	8.0004	50.3896
Vin=10V	10.0003	50.3942

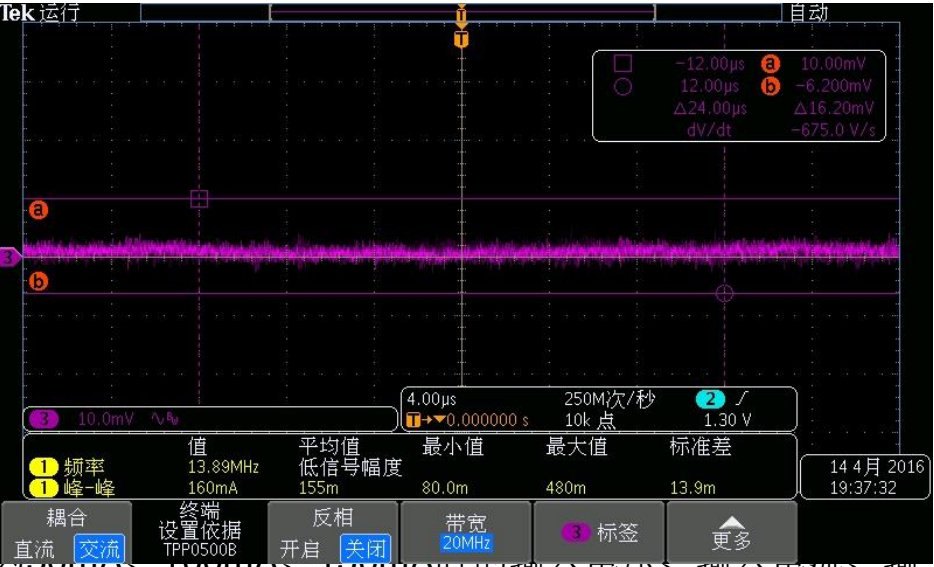
- 2) 在输入电压固定为6V时，分别记录负载电流为50mA、100mA、150mA时的输入电压、输入电流、输出电压、输出电流，并计算每个负载电流下LDO的效率。

输入电压Vin=6V时，不同负载电流下的LDO效率

	Vin (V)	Iin (mA)	Vout (V)	Iout (mA)	η (%)
Iout=50mA	6.0004	50.3877	4.9069	50.009	81.16%
Iout=100mA	6.0004	100.6049	4.9059	100.014	81.28%
Iout=150mA	6.0004	150.815	4.8995	150.12	81.28%

注：LDO功率耗散的计算公式为： $P_d = P_{IN} - P_{OUT} = V_{IN}I_{IN} - V_{OUT}I_{OUT}$

- 3) 记录输入电压10V，负载电流150mA时的输出电压纹波峰-峰值 $\Delta V_{outpp} < 5mV$



实验结果分析

1) 当输入电压增大时，LDO的效率如何变化？

从实验结果可以看出，输入电压对LDO的效率影响较大。根据理论背景中提到的分析，LDO效率计算公式为

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{V_{OUT}I_{OUT}}{V_{IN}I_{IN}}$$

其中， $I_{IN} = I_{OUT} + I_{GND} + I_{VD}$ 。由于 I_{GND} 和 I_{VD} 很小， I_{OUT} 和 I_{IN} 几乎可以看做相等。因此输出电压不变时，输入电压的增大会导致效率成比例的下降。

2) 当负载电流增大时，LDO的效率如何变化？

从实验结果可以看出，当输入电压不变时，负载电流对LDO效率的影响并不十分明显。这是因为根据效率的计算公式，当 V_{OUT} 和 V_{IN} 都不变时，输入电流会随着负载电流同时增大。负载电流对效率的影响只体现在 I_{GND} 和 I_{VD} 上，而由于这二者并不是影响LDO效率的主要因素，因此LDO的效率变化不大。

更多实验请参考PMLK实验指导书

LDO

Exp 1

Impact of line and load conditions on steady-state operation

Exp 2

Impact of line and load conditions on efficiency

Exp 3

Impact of operating conditions and output capacitor on stability

Exp 4

Impact of operating conditions on Power Supply Rejection Ratio

Exp 5

Impact of line and load conditions on dropout voltage

Exp 6

Impact of output capacitor characteristics on load-transient response

Buck

Exp 7

Impact of operating conditions on efficiency

Exp 8

Impact of passive devices and switching frequency on current and voltage ripples

Exp 9

Impact of cross-over frequency and passive devices on load transient response

Exp 10

Impact of the inductor saturation on current and voltage ripples

Exp 11

Impact of inductor characteristics on current limiting operation

Exp 12

Switching frequency, ripple, offset and line immunization capabilities of hysteretic control

Boost

Exp 13

Impact of operation mode on voltage conversion ratio and duty-cycle

Exp 14

Impact of operation mode on efficiency

Exp 15

Impact of operation conditions on the dynamic response

Exp 16

Impact of operating conditions and inductor characteristics on current limiting

Exp 17

Impact of current-mode control on Power Supply Rejection Ratio

Exp 18

Impact of feedback control and operating conditions on Output impedance and reverse Power Supply Rejection Ratio

Buck-Boost

Exp 19

Impact of operating conditions on Power Supply Rejection Ratio

Exp 20

Impact of the operating conditions on Input Admittance

Exp 21

Impact of the inductor on operation mode and conversion ratio

Exp 22

Impact of silicon devices, passive devices and operating conditions on efficiency

Exp 23

Impact of the operating mode on the performances of dynamic compensation

Exp 24

Impact of cross-over frequency setup on soft start and current limiting