

LDO PSRR 测量简化说明

PMP - 低压线性稳压器

作者: Sanjay Pithadia 和 Scot Lester

摘要

本应用报告解释了测量低压差 (LDO) 稳压器的电源抑制比 (PSRR) 的不同测量方法以及这些测量方法的优点及缺点。

什么是 PSRR?

电源抑制比或电源纹波抑制 (PSRR) 是一个电路的电源抑制能力的度量值, 表示为输出噪声与输入噪声的对数之比。PSRR 提供了一个电路对从它的输入处引入的不同频率的纹波抑制能力的度量值。纹波可以来自输入电源, 比如一个 50Hz/60Hz 的电源纹波, 也可以是来自 DC/DC 转换器的开关纹波, 还可以是由于输入电压被电路板上不同的电路块共用所致。在 LDO 的情况下, PSRR 是一个在较大的频率范围内 (通常为 10Hz 至 1MHz), 稳定的输出电压纹波相比于输入电压纹波的度量值, 用分贝 (dB) 来表示其大小。在许多音频和射频应用中, PSRR 是一个非常重要的参数。

计算 PSRR 的基本公式是:

$$PSRR = 20 \log \frac{\text{Ripple}_{\text{Input}}}{\text{Ripple}_{\text{Output}}}$$

在过去, LDO 稳压器都具有较差的高频 PSRR 性能, 但目前 TI 已经拥有了在 5MHz 下 PSRR > 40dB 的 LDO。在 TI 的 LDO 数据表中, 关于 PSRR 曲线图很重要的一点是, PSRR 的坐标轴是反向的 (如图 1 所示)。PSRR 被计算为抑制能力, 因此它本是个负数; 然而, 图中显示它是一个正数, 这说明一个更高的数值表示了更高的噪声抑制。

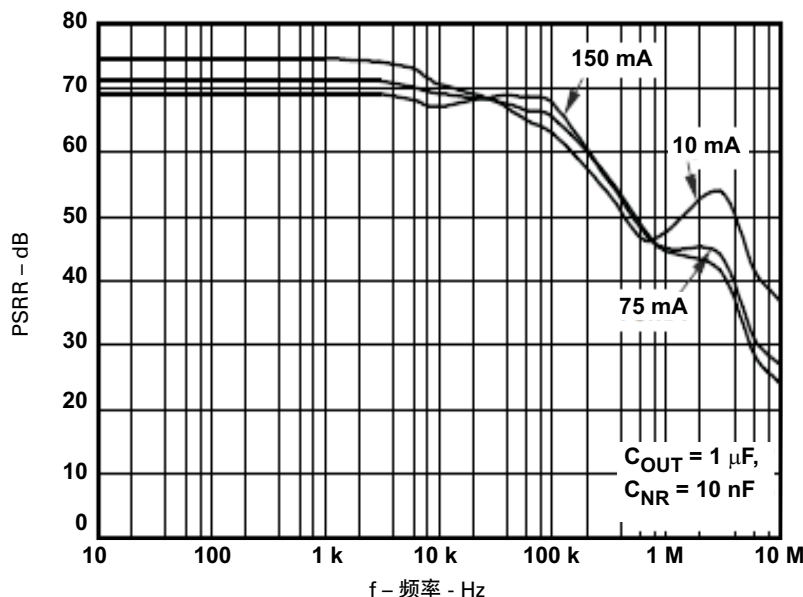


图 1. TPS717xx LDO 的 PSRR 曲线图

LDO的PSRR测量

以下各节解释了测量一个LDO的PSRR的不同方法：

1. 使用LC总和节点法测量PSRR：

测量PSRR的基本方法如图2所示。在这个方法中，直流电压和交流电压合在一起作为LDO的输入。电容C防止VAC对VDC产生高脉冲影响，电感L防止VDC令VAC发生短路。因此L和C用于隔离两个电源，VDC和VAC。

L和C形成一个针对于VAC的高通滤波器，将限制我们所能测量的PSRR的最低频率。这个滤波器的3dB点由公式2确定。低于3dB点的频率将被减弱，使得测量变得更加困难。能被测量的最高频率由L和C的自谐振频率所确定。

$$F_{\min} = 1 / 2\pi \sqrt{LC} \quad (2)$$

这种方法的缺点是，它只对中频范围内（大约 1 kHz 至 500 kHz）的测量是有效的。

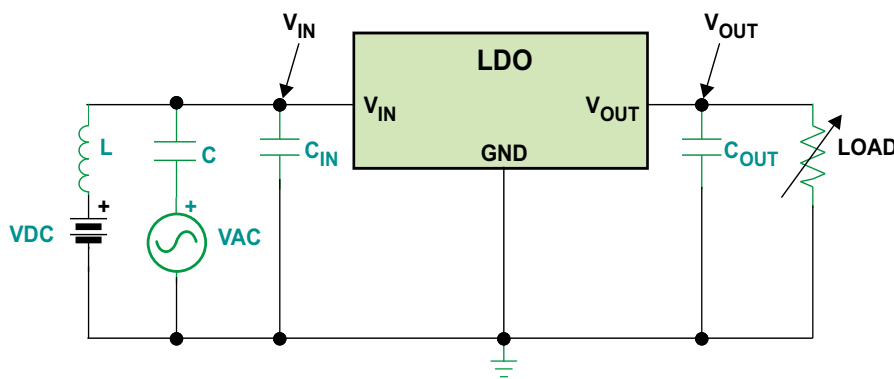


图 2. 测量LDO的PSRR的基本方法

2. 使用和放大器法测量PSRR

为了改进 PSRR 的测量方法，推荐的方法是，使用一个高带宽放大器作为总和节点来输入信号并提供 VAC 和 VDC 之间的隔离。德州仪器使用 TPS72715 LDO 和 THS3120 高速放大器对这一方法进行了测试和验证。基本结构如图 3 所示。PSRR 在无负载的条件下进行测量，而测量结果图与数据表中的 PSRR 结果图相一致。

当使用此方法测量 PSRR 时，请记住以下几点：

- 在测量前，应去掉 LDO 的输入电容，因为它将引起高速放大器的不稳定。
- 当测量 V_{in} 和 V_{out} 时，应使用高阻抗探头（示波器或网络分析仪）迅速接触 V_{in} 或 V_{out} 引脚，以便使探头电感的影响降至最低。
- 在这里测试探头不应具有过长的导线，否则将增大电感并影响测量结果。
- 当确定交流及直流输入的数值时，应考虑以下条件：
 - VAC （最大值）+ $VDC < LDO$ 的 V_{ABS} （最大值）
 - $VDC - VAC > LDO$ 的 V_{UVLO}
 此外，若满足以下条件，将会得到最好结果：A
 - $VDC - VAC > V_{out} + V_{do} + 0.5$ 这里 V_{out} 是 LDO 的输出电压， V_{do} 是工作点的额定压降。
- 在非常高的频率下，放大器的响应将开始减弱应用于 LDO 的 VAC 信号。在某些时候，被减弱的 VAC 将会过小而无法在 LDO 的输出端测到。
- 随着负载电流的增加，LDO 的开环输出阻抗将会减小（因为 MOSFET 的输出阻抗与漏电流成反比），从而降低增益。增加负载电流也会将输出极点推向更高的频率，从而增大了反馈回路的带宽。负载的增加带来的实际效果是，减小了更低频率的 PSRR（由于增益的减小），而增大了更高频率的 PSRR。

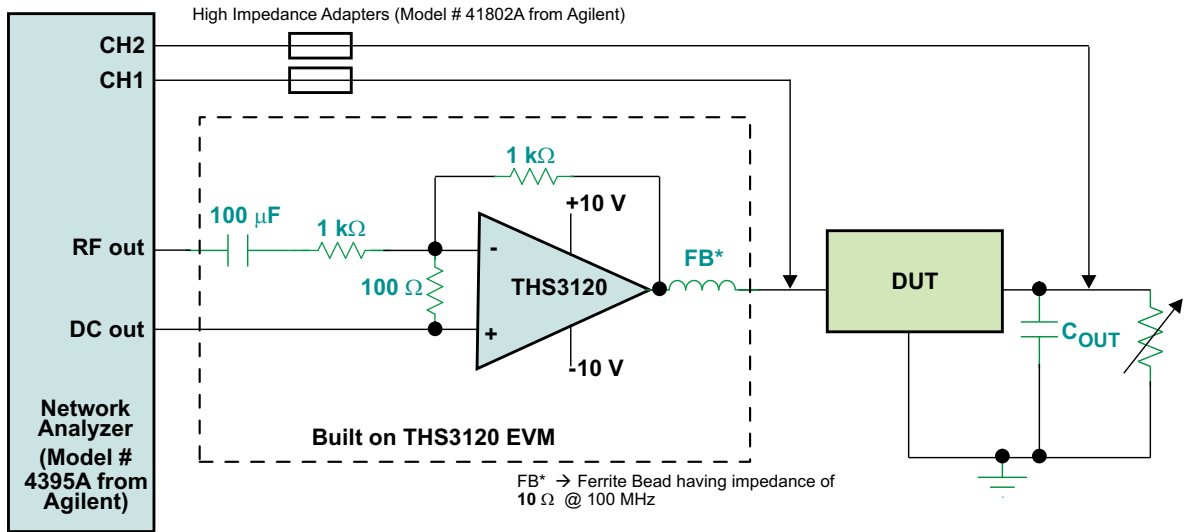


图 3. 测量 LDO 的 PSRR 的推荐方法

图 4 显示的是使用这种方法测量 PSRR 的结果图。

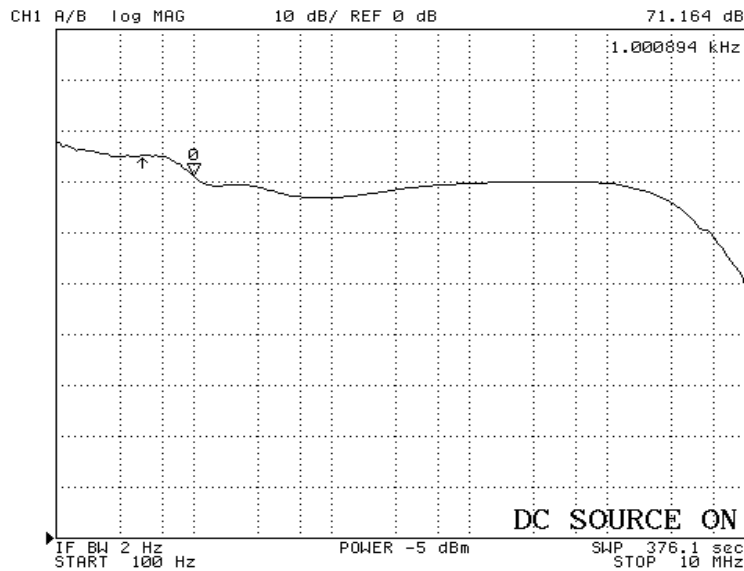


图 4. 使用推荐方法测量所得到的 PSRR

THS3120 适用于测量最大值为 $V_{DC} = 5V$, Frequency = 10MHz 并且 $I_{load} = 400mA$ 的 PSRR。

用示波器测量 PSRR

如果用户没有网络分析仪，那么一个更简单但更麻烦的方法是使用一个信号发生器、直流电源和示波器来测量 PSRR。用信号发生器产生一个交流信号，与直流信号一起作为 LDO 的输入，这与前面所提到的方法是一样的，然后用一个示波器以不同频率来测量 LDO 的输出。PSRR 由公式 1 计算得到，其中 $Ripple(input)$ 是输入交流信号的幅度，而 $Ripple(output)$ 是输出信号的幅度。以不同频率的 VAC 重复以上测量过程，以产生 PSRR 曲线图片段。这一方法可以与上一节所描述的结构一起使用。然而由于示波器的分辨率和灵敏度有限，这一方法仅仅对具有更低 PSRR 值的 LDO 适用。由于大多数示波器可以测量到毫伏的范围，因此使用示波器可实际测量到的 PSRR 的最大范围约为 40dB-50dB。

在德州仪器的TPS78101 评估板上，使用信号发生器和示波器对 PSRR 进行测量。输入与输出波形如图 5 所示。

测试条件如下：

- $V_{out} = 3V$
- $I_{load} = 150mA$
- 1kHz 时 $V_{AC} = 1V$ (p-p)
- $V_{DC} = 4.3V$ dc

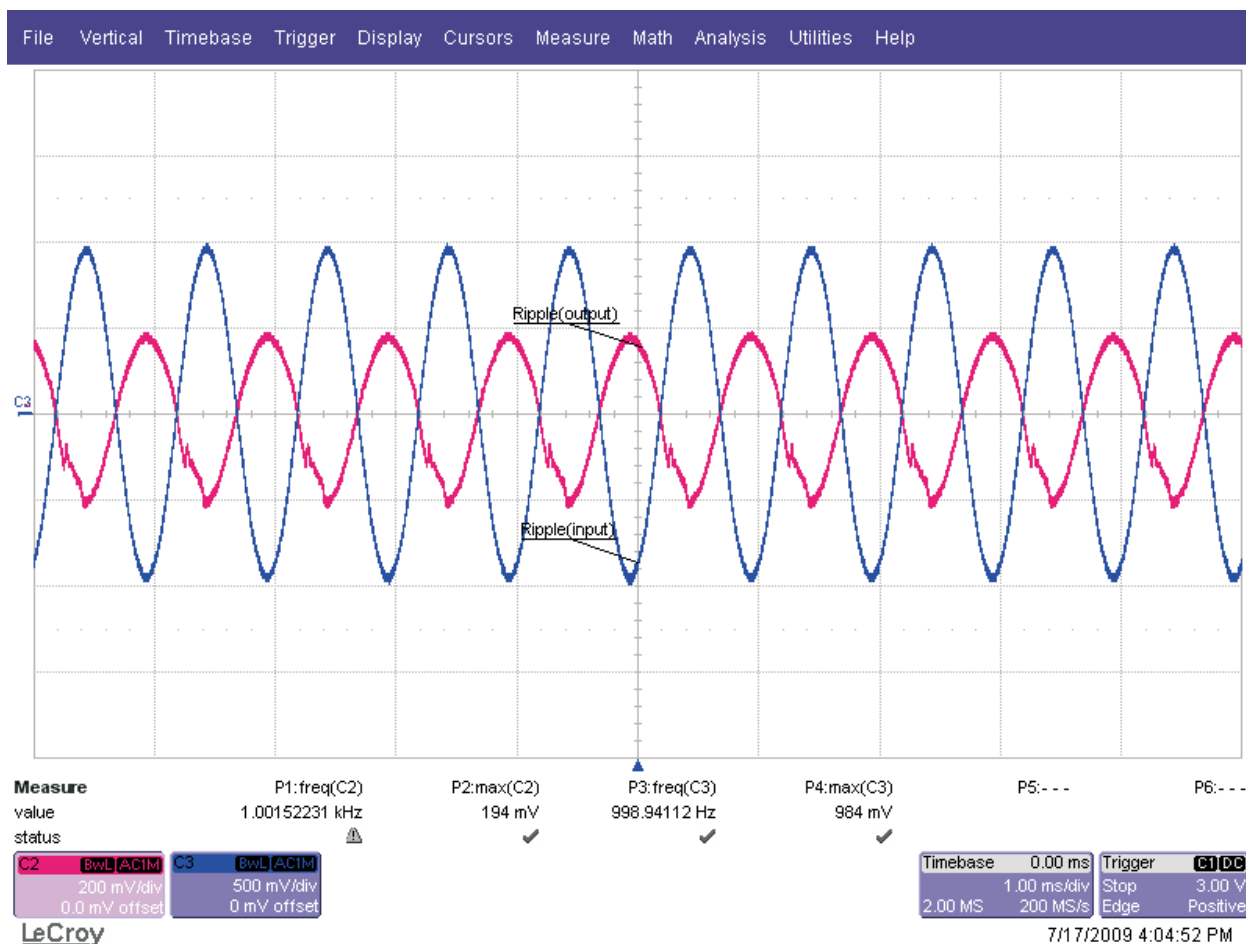


图 5. 用示波器测量 PSRR 的输入及输出波形

由图 5 中的波形可计算得到 PSRR：

$$\text{Ripple(input)} = 984 \text{ mV}$$

$$\text{Ripple(output)} = 194 \text{ mV}$$

$\text{PSRR} = 20 \log_{10}(\text{Ripple(input)} / \text{Ripple(output)}) = 20 \log_{10}(0.984/0.194) = 14.10\text{dB}$ ，这一结果与 TPS78101 的数据表中规定的 PSRR 相一致。

本应用报告给出了测量一个 LDO 的 PSRR 的多种方法并解释了测量 PSRR 时需要考虑的不同方面。

产品

DSP – 数字信号处理器	http://www.ti.com.cn/dsp
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
放大器和线性器件	http://www.ti.com.cn/amplifiers
接口	http://www.ti.com.cn/interface
模拟开关和多路复用器	http://www.ti.com.cn/analogswitches
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
RF/IF 和 ZigBee® 解决方案	http://www.ti.com.cn/radiofre
RFID 系统	http://www.ti.com.cn/rfidsys
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
时钟和计时器	http://www.ti.com.cn/clockandtimers
标准线性器件	http://www.ti.com.cn/standardlineard
温度传感器和监控器	http://www.ti.com.cn/temperaturesensors
微控制器 (MCU)	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

安防应用	http://www.ti.com.cn/security
工业应用	http://www.ti.com.cn/industrial
计算机及周边	http://www.ti.com.cn/computer
宽带网络	http://www.ti.com.cn/broadband
汽车电子	http://www.ti.com.cn/automotive
视频和影像	http://www.ti.com.cn/video
数字音频	http://www.ti.com.cn/audio
通信与电信	http://www.ti.com.cn/telecom
无线通信	http://www.ti.com.cn/wireless
消费电子	http://www.ti.com.cn/consumer
医疗电子	http://www.ti.com.cn/medical
GPS-个人导航设备	http://www.ti.com.cn/gps
便携式医疗仪表	http://www.ti.com.cn/pmi

最新书籍/CD索取 <http://www.ti.com.cn/literature>

热门产品

TI 高性能模拟 >> 您的成功之道™

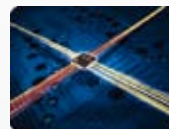
CC28070/UCC28060	让 PFC 登上新的台阶, 效率更高、设计更简便, 可升级至更高功率。	http://www.ti.com.cn/ucc28070
ADS5281	8 倍电源效率, 功耗最低的 8 通道 10 位和 12 位 ADC – 最高 65MSPS.	http://www.ti.com.cn/ads5281
TAS5706	聆听不同之处, 业界领先闭环、数字输入 D 类放大器。	http://www.ti.com.cn/tas5706
AFE5805	超声波 AFE 实现完美影像, 体积缩小 50%、噪声降低 40%、功耗减少 20%。	http://www.ti.com.cn/afe5805
CC2480	ZigBee® 轻松实现, Z-Accel™ 简化了设计、缩短了上市时间。	http://www.ti.com.cn/cc2480
TPS2358/TPS2359	双槽热插拔, 适用于 AdvancedMC™ 的自然集成的解决方案。	http://www.ti.com.cn/tps2359
SN65HVS882	集成输入, 首款 8 通道数字输入串行器。	http://www.ti.com.cn/sn65hvs882



模拟eLAB

TI Analog eLAB™ 设计中心可以为您的所有设计需求提供帮助。

<http://www.ti.com.cn/analogelab>



TI 汇

专业为您打造的绿色通道, TI 最新的产品讯息一网打尽。

<http://www.ti.com.cn/tialbum>



培训

参与 TI 技术培训, 资深工程师与您面对面。

<http://www.ti.com.cn/training>



TI 知识库

半导体技术支持知识库旨在帮助您解答有关 TI 半导体产品和服务的技术问题。

<http://www.ti.com.cn/knowledgebase>



TI 热榜

聚焦工程师的目光, 最新最热样片申请及技术资料下载榜单。

<http://www.ti.com.cn/hotrank>



质量与无铅(Pb-Free)数据

快速查找无铅 (RoHS) 和绿色环保材料成分的详细信息, 以及转换日期和可供应日期。

<http://www.ti.com.cn/productcontent>

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

产品

放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated