

非常见问题解答—第143期 低功耗会烧毁器件？ 低电流损耗也可能带来麻烦

作者：Abhinay Patil

共享



问题：

我更换了一个更新更好的器件，具有更低的电流损耗。结果发生故障，新器件甚至烧毁。请问您如何解释这一现象？

答案：

线性稳压器是相当简单的器件，并没有太多挑战。尽管如此，偶尔还是会遇到麻烦。

我当现场应用工程师时，有时客户会请我推荐替代其他供应商的器件。在许多情况下，器件的替换由客户的生产、采购团队决定，而原来的电路设计师可能并不知晓这个变更。决策过程相当简单：替换器件应当具有相同的功能、封装和引脚配置，以及与被替换器件同等甚至更好的电气规格。只要满足所有这些要求，就向元器件工程师提供必要的比较数据，将新元器件添加到材料清单中，作为第二供应商备选件。做完这些，应当大功告成。但事实上，使用旧器件正常工作的产品在替换为备选件后，在生产线上开始失效。哪里出错了呢？

我曾参与解决这样一个案例，我们遵循上述流程，在客户设计中，将一个隔离式RS-485收发器作为另一供应商器件的第二供应商。两个器件形状、尺寸和功能兼容，而我们的器件具有更好的电气规格。客户随后向我们下了大量此器件的订单，似乎没有任何理由出错。然而，客户报告说，新的RS-485收发器在生产

测试台上开始失效。由于设计中没有任何别的改变，所以一定是图中的新器件出错了。

经过进一步调查，我们发现为收发器总线侧供电的线性稳压器未按预期稳压至5V，而是上升到更高的电压。我们不得不仔细检查、比较旧收发器和替换件的数据手册，以及线性稳压器的数据手册，以确定哪里出错了。

“更好”是一个定性术语，具体取决于所讨论的参数。例如，当涉及到速度、CMRR、PSRR时，越高越好；当涉及到失调电压、漂移时，越低越好；而您不需要太多工程知识就知道功耗总是越低越好。真的是这样吗？在这个特殊案例中，并非如此。旧收发器闲置状态下在总线侧消耗15mA（典型值）电流，而新器件仅消耗2mA（最大值）。毫无疑问，新器件在数据上看起来更好。不幸的是，线性稳压器似乎失常了。

正如本文开头提到的，线性稳压器相当简单，并没有太多要求。然而，它的一个特殊要求是需要最小负载电流才能正常工作。如果这一需求没有被满足，稳压器将无法正常稳压，输出电压超出范围。如果稳压器的输入电压远高于期望的输出电压，情况将变得更差。阅读[优秀文章](#)，了解有关此主题的更多细节。¹

许多现代线性稳压器在设计中特别注意了这个问题，因而不会产生故障。一些旧器件（如本案中客户设计所用的器件）没有考虑此点，因此在系统设计时需要额外的预防措施。某些情况下，可调输出LDO的反馈电阻网络负责最小负载电流。不幸的是，如果决定大幅提高电阻，同时保持相同比值，很可能无意中闯祸。还有另外一种情况，即由LDO供电的器件在正常工作期间满足负载要求，而在待机状态下则不行。这些都是需要注意的潜在缺陷，因此请务必仔细阅读LDO数据手册。如果有最小负载电流要求，通常以某种形式体现出来。下面是几个示例：

Load Regulation	10 mA ≤ I _{OUT} ≤ I _{MAX} ⁽¹⁾⁽³⁾	T _J = 25°C	0.1%	0.3%
		Over Full Operating Temperature Range	0.3%	1%
I _{MIN}	Minimum Load Current ⁽³⁾	-40°C to +125°C	1	mA

图1. 数据手册中的最小负载电流实例

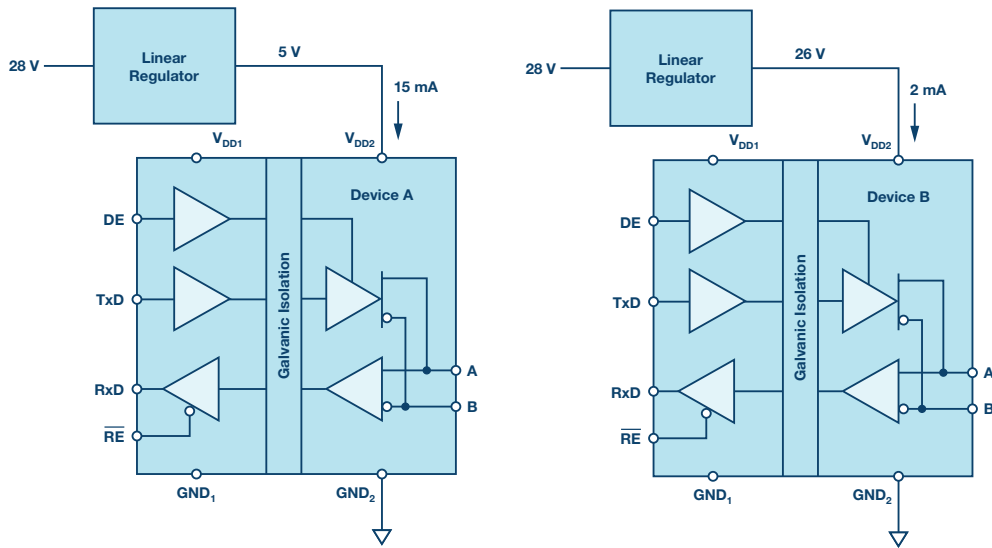


图2. 左边线路图: 采用旧器件的稳压器正常工作 (满足最小负载电流要求)。右边线路图: 采用新器件的稳压器不稳定 (负载电流不足)

回到我们的故事——一旦了解了问题产生的根本原因，那么修复就相当简单。我们要做的就是调节器输出端加一个泄放电阻，以消耗最小负载电流。虽然不理智的客户很容易将问题简单地归咎于我们的器件，但本例中的客户看到了积极的一面，很高兴能从这一案例中学习新技术。

有如童话中的完美结局——虽然有牺牲，但最终每个人都过上了幸福快乐的生活。

参考文献

1. Luca Vassalli “[最小负载电流工作 — 零负载工作](#)” 模拟对话，第48卷，2014年9月。

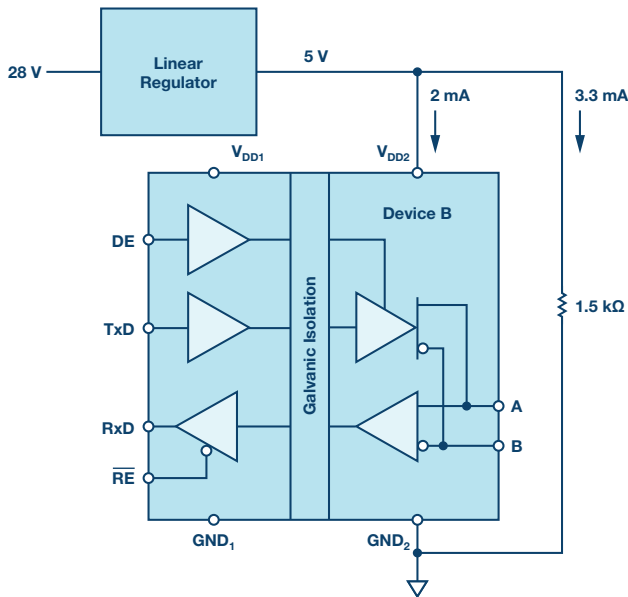


图3. 增加一个泄放电阻满足最小负载电流要求后，问题解决了。

Abhinay Patil [Abhinay.patil@analog.com]于2003年加入ADI公司，现在印度班加罗尔任大客户现场应用经理。他拥有电子通信工程学士学位。



Abhinay Patil