

通过任意长度的铜线控制远端负载的电压

设计要点 529

Philip Karantzalis

引言

在功率分配系统中，由于稳压器和负载之间的电缆 / 导线压降而产生稳压问题是很常见。导线电阻、电缆长度或负载电流的任何增加都会使配电线上的压降增大，从而扩大负载上的实际电压与稳压器所获电压之间的差异。改善长电缆线路上稳压能力的一种方法是通过在稳压器和负载之间采用四线式开尔文 (Kelvin) 连接，直接地在负载上测量电压。不幸的是，这种解决方案需要额外导线布设至负载以及在靠近负载增设开尔文电阻器，因此当无法接近负载进行相应的变更时，其就变得不可行。另一种方法则是采用大直径的导线 (从而降低稳压器到负载之间的电阻) 以最大限度地减小电压降。这种做法虽然在电气方面十分简单，但是从机械的角度来说却会很复杂。增大电缆芯线的尺寸会显著地增加空间要求和成本。

另一种用于替代增设附加配线的方案是利用 LT[®]6110 电缆 / 导线压降补偿器，以对稳压器上的压降实施补偿，而无需在稳压器和负载之间排布额外的电缆 / 配线。本文将说明 LT6110 怎样对多种不同的“稳压器至负载”压降作出补偿以改善稳压。

LT6110 电缆 / 导线补偿器

图 1 示出了单线式补偿方框图。如果远端负载电路未共享稳压器的地，则需要两根导线，一根导线连接至负载，另一根则是接地回线。LT6110 高压侧放大器通过测量检测电阻器 R_{SENSE} 两端的电压 V_{SENSE} 来检测负载电流，并输出一个与负载电流 I_{LOAD} 成比例的电流 I_{IOUT} 。可利用 R_{IN} 电阻设置 I_{IOUT} 在 $10\mu A$ 至 $1mA$ 之间。电缆 / 导线压降 V_{DROP} 补偿是通过经由 R_{FA} 反馈电阻器吸收 I_{IOUT} 以增加稳压器的输出来实现，而增量则等于 V_{DROP} 。LT6110 电缆 / 导线压降补偿设计很简单：设定 $I_{IOUT} \cdot R_{FA}$ 的乘积等于最大电缆 / 导线压降。

LT6110 包括一个内部 $20m\Omega$ R_{SENSE} ，适合高至 $3A$ 的负载电流；对于大于 $3A$ 的 I_{LOAD} 则需要使用一个外部 R_{SENSE} 。该外部 R_{SENSE} 可以是一个检测电阻、一个电感器的 DC 电阻或一个 PCB 走线电阻。除了 I_{IOUT} 吸收电流之外，LT6110 I_{MON} 引脚还提供了一个供电电流 I_{MON} ，用以补偿如 LT3080 等参考于电流的线性稳压器。

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

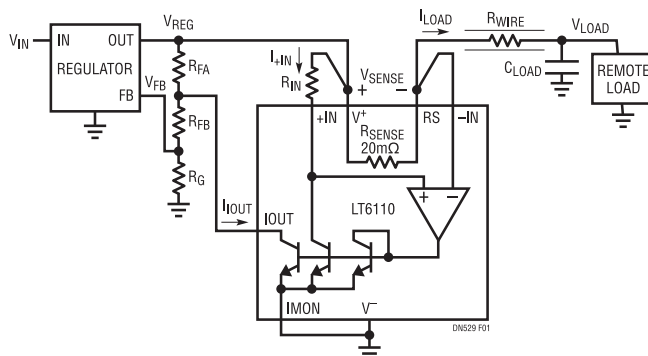


图 1：无需额外的导线即可补偿至一个远端负载的导线压降

补偿降压型稳压器的电缆压降

图2示出了一个完整的电缆 / 导线压降补偿系统，该系统由一个 3.3V、5A 降压型稳压器和一个 LT6110 组成，其用于调节一个通过 20 英尺之 18 AWG 铜线连接的远端负载电压。降压型稳压器的 5A 输出需要使用一个外部 R_{SENSE} 。

流过 $140\text{m}\Omega$ 导线电阻和 $25\text{m}\Omega$ R_{SENSE} 的最大 5A I_{LOAD} 将产生一个 825mV 压降。对于 $0\text{A} \leq I_{LOAD} \leq 5\text{A}$ ，如要调节负载电压 V_{LOAD} ，那么 $I_{IOUT} \cdot R_{FA}$ 必须等于 825mV 。这有两种设计选项：选择 I_{IOUT} 并计算 R_{FA} 电阻器阻值，或者针对非常低的电流来设计稳压器的反馈电阻并计算 R_{IN} 电阻器阻值以设定 I_{IOUT} 。通常情况下， I_{IOUT} 被设定为 $100\mu\text{A}$ (I_{IOUT} 误差在 $30\mu\text{A}$ 至 $300\mu\text{A}$ 范围为 $\pm 1\%$)。在图2所示的电路中，反馈通路电流为 $6\mu\text{A}$ ($V_{FB} / 200\text{k}$)， R_{FA} 电阻为 10k ，而且必须计算 R_{IN} 电阻器的阻值以设定 I_{IOUT} 。 $R_{FA} = 825\text{mV}$ 。

$$I_{IOUT} = V_{SENSE} / R_{IN}, I_{IOUT} \cdot R_{FA} = V_{DROP}$$

和

$$R_{IN} = R_{FA} \cdot \frac{R_{SENSE}}{R_{SENSE} \cdot R_{WIRE}}$$

以及

对于 $R_{FA} = 10\text{k}$ 、 $R_{SENSE} = 25\text{m}\Omega$ 和 $R_{WIRE} = 140\text{m}\Omega$ 、 $R_{IN} = 1.5\text{k}$ 。

如果没有电缆 / 导线压降补偿，那么负载电压中的最大变化量 ΔV_{LOAD} 可达 700mV ($5 \cdot 140\text{m}\Omega$)，也就是说：

对于一个 3.3V 输出，误差为 21.2% 。LT6110 在 25°C 时可将 ΔV_{LOAD} 减小至仅为 50mV ，即误差为 1.5% 。负载调节性能的改善幅度达到了一个数量级。

精准负载调节

利用 LT6110 实现负载调节的适度改善并不需要进行准确的 R_{WIRE} 估算。负载调节误差是两个误差的结果：由于电缆 / 导线电阻引起的误差和源自 LT6110 补偿电路的误差。例如：当采用图2所示电路时，即使 R_{SENSE} 和 R_{WIRE} 的计算误差为 25% ，LT6110 仍可将 V_{LOAD} 误差减小至 6.25% 。

如欲实现精准的负载调节，则需准确地估算电源与负载之间的电阻。倘若准确地估算了 R_{WIRE} 、 R_{SENSE} 以及与导线相串联的电缆芯线和 PCB 走线的电阻，则 LT6110 能够对多种不同的压降实施高精度补偿。

利用 LT6110、准确的 R_{WIRE} 估算和精准的 R_{SENSE} 可减小 ΔV_{LOAD} 补偿误差，以在采用任意长度的导线情况下与稳压器的电压误差相匹配。

结论

LT6110 电缆 / 导线压降补偿器可改善远端负载的电压调节，在这里，如果未实施压降补偿，则高电流、长电缆线路和电阻将会显著地影响稳压能力。无需增设检测导线、购买开尔文电阻器、使用更多的铜或部署负载点稳压器 (这些都是其他解决方案的常见缺陷) 即可实现准确的调节。与此相反，补偿器解决方案不仅所需的极小，同时还可最大限度地降低设计的复杂性和组件成本。

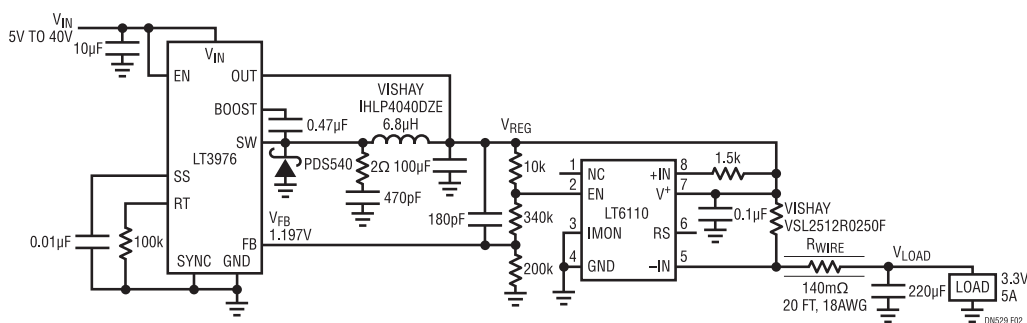


图2：高电流远端负载调节实例：一个具有 LT6110 电缆 / 导线压降补偿功能的 3.3V、5A 降压型稳压器

产品手册下载

www.linear.com.cn/LT6110

如要获得更多资料或技术支持，请与我们联系或当地分销商联系，也可浏览我们的网址：
www.linear.com.cn 或电邮到 info@linear.com.cn

凌力特

Linear Technology
www.linear.com.cn
香港电话: (852) 2428-0303
深圳电话: (86) 755-2360-4866
上海电话: (86) 21-6375-9478
北京电话: (86) 10-6801-1080

艾睿电子

Arrow Electronics
www.arrow.com
香港电话: (852) 2484-2484
深圳电话: (86) 755-8836-7918
上海电话: (86) 21-2215-2000
北京电话: (86) 10-5606-4000

科通集团

Comtech Group
www.comtech.com.cn
香港电话: (852) 2730-1054
深圳电话: (86) 755-2698-8221
上海电话: (86) 21-5169-6680
北京电话: (86) 10-5172-6678

骏龙科技

Cyletech Technology
www.cyletech.com
香港电话: (852) 2375-8866
深圳电话: (86) 755-2693-5811
上海电话: (86) 21-6440-1373
北京电话: (86) 10-8260-7990

dn529f 0914 146.2K • PRINTED IN CHINA


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2014