

## Application Note

如何使用 **BQ25758** 补偿电缆损耗

Jeff Falin

## 摘要

许多直流/直流转换器（如 **BQ25758**）都提供了遥感引脚，用于稳定转换器输出电压。该遥感引脚可能无法直接连接到系统负载，而使用电缆将稳压输出连接到系统负载，会产生有限的电阻。该电阻在负载电流的作用下会产生压降，压降会随系统负载的变化而变化。随着系统负载增加，负载电压会低于编程的电压值。本应用手册提供了一个外部模拟电路，用于补偿电缆上与系统负载呈函数关系的阻性压降。

## 内容

1 引言.....	2
2 推导.....	2
3 测量结果.....	4
4 总结.....	4
5 参考资料.....	4

## 插图清单

图 1-1. BQ25758 典型应用方框图.....	2
图 2-1. BQ25758 和电缆补偿电路方框图.....	2

## 表格清单

表 3-1. VAC = 20V 且 T <sub>A</sub> = 25°C 时的测量结果.....	4
--	---

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

图 1-1 所示为 BQ25758 直流/直流稳压器的方框图。

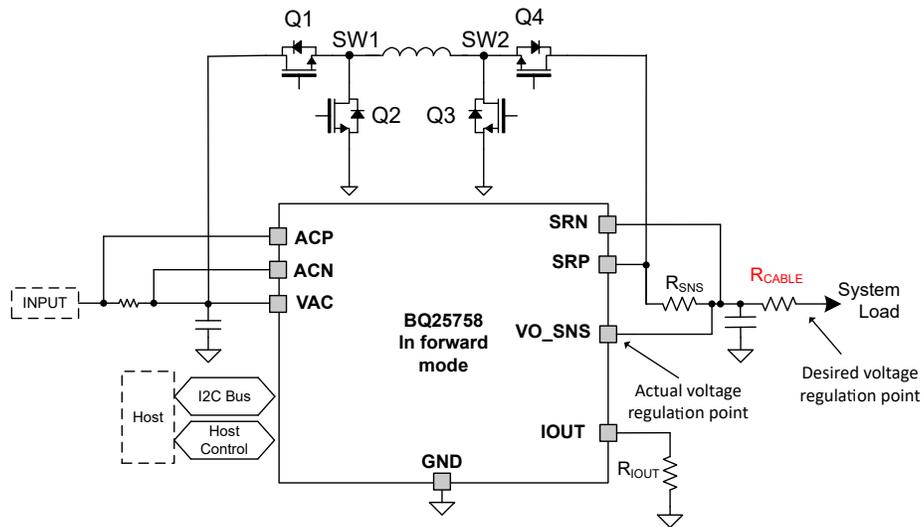


图 1-1. BQ25758 典型应用方框图

BQ25758 的 VO\_SNS 引脚是稳压点。转换器的 VO\_SNS 应尽可能靠近系统负载连接，避免产生电阻损耗。然而，如果需要使用电缆将终端设备的输出连接到系统负载，则电缆电阻会导致 VO\_SNS 稳压点到系统负载之间产生压降。如果始终知道电缆电阻和系统负载电流，或者可以使用 ADC 测量系统负载，则主机软件可以根据系统负载函数增加稳压点电压来解决压降问题。通常，系统负载变化太大或太快，导致主机软件无法响应。下一节将介绍一种动态补偿已知电缆电阻两端压降的不同方法。

## 2 推导

图 2-1 中以蓝色突出显示的模拟反馈电路由四个附加元件组成，可以计算电缆上与系统负载呈函数关系的压降。

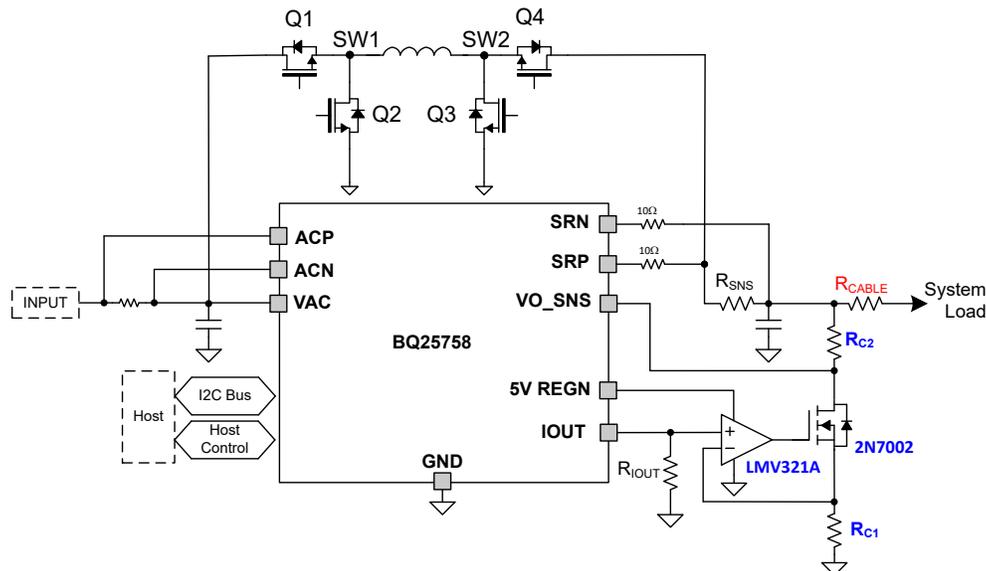


图 2-1. BQ25758 和电缆补偿电路方框图

主机软件会将 BQ25758 VOUT\_REG 寄存器编程为所需的稳压电压。R<sub>IOUT</sub> 的大小应至少比最大预期系统负载电流高 10%。然后，无论负载电流如何，转换器都会将 VO\_SNS 引脚调节为 VOUT\_REG 电压。但是，我们希望电缆另一侧的电压 VSYS\_LOAD 为 VOUT\_REG，这意味着：

$$V(SRN) = V_{OUT\_REG} + I_{SYS} \times R_{CABLE} = V_{SYS\_LOAD} + I_{SYS} \times R_{CABLE} \quad (1)$$

IOUT 引脚电压 V(IOUT) 与通过 SRN 和 SRP 引脚检测到通过电阻器 R<sub>SNS</sub> 的系统负载电流成正比。具体地说，

$$V(IOUT) = \frac{I_{SYS} \times V_{REF\_IOUT} \times R_{IOUT}}{K_{IOUT}(A \times k\Omega)} \quad (2)$$

其中 V<sub>REF\_IOUT</sub> 为 2V ± 0.5%，K<sub>IOUT</sub> 为 50A × kΩ ± 4%。LMV321A 放大器负反馈环路将补偿电阻器 RC1 两端的电压调节为 V(IOUT)，因此

$$V_{OUT\_REG} + \frac{V(IOUT)}{R_{C1}} \times R_{C2} = V(SRN) \quad (3)$$

结合这些公式可得出

$$V_{SYS\_LOAD} + I_{SYS} \times R_{CABLE} = V_{OUT\_REG} + \frac{I_{SYS} \times V_{REF\_IOUT} \times R_{IOUT}}{K_{IOUT}(A \times k\Omega)} \times \frac{R_{C2}}{R_{C1}} \quad (4)$$

而

$$V_{SYS\_LOAD} + I_{SYS} \times R_{CABLE} = V_{OUT\_REG} + \frac{I_{SYS} \times V_{REF\_IOUT} \times R_{IOUT}}{K_{IOUT}(A \times k\Omega)} \times \frac{R_{C2}}{R_{C1}} \quad (5)$$

可简化为

$$\frac{R_{C2}}{R_{C1}} = R_{CABLE} \times \frac{K_{IOUT}(A \times k\Omega)}{V_{REF\_IOUT} \times R_{IOUT}} \quad (6)$$

在 R<sub>SNS</sub> << R<sub>CABLE</sub> 且已知 K<sub>IOUT</sub>/V<sub>REF\_IOUT</sub> 约为 125 Ω/R<sub>SNS</sub> 的情况下，在选择一个 10kΩ 范围内的补偿电阻器后，可以使用下面的公式来确定另一个补偿电阻器的值。

$$\frac{R_{C2}}{R_{C1}} = \frac{125\Omega \times R_{CABLE}}{R_{SNS} \times R_{IOUT}} \quad (7)$$

### 3 测量结果

在空载时禁用 PFM 以降低稳压点电压的情况下，无论系统负载电流如何，转换器在 VO\_SNS 引脚上的电压稳压精度在温度范围内均为  $\pm 2\%$ 。如果  $R_{\text{CABLE}} = 0.250\ \Omega$  将 VO\_SNS 连接到系统负载，并且不提供电缆补偿，则 VSYS\_LOAD 处的电压可能是  $V_{\text{OUT\_REG}} \pm 2\% - 0.250\text{mV/A}$  系统负载。

电缆补偿电路旨在校正系统负载上的这种电压降低现象。使用电缆补偿电路测量的结果， $R_{\text{CABLE}} = 0.250\ \Omega$ ， $R_{\text{IOUT}} = 6.19\text{k}\ \Omega$ ， $R_{\text{C1}} = 10\text{k}\ \Omega$ ，并且根据 [方程式 7](#)， $R_{\text{C2}} = 10.1\text{k}\ \Omega$ ，如 [表 3-1](#) 所示。

表 3-1. VAC = 20V 且  $T_A = 25^\circ\text{C}$  时的测量结果

VOUT_REG (V)	ISYS_LOAD (A)	VSYS_LOAD (V)
5	0	5.007
5	1	5.035
5	3	5.063
9	0	9.025
9	1	9.042
9	3	9.066
12	0	12.018
12	1	12.037
12	3	12.063
15	0	15.023
15	1	15.046
15	3	15.072
15	5	15.090
20	0	20.057
20	1	20.077
20	3	20.095
20	5	20.105

在计算中， $V(\text{IOUT})$  具有  $K \pm 4\%$  和  $V_{\text{REF}} \pm 0.5\%$  的变化，并且忽略  $\pm 0.5\%$  或更佳电阻的影响，最坏情况下温度范围内的直流调节精度为  $\pm (4\% + 0.5\% + 2\%) = 6.5\%$ ，平均上升斜率为  $+14\text{mV/A}$ ，比  $0.250\ \Omega$  电缆的  $-250\text{mV/A}$  提高了 20 倍。

### 4 总结

本应用手册提供了一个由运算放大器、n 沟道 MOSFET 和两个电阻器组成的外部模拟电路，用于补偿在 BQ25758 VO\_SNS 引脚到系统负载连接点之间产生压降的电阻损耗。

### 5 参考资料

- 德州仪器 (TI)，[BQ25758：具有宽电压范围的 I2C 控制型、双向降压/升压控制器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI)，[LMV3xxA 低电压、轨到轨输出运算放大器](#) 数据表。
- Onsemi，[2N7002-N-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor](#), data sheet.

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司