

设计要点

新型仪表放大器在低压电源上实现了输出摆幅的最大化

设计要点 323

Glen Brisebois

引言

长期以来，仪表放大器一直饱受输出摆幅问题的困扰，即使在并未违反输入共模范围和输出电压摆幅规格要求的情况下也不能幸免。这是因为第一级的仪表放大器具有能被限幅于未规定电平的内部输出电压。虽然这种限幅本身对于用户而言并不容易察觉，但它却对输出摆幅有著不利的影响，往往会导致增益下降，从而产生一个无效结果。凌特公司新推出的LTC®6800和LT®1789-10均解决了该输出摆幅问题，只是它们采取的方法截然不同。LTC6800采用了一个跨接电容器差分电平移位器，并在其后设置一个轨至轨输出自动置零放大器。LT1789-10则是一款更加传统的三运放仪表放大器，不过它采用了一种在末级获取增益的特别方法。

问题的更清晰描述

图1示出了传统的三运放式仪表放大器(IA)拓扑结构。假定所采用的运放能共模至 V_S^- 并具有轨至轨输出级。这通常意味着输入电压可以位于 V_S^- 至与 V_S^+ 相差1V的电压值之间，而输出则可位于电源轨之

内。但是，对该电路的分析表明这些条件并不足以确保获得一个有效的输出。

例如，假设IA由一个单5V电源($V_S^+ = 5V$, $V_S^- = 0V$)来供电，增益设定值为3($R_G = R_F$)，而且其输入电压以 $V_{CM} = 0.5V$ 为中心。现在，随著差分输入电压在0.5V共模电压附近被提升，放大器A1和A2的输出电压也彼此分开。但是，仍应注意当差分输入电压(V_{DM})达到1/3V时将发生什么现象。在这一点上，A1的输出变为1V，A2的输出变为0V，并被负电源轨所限幅。尽管并未超过规定的输入共模范围或输出摆幅，但这种情况还是发生了。

关于这种特定的错误模式，有可能使人产生误解的是增益并未下降至零，因此若只匆忙地进行一般验证测试，则或许并不能发现问题。增益有所下降，但A1和A3仍然保留了一条部分信号增益通路(当然，这是在A3被限幅之前)。图2示出了一个与上文所述相似的IA在采用一个单5V电源供电时，整个有效输出摆幅范围与输入共模之间的关系曲线¹。请注意在输入接近地或4V时，该IA基本上没有有效的输出摆幅！

LT、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

¹该曲线图实际上取自LT1789-1，它由于采用了一个电平移位输入PNP级而使靠近地电位的输出摆幅有所改进。

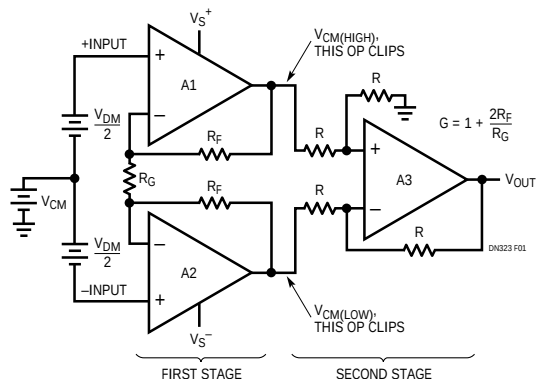


图1：传统的三运放仪表放大器。第一级能具有取决于 V_{CM} 的限幅问题。这会降低增益并给出一个错误的输出电压读数

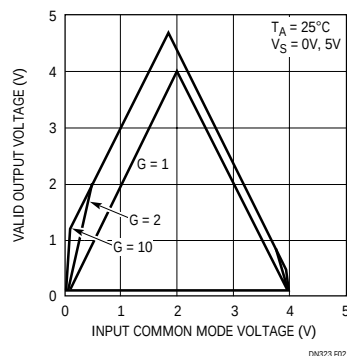


图2：采用轨至轨输出运放不能确保输入共模范围内的输出摆幅

解决方案

图3示出了相同的曲线图，不过这次取自LT1789-10，可注意到改善的惊人幅度。LT1789-10的简化电路图示于图4。输入端上的PNP晶体管起电平移位的作用，它把输入电压提升一个 V_{BE} ，从而确保了接近 V_S^- 的有效小信号输入和输出范围(对于A1和A2)。但实现输出摆幅这一巨大改善的真正关键还在于末级中数值为10的增益。对于一个给定的整体增益设定值和期望的输出摆幅，通过在末级获取增益可使第一级的输出无需要求同样大的摆幅。

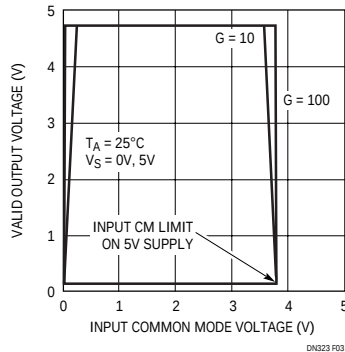


图3：LT1789-10几乎可在整个输入共模范围内提供实际的轨至轨输出有效性

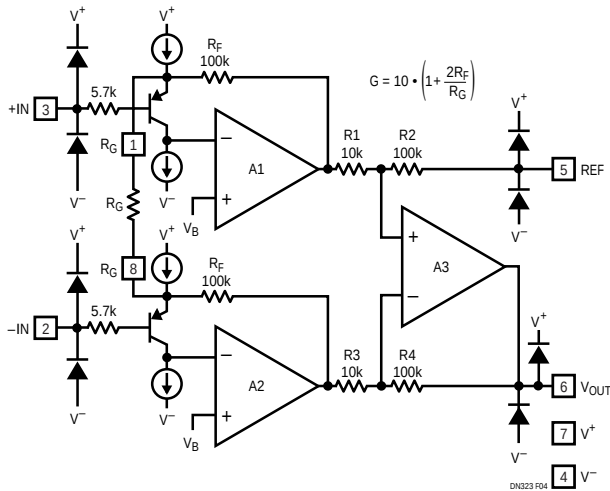


图4：LT1789-10方框图。PNP输入发生电平移位而离开 V_S^- 。由于在A3附近获得了数值为10的增益，因而放宽了对A1和A2的输出摆幅要求

LTC6800 解决方案

LTC6800 实现了对输出摆幅与输入共模关系问题的相似免疫力，但采用完全不同的方法。如图5所示，该器件采用了一个跨接电容器差分电平移位器，并在其后设置了一个非常精准的自动置零输出运放。该轨至轨输出运放的增益可采用传统的双电阻器方法来进行配置，并遵循通常的同相增益公式 $G = 1 + R_F/R_G$ 。

图6示出了LTC6800的有效输出摆幅与输入共模之间的关系曲线。当增益为1时，有效输出被运放A1的输入共模范围限幅于3.5V左右。在曲线图中的其他地方，类似斜坡的限制特性是由轨至轨输入开关的输入关联电压以及电源轨处的电容器限幅所致。与LT1789-10一样，与图2所示的传统结果相比，LTC6800的性能也有了显著的改进。

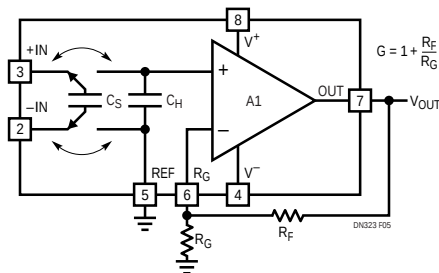


图5：LTC6800方框图(同时还示出了外部增益设定电阻器)

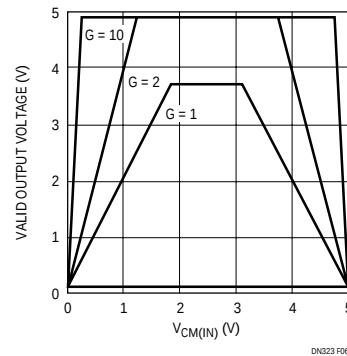


图6：LTC6800输出摆幅与输入共模范围的关系曲线。与传统架构相比有了大幅度的改善

产品手册下载

<http://www.linear.com.cn/go/dnLTC6800>
<http://www.linear.com.cn/go/dnLT1789-10>

如要获得更多资料或技术支持，请与我们的销售部或当地分销商联络，也可浏览我们的网址：
www.linear.com.cn 或电邮到 info@linear-tech.com.hk

凌特有限公司
Linear Technology Corporation Ltd.
www.linear.com.cn

香港办事处
电话：(852)2428-0303
传真：(852)2348-0885

上海办事处
电话：(021)6375-9478
传真：(021)6375-9479

北京办事处
电话：(010)6801-1080
传真：(010)6805-4030

骏龙科技有限公司
Cytech Technology Ltd.
www.cytech.com

香港电话：(852)2375-8866 传真：(852)2375-7700
北京电话：(010)8268-4280 传真：(010)8268-4277
上海电话：(021)6440-1373 传真：(021)6440-0166
深圳电话：(0755)8386-7431 传真：(0755)8386-7954
南京电话：(025)481-0877 传真：(025)480-8023
成都电话：(028)8652-7116 传真：(028)8652-7556
西安电话：(029)837-8918 传真：(029)837-8919
武汉电话：(027)8736-0546 传真：(027)8736-0547
厦门电话：(0592)563-8488 传真：(0592)563-7169

裕利·香港科汇(亚太)有限公司裕利分部
Unique-A Division of Memec (Asia Pacific) Ltd.
www.unique-ap.com

unique-ltc@memec-asiapacific.com
香港电话：(852)2410-2778 传真：(852)2370-3247
北京电话：(010)8519-1866 传真：(010)8519-1865
上海电话：(021)6317-8226 传真：(021)6317-3446
深圳电话：(0755)8366-4329 传真：(0755)8366-4330
成都电话：(028)8652-8252 传真：(028)8652-8253
武汉电话：(027)8732-2646 传真：(027)8732-2729
西安电话：(029)822-9180 传真：(029)825-8595
厦门电话：(0592)516-4701 传真：(0592)516-4702
青岛电话：(0532)582-1322 传真：(0532)583-8372

dn323f 1003 34K • PRINTED IN CHINA

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2003