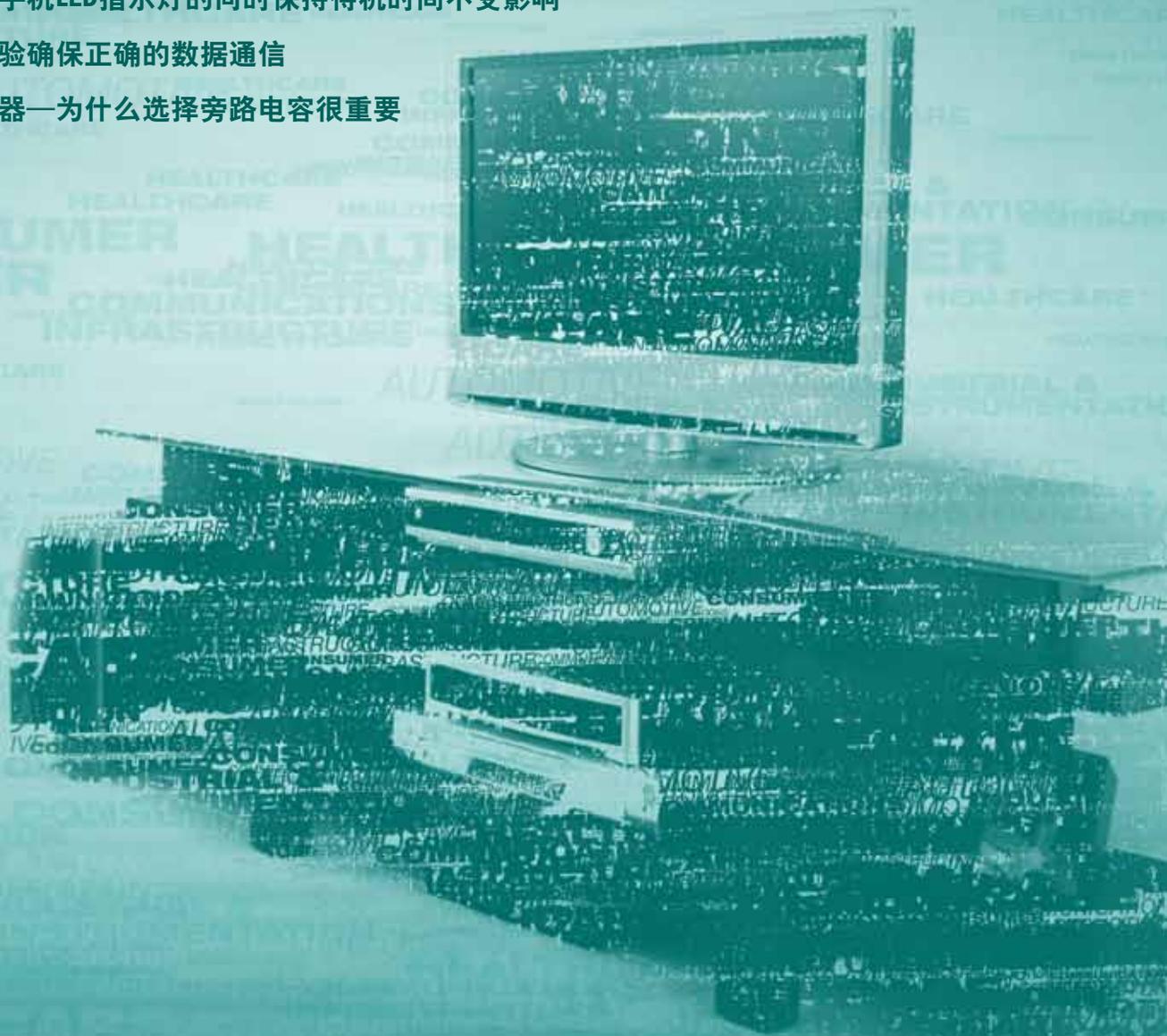


Analog Dialogue

本期介绍

- 2 编者寄语：新产品简介
- 3 电磁干扰滤波减少精密模拟应用中的误差
- 5 HDMI收发器简化家庭影院系统设计
- 9 利用SigmaDSP减小车载音响系统的噪音和功耗
- 11 如何在激活手机LED指示灯的同时保持待机时间不受影响
- 13 循环冗余校验确保正确的数据通信
- 14 低压差调节器—为什么选择旁路电容很重要



所有ADI产品数据手册都可在www.analog.com/zh网站查到, 只需在搜索框中输入产品型号即可。

本期介绍

电磁干扰滤波减少精密模拟应用中的误差

在医疗、汽车电子和工业应用中, 采用应变计、传感器接口和电流监控器的设备常常忽略来自外部信号的高频干扰问题。通过对放大器输入级中的RF信号进行非对称整流, 这种电磁干扰(EMI)可能会给精密模拟电路造成较大的直流失调。详情见第3页。

HDMI收发器简化家庭影院系统设计

大屏幕HDTV(高清电视)已获得消费者的广泛认可, 人们开始添置SOUNDBAR音箱和AVR等, 以完善他们的家庭影院系统, 提供更加出色的音频体验并令视频性能更臻完善。家庭影院系统现在能够提供高清多媒体接口(HDMI®)的所有最新特性(与设备无缝集成)。详情见第5页。

利用SigmaDSP减小车载音响系统的噪音和功耗

数字信号处理器(DSP)将家庭影院的优势带进汽车中, 用多媒体系统取代了收音机和CD播放器, 采用DSP可以实现更出色的音效和高度灵活性, 为乘客提供丰富多彩的多媒体体验。本文介绍一种新方法, 利用SigmaDSP®处理器和SigmaStudio™图形开发工具来减小车载音响系统的噪音和功耗。详情见第9页。

如何在激活手机LED指示灯的同时保持待机时间不受影响

人们日益强烈地要求手机制造商为手机提供状态LED, 以便在待机的同时提醒用户注意有未读消息、即将到来的约会安排或者其它通知。与此同时, 用户要求电池使用时间能够更长。这两个相互冲突的问题使手机制造商陷入了两难境地: 如何在为通知LED供电的同时, 保持较低的待机功耗? 详情见第11页。

循环冗余校验确保正确的数据通信

电子系统常常必须面对极端的温度、噪声或其它恶劣条件。为确保正常工作, 许多DAC实施循环冗余校验(CRC)方案, 即随24位数据发送一个8位校验和。如果接收的校验和与数据不一致, 输出引脚会发回错误指示。控制器清除错误并重新发送数据。详情见第13页。

低压差调节器—为什么选择旁路电容很重要

电容被广泛视为解决噪声问题的灵丹妙药, 值得予以高度重视。设计人员认为增加电容就会消除噪声问题, 但对电容和电压额定值以外的参数却考虑甚少。电容并非完美无缺, 也有寄生电阻和电感, 电容会随着温度和电压而变化, 而且电容对机械效应敏感。详情见第14页。

Dan Sheingold [dan.sheingold@analog.com]

Scott Wayne [scott.wayne@analog.com]

1月	
薄型、三轴、±3 g加速度计	ADXL337
225 MHz、双端口、HDMI接收器	ADV7612
165 MHz、低功耗、HDMI接收器	ADV7611
750 MHz、8 × 8模拟交叉点开关	ADV3228/ADV3229
750 MHz、16 × 8模拟交叉点开关	ADV3224/ADV3225
2月	
±1.5-g/±3-g/±6-g/±12-g三轴数字加速度计	ADXL312
双路/两相同步降压控制器	ADP1850
Blackfin®处理器	ADSP-BF504
余量微调控制、故障记录超级时序控制器	ADM1166
3月	
双通道、低功耗、轨到轨输入输出运算放大器	AD8546
双通道、精密、轨到轨输入输出运算放大器	AD8657
超低噪声、零漂移运算放大器	ADA4528-1
双通道、8位、250 MSPS、交错式模数转换器	AD9286
双通道、8位、250 MSPS、同步模数转换器	AD9284
8通道、12位、内置温度传感器的模数转换器	AD7291
16位、4 mA至20 mA环路供电电型数模转换器	AD5421
3 MHz、800 mA同步降压转换器	ADP2138/ADP2139
750 MHz至1150 MHz正交解调器	ADRF6801
双通道4 A隔离栅极驱动器	ADuM3221
高抗振性数字输出陀螺仪	ADXRS450
超高抗振性数字输出陀螺仪	ADXRS453
12位I/O精密模拟ARM7TDMI微控制器	ADuC7121
集成800 mA降压转换器和两个300 mA LDO的微型电源管理单元	ADP5042
零漂移、双向电流检测器	AD8218
零漂移、单向电流检测器	AD8219
4 GHz至18 GHz、2分频预分频器	ADF5000
SHARC®处理器	ADSP-2148x
三通道、差分、电缆均衡接收器	AD8124
薄型6自由度惯性传感器	ADIS16334
150 MHz低功耗HDMI发射器	ADV7526

Analog Dialogue

模拟对话杂志(www.analog.com/analogdialogue)是ADI公司于1967年创办的技术杂志, 至今已经连续出版45年, 主要讨论有关模拟信号、数字信号和混合信号处理产品、应用、技术和技巧。模拟对话杂志提供两种版本: 在线版每月发行一期; 印刷版每年发行四期, 印刷版和电子版作为对在线版中技术文章的定期回顾和汇集。在线版的内容包括: 技术文章; 近期应用笔记、新产品简介、预发布产品、在线研讨会和教程、已发表文章等及时信息; 以及“集锦”栏目, 其中包括从ADI网站(www.analog.com)获得重要相关信息的通用链接网址。感兴趣的读者也可以至Analog Dialogue档案库www.analog.com/library/analogdialogue/archives.html查阅自1967年第1卷第1期创刊至今的每期存档, 包括三期纪念特刊。如需订阅, 请访问www.analog.com/library/analogdialogue/subscribe.html。欢迎提出您的宝贵意见: Facebook, www.facebook.com/analogdialogue; 模拟对话: analogdiablog.blogspot.com; 电子邮件: dialogue.editor@analog.com; 编辑Dan Sheingold, [dan.sheingold@analog.com]或出版人兼总编辑Scott Wayne, [scott.wayne@analog.com]。

电磁干扰(EMI)滤波减少精密模拟应用中的误差

作者: Henri Sino

在医疗设备、汽车仪器仪表和工业控制等科技领域中,当设备设计涉及应变计、传感器接口和电流监控时,通常需要采用精密模拟前端放大器,以便提取并放大非常微弱的真实信号,并抑制共模电压和噪声等无用信号。首先,设计人员将集中精力确保器件级噪声、失调、增益和温度稳定性等精度参数符合应用要求。

然后,设计人员根据上述特性,选择符合总误差预算要求的前端模拟器件。不过,此类应用中存在一个经常被忽视的问题,即外部信号导致的高频干扰,也就是通常所说的“电磁干扰(EMI)”。EMI可以通过多种方式发生,主要受最终应用影响。例如,与直流电机接口的控制板中可能会用到仪表放大器,而电机的电流环路包含电源引线、电刷、换向器和线圈,通常就像天线一样可以发射高频信号,因而可能会干扰仪表放大器输入端的微小电压。

另一个例子是汽车电磁阀控制中的电流检测。电磁阀由车辆电池通过长导线来供电,这些导线就像天线一样。该导线路径中连接着一个串联分流电阻,然后通过电流检测放大器来测量该电阻上的电压。该线路中可能存在高频共模信号,而该放大器的输入端容易受到这类外部信号的影响。一旦受到外部高频干扰影响,就可能导致模拟器件的精度下降,甚至可能无法控制电磁阀电路。这种状态在放大器中的表现就是放大器输出精度超过误差预算和数据手册中的容差,甚至在某些情况下可能会达到限值,从而导致控制环路关断。

EMI是如何造成较大的直流偏差呢?可能是以下一种情形:根据设计,很多仪表放大器可以在最高数十千赫的频率范围内表现出极佳的共模抑制性能。但是,非屏蔽的放大器接触到数十或数百“兆赫”的RF辐射时,就可能会出现这个问题。此时放大器的输入级可能会出现非对称整流,从而产生直流失调,进一步放大后,会非常明显,再加上放大器的增益,甚至达到其输出或部分外部电路的上限。

关于高频信号如何影响模拟器件的示例

本例将详细介绍一种典型的高端电流检测应用。图1所示为汽车应用中用于监控电磁阀或其它感性负载的常见配置。

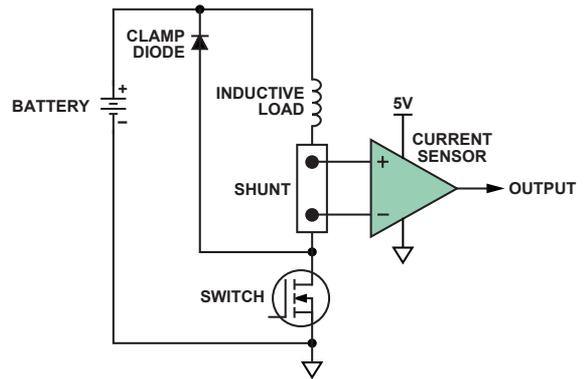


图1. 高端电流监控

我们采用两个具有类似设计的电流检测放大器配置,研究了高频干扰的影响。这两个器件的功能和引脚排列完全相同;不过,其中一个内置EMI滤波器电路,而另一个则没有。

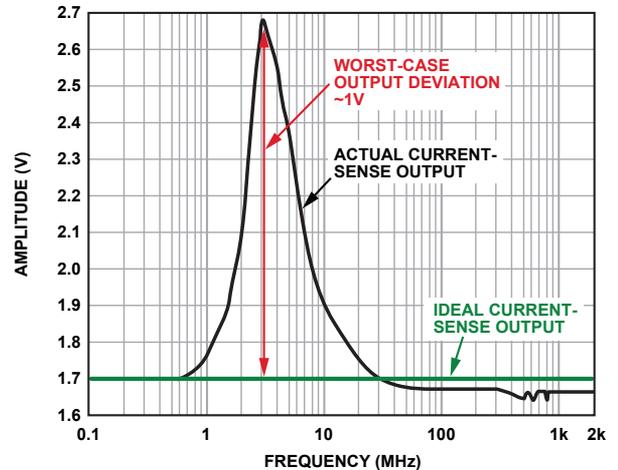


图2. 电流传感器输出
(无内置EMI滤波器, 前向功率 = 12 dBm, 100 mV/分频, 3 MHz时直流输出达到峰值)

图2所示为输入在较宽频率范围内变化时电流传感器的直流输出与其理想值的偏差情况。从图中可以看出,在1 MHz至20 MHz的频率范围内,偏差最为显著(>0.1 V),且3 MHz时直流误差达到最大值(1 V),这在放大器0 V至5 V的输出电压范围中占据很大比例。

图3所示为采用另一种引脚兼容电流传感器时相同实验和配置的测试结果,其中电流传感器具有与之前示例相同的电路架构和类似的直流规格,但是内置输入EMI滤波电路。注意,电压范围扩大了20倍。

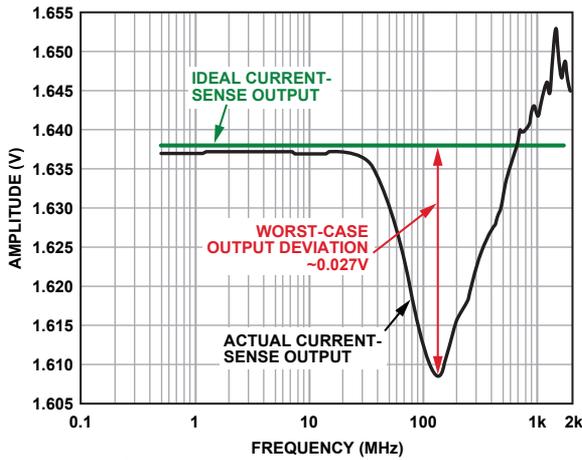


图3. 电流传感器输出
(内置EMI滤波器, 前向功率 = 12 dBm, 5 mV/分频,
>100 MHz时直流输出达到峰值)

这种情况下, 40 MHz时误差仅为3 mV左右, 且峰值误差(大于100 MHz时)小于30 mV, 性能提高35倍。这点清楚地表明, 内置EMI滤波电路有助于显著提高电流传感器防护性能, 使其免受输入端存在的高频信号影响。在实际应用中, 尽管并不清楚EMI的严重程度, 但是如果使用内置EMI滤波功能的电流传感器, 实际上控制环路将会保持在其容差范围内。

这两种器件都在完全相同的条件下进行测试。唯一不同就是AD8208(参见“附录”)在输入引脚和电源引脚上都配有内部低频RF输入滤波器。在芯片上增添这样的部件似乎微不足道, 但是由于应用通常由PWM进行控制, 这种情况下电流检测放大器必须能够承受最高45V的连续开关共模电压。因此, 要保持精确的高增益和共模抑制性能, 输入滤波器必须严格匹配。

设计和测试时为何以及如何保证EMI兼容性

汽车应用对EMI事件尤其敏感, 而在由中央电池、捆绑线束、各种感性负载、天线以及与汽车相关的外部干扰构成的嘈杂电气环境中, 后者却是无法避免的。由于安全气囊配置、巡航控制、刹车和悬架等多种关键功能控制都涉及到电子设备, 因此必须保证EMI兼容性, 绝不容许因外部干扰而出现误报或误触发。早先, EMI兼容性测试是汽车应用中的最后一项测试。如果出现差错, 设计人员就必须在仓促之间找出解决方案, 而这往往涉及到改变电路板布局、额外添加滤波器, 甚至是更换器件。

这种不确定性极大提高了设计成本, 并给工程师造成了很多麻烦。一直以来, 汽车行业都在采取切实措施来改善EMI兼容性。由于设备必须符合EMI标准, 汽车OEM厂商现在要求半导体制造商(如ADI公司)必须在器件级执行EMI测试, 然后才会考虑采用其生产的器件。现在, 这一流程已经普及, 所有IC制造商都使用标准规格来测试器件的EMI兼容性。

如欲了解各类型集成电路的标准EMI测试要求, 请向国际电工委员会(IEC)购买获取相关文档。通过IEC 62132和IEC 61967等文档则可以了解EMI和EMC, 其中非常详细地描述了如何使用业界公认的标准来测试特定集成电路。上述各种测试都是根据这些指南说明进行的。

具体而言, 这些测试都采用“直接功率注入法”完成, 这是一种通过电容将RF信号耦合至特定器件引脚的方法。根据待测IC的类型, 针对不同的RF信号功率水平和频率范围, 测试器件的每路输入。图4显示了在特定引脚上执行直接功率注入测试的原理示意图。

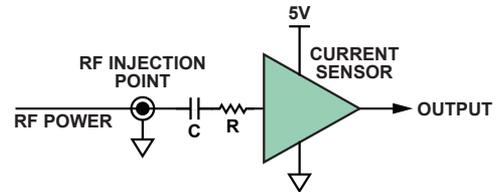


图4. 直接功率注入

这些标准中包含电路配置、布局方法和监控技术方面的大量必要信息, 有助于正确理解器件测试成功与否。更为完整的IEC标准原理图如图5所示。

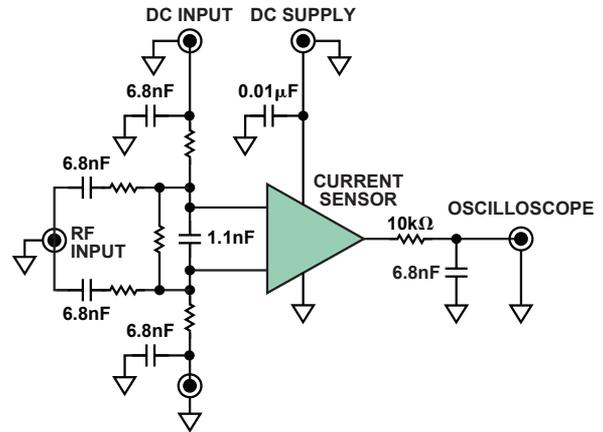


图5. EMI耐受性测试原理图

总结

集成电路的EMI兼容性是电子设计能否成功的关键所在。本文仅从放大器是否内置EMI滤波器出发, 介绍了两款非常类似的放大器执行直流测量时, 在RF环境中的直流性能有何显著差别。在汽车应用中, 考虑到安全性和可靠性时, EMI是一个非常重要的方面。如今, 在设计和测试针对关键应用的器件时, IC制造商(如ADI公司)日益重视EMI耐受性方面的考虑因素。IEC标准非常详细地说明了有用的相关指导原则。对于汽车应用市场, AD8207、AD8208和AD8209等电流检测器件都通过了EMI测试。锂离子电池安全监控器AD8280和数字式可编程传感器信号放大器AD8556等新款器件经过专门设计和测试, 符合EMI相关要求。Appendix

(continued on Page 8)

HDMI收发器简化家庭影院系统设计

作者: Ian Beavers、Joe Triggs、Lie Dou

简介

今天,大屏幕HDTV(高清电视)已获得消费者的广泛认可,人们都在添置各种电子设备,完善他们的家庭影院系统。单机家庭影院(HTiB)、SOUNDBAR音箱和影音接收机(AVR)能为用户提供更加出色的音频体验并令HDTV视频性能更臻完善。提取和处理高保真音频信号的能力是目前市场上甄选硬件的一大关键。家庭影院系统现在能够提供高清多媒体接口(HDMI®)的所有最新特性(与设备无缝集成)。

对于HTiB、SOUNDBAR音箱和AVR的系统设计人员而言,提高家庭影院的用户体验就意味着不断克服各种实施挑战。最新版HDMI标准中又增添了新特性,如音频回传通道(ARC)、3D显示格式以及对消费电子控制(CEC)协议的改进。当然,消费者都希望他们新买的家庭影院设备能具备所有这些HDMI新特性,并且物美价廉、操控简易。因此,家庭影院设备的设计人员必须适应新标准,同时还要缩减物料成本、开发成本和上市时间。为了帮助设计人员应对此类挑战,ADI公司推出了集成这些新特性的HDMI收发器产品。

以ADV7623为例,这款HDMI收发器集成了4:1 HDMI输入多路复用器(mux)、HDMI接收器、屏幕显示(OSD)引擎和HDMI发射器。就个体而言,上述每种功能应该都需要彼此独立的IC及五花八门的固件,但一个收发器就可以将全部功能组合到一个综合解决方案中,节省了板载面积、降低了固件复杂程度、缩减了物料成本,为家庭影院系统设计人员带来了极大方便。

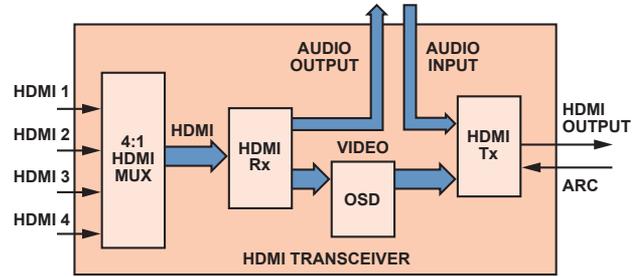


图1 HDMI收发器功能框图

单机家庭影院

HTiB属于完整的视频播放系统,一般采用多通道音频放大器和环绕声音响系统来播放音频。此外,该系统通常还包括一个DVD或Blu-ray™视频播放机。HTiB简化了视频播放机、放大器和扬声器的安装和功率匹配,它主要处理音频,视频则通过HDMI接口传送给电视机。图2所示为一个典型的HTiB系统。

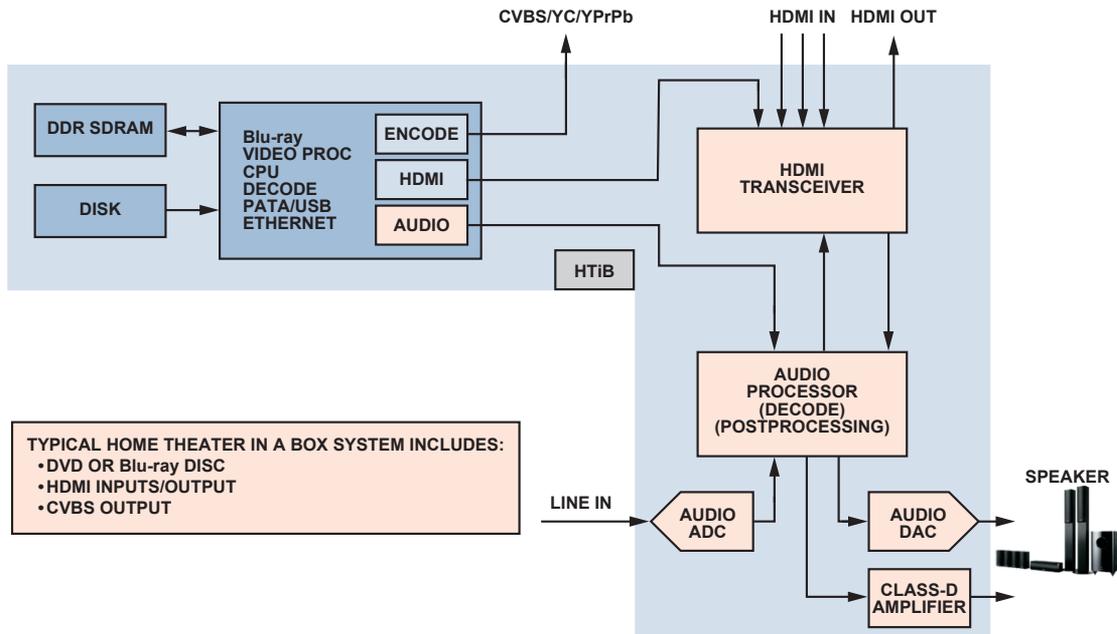


图2. 典型HTiB系统框图

SOUNDBAR音箱

随着超薄大屏幕平板电视的日益普及,新兴的SOUNDBAR音箱成为一种补充性的影音系统。这种音响系统结构紧凑、安装方便,音质远远高于电视扬声器。大部分HTiB和SOUNDBAR音箱都与大屏幕HDTV配套使用,因此其音频和视频连接主要采用HDMI接口。SOUNDBAR音箱一般都拥有多个HDMI输入端用于各种信号源,拥有一个HDMI输出端用于连接电视,同时内置音频处理系统和扬声器。图3所示为典型的SOUNDBAR音箱系统。

高级SOUNDBAR音箱装有多扬声器和放大器,具备环绕声解码能力,其电子和声学设计特性可以产生环绕声效果,而无需在后面安置单独的扬声器。中高端SOUNDBAR音箱系统包含DVD或蓝光播放机,从而形成与HTiB相似的系统架构。

音频回传通道(ARC)

作为HDMI规范中的新特性,音频回传通道(ARC)让HTiB得以处理来自下游器件的音频。如果要在没有ARC的情况下收听电视音频,你需要一条单独电缆(S/PDIF光纤或同轴电缆)将电视或调谐器的音频送回至HTiB。有了ARC, HDMI电缆就可以将2通道S/PDIF或多通道音频从电视回传到HTiB,无需使用额外的音频电缆。HDMI收发器在HDMI输出端口提供一个ARC接收器。

在电视、机顶盒或其他下游HDMI接收器件使用调谐器接收新媒体内容的情况下, ARC就显得意义重大。用户如果不想再听性能一般的电视机扬声器声音,可以轻松采用高保真的HTiB系统输出。回传的音频数据通过HDMI电缆从电视传递至HTiB(方向与传统的视频数据路径相反),不用担心对HTiB的视频输出在电缆上是否处于有效状态。

扩展显示识别数据(EDID)复制

HDMI收发器具有EDID复制功能,让多个HDMI端口共享一个位置储存器(即使HTiB处于省电模式)。该功能可以缩短系统启动时间,因为所有上游HDMI源器件都可以在HTiB上电之前合理配置其视频输出。EDID复制功能只需+5 V/55 mA的电源供电,通过HDMI电缆提供。

3D视频

作为3D内容来源(如游戏机、蓝光播放机和3D电视等)之间的连接

桥梁, HTiB制造商必须时刻站在技术前沿,不断设计出能够提供新特性的源器件和接收器件,让顾客从中享受全部功能的长期利益。HDMI收发器采用了最新的HDMI技术,可为家庭影院系统增添3D视频体验。HDMI标准的这一新特性显著提升了用户体验,成为刺激电视销售的关键。

该规范定义了家庭播放3D视频的基础设施,支持一系列强制性和可选视频格式。在实际应用中, HTiB必须向连接源提交其支持的3D格式清单——从连接的电视读取并针对其本身的3D格式支持清单进行分析,然后,连接源在发送3D内容时会通过HDMI协议命令告知HTiB, HTiB接着会提取并输出高级音频格式,如Dolby TrueHD®或DTS-HD Master Audio®,这些格式通过HDMI链路发送,除非电视可能不具备支持功能。

屏幕显示(OSD)

HTiB具有许多用户控制功能,比如在多个输入之间选择、选择所需音频和视频格式以及高级音频处理选项配置等。用户可使用屏幕显示(OSD)功能直观方便地控制这些复杂特性。OSD一般通过专用器件实现,但现在HDMI收发器集成了OSD引擎,将所需的屏幕显示信息融合到输出视频上——为HTiB制造商节省了可观的外部解决方案成本。另外,还节省了器件成本和物料成本,同时减轻了将OSD软件集成到系统固件中的设计工作。

消费电子控制(CEC)扩展

消费电子控制(CEC)通道属于单线通信接口,可实现家庭娱乐系统联网操作。例如,单用一个遥控按钮即可同时开关娱乐系统中的所有设备。HDMI标准已经扩展支持ARC和HDMI以太网通道(HEC)等新特性, HDMI收发器内的CEC命令库也随之扩展提供支持。对于HTiB设计人员而言,支持最新的HDMI特性就要同时支持最新的CEC特性。HDMI收发器目前可以处理单线网络上ARC和HEC会话的发现、协商、启动和终止。

音频插入和提取

HDMI收发器在HTiB内的另一用途是提取HDMI音频,并用数字信号处理(DSP)芯片进行处理。这样,音频可重新插入HDMI流送往电视。由于很多电视无法处理多通道音频格式,而DSP芯片可以将音频下采样为立体声,然后将音频重新插入HDMI链路中送往电视。

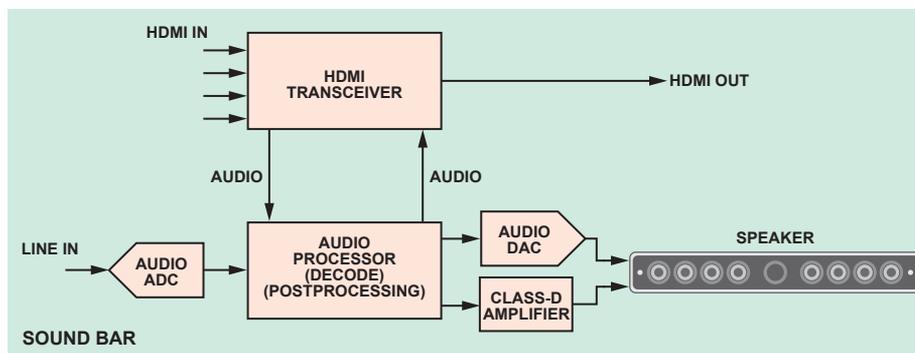


图3. 带HDMI集线器的典型SOUNDBAR音箱框图

或者，输入音频可由HTiB源的新数据流完全取代并嵌入HDMI信号中送往电视。这种情况下，只用音频插入特性即可。一个此类应用的例子是将iPod®接入HtiB，将其音频与独立的视频流混合在一起。

在家庭影院配置中，HTiB系统可用作HDMI中继器，接受HDMI输入然后作为HDMI输出发送。例如，蓝光播放器可用作输入HTiB的源器件。要利用远高于电视扬声器的HTiB音质，就必须在HTiB内从HDMI信号中提取音频。最理想的情况是，音响发烧友一定希望HTiB能输出完全8通道I²S音频，不过HDMI链路也能提供2通道I²S或S/PDIF.视频继续传送至电视或显示器，完成系统路径。只有HDMI/HDCP(高带宽数字内容保护)中继器或收发器型器件才能处理这种音频提取。

固件/中继器支持

HTiB和SOUNDBAR音箱设计中的一个最大挑战是实现HDCP中继器功能。HTiB实现的中继器功能是内容保护、EDID管理和影音静音的综合。HDMI收发器将整个中继器过程集成到单一器件和固件中，降低了系统开发的复杂性。

随着影音处理器件的复杂程度日益增加，优质可靠的硬件抽象化软件库和应用程序编程接口(API)成为设计人员的重大优势——缩短上市时间并可从构建良好的HDMI和HDCP兼容平台起步。如果从一开始便采用芯片厂商的共享编码基数，可进一步节约成本：在中高端HTiB中使用同一厂商的分立接收器和发射器，在后来的升级中可以获得将收发器编码集成到中低端HTiB中的好处。

节约成本的2层电路板设计

新的HDMI收发器采用四方扁平封装(QFP)技术，提供高效的电

路板布局和走线方案。与较为复杂的球栅阵列(BGA)封装相比，薄型LQFP封装可节约制造成本、降低复杂性并能简化成品检查。LQFP很大程度上简化了布局方面的问题，封装实际上可以布置在2层板上，从而实现低成本，同时还能满足所有必需的HDMI物理层兼容测试阻抗测量。

2层板的设计难点包括：管理收发器的电源路由并充分解耦；提供最佳热传导；对最小化传输差分信号(TMDS)差分对输入和输出所需的走线阻抗进行布线。不过，通过使用表面贴装分立器件，采用良好的布局原则以及同印刷电路板(PCB)和芯片厂商密切合作，完全能够出色地实现性能不打折扣的成功布局。

结论

HDMI收发器能够帮助系统设计人员降低家庭影院系统的设计成本和难度，并提供最新HDMI特性满足消费者的视听体验需求。使用此类收发器可以实现ARC和3D视频等HDMI特性。HDMI信号路径上集成了屏幕显示(OSD)引擎，降低了HTiB和SOUNDBAR音箱设计的成本和复杂程度。在HDMI流内提取、处理和插入音频这一功能提升了消费系统设计中的家庭影院体验。在HTiB和SOUNDBAR系统用作HDMI中继器的情况下，新收发器的设计和固件可以实现系统无缝对接。HDMI收发器布线可以在2层板上成功实现，从而降低物料成本

图4所示为使用ADI公司ADV7623的典型HDMI收发器系统该系统将4路输入HDMI接收器(Rx)和具有音频提取功能的HDMI发射器(Tx)集成在一起。HDMI信号解码后，由SHARC音频DSP提取并处理音频内容。然后，将处理后的音频发送到放大器和扬声器或重新插入HDMI信号路径中。这款收发器还集成了OSD，可以省

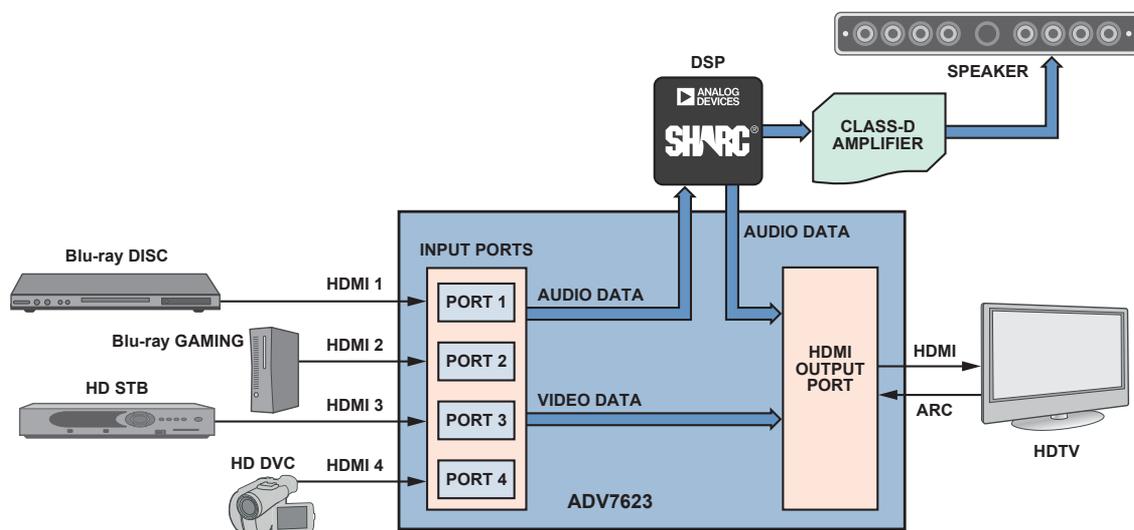


图4. 采用ADV7623 HDMI收发器的HTiB系统

去分立OSD引擎的成本,在SOUNDBAR音箱系统设计中非常实用。ADV7623提供EDID复制、HDCP中继器支持和ARC功能,支持强制性3D视频格式。ADV7623现已面市,采用144引脚LQFP封装,便于2层PCB设计。

HDMI收发器将多路输入HDMI接收器和HDMI发射器集成在单一芯片上,可灵活提取和插入音频。将HDMI收发器用于HDMI A/V中继器设计中(包括AVR、HTiB和SOUNDBAR音箱)将:

- (1) 降低系统的物料成本——元件更少、PCB面积更小、PCB层更少。
- (2) 大大减轻硬件和HDMI中继器系统软件设计工作,从而大幅缩减上市时间。

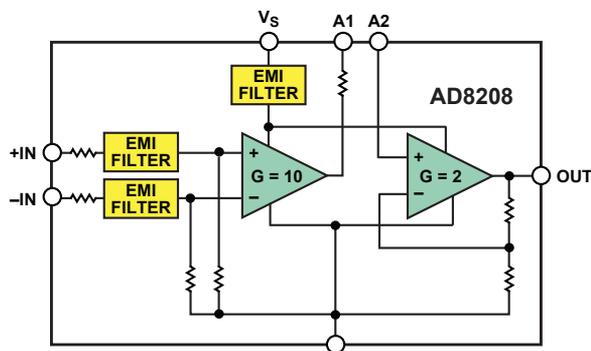
这些优势使HDMI收发器成为低成本、高性能家庭视听系统设计的绝佳选择。

HDMI、HDMI商标和High-Definition Multimedia Interface是HDMI Licensing LLC公司在美国及其他国家的商标或注册商标。

(continued from Page 4)

附录

AD8208的更多详情: AD8203(图A)是一款单电源差分放大器,非常适合在大共模电压情况下放大和低通滤波小差分电压。采用+5 V单电源供电时,输入共模电压范围为-2 V至+45 V。该款放大器提供增强的输入过压和ESD保护,并内置EMI滤波功能。



图A. AD8208差分放大器

关于作者

Ian Beavers [ian.beavers@analog.com] ADI公司数字视频处理部(位于北卡罗来纳州格林斯博罗)资深工程师, HDMI及其他视频接口产品组主管。1999年进入ADI公司,拥有15年半导体行业工作经验。他拥有美国北卡罗来纳州立大学电气工程学士学位和格林斯博罗分校MBA学位



Joe Triggs [joe.triggs@analog.com] ADI公司数字视频处理部(位于爱尔兰利默里克)资深应用工程师, 2007年进入公司,负责HDMI接收器、发射器和收发器产品。他于2002年获得国立科克大学工学学士学位,之后继续深造,2004年获得利默里克大学工学硕士学位。



Lie Dou [lie.dou@analog.com] ADI公司数字视频产品部产品营销经理。他于2003年进入ADI公司,从事视频和显示器产品营销工作。Lie拥有中国复旦大学理学学士学位和韦恩州立大学物理学博士学位。



AD8208具有出色的交流和直流性能,且通过相关认证,符合要求采用稳定可靠的精密器件来改善系统控制的汽车应用。失调和增益漂移典型值分别小于 $5 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 和 $10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 。该器件提供SOIC和MSOP两种封装,在DC至10 kHz范围内共模抑制比(CMR)最小值为80 dB。

另外提供一个外部可用的 $100\text{k}\Omega$ 电阻,可用来进行低通滤波以及建立20以外的增益。

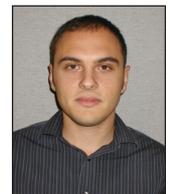
参考文献:

(Information on all ADI components can be found at www.analog.com.)

¹<http://webstore.iec.ch>.

关于作者

Henri Sino [henri.sino@analog.com] 是ADI公司马萨诸塞州威尔明顿市集成放大器产品(IAP)部门的一名应用工程师。他拥有伍斯特理工学院电气工程学士(BSEE)学位,毕业后就加入ADI公司,迄今已工作了六年。在此期间, Henri主要负责为汽车和通信应用市场方面的产品和客户提供支持



利用SigmaDSP减小车载音响系统的噪音和功耗

作者：王一兵

如今，随着多媒体技术逐渐被车载电子设备所采用，数字信号处理器(DSP)也获得了越来越广泛的应用，用以对音频信号进行数字化处理。例如，车载多媒体系统取代传统的汽车收音机和CD系统，在此多媒体系统中采用DSP，例如ADI的ADAU1401 SigmaDSP，可以实现更出色的音效和高度灵活性，为乘客提供丰富多彩的多媒体体验。此外这些DSP还提供了一个有用的工具，可实现减小系统噪音和功耗的功能，这对于关注噪音和功耗问题的系统工程师来说很有用。本文介绍了这种新方法，利用SigmaDSP处理器和SigmaStudio™图形开发工具来减小车载音响系统的噪音和功耗。

ADAU1401是一款完整的单芯片音频系统，包括完全可编程的28/56位音频DSP、模数转换器(ADC)、数模转换器(DAC)及类似微控制器的控制接口。信号处理包括均衡、低音增强、多频段动态处理、延迟补偿、扬声器补偿和立体声声场加宽。这种处理技术可与高端演播室设备的效果相媲美，能够弥补由于扬声器、功放和听音环境的实际限制所引起的失真，从而明显改善音质。

借助方便易用的SigmaStudio开发工具，用户可以使用不同的功能模块以图形化的方式配置信号处理流程，例如双二阶滤波器、动态处理器、电平控制和GPIO接口控制等模块。

噪底

与便携式设备不同，车载音响系统配有高功率放大器，每个功放能够提供高达40 W-50 W功率，每辆汽车至少有四个扬声器。由于功率较大，噪底很容易被放大，使得人耳在安静的环境下就能感受到。例如，假设扬声器灵敏度约为90 dB/W，则4 Ω扬声器中的1 mV rms噪声可以产生大约24 dB的声压级(SPL)，这一水平噪音人耳在安静环境下就能够感受到。可能的噪声源有很多，如图1所示，主要噪声源包括电源噪声(V_G)、滤波器/缓冲器噪声(V_F)以及电源接地布局不当引起的噪声 V_E 。 V_O 是来自处理器的音频信号， V_{IN} 是扬声器功率放大器的音频输入信号。

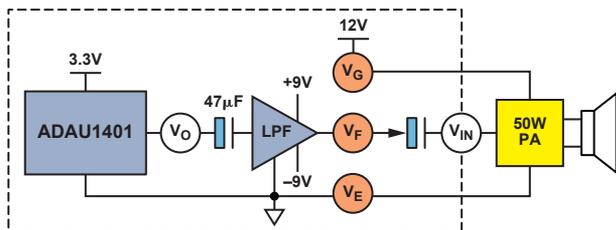


图1. 车载音响系统的噪声源示例

电源开关期间的爆音：车载音频功率放大器一般采用12 V单电源供电，而DSP则需要使用低压电源(例如3.3 V)，滤波器/缓冲器可能采用双电源供电(例如±9 V)。在以不同的电源电压工作的各部分电路

之间，必须使用耦合电容来提供信号隔离。在电源开/关期间，电容以极快的速度充电/放电，产生的电压跳变沿着信号链传播，最终导致扬声器发出爆音。图2显示了这一过程。

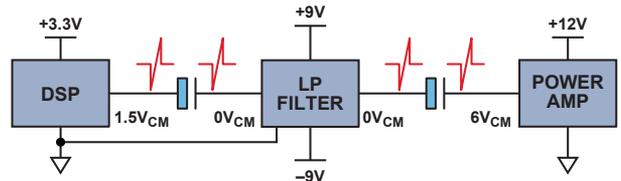


图2. 扬声器产生爆音的原理

虽然知道噪底和爆音的来源，而且也努力采用良好的电路设计和布局布线技术，以及选择噪声更低的优良器件来降低信号源处的噪声，但在设计过程中仍然可能出现许多不确定性。汽车多媒体系统的设计人员必须处理许多复杂问题，因此必须具备高水平的模拟/混合信号设计技能。即便如此，原型产品的性能仍有可能与原来的预期不符。例如，1 mV rms的噪声水平会带来巨大挑战。至于爆音，现有解决方案使用MCU来控制电源开关期间功率放大器的操作顺序，但当MCU距离功率放大器较远时，布局布线和电磁干扰(EMI)会构成潜在问题。

功耗

随着车载电子设备越来越多，功耗问题变得日趋严重。例如，如果音频功率放大器的静态电流达到200 mA，则采用12 V电源时，静态功耗就高达2.4 W。如果有一种方法能检测到没有输入信号或信号足够小，进而关闭功率放大器，那么在已开机但不需要扬声器发出声音的时候，就可以节省不少功耗。

将车载音响系统的噪声和功耗降至最低

利用SigmaDSP技术，就可以提供这样一种方法，可以减小系统噪声和功耗，同时不增加硬件成本。图3是一个4扬声器车载音响系统的框图，其中ADAU1401 SigmaDSP处理器用作音频后处理器。除了采样、转换、音频信号数字处理和生成额外的扬声器通道以外，SigmaDSP处理器还具有通用输入/输出(GPIO)引脚可用于外部控制。微控制器(MCU)通过I²C接口与SigmaDSP处理器进行通信，模拟输出驱动一个采用精密运算放大器ADA4075-2的低通滤波器/缓冲器级。

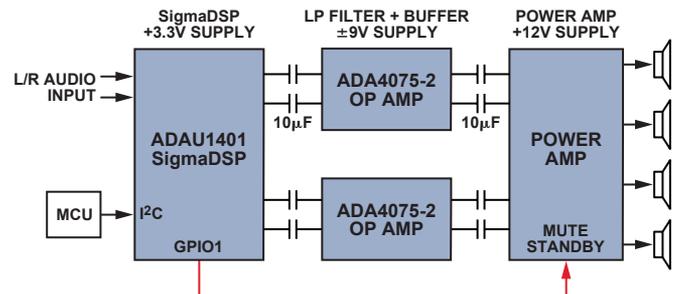


图3. 四扬声器车载音响系统

SigmaDSP处理器与功率放大器之间的红色信号线控制功率放大器的静音/待机引脚。在正常默认工作模式下，开集GPIO1引脚通过10 kΩ上拉电阻设置为高电平(图中未标注)。ADAU1401具有均方根信号检测功能，可确定是否存在输入信号。当没有输入信号时，GPIO1变为低电平，功率放大器置于静音/待机模式，因而扬声器没有噪声输出，同时功放的待机功耗也很低。当检测到高于预定阈值(例如-45 dB)的输入信号时，GPIO1变为高电平，功率放大器正常工作。这时虽然噪底仍然存在，但由于信号的高信噪比(SNR)将其屏蔽，使它不易被人耳感知到。

电源开关期间，SigmaDSP处理器(而不是MCU)通过响应MCU的命令直接控制功率放大器的静音/待机。例如，在电源接通期间，来自MCU的控制信号通过I²C接口设置SigmaDSP处理器的GPIO1，使之保持低电平(静音)，直到预定的电容充电过程完成，然后MCU将GPIO1设置为高电平，由此消除启动瞬变所引起的爆音。关闭电源时，GPIO立即变为低电平，使功率放大器处于静音/待机状态，从而消除电源切断时产生的爆音。将功率放大器置于SigmaDSP处理器而不是MCU的直接控制之下的原因是SigmaDSP处理器通常距离功率放大器更近，因此布局布线和EMI控制也更容易实现。

如上所述，利用SigmaStudio软件算法可以测量输入信号的均方根电平。使用SigmaStudio图形开发工具，很容易设置均方根检测模块，并用它来控制GPIO状态，如图4的范例所示。

均方根检测功能利用均方根算法单元和逻辑单元实现。信号阈值必须具有迟滞功能，用以消除静音功能响应小变化而产生的震颤。例如RMS1阈值设置为-45 dB，RMS2阈值设置为-69 dB。当输入信号高于-45 dB时，GPIO1为高电平。当输入信号低于-69 dB时，GPIO1为低电平。当输入信号位于这两个阈值之间时，GPIO1输出信号保持先前所处的状态(参见图5)。

图4还显示了用以进一步降低输出噪声的压限器功能。例如，当输入信号低于-75 dB时，扬声器系统的输出信号将会衰减到-100 dB，从而也降低了系统噪底。

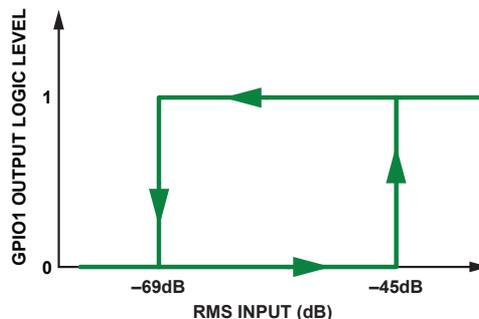


图5. RMS阈值设置以及输入与输出之间的关系

总结

噪声和功耗是车载音响系统设计面临的巨大挑战。ADI公司的SigmaDSP处理器已广泛应用于车载音响系统的数字音频后处理，若利用其均方根检测和GPIO控制功能来显著降低噪声和功耗，则能进一步发挥更大作用。SigmaStudio图形化开发工具支持以图形方式设置各种功能，而不需要编写代码，令设计工作倍加简单。此外，由于功率放大器模块通常离SigmaDSP处理器比离MCU更近，因此用SigmaDSP处理器来控制静音功能，可以简化布局布线工作并提高EMI抗扰度。

参考文献

(Information on all ADI components can be found at www.analog.com.)

¹ www.analog.com/en/embedded-processing-dsp/sigmadsp-processors/index.html.

² www.analog.com/en/embedded-processing-dsp/sigmadsp-processors/CU_over_SigmaStudio_graphical_dev_tool_overview/fca.html.

关于作者

王一兵 [ben.wang@analog.com] 是ADI公司中国深圳的现场应用工程师(FAE)，毕业于湖南大学。他于2009年6月加入ADI公司，此前在National Semiconductor工作过六年。

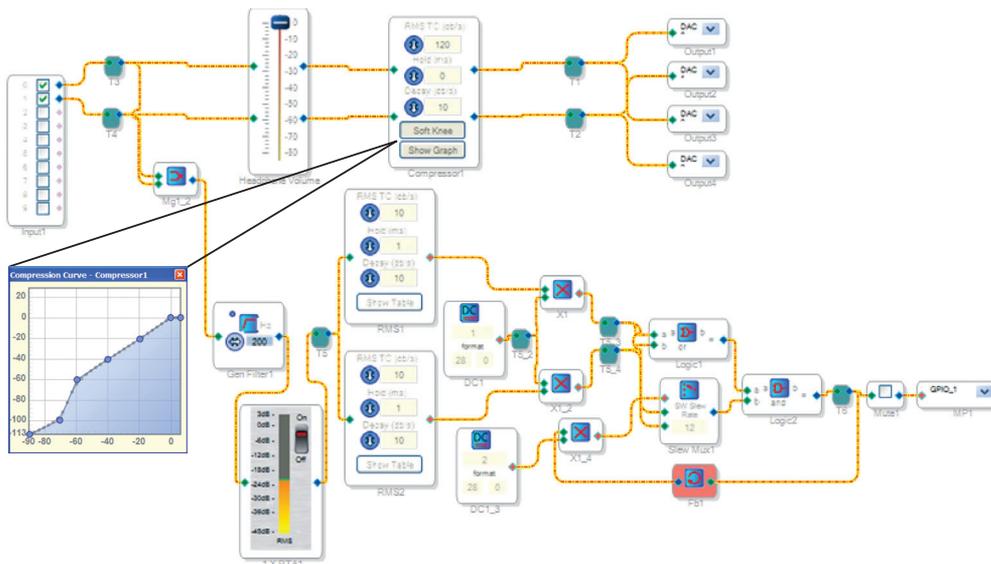
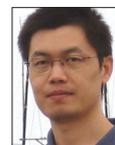


图4. SigmaStudio均方根检测、GPIO控制和压限器电路图

如何在激活手机LED指示灯的同时保持待机时间不受影响

作者: Jon Kraft

随着用户对手机功能的要求日益增长, 一项新的需求进入手机制造商的考虑中, 即手机可以有提供状态的LED提示, 以便在待机的同时, 提醒用户注意有未读消息、即将到来的约会安排或者其它通知。最近发布的几款手机甚至因为没有提供LED提示而受到差评。与此同时, 用户希望手机的待机时间能够更长。这两个看似简单的问题使手机制造商陷入了意想不到的两难境地: 如何在为LED提示供电的同时, 保持较低的总待机功耗?

LED指示灯通常由电源管理IC (PMIC)或其它小型处理器供电。当手机处于唤醒状态时, 这没有问题, 但该处理器必须持续掌握时序, 即使在休眠模式下, 也要自动使能和禁用各LED。为了实现此功能, 在为整个PMIC上电时会增加数毫安的待机电流。表1中的数据 and 计算示例显示, 平均功耗主要由指示灯熄灭期间的静态电流决定。

表1. 闪烁模式(7.5 s熄灭/300 ms亮起)下的电流和功耗(10mA LED电流和3.7 V输入)

电源管理	I _q , 熄灭	I _q , 点亮	I _q , 平均	功耗
标准PMIC	5 mA	15 mA	5.39 mA	19.9 mW
ADP8866	300 μA	11 mA	710 μA	2.6 mW
无损	0 μA	10 mA	385 μA	1.4 mW

LED驱动器ADP8866采用独特的配置, 专门应对这一挑战, 它能够轻松地对四个LED指示灯执行自主照明程序, 各LED的熄灭时间可以在100 ms到25.2 s的范围内进行设置。当自主照明程序执行并且这些LED熄灭时, IC总电流降至300 μA以下。此外, 由于所有时序都由ADP8866控制, 因此这些LED仍能保持完全同步, 即便是在复杂或持续时间较长的闪烁模式下。下面以两个例子来说明。

示例1: 彩色LED指示灯

手机需要7个LED用于背光显示, 两个LED用于指示。由于成本和机

械要求, 手机制造商使用红/绿(RG)LED来有效实现三种状况的待机通知: 未读消息、电池电量低和约会安排。对于每种状况, LED会发出不同颜色的光: 红光、绿光或黄光(红光+绿光)。

ADP8866针对这种常见情形提供了理想的解决方案, 如图1所示。它共有9个LED通道, 其中7个用于照亮显示屏, RGLED的红光和绿光信号由剩下的两个通道控制, 产生图2所示的闪烁模式。

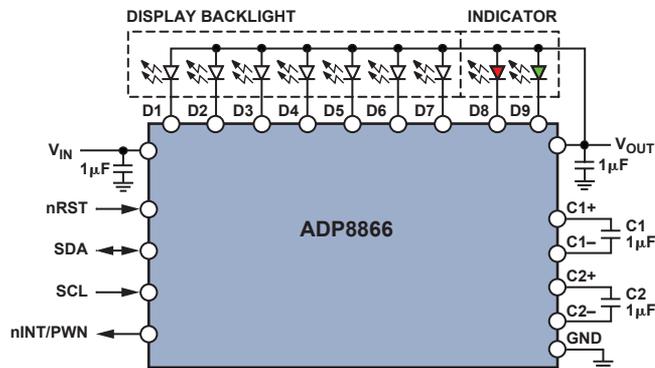


图1. ADP8866控制背光照明和LED指示灯的设置

ADP8866的评估板包括一个图形编程实用程序, 如图3所示; 其I²C寄存器设置为执行指示灯闪烁功能。

图3所示的寄存器设置首先会产生一个250 ms的10 mA红光(Sink 8)脉冲, 待其熄灭500 ms后再产生一个250 ms的10 mA红光脉冲。第二个红光脉冲与绿光脉冲混合以生成黄光, 因此只消耗一半的电流(5 mA), 便可提供相同的亮度。绿光LED (Sink 9)具有相似的设置, 但其第一个脉冲会延迟。当第二个绿光脉冲熄灭时, 系统会等待12秒, 然后再重复。使能这一序列时, 所有三种颜色都会相继重复闪烁, 如图2所示。如果需要红光或绿光指示灯, 仅需使能第一个或第三个脉冲。如果只需要产生红光和黄光通知, 则红光LED应在第一个和第二个脉冲使能, 而绿光LED只应在第二个脉冲使能。

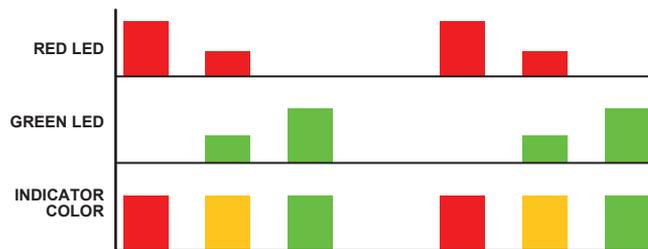


图2. 红光和绿光闪烁脉冲序列及其所产生的颜色

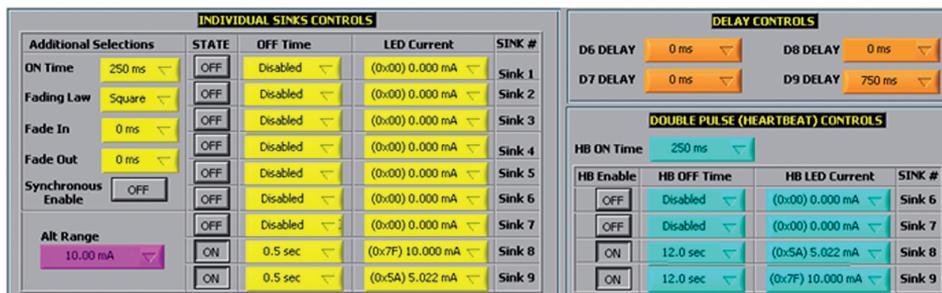


图3. ADP8866用于LED指示灯编程的图形用户界面

当红光和绿光重叠时，其电流降低，因此所有三种颜色指示灯的亮度相同。此外，也可以改变红光和绿光电流，以便产生RG光谱中的其它颜色。脉冲的宽度、关闭时间和幅度是完全可定制的，因此各种各样的灯效都有可能。

示例2：高可见度动态指示灯显示

便携式电子设备要求通知指示灯具有动态特性和高可见度，能够在其它背景干扰下醒目地显现出来。对此，ADP8866同样是理想的解决方案，它最多能用4个LED通道(Sink 6至Sink 9)来驱动复杂的照明序列。其余5个LED通道可以用于背光或键盘照明。本例中，Sink 6至Sink 9设置为点亮4个LED，先从右至左，再从左至右，经过10秒延迟后再重复。该模式如图4所示。

渐亮时间、渐暗时间和渐变设置(平方或立方)同时针对第一个HB(心跳)脉冲而设置。DELAY参数可在0秒至1.270秒范围内以10 ms的增量进行调整。本例中，DELAY设置为渐亮时间的一半，但可以使用其它延迟设置以获得不同的效果。第一个脉冲与HB脉冲之间的关闭时间由第一个脉冲的OFF Time(关闭时间)变量控制。为保持对称，这些时间均设置为延迟时间的倍数。HB OFF Time设置该序列重复之前的延迟时间。本例中，等待时间为10秒，因此Sink 6 HB OFF Time为10秒。其它三个HB OFF Time等于10秒加上DELAY时间的倍数。该序列对应的寄存器状态如图5所示。

也可以使用同样的编程方法来产生趣味灯光闪烁、手机铃声通知和其它模式。自动渐亮和渐暗特性能够增强指示灯的视觉魅力，但额外的渐变时间会导致平均功耗略有增加。任何情况下，当所有LED都熄灭时，ADP8866会自动返回休眠状态，需要时会及时唤醒，以启动下一个LED序列。

ADP8866集背光LED电荷泵驱动器与自动闪烁功能于一体，支持对9个LED驱动器进行独立编程，最大功耗为25 mA。电流水平、渐变时间和闪烁速率可以一次编程并自主执行，背光LED可以设置独立的渐亮和渐暗时间。采用2.5 V至5.5 V电源供电时，双电容电荷泵最多可提供240 mA的电流。设计中还集成软启动、短路保护、过压保护及过温保护功能，因而稳定可靠。样片采用20引脚4-mm × 4-mm LFCSP (QFN)封装，另可提供评估板、图形编程程序和技术文档。

参考文献

(Information on all ADI components can be found at www.analog.com.)

关于作者

Jon Kraft [jon.kraft@analog.com] 于2007年加入ADI公司，在美国科罗拉多州朗蒙特的电源管理设计中心担任应用工程师。他拥有罗斯曼理工学院电子工程学士学位和亚利桑那州立大学电子工程硕士学位；已获三项专利。

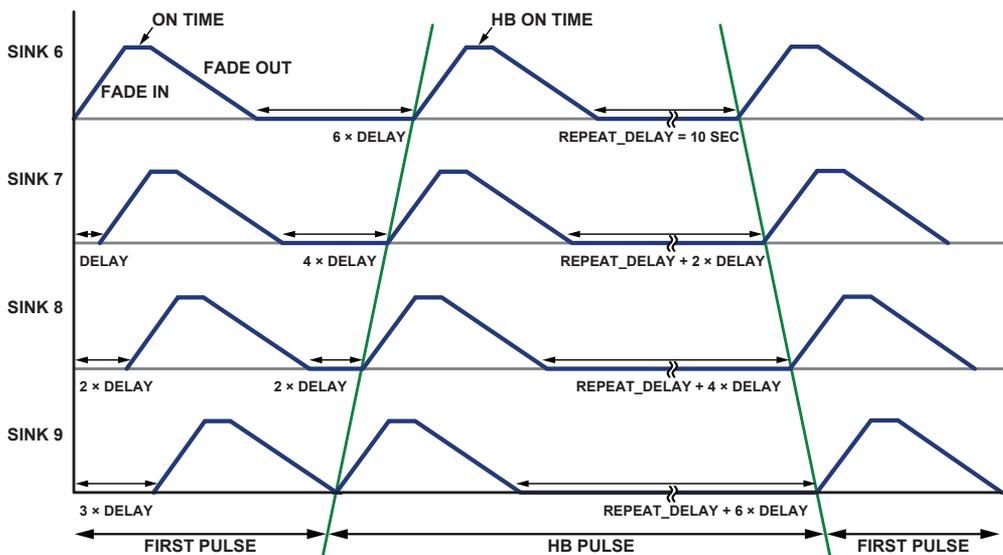


图4. 四通道动态指示灯显示

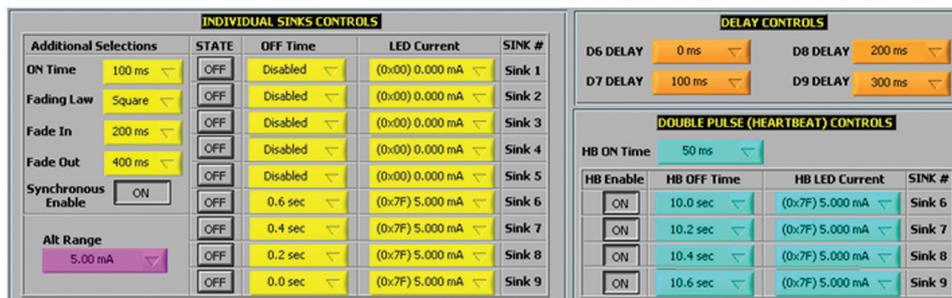


图5. ADP8866用于动态指示灯编程的图形用户界面

循环冗余校验确保正确的数据通信

作者: Ken Kavanagh

在工业环境中, 电子系统通常工作在极端的温度条件下, 或处于电子噪声环境, 或是其它恶劣条件, 而系统在这种条件下能否正常工作至关重要。举例来说, 如果发送给控制机器臂位置的DAC的数据遭到破坏, 机器臂就会按非预期的方向移动, 这不仅危险, 而且代价巨大。试想一下, 机器臂如果砸到生产线上的新车, 或者更糟, 砸到生产工人, 后果会怎样?

有几种方法可以确保收到正确数据后才执行动作。最简单的方式就是控制器回读所发送的数据。如果接收的数据与发送的数据不匹配, 则说明其中一者已受到破坏, 必须发送新数据并进行验证。这种方法的确可靠, 但产生的开销也很大, 每段数据都必须经过验证, 传输的数据量要翻一倍。

另一种替代方法是循环冗余校验(CRC), 即随每个数据包发送一个校验和(checksum), 接收器就会指示是否存在问题, 所以控制器无需验证接收。校验和一般通过向数据应用一个多项式方程式来生成。应用于一个24位字时, CRC-8可产生一个8位校验和。将校验和与数据组合在一起, 全部32位都发送到能够分析该组合的器件, 并指示是否出错——这种方法虽然不是无可挑剔解决方案, 但却比读写方法更加高效。

ADI公司的众多DAC都采用了分组差错校验(PEC)的形式来实现CRC。不需要PEC功能时, 则写入24位数据。要添加PEC功能, 24位数据需增加相应的8位校验和。如果接收的校验和与数据不一致, 输出引脚被拉低, 指示存在错误。控制器清除错误, 使引脚返回高电平, 并重新发送数据。图1所示为如何用SPI接口应用数据的示例。表1列出了能够采用分组差错校验的ADI器件示例。

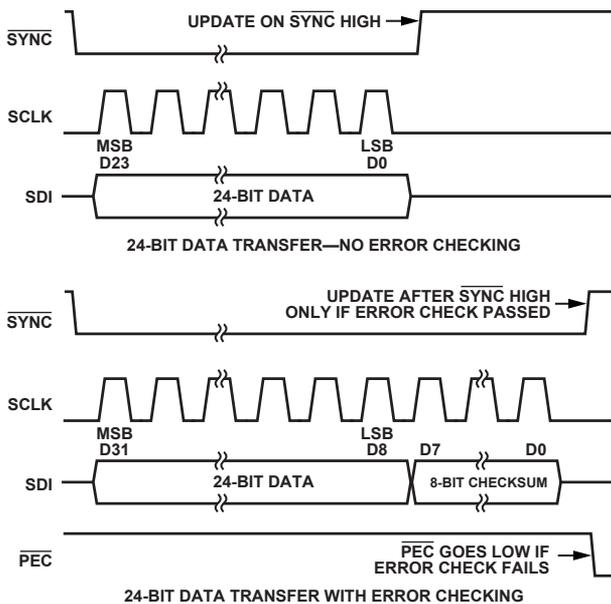


图1. 采用和不采用分组差错校验的SPI写入

表1. 采用分组差错校验的ADI器件示例

产品型号	描述
AD5360/AD5361	16通道、16位/14位、±10 V DAC
AD5362/AD5363	8通道、16位/14位、±10 V DAC
AD5748	电流/电压输出驱动器, 适合工业应用
AD5749	电流输出驱动器, 适合工业应用
AD5750/ AD5750-1	电流/电压输出驱动器, 输出范围可编程, 适合工业应用
AD5751	电流/电压输出驱动器, 适合工业应用
AD5755/AD5735	4通道、16位、4 mA至20 mA电流和电压输出DAC
AD5757/AD5737	4通道、16位、4 mA至20 mA电流输出DAC
ADT7470	温度传感器集线器和风扇控制器

生成分组差错校验和

CRC-8算法采用多项式 $C(x) = x^8 + x^2 + x^1 + 1$ 。x = 2时, 此式等于二进制值100000111。要生成校验和, 需将24位数据左移8位, 产生一个后8位为逻辑0的32位数。对齐CRC多项式, 使其MSB与该32位数据最左侧的逻辑1对齐。对该数据施加一个异或(XOR)函数, 以产生一个新(更短)的数字。(数字匹配得到逻辑0, 不匹配得到逻辑1。)再次对齐CRC多项式, 使其MSB与第一个结果最左侧的逻辑1对齐, 重复上述步骤。最后, 原始数据将减少至小于CRC多项式的值。此值即是8位校验和。图2演示了推算校验和的方法。

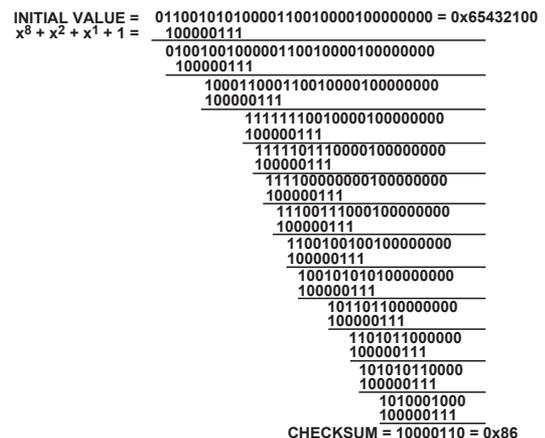


图2. 生成24位数(0x6543211)的校验和

结论

图2中的示例采用(十六进制)值0x6543211作为24位数据字。对该数据应用CRC-8多项式可生成校验和0x86。数据和校验和发送至兼容的ADI公司产品时, 只有两段数据都正确到达, 该数据才会被接收。此方法提高了数据传输的可靠性, 并可确保遭破坏的数据几乎永远不会被接收。

关于作者

Ken Kavanagh [ken.kavanagh@analog.com] 是ADI公司精密DAC部的应用工程师。Ken自1994年起一直在应用部门工作, 目前负责为nanoDAC®和denseDAC™产品系列提供应用支持。他1999年毕业于利默里克大学, 获得工学学士学位。



低压差调节器——为什么选择旁路电容很重要

作者：Glenn Morita

虽然人们普遍认为电容是解决噪声相关问题的灵丹妙药，但是电容的价值并不仅限于此。设计人员常常只想到添加几个电容就可以解决大多数噪声问题，但却很少去考虑电容和电压额定值之外的参数。然而，与所有电子器件一样，电容并不是十全十美的，相反，电容会带来寄生等效串联电阻(ESR)和电感(ESL)的问题，其电容值会随温度和电压而变化，而且电容对机械效应也非常敏感。

设计人员在选择旁路电容时，以及电容用于滤波器、积分器、时序电路和实际电容值非常重要的其它应用时，都必须考虑这些因素。若选择不当，则可能导致电路不稳定、噪声和功耗过大、产品生命周期缩短，以及产生不可预测的电路行为。

电容技术

电容具有各种尺寸、额定电压和其它特性，能够满足不同应用的具体要求。常用电介质材料包括油、纸、玻璃、空气、云母、聚合物薄膜和金属氧化物。每种电介质均具有特定属性，决定其是否适合特定的应用。

在电压调节器中，以下三大类电容通常用作电压输入和输出旁路电容：多层陶瓷电容、固态钽电解电容和铝电解电容。“附录”部分对这三类电容进行了比较。

多层陶瓷电容

多层陶瓷电容(MLCC)不仅尺寸小，而且将低ESR、低ESL和宽工作温度范围特性融于一体，可以说是旁路电容的首选。不过，这类电容也并非完美无缺。根据电介质材料不同，电容值会随着温度、直流偏置和交流信号电压动态变化。另外，电介质材料的压电特性可将振动或机械冲击转换为交流噪声电压。大多数情况下，此类噪声往往以微伏计，但在极端情况下，机械力可以产生毫伏级噪声。

电压控制振荡器(VCO)、锁相环(PLL)、RF功率放大器(PA)和其它模拟电路都对供电轨上的噪声非常敏感。在VCO和PLL中，此类噪声表现为相位噪声；在RF PA中，表现为幅度调制；而在超声、CT扫描以及处理低电平模拟信号的其它应用中，则表现为显示伪像。尽管陶瓷电容存在上述缺陷，但由于尺寸小且成本低，因此几乎在每种电子器件中都会用到。不过，当调节器用在对噪声敏感的应用中时，设计人员必须仔细评估这些副作用。

固态钽电解电容

与陶瓷电容相比，固态钽电容对温度、偏置和振动效应的敏感度相对较低。新兴一种固态钽电容采用导电聚合物电解质，而非常见的二氧化锰电解质，其浪涌电流能力有所提高，而且无需电流限制电阻。此项技术的另一好处是ESR更低。固态钽电容的电容值可以相对于温度和偏置电压保持稳定，因此选择标准仅包括容差、工作温度范围内的降压情况以及最大ESR。

导电聚合物钽电容具有低ESR特性，成本高于陶瓷电容而且体积也略大，但对于不能忍受压电效应噪声的应用而言可能是唯一选择。不过，钽电容的漏电流要远远大于等值陶瓷电容，因此不适合一些低电流应用。

固态聚合物电解质技术的缺点是此类钽电容对无铅焊接过程中的高温更为敏感，因此制造商通常会规定电容在焊接时不得超过三个焊接周期。组装过程中若忽视此项要求，则可能导致长期稳定性问题。

铝电解电容

传统的铝电解电容往往体积较大、ESR和ESL较高、漏电流相对较高且使用寿命有限(以数千小时计)。而OS-CON电容则采用有机半导体电解质和铝箔阴极，以实现较低的ESR。这类电容虽然与固态聚合物钽电容相关，但实际上要比钽电容早10年或更久。由于不存在液态电解质逐渐变干的问题，OS-CON型电容的使用寿命要比传统的铝电解电容长。大多数电容的工作温度上限为105°C，但现在OS-CON型电容可以在最高125°C的温度范围内工作。

虽然OS-CON型电容的性能要优于传统的铝电解电容，但是与陶瓷电容或固态聚合物钽电容相比，往往体积更大且ESR更高。与固态聚合物钽电容一样，这类电容不受压电效应影响，因此适合低噪声应用。

为LDO电路选择电容

输出电容

ADI公司的**低压差调节器(LDO)**可以与节省空间的小型陶瓷电容配合使用，但前提是这些电容具有低等效串联电阻(ESR)；输出电容的ESR会影响LDO控制环路的稳定性。为确保稳定性，建议采用至少1 μF 且ESR最大为1 Ω 的电容。

输出电容还会影响调节器对负载电流变化的响应。控制环路的大信号带宽有限，因此输出电容必须提供快速瞬变所需的大多数负载电流。当负载电流以500 mA/ μs 的速率从1 mA变为200 mA时，1 μF 电容无法提供足够的电流，因而产生大约80 mV的负载瞬态，如图1所示。当电容增加到10 μF 时，负载瞬态会降至约70 mV，如图2所示。当输出

电容再次增加并达到20 μF时, 调节器控制环路可进行跟踪, 主动降低负载瞬态, 如图3所示。这些示例都采用线性调节器ADP151, 其输入和输出电压分别为5 V和3.3 V。

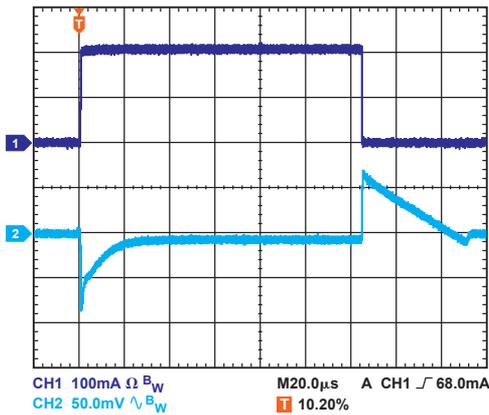


图1. 瞬态响应($C_{OUT} = 1 \mu\text{F}$)

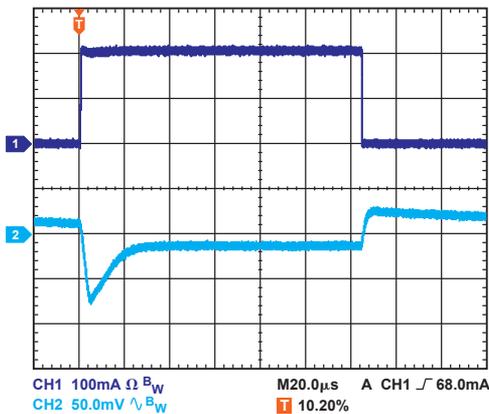


图2. 瞬态响应($C_{OUT} = 10 \mu\text{F}$)

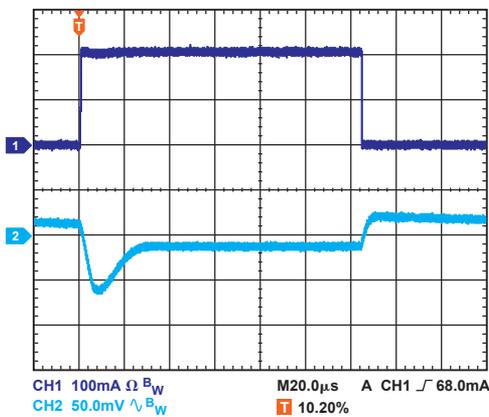


图3. 瞬态响应($C_{OUT} = 20 \mu\text{F}$)

输入旁路电容

在 V_{IN} 和GND之间连接一个1 μF电容可以降低电路对PCB布局的敏感性, 特别是在长输入走线或高信号源阻抗的情况下。如果输出端上要求使用1 μF以上的电容, 则应增加输入电容, 使之与输出电容匹配。

输入和输出电容特性

输入和输出电容必须满足预期工作温度和工作电压下的最小电容要求。陶瓷电容可采用各种各样的电介质制造, 温度和电压不同, 其特性也不相同。对于5 V应用, 建议采用电压额定值为6.3 V至10 V的X5R或X7R电介质。Y5V和Z5U电介质的温度和直流偏置特性不佳, 因此不适合与LDO一起使用。

图4所示为采用0402封装的1 μF、10 V X5R电容与偏置电压之间的关系。电容的封装尺寸和电压额定值对其电压稳定性影响极大。一般而言, 封装尺寸越大或电压额定值越高, 电压稳定性也就越好。X5R电介质的温度变化率在-40至+85°C温度范围内为±15%, 与封装或电压额定值没有函数关系。

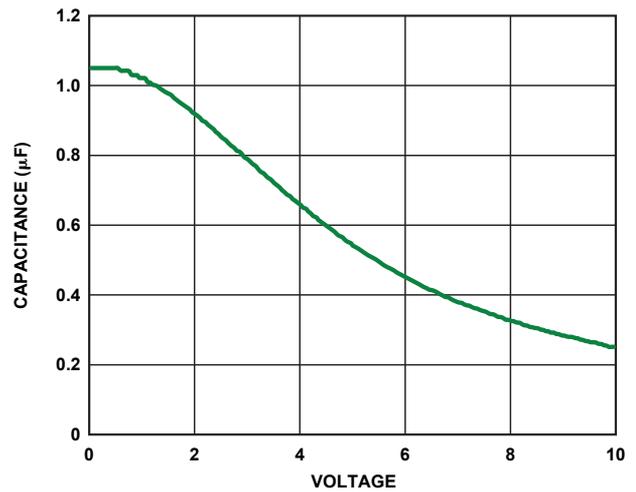


图4. 电容与电压的特性关系

要确定温度、元件容差和电压范围内的最差情况下电容, 可用温度变化率和容差来调整标称电容, 如公式1所示:

$$C_{EFF} = C_{BIAS} \times (1 - TVAR) \times (1 - TOL) \quad (1)$$

其中, C_{BIAS} 是工作电压下的标称电容; $TVAR$ 是温度范围内最差情况下的电容变化率(百分率); TOL 是最差情况下的元件容差(百分率)。

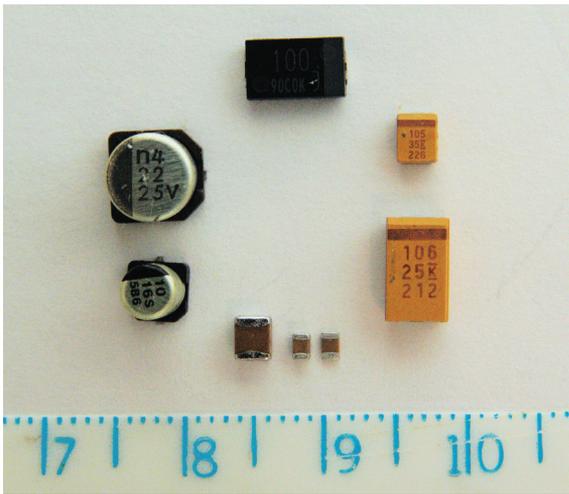
本例中, X5R电介质在-40°C至+85°C范围内的 $TVAR$ 为15%; TOL 为10%; C_{BIAS} 在1.8 V时为0.94 μF, 如图4所示。将这些值代入公式1, 即可得出:

$$C_{EFF} = 0.94 \mu\text{F} \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.1) = 0.719 \mu\text{F}$$

在工作电压和温度范围内, ADP151的最小输出旁路电容额定值为0.70 μF, 因此电容符合该项要求。

总结

为保证LDO的性能, 必须正确认识并严格评估旁路电容的直流偏置、温度变化率和容差。在要求低噪声、低漂移或高信号完整性的应用中, 也必须考虑电容技术。所有电容都存在一些不够理想的行为效应, 因此所选的电容技术必须与应用需求相适应。



图A. 用于电源旁路的常用电容

从顶部开始沿顺时针方向依次为(刻度为毫米):

100 μF /6.3 V聚合物固态铝电容

1 μF /35 V和10 μF /25 V固态钽电容

1 μF /25 V、4.7 μF /16 V和10 μF /25 V多层陶瓷电容

10 μF /16 V和22 μF /25 V铝电解电容

进一步阅读

AN-1099应用笔记: ADI公司LDO的电容选择指南

参考文献

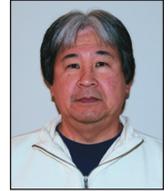
(Information on all ADI components can be found at www.analog.com.)

¹ www.analog.com/en/power-management/linear-regulators/products/index.html.

关于作者

Glenn Morita [glenn.morita@analog.com] 于

1976年获得华盛顿州立大学电气工程学士(BSEE)学位。毕业后加入Texas Instruments公司, 期间参与研制旅行者号太空探测用红外分光仪。之后, Glenn一直从事仪器仪表、军用和航空航天以及医疗行业的装置设计工作。2007年, 他加入ADI公司, 成为华盛顿州贝尔维尤电源管理产品团队的一名应用工程师。他拥有25年以上的线性 and 开关模式电源设计经验, 所设计电源的功率范围从微瓦到千瓦不等。Glenn拥有两项利用体热能量给植入式心脏除颤器供电方面的专利。闲暇时, 他喜欢收集矿石、雕琢宝石、摄影和逛国家公园。



不同电容技术的关键参数比较

电容技术	等效串联电阻	等效串联电感	电压稳定性	温度稳定性	振动敏感度	电容值/单位体积
铝电解电容	最高	最高	好	最低	低	低
固态钽电容	中等	中等	最佳	好	低	高
聚合物固态铝电容	低	低	最佳	好	低	高
多层陶瓷电容	最低	最低	差	好	高	中等

Analog Devices, Inc.

Worldwide Headquarters

One Technology Way
P.O. Box 9106, Norwood, MA
02062-9106 U.S.A.
Tel: (1 781) 329 4700
Fax: (1 781) 461 3113

亚太区总部

上海市黄浦区湖滨路 222 号
企业天地大厦 22 层
邮编: 200021
电话: (86 21) 2320 8000
传真: (86 21) 2320 8222

深圳分公司

深圳市福田区中心区
益田路与福华三路交汇处
深圳国际商会中心 4205-4210 室
邮编: 518048
电话: (86 755) 8202 3200
传真: (86 755) 8202 3222

北京分公司

北京市海淀区
上地东路 5-2 号
京蒙高科大厦 5 层
邮编: 100085
电话: (86 10) 5987 1000
传真: (86 10) 6298 3574

武汉分公司

湖北省武汉市东湖高新区
珞瑜路 889 号光谷国际广场
写字楼 B 座 2403-2405 室
邮编: 430073
电话: (86 27) 8715 9968
传真: (86 27) 8715 9931

亚洲技术支持中心

免费热线电话: 4006 100 006
电子邮箱: china.support@analog.com
技术专栏: www.analog.com/zh/CIC
样品申请: www.analog.com/zh/sample
在线技术论坛:
www.analog.com/zh/forum