

ADC12040

Application Note 1261 Power Supply Effects on Noise Performance



Literature Number: ZHCA141

电源对噪声性能的影响

美国国家半导体公司
应用注释1261
Nicholas Gray
2007年3月



实行总结

通常电源抑制比 (PSRR) 是被大家所误解并很少用到的一个指标。能够正确地理解模拟电路的电源抑制比是提高混合信号系统综合性能的重要一步。事实上模拟电路, 包括ADC (模数转换器)、DAC (数模转换器) 和运算放大器, 高频时的电源抑制比一般比数据手册上所记载的直流电源抑制比 (DC PSRR) 要差很多。然而, 在过去大多数制造商仅列出直流电源抑制比参数。虽然本应用注释讨论的是模拟-数字转换器, 但实际上也同样适用于数字-模拟转换器、放大器和一般集成电路或其它电路。

本应用注释适用的产品:

所有的ADC和DAC

概述

通常情况下, 当提及集成电路的电源抑制比时, 指的是器件如何抑制在直流电源电压中产生的变化。它说明了对于给定的直流电源电压变化, 特定参数如输入失调所产生的变化。这就是我们在这里定义其为直流电源抑制比的原因, 从该参数中我们无法了解任何关于器件如何抑制电源电压上的动态信号的影响, 我们定义表征这种现象的参数为交流电源抑制比 (AC PSRR)。

差别是什么?

交流电源抑制比和直流电源抑制比之间的差别正如这两种参数所描述的那样。大多数产品的电源抑制比规格指的都是直流电源抑制比, 或者是指在直流电源电压发生给定变化时特定参数的改变。例如, 在ADC中规定电源抑制比为在满幅增益中变化的比率, 或是在给定直流电源变化时发生的失调误差, 单位是dB。如果电源电压从4.75V变化至5.25V (变化500mV), 会导致满幅ADC增益误差改变0.6mV, PSRR计算如下

$$PSRR = 20 \cdot \log \left(\frac{\Delta \text{ Gain Error}}{\Delta \text{ Supply}} \right) = 20 \cdot \log \left(\frac{0.6}{500} \right) = -58\text{dB}$$

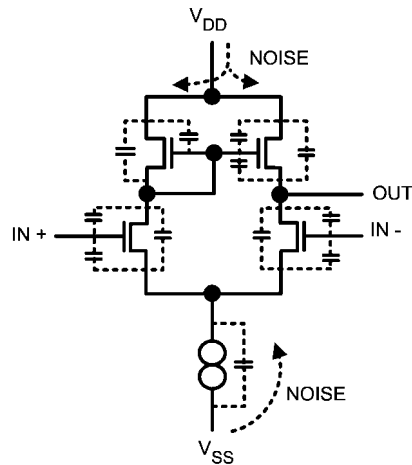
那就是说, 增益误差的差别是由两个增益误差测量值所确定的。一个读数是取自稳定的、无噪声的电源4.75V, 另一个读数来自稳定的、无噪声的电源5.25V。这个信息仅显示出一个特定的参数是如何随着单独电源的变化而改变。然而, 其它参数或多或少都会受到电源上的噪声的干扰。

另一方面, 交流电源抑制比指的是电路如何有效地抑制在特定频率处的动态信号的干扰。通常, 与电源上直流电平的变化相比, 有源器件的电源抑制比会随着电源上交流信号的变化更加恶化。

为什么交流电源抑制比 (AC PSRR) 比较低?

在电源线路上的任何信号或者噪声都会通过寄生电容和偏置网络的增益级耦合到有源电路中, 并被硅片的有源电路所放大。这些多余的信号是噪声, 因此会降低器件的噪声性能。图1所示为带有寄生电容的简化放大器级。实际的电路会采用许多技术来提高电源抑制比, 但是没有一款模拟电路能够完全避免电源噪声的干扰。

电源噪声的来源之一是ADC的输出开关。当输出驱动器为输出引脚上的电容充电时, 输出状态的变化会产生瞬态电源电流。



20056402

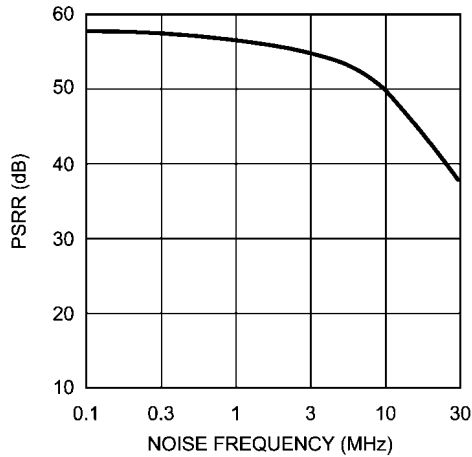
图1. 电源噪声会耦合到器件的有源电路中并降低其性能

若没有适当的电源旁路措施, 这些瞬态电流将造成电源线路上的电压波动。电源线路上产生的高频噪声也会引入到偏置电路中, 进一步降低了ADC的信噪比 (SNR)。

电源抑制比随频率的变化

图2为ADC12040 (一个12位, 40Msps的模数转换器) 的交流电源抑制比随电源噪声频率的变化关系。图中测试数据的采集条件是将不同频率下的200mVp-p注入到ADC的电源线路上, 并使用一个频域快速富里埃变换 (FFT) 图来测量ADC输出端的信号幅度。

观察到在30MHz时交流电源抑制比达到38dB, 实际上ADC12040的性能相当出色。通常模拟器件在这些频率处的电源抑制比范围在10dB至20dB之间。

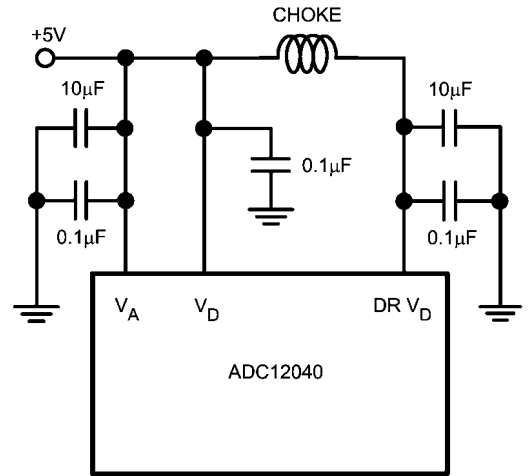


20056403

图2. ADC12040的电源抑制比
随电源噪声频率的关系图

将噪声问题降到最低

为了将电源的噪声影响降到最低，应在高频和低频时将模拟和数字电源引脚分别退耦。一般地， $10\mu\text{F}$ 电容和 $0.1\mu\text{F}$ 单片电容的并联组合可以满足要求。优化值可能会随着所选的具体IC和工作频率的不同而变化，所以应遵循制造商的建议。此外，对于混合信号产品如模数转换器，一个好方法是，首先将电源直接连到模拟电源引脚上，然后通过扼流圈连到数字电源引脚上。对于高速ADC而言，2.5匝的铁氧体扼流圈足以胜任。通常仅需要用扼流圈将输出驱动器引脚与其它电源引脚隔离开来。如果输出驱动器供电引脚在数据表中未显示出来，应隔离所有数字电源引脚。在任何情况下，混合信号器件的模拟和数字电源引脚应该具有独立的旁路电容，如图3所示。



20056404

图3. 对电源分别进行低频和高频旁路。
采用小型扼流圈来隔离数字输出驱动器电源线路。
2.5匝的铁氧体扼流圈足以胜任。

最后，如同其效率一样广为人知，开关电源产生的噪声会对混合信号器件造成严重破坏。若有必要在系统中添加一个开关电源，应确保正确布局电路板以实现最小的射频干扰或电磁干扰，并尽可能远离系统的模拟和混合信号区域来放置开关电源。应对模拟和混合信号器件的电源作有效的滤波。谨记开关电源的振荡频率一般为几百MHz频率，难以将它滤除的原因是存在集总电容的ESL。即使在开关电源和线性或混合信号电路之间采用一个线性稳压器，如LDO（低压降稳压器），也可能无法解决这个问题，因为稳压器在高振荡频率上不具备足够高的电源抑制比来对其有效地抑制。

注释

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范 (CSP-9-111C2)》以及《相关禁用物质和材料规范 (CSP-9-111S2)》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP 机动性处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity		
	德州仪器在线技术支持社区		www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司