

非常见问题解答—第128期

更快、更高、更强

作者: Gustavo Castro



问:

我为应用选择的放大器的数据手册同时规定了小信号带宽和大信号带宽，它们是相当不同的规格。我如何确定信号是小信号还是大信号？

答:

当谈到放大器的带宽时，我们讨论的其实是使用小信号模型的放大器频率响应。该模型的导出前提是电路在偏置点周围是线性的；换言之，其增益保持恒定，与施加的信号无关。如果信号足够小，该模型会非常有效，其与实际情况的偏差几乎难以检测。

所有人都喜欢使用这个模型，因为它简化了设计和分析过程。如果使用大信号模型——即包括所有非线性方程——电路将变得复杂无比，至少对我这样的凡人如此。¹因此，小信号模型和正弦信号将复杂性降低到一个可处理的水平。

但严格说来，即便最小的实际信号也会稍稍改变晶体管电路（例如运算放大器）的偏置点。信号越大，就越难以忽略非线性效应，其最明显的表现是失真。在某一点，由于信号过快且

过大，使得放大器达到其压摆率限值——相当于放大器输出的最大变化率，通常用V/μs表示。压摆率达到限值之后，放大器就会落后，当信号开始斜坡下降时，放大器尚未达到信号峰值，最后的结果便是信号幅度比预期要小。在该点时，放大器大致达到了大信号带宽。一般来说，这发生在低于小信号带宽的频率，信号确定无疑地发生了最大的失真。但信号不会突然发生彻底失真，而是逐渐增加失真的幅度和频率。当失真超过系统的容限时，我们可以说信号过大。

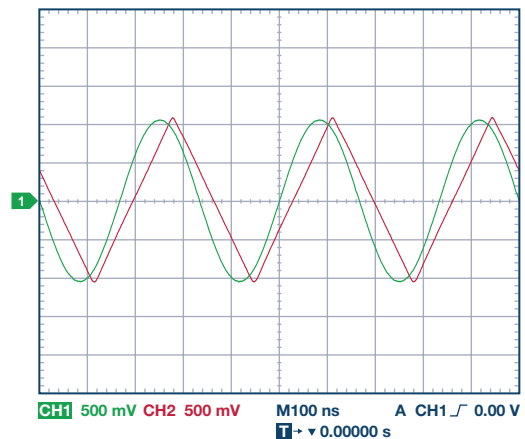


图1 当一个80 MHz放大器达到大信号带宽条件时，输出信号（红色）便不再能跟随3 MHz输入正弦波（绿色）。

那么，我们如何知道放大器足够快，能够处理某个信号呢？首先，像平常一样，确保小信号带宽对于所需增益是足够的。然后，查看数据手册中的大信号带宽规格（或图形）。如果没有提供，最简单的办法是回到基本原理，使用以下公式计算：

$$\text{压摆率}[V/\mu s] = \text{峰值幅度} \times 6.28 \times \text{频率}[MHz]$$

一条管用的经验法则是选择压摆率比所需值大10倍的放大器。然后，看看数据手册中所需频率和幅度下的失真曲线，确保信号对放大器而言足够小。

¹ 此项工作非常适合运行仿真作业的计算机，而且我们会选择在合理的时间内实现数字解决方案的简化设计

例如，作为电压跟随器的ADA4807-1采用±5 V电源供电时，具有225 V/μs的压摆率。虽然放大器的小信号带宽约为180 MHz，但对于2 V p-p信号，放大器将不能超过36 MHz。对于4 V p-p信号，理论限值将降低到大约18 MHz。另外，压摆率通常用阶跃来测量，低于阶跃时，内部压摆增强电路会启动以改善建立时间，但对正弦信号的响应实际上可能略低（在2 V p-p下，数据手册

规定的大信号带宽为28 MHz）。典型特性部分中的失真图显示了谐波失真随频率和幅度而提高的情况，由此可以确定您是否能使用更快、更高和更强的信号。



Gustavo Castro [gustavo.castro@analog.com] 是马萨诸塞州威明顿市线性和精密技术部门的应用工程师。其主要兴趣是精密信号调理和电子仪器的模拟与混合信号设计。2011年加入ADI公司之前，他在National Instruments从事高性能数字万用表和精密直流源设计工作达10年。Gustavo拥有墨西哥蒙特利技术学院电子系统学士学位和美国东北大学微系统与材料硕士学位。他拥有三项专利。



Gustavo Castro

该作者的其它文章：

[非常见问题解答——第125期，2016年1月](#)
[O CMRR, CMRR! 什么是CMRR?](#)