

并联电阻的分流电感很重要

作者：Jerry Steele

在高频开关系统中，通过并联电阻测量电流时，您可能会观察到正弦波电流纹波幅值过大、方波纹波或快速转换电流过冲或过高的高频噪声等问题。这些问题是由并联的分流电感引起的，当并联电阻值较低时，尤其是在 $1\text{m}\Omega$ 以下时，分流电感就变得更为明显。

您可能遇到不正确的正弦波波纹信号幅度和波形的问

题。这里建模的一个实例中，波纹信号太大，使人怀疑整个测量的准确性。电路图中显示了一个神秘的三角波，在并联电阻附近，在我对电路进行仿真时才注意到。

正弦波纹波在并联电阻有足够的分流电感时确实会变成三角波形。放大器最初有一个正弦波输出，因为设计人员明智地在放大器输入处使用了一个低通滤波器，但是它没有被

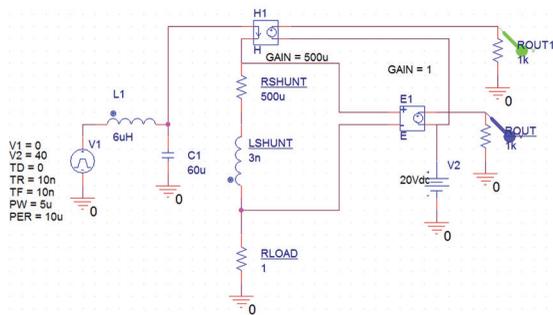


图1: 这是分流电感问题的等效电路图。100kHz开关稳压器的方波输出被L1和C1滤波, 使得电流纹波是正弦波。H1捕获实际电流波形(由ROUT1探测), E1捕获并联电阻的精确电压及电感(由Rout探测), 就像电流检测放大器(20V电源有助于方便地偏置和缩放以同时查看输出波形)。

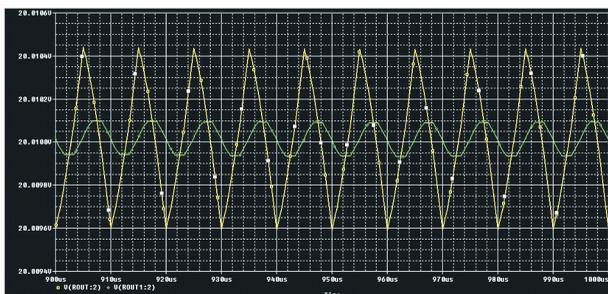


图2: 绿色曲线代表实际的纹波电流; 黄色曲线代表并联电阻的压降, 跟不带输入滤波器的电流检测放大器输出的信号是一样的。请注意, 三角波的幅值比正弦波大得多(源E和H被缩放, 当一切正常时, 它们将匹配)。

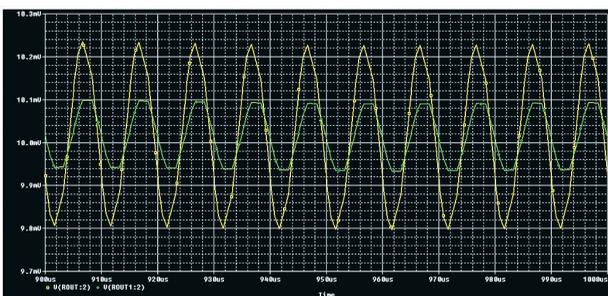


图3: 绘出了我们在应用中看到的问题。它有一个输入滤波器, 所以放大器输出的波形是正弦的, 但幅值过大。这只不过是滤波电容器太小的问题。

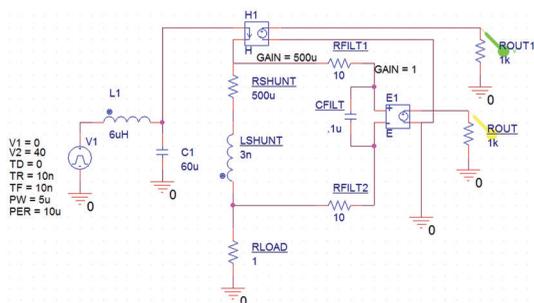


图4: 此应用电路图显示滤波器在 R_{FILT} 和 C_{FILT} 处的初始值不正确, 产生了图3的波形。将 C_{FILT} 修正为 $0.3\mu F$ 后将提供正确的波形和幅值, 如图5所示。

设计实例

正确地“调整”。在这种情况下，需要调整的有电容值，直到纹波符合正确的计算值。实际应用中的分流问题是，由于电感规格的不确定，它们不遵守规则的分析方法。您可能会在数据表中看到“0.5到5nH”这样的标注，但是却并没有具体的值，这就看您是否幸运了。所以您需要使用一个电流探头，通过反复调整电容器来确定正确的值(很明显，如果幅值太大，就增加电容值，幅值太小的话就减小电容值)。

事实上，如果您有一个真正的电流方波，您可能可以很幸运地以同样的方式“调出”一个过冲。一旦找到正确的滤波值，就可用于生产，甚至在不得不更换并联电阻供应商时，它仍可能有用。构建低于1mΩ并联电阻的方法不多。我是不是提到过，由于分流电感的影响，瞬态响应问题会随着并联电阻的变小(通常小于1mΩ)而变得更糟？

在输入前完成滤波的重要性

滤波应在电流检测IC输入之前完成，这很重要。对没有前端滤波的系统长期收集的数据显示，在电流和功率值的数据图中不明原因地偶然(但频率已足以引起问题)出现了大的尖峰。并联电阻的高频响应上升，引起电流检测前端混叠，从而产生尖峰。不管是斩波稳定放大器、delta-sigma转换器还是平均SAR，只要是采样系统，那么它们都是脆弱的。

与任何混叠问题一样，正确的解决方法是在电流检测IC输入前进行模拟滤波。离开那些说您不需要滤波器的供应商。如果它是一个采样系统并且您正在收集数据，您的电流检测IC就需要一个干净的信号。请记住，混叠不是唯一可能存在的问题，若是不对输入进行滤波，高频输入很可能使前端过载。

最后，如果您需要进一步抑制噪

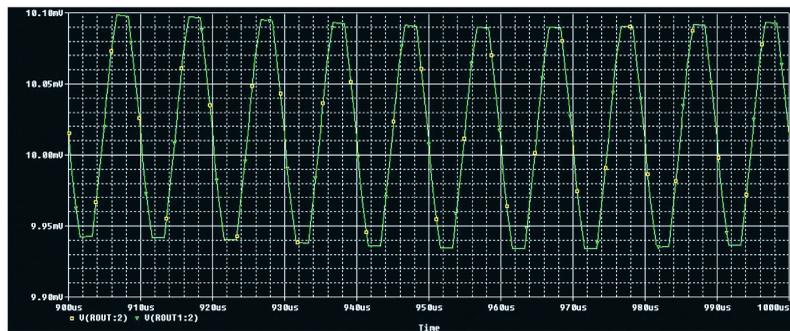


图5：纹波有正确的滤波值。波形互相重叠。

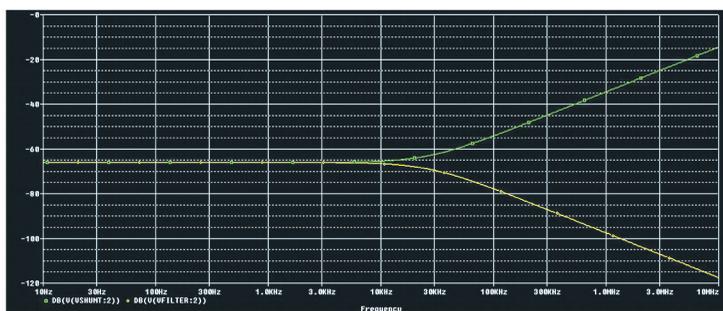


图6：频率响应曲线(绿色)显示有3nH电感的500 μΩ并联电阻的上升频率响应，以及有一对10Ω电阻和0.3 μF电容的输入滤波器的互补响应。请注意，并联电阻显示出约为30kHz的转角频率。

音，当然可以调到更低的频率。在输入进入第一个放大器之前进行滤波总是有益的。大多数电流检测IC在单极输入处会限制实际滤波，但还是应该使用，如果需要，在放大器的输出处还可实施更高阶的滤波。

虽然本文讨论的问题存在于瞬态域，但任何敏感的读者都会意识到它可看作一个简单的一阶带宽问题。在欧姆值极低的并联电阻上的分流电感产生了几百kHz的转角频率，有时出奇地低。无论怎样，作为带宽问题、时间常数问题或瞬态响应问题，最佳滤波器的时间常数都将等于并联电阻及其电感的时间常数(或补偿并联零频

率的极点频率)：

$$\frac{L_{SHUNT}}{R_{SHUNT}} = R_{FILT} \times C_{FILT}$$

电流检测IC将始终使用差分滤波器， R_{FILT} 将是两个电阻之和。从数学的角度，最难的部分是得到一个实际的 L_{SHUNT} 值。 EDN



文章链接
请扫描
二维码