

仪表放大器噪声

由于仪表放大器主要用于放大微小精密信号，因此，有必要了解所有相关噪声源的效应。仪表放大器模型如下面图1所示。

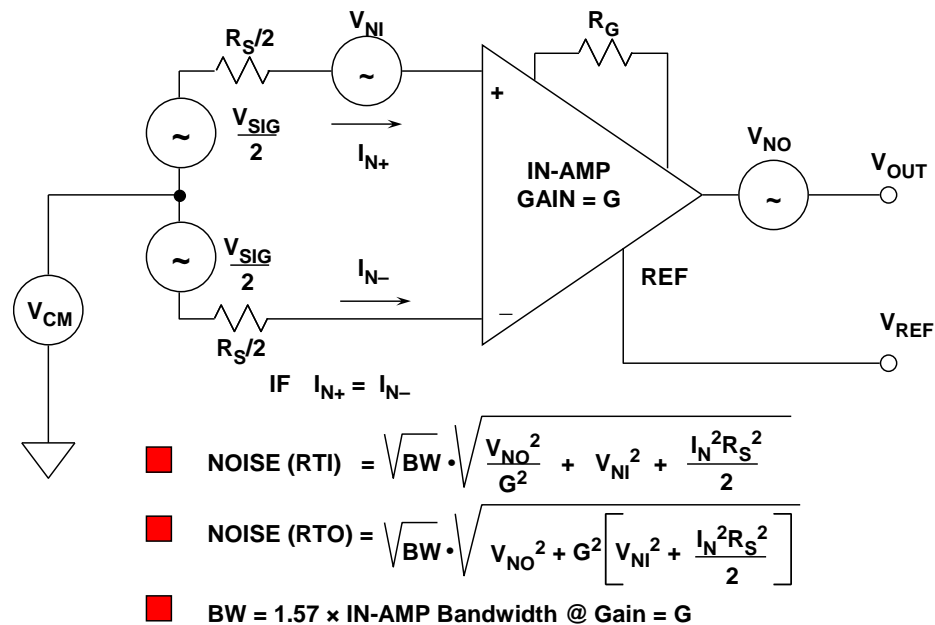


图1：仪表放大器噪声模型

输入电压噪声有两个来源。第一个来源表示为与输入端串联的噪声源 V_{NI} ，就如常规运算放大器电路中一样。该噪声由仪表放大器增益 G 反映到输出端。第二个噪声源是输出噪声 V_{NO} ，表示为与仪表放大器输出端串联的噪声电压。输出噪声(此处表示为 V_{OUT})可以通过除以增益 G ，从而折合到输入端。

与输入噪声电流 I_{N+} 和 I_{N-} 关联的噪声源也有两个。尽管 I_{N+} 和 I_{N-} 通常相等($I_{N+} \approx I_{N-} = I_N$)，但它们却不相关，因此，二者所产生的噪声必须以和方根(RSS)的方式求和。 I_{N+} 流过 R_S 的一半， I_{N-} 流过另一半。结果会产生两个噪声电压，其幅度各为 $I_N R_S / 2$ 。这两个噪声源分别由仪表放大器增益 G 反映到输出端。

总输出噪声是通过和方根形式对全部四个噪声源求和的方式算出的。

$$\text{NOISE(RTO)} = \sqrt{\text{BW}} \sqrt{V_{\text{NO}}^2 + G^2 \left(V_{\text{NI}}^2 + \frac{I_{\text{N}+}^2 R_{\text{S}}^2}{4} + \frac{I_{\text{N}-}^2 R_{\text{S}}^2}{4} \right)}. \quad \text{等式1}$$

如果 $I_{\text{N}+} = I_{\text{N}-} = I_{\text{N}}$,

$$\text{NOISE(RTO)} = \sqrt{\text{BW}} \sqrt{V_{\text{NO}}^2 + G^2 \left(V_{\text{NI}}^2 + \frac{I_{\text{N}}^2 R_{\text{S}}^2}{2} \right)}. \quad \text{等式2}$$

要求总噪声(折合到输入端(RTI)), 只需将上述表达式除以仪表放大器增益G即可。

$$\text{NOISE(RTI)} = \sqrt{\text{BW}} \sqrt{\frac{V_{\text{NO}}^2}{G^2} + \left(V_{\text{NI}}^2 + \frac{I_{\text{N}}^2 R_{\text{S}}^2}{2} \right)}. \quad \text{等式3}$$

仪表放大器数据手册通常会占总电压噪声RTI表示为增益的函数。噪声频谱密度同时包括输入(V_{NI})和输出(V_{NO})噪声贡献。输入电流噪声频谱密度分开规定。

就如在运算放大器中一样, 必须将总仪表放大器噪声RTI在适用仪表放大器闭环带宽内进行积分, 从而算出一个和方根值。带宽可以根据数据手册典型确定, 其中将频率响应表示为增益的函数。

对于该带宽, 计算时务必小心, 因为其通常不是恒定带宽积关系(如VFB运算放大器即是如此)。对于AD620仪表放大器系列, 增益带宽模式更像一个CFB运算放大器。在这种情况下, 预测给定增益下带宽最安全的做法是使用数据手册中提供的曲线。

参考文献

1. Hank Zumbahlen, *Basic Linear Design*, Analog Devices, 2006, ISBN:0-915550-28-1. 另见 [Linear Circuit Design Handbook](#), Elsevier-Newnes, 2008, ISBN-10:0750687037, ISBN-13:978-0750687034。 Chapter 2.
2. Walter G. Jung, *Op Amp Applications*, Analog Devices, 2002, ISBN 0-916550-26-5, 另见 [Op Amp Applications Handbook](#), Elsevier/Newnes, 2005, ISBN 0-7506-7844-5. Chapter 2.
3. Charles Kitchin and Lew Counts, [A Designer's Guide to Instrumentation Amplifiers, 3rd Edition](#), Analog Devices, 2006.

Copyright 2009, Analog Devices, Inc. All rights reserved. Analog Devices assumes no responsibility for customer product design or the use or application of customers' products or for any infringements of patents or rights of others which may result from Analog Devices assistance. All trademarks and logos are property of their respective holders. Information furnished by Analog Devices applications and development tools engineers is believed to be accurate and reliable, however no responsibility is assumed by Analog Devices regarding technical accuracy and topicality of the content provided in Analog Devices Tutorials.