

常见问答

用于驱动ADC的放大器

Don Tuite

模拟/电源编辑

《Electronic Design》

应该使用什么样类型的放大器来驱动ADC?

这类放大器可能包括单端及差分输入和输出, 加上控制环路中的电压反馈(VFB)或电流反馈(CFB)。专门的放大器可能会提供电平移位、级间隔离、单端至差分变换、差分至单端变换, 以及衰减或增益。

VFB以及CFB放大器的主要考虑因素有哪些?

对于CFB放大器, 闭环增益大都与频率无关。另外, CFB放大器能够提供较快速的压摆率和低失真, 高增益时其性能也要优于VFB放大器。而VFB放大器则能提供比CFB放大器更低的噪声和更好的直流性能。其它方面的折中在于设计约束。使用VFB运算放大器时, 尽管较高的电阻值会限制稳定性, 但设计师在选择反馈电阻时具有很大的灵活性, 而CFB放大器的数据手册中通常会规定好反馈电阻的阻值, 因此CFB放大器适合于需要更高增益的应用。

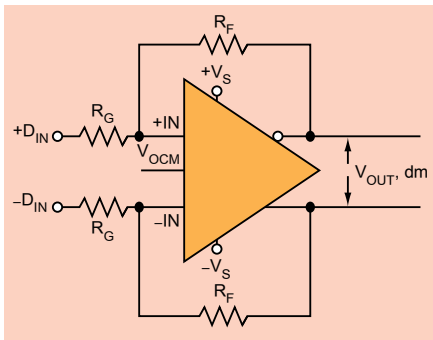


图1：一些差分电压负反馈放大器包括一个额外的 V_{OCM} 输入，这使得输出信号的共模电压能够偏移。

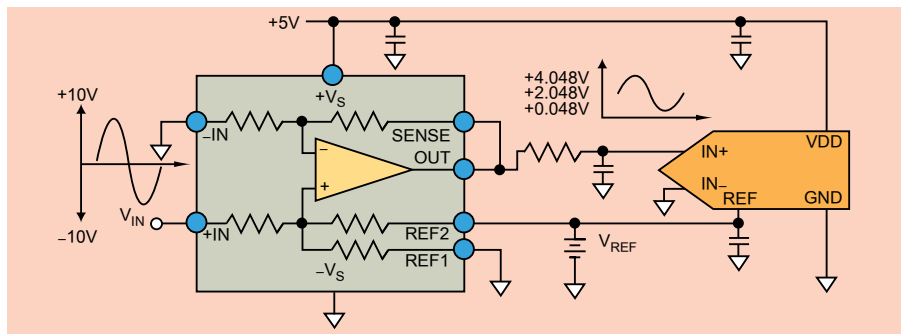


图2：图中所示为一款专门为ADC优化的电平转换驱动器，为实现高达 $\pm 10V$ （工业应用很常见）的传感器宽输出电压与电压范围有限的单端ADC的精确匹配提供了一个简便的方法。

差分ADC驱动器的优点是什么?

这类驱动器简化了单端至差分及差分至差分的转换、共模电平偏移及差分信号的放大。相对于单端驱动器, 它们有更低的失真和更快的建立时间。

差分VFB ADC驱动器与单端放大器有何不同?

除了通常的反相和同相输入外, 一些差分VFB ADC驱动器还有另外的输入 V_{OCM} , 它能够偏移差分输出的共模电压(见图1)。与VFB运算放大器相类似, 闭环增益由输入电阻和反馈电阻来设定, 但对于反相输入和同相输入的电阻须是独立的且要匹配。内置的共模反馈环路使得输出在很宽的频率范围上具有极好的平衡, 外部元件无需严格匹配, 于是, 差分输出与理想非常接近, 即幅度一致, 而相位严格相差 180° 。同样, 若需要, 也可通过 V_{OCM} 功能保持信号中的直流分量。

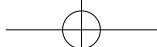
什么时候需要单端、带有衰减、具有电平转换功能的ADC驱动器? 它们是如何工作的?

工业应用中经常包括由 $\pm 10V$ 信号驱动传感器, 于是, 在使用单端输入ADC(这已成为当今的设计小通则)时

便会出现问题, 因为ADC只能承受较小的输入信号摆幅。一款电平转换ADC驱动器接收一个大信号, 然后减小幅度, 再对输出共模电压进行移位, 使得它能够与低电压、单电源ADC完全兼容, 如图2所示。图中为一款专门为ADC优化的电平转换驱动器, 为实现高达 $\pm 10V$ 的传感器宽输出电压与电压范围有限的单端ADC的精确匹配提供了一个简便的方法。例如, 一个直流为0V、幅度为20V p-p($\pm 10V$)的输入信号能转换成直流为2.5V、幅度为4V p-p的信号。

实现电平转换的方法有许多, 通常都是利用多个放大器、一个上述的差分驱动器, 或者专门用于电平转换的ADC驱动器来完成的。采用单差分驱动器的方案比多个放大器方案要简单一些, 而特殊功能的电平转换驱动器方案也比较简单。

这些放大器中都内置有激光调整的电阻器, 确保了较高的增益精度, 同时还具有高共模抑制比和低漂移的特性。最终的益处是放大器采用与ADC相同的电源电压, 从而无需采用多种电源电压。



广告

产品问答

实现最佳ADC性能的驱动器

一款驱动器的-3dB带宽为1GHz，能以这个频率来驱动转换器输入吗？

如果您需要驱动高分辨率ADC，不光要注意-3dB带宽，还有增益平坦度，特别地，还要考虑作为频率的函数的谐波失真。回想一下，在VFB放大器之中，-3dB带宽只是简单地反映出半功率点，之后开环增益则开始了-6dB/倍频程的滚降，这样为放大器的比较提供了粗略的方法。

作为混合信号电路设计师，您必须关注的是将放大器的失真对ADC的有效位数(ENOB)性能的影响降到最小。ENOB是整个模拟信号链中的信噪比(SNR)+失真(SINAD)的函数， $ENOB = (SINAD - 1.76) / 6.02$ 。因此，在您决策时请注意数据手册中的谐波失真曲线。

为什么要使用有源驱动器，而不使用无源的变压器？

使用有源驱动器的主要原因是获取更好的通带平坦度，并将信号与ADC输入中的噪声隔离开。变压器的频率响应起伏很大，而放大器的变化很小，在频率范围内通常仅为 $\pm 0.1\text{dB}$ 。

如果设计中需宽带增益，放大器能提供与ADC输入的更好匹配。再看频率响应，一些放大器能提供直流耦合，而变压器无法处理慢速变化的信号。

由于变压器是无源器件，无法提供级间隔离，变压器次级线圈上所产生的噪声将从ADC输入返回到原始信号源，而放大器可以缓冲具有低输出阻抗的信号源，为ADC输入与原始信号源提供70~80dB的级间隔离。另一方面，变压器的优点是在高频段能够保持更好的SNR和无杂散动态范围(SFDR)。不过，在第一或第二奈奎斯特区，可以采用一个变压器或者一个放大器。

电压反馈差分ADC驱动器能够在高达70MHz的频率上提供优异的失真/功耗比

ADA4939-1在70MHz的频率上提供高达82dB的无杂散动态范围(SFDR)，采用3.3V单电源，功耗小于120mW。该器件能用于单端至差分架构和差分至差分架构



超低失真的电流反馈差分ADC驱动器

ADA4927是一款低噪声、超低失真以及高速度的电流反馈放大器，是驱动频率范围为直流至100MHz、分辨率高达16位的高性能ADC的理想选择。

单端、带有衰减并具有电平转换功能ADC驱动器

AD8275是一款 $G=0.2$ 的单端、带有衰减差分放大器，可以将 $\pm 10\text{V}$ 的信号转换到+4V。这一款器件具有快速的建立时间、失真小，适合于驱动16位SAR ADC。

差分ADC驱动器

器件型号	电源电压	-3dB带宽	压摆率	HD2/HD3 (-dBc)	@带宽 (MHz)	电压噪声 (nV/√Hz)	电流/每放大器 (mA typ)	封装	价格 (美元/千片)
ADA4938-1	5、±5	1,000	4,700	82/82	50	2.6	37	16-LFCSP	3.84
ADA4939-1	3、5	1,400	6,800	83/97	70	2.3	36.5	16-LFCSP	3.84
ADA4927-1	5、±5	2,300	5,000	87/89	100	1.4	20	16-LFCSP	3.79
AD8139	3、5、±5	410	800	85/89	1	2.25	24.5	8-LFCSP/SOIC	3.63
AD8138	3、5、±5	320	1,150	94/114	5	5	20	8-SOIC/MSOP	3.8
ADA4937-1	3、5	1,900	6,000	84/91	70	2.2	39.5	16-LFCSP	3.84
AD8352	3~5.5	2,500	9,000	82/84	140	2.7	37	16-LFCSP	3.49
AD8132	3、5、±5	350	1,200	83/98	5	8	12	8-SOIC/MSOP	1.67
ADA4941-1	2.7~12	30	22	101/98	0.1	10.2	2.2	8-LFCSP/SOIC	2.42

用于驱动ADC的差分放大器

器件型号	电源电压(V)	-3dB带宽 (MHz)	0.001%建立时间 (ns)	输入电压 (Vpp)	输出电压 (Vpp)	输出类型	电压噪声 (nV/√Hz)	封装	价格 (美元/千片)
AD8275	3.3~15	15	450	20	4	Single-ended	40	8-MSOP	1.6

欲了解ADI公司的所有ADC驱动器，请访问
www.analog.com/zh/adcdriuers。

