

高分辨率 ADC 的板布线

wang1jin 收藏...

个人博客: <http://blog.ednchina.com/wang1jin/>

转自 www.pcbbs.com

高速 ADC(模/数变换器)是各种应用领域(如质谱仪, 超声, 激光雷达/雷达, 电信收发机模块等)中关键的模拟处理元件。无论应用是基于时域或频域, 都需要 ADC 最高的动态性能。更快和更高分辨率的 ADC, 可使超声系统具有更详明的图像, 使通信系统具有更高数据的处理能力。

随着 14 位或更高分辨率 ADC 的采样率继续提高到百兆采样范围, 随之而来的是系统设计人员必须成为时钟设计和分配及板布线方面的专家。

本文描述的是系统设计方面的一些关键性问题, 特别关注印制电路板(PCB)地和电源平面布线技术。现代化的 ADC 需要现代化的板设计。没有精确的时钟源或仔细设计的板布线, 则高性能变换器将达不到其性能指标。

单 IF 外差接收机结构和高级的功率放大器线性化算法, 正在对 ADC 性能提出要求。这样的系统正在把变换器的固有抖动性能推向低于 1/2 PS。同样, 测试仪器工程师需要在宽带内有非常低的噪声性能, 以便高级频谱分析仪开发。

因此, 高速数据变换系统中最重要的子电路是时钟源。这是因为时钟信号的定时精度会直接影响 ADC 的动态性能。

为了使这种影响最小, ADC 时钟源必须具有非常低的定时抖动或相位噪声。若在选择时钟电路时不考虑这种因数, 则系统动态性能不会好。这与前端模拟输入电路的质量或变换器的固有抖动性能无关。精确的时钟在精确的时间间隔总能提供沿转换。

实际上, 时钟沿在连续变化的时间间隔到达。因此, 这种定时的不确定性, 可以借助数据变换过程综合评估采样波形的信噪比。

最大时钟抖动由下式确定:

$$T_j(\text{rms}) = (V_{IN(p-p)} / V_{INFSR}) \times (1 / (2(N+1) \times \pi \times \text{fin}))$$

假若输入电压(V_{IN})等于 ADC 的满标范围(V_{INFSR}), 则抖动要求变为 ADC 分辨率(N 位)和被采样输入频率(fin)的因数。

对于 70MHz 输入频率, 总抖动要求是:

$$T_j(\text{rms}) = 1 \times (1/215\pi \times 70 \times 106)$$

$$T_j(\text{rms}) = 140\text{fs}$$

由于很多系统通过背板或另外连接分配参考时钟，这会降低信号质量，所以，通常用本机振荡器(低相位噪声的 VCXD)做为 ADC 的定时源。图 1 示出用 NS 公司的 LMX2531 时钟合成实现定时产生。连接到定时产生器的 LMX2531 由可编程分频器合成器输出，给出小于 100 毫微微秒的抖动性能。

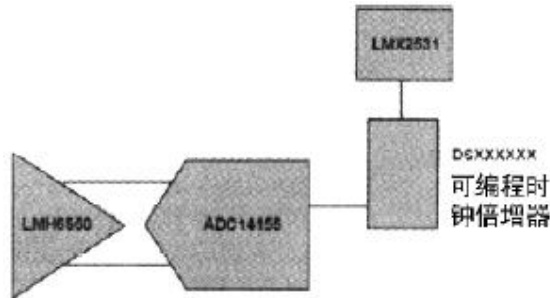


图 1 定时产生器方案

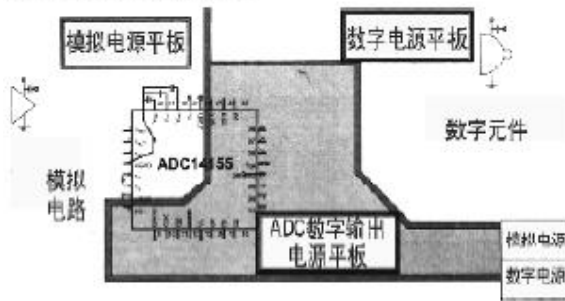


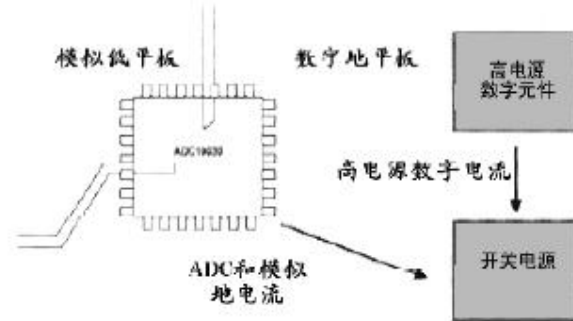
图 2 隔离模拟和数字电源平板

布线考虑

适当的接地和选定所有信号路线是保证精确信号转换的关键。

用分离地平板对于 10 位 ADC 的 50MSPS 和 12 位 ADC 的 30~35MSPS 工作良好。超出此范围，额外的电路噪声是明显的，而且分离的地平板也可引起信号辐射。当线承载电流信号时，会在跨越平板间分离处发生问题。

模拟元件集中在板的模拟区域，数字元件集成在板的数字区域。这样可保持模拟和数字返回电流彼此远离(图 2)。图 3 示出带一个分离地平板的板图。这是为了隔离模拟和数字地电流，而且可使 ADC 噪声最小，但忽视了 EMI 效应。另模拟元件集中在板的模拟区域，数字元件集成在板的数字区域。这样可保持模拟和数字返回电流彼此远离(图 2)。图 3 示出带一个分离地平板的板图。这是为了隔离模拟和数字地电流，而且可使 ADC 噪声最小，但忽视了 EMI 效应。另外，当用电源迹线控制模拟和数字电源通路时，返回 ADC 电流必脱离输出电流通路。这会产生可辐射的电流环路区域。



用分离的地平板和电源板可以消除环路区域问题，使辐射问题最小。这允许输出和返回电流彼此靠近流动，而使 RFI/EMI 问题最小。然而，元件的相互放置是非常重要的，共同的模拟和数字返回电流通路在模拟电路可能引起数字噪声。我们知道，高频或高沿率信号留心高电阻，甚至在地平板中需要保持模拟和数字返回电流彼此分离开。

注意，邻近效应导致输出和返回电流尽可能彼此靠近流动。靠精细的元件放置和所有线迹(包括电源线)考虑周到的选定路线，可以控制地平板中的返回电流通路。地返回电流将流经各自的输出线迹，因此，保持模拟和数字返回电流彼此远离是可能的。

单个地平板消除环路区域，信号和电源线迹控制电流流动。

模拟和数字元件应放置在它们自己的专门 PCB 区域。电源应放置在板边沿或者角落和模拟与数字区域之间。

电源布线对噪声性能也是关键。数字元件(特别是高速大功率数字元件)不能放置、也不能靠近模拟返回电流流回电源的通路。这就是数字元件不应放置在靠近承载模拟电流的线或到模拟和混合信号元件的电源线。注意，电源承载信号电流，因为它们重新充电板上的旁路电容器。返回电流必须通过分离地平板的公共节，远离输出线迹/通路流动。此将形成有辐射的环路区域。有时模拟电路会拾取这种辐射。

上述所建议的布线会使 ADC 能提供最好的性能。归纳其要求如下：

- 用一个整体单一化的地平板。不要分开地平板。若多板层中有多个地平板，则应在 2cm 或更短距离内，用一个通孔栅条把它们连接在一起。
- 分开电源平板，每个电源平板保持在相同板层中。应该分离模拟电路电源平板、数字电路电源平板和 ADC 数字输出驱动器的电源平板。
- ADC 数字芯核电源用模拟电源，但 ADC 数字驱动器不能用模拟电源。
- ADC 数字输出驱动器电源可以是 ADC 输出驱动元件的相同电源。
- 把所有模拟元件和连线放置在模拟电源平板之上，把所有数字元件和连线放置在数字电源平板之上。

- 每个平板用分离的电源。ADC 数字输出电源，可以来自任何一个电源，但应该用串联扼流圈去耦。ADC 模拟电源最好采用线性电压稳压器。

- 假若任何数字电路供电电源和 ADC 输出驱动器电源是同一电源，并有信号线到板的另外区域，则这两个电源平板之间用电容器。把这些电容器放置在紧靠信号线处