

低功耗、3V 工作电压、精度 0.05% 的 A/D 变换器

吴忠 译

图 1 中的 ADC 电路简单、体积小，无需负电源和昂贵的精密元件，消耗极低的电源电流（仅 $10\mu\text{A}$ ）。一次 A/D 转换包括 12000 次比较，转换时间约 300 毫秒。电路工作过程如下：

每一次电平比较之后，微控制器（ μC ）闭合两个模拟开关之一：比较器输出高电平时闭合 IC2A，输出低电平时闭合 IC2B。两个开关的 B 端要么与 1.2V 的基准 V_{REF} 相连，要么与地相连，结果产生一个脉宽调制信号（PWM），该信号经 R3 和 C1 组成的低通滤波器滤波后连接到 IC1（MAX951）放大器的同相端。运放的反相端通过电阻 R4 与 V_{IN} 相连，差动放大输出送 IC1 中比较器的 V_+ 端并与 V_{REF} 比较。

其结果是积分误差电压增大或减小，微控制器则对比较器输出为高（IC2A 闭合）次数计数。该次数 N_{H} 除以 12,000 等于 PWM 脉冲的占空比。由于系统完全采用公制单位，因此 PWM 占空比 $N_{\text{H}}/12,000 = V_{\text{IN}}/V_{\text{REF}}$ 。将 $V_{\text{REF}} = 1.2\text{V}$ 代入该式整理后得： $V_{\text{IN}} = N_{\text{H}}/10,000$ 。

利用 图表 1，LCD 模块可直接显示电压值，就象一台 DPM（数字处理机）一样。在嵌入式应用场合，子流程“DVM”产生实际的 A/D 变换结果。当将间距常数（即比较次数）设置为 12,000 时，一次 A/D 转换时间为 300 毫秒，测量精度为 4 位半，满程输出值为 1.1999。如果你想把 A/D 转换时间缩短到 30 毫秒，可将间距常数设为 1200，但测量精度只有 3 位半，满程输出值为 1.199。

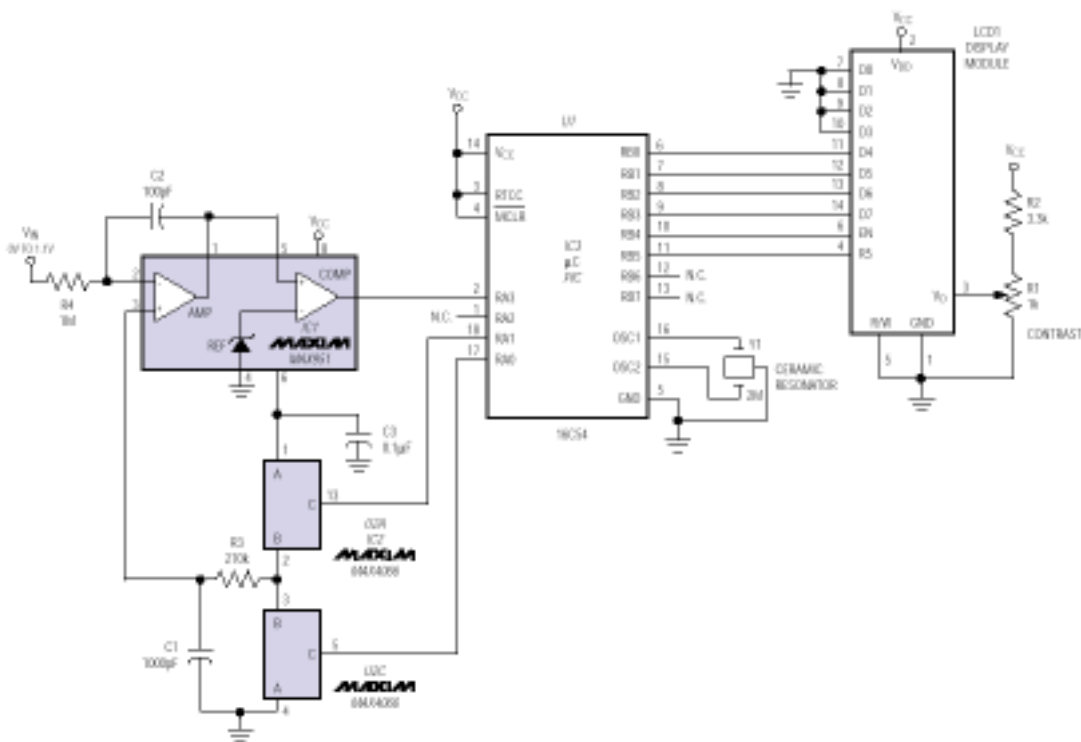


图 1. 将该廉价的高精度 (0.05%) A/D 变换器增加到你现有设备中或用来把某些微控制器 (例如 PIC 的 16C71) 内部 ADC 升级。

IC2 近乎理想的开关特性是取得 0.05% 低非线性度的根本保证。图中的 IC2——MAX4066 是一种高性能、3V 工作电压、工业级模拟开关，内含 4 个 SPST 开关，通态电阻 35Ω 、开路时漏电流最大只有 0.1nA 。如果想进一步减小体积，IC2 可采用双模拟开关——MAX323。它是一个 3V 版本的 SPST 器件，特性与 MAX4066 相似。MAX323 的封装形式为 8 脚 μMAX 。（与之不同，MAX4066 的封装形式为 14 脚 SO）

μC 允许的最大电源电压为 6V，因此 V_{CC} 不能大于该值。在整个温度范围内，即使 V_{CC} 低到 2.8V，IC1 也能工作，且消耗的电流仅 $7\mu A$ 。IC1 中的电压基准源对于小于 100pF 或大于 $0.05\mu F$ 的容性负载均能保持稳定。因此，为了保证其稳定工作，应选择大的旁路电容。

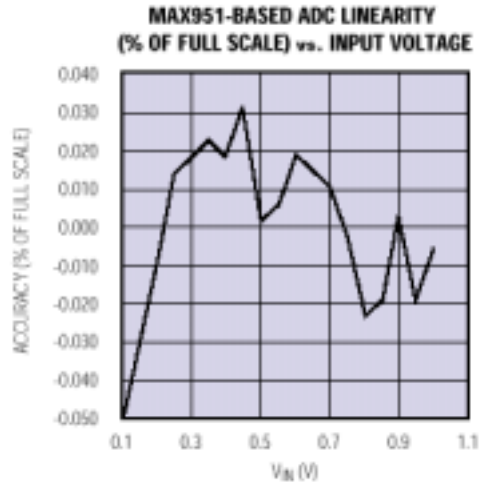


图 2. 图 1 电路的输出非线性度随输入电压变化曲线。(以满程输出的百分比表示)