

利用计数器实现高分辨率积分式 A/D

朱 玮

摘要 介绍用8254计数器在IBM PC/AT 机上实现高分辨率(最高可达16位)积分式A/D。

一、前 言

现在所常用的 A/D 转换芯片大致分为两类:一类采用逐次比较法转换原理的 A/D 芯片,其转换速度较高,但价格较贵;另一类采用双积分转换原理的A/D芯片,其精度较高,价格适中,但转换速度较低,一般在(10~20)次/秒左右。在要求高精度、高分辨率的测量中,如选用逐次比较式A/D芯片,成本过高;选用双积分式A/D芯片,有时速度又不能满足要求。为此本文介绍用8254计数器实现高精度、高分辨率双积分式A/D,其具有成本低,速度快,灵活性强等优点,可以满足一些测量应用的要求。作者将其用于电校绝对辐射计的测量中,得到较好的结果。

二、双积分式 A/D 原理

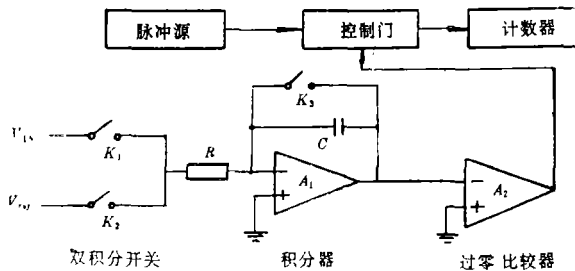


图1 双积分A/D框图

如图1所示,双积分A/D工作过程分为二个阶段:第一阶段, K_1 闭合后,由输入端所接电压 V_{1N} 对积分器做充电积分,积分时间 $0 \sim T$ 为恒定间隔,当积分到 T 时,积分器输出电压 V_0 为:

$$V_0 = -\frac{1}{RC} \int_0^T V_{1N} dt = V_A$$

$$V_A = -\frac{T}{RC} V_{1N} \quad (1)$$

第二阶段为积分器充电周期 T 结束后, K_1 断开, K_2 立即闭合, 将积分器输入端接至与 V_{1N} 极性相反的基准电压 V_{ref} 上, 这时积分器的输出电压开始放电复原, 当积分器输出电压回到起点零伏时, 放电积分过程结束。设这段时间为 ΔT , 此时积分器的输出为:

$$V_0 = V_A - \frac{1}{RC} \int_0^{\Delta T} V_{ref} dt = 0$$

$$V_A = \frac{1}{RC} \int_0^{\Delta T} V_{ref} dt = \frac{\Delta T}{RC} \cdot V_{ref} \quad (2)$$

由(1), (2)式得:

$$V_{1N} = - \frac{\Delta T}{T} V_{ref}$$

由于 ΔT , T 是以脉冲计数来实现的即有:

$$\Delta T = \Delta N \tau, \quad T = N \tau \quad (\tau \text{ 为脉冲周期})$$

故有:
$$V_{1N} = - \frac{\Delta N}{N} V_{ref}$$

由此可见, 以适当的脉冲计数方法, 可以对输入的模拟量 V_{1N} 实现数字化变换的目地, 即实现A/D变换。

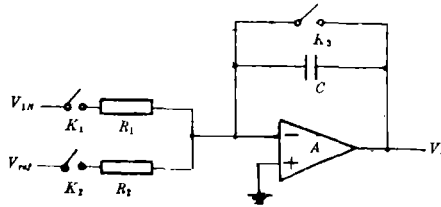


图2 增强式双积分电路

图1所示的积分电路有个缺点, 即变换时间较长, 为 $2T$ 。为解决变换时间长的缺点, 可采用增强式双积分电路, 如图2所示。这种电路在同等分辨率条件下, 对 V_{1N} 的积分时间将依电阻 R_1/R_2 比值的减小而缩短, 由此提高变换速度。此时:

$$V_{1N} = - V_{ref} \left(\frac{\Delta N}{N} \right) \cdot \left(\frac{R_1}{R_2} \right).$$

由于电阻的生产技术可使比例精度达到相当高的水平, 故增强型积分电路是容易实现的。

三、用8254计数器实现双积分A/D

(一) 电路原理图

本电路采用增强型双积分电路, 其电路原理图如图3。

图中8254为可编程定时/计数器, 它内部有三个16位定时/计数器, 其中有六种工作方式, 本电路选用工作方式0, 使其计数结束时, 输出端(OUT)由低电平变高电平, 并一直保持到下次重新装计数值为止。积分放大器选用LF351, 高速比较器选用LM319, R_1 、 R_2 为积分电阻, C 为积分电容, 积分电容应选用漏电小的聚苯乙烯或聚丙烯电容, 电阻、电容的数值由积分时间决定。

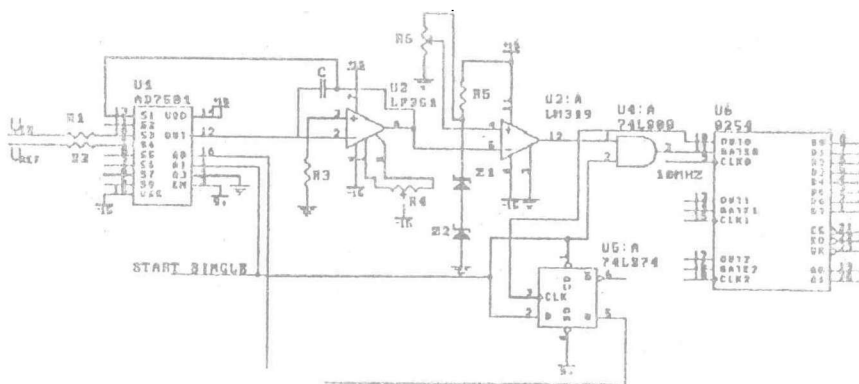


图3 用8254实现双积分A/D电路原理图

(二) 工作过程

在测量前，启动信号（START SINGLE）保持低电平，积分电容短路，积分器输出为 0，比较器输出为 1，这时8254计数器的门控端GATE为 0。

在测量时，先向8254计数器写入积分定时值 T ， T 的长短与所需要 A/D 的测量精度有关。启动 A/D 转换器时，使启动信号为 1，这时 GATE 变为 1，8254 计数器开始计数，并且积分器输入端接到输入电压 V_{IN} 上，开始双积分的第一积分阶段。定时时间到，8254 计数器的输出端 OUT 发出一个正脉冲，使 D 触发器翻转，控制积分器输入端接到与 V_{IN} 极性相反的基准电压 V_{ref} 上，同时由于比较器输出仍为 1，8254 计数器从 0 开始继续减 1 计数，这时为双积分的第二积分阶段，其积分时间与积分器上的电压成正比，也就是与被测量电压成正比。当积分器输出端由负变正时，比较器翻转，输出为 0，使 8254 计数器停止计数，这时可读出 8254 计数器的计数值 $\Delta T'$ ，将其取补为 ΔT ，则有：

$$V_{IN} = -V_{ref} \cdot \frac{\Delta T}{T} \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

(三) 技术指标

以下指标是在计数频率为 10MHz， $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4}$ 条件下得到的。

分辨率：16bits 14bits 12bits；采样速率：110次/秒 450次/秒 1900次/秒；测量范围：0~10V 0~10V 0~10V；精度： ± 1 LSB ± 1 LSB ± 1 LSB

四、结 束 语

本电路具有速度快、精度高、成本低、灵活性强、抗干扰能力强等优点，只要简单地改变 R_1 、 R_2 或 C 值就可以实现不同精度的测量。本电路也可以用于单板机和单片机控制的智能仪表上。因此，这种电路具有很强的实用性。

参 考 文 献

- [1] 张俊江等编；《计算机模拟I/O技术》国防科技大学出版社1986，6
- [2] 徐君毅等编；《单片机原理与应用》上海科学技术出版社1988，4
- [3] (美) Wayre C.Goke；电子测量技术，1991年19卷，1期，24页

A High Resolution Integrating A/D Realized by Counter

Zhu Wei

Abstract

This paper the model 8254 counter used in IBM PC/AT computer to realize high resolution (The highest is 16 bits) integrating analog-to-digital converter is given in detail.