

基于 ATmega128 的多通道生化分析仪测控系统

Measure and Control System of Multichannel Biochemical Analyzer Based on ATmega128

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所; 2.中国科学院研究生院; 3.吉林大学)宋连义^{1,2} 马海涛³ 唐玉国¹ 刘振江¹
SONG LIANYI MA HAITAO TANG YUGUO LIU ZHENJIANG

摘要:本文简要概述了多通道生化分析仪的基本原理和方法。以 ATmega128 单片机为核心进行测控系统软硬件设计,模拟输入通道采用 ATmega128 片内 A/D 转换器,外扩 4MB 的高速 SPI Flash 存储器。对数放大器 LOG112 的应用,在硬件上实现了吸光度值测量。结果表明:该仪器具有快速、可靠、准确、可操作性强等特点,能够同时完成多个波长的数据测试,提高了分析速度。

关键词:ATmega128; 生化分析仪; 多通道; 对数放大器

中图分类号:TH776.2

文献标识码:B

Abstract:IN this thesis, a brief introduction was given to the basic principle and method of multichannel Biochemical Analyzer. The hardware and software of measure and control system were designed based on ATmega128 MCU and A/D converter in ATmega128 was adopted in analog input channel and 4MB high speed SPI Flash memory was expanded. The application of the logarithmic amplifier LOG112 realized the absorbance measurement of hardware. The experimental results show that the detector has the features of speediness, reliability, veracity and better maneuverability etc. It can simultaneously complete the data test of many wave lengths and enhances the analysis speed.

Key words:ATmega128; Biochemical analyzer; Multichannel; Logarithmic Amplifier.

1 引言

生化分析仪是根据物质在紫外、可见光区产生的特征吸收光谱和朗伯-比尔(Lambert-Beer)定律和原理,用未知浓度的样品与已知浓度标准物质比较或根据摩尔吸光系数方法进行定量分析的仪器。生化分析仪属于光学式分析仪器,它基于物质对光的选择性吸收,即分光光度法,分光光度法是在朗伯比尔定律基础上建立起来的一种常用的分析方法。其原理是:特定波长的单色光通过溶液,其吸收强度与溶质浓度和光通过的距离(即光径)成正比。数学表达式为: $A=Lg(I_0/I_t)=bc$ 式中, A 为吸光度, I_0 为入射辐射强度, I_t 为通过辐射强度, b 为摩尔吸光系数 ($L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$), b 为液层厚度(cm), c 为吸收物的摩尔浓度(M)。本文所述的生化分析仪采用平像场分光光度计,用全息凹面光栅作为分光元件,以硅光电二极管阵列(PDA)为探测器。光度测试采用后分光技术,从光源辐射的复合光先经样品溶液吸收后再由全息凹面光栅分光,阵列探测器同时接受 8 路光谱信号(340nm, 405nm, 450nm, 505nm, 546nm, 570nm, 620nm, 660nm),多个光谱信号同时检测,实现多通道快速测量。其工作过程:样品经进样电机吸入到比色池,光电转换器将通过盛有样品溶液的比色池的单色光转换为电信号后送入信号处理系统进行分析,分析后的数据可以同时显示在显示屏显示、微型打印机打印结果和保存在 FLASH 存储器中。

2 系统的总体设计

系统以 ATmega128 芯片为核心,外围电路由对数放大器、FLASH 存储器、USB 接口、CPLD 等组成。系统的整体方案如图

宋连义: 硕士研究生

基金项目:中科院东北振兴科技行动计划重点项目(DBZX-2-009)

1 所示。

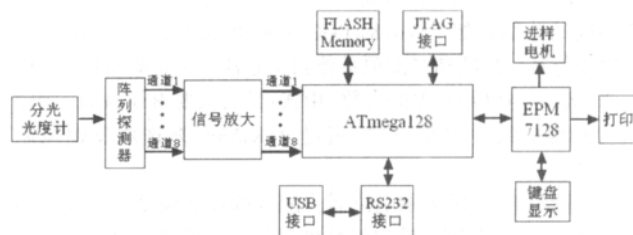


图 1 多通道生化分析仪整体方案框图

2.1 硬件部分

2.1.1 信号放大电路

信号放大电路主要由 AD549 和 LOG112 组成。LOG112 是 TI 公司生产的片上电压参考为 2.5V 的精密对数和对比放大器,具有高精度(0.02% FSO Over 5 Decades),宽的输入动态范围(7.5 Decades, 100pA ~3.5mA),低静态电流(1.75mA),输出比例放大,简单易用的功能。在本电路的应用如图 2 所示:D 为阵列探测器的一路光电接收器, I_1 为 D 经过 AD549 放大后的输出电流,范围在 100pA 到 500uA 之间(KEITHLEY6517A Electrometer 实测 D 的电流值得到); V_{REF} 由精密低功耗并联型电压基准源 LM4040A-25 提供, I_2 是由 LM4040A-25 和精密电阻提供的基准电流, CC 为频率补偿电容由 I_1 与 I_2 的取值范围决定; $V_{LOGOUT} = (0.5V) \log(I_1/I_2)$, 输出电压 $V_{OS} = (R_2/R_1)V_{LOGOUT}$, 由硬件实现了吸光率值的测量。A/D 采用 ATmega128 自带的 10 位逐次逼近型 ADC,其具有 8 路复用的单端输入通道,7 路差分输入通道,连续转换或单次转换的功能。选择片内的 2.56V 做为 ADC 的参考电压,且在 AREF 引脚上加一个 20pF 的电容解耦,以更好地抑制噪声。ADC 还包括一个采样保持电路,以确保在转换过程中输入

到 ADC 的电压保持恒定。

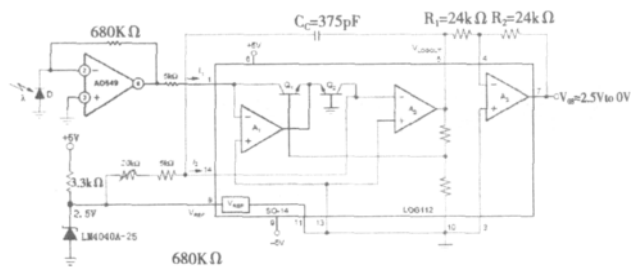


图 2 信号放大电路

2.1.2 主控系统

由 ATmega128 和 EPM7128 组成。主要完成数据的转换、处理、存储、键盘识别和显示,进样电机的控制,打印输出,结果保存,与上位机通讯等功能。ATmega128 单片机是 ATMEL 公司出品的增强型精简指令集(RISC 内核)低功耗高速 8 位控制器。采用哈佛(Harvard)结构,具有独立的数据和程序总线。内嵌可重复擦写 128KB 系统内可编程的 Flash 程序存储器,4K 的 EEPROM 和 4KB 的 SRAM,程序可进行加密;自带 JTAG 接口,便于程序的调试;硬件结构采用局部寄存器堆(32 个寄存器文件)和单体高速输入/输出的方案,提高了指令执行速度(1MIPS/MHz),而且绝大部分指令都为单周期指令,提高了运行速度,具有极高的性价比。ATmega128 通过 PA 和 PC 口与 EPM7128 连接,EPM7128 的功能是实现对键盘、显示和进样电机的控制,其固化程序采用 VHDL 语言实现。外扩 4MB 的高速(20MHz)SPI Flash 存储器 AT25FS040,作为数据存储器。AT25FS040 支持字节模式和页模式存储方式,用法简单,直接与 ATmega128 的 SPI 接口连接即可。通讯接口采用 Silicon 公司生产的高集成度 USB-UART 桥接电路 CP2102,实现上位机与下位机的互连。该芯片集成了一个符合 USB2.0 标准的全速功能控制器、EEPROM、缓冲器、和带有调制解调器接口信号的异步串行数据总线(适用于 RS-232 协议),同时具有一个集成的内部时钟和 USB 收发器,无需其他外部 USB 电路元件。支持 12 Mbps 的数据速率。高性能的 CP2102 具有功耗低、体积小、集成度高(无需外接元件)等特点,能使串行设备升级到快速而灵活的 USB 接口。本仪器的设计充分利用了 ATmega128 芯片的资源,使 ATmega128 的功能得到了充分的利用。

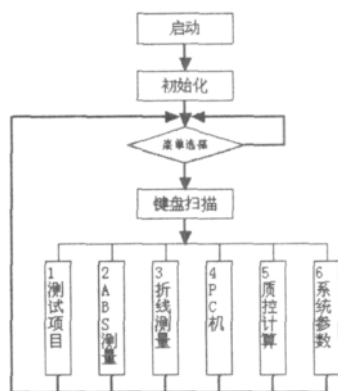


图 3

2.2 软件部分:

软件系统按照功能可以划分为测试项目、ABS 测量、折线测量、PC 机、质控计算和系统参数 6 大部分,如图 3 所示。其中

测试项目和系统参数最重要,测试项目包括已经为用户编译好的 30 多个样品检测项目和用户可自己编译的样品检测项目,在以上的样品检测项目中主要用终点法、动力学法、两点法和双波长法,这四种测试方法已经实现软件模块化,在样品检测项目中可以直接调用;系统参数在仪器的调试完成后就已经确定,一般不需要修改,只有仪器需要校准时进行简单的调整。

3 结束语

文中介绍的多通道生化分析仪是光、机、电、算结合的精密仪器。采用平像场光谱仪,配有阵列探测器,电路系统以 ATmega128 单片机为核心,设计简单而高效,具有优越的性能价格比。本文所述的测控系统已在多通道生化分析仪上通过调试,结果完全满足设计使用需要。本文作者创新点为在硬件上实现了吸光度值的测量并且实现了多通道数据的快速测量。

参考文献

- [1]陈冬云 杜敬仓 任柯燕等. ATmega128 单片机原理与开发指导. 北京:机械工业出版社 2005.10
- [2]沈文 Eagle lee 詹卫前编著. AVR 单片机 C 语言开发入门指导. 北京:清华大学出版社 2003.5
- [3]李全臣 蒋月娟 编著. 光谱仪器原理. 北京:北京理工大学出版社 1999.7
- [4]葛治军 基于 AVR 单片机的多点数字温度检测系统设计[J]微计算机信息 2005,9:149-151

作者简介:宋连义(1975-),男,汉族,吉林人,现为中科院长春光学精密机械与物理研究所硕士研究生,从事测试计量仪器设计与研发方面的工作。

Biography: Song Lian-yi, male, Han nationality, borned in Jilin province in 1975, the graduate student in the Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, engaged in design and study of testing and measure apparatus.

(130033 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 宋连义 唐玉国 刘振江

(100039 北京 中国科学院研究生院)宋连义

(130022 长春 吉林大学)马海涛

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics & Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun, 130033, China) Song Lian-yi Tang Yu-guo Liu Zhen-jiang

(Graduate School of the Chinese Academy of Science, Beijing, China, 100039) Song Lian-yi

(Jilin University, Changchun, 130022, China) Ma Hai-tao

通讯地址:(130033 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)宋连义

(收稿日期:2007.2.13)(修稿日期:2007.3.15)

书 讯

《嵌入式系统应用精选 200 例》
110 元 / 本(免邮资)汇至

《80C51 宏汇编程序设计语言》
22 元 / 本(免邮资)汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息杂志收 邮编:100081
电话:010-62132436 010-62192616(T/F)