

无线远程家庭监护系统的设计与实现

赵鹏, 叶建芳, 何佩佩

(东华大学 信息科学与技术学院, 上海 201620)

摘要: 针对亟待解决的独居老人监护的社会问题, 设计了独居老人无线家庭监护系统。该系统通过医用电极采集受监护老人的生理信号, 信号经过微弱信号放大电路及单片机处理后, 通过无线收发模块将数据以无线的方式传送到小区监护中心。小区监护医生对老人进行每日的日常监护, 一旦发生异常, 监护系统立刻发生报警, 通知急救人员进行救援。测试结果表明, 系统性能稳定, 能够对监护对象的脉搏、血压和心率进行实时监控。

关键词: 无线监护; AGC; 微弱信号放大; AD623

中图分类号: TN709

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)04-0014-03

Research and design of the wireless remote household monitor system

Zhao Peng, Ye Jianfang, He Peipei

(Information Science & Technology College, DHU, Shanghai 201620, China)

Abstract: To solve the social problem about monitoring of single-resided elder caused by the trend of aging, this paper designs a wireless monitor system for single-resided elder. The system firstly collects the elders' physiological signals by medical electrode. After the amplification of feeble-signal-amplifying-circuit and the processing of single-chip, the data will be transmitted wirelessly by the wireless transition mode, to the community-monitoring-center, where the community doctor will carefully check the signals. Once an emergency occurs, the alarm-system will be activated immediately, asking the emergency center to take actions. Test results show that the system performance is stable and it is able to monitor the object's pulse, blood pressure and heart rate under real-time monitoring condition.

Key words: wireless monitor; AGC; the amplification of feeble signal; AD623

随着信息科技的不断发展, 医疗信息化成为国内外广泛关注的焦点, 逐渐形成了电子医疗这一研究领域。实时的医疗监控会更好地引导人们养成良好的生活习惯, 变治病为防病, 因此无线远程家庭监护系统有很广泛的应用价值^[1]。

本文运用微弱信号实时检测技术采集受监护老人的脉搏、血压、心率信号, 通过无线收发模块将监护病人的生理参数传送到小区的监控中心。当老年人在家突发疾病导致生理信号出现异常时, 监控中心会在第一时间做出反应, 派出急救人员对患者进行抢救和治疗。通过此装置可有效降低错失最佳救治时间而带来的巨大风险, 大大提高了医疗救治的效率。

1 监护系统的结构

心电传感器采集的心电信号频率主要集中在 0.05~100 Hz, 幅度为 10 μ V~4 mV (典型值为 1 mV), 是一种低频率的微弱双极性信号^[2]。它淹没在许多较强的干扰和

噪声之中。因此, 要实现心电信号的精确测量, 必须设计出性能优良的前置级放大电路。该电路由前置放大器和滤波器构成, 经放大后的信号送入单片机 AD 端口进行模/数转换处理, 然后采用无线收发模块将信号传输至小区监控中心^[3]。图 1 为系统原理框图。

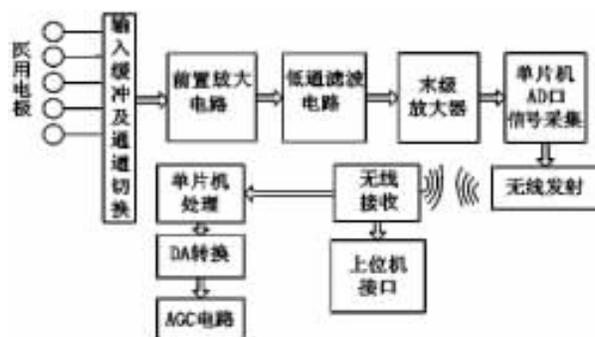


图 1 系统原理框图

《微型机与应用》2014 年 第 33 卷 第 4 期

硬件纵横

Hardware Technique

2 监护系统的组成

2.1 微弱信号放大器

AD623 是一种采用 8 脚工业标准封装、集成的单电源(3~12 V)仪表放大器。放大器的增益由一个外接电阻设置,使用极为方便。在不接增益电阻时,增益为 1;外接电阻时,增益可达到 1000^[4]。该芯片具有优良的 AC CMRR,即便在增益不断增加的情况下,仍能保持误差最小,电源噪声以及电源谐波都能得到很好的抑制。AD623 的输入共模范围很宽,能够放大 150 mV 的共模信号。图 2 给出了微弱信号放大器的电路原理图。微弱小信号放大器电路采用两级放大,利用外接增益电阻方式控制放大倍数,本电路外接电阻为 1.02 k Ω ,理论上放大信号 2000 倍^[5]。

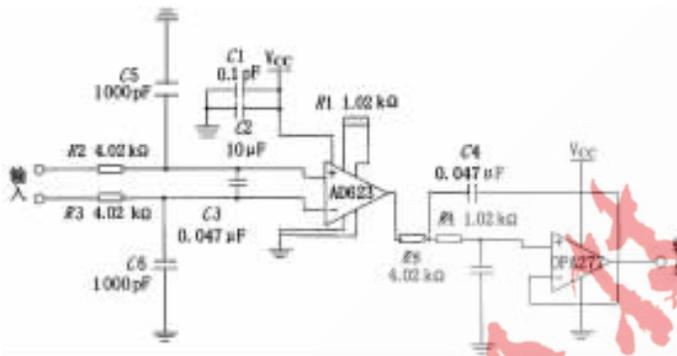


图 2 微弱信号放大电路

2.2 滤波电路

滤波电路由低通滤波器组成。低通滤波主要用于去除高频干扰,要获得不失真的心电图信号,滤波电路必须具有良好的截止特性。因此系统采用了四阶低通椭圆滤波器^[6]。图 3 给出了低通滤波器的原理图。借助于安捷伦公司的 ADS 综合射频仿真软件实现滤波器电路参数的优化设计,并根据实际电路进行调试。测试结果表明,低通滤波器的截止特性满足系统要求。



图 3 低通椭圆滤波器原理图

2.3 无线传输模块

监护系统数据的无线传输由 XL02-232AP1 模块实现。该模块是 UART 接口的半双工无线传输模块,可以工作在 433 MHz 公用频段,符合欧洲 ETSI(EN300-220-1 和 EN301-439-3)标准,满足无线管制要求,无需申请频率使用许可证。

XL02-232AP1 模块使用 +5 V 直流电源供电,最大工作电流不超过 60 mA,工作频率为 428.5~435.1 MHz,调制方式为 FSK。本设计中该模块工作频率设置为

433.92 MHz,发射功率为 15 dBm,串口速率为 9.6 kb/s^[7]。

接通电源,运行发射接收程序,在发射数据时 XL02-232AP1 模块红灯闪烁,接收到数据后 XL02-232AP1 模块绿灯闪烁。

2.4 AGC 模块

由于电波传播衰落等各种因素的影响,接收机所接收的信号强弱变化范围很大。AGC 电路的主要功能是根据输入信号电平的大小调整接收机的增益,从而使输出信号电平保持稳定,确保接收系统的高灵敏度,避免漏报现象^[8]。系统以压控增益放大器 VCA810 为核心,运放 OPA620 用作比较器,通过比较 VCA810 输出电压和设置的电压,实现增益可控放大器,图 4 给出了 AGC 电路原理图^[9]。当 $V_{F1} > V_3$ 时,比较器输出正电压,对电容进行充电,从而使电容两端的电压增大(电压为负,其绝对值减小),导致 VCA810 的控制电压 V_c 增大,从而使 VCA810 的增益减小,实现了负反馈;当 $V_{F1} < V_3$ 时,AGC 电路的工作过程与上述相反^[10]。

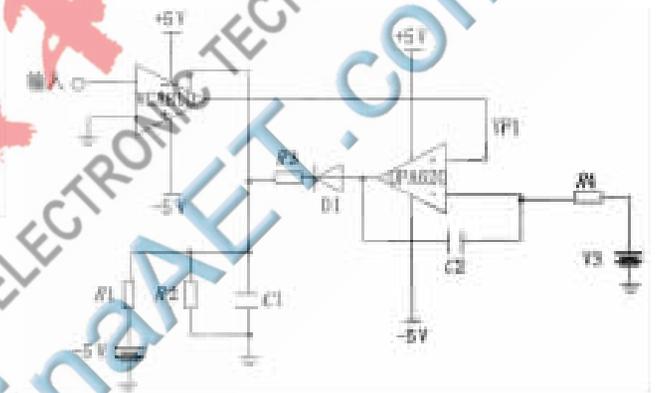
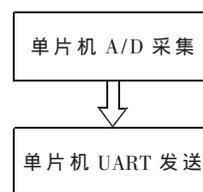


图 4 AGC 电路原理图

3 软件设计

图 5 给出了无线射频收发模块发送/接收以及 D/A 转换程序流程^[11]。

发送端程序:



接收端程序:

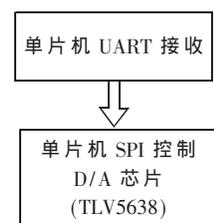


图 5 程序流程图

4 系统测试结果

表 1、表 2 分别给出了微弱信号放大电路、AGC 电路的

表 1 微弱信号放大电路测试结果

输入 p-p/V	输出 p-p/V	放大倍数
0.001	1.98	1980
0.003	5.58	1860
0.005	9.88	1976

表 2 AGC 电路输入输出

输入 p-p/V	输出 p-p/V
0.332	1.98
0.9	2.0
1.4	1.97
20	1.96

测试结果,图 6、图 7 为实测波形。测试结果表明,微弱信号放大器的增益达到接近 2 000,AGC 电路可以稳定 0.33 V~20 V(p-p)的电压,系统性能稳定,满足设计要求。

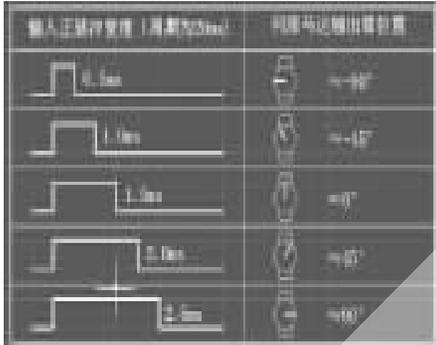


图 6 微弱信号放大电路实测波形图

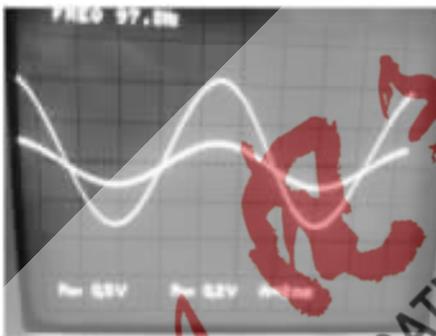


图 7 AGC 电路实测波形图

经过实际测量,此系统工作性能良好,无线传输距离可达到 30 m,接收端接收信号完整不失真,此系统具

有良好的实际应用价值。

参考文献

- [1] 赵泽,崔莉.一种基于无线传感器网络的远程医疗监护系统[J].信息与控制,2006,35(2):265-269.
- [2] 董基均,郭希山,潘敏,等.基于无线技术的远程病人监护系统[J].国际生物医学工程杂志,2007,30(2):128-130.
- [3] 曹鹏,费元春.大动态宽带数字中频 AGC 系统的设计[J].北京理工大学学报,2003,23(5):613-616.
- [4] 杨照慧,马煦. JGF051A 型 AGC 放大器在应答机和接收机中的应用[J].电讯技术,2004,44(1):91-93.
- [5] 刘世刚,葛临东.一种结构简单性能优良的 AGC 电路[J].今日电子,2005(9):93-95.
- [6] 耿云辉,冯西安,张路,等.一种大动态范围 AGC 电路的设计与实现[J].微处理机,2012,33(3):20-23,28.
- [7] HOWALD R. Gaining ontrol[J].Communication System Design,1999,5(10):15-18.
- [8] GOYAL P K. Automatic gain control in burst communication systems[J]. Rfdesign, 2000(2):34-56.
- [9] 张立志,饶龙记,郭江兴.自动增益控制环路方程的一种简化出来方式及环路稳定时间分析[J].通信学报,2005,26(6):94-99.
- [10] 高晋占.微弱信号检测[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [11] 李昂,龚乐.带改进 AGC 系统的 IR-UWB 无线定位接收机的设计与实现[J].微型机与应用,2011,30(6):31-34.

(收稿日期:2013-11-21)

作者简介:

赵鹏,男,1991 年生,硕士在读,主要研究方向:电力电子技术。

叶建芳,女,1968 年生,副教授,主要研究方向:无线系统射频与微波电路分析与设计。

何佩佩,女,1991 年生,硕士在读,主要研究方向:通信技术。