

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2017.4.03

# 认知无线网络远程医疗监护系统

周明月, 徐东力\*, 柏杨, 朱孟

(长春工业大学 计算机科学与工程学院, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 系统由传感器模块、信号采集处理模块、认知无线传输模块以及报警模块等组成, 实现了人体医学信号的采集、处理、传输等远程监护的功能。

**关键词:** 认知无线电; 远程监护; 无线传感网络; 信号采集

**中图分类号:** TN 929.5    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1674-1374(2017)04-0328-07

## Remote medical monitoring platform based on cognitive radio network

ZHOU Mingyue, XU Dongli\*, BAI Yang, ZHU Meng

(School of Computer Science & Engineering, Changchun University of Technology, Changchun 130012, China)

**Abstract:** The platform consists of sensor module, signal collection and processing module, cognitive wireless transmission module and alarm module. Remote monitoring functions such as human medical signal acquisition, processing and transmission are realized.

**Key words:** cognitive radio; remote monitoring; wireless sensor network; signal acquisition.

### 0 引言

近年来,随着无线通信技术的飞速发展,各类新业务以及技术层出不穷。日益增长的频谱需求与有限的频谱资源之间的矛盾与日俱增。公共频谱资源的分配一直采用静态频带的传统分配策略。尽管这种管理模式简单而有效地避免了不同无线通信系统之间的互相干扰,然而静态频谱管理方式存在3个突出的矛盾:频谱使用是动态的,而频谱分配是静态的;频谱是稀缺资源,而已分配频谱的利用率很低;可分配的频谱较少,而频谱需

求量却很大,这也使得公共频谱资源变得愈发紧缺<sup>[1-2]</sup>。

无线频谱感知、自适应传输、智能资源管理和跨层设计等技术是认知无线电的重要技术<sup>[3]</sup>。认知无线网络通过对周围无线频谱的实时检测,在不影响授权用户的正常使用下,利用空闲频段进行通信需要。这种方法有效地缓解频谱资源紧张的情况,提高了无线频谱资源的利用效率<sup>[4-5]</sup>。

当今社会生活节奏的加快以及人口老龄化的加速,各种老年病、慢性病逐年增多,同时由于环境因素导致下一代的健康问题逐年加重,使得对

收稿日期: 2017-03-21

基金项目: 吉林省教育厅基金资助项目(2016343); 吉林省大学生创新创业训练计划项目(201610190S014)

作者简介: 周明月(1980—),女,汉族,吉林长春人,长春工业大学讲师,博士,主要从事认知无线电系统中资源分配问题研究, E-mail: zmyjlu@ccut.edu.cn. \* 通讯作者: 徐东力(1995—),男,汉族,吉林长春人,主要从事认知无线电系统方向研究, E-mail: 1357801154@qq.com.

于慢性病人群、老人儿童的实时健康监护日益受到关注。远程医疗系统成为应用医疗领域的研究重点<sup>[6]</sup>。由于公共频谱资源愈发紧缺的原因,传统的无线通信技术诸如无线传感网络很可能已经无法满足下一代远程医疗的需求,而认知无线传感网络的研究很有可能为这一状况带来转机。

文中提出一种基于认知无线传感网络的远程医疗监护系统,该系统由基于FPGA的信号采集处理模块和CC2530的认知无线传输模块两个模块组成,并且信号采集处理单元具有最高

150 MHz、12位的信号采集能力和强大的实时信号处理能力,可以满足多数常见医学信号的采集处理,可实现远程医疗监护的目的。

## 1 总体方案设计

本系统以FPGA芯片为核心,由各种医学传感器组成的传感器模块、信号采集处理模块、认知无线传输模块、键盘显示模块以及报警模块等组成。

系统整体框图如图1所示。

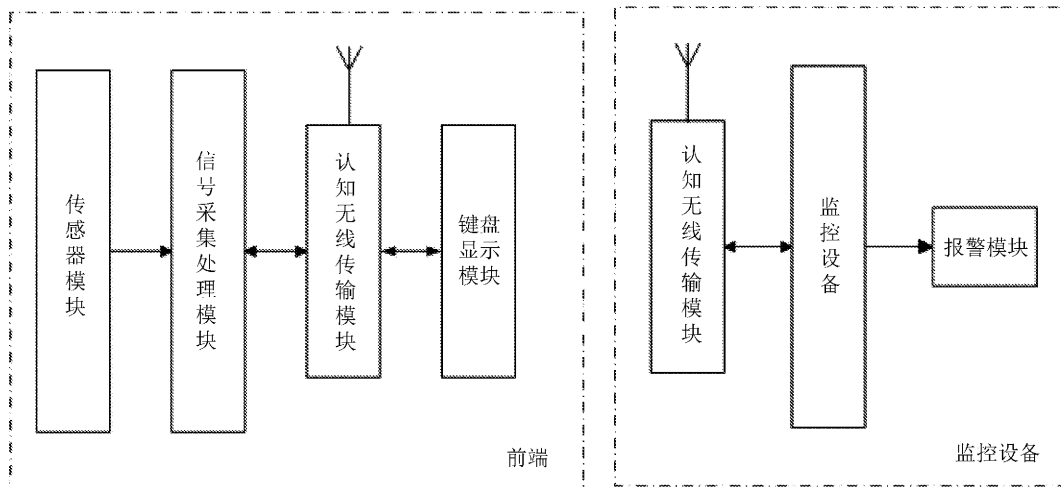


图1 系统整体框图

前端的传感器模块负责采集医学信号,并将其输入信号采集处理模块,经过信号调理和AD转换后变为数字信号输入FPGA进行数字信号处理,处理后的信号传输到认知无线传输模块,通过模块上的认知无线协议栈接入认知无线传感网络,实现医学信号的采集、处理和无线认知传输的过程。

终端监控设备能接收由前端采集处理后的医学信号,并将其与预设数值进行比较,如果超出预设数值,则由报警模块进行报警。

## 2 信号采集处理模块

信号采集处理模块完成的是信号输入、调理、放大滤波、数字处理等过程。医学信号通过接收前端接口进入信号采集处理模块,经过低噪信号放大器放大并转换为差分信号,再通过三阶巴特沃兹滤波器进行抗混叠滤波,然后进入高速AD转换器芯片进行采样。采样取得的信号传入到FPGA中进行数字信号处理,再传输至认知无线传输模块,完成原始医学信号的采集处理过

程<sup>[7-8]</sup>。

信号采集处理模块由信号调理、高速AD转换、FPGA信号处理以及电源组成,如图2所示。

### 2.1 信号调理

信号在接入前端电路后需要经过信号放大调理、滤波后才能输入到AD芯片进行采样。

人体的体征信号微弱,并且噪声大,所以需要引进低噪声放大器对原始信号进行调理。医学信号多种多样,需要设计一个通用性强,能够适配各种各样模拟信号的前端采集模块,可以选用高精度、高速的AD。既能提高前端适配信号的频率范围,又便于后续通过采样等方法灵活地提高采样精度。

放大电路采用兼容单端和差分输入的低噪声信号放大器ADA4960作为输入信号的前级放大,并将输入信号转换为差分信号。ADA4960的增益由增益电阻的大小控制,同时受到负载影响。设增益电阻为 $R_G$ ,负载为 $R_L$ ,则增益的计算公式为

$$A_v = \frac{4.7 \frac{150R_L}{150 + R_L}}{355 + R_G} \quad (1)$$

单端输入、差分输出配置如图 3 所示。

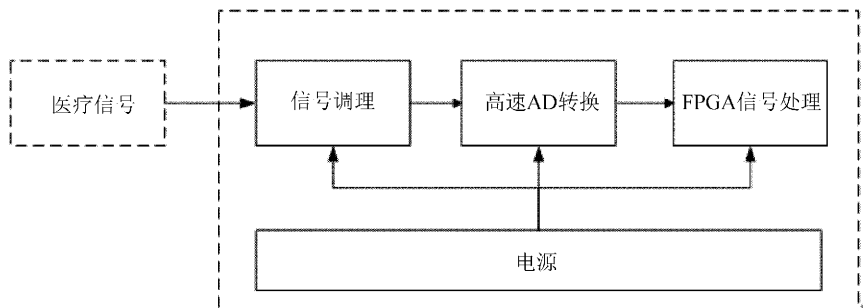


图 2 信号采集处理模块框图

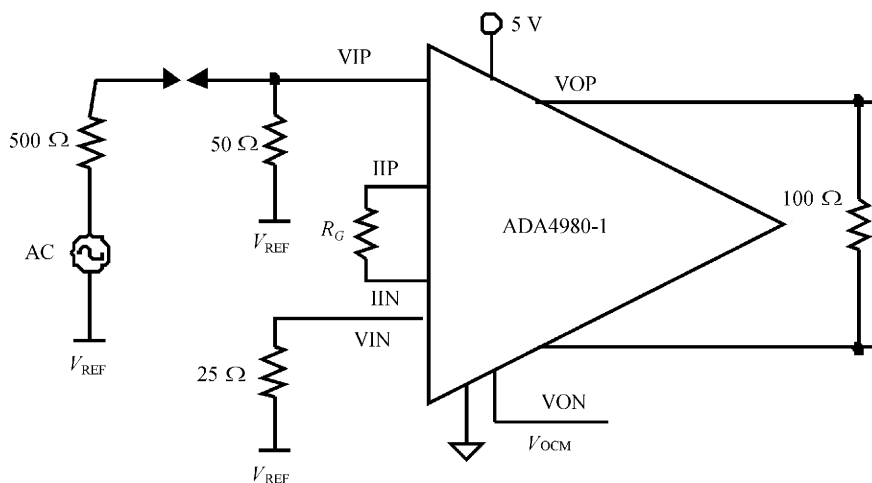


图 3 单端输入、差分输出配置

$V_{OCM}$ 为差分输出信号的共模电平,AD 芯片采样需要共模电平为 1.2 V。因没有相对应的模拟供电电压,所以采用电阻分压的方式获得。

抗混叠滤波电路选用三阶巴特沃兹低通滤波器作为抗混叠滤波器,并且采样频率为150 MHz。

抗混叠滤波器的源阻抗为 70 Ω,负载阻抗为 38 Ω,由 AD 芯片输入阻抗以及放大器输出阻抗确定,同时设定阻带为 75 MHz。抗混叠滤波器设计电路如图 4 所示。

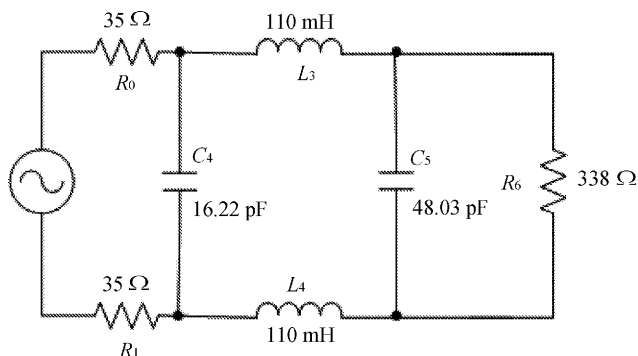


图 4 抗混叠滤波器设计电路

### 2.2 高速 AD 转换

高速 AD 转换的实现是对经过调理和滤波信号的采样处理,采用的是 AD9230 芯片。AD9230 是 12 位的高精度低能耗芯片,其采样信噪比达到 65 dB,最高采样率可达到 250 MSPS,并通过

LVDS 高速总线接入 FPGA,最大功耗仅为 434 mV,适用于高速微弱信号的采样。同时,可以接受较宽范围的时钟输入,支持通过接口的线上编程,方便灵活控制其采样行为。

AD2930 的电路连接如图 5 所示。

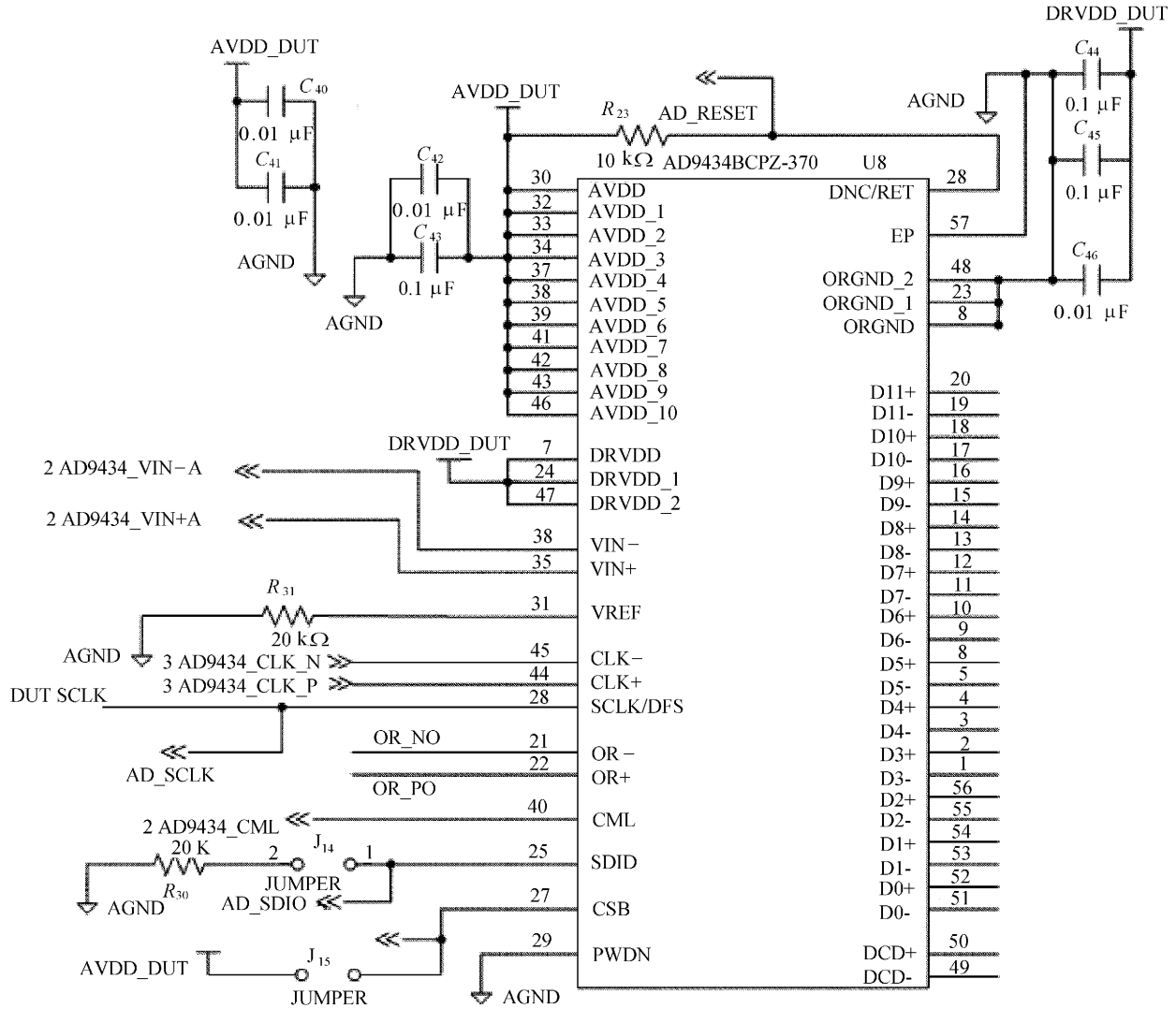


图 5 AD9230 的电路连接

### 2.3 FPGA 数字系统设计

生物医学的原始信号引入的干扰较大,需要经过一系列的算法处理才能被还原,这要求处理模块具备较高的运算效率,可以实时处理一定复杂度的算法;另外,由于前端采集的信号类型各异,其处理单元也要具备较强的重配置和可编程的能力。因此,采用现场可编程门阵列(FPGA)作为信号处理单元的方案。

FPGA 数字系统采用 Xilinx 公司的 Spartan-6 系列的芯片,兼具相对低能耗的同时也有一定的运算能力。FPGA 芯片还为外围应用提供了丰富的接口,该系统采用的外围模块主要有作为键盘接口的 GPIO 接口、RS232 接口及控制芯片、Flash 储存芯片等。

FPGA 数字系统的框架如图 6 所示。

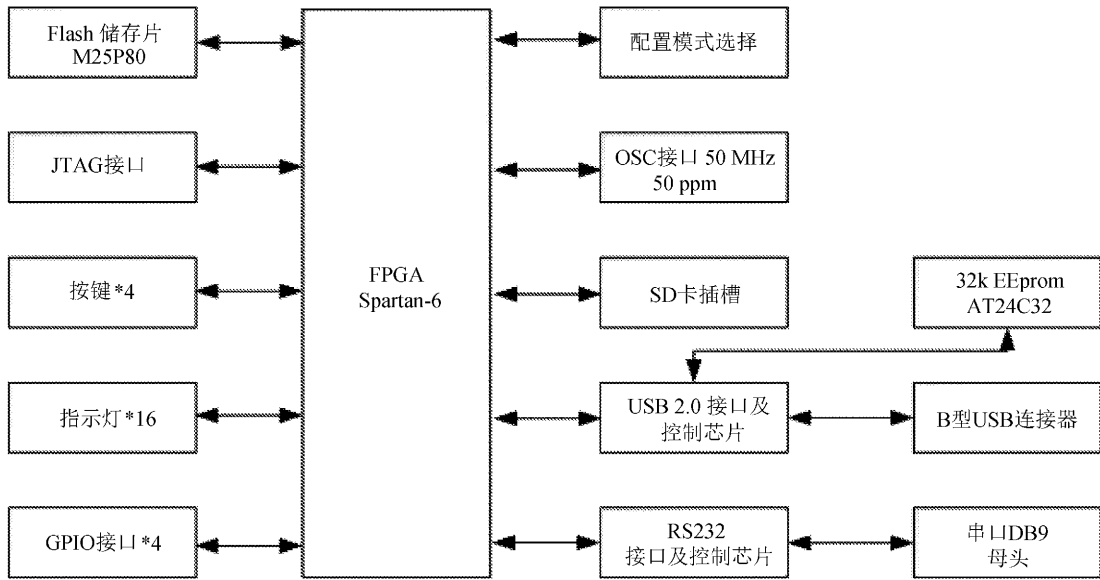


图 6 FPGA 数字系统的框架

FPGA 和认知无线传输模块间的通信采用 RS232 接口,RS232 接口进一步减小前端模块和认知无线传感网络的耦合,增强系统的适应性,同时也减小系统在开发调试阶段的复杂度。

为实现 FPGA 和认知无线传输模块间的 RS232 串口通信,在外围设计了 RS232 接口以及

相应的收发芯片。串口收发芯片采用 MAX3232,其具有二路驱动器和二路接收器,正常工作下的数据传输速率不低于 250 kbps,并且最差工作条件下也能保证 120 kbps 的数据传输速率。同时 MAX3232 适用于各种便携式电子产品。RS232 串口电路连接如图 7 所示。

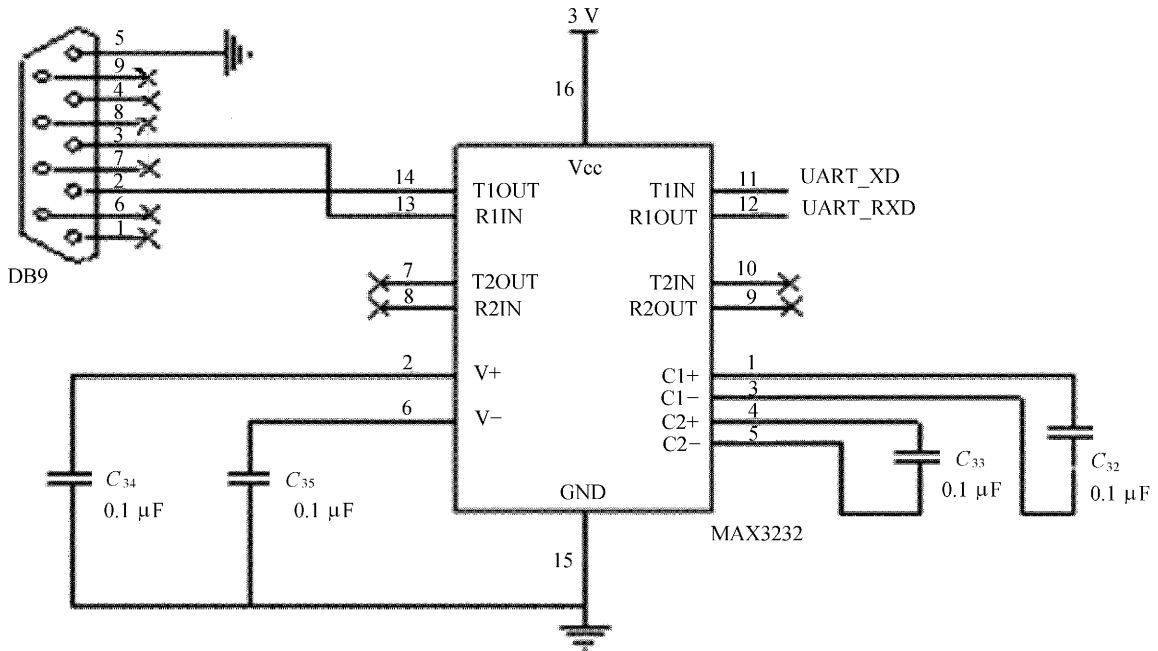


图 7 RS232 串口电路

### 3 认知无线传输模块

系统用 CC2530 集成了一个优化的低能耗的

8051 微控制器内核和一个高性能的 RF 收发器,拥有 8 K 的 RAM,提供了 101 dB 的链路质量,具备强健的抗干扰性和优良的灵敏度。同时,

CC2530 拥有的 2.4 GHz 高性能 RF 收发器, 所以简化了无线模块设计<sup>[9]</sup>。

射频天线的选择和匹配采用相应的典型应用, 这样才能保证信号在收发过程中所受的干扰和辐射最小<sup>[10]</sup>。SimpliciTI 协议工作在 ISM

频段, 所以选择 PCB 天线。PCB 天线的通信距离可以满足一般的通信要求。为降低开发难度, 我们参考了 TI 公司推荐的倒 F 天线方案进行设计。倒 F 天线设计方案如图 8 所示。

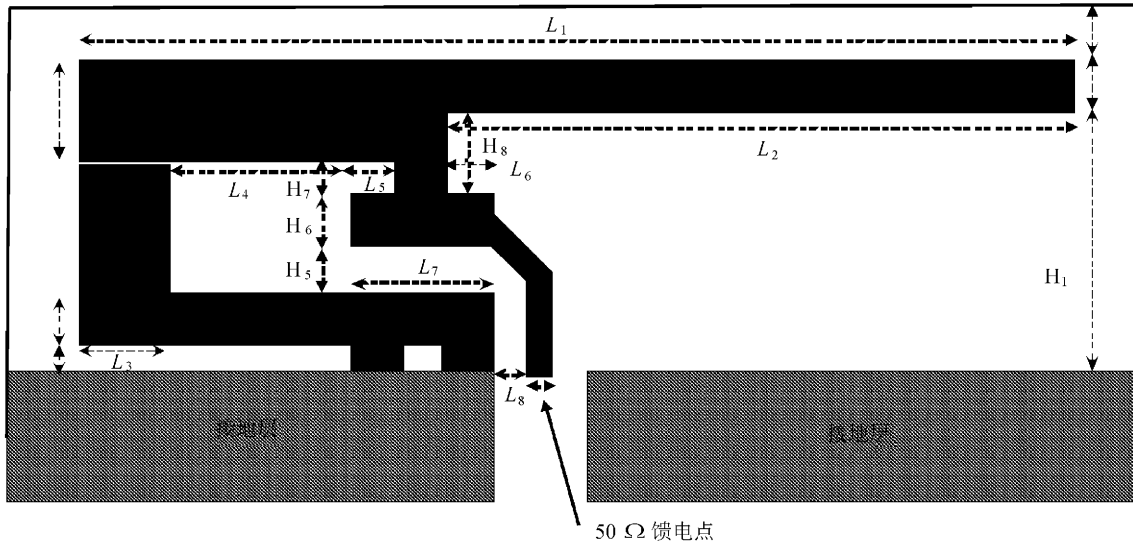


图 8 倒 F 天线设计方案

天线又可以分为平衡天线和非平衡天线, 也叫做单端天线和差分天线。对于非平衡天线, 一般需要地作为信号的参考平面, 而 CC2530 的输

出为差分的 RF 口, 因此, 如果使用单端天线, 需要一个转换电路, 这个电路就是平衡/非平衡变压器, 通常称为巴伦电路, 其电路如图 9 所示。

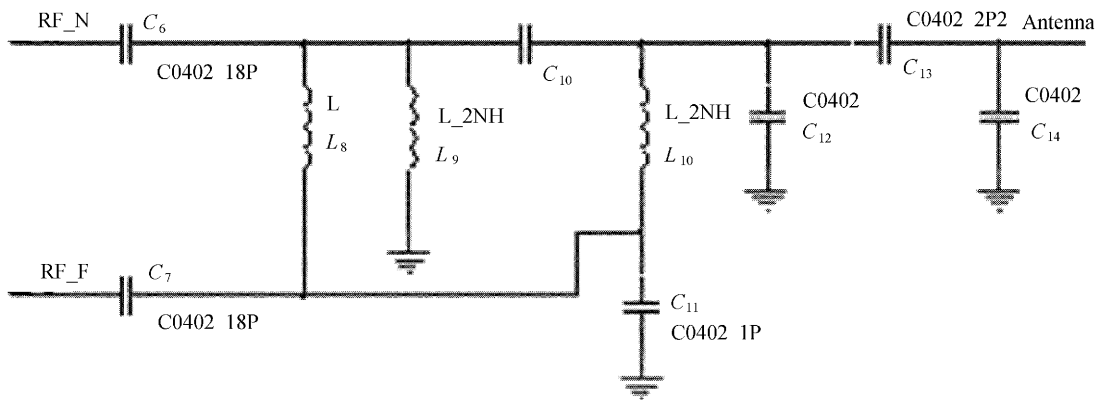


图 9 巴伦电路

系统设置了拓展模块, 由键盘和显示屏组成。模块共有 3 个用户按键和一个复位按键, 并采用 Nokia5110 液晶显示屏, 其拥有 84 \* 48 的点阵 LCD, 拥有显示 4 行汉字的功能, 并且与主处理器进行通信, 采用了串行接口, 支持多种串行通信协议。体积小、点阵密、控制简单<sup>[11]</sup>。

### 4 结 语

基于认知无线网络的远程医疗监护系统是慢性病病人、老人和孩子实时健康监护的重要依托。系统使用多种医疗监测传感器实现了对人体各项机能指标的实时监测, 同时使用认知无线网络进行数据传输, 使得被监护人可以在更多的空

间内自由活动。该系统不仅实现了频谱的高效利用,还有效地缓解了频谱资源紧张的问题。在不远的未来,基于认知无线电的远程监护系统会得到普遍运用。

#### 参考文献:

- [1] 施鹏.基于认知无线电的协作感知技术研究[D].扬州:扬州大学,2012.
- [2] 李红岩.认知无线电的若干关键技术研究[D].北京:北京邮电大学,2009.
- [3] 张云飞.认知无线电中频谱检测系统 FPGA 设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2012.
- [4] 宋志群.认知无线电技术及应用[J].无线电通信技术,2012,38(5):1-5.
- [5] 王宇飞,周明月.认知无线电资源分配鲁棒算法[J].长春工业大学学报,2015,36(5):515-519.
- [6] 谢波,文燕.认知无线电在医疗无线网络中的应用研究[J].现代计算机,2012(7):8-13.
- [7] 方振国.基于 FPGA 的脉搏信号采集系统的设计[D].合肥:安徽大学,2007.
- [8] 蔡磊,张涛,梅玮,等.基于 FPGA 的高速信号采集平台设计[J].传感器与微系统,2011,30(9):79-81.
- [9] 樊静,王建明.基于 CC2530 的博物馆状况无线监测系统的设计[J].电子测量技术,2011,34(6):105-109.
- [10] 龚文超,吴猛猛,刘双双.基于 CC2530 的无线监控系统设计与实现[J].电子测量技术,2012,35(6):33-36.
- [11] 王通生,贾存良,张逢雪,等.基于 PIC16F877A 的远程煤矿瓦斯监测系统[J].煤矿机械,2011,32(5):209-211.