



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103630258 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201210305338. 9

(22) 申请日 2012. 08. 27

(71) 申请人 成都众山科技有限公司

地址 610000 四川省成都市高新技术开发区  
桂溪工业园

(72) 发明人 李强

(51) Int. Cl.

G01K 7/22(2006. 01)

G08C 17/02(2006. 01)

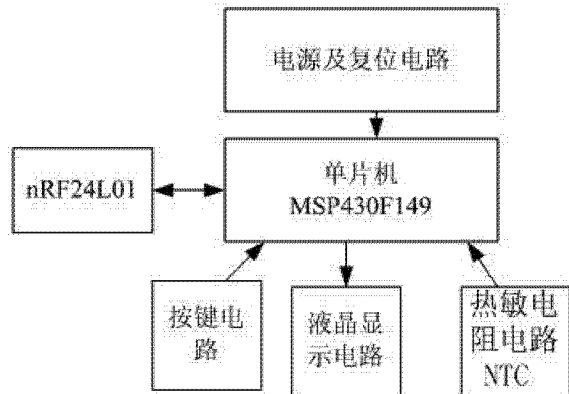
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

多路无线温度检测系统

(57) 摘要

本发明公开了多路无线温度检测系统,包括若干下位温度采集终端系统,下位温度采集终端系统通过主集链接射频收发器 nRF24L01 链接有上位机,所述上位机通过芯片 MAX3232 连接有 PC 机。本发明的优点在于:该装置结构简单,成本低,可进行多点温度检测,是可以实现远程控制的无线温度检测系统,低功耗、实时性的无线温度检测是本发明的最大特点。



1. 多路无线温度检测系统,其特征在于:包括若干下位温度采集终端系统,下位温度采集终端系统通过主集链接射频收发器 nRF24L01 链接有上位机,所述上位机通过芯片 MAX3232 连接有 PC 机。

2. 根据权利要求 1 所述的多路无线温度检测系统,其特征在于:所述下位温度采集终端系统包括下位机、以及与下位机连接的单片射频收发器 nRF24L01,所述下位机主要由单片机、以及与单片机连接的电源及复位电路、按键电路、液晶显示电路、热敏电阻电路 NTC 构成,所述单片射频收发器 nRF24L01 与单片机连接,所述单片射频收发器 nRF24L01 还与主集链接射频收发器 nRF24L01 链接。

3. 根据权利要求 2 所述的多路无线温度检测系统,其特征在于:所述单片射频收发器 nRF24L01 的包括发生或接受模式选择端口 CE、SPI 片选端口 CSN、SPI 时钟端口 SCLK、SPI 从机数据输入端口 MOSI、SPI 从机数据输出端口 MISO、可屏蔽中断输出端口 IRQ,所述单片机包括通用 I / O 接口,其 I / O 接口包括 P0.0 端口、P0.1 端口、P0.2 端口、P0.3 端口、P0.4 端口、P0.5 端口,所述发生或接受模式选择端口 CE 与 P0.0 端口连接,SPI 片选端口 CSN 与 P0.1 端口连接,SPI 时钟端口 SCLK 与 P0.2 端口连接,SPI 从机数据输入端口 MOSI 与 P0.3 端口连接,SPI 从机数据输出端口 MISO 与 P0.4 端口连接,可屏蔽中断输出端口 IRQ 与 P0.5 端口连接。

4. 根据权利要求 2 所述的多路无线温度检测系统,其特征在于:所述热敏电阻电路 NTC 包括依次连接于电源 Vcc 的热敏电阻 R1NTC、电阻 R3、可调电阻 R2 构成,所述可调电阻 R2 接地,且所述热敏电阻 R1NTC 和电阻 R3 的连接端引有 Uo 电压输出端,所述 Uo 电压输出端与单片机连接。

5. 根据权利要求 2-4 中任意一项所述的多路无线温度检测系统,其特征在于:所述单片机为型号是 MSP430F149 的单片机。

## 多路无线温度检测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业温度采集,具体是指多路无线温度检测系统。

### 背景技术

[0002] 温度在人类日常生活中扮演着极其重要的角色,同时在工农业生产过程中,温度检测具有十分重要的意义。现阶段温度检测主要是有线定点温度检测,其温度检测原理为单片机利用温度传感器检测温度,并在数码管或 LCD 上进行温度显示。同时由于系统没有报警功能,故需要人为来判断是否需要升温或者降温,这使系统的检测丧失了实时性。另外,在某些环境恶劣的工业环境,以人工方式直接操作设置仪表测量温度也不现实,因此采用无线方式进行温度检测尤为必要。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供多路无线温度检测系统,该装置结构简单,成本低,可进行多点温度检测,是可以实现远程控制的无线温度检测系统,低功耗、实时性的无线温度检测是本发明的最大特点。

[0004] 本发明的实现方案如下:多路无线温度检测系统,包括若干下位温度采集终端系统,下位温度采集终端系统通过主集链接射频收发器 nRF24L01 链接有上位机,所述上位机通过芯片 MAX3232 连接有 PC 机。

[0005] 所述下位温度采集终端系统包括下位机、以及与下位机连接的单片射频收发器 nRF24L01,所述下位机主要由单片机、以及与单片机连接的电源及复位电路、按键电路、液晶显示电路、热敏电阻电路 NTC 构成,所述单片射频收发器 nRF24L01 与单片机连接,所述单片射频收发器 nRF24L01 还与主集链接射频收发器 nRF24L01 链接。

[0006] 所述单片射频收发器 nRF24L01 的包括发生或接受模式选择端口 CE、SPI 片选端口 CSN、SPI 时钟端口 SCLK、SPI 从机数据输入端口 MOSI、SPI 从机数据输出端口 MISO、可屏蔽中断输出端口 IRQ,所述单片机包括通用 I / O 接口,其 I / O 接口包括 P0.0 端口、P0.1 端口、P0.2 端口、P0.3 端口、P0.4 端口、P0.5 端口,所述发生或接受模式选择端口 CE 与 P0.0 端口连接,SPI 片选端口 CSN 与 P0.1 端口连接,SPI 时钟端口 SCLK 与 P0.2 端口连接,SPI 从机数据输入端口 MOSI 与 P0.3 端口连接,SPI 从机数据输出端口 MISO 与 P0.4 端口连接,可屏蔽中断输出端口 IRQ 与 P0.5 端口连接。

[0007] 所述热敏电阻电路 NTC 包括依次连接于电源 Vcc 的热敏电阻 R1NTC、电阻 R3、可调电阻 R2 构成,所述可调电阻 R2 接地,且所述热敏电阻 R1NTC 和电阻 R3 的连接端引有 U<sub>o</sub> 电压输出端,所述 U<sub>o</sub> 电压输出端与单片机连接。

[0008] 所述单片机为型号是 MSP430F149 的单片机。

[0009] 本发明的实现过程为:测试系统整体分为下位温度采集终端系统、上位机和 PC 机三部分。PC 机是整个系统的最上层,负责对下位温度采集终端系统的控制和管理,并对收集到的各个节点的数据进行存储和处理。由于下位温度采集终端系统无法直接与 PC 机通信,

这就需要使用上位机作为中间媒介。上位机与下位温度采集终端系统通过无线模块通信，上位机与 PC 机采用有线连接。

[0010] 该设计采用 MSP430F149 单片机作为核心控制模块，其最主要特点为低功耗。MSP430F149 具有双串口的特点，利用其中的一个串行口与 PC 机进行通讯时，两者之间必须通过 RS-232 电平转换芯片。单片机与单片射频收发器 nRF24L01 通讯时可通过通用 I / O 口模拟串口通讯。现场温度数据的采集是利用热敏电阻 R1NTC 和 MSP430F149 单片机部带有的 12 位 A / D 转换器来实现的。这里不需要外加 ADC，可以简化电路，提高系统的稳定性。将按键电路作为输入模块，用来改变温度报警的上下限。由于设计要求不需要太多内容的显示，考虑到功耗及性价比，可以自制一个简易段码液晶用于显示。

[0011] nRF24L01 是一款新型单片射频收发器件，工作于 2.4 ~ 2.5 GHz ISM 频段。内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器、调制器等功能模块，并融合了增强型 ShockBurSt 技术，其中输出功率和通信频道可通过程序进行配置。nRF24L01 功耗低，有多种低功耗工作模式（掉电模式和空闲模式）使节能设计更方便。

[0012] 从单片机控制的角度来看，只需要将 nRF24L01 6 个控制和数据信号与单片机通用 I / O 口相连，即，所述单片射频收发器 nRF24L01 的包括发生或接受模式选择端口 CE、SPI 片选端口 CSN、SPI 时钟端口 SCLK、SPI 从机数据输入端口 MOSI、SPI 从机数据输出端口 MISO、可屏蔽中断输出端口 IRQ，所述单片机包括通用 I / O 接口，其 I / O 接口包括 P0.0 端口、P0.1 端口、P0.2 端口、P0.3 端口、P0.4 端口、P0.5 端口，所述发生或接受模式选择端口 CE 与 P0.0 端口连接，SPI 片选端口 CSN 与 P0.1 端口连接，SPI 时钟端口 SCLK 与 P0.2 端口连接，SPI 从机数据输入端口 MOSI 与 P0.3 端口连接，SPI 从机数据输出端口 MISO 与 P0.4 端口连接，可屏蔽中断输出端口 IRQ 与 P0.5 端口连接。

[0013] 为了使整个系统的功耗更低，采用低功耗的热敏电阻 R1NTC 和 MSP430149 内部自带的 12 位 A / D 转换器实现温度的采集功能。其理论分析与计算电阻值和温度变化之间的关系如下列式(1)所示：

$$R_T = R_N e^{B(1/T - 1/T_N)} \quad (1)$$

式(1)中：RT 为温度 T(单位：K)时的热敏电阻 R1NTC 的阻值；RN 为额定温度 TN(单位：K)时的 NTC 热敏电阻阻值；T 为规定温度(单位：K)；B 为 NTC 热敏电阻的材料常数，又叫热敏指数。常温环境中，温度为 28℃，换算成开氏温度为 273.15+28=301.15 K。通过多次测 28℃ 及 30℃ 环境下的数据，如表 1 所示，取平均值，尽量减小误差，算得 B 值。

表 1 测量 NTC100 热敏电阻 B 值

温度 /℃	28	28	28	电阻均值
NTC 阻值(K)RT/Ω	103.87	104.18	103.63	103.89
温度 TN/℃	30	30	30	电阻均值
NTC 阻值(K)RN/Ω	94.926	94.078	95.376	94.793

[0014] 通过式(1)可得，将 T, TN 都转化成开尔文温度进行计算得 B=4 064.34。经过比较发现，求得的阻值与测得的阻值很相近。

[0015] 热敏电阻 R1NTC，电阻 R3 为 200 kΩ 电阻，可调电阻 R2 的调节范围为 0 ~ 20 kΩ

的,用来调整温度计的准确性。 $U_o$  电压输出端为检测到的电压,将  $U_o$  电压输出端接到单片机管脚,通过 A / D 转换,将得到的电压值转换成温度值,在液晶显示电路上显示出来。

[0016] 本次设计采用自制的 16 位段码液晶进行显示。利用液晶驱动 IC(HT1621) 以及配套的液晶 LCD 玻璃片,自制 16 位段码液晶。另外,驱动 IC 上装有两种频率的蜂鸣驱动电路,可以实现报警功能。在温度采集过程中,由于系统随时需要将采集到的温度数值通过 PC 机上的 VC 界面进行显示,因此需要在 PC 机和单片机之间进行相互通信。由于 PC 机的 RS-232 电平与单片机的 TTL 电平不同,因此用 MAX3232 芯片实现电平的相互转换,这样就可以实现单片机与 PC 机之间的相互通信。下位温度采集终端系统利用定时中断发送温度数据,利用端口中断设置温度报警的上下限,其他时间处于低功耗模式 3 的状态下,这样可以大大降低功耗。上位机利用接收中断接收数据,并且利用 MAX3232 与 PC 机通信。

[0017] 目前有些设计能够实现无线温度采集,但功耗过高是其最大的缺点。在实际温度控制过程中既要求系统具有稳定性、实时性,又需要使系统功耗低及保证温度的均匀性,因此设计一种低功耗的多点无线温度检测系统很有意义。本文提出一种采用低功耗单片机 MSP430F149 单片机实现的多点无线温度测量系统,解决了上述问题。该系统能实现对温度智能化的检测,能够同时进行多点温度检测,是可以实现远程控制的无线温度检测系统。低功耗、实时性的无线温度检测是该设计的最大特点。

[0018] 本发明的优点在于:该装置结构简单,成本低,可进行多点温度检测,是可以实现远程控制的无线温度检测系统,低功耗、实时性的无线温度检测是本发明的最大特点。

#### 附图说明

[0019] 图 1 下位温度采集终端系统的结构示意图。

[0020] 图 2 为单片射频收发器 nRF24L01 的电路结构示意图。

[0021] 图 3 为热敏电阻电路 NTC 的电路结构示意图。

[0022] 图 4 为本发明结构示意图。

#### 具体实施方式

[0023] 实施例一

如图 1、2、3、4 所示。

[0024] 多路无线温度检测系统,包括若干下位温度采集终端系统,下位温度采集终端系统通过主集链接射频收发器 nRF24L01 链接有上位机,所述上位机通过芯片 MAX3232 连接有 PC 机。

[0025] 所述下位温度采集终端系统包括下位机、以及与下位机连接的单片射频收发器 nRF24L01,所述下位机主要由单片机、以及与单片机连接的电源及复位电路、按键电路、液晶显示电路、热敏电阻电路 NTC 构成,所述单片射频收发器 nRF24L01 与单片机连接,所述单片射频收发器 nRF24L01 还与主集链接射频收发器 nRF24L01 链接。

[0026] 所述单片射频收发器 nRF24L01 的包括发生或接受模式选择端口 CE、SPI 片选端口 CSN、SPI 时钟端口 SCLK、SPI 从机数据输入端口 MOSI、SPI 从机数据输出端口 MISO、可屏蔽中断输出端口 IRQ,所述单片机包括通用 I / O 接口,其 I / O 接口包括 P0.0 端口、P0.1 端口、P0.2 端口、P0.3 端口、P0.4 端口、P0.5 端口,所述发生或接受模式选择端口 CE 与 P0.0

端口连接, SPI 片选端口 CSN 与 P0.1 端口连接, SPI 时钟端口 SCLK 与 P0.2 端口连接, SPI 从机数据输入端口 MOSI 与 P0.3 端口连接, SPI 从机数据输出端口 MISO 与 P0.4 端口连接, 可屏蔽中断输出端口 IRQ 与 P0.5 端口连接。

[0027] 所述热敏电阻电路 NTC 包括依次连接于电源 Vcc 的热敏电阻 R1NTC、电阻 R3、可调电阻 R2 构成, 所述可调电阻 R2 接地, 且所述热敏电阻 R1NTC 和电阻 R3 的连接端引有 Uo 电压输出端, 所述 Uo 电压输出端与单片机连接。

[0028] 所述单片机为型号是 MSP430F149 的单片机。

[0029] 本发明的实现过程为: 测试系统整体分为下位温度采集终端系统、上位机和 PC 机三部分。PC 机是整个系统的最上层, 负责对下位温度采集终端系统的控制和管理, 并对收集到的各个节点的数据进行存储和处理。由于下位温度采集终端系统无法直接与 PC 机通信, 这就需要使用上位机作为中间媒介。上位机与下位温度采集终端系统通过无线模块通信, 上位机与 PC 机采用有线连接。

[0030] 该设计采用 MSP430F149 单片机作为核心控制模块, 其最主要特点为低功耗。MSP430F149 具有双串口的特点, 利用其中的一个串行口与 PC 机进行通讯时, 两者之间必须通过 RS-232 电平转换芯片。单片机与单片射频收发器 nRF24L01 通讯时可通过通用 I / O 口模拟串口通讯。现场温度数据的采集是利用热敏电阻 R1NTC 和 MSP430F149 单片机部自带的 12 位 A / D 转换器来实现的。这里不需要外加 ADC, 可以简化电路, 提高系统的稳定性。将按键电路作为输入模块, 用来改变温度报警的上下限。由于设计要求不需要太多内容的显示, 考虑到功耗及性价比, 可以自制一个简易段码液晶用于显示。

[0031] nRF24L01 是一款新型单片射频收发器件, 工作于 2.4 ~ 2.5 GHz ISM 频段。内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器、调制器等功能模块, 并融合了增强型 ShockBurSt 技术, 其中输出功率和通信频道可通过程序进行配置。nRF24L01 功耗低, 有多种低功耗工作模式 (掉电模式和空闲模式) 使节能设计更方便。

[0032] 从单片机控制的角度来看, 只需要将 nRF24L01 6 个控制和数据信号与单片机通用 I / O 口相连, 即, 所述单片射频收发器 nRF24L01 的包括发生或接受模式选择端口 CE、SPI 片选端口 CSN、SPI 时钟端口 SCLK、SPI 从机数据输入端口 MOSI、SPI 从机数据输出端口 MISO、可屏蔽中断输出端口 IRQ, 所述单片机包括通用 I / O 接口, 其 I / O 接口包括 P0.0 端口、P0.1 端口、P0.2 端口、P0.3 端口、P0.4 端口、P0.5 端口, 所述发生或接受模式选择端口 CE 与 P0.0 端口连接, SPI 片选端口 CSN 与 P0.1 端口连接, SPI 时钟端口 SCLK 与 P0.2 端口连接, SPI 从机数据输入端口 MOSI 与 P0.3 端口连接, SPI 从机数据输出端口 MISO 与 P0.4 端口连接, 可屏蔽中断输出端口 IRQ 与 P0.5 端口连接。

[0033] 为了使整个系统的功耗更低, 采用低功耗的热敏电阻 R1NTC 和 MSP430149 内部自带的 12 位 A / D 转换器实现温度的采集功能。其理论分析与计算电阻值和温度变化之间的

的关系如下列式 (1) 所示: 
$$R_T = R_N e^{B(1/T - 1/T_N)} \quad (1)$$

式 (1) 中:  $R_T$  为温度 T (单位: K) 时的热敏电阻 R1NTC 的阻值;  $R_N$  为额定温度  $T_N$  (单位: K) 时的 NTC 热敏电阻阻值; T 为规定温度 (单位: K); B 为 NTC 热敏电阻的材料常数, 又叫热敏指数。常温环境中, 温度为 28°C, 换算成开氏温度为 273.15+28=301.15 K。通过多次测 28°C 及 30°C 环境下的数据, 如下表 1 所示, 取平均值, 尽量减小误差, 算得 B 值。

表 1 测量 NTC100 热敏电阻 B 值

温度 / $^{\circ}\text{C}$	28	28	28	电阻均值
NTC 阻值(K) $R_T/\Omega$	103.87	104.18	103.63	103.89
温度 $T_N/^{\circ}\text{C}$	30	30	30	电阻均值
NTC 阻值(K) $R_N/\Omega$	94.926	94.078	95.376	94.793

[0034] 通过式 (1) 可得, 将  $T, T_N$  都转化成开尔文温度进行计算得  $B=4\ 064.34$ 。经过比较发现, 求得的阻值与测得的阻值很相近。

[0035] 热敏电阻  $R_{NTC}$ , 电阻  $R_3$  为  $200\ \text{k}\Omega$  电阻, 可调电阻  $R_2$  的调节范围为  $0 \sim 20\ \text{k}\Omega$  的, 用来调整温度计的准确性。  $U_o$  电压输出端为检测到的电压, 将  $U_o$  电压输出端接到单片机管脚, 通过 A / D 转换, 将得到的电压值转换成温度值, 在液晶显示电路上显示出来。

[0036] 本次设计采用自制的 16 位段码液晶进行显示。利用液晶驱动 IC (HT1621) 以及配套的液晶 LCD 玻璃片, 自制 16 位段码液晶。另外, 驱动 IC 上装有两种频率的蜂鸣驱动电路, 可以实现报警功能。在温度采集过程中, 由于系统随时需要将采集到的温度数值通过 PC 机上的 VC 界面进行显示, 因此需要在 PC 机和单片机之间进行相互通信。由于 PC 机的 RS-232 电平与单片机的 TTL 电平不同, 因此用 MAX3232 芯片实现电平的相互转换, 这样就可以实现单片机与 PC 机之间的相互通信。下位温度采集终端系统利用定时中断发送温度数据, 利用端口中断设置温度报警的上下限, 其他时间处于低功耗模式 3 的状态下, 这样可以大大降低功耗。上位机利用接收中断接收数据, 并且利用 MAX3232 与 PC 机通信。

[0037] 目前有些设计能够实现无线温度采集, 但功耗过高是其最大的缺点。在实际温度控制过程中既要求系统具有稳定性、实时性, 又需要使系统功耗低及保证温度的均匀性, 因此设计一种低功耗的多点无线温度检测系统很有意义。本文提出一种采用低功耗单片机 MSP430F149 单片机实现的多点无线温度测量系统, 解决了上述问题。该系统能实现对温度智能化的检测, 能够同时进行多点温度检测, 是可以实现远程控制的无线温度检测系统。低功耗、实时性的无线温度检测是该设计的最大特点。

[0038] 如上所述, 则能很好的实现本发明。

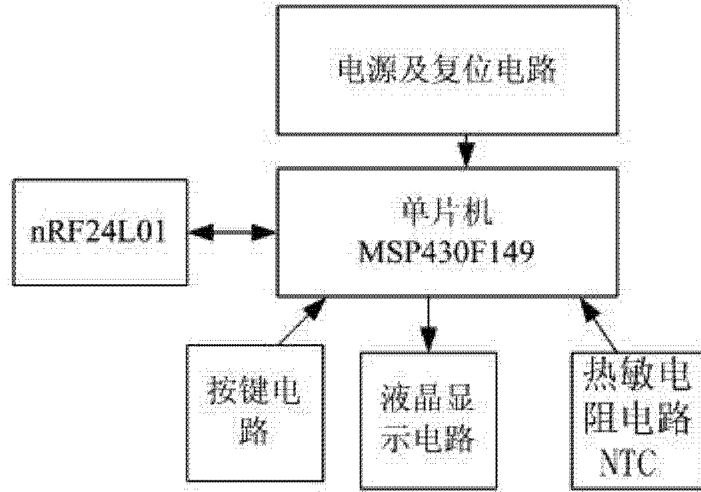


图 1

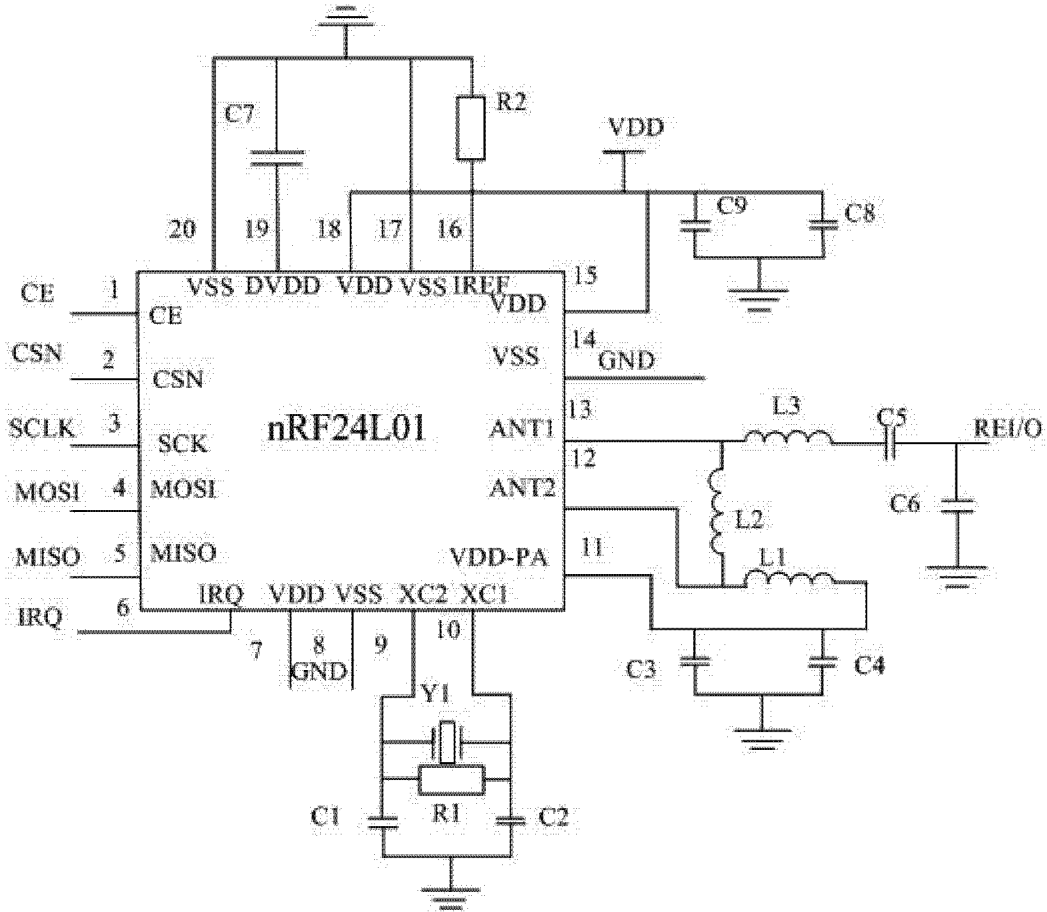


图 2



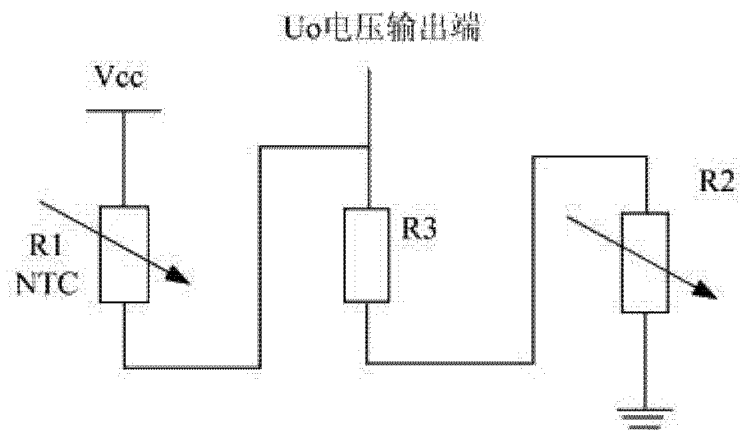


图 3

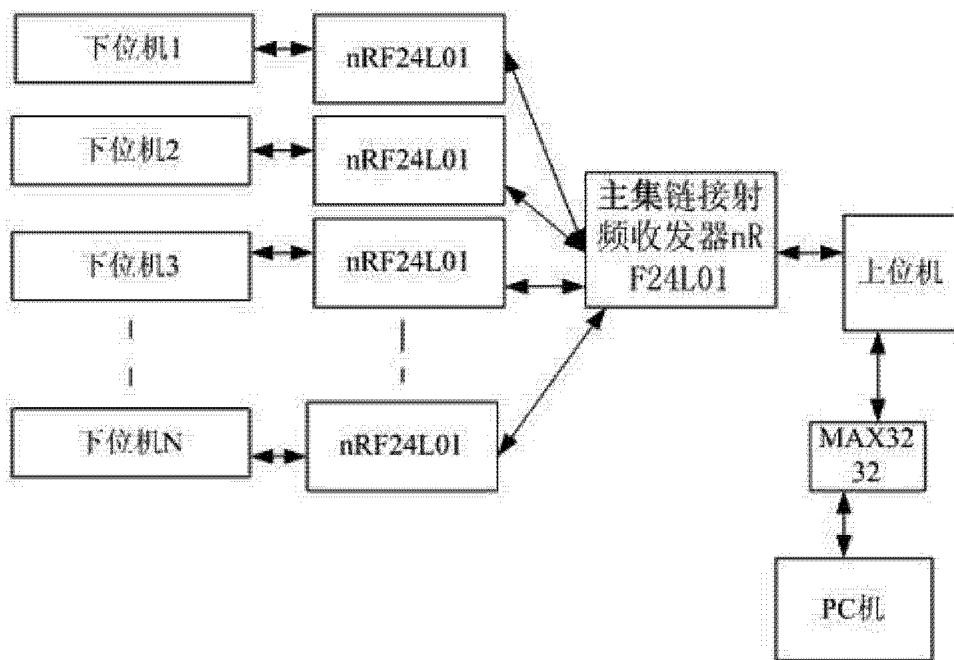


图 4