



# [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720110188.0

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 201091067Y

[22] 申请日 2007.6.15

[21] 申请号 200720110188.0

[73] 专利权人 杭州利尔达科技有限公司

地址 310011 浙江省杭州市登云路 425 号利  
尔达大厦

[72] 发明人 梁源 贾灵 周震宇 陈秋煌  
张冲 孙瑶

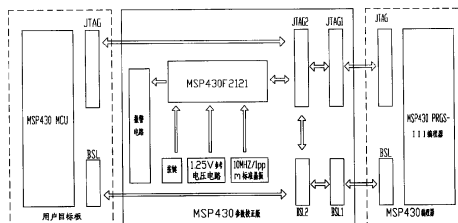
[74] 专利代理机构 杭州中平专利事务所有限公司  
代理人 翟中平

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称  
参数校正系统

[57] 摘要

本实用新型涉及一种使内部参考电压、DCO 和外部的 OSC 在使用上更精确的参数校正系统，参数校正系统由 MSP430 - 参考电压参数校准、MSP430 - DCO 参数校准、MSP430 - OSC 参数校准等三个部分构成，MSP430 - 参考电压参数校准中的 MSP430F2121 电压校准主控制器与 REF3212 标准电压发生器的信号端连接；MSP430 - DCO 参数校准中的标准频率发生器的信号端与 DCO 校准主控制器的信号端连接 MSP430 - OSC 参数校准中的标准频率发生器的信号端与 MSP430 的信号端连接。



---

1、一种参数校正系统，它包括 MSP430 芯片，其特征是由 MSP430-参考电压参数校准、MSP430-DCO 参数校准、MSP430-OSC 参数校准等三个部分构成，(1)MSP430-参考电压参数校准中的 MSP430F2121 电压校准主控制器与 REF3212 标准电压发生器的信号端连接；(2) MSP430-DCO 参数校准中的标准频率发生器的信号端与 DCO 校准主控制器的信号端连接(3) MSP430-OSC 参数校准中的标准频率发生器的信号端与 MSP430 的信号端连接。

## 参数校正系统

### 技术领域

本实用新型涉及一种使内部参考电压、DCO 和外部的 OSC 在使用上更精确的参数校正方法及校正系统。

### 背景技术

目前 MSP430 A/D 内部参考电压 (简称 Vref)、DCO 和外部 OSC 的使用, 在很大程度上都会出现偏差, 没有一个能够精确校正其参数的系统, 直接影响 MSP430 的开发与应用。

### 发明内容

设计目的: 避免背景技术中的不足之处, 设计一种用于 MSP430 参数校准的参数校正系统。

设计方案: 由于 MSP430 的 12bit A/D 内部参考电压 (简称 Vref)、DCO 和外部 OSC 的使用, 在很大程度上都会出现偏差, 主要体现在以下几个方面:

内部参考电压 (简称 Vref): 以 MSP430F449 为例, 内部的 Vref 在理论上应该是 2.5V 或 1.5V, 但实际上是每片内部都存在差异, 其范围是 2.4V-2.6V 或 1.44V-1.56V, 为了减少使用中的误差, 所以要对内部 Vref 进行校准。

内部 DCO (简称 DCO): MSP430 内部 DCO 的频率会随环境温度和电压的变化而有所浮动, 为了能使得内部的 DCO 频率更精确, 所以也要对内部 DCO 进行校准。

外部晶体 (简称 OSC): 对目前使用的外部晶体, 尽管标称是 5PPM、10PPM, 但实际上本身误差就都比较大, 再加外部环境的影响, 尤其在使用外部晶体作为万年历的时钟源, 那误差就相当大, 为了得到精确的时钟源, 就要求对外部 OSC 进行校准。

为了实现上述设计目的。本实用新型在使用目标 MCU 前根据需要先将 Vref、DCO 或 OSC 校准程序下载到目标 MCU 中, 然后执行校准程序, 并将校准后实际的 Vref、DCO 和 OSC 写到固定的 Information A 中, 这样可以方便用户使用, 提高测量误差和提高时钟精度。

技术方案: 参数校正系统, 它包括 MSP430 芯片, 其特征是由 MSP430-电压参数校准控制板、MSP430-DCO 参数校准控制板、MSP430-OSC 参数校准控制板构成, (1)MSP430-电压参数校准控制板中的 MSP430F2121 电压校准主控制器与 REF3212 标准电压发生器的信号端连接; (2)MSP430-DCO 参数校准控制板中的标准频率发生器的信号端与 DCO 校准主控制器的信号端连接; (3)MSP430-OSC 参数校准控制板中的标准频率发生器的信号端与 MSP430 的

信号端连接。

本实用新型与背景技术相比，不仅内部 Vref 校准精确，而且内部 DCO 校准精确，同时外部 OSC 校准精确。

#### 附图说明

图 1 是参数校正系统的结构示意图。

图 2 是接口电路的结构示意图。

图 3 是 MSP430 内部参考电压校准的结构示意图。

图 4 是 MSP430 内部 DCO 校准的结构示意图。

图 5 是 MSP430 外部 OSC 校准的结构示意图。

图 6 是参数校正系统的电路原理示意图。

图 7 是 Frg 信号示意图。

#### 具体实施方式

实施例 1：参照附图 1~7。参数校正系统，它包括 MSP430 芯片由 MSP430-电压参数校准控制板、MSP430-DCO 参数校准控制板、MSP430-OSC 参数校准控制板构成，(1)MSP430-电压参数校准控制板中的 MSP430F2121 电压校准主控制器与 REF3212 标准电压发生器的信号端连接；(2)MSP430-DCO 参数校准控制板中的标准频率发生器的信号端与 DCO 校准主控制器的信号端连接；(3)MSP430-OSC 参数校准控制板中的标准频率发生器的信号端与 MSP 430 的信号端连接。

MSP430 内部参考电压校准（以 F449 内部 ADC12 为例）。

MSP430 内部的 ADC12 的参考电压有 1.5V 和 2.5V，但因内部偏差的原因，1.5V 的参考电压的范围在 1.4V-1.6V，而 2.5V 的参考电压的范围在 2.44V-2.56V，这样，在做 AD 采样前应该先对内部参考电压进行校准，这里我们采用的方法是：在 AD 的 A0 通道输入 1.25V 的标准电压信号，然后利用内部的 1.5V 或 2.5V 参考电压去采样标准的 1.25V 输入电压，然后通过 AD 采样值 1.5\_Value、2.5\_Value，计算出当前 MSP430 内部 ADC12 的参考电压实际值，具体计算公式如下：

$$Vref_{1.5} = 4095 * \frac{Vref}{1.5V\_Value} \quad \text{和} \quad Vref_{2.5} = 4095 * \frac{Vref}{2.5V\_Value} \quad \text{公式 1}$$

公式说明：Vref 是外部模式输入稳定的 1.5V；Vref\_1.5 是校准以后的内部参考电压；Vref\_2.5 是校准以后的内部参考电压；1.5V\_Value 是模式输入电压为 1.5V，内部参考为 1.5V 时的采样值；2.5V\_Value 是模式输入电压为 1.5V，内部参考为 2.5V 时的采样值；通过上面公式计算出实际的内部参考电；Vref\_1.5 和 Vref\_2.5，并将结果写入内部 Information A 的 1000H。以便客户使用时提高转换精度。

### MSP430 内部 DCO 校准（以 MSP430F2013 为例）

MSP430 内部的 DCO 是一个数字振荡器，其 DCO 的频率会随温度和电压的波动而变化，所以在有些通讯或定时要求时间精度比较高的场合，校准 DCO 是完全有必要的。

下面以 MSP430F2013 单片机为例，讨论 DCO 的校准方法，通过下图可以看出 DCO 的校准原理是，标准 10MHz 晶体通过主控制器 MSP430F2121 分频以后输出 Frg=1KHz 的时钟信号，然后将 1KHz 的时钟信号输入到 MSP430F2013 单片机定时器 TA 捕获外部信号输入端，通过软件选择 Frg=1KHz 为定时器 TA 捕获的外部信号，选择待校准的 DCO 为基本定时器的时钟源，这样可以通过 TA 来捕获 Frg 信号，然后通过公式计算得出 DCO 的实际值，具体分析见附图 7。

首先是测量的基本原理：现在用内部的 DCO 时钟 DCOCLOCK 来捕获 Frg 信号，捕获模式选择上升沿捕获，当定时器 TA 检测到 Frg 信号的第一个上升沿时，记录此时定时器的计数值为 TAR1，紧接着当定时器 TA 检测到 Frg 的第二个上升沿时，再记录此时定时器的计数值为 TAR2，Frg 信号的两个上升沿之间的时间差即为 Frg 的一个周期  $1/Frg=1ms$ ，所以  $TAc=TAR2-TAR1$  也就是 TA 在 1ms 内计数的个数，也就是捕获 Frg 的一个周期所需要的 DCOCLOCK 的个数，即  $DCOCLOCK/Frg=TAc$ ，这样 TA 的时钟源 DCO 的频率  $DCOCLOCK=TAc*Frg$ ；

基于以上基本原理，假如采用 DCOCLOCK=1MHz 作为 TA 的时钟源，捕获的信号仍然为 Frg=1KHz，TA 来捕获 Frg 信号的 1000 个周期，这样 TA 计数的个数应该是 1000000 个，也就是 DCOCLOCK，依次类推，只要我们捕获的信号为 Frg，为了提高测量的精度，捕获 Frg 信号的 N 个周期（理论上 N 越大越好），最后得到计数器的计数值 Ta\_Couter，然后计算实际 DCOCLOCK 值，并写入 Information A 中。

计算公式如下：

$$DCOCLOCK = Frg * \frac{Ta\_Counter}{N} \quad \text{公式 2}$$

公式说明：DCOCLOCK 是 DCOCLOCK 的测量值

N 是用 TA 捕获 Frg 周期的个数

Frg 是外部输入的捕获的信号为频率为 1K

Ta\_Couter 是 TA 捕获 N 个 Frg 周期的总计数个数；

### MSP430 外部 OSC(32.768KHz)校准（F449 为例）

MSP430F449 MCU 外接晶体有 XT1 和 XT2 两种接口，通常情况下，32.768KHz 晶体作为低频时钟源接在 XT1 上，精度一般分 5PPM、10PPM 和 20PPM 等，在要求精度更高的场合可以选择 1PPM 的晶体，但实际上外部晶体的频率差异很大，这就要求我们想办法来测量晶体的实际频率，以达到校准的目的。

校准外部 DCO（32.768K）的原理是，而 10MHz 的标准时钟通过 TACLK 引脚连接，并设置

为 TA 的时钟源，用户板上 32.768K 通过 XIN 连接到 MSP430F449 作为 LFXT1 和 ACLK；然后通过 TACCR2 来捕获 ACLK，利用公式计算得出 ACLK 的实际值，具体过程如下：

当定时器 TA 检测到 REAL\_ACLK 信号的第一个上升沿时，记录此时定时器的计数值为 TAR1，当定时器 TA 检测到 ACLK 第二个上升沿时，再记录此时定时器的计数值为 TAR2， $Ta\_Counter = TAR2 - TAR1$  表示 TA 在一个 REAL\_ACLK 周期内计数 10Mhz 的个数，从而得出  $REAL\_ACLK = 10M / Ta\_Counter$ 。

其误差值  $(REAL\_ACLK - 32.768KHz) / 32.768KHz = 1 / 1000000$ ，按这个公式推算出 1PPM 的 32.768K 晶体，其值是 32768.032768，也就是说 1PPM=0.032768，为了减小误差，提高精度，我们捕获 N 个 REAL\_ACLK 的周期（理论上 N 越大越好），然后计算实际 REAL\_ACLK 值。

计算公式如下：

$$REAL\_ACLK = N * \frac{Fin}{Ta\_Counter} \quad \text{公式 3}$$

公式说明：REAL\_ACLK 是 ACLK 的测量值，

N 是用 TA 捕获 ACLK 的周期个数，Fin 是 TA 的时钟源 10M，

Ta\_Couter 是 TA 捕获 N 个 ACLK 周期总的计数个数。

#### 术语说明

2.5V\_VAULE：内部的 2.5V 参考电压去采样标准的 1.25V 输入电压的采样值。

1.5V\_VAULE：内部的 1.5V 参考电压去采样标准的 1.25V 输入电压的采样值。

Vref\_2.5V：为 2.5V 所对应的实际的参考电压值。

Vref\_1.5V：为 1.5V 所对应的实际的参考电压值。

Vref：标准的 1.25V 输入电压。

DCO：MSP430 内部数字振荡器。

OSC：MSP430 外部晶体振荡器。

需要理解到的是：上述实施例虽然对本实用新型作了比较详细的说明，但是这些说明，只是对本实用新型的简单说明，而不是对本实用新型的限制，任何不超出本实用新型实质精神内的发明创造，均落入本实用新型的保护范围内。

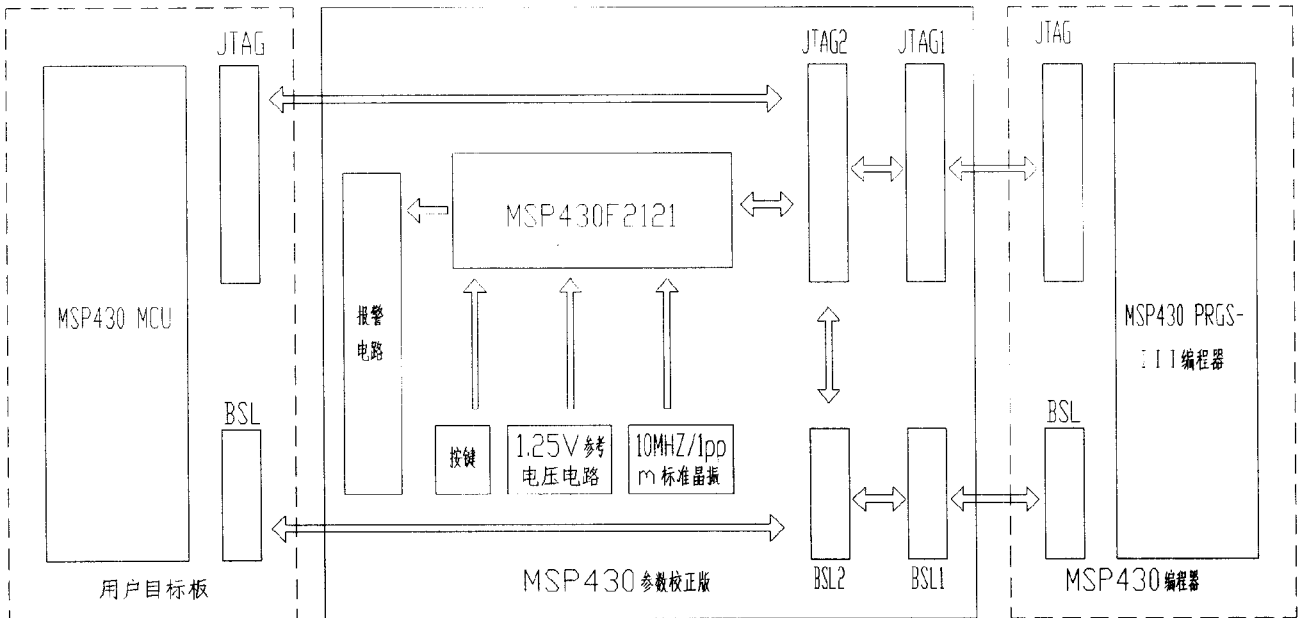


图 1

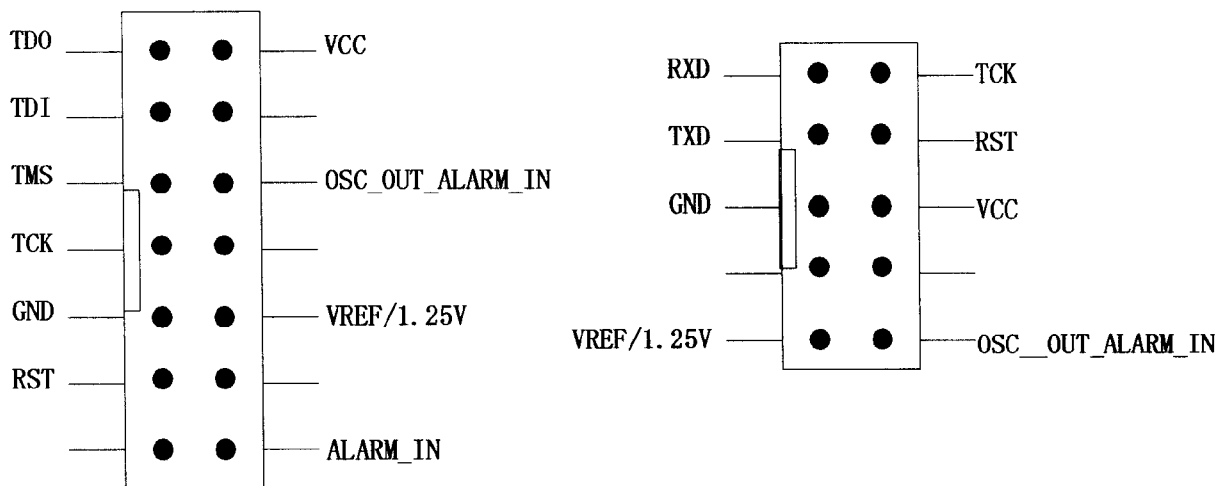


图 2

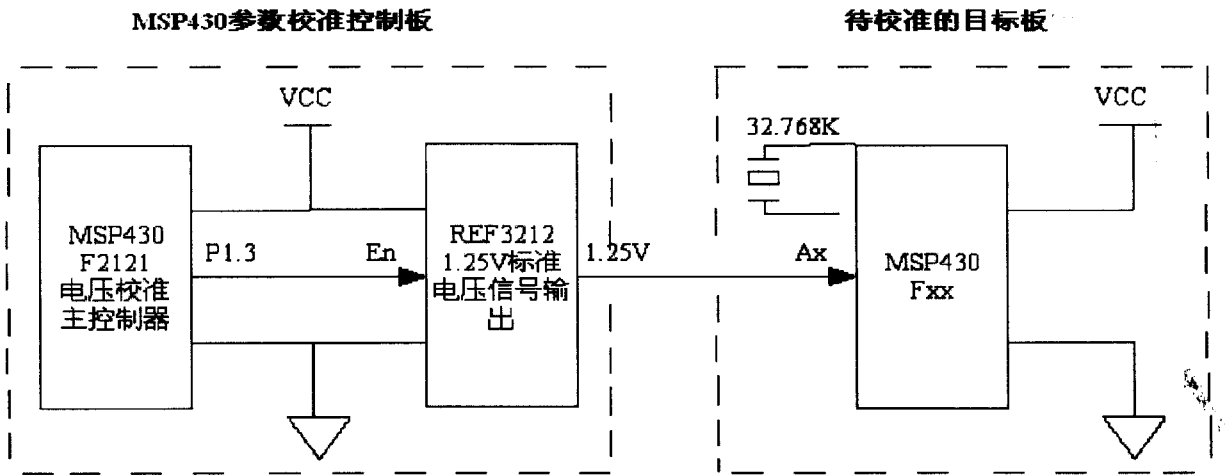


图 3

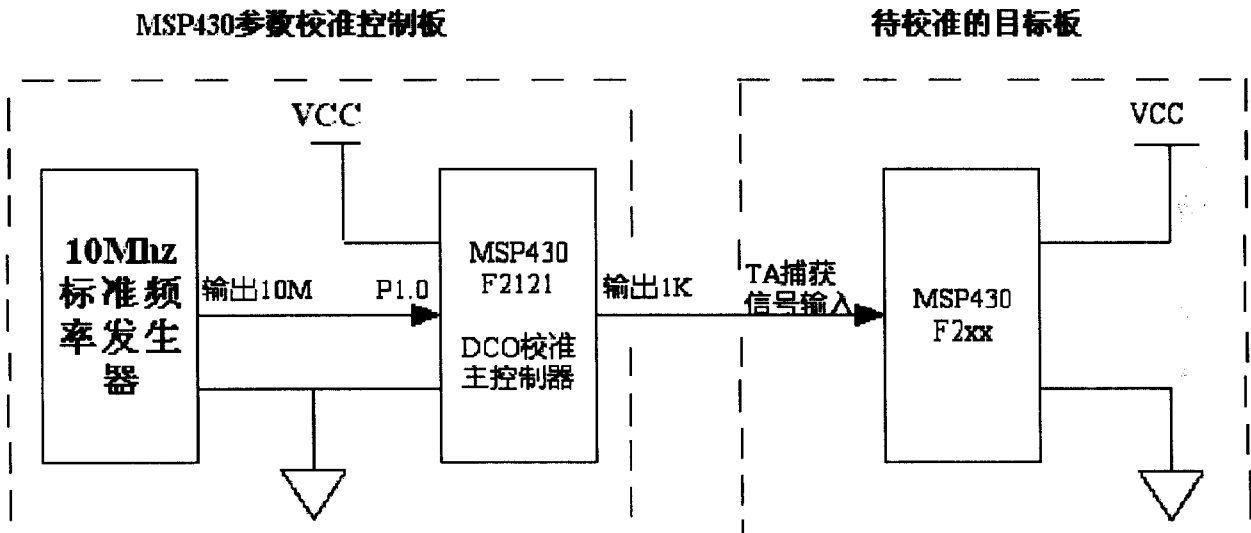


图 4

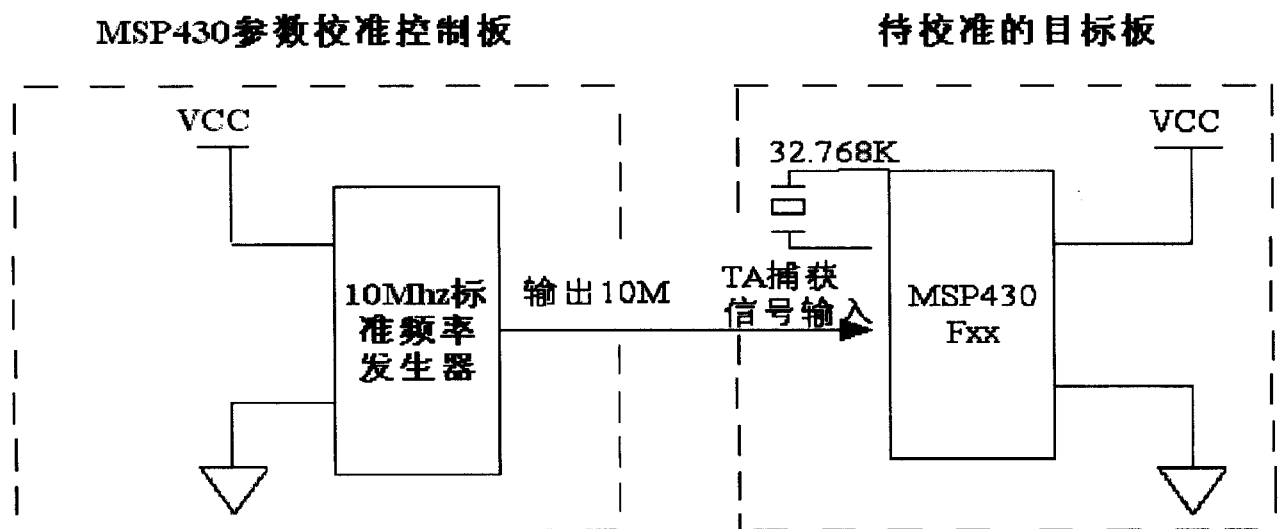


图 5



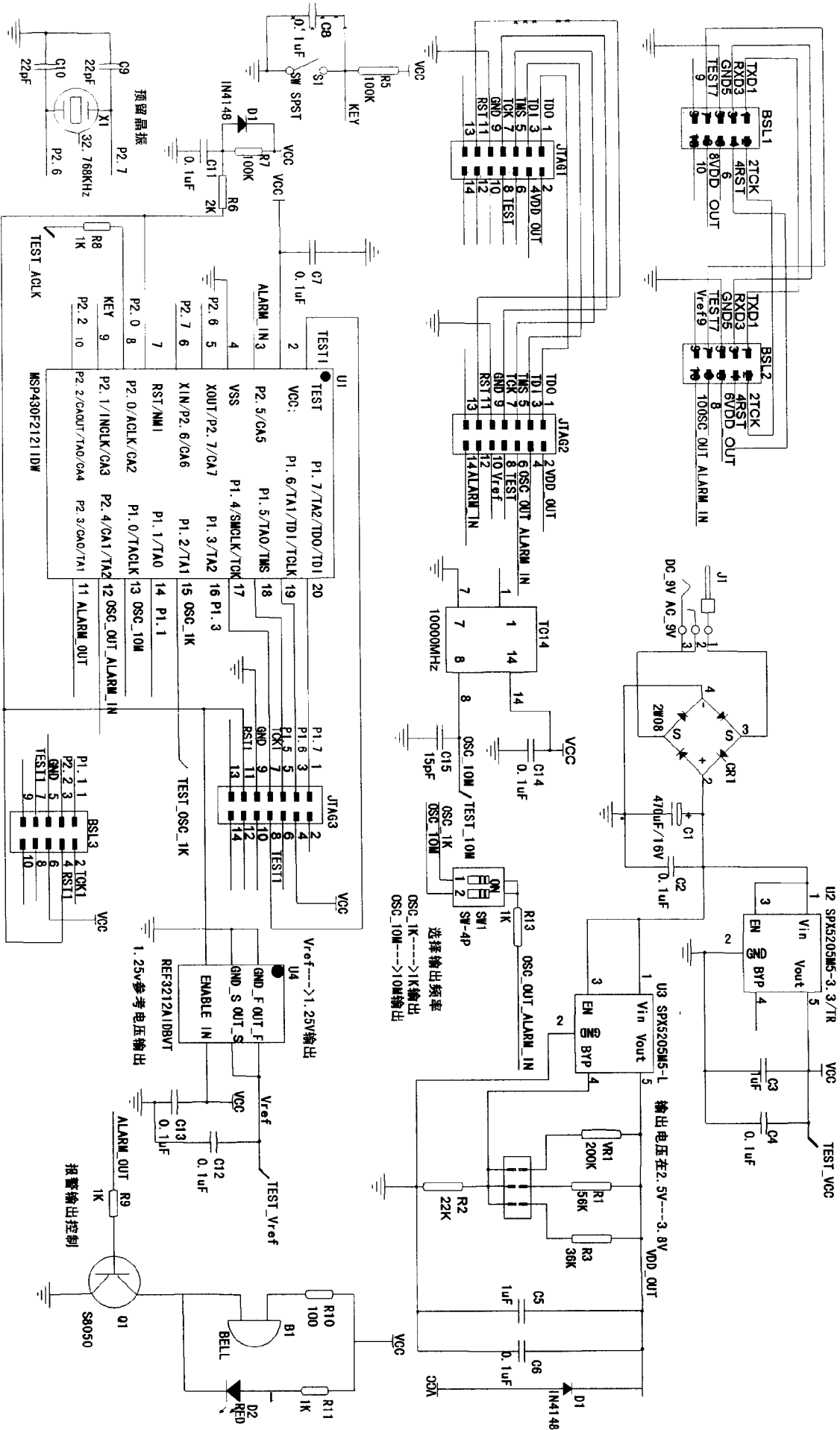


图 6

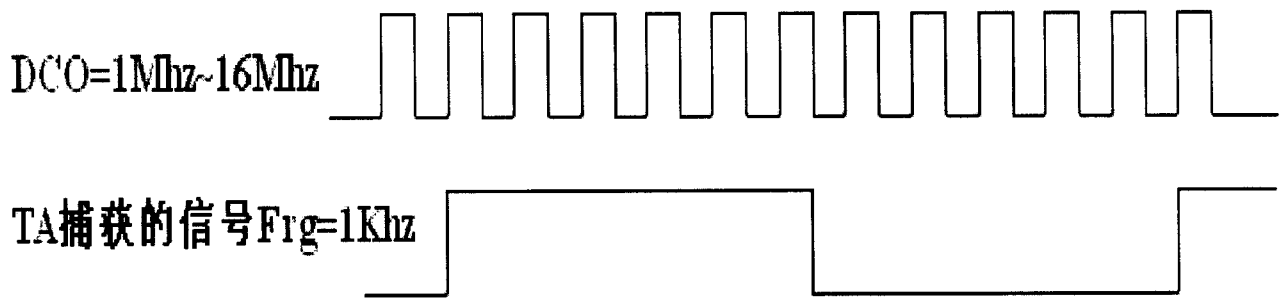


图 7