



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103278676 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201310205733. 4

(22) 申请日 2013. 05. 29

(73) 专利权人 陕西科技大学

地址 710021 陕西省西安市未央大学城

(72) 发明人 孟彦京 李林涛 谢仕宏 高筱筱  
陈君 张陈斌 陈景文

(74) 专利代理机构 西安新思维专利商标事务所  
有限公司 61114

代理人 李罡

(51) Int. Cl.

G01R 19/22(2006. 01)

G01R 19/25(2006. 01)

H02P 1/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203376390 U, 2014. 01. 01,

CN 201247278 Y, 2009. 05. 27,

CN 103018543 A, 2013. 04. 03,

JP 昭 62-122403 A, 1987. 06. 03,

CN 202600044 U, 2012. 12. 12,

李新福 等. 软起动电机性能的测试与分  
析. 《中小型电机》. 2004, 第 31 卷 (第 6 期), 第  
64-66、75 页 .

闫晓 等. 一种电流真有效值测量智能传  
感器设计. 《仪器仪表学报》. 2003, 第 24 卷 (第 4  
期), 第 107-108、123 页 .

尹振红. 电流真有效值的数字检测. 《吉林工  
程技术师范学院学报》. 2009, 第 25 卷 (第 2 期),  
第 75-77 页 .

审查员 胡书红

权利要求书2页 说明书4页 附图7页

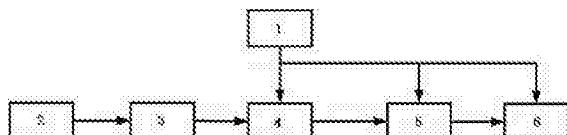
(54) 发明名称

电动机软起动器的电流真有效值检测电路

(57) 摘要

本发明公开一种电动机软起动器的电流真有  
效值检测电路。一般对有效值测量采用平均值法  
只能测量不失真波形，不能测量波形失真的非标  
准信号，热转换方法则难以实现、成本最高。电动  
机软起动器的电流真有效值检测电路，由供电电  
源、电流互感器、功率电阻、真有效值转换芯片、  
主控制芯片 STM32、485 通信电路、USB- 串口通信  
电路组成；其特征在于：所述电流互感器连接功  
率电阻，功率电阻连接真有效值转换芯片信号输  
入端，真有效值转换芯片输出端连接主控制芯片  
STM32 的 ADC 的输入端，主控制芯片 STM32 的 ADC  
的输出连通信电路，供电电源连接真有效值转换  
芯片、主控制芯片 STM32、485 通信电路和 USB- 串  
口通信电路。整个检测电路的直流输出电压摆动  
幅值不超过 1. 3%，具有较高精度。

CN 103278676



1. 一种电动机软起动器的电流真有效值检测电路,由供电电源(1)、电流互感器(2)、功率电阻(3)、真有效值转换芯片(4)、主控制芯片 STM32 (5)、485 通信电路(6)、USB-串口通信电路组成;其特征在于:所述电流互感器(2)二次侧连接功率电阻,所示功率电阻连接真有效值转换芯片(4)信号输入端,所述真有效值转换芯片(4)输出端连接主控制芯片 STM32 (5)的模数转换模块 ADC 的输入端,所述主控制芯片 STM32 (5)的模数转换模块 ADC 的输出连接通信电路,所述供电电源连接真有效值转换芯片(4)、主控制芯片 STM32 (5)、485 通信电路(6)和 USB-串口通信电路;所述电流互感器(2)的 A、B 两相检测电路相同,具体为:将从功率电阻得到的交流电压信号,通过一个隔直电容 C<sub>2</sub>滤掉直流成分,然后输入真有效值转换芯片(4)AD637 的输入端 15 引脚;AD637 的 1、3、4 引脚接地;5 引脚为片选,通过 4.7KΩ 的上拉电阻 R<sub>2</sub>接 VCC;13、12 引脚分别接 +5V 和 -5V 的电源;C<sub>3</sub>和 C<sub>4</sub>为旁路电容,用于滤掉电源中的交流成分;10、11 引脚之间接求有效值时间电容,用于设定求多长时间内输入信号的有效值;C<sub>1</sub>、C<sub>6</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>构成双极点 Sallen-Key 滤波电路,用于减小输出信号的纹波,AD637 的 16 引脚依次串接 C<sub>1</sub>、R<sub>4</sub>后,接在滤波电容 C<sub>6</sub>的远地端,AD637 的 11 引脚经电阻 R<sub>3</sub>与 C<sub>1</sub>和 R<sub>4</sub>的连接点相连,AD637 的 11 引脚同时与 6 引脚短接;AD637 将输入交流电压信号按照有效值定义公式进行有效值转换后,由 16 引脚输出有效值与输入信号相同的直流电压信号;

将 AD637 的 16 引脚输出的直流电压信号送入主控制芯片 STM32(5)的 8 引脚;每 20ms 采样 200 次,采样频率为 10KHz,再对采集到的数据求平均值,每 20ms 对外输出一次,将输入主控制芯片 STM32 (5) 的模拟信号转变为数字信号;主控制芯片 STM32 (5) 单片机作为软起动控制的主芯片,在主控制芯片 STM32 (5) 的 ADC 输出寄存器值,根据读到的相电流有效值产生相应的控制算法,增大或减小异步电动机电压、电流的大小,使异步电动机的电压、电流按照预定的趋势变化。

2. 根据权利要求 1 所述的电动机软起动器的电流真有效值检测电路,其特征在于:

所述电流互感器(2)用于将三相异步电动机的相电流转换交流小电流信号;

所述功率电阻(3)用于将交流小电流信号转换为交流电压信号;

所述真有效值转换芯片(4)用于将输入的交流电压信号转换为直流电压信号,直流电压信号的幅值等于输入的交流电压信号的有效值;

所述主控制芯片 STM32 (5) 的模数转换模块的 ADC 用于将输入的直流电压信号采样,计算,转换为数字信号输出;

所述 485 通信电路(6)用于将电流有效值数字信号传输到上位机和远端;

所述供电电源(1)用于向真有效值转换芯片、STM32 芯片、485 通信电路和 USB-串口通信电路提供电力。

3. 根据根据权利要求 2 所述的电动机软起动器的电流真有效值检测电路,其特征在于:

所述 A、B 两相电流互感器的变比均为 N:5,两相电流互感器二次侧一端共地;

所述功率电阻(3)的电气参数为 0.6Ω,15W;

所述真有效值转换芯片(4)型号为 AD637;

所述供电电源(1)向真有效值转换芯片(4)AD637 提供 +5V 和 -5V 的电力,向主控制芯片 STM32 (5) 提供 3.3V 的电力,向 485 通信电路(6) 提供 +5V 的电力,向 USB-串口通

信电路提供+5V 和 3.3V 的电力。

## 电动机软起动器的电流真有效值检测电路

### 技术领域

[0001] 本发明专利涉及一种电动机软起动器的电流真有效值检测电路,具体说是一种三相交流异步电动机起动装置的电流真有效值检测电路。

### 背景技术

[0002] 三相交流异步电动机软起动器的起动方式包括斜坡升压起动、限流起动等,在起动过程中需要检测电动机各相的电流,使其不要超过额定电流的一定倍数(一般小于5倍)。由于电动机的额定电流指的是电动机在额定工况下定子线电流的有效值,因此电动机软起动器应当能检测电流的有效值。

[0003] 一般对有效值的测量大多是利用二极管的单向导电性,构成整流电路,如全波整流、桥式整流等将交流电整流成直流信号,再通过电容或电感滤波,最终得到的是平均值形式,根据平均值与有效值确定的系数关系,通过平均值将有效值表示出来。实际上无论是全波整流还是桥式整流,它们的整流精度都不高,所转换后的有效值误差很大。原因就是它们所采用的二极管的非线性将产生相当大的误差,特别是当信号幅度小于二极管的门槛电压时,电流基本上过不去,其转换误差更为严重。

[0004] 也就是说平均值法只能测量不失真波形的有效值,不能测量波形失真的非标准信号。这是平均值法的固有缺陷。

[0005] 还可以根据物理上的有效值定义,用热转换法测量交流信号的有效值。理论上,热转换是最简单的方法,但实际上,它却是最难以实现、成本最高的方法。这种方法涉及到将未知交流信号的热值与已知的校准直流基准电压的热值进行比较。调整校准的基准电压,使基准电阻与信号电阻之间的温差为零,此时这两个匹配电阻的功耗相同。因此,根据真有效值的基本定义,直流基准电压值将等于未知信号电压的真有效值值。

[0006] 每个热单元都含有一个稳定的、低温度系数电阻,该电阻与线性温度电压转换器发生热接触,输出电压与输入交流信号的真有效值成比例;但是,热单元的固定时间常数限制了这种真有效值计算方案的低频有效性。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种采用全控型器件 IGBT 来实现交流斩波调压技术的电动机软起动器的电流真有效值检测电路。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0009] 一种电动机软起动器的电流真有效值检测电路,由供电电源、电流互感器、功率电阻、真有效值转换芯片、主控制芯片 STM32、485 通信电路、USB-串口通信电路组成;所述电流互感器二次侧连接功率电阻,所示功率电阻连接真有效值转换芯片信号输入端,所示真有效值转换芯片输出端连接主控制芯片 STM32 的模数转换模块 ADC 的输入端,所示主控制芯片 STM32 的模数转换模块 ADC 的输出连接通信电路,所示供电电源连接真有效值转换芯片、主控制芯片 STM32、485 通信电路和 USB-串口通信电路。

[0010] 上述的电动机软起动器的电流真有效值检测电路，其所述电流互感器用于将三相异步电动机的相电流转换交流小电流信号；

[0011] 所述功率电阻用于将交流小电流信号转换为交流电压信号；

[0012] 所述真有效值转换芯片用于将输入的交流电压信号转换为直流电压信号，直流电压信号的幅值等于输入的交流电压信号的有效值；

[0013] 所述主控制芯片 STM32 的模数转换模块的 ADC 用于将输入的直流电压信号采样，计算，转换为数字信号输出；

[0014] 所述通信电路用于将电流有效值数字信号传输到上位机和远端；

[0015] 所述供电电源用于向真有效值转换芯片、主控制芯片 STM32、485 通信电路和 USB-串口通信电路提供电力。

[0016] 上述的电动机软起动器的电流真有效值检测电路，其所述 A、B 两相电流互感器的变比为 N:5，两相电流互感器二次侧一端共地；

[0017] 所述功率电阻的电气参数为  $0.6 \Omega, 15W$ ；

[0018] 所述真有效值转换芯片型号为 AD637；

[0019] 所述供电电源向真有效值转换芯片 AD637 提供  $+5V$  和  $-5V$  的电力，向主控制芯片 STM32 提供  $3.3V$  的电力，向 485 通信电路提供  $+5V$  的电力，向 USB-串口通信电路提供  $+5V$  和  $3.3V$  的电力。

[0020] 本发明的优点如下：

[0021] 本发明采用从硬件上直接将测量信号按照有效值的定义公式进行转换的方法，使用真有效值转换芯片 AD637 配合外围电路来实现，不但能实现高精度的真有效值转换，还能将转换后的信号再转换为数字量输出，用于本地或远程控制监测。该芯片频带宽，当输入交流信号电压  $V_{in} = 200 mV (RMS)$  时，频率上限为  $600 kHz$ ； $V_{in} > 1 V (RMS)$  时频率上限高达  $8 MHz$ 。该芯片适用的波峰因数很宽，当波峰因数  $KP=10$  时，附加误差仍小于  $1\%$ ，在三相交流异步电动机起动过程中，常见的周期性非正弦波的波峰因数约为  $1 \sim 3$ ，最多不超过  $5$ ，波峰因数为  $1$  到  $2$  时，不产生附加误差，当波峰因数为  $3$  时，产生  $0.1\%$  的附加误差，

[0022] 整个检测电路在输入  $50Hz$ ，有效值为  $0-3V$  的正弦波测试信号的情况下，其直流输出电压摆动幅值与交流有效值相比最大不超过  $1.3\%$ 。该电动机软起动器的电流真有效值检测电路具有较高精度。

## 附图说明

[0023] 图 1 为本发明的系统框图，

[0024] 图 2 为交流 - 直流电源电路，

[0025] 图 3 为  $\pm 5V$  电源电路；

[0026] 图 4 为 A 相检测电路；

[0027] 图 5 为 B 相检测电路；

[0028] 图 6 为主控制芯片 STM32 的控制电路；

[0029] 图 7 为 USB-串口通信电路；

[0030] 图 8 为 485 通信电路。

[0031] 其中，1、供电电源，2、电流互感器，3、功率电阻，4、真有效值转换芯片，5、主控制芯

片 STM32, 6、485 通信电路, 7、时钟电路, 8、复位电路, 9、电源电路。

### 具体实施方式

[0032] 参见图 1、图 2、图 3, 本发明由供电电源 1, 电流互感器 2, 功率电阻 3, 真有效值转换芯片 4, 主控制芯片 STM32, 485 通信电路 6 组成。

[0033] 所述供电电源 1 为检测电路提供电力, 为 ±5V 双电源, 其中 -5V 的电源由 +5V 的电源经过 TPS6040 芯片翻转得到。

[0034] 所述电流互感器 2 是将三相交流异步电动机中一相的相电流转换为小交流电流信号, 其变比为 (N:5), 二次侧电流输出最大值为 5A, 统一进入检测电路的输入信号规格, 用同一种电路只需更换交流电流互感器即可实现对不同额定功率电动机相电流真有效值的检测。

[0035] 所述功率电阻 3 是将电流互感器 2 转化后的交流电流信号转换为交流电压信号, 其电气参数为 :0.6 Ω, 15W。

[0036] 所述真有效值转化芯片 4 为 AD637, 用于将功率电阻 3 转换得到的交流电压信号转换为直流电压信号, 该直流电压信号与交流电压信号的有效值成正比。

[0037] 所述主控制芯片 STM32 的模数转换模块的 ADC 用于将 AD637 输出的直流电压信号经过采样处理成数字信号, 并送至往主控制器和通讯端口。

[0038] 所述 485 通信电路包括 USB 转串口通讯单元和 RS485 通讯单元, 用于将检测到的电机电流真有效值通过通讯线传输出去; 所述 USB 转串口通讯单元用于连接到上位机, 实现与上位机通信功能, 上位机也可以通过 USB 转串口通讯单元向主控芯片 STM32 下载控制程序; 所述 RS485 通讯单元用于将电流有效值信息传输到远端, 用于远程控制、显示。

[0039] 参见图 4 和图 5, 1、PA1 和 PB1 分别为交流电流互感器输出端子, 其将三相异步电动机相电流转换为较小的交流电流信号输出到功率电阻 R<sub>1</sub>、R<sub>5</sub> 转换成交流电压信号, 电流互感器均采用 (N:5) 的型号, 转换后的交流电流值最大为 5A; 两个电流互感器的二次侧共地; A、B 两相检测电路相同, 下面以图 4 的 A 相为例说明。

[0040] 2、将上一步得到的交流电压信号, 通过一个隔直电容 C<sub>2</sub> 滤掉直流成分, 然后输入真有效值转换芯片 AD637(U2) 的输入端 (15 引脚)。AD637 的 1、3、4 引脚接地; 5 引脚为片选(高电平有效), 通过 4.7K 的上拉电阻 R<sub>2</sub> 接 VCC; 13、12 引脚分别接 +5V 和 -5V 的电源; C<sub>2</sub> 和 C<sub>3</sub> 为旁路电容, 用于滤掉电源中的交流成分; 10、11 引脚之间接求有效值时间电容, 用于设定求多长时间内输入信号的有效值; C<sub>1</sub>、C<sub>6</sub>、R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub> 构成双极点 Sallen-Key 滤波电路, 用于减小输出信号的纹波; AD637 将输入交流电压信号按照有效值定义公式进行有效值转换后, 由 16 引脚输出有效值与输入信号相同的直流电压信号。

[0041] 3、将上一步 AD637 的 16 引脚输出的直流电压信号送入主控制芯片 STM32 的 8(PC<sub>0</sub>) 引脚, 由主控制芯片 STM32 采样后进行运算、分析; 由于输出的直流电压幅值在一个小的范围内浮动, 因此我们每 20ms 采样 200 次 (采样频率为 10KHz), 再对采集到的数据求平均值, 每 20ms 对外输出一次, 将输入主控制芯片 STM32 的模拟信号转变为数字信号; 主控制芯片 STM32 单片机可作为软起动控制的主芯片, 控制程序可以在主控制芯片 STM32 的 ADC 输出寄存器值, 根据读到的相电流有效值产生相应的控制算法, 增大或减小异步电动机电压、电流的大小, 使异步电动机的电压、电流按照预定的趋势变化。

[0042] 4、参见图 6, 主控制芯片 STM32 的控制电路主要包括 : 电源电路 9、复位电路 8、时钟电路 7 ; 主控制芯片 STM32 对外输出的数字信号通过 485 通信接口和 USB- 串口通信接口输出, 485 通信电路 6 用于将电流有效值从本地传输到远端, 用于远程显示、控制。

[0043] 5、主控制芯片 STM32 可以通过 USB- 串口通信电路连接到上位机, 实现串口通信功能 ; 使得该电流检测系统易于升级, 该系统可以通过电脑直接控制、监测 ; 另外, 该 USB- 串口通信电路可以实现某些特定场合的集中管理, 通过协议转换可以形成具有一定规范的现场总线(例如 Profibus、Interbus、P-NET), 实现系统的数字化监控与管理。

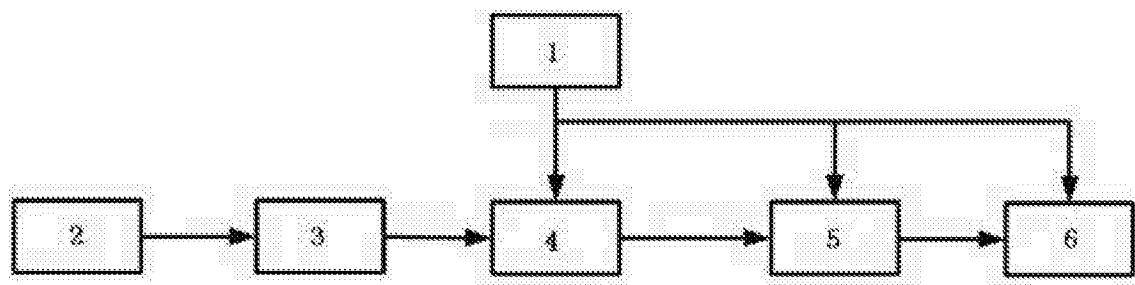


图 1

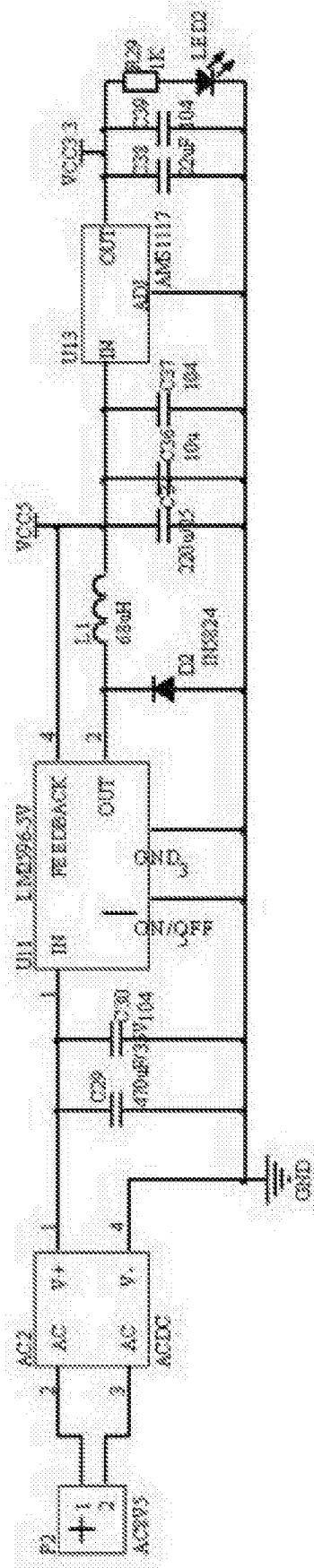


图 2

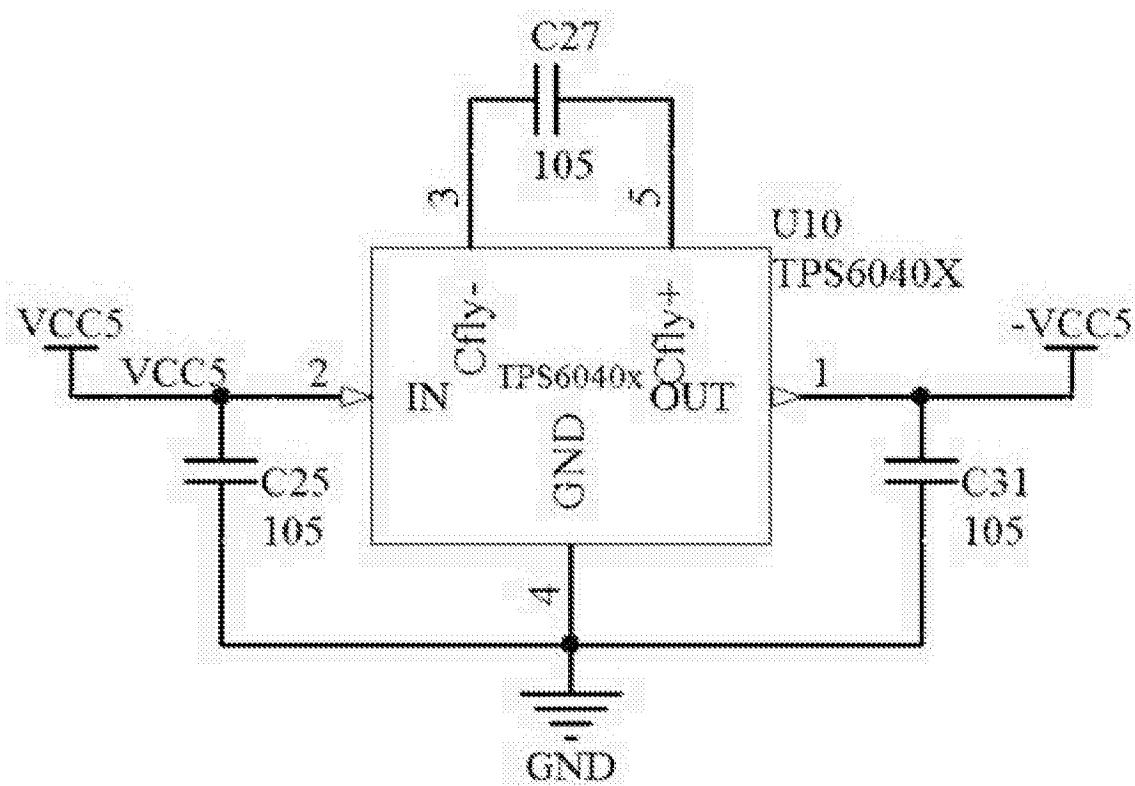


图 3

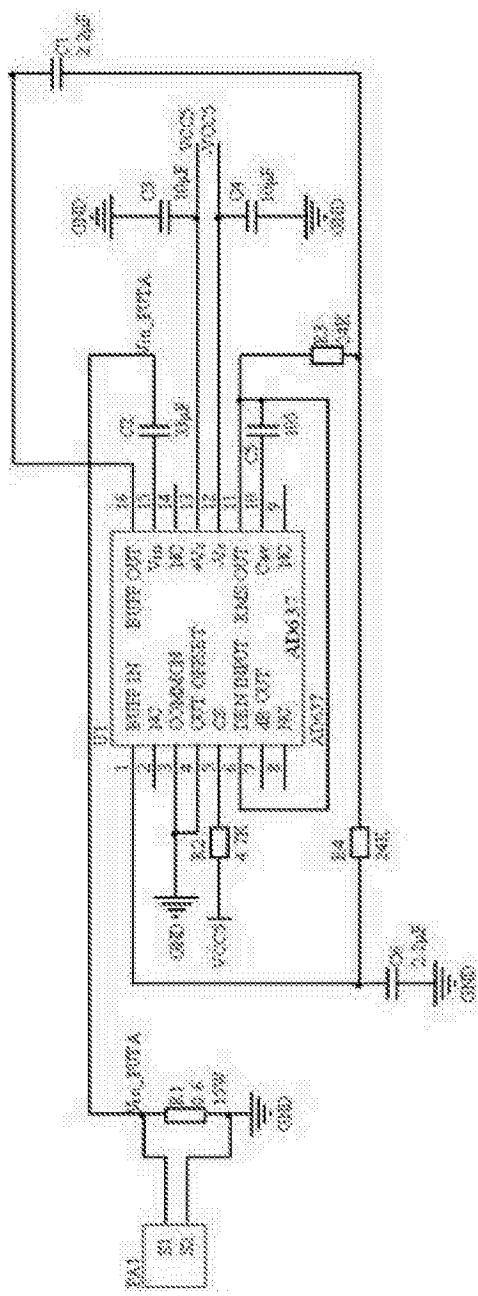


图 4

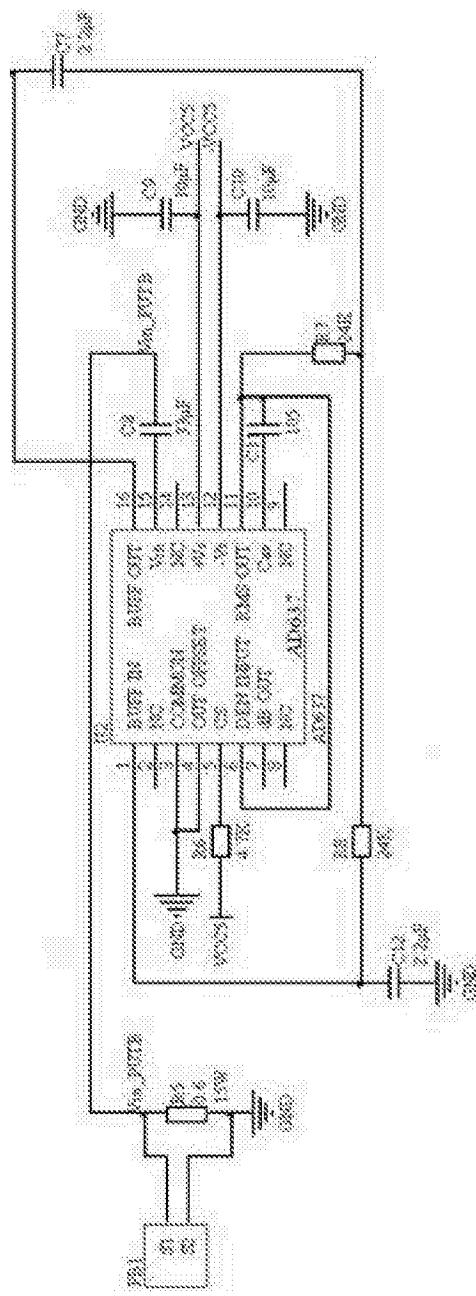


图 5

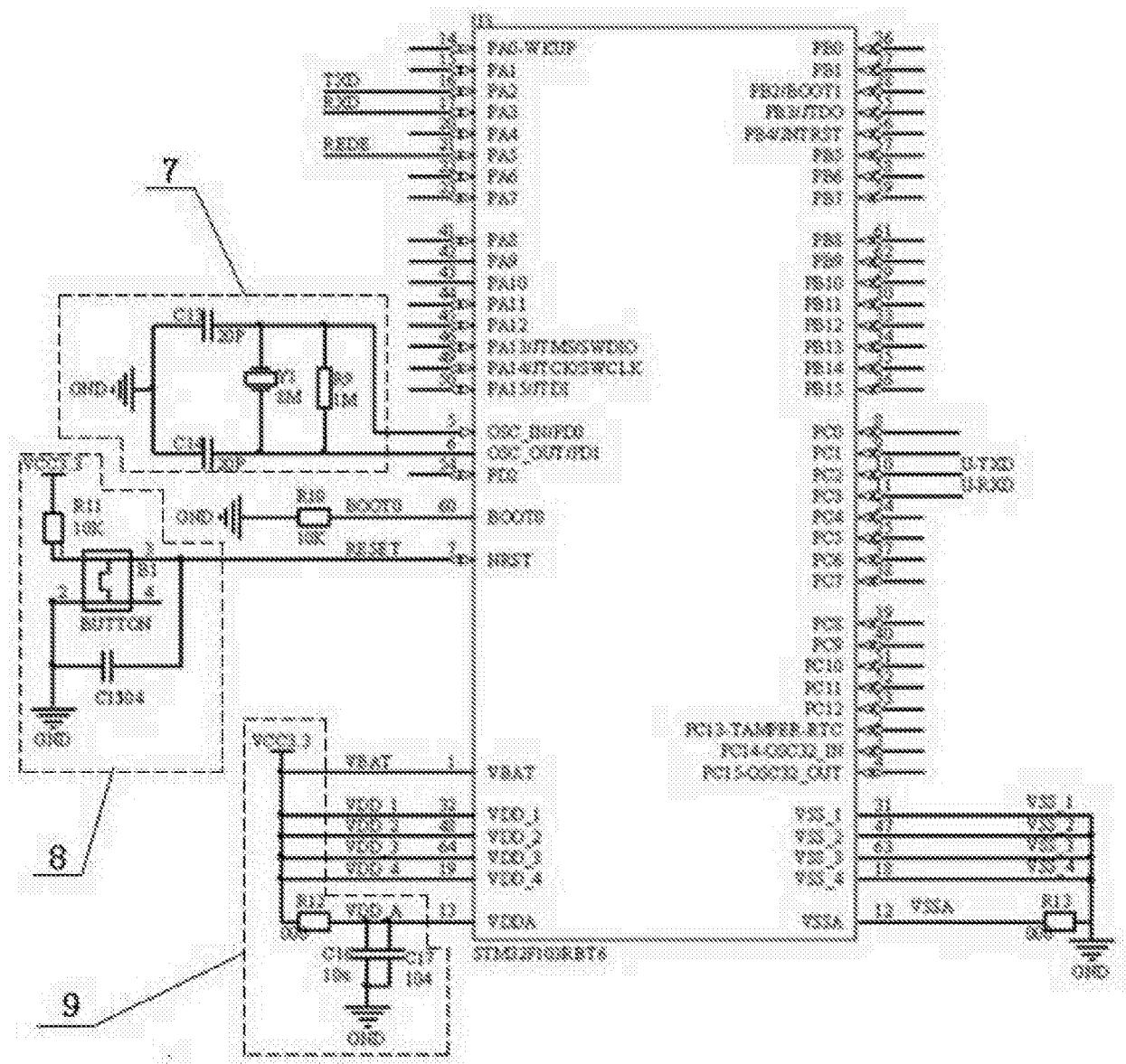


图 6

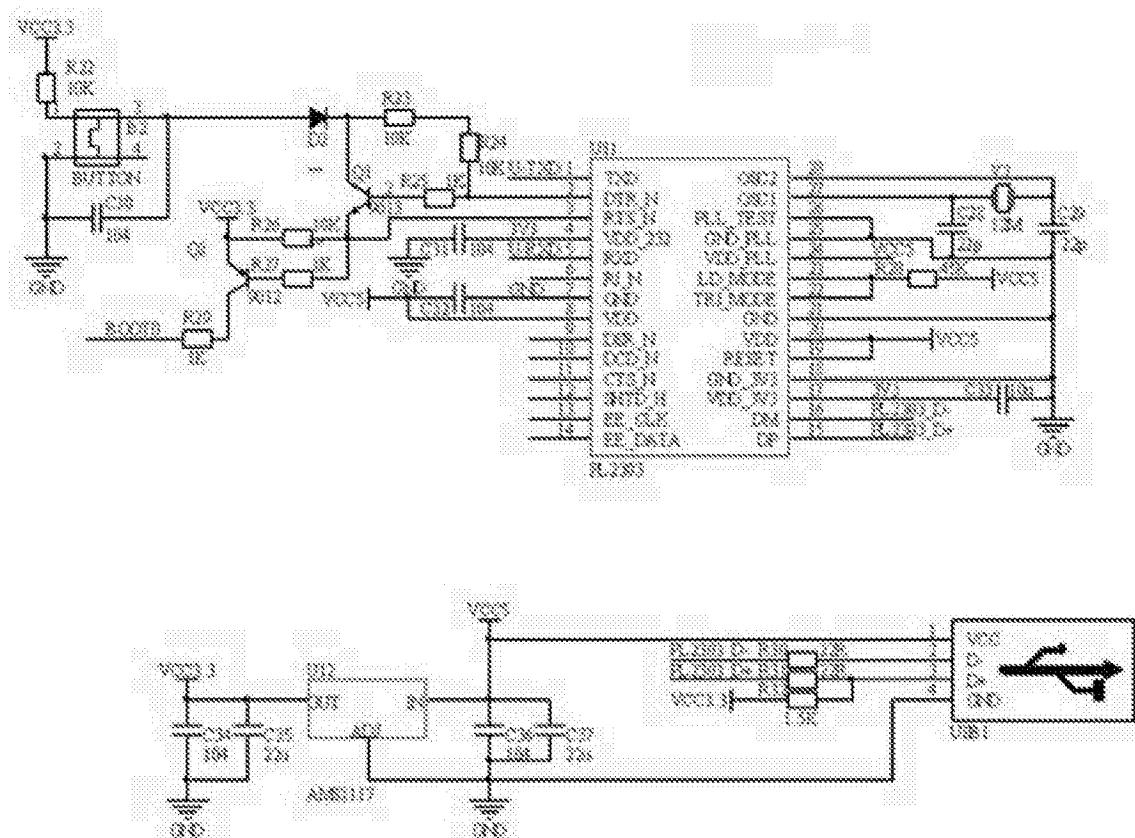


图 7

