



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101788521 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201010127905. 7

US 7282928 B1, 2007. 10. 16,

(22) 申请日 2010. 03. 19

WO 90/04779 A1, 1990. 05. 03,

(73) 专利权人 南京工业大学

审查员 许静

地址 210009 江苏省南京市鼓楼区新模范马路5号

(72) 发明人 罗益民 王鑫国 蔡小亮

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任公司 32218

代理人 徐冬涛

(51) Int. Cl.

G01N 27/26(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2238433 Y, 1996. 10. 23,

CN 2497314 Y, 2002. 06. 26,

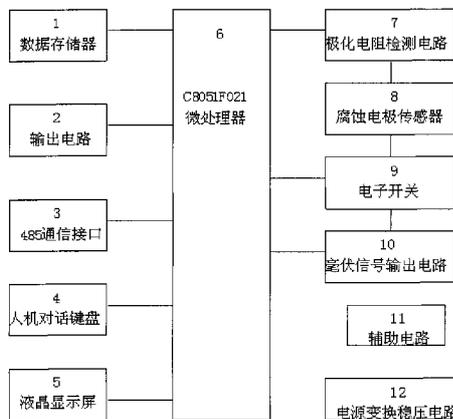
权利要求书2页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

金属腐蚀状况在线检测方法及其检测仪器

(57) 摘要

本发明公开了一种金属腐蚀状况在线检测方法及其检测仪器,本发明使用五电压法测得实时数据,把数十次测量的多个电压值送到C8051F021微处理器进行处理得出被测金属的腐蚀率,并在液晶显示屏上实时显示,本发明可以在线实时检测循环冷却水对不同金属材料设备的腐蚀状况,实时自动投加缓蚀水稳剂。本发明由于采用了高集成度的电子技术与计算机技术相结合的方式在线检测,具有自动连续测量、数据记录、绘制腐蚀曲线和实时通信等功能;本发明公开的检测仪器具有性能可靠、测量准确、外型美观小巧、安装操作方便的优点。本发明可广泛应用于使用循环冷却水系统的各种行业进行腐蚀监测和控制研究,在节能环保越来越受到关注之时,具有极高的市场推广价值。



1. 一种金属腐蚀状况在线检测方法,其特征是:它包括以下步骤:
  - (a). 测量开始前,腐蚀电极传感器的测量电极始终和仪表脱开;
  - (b). 采集测量信号通道的零漂移电压  $U_0$ ;
  - (c). 打开电子开关,接通腐蚀电极传感器并给测量电极加 0 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_1$ ;
  - (d). 给测量电极加 +9.5 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_2$ ;
  - (e). 给测量电极加 0 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_3$ ;
  - (f). 给测量电极加 -9.5 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_4$ ,测量周期结束,关闭电子开关;
  - (g). 把以上所测的五个电压值,送到 C8051F021 微处理器进行数据处理得出被测金属的腐蚀率,将腐蚀率存放到数据存储器中并在液晶显示屏上显示结果。
2. 根据权利要求 1 所述的金属腐蚀状况在线检测方法,其特征在于:所述的五个电压值要采集数十次以上,所采集的数据通过软件数字滤波处理。
3. 根据权利要求 1 所述的金属腐蚀状况在线检测方法,其特征在于:毫伏输出信号与腐蚀电极传感器的接通由电子开关通断决定,而电子开关的通断是由 C8051F021 微处理器中运行程序决定。
4. 根据权利要求 1 所述的金属腐蚀状况在线检测方法,其特征在于:所述的 C8051F021 微处理器通过输出端口提供 4-20 毫安信号变送或控制输出,其控制输出是按仪表中设定表格腐蚀值所对应的毫安值;仪表中设定表格是指直接通过仪表所测的腐蚀率确定控制输出值,腐蚀率测量值和控制输出值之间的关系为:腐蚀率为 0.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  5%;腐蚀率在 1.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  10%;腐蚀率在 1.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  15%;腐蚀率在 2.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  20%;腐蚀率在 2.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  25%;腐蚀率在 3.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  30%;腐蚀率在 3.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  35%;腐蚀率在 4.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  40%;腐蚀率在 4.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  45%;腐蚀率在 5.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  50%;腐蚀率在 5.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  55%;腐蚀率在 6.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  60%;腐蚀率在 6.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  65%;腐蚀率在 7.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  70%;腐蚀率在 7.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  75%;腐蚀率在 8.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  80%;腐蚀率在 8.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  85%;腐蚀率在 9.0 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  90%;腐蚀率在 9.5 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  95%;腐蚀率在 10 mpy,控制输出为(4-20 毫安)  $\times$  100%。
5. 根据权利要求 1 所述的金属腐蚀状况在线检测方法,其特征在于:所述的 C8051F021 微处理器通过 485 通信端口与可编程设备通信进行数据的实时传输。
6. 一种权利要求 1 所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器,包括 C8051F021 微处理器、数据存储器、输出电路、485 通信接口、键盘、液晶显示屏、电子开关、毫伏信号输出电路、电源变换稳压电路和小型机壳,数据存储器、输出电路、485 通信接口、键盘、液晶显示屏、电子开关、毫伏信号输出电路均与 C8051F021 微处理器相连,其特征是:所述的毫伏信号输出电路的输出端与电子开关相连,电子开关与腐蚀电极传感器的电极相连,腐蚀电极传感器的数据输出端与极化电阻检测电路的输入端相连,极化电阻检测电路的输出端与 C8051F021 微处理器相连,C8051F021 微处理器将极化电阻检测电路测量

的数据、键盘输入的数据及数据处理的结果存入与之相连的数据存储器中,液晶显示器在 C8051F021 微处理器的控制下,显示键盘的输入信号、测量计算的结果以及仪表工作状态。

7. 根据权利要求 6 所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器,其特征在于:所述的极化电阻检测电路 VREF 端、DAC1 端以及 ADC0 端分别与 C8051F021 微处理器的 7 脚、63 脚和 9 脚相连,极化电阻检测电路由运算放大器 U3A、运算放大器 U3B 组成差分放大器和 U2、U4、U5、U6、U7 运算放大器及电阻、电容组成。

8. 根据权利要求 6 所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器,其特征在于:所述的 C8051F021 微处理器的 52 脚、53 脚分别与数据存储器的 12 脚和 13 脚相连。

9. 根据权利要求 6 所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器,其特征在于:所述的液晶显示器为 128\*64 点阵式液晶显示器。

## 金属腐蚀状况在线检测方法及其检测仪器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在线快速测量循环冷却水对不同金属材料设备的腐蚀状况的方法及其检测仪器。具体的说是一种金属腐蚀状况在线检测方法及其检测仪器。

### 背景技术

[0002] 随着社会的发展和生活的需要,水的用量急剧增加,而地球上水的资源是有限的。因此,节约用水如同节约能源、保护环境一样,成为目前全世界急需解决的问题。而在节约用水方面,节水的最大潜力无疑是节约工业及其他行业冷却用水,采用循环冷却水是节约水资源的一条重要途径,而且以高浓缩倍数运转的循环冷却水还可减少环境污染,但是循环冷却水结垢、腐蚀现象比较严重,容易滋生菌藻,以致影响设备的传热效率,威胁设备的使用寿命,为此对循环冷却水进行水质稳定处理是必不可少的。而为了对循环冷却水的水质有一个及时的了解,必然需要对循环冷却水的水质进行及时的跟踪和监测。

[0003] 金属腐蚀的大小是反映水质好坏的重要指标之一。由于水对不同的金属具有不同的腐蚀速率,而循环冷却水一直与使用设备上的各种金属接触,因此对循环冷却水中不同金属材料设备的腐蚀状况进行检测,就成为生产应用中急需解决的问题。为达到快速测量腐蚀的目的,目前主要依据电化学的弱极化原理来进行测量。而现有的检测方法和检测方法所使用的仪器或装置在测量过程中,如果不考虑被测水质的差异以及流速、温度等的影响,应用范围受到很大的限制,得到的测量结果易出现误差,目前市场上已使用的腐蚀测量仪器,主要存在这方面的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是针对现有腐蚀测量方法上存在的问题,提供一种使用五电压法,且具有采集数据多、采用软件数据处理技术,使得应用范围宽,检测结果准确的金属腐蚀状况在线监测方法。本发明的目的是针对现有腐蚀测量仪器存在的问题,提供一种采用了高集成度的电子技术与计算机技术相结合,具有性能可靠、测量准确、外形美观小巧、安装操作方便,而且可根据腐蚀测量的结果自动实现按比例投加缓蚀药剂的金属腐蚀状况在线监测仪器。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案解决的:

[0006] 一种金属腐蚀状况在线检测方法,它包括以下步骤:

[0007] (a). 测量开始前,腐蚀电极传感器的测量电极始终和仪表脱开;

[0008] (b). 采集测量信号通道的零漂移电压  $U_0$ ;

[0009] (c). 打开电子开关,接通腐蚀电极传感器并给测量电极加 0 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_1$ ;

[0010] (d). 给测量电极加 +9.5 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_2$ ;

[0011] (e). 给测量电极加 0 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_3$ ;

[0012] (f). 给测量电极加 -9.5 毫伏电压,测得毫伏电压  $U_4$ ,测量周期结束,关闭电子开

关；

[0013] (g). 把以上所测的五个电压值, 送到 C8051F021 微处理器进行数据处理得出被测金属的腐蚀率, 将腐蚀率等相关参数存放到数据存储器中并在液晶显示屏上显示结果。

[0014] 所述的五个电压值要采集数十次以上, 所采集的数据通过软件数字滤波处理。

[0015] 所述的毫伏输出信号与腐蚀电极传感器的接通由电子开关通断决定, 而电子开关的通断是由 C8051F021 微处理器中运行程序决定。

[0016] 所述的 C8051F021 微处理器通过输出端口提供 4-20 毫安信号变送或控制输出, 其控制输出是按仪表中设定表格腐蚀值所对应的 4-20 毫安值。

[0017] 所述的 C8051F021 微处理器通过 485 通信端口与智能设备通信进行数据的实时传输。

[0018] 所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器, 包括 C8051F021 微处理器、数据存储器、输出电路、485 通信接口、键盘、液晶显示屏、电子开关、毫伏信号输出电路、电源变换稳压电路和小型机壳, 数据存储器、输出电路、485 通信接口、键盘、液晶显示屏、电子开关、毫伏信号输出电路均与 C8051F021 微处理器相连, 所述的毫伏信号输出电路的输出端与电子开关相连, 电子开关与腐蚀电极传感器的电极相连, 腐蚀电极传感器的数据输出端与极化电阻检测电路的输入端相连, 极化电阻检测电路的输出端与 C8051F021 微处理器相连, C8051F021 微处理器将极化电阻检测电路传来的数据、键盘输入的数据及数据处理的结果存入与之相连的数据存储器中, 液晶显示器在 C8051F021 微处理器的控制下, 显示键盘的输入信号、测量计算的结果以及仪表工作状态。

[0019] 所述的极化电阻检测电路 VREF 端、DAC1 端以及 ADC0 端分别与 C8051F021 微处理器的 7 脚、63 脚和 9 脚相连, 极化电阻检测电路由 U3A、U3B 组成差分放大器和 U2、U4、U5、U6、U7 运算放大器及电阻、电容等组成。

[0020] 所述的 C8051F021 微处理器的 52 脚、53 脚分别与数据存储器的 12 脚和 13 脚相连。

[0021] 所述的液晶显示器为 128\*64 点阵式液晶显示器。

[0022] 本发明相比现有技术有如下优点：

[0023] 1、本发明解决了循环冷却水的腐蚀在线监测问题, 具有快速、准确、可靠和应用范围宽等优点；

[0024] 2、本发明由于电子件基本采用采用标准的贴片元件, 故有体积小, 面板式仪表安装、固定方便的优点；

[0025] 3、本发明操作简单, 实用性强, 测量的数据及结果全部能在液晶屏上显示

[0026] 4、本发明可以根据腐蚀测量的结果实现自动按比例投加药剂, 比例大小人工可以修改设定；

[0027] 5、本发明不仅可以快速测量腐蚀值, 而且可以用来评价缓蚀剂的功效和预测金属设备在水中的使用寿命, 给水质管理者提供可靠的信息。

## 附图说明

[0028] 附图 1 是本发明的总电原理图；

[0029] 附图 2 是本发明的 C8051F021 微处理器的外脚接线图；

- [0030] 附图 3 是本发明的数据存储器的外脚接线图；
- [0031] 附图 4 是本发明的 4-20 毫安输出信号的原理图；
- [0032] 附图 5 是本发明的信号检测电路的原理图；
- [0033] 附图 6 是本发明的 485 通信电路的原理图。
- [0034] 其中：1—数据存储器；2—输出电路；3—485 通信接口；4—键盘；5—液晶显示屏；6—C8051F021 微处理器；7—极化电阻检测电路；8—腐蚀电极传感器；9—电子开关；10—毫伏信号输出电路；11—辅助电路；12—电源变换稳压电路。

### 具体实施方式

[0035] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0036] 如图 1 所示,本发明所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器,它包括 C8051F021 微处理器、数据存储器、输出电路、485 通信接口、键盘、液晶显示屏、电子开关、毫伏信号输出电路、电源变换稳压电路和小型机壳,数据存储器、输出电路、485 通信接口、键盘、液晶显示屏、电子开关、毫伏信号输出电路均与 C8051F021 微处理器相连,所述的毫伏信号输出电路的输出端与电子开关相连,电子开关与腐蚀电极传感器的电极相连,腐蚀电极传感器的数据输出端与极化电阻检测电路的输入端相连,极化电阻检测电路的输出端与 C8051F021 微处理器相连,C8051F021 微处理器将极化电阻检测电路传来的数据、键盘输入的数据及数据处理的结果存入与之相连的数据存储器中,液晶显示器在 C8051F021 微处理器的控制下,显示键盘的输入信号、测量计算的结果以及仪表工作状态。其中完成测量腐蚀有 C8051F021 微处理器,毫伏信号采集电路、腐蚀电极传感器、电子开关、毫伏信号输出电路等模块,具体电路如图 5 所示。测量步骤如下:第一步测量开始前测量电极始终和仪表脱开,这时 C8051F021 微处理器的 VREF ‘7’ 脚基准电压和 DAC1 ‘63’ 脚输出叫 V0 的电压一起分别连接到 U3A(通过 R4 和 R5 电阻分压)和 U3B 的正输入端,经过差动输出到 U4 反向放大器,在 U4 的输出端得到一个 0 毫伏的电压,再通过 U5、U6、U7 运算放大器得到一个带有零漂的电压 U0,连接到 C8051F021 微处理器的 ADC0 ‘9’ 脚;第二步打开电子开关,由 C8051F021 微处理器给 D02 ‘29’ 脚输出一个低电平,去控制 U2 双路选择器的 ‘10’ 脚,此时两个测量电极由 AOUT2 和 AOUT3 端子通过电子开关 U2 和运算放大器 U5 对应的电位相连上,相应地在 C8051F021 微处理器的 ADC0 ‘9’ 脚产生一个电压 U1;第三步在 C8051F021 微处理器的 DAC1 ‘63’ 脚输出叫 V1 的电压,在 AOUT2 和 AOUT3 端子产生一个 +9.5 毫伏的电压作用在两电极上,相应的在 C8051F021 微处理器的 ADC0 ‘9’ 脚产生一个电压 U2;第四步在 C8051F021 微处理器的 DAC1 ‘63’ 脚输出叫 V0 的电压,相应地在 C8051F021 微处理器的 ADC0 ‘9’ 脚产生一个电压 U3;第四步在 C8051F021 微处理器的 DAC1 ‘63’ 脚输出叫 V2 的电压,在 AOUT2 和 AOUT3 端子产生一个 -9.5 毫伏的电压作用在两电极上,相应地在 C8051F021 微处理器的 ADC0 ‘9’ 脚产生一个电压 U4。测量周期结束,关闭电子开关,C8051F021 微处理器给 D02 ‘29’ 脚输出一个高电平。以上 U0、U1、U2、U3 和 U4 五个电压值采集数十个以上,通过软件数字滤波处理,再经过换算和计算得出腐蚀率,把腐蚀率结果等相关参数存放到数据存储器并在液晶屏上显示,以上讲述的测量方法简称五电压法。

[0037] 如图 3 所示,本发明的所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器中的数据存储器,由 FM31256 数据存储器、Q2 晶振、电阻、电容、二极管和电源等组成,数据传输

线 SDA、SCL 分别与 C8051F021 微处理器的‘52’脚、‘53’脚相连。FM31256 是采用铁电技术制造,不怕掉电,无限次读写,64K 存储器,有 8192 字节单元,足以满足测量数据的存储。

[0038] 如图 6 所示,本发明的所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器中的 485 通信电路的原理如图 :C8051F021 微处理器数据发送的‘55’脚和 6N163 光电隔离耦合器 SU1 的‘3’脚相连, SU1 的‘6’脚和 7S04F 反相器 SU2 的‘2’脚相连, SU2 的‘4’脚和 MAX485 通讯芯片 SU3 的‘2’脚相连。C8051F021 微处理器数据接收的‘54’脚和 6N163 光电隔离耦合器 SU4 的‘6’脚相连, SU4 的‘3’脚和 MAX485 通讯芯片 SU3 的‘1’脚相连。仪表通过 MAX485 通讯芯片 SU3 的‘6’、‘7’脚接 R485A1 和 R485B1 端和外设 485 通讯口对接,通讯波特率设为 2400bps,传输距离可以达到 500 米。

[0039] 如图 4 所示,本发明的所述的金属腐蚀状况在线检测方法所采用的检测仪器中的 4-20 毫安输出信号的原理如图 :C8051F021 微处理器 DAC0 的‘64’脚和运算放大器 U2A 的正向输入‘3’脚相连, U2A 的输出‘1’脚和运算放大器 U1A 的正向输入‘5’脚相连, U1A 的输出‘7’脚和三极管 Q2 的基极相连, Q2 的集电极和运算放大器 U1B 正向输入‘3’脚相连, U1B 的输出‘1’脚和三极管 Q1 的基极相连,最后通过 Q1 的集电极和二极管 D1M7 输出 4-20 毫安信号,由 AOUT1 和 GND 端和外设备相接。本发明的 4-20 毫安输出信号既可以变送输出,也可以控制输出。腐蚀率与控制输出信号对应的关系如下表 :

[0040]

0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	mpy
5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	输出%
5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10	mpy
55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	输出%

[0041] 另外,本发明可以根据现场特殊需要,重新设定。

[0042] 本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

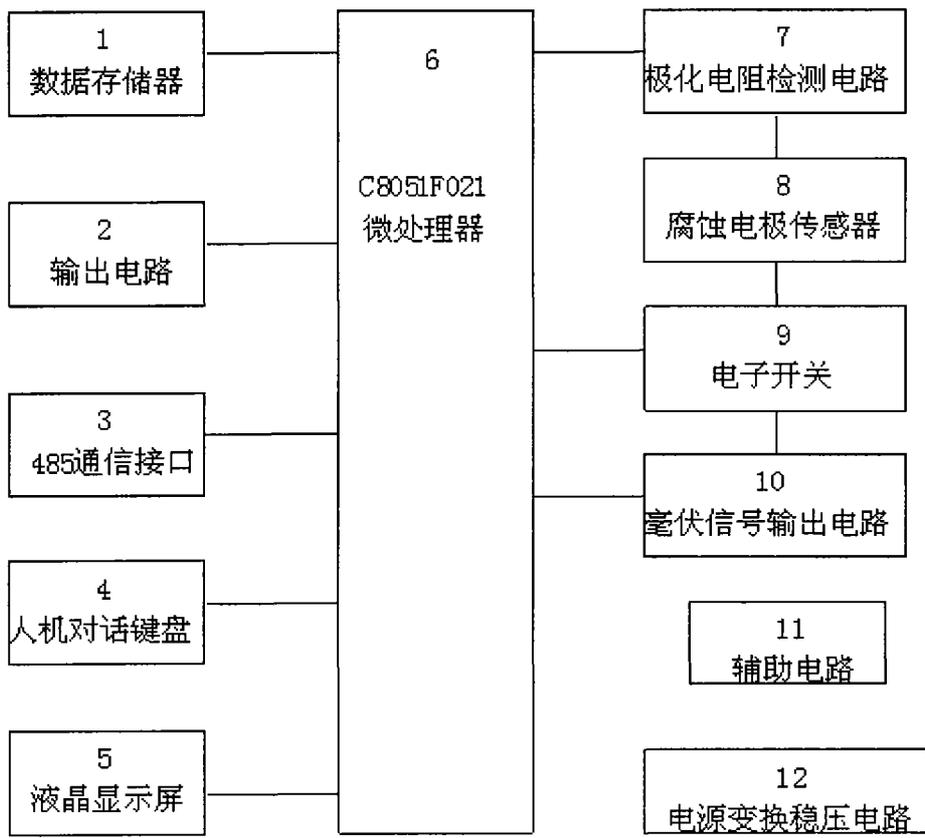


图 1

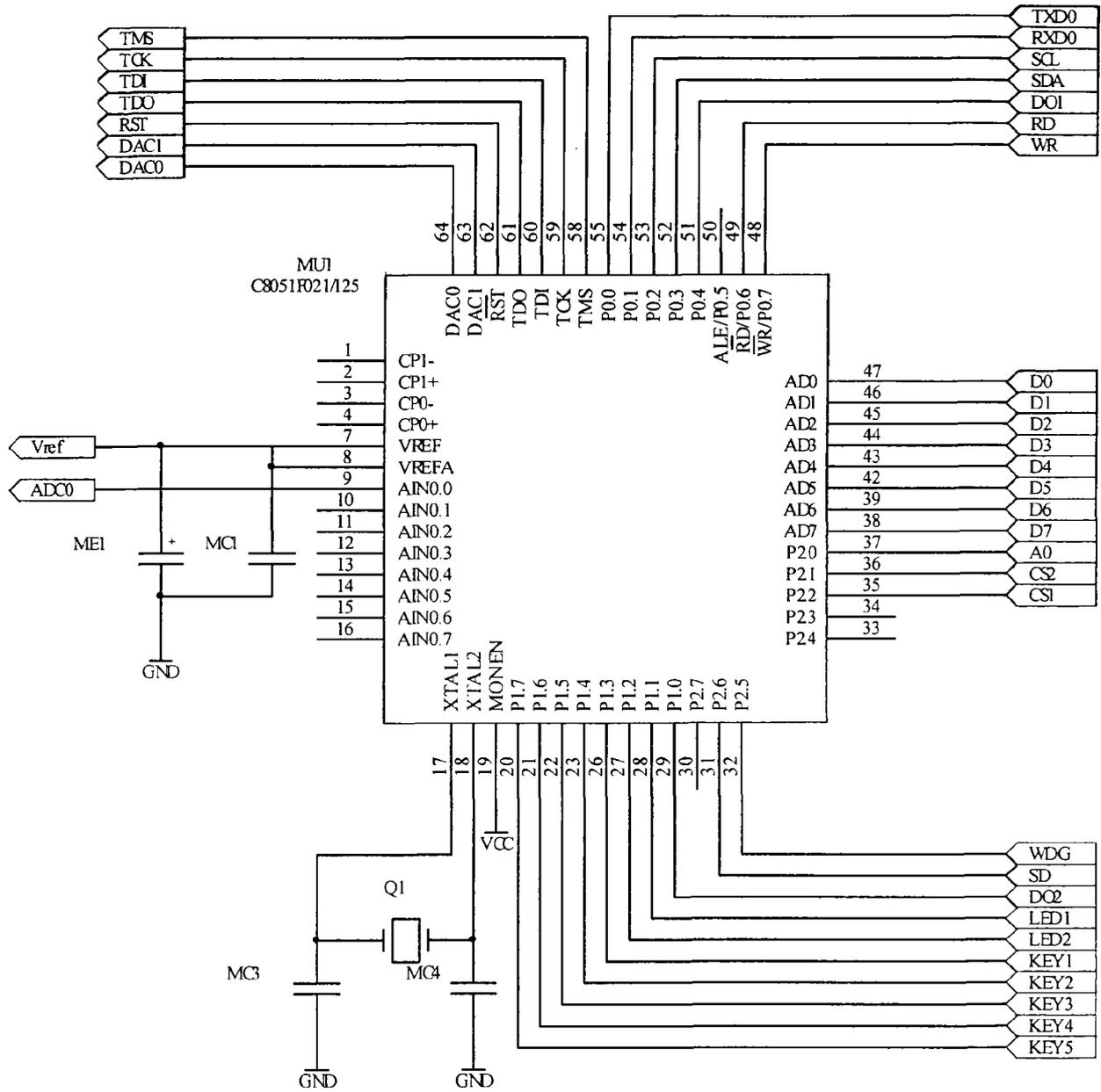


图 2

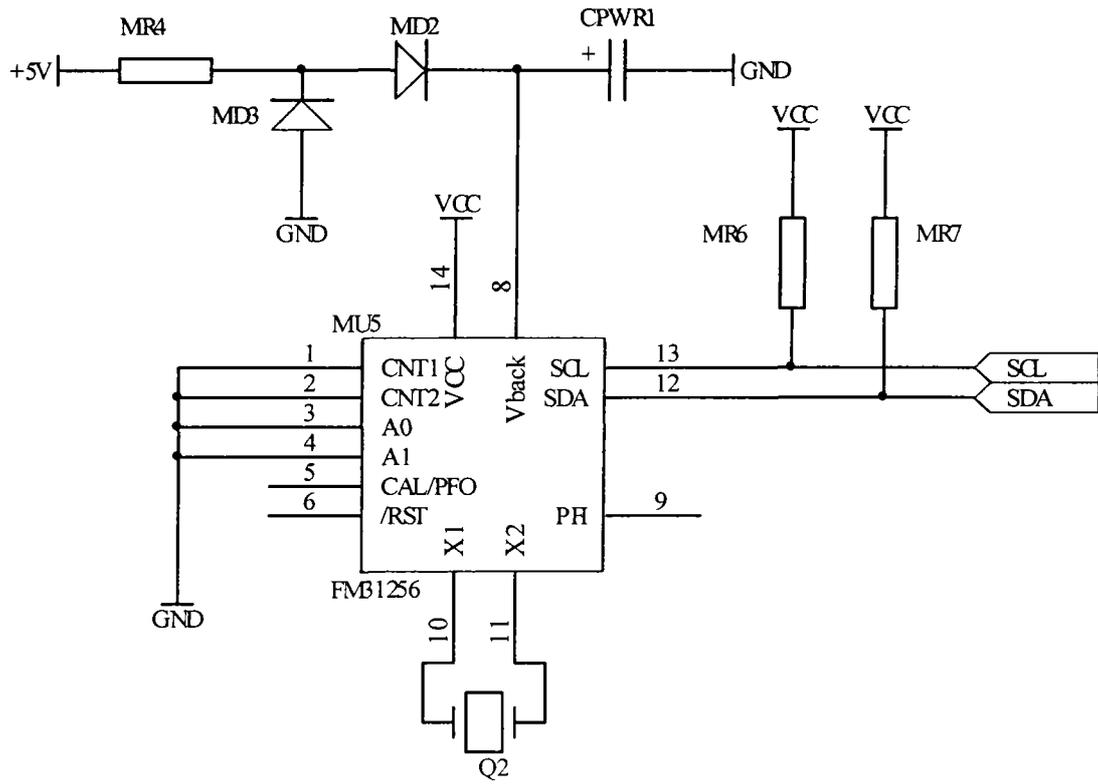


图 3

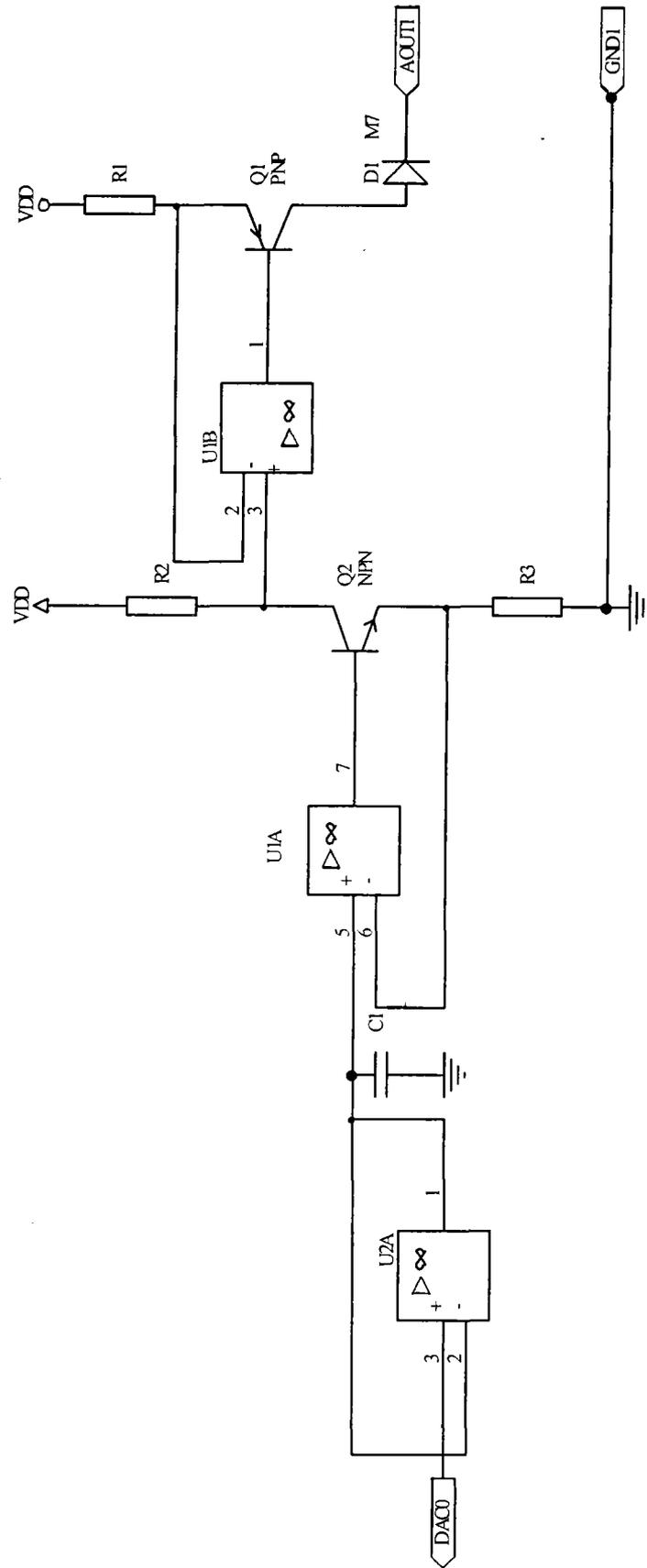


图 4

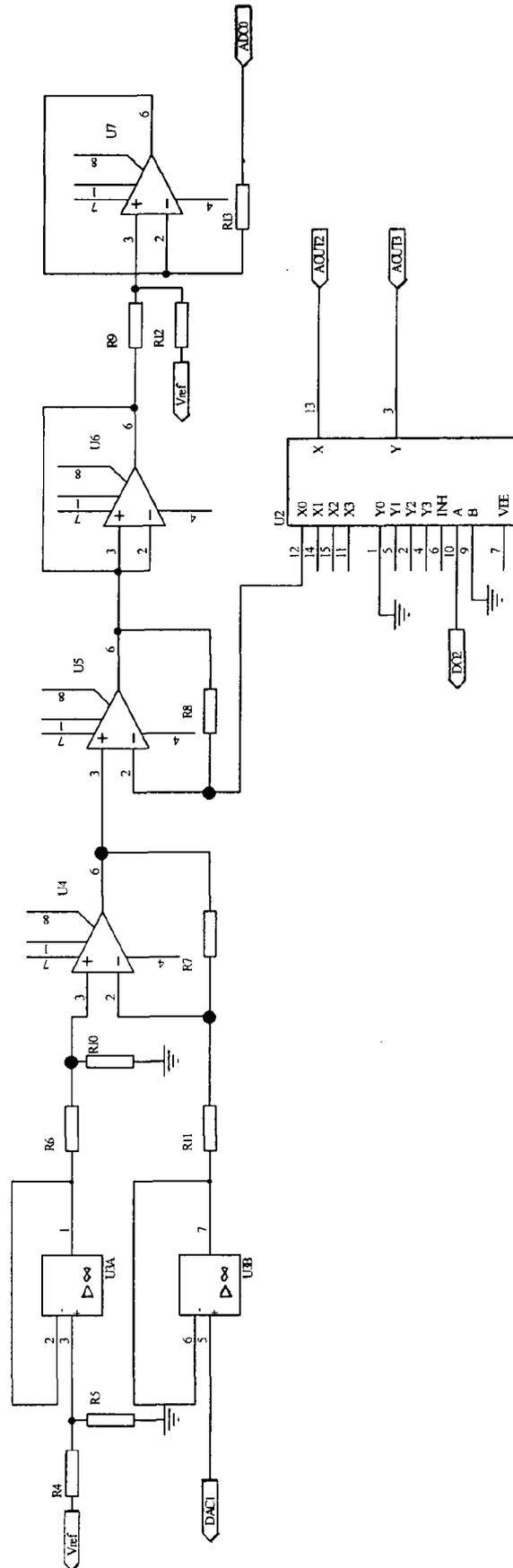


图 5

