



基于无线数据传输的智能电机监测系统设计*

黄宇新 裴成梅 吴春儒 胡安正

(湖北文理学院物理与电子工程学院 湖北 襄阳 441053)

(收稿日期:2021-02-25)

摘要:电机作为基础驱动设备和动力源泉,应用于科研、生产和生活的各个角落,如轨道交通、电梯、矿山等诸多领域的电机一旦出现故障就会带来不可估量,甚至无法弥补的损失.文章提供一种基于无线传感和数据传输的智能电机监测系统,可以很好地监测电机内部的工况信息,电机工况出现异常,系统将会及时报警并向商家和用户通报信息,可以防患于未然,减少意外的损失.经过实际测试结果很好,具有良好的经济和社会效益.

关键词:电机工况监测 无线传感技术 GPRS SIM800C

1 系统总体设计

在电机的工作过程中,该装置利用传感器对电机重要组件的工况信息(如振动、温度、湿度)进行采集,由 STM32F103C8T6 单片机对采集的信息进行处理,并显示在 OLED 显示屏上.将数据与预设的阈值进行比对后,若发现数据异常,声光报警电路将会及时报警并将信息通过 GPRS 模块发送给服务器,最终显示在用户终端上.系统结构框图如图 1 所示.

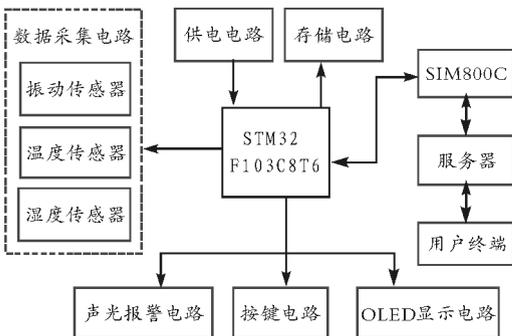


图1 系统结构框图

2 硬件电路设计

2.1 主控部分

系统主控部分包含 STM32 最小系统电路、传感器采集电路、EEPROM 存储电路等.最小系统电路是用尽可能少的元件组成的 STM32 单片机可以工

作的系统电路;传感器采集电路包含振动、温度、湿度 3 种数据的采集传感器;EEPROM 存储电路用于存储系统运行的状态、系统管理的电机编号和用于报警比对的参数阈值.

2.2 相对湿度采集部分

将湿敏传感器 HS1101LF 接到 NE555 电路构成多谐振荡器,单片机通过测量输出矩形波的频率得到湿敏传感器输出电容值,测量电路如图 2 所示.输出频率与传感器的输出电容关系为

$$F = \frac{1}{\ln 2 C_{@55\%RH} (R_4 + 2 R_{22})}$$

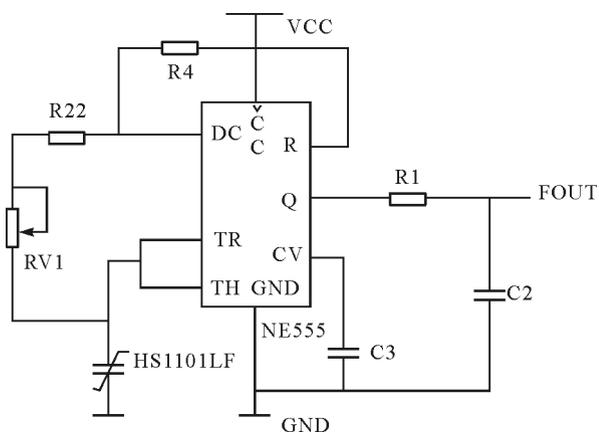


图2 相对湿度测量电路

HS1101LF 输出电容与相对湿度的关系式为

$$RH(\%) = -3.4656 \times 10^3 X^3 + 1.0732 \times$$

* 2020 年湖北省大学生创新创业训练项目资助,项目编号:2020105109047

作者简介:黄宇新(2000-),男,在读本科生,研究方向为嵌入式应用开发.

通讯作者:胡安正(1965-),男,博士,教授,研究方向为电子和纳米科技.

$$10^4 X^2 - 1.0457 \times 10^4 X + 3.2459 \times 10^3$$

其中 $X = \frac{C_{read}}{C_{@55\%RH}}$, $C_{@55\%RH}$ 是相对湿度为 55% 时传感器的输出电容值^[1], 由数据手册可知 $R22 = 499 \text{ K}$, $R4 = 49.9 \text{ K}$, $R1 = 1 \text{ K}$, $RV1 = 50 \text{ K}$, $C2 = 2.2 \text{ nF}$, $C3 = 100 \text{ nF}$.

2.3 温度采集部分

对电机重要组件的温度测量采用的是负温度系数热敏电阻(简称 NTC), 它具有电阻值随温度升高而降低的特性. NTC 热敏电阻具有成本低、体积小、安装方便、测温灵敏等特点, 使其在工程应用中得到广泛推广^[2]. 热敏电阻可以感知电机组件的温度物理量变化, 将检测到的多路原始温度信号经检测电路处理后转换为对应电压值, 多路转换电压值被 STM32 内部 ADC 分别进行模数转换. 经过反复实验后, 最终得到温度 (TEMP) 与 ADC 数据 (ADC_Value) 关系曲线如图 3 所示.

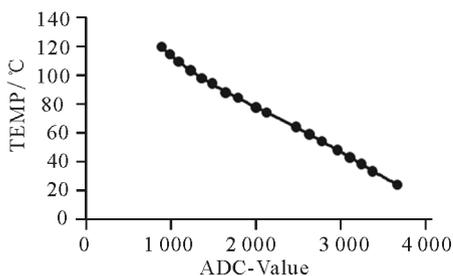


图 3 TEMP - ADC_Value 关系曲线

2.4 SIM800C 通信模块部分

通信部分采用的是 SIM800C, 它是一款四频 GSM/GPRS 模块, 可以实现低功耗语音、数据和信息的传输, 具有尺寸小巧, 价格相对较低的特点^[3]. MCU 通过 AT 命令控制操作, 建立 TCP 连接到远端服务器, 将传感器采集的数据以及报警信息实时发送到服务器上, 用户便可实现对电机设备的远程监控.

3 软件设计

3.1 振动信息处理部分

压电陶瓷具有重量轻、体积小、成本低等特点, 它可以感受电机的轻微晃动并通过压电材料的正压电效应将其转变为电信号^[4]. 由于测量需求为振动强度, 因此单片机在采集完一帧数据后, 需要寻找一帧数据的最大值, 采样间隔以及一帧数据的总长度由电机原本的振动特性来决定. 图 4 所示的频域特性可以得到, 幅度最强的频域点约为 370 Hz, 最终将数据帧长度选为 20 ms, 采样间隔为 400 μs , 采样

点数为 50, 振动分析的数据如图 4 所示.

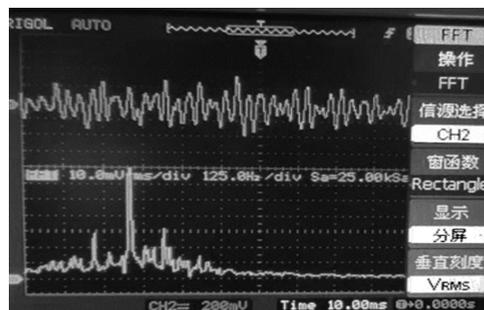


图 4 振动分析的中间数据

3.2 数据通信部分

帧格式的规定主要根据代码编写的方便而定, 对于单片机而言, 一帧数据由 ID+CODE+NUM+Data_buf 组成. 数据发送分为 5 种有效数据: 请求初始化设备 ID、报警信号发送、请求初始化阈值、发送常规运行状态、与服务器的同步心跳发送. 数据接收分为 4 种有效数据: 初始化设备 ID、初始化阈值、常规运行状态查询、心跳回复.

4 结束语

为保证有些工作环境恶劣的电机的正常运转, 减小电机过度运行而带来的损失, 由此一款实时监测电机运行状态的设备就具有十分重要的意义. 本系统使“传统电机”升级为“智能电机”, 实物模型如图 5 所示. 使升级后电机产品关键零部件的工况信息能够被实时监控并具有工况异常智能预警功能, 大大降低由于电机突然出现故障造成的损失.



图 5 电机与监测系统的整体连接

参考文献

- 1 张建新. 基于嵌入式系统的木材干燥窑参数在线监测[D]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2014
- 2 陈金龙. 基于 STM32 的热敏电阻多路温度采集系统设计[J]. 集成电路应用, 2020, 37(3): 24 ~ 25
- 3 李德信, 吴万敏. 基于 STM32 和 SIM800C 的小型嵌入式监控设备的设计与开发方案——以小微企业污水处理为例[J]. 科技与创新, 2018(3): 36 ~ 38
- 4 张勇, 李鑫, 王兰军. 压电陶瓷在车身板件振动主动控制中的应用研究[J]. 科学技术与工程, 2013, 13(15): 4264 ~ 4269