



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209167843 U

(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201822062084.8

(22)申请日 2018.12.10

(73)专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街
114号

(72)发明人 何玉庆 杨丽英 李思梁 黄朝雄
孙晓舒

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002
代理人 李巨智

(51)Int.Cl.
G05B 17/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

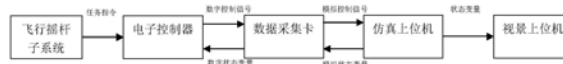
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

发动机硬件在回路仿真系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种发动机硬件在回路仿真系统,包括:飞行遥感子系统连接电子控制器,电子控制器连接数据采集卡,数据采集卡连接发动机仿真模型机,发动机仿真模型机连接视景上位机,视景上位机连接发动机仿真模型机。本实用新型在回路仿真过程通过飞行摇杆子系统输入决策计划及给定量,更加直观,方便在线调节,能够辅助研究人员获得更多的经验性体验;通过飞行摇杆子系统进行一键切换,便于对全工况模型以及故障模型的仿真,可操作性、展示性均较强,简便地应用于各种发动机的半物理仿真实验中,避免系统的重复设计,同时大大简化了系统新功能扩展的测试工作。



1. 一种发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于,包括:

飞行遥感子系统,连接电子控制器,向电子控制器发送任务指令;

电子控制器,连接飞行摇杆子系统和数据采集卡,接收飞行摇杆子系统的任务指令,根据任务指令输出数字控制信号到数据采集卡;并且接收数据采集卡发送的发动机仿真模型机回传的状态变量;

数据采集卡,连接电子控制器和发动机仿真模型机,接收电子控制器发送的数字控制信号,转换为模拟控制信号发送到发动机仿真模型机;并且接收发动机仿真模型机回传的状态变量,将其数字化后送入电子控制器;

发动机仿真模型机,连接数据采集卡和视景上位机,接收模拟控制信号,进行模型仿真,将状态变量回传给数据采集卡;并且将全部状态变量送至视景上位机;

视景上位机,连接发动机仿真模型机,对全部状态变量进行监测、显示与存储。

2. 根据权利要求1所述的发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于:所述电子控制器、发动机仿真模型机和飞行摇杆子系统之间通过UART或UDP通信连接。

3. 根据权利要求1或2所述的发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于:所述电子控制器采用Cortex-M4的芯片作为主控芯片,采用三套电源接入外部电源,分别为可调电压电源电路、隔离电源电路和LDO电源电路,所述隔离电源电路和LDO电源电路的输出端连接开关量电路,由开关量电路对开关信号进行电压转换和驱动增强,开关量电路的输出端连接主控芯片;所述可调电压电源电路的输出端连接主控芯片;主控芯片的输出端连接输出口。

4. 根据权利要求3所述的发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于:所述可调电压电源电路包括:供电端连接瞬变二极管、贴片肖特基二极管与隔离电容组成门型电路,门型电路通过保险丝与LM2596芯片输入端连接,LM2596芯片输出端通过滤波电容、电感接地后输出可调电压,芯片其他端口接地。

5. 根据权利要求3所述的发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于:所述隔离电源电路包括:供电端通过保险丝与滤波电容、电感连接,滤波电容、电感与CE9908芯片输入端连接,CE9908芯片0V输出端通过滤波电容接地,CE9908芯片0V输出端通过滤波电容与输入负端相连,CE9908芯片隔离电压输出端通过发光隔离二极管接地并输出电压。

6. 根据权利要求3所述的发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于:所述LDO电源电路包括:供电端连接AMS1117芯片输入端,AMS1117芯片输出端通过调压电阻与滤波电容并联电路接地输出隔离可调电压,AMS1117芯片调配端连接至调压电阻中间,AMS1117芯片输出端与输入端通过保护二极管相连。

7. 根据权利要求3所述的发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于:所述开关量电路包括:TXS0108芯片输入端与接收外界数字开关信号,通过TXS0108芯片输出端送入主控芯片,TXS0108芯片使能端通过隔离电容接地。

8. 根据权利要求1所述的发动机硬件在回路仿真系统,其特征在于:所述发动机仿真模型机为加载发动机仿真模型的计算机。

发动机硬件在回路仿真系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及硬件在回路仿真领域,具体地说是一种发动机硬件在回路仿真系统。

背景技术

[0002] 在仿真系统中接入实物,取代数模型,使其更接近实际情况,得到更确切的信息。随着发动机性能要求的不断提高,控制规律也越来越复杂。在发动机数字电子控制系统的研制过程中半物理仿真技术可以避免试验存在的高能耗和高风险,硬件在回路仿真平台主要验证发动机电子控制器的控制计划逻辑功能、控制规律的合理性,为研究先进发动机多变量控制系统建立了一个基本的验证平台。但是现存的仿真平台在操作性和交互性上有着一定的不足。

实用新型内容

[0003] 针对现有技术的不足,本实用新型提供一种发动机硬件在回路仿真系统。

[0004] 本实用新型为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0005] 一种发动机硬件在回路仿真系统,包括:

[0006] 飞行遥感子系统,连接电子控制器,向电子控制器发送任务指令;

[0007] 电子控制器,连接飞行摇杆子系统和数据采集卡,接收飞行摇杆子系统的任务指令,根据任务指令输出数字控制信号到数据采集卡;并且接收数据采集卡发送的发动机仿真模型机回传的状态变量;

[0008] 数据采集卡,连接电子控制器和发动机仿真模型机,接收电子控制器发送的数字控制信号,转换为模拟控制信号发送到发动机仿真模型机;并且接收发动机仿真模型机回传的状态变量,将其数字化后送入电子控制器;

[0009] 发动机仿真模型机,连接数据采集卡和视景上位机,接收模拟控制信号,进行模型仿真,将状态变量回传给数据采集卡;并且将全部状态变量送至视景上位机;

[0010] 视景上位机,连接发动机仿真模型机,对全部状态变量进行监测、显示与存储。

[0011] 所述电子控制器、发动机仿真模型机和飞行摇杆子系统之间通过UART或UDP通信连接。

[0012] 所述电子控制器采用Cortex-M4的芯片作为主控芯片,采用三套电源接入外部电源,分别为可调电压电源电路、隔离电源电路和LDO电源电路,所述隔离电源电路和LDO电源电路的输出端连接开关量电路,由开关量电路对开关信号进行电压转换和驱动增强,开关量电路的输出端连接主控芯片;所述可调电压电源电路的输出端连接主控芯片;主控芯片的输出端连接输出端口。

[0013] 所述可调电压电源电路包括:供电端连接瞬变二极管、贴片肖特基二极管与隔离电容组成门型电路,门型电路通过保险丝与LM2596芯片输入口连接,LM2596芯片输出端通过滤波电容、电感接地后输出可调电压,芯片其他端口接地。

[0014] 所述隔离电源电路包括:供电端通过保险丝与滤波电容、电感连接,滤波电容、电感与CE9908芯片输入端连接,CE9908芯片0V输出端通过滤波电容接地,CE9908芯片0V输出端通过滤波电容与输入负端相连,CE9908芯片隔离电压输出端通过发光隔离二极管接地并输出电压。

[0015] 所述LDO电源电路包括:供电端连接AMS1117芯片输入口,AMS1117芯片输出口通过调压电阻与滤波电容并联电路接地输出隔离可调电压,AMS1117芯片调配端连接至调压电阻中间,AMS1117芯片输出端与输入端通过保护二极管相连。

[0016] 所述开关量电路包括:TXS0108芯片输入端与接收外界数字开关信号,通过TXS0108芯片输出端送入主控芯片,TXS0108芯片使能端通过隔离电容接地。

[0017] 所述发动机仿真模型机为加载发动机仿真模型的计算机。

[0018] 本实用新型具有以下有益效果及优点:

[0019] 1.电子控制器、仿真模型机与飞行摇杆子系统可通过串口或UDP通信,能够实现线上/线下/离线的仿真实验;

[0020] 2.在回路仿真过程通过飞行摇杆子系统输入决策计划及给定量,更加直观,方便在线调节,能够辅助研究人员获得更多的经验性体验;

[0021] 3.仿真模型通过飞行摇杆子系统进行一键切换,便于对全工况模型以及故障模型的仿真。

附图说明

[0022] 图1是本实用新型系统结构图;

[0023] 图2是本实用新型的电子控制器结构框图;

[0024] 图3是本实用新型的可调电压电源电路图;

[0025] 图4是本实用新型的隔离电源电路图;

[0026] 图5是本实用新型的和LDO电源电路图;

[0027] 图6是本实用新型的开关量转换增强电路图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图及实施例对本实用新型做进一步的详细说明。

[0029] 为使本实用新型的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本实用新型的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本实用新型。但本实用新型能够以很多不同于在此描述的方式来实施,本领域技术人员可以在不违背实用新型内涵的情况下做类似改进,因此本实用新型不受下面公开的具体实施的限制。

[0030] 需要说明的是,当元件被称为“设置于”另一个元件,它可能直接在另一个元件上,或也可以存在居中的元件。当一个元件被称为是“连接”另一个元件,它可以直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。

[0031] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本实用新型的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在实用新型的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本实用新型。

[0032] 本实用新型中涉及到的主控芯片和计算机为常规选择,且本实用新型在软件以及编程上并无创新,仅仅保护硬件连接关系和位置关系等结构技术特征,本领域技术人员通过本实用新型记载的结构特征,结合常规编程逻辑即可实现本实用新型功能,解决本实用新型技术问题。

[0033] 如图1是本实用新型系统结构图;

[0034] 发动机硬件在回路仿真系统,包括:仿真上位机、视景上位机、飞行摇杆子系统、数据采集卡、电子控制器和发动机仿真模型机,其中:

[0035] 仿真上位机,用于建立的发动机模型与控制算法,通过MATLAB-simulink下载到发动机仿真模型机与电子控制器中。

[0036] 视景上位机,与发动机仿真模型机通讯连接,提供监测手段和人机交互功能用于实现发动机运行状态以及健康状态的监控,对发动机工作任务的在线管理、发动机工作模式的切换,以及结合示意图对发动机当前状况进行实时显示。

[0037] 发动机仿真模型机,存有发动机的动力学模型,与电子控制器相连,用于根据发动机动力学模型实时解算并生成一系列虚拟的传感器设备信号,实现飞行机器人的自主闭环控制,并完成与视景上位机的通信工作。

[0038] 电子控制器,与飞行摇杆子系统与数据采集卡连接,用于完成对发动机仿真模型计算机发送的虚拟传感器设备信号的接收,将经过控制算法计算后获得的执行油门控制信号发送到发动机仿真模型机。

[0039] 飞行摇杆子系统使用罗技X52HOTAS飞行摇杆,通过UART将指令送至电子控制器,实现发动机功能的切换,改变发动机的工作状态,完成不同的任务。飞行摇杆通过UART和PC机相连。

[0040] 数据采集卡,用于将发动机仿真模型计算机生成的虚拟传感器设备信号转化为数字信号送入电子控制器。

[0041] 仿真上位机包括:非线性模型、变参数模型、控制器,并可通过MATLAB-simulink一键下载至发动机仿真模型机与电子控制器中;

[0042] 非线性模型基于机理模型建立,通过二维插值方法获取核心机参数,结合N-R法计算共同工作点;

[0043] 变参数模型基于平衡流形展开,建立全包线变参数模型,可构建较大偏离模型,用于大动态仿真;

[0044] 控制器中包含基于压气机、燃烧室、涡轮及尾喷管的压力及温度等的多变量保护逻辑及逻辑限位,避免出现异常工况。

[0045] 发动机仿真模型机可输出虚拟传感器变量包括:风扇、压气机、燃烧室、涡轮、涵道与尾喷管的温度、压力、流量与健康参数。

[0046] 视景上位机与发动机仿真模型机通过UART/UDP协议连接,可对所述的发动机仿真模型机进行启停操作及初始工况的设定及切换。

[0047] 如图2所示是本实用新型的电子控制器结构框图。

[0048] 电子控制器包括:

[0049] 控制器采用Cortex-M4的芯片作为主控芯片。采用三套电源供电,分别为可调电压电源电路、隔离电源电路和LDO电源电路。可调电压电源电路采用LM2596为主的10V电源输

出,隔离电源电路为带隔离的5V电源输出,LDO电源电路由LDO组成的3.3V电源输出。三组电源用于给控制器上的不同设备供电。在控制器的输入部分设计了静电保护和反接以及过流保护。传感器接口电路根据传感器特性设置自恢复保险丝。采集接口部分设置了相应的电压钳制,防止对主控芯片造成的可能破坏。开关量部分设计了基于TXS0108的电压转换和驱动增强。

[0050] LM2596为主的10V电源输出带隔离的5V电源输出以及由LDO组成的3.3V电源输出。三组电源用于给控制器上的不同设备供电。在控制器的输入部分设计了静电保护和反接以及过流保护。

[0051] RS422通讯接口,以便与主机进行信息交换。电子控制器软件控制系统采用SIMULINK编写,结合RTW代码生成技术及交叉编译技术,可以将SIMULINK控制程序一键下载到电子控制器硬件中。

[0052] 飞行摇杆子系统包括可变量程滑动输入一组,0/1指令输入16组。

[0053] 数据采集卡包括10路0-10V/12位的AD/DA转换,并对数据进行滤波及分析预处理。

[0054] 工作过程为:

[0055] 1) 初始化通讯方式及端口号;

[0056] 2) 发动机仿真模型机模型加载;

[0057] 3) 电子控制器控制算法加载;

[0058] 4) 开始仿真;

[0059] 5) 发动机仿真模型机接收输入信号,生成虚拟传感器信息,通过数据采集卡传入电子控制器;

[0060] 6) 发动机仿真模型机接收输入信号,生成虚拟传感器信息,通过UART发送至视景上位机;

[0061] 7) 电子控制器接收变量信息及飞行摇杆子系统输入,对控制量进行计算,并对多控制变量进行输出;

[0062] 8) 将控制数据及健康参数等信息发送至视景上位机并保存至本地。

[0063] 图3是本实用新型的可调电压电源电路图。

[0064] 可调电压电源电路包括LM2596芯片、瞬变二极管、贴片肖特基二极管、隔离电容、保险丝与滤波电容、电感,供电端连接瞬变二极管、贴片肖特基二极管与隔离电容组成门型电路,门型电路通过保险丝与LM2596芯片输入口连接,芯片输出端通过滤波电容、电感接地后输出可调电压,芯片其他端口接地

[0065] 瞬态二极管、肖特基二极管与隔离电容组成门型电路,在外部供电端上电或断电时,瞬态二极管吸收浪涌功率,避免变压模块与较细小的保险丝过快损耗,在稳定工作的过程中,瞬态二极管阻断、肖特基二极管导通。隔离电容、滤波电容、滤波电感起着隔离屏蔽抗干扰的作用。通过改变电阻R1、R2的比例可以调节输出电压。芯片输入端所连接的保险丝起保护芯片的作用。

[0066] 图4是本实用新型的隔离电源电路图。

[0067] 隔离电源电路包括CE9908芯片、保险丝、滤波电容、滤波电感、适配电阻与发光隔离二极管,供电端通过保险丝与滤波电容、电感连接,滤波电容、电感连接与芯片输入端相连,芯片0V输出端通过滤波电容接地,芯片0V输出端通过滤波电容与输入负端相连,芯片隔

离电压输出端通过发光隔离二极管接地并输出电压。

[0068] 芯片输入端与输出端之间放置隔离电容,避免供电端的电压波动对主控芯片的影响,避免逻辑错位。输出端发光二极管与适配电阻可以对隔离电路的工作状况进行监测。

[0069] 图5是本实用新型的LDO电源电路图。

[0070] LDO电源电路包括AMS1117芯片、调压电阻、滤波电容与保护二极管,供电端AMS1117芯片输入口,AMS1117芯片输出口通过调压电阻与滤波电容并联电路接地输出隔离可调电压,AMS1117芯片调配端连接至调压电阻中间,AMS1117芯片输出端与输入端通过保护二极管相连。

[0071] 通过改变R1与R2的比例,对输出电压进行调控,以适应主控芯片与外部计时器等部件的高效低电压供电需求,芯片输入端与输出端间的二极管可以在芯片端口直接接地以及电容故障时避免短路,保护电路其他部件,避免过流击穿、烧毁。

[0072] 图6是本实用新型的开关量转换增强电路图。

[0073] 开关量转换增强电路包括TXS0108芯片、隔离电容,芯片输入端与接收外界数字开关信号,通过芯片输出端送入主控芯片,芯片使能端通过隔离电容接地。

[0074] 数字量与开关量通过TXS0108分离、转换并进行信号增强,在实现信号隔离的同时保证主控芯片的安全,当外部电路出现故障的时候,保护主控制器不会因此被短路。



图1

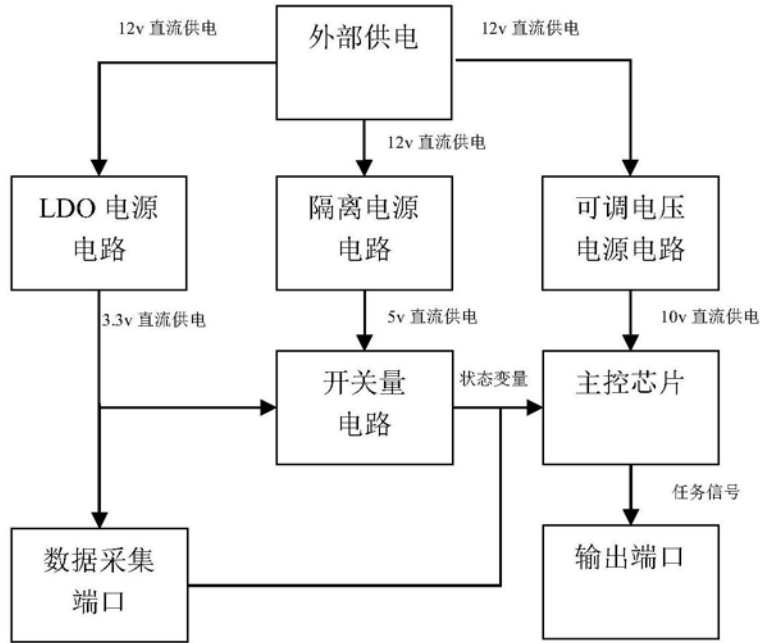


图2

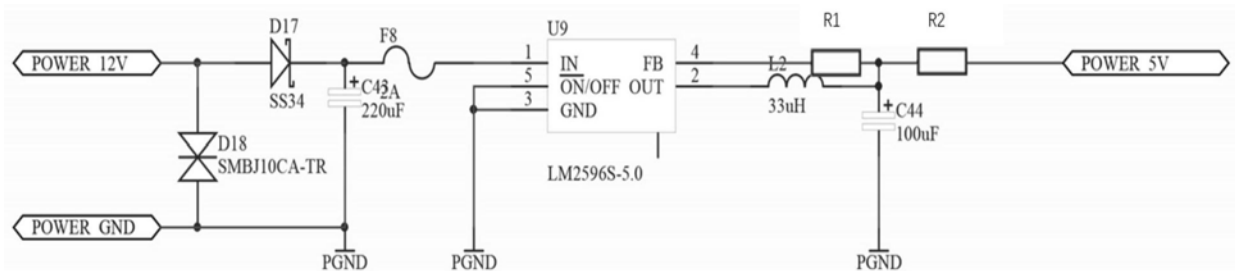


图3

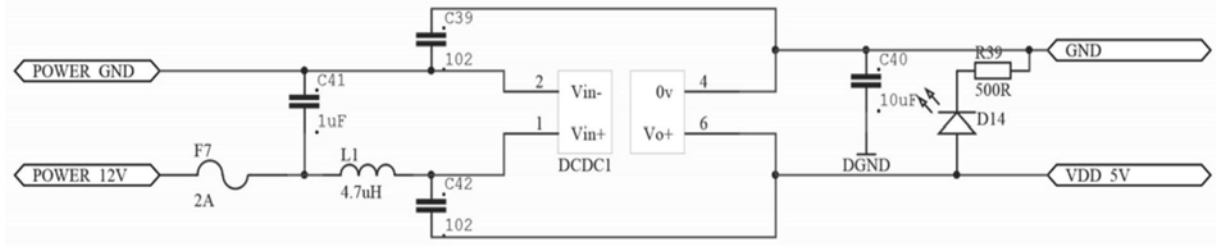


图4

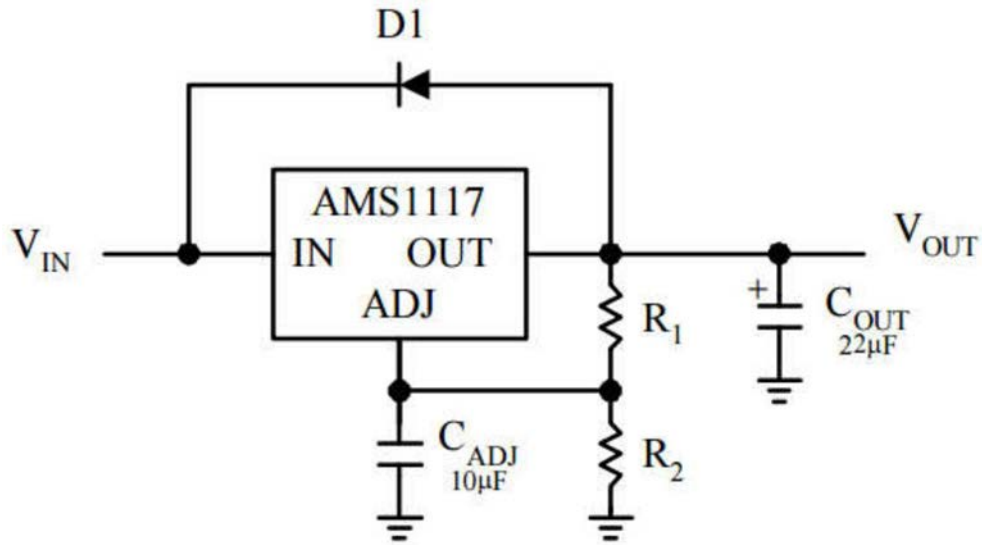


图5

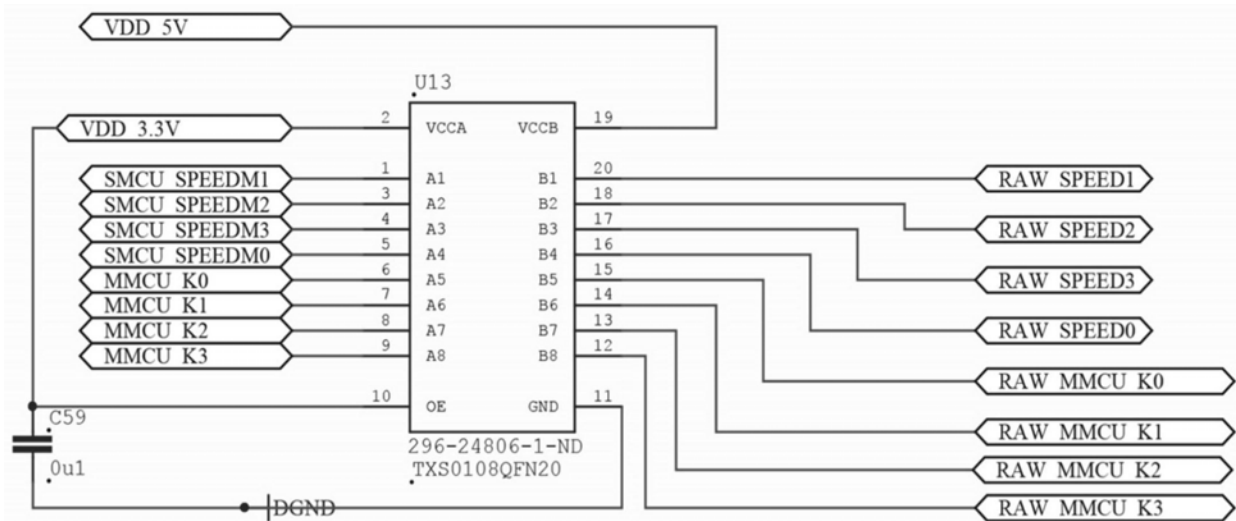


图6