



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103148055 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201310087898. 6

审查员 谢婷婷

(22) 申请日 2013. 03. 19

(73) 专利权人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
2号

(72) 发明人 邹宪军 陈顺红 吴占涛

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责
任公司 43113

代理人 马强

(51) Int. Cl.

F15B 19/00(2006. 01)

(56) 对比文件

- EP 1452937 A1, 2004. 09. 01,
- US 2004/0236472 A1, 2004. 11. 25,
- CN 101183050 A, 2008. 05. 21,
- CN 201866014 U, 2011. 06. 15,
- CN 202583321 U, 2012. 12. 05,
- CN 202579459 U, 2012. 12. 05,

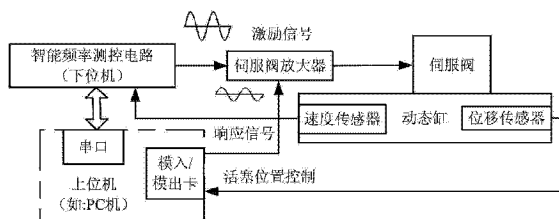
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种电液伺服阀频率特性测试系统

(57) 摘要

本发明公开了一种电液伺服阀频率特性测试系统,包括上位机、伺服阀放大器、动态缸、伺服阀和智能频率测控电路,所述智能频率测控电路包括两个晶振、可编程波形发生器、数字电位计、隔直电路、双极性运算放大器集成电路、ADC转换器、带隙基准电压、电源模块、低压差线性稳压器、低功耗微处理器监控电路、微控制器、电可擦除PROM、RS-232及TTL电平转换器。本发明的频率特性测试精度是可控的;测控效率高;系统结构简单,硬件系统成本低。



1. 一种电液伺服阀频率特性测试系统,包括上位机、伺服阀放大器、动态缸和伺服阀,其特征在于,所述上位机通过模入/模出卡与所述伺服阀放大器连接,所述伺服阀放大器连接智能频率测控电路,所述动态缸内的速度传感器与所述智能频率测控电路连接,所述伺服阀放大器通过伺服阀的接线柱与所述伺服阀连接,所述伺服阀通过处于伺服阀和动态缸之间的集成块油口 A、油口 B 分别与所述动态缸的油口 A、油口 B 连通,所述动态缸内的位移传感器通过模入/模出卡与所述上位机连接,所述智能频率测控电路与上位机串口、速度传感器连接;所述智能频率测控电路包括两个晶振、可编程波形发生器、数字电位计、隔直电路、双极性运算放大器集成电路、ADC 转换器、带隙基准电压、电源模块、低压差线性稳压器、低功耗微处理器监控电路、微控制器、电可擦除 PROM、RS-232 及 TTL 电平转换器;第一晶振(X1)、所述可编程波形发生器、数字电位计、隔直电路、双极性运算放大器集成电路、ADC 转换器依次连接;所述带隙基准电压与所述 ADC 转换器、电源模块连接;所述电源模块为所述双极性运算放大器集成电路、可编程波形发生器、数字电位计、低压差线性稳压器、ADC 转换器提供电源;所述低压差线性稳压器与所述微控制器、低功耗微处理器监控电路、RS-232 及 TTL 电平转换器、电可擦除 PROM 连接;所述微控制器与所述可编程波形发生器、数字电位计、ADC 转换器、低功耗微处理器监控电路、电可擦除 PROM、第二晶振(Y1) 连接;所述微控制器通过 RS-232 及 TTL 电平转换器与所述上位机串口连接;所述双极性运算放大器集成电路与所述伺服阀放大器连接。

2. 根据权利要求 1 所述的电液伺服阀频率特性测试系统,其特征在于,所述可编程波形发生器型号为 AD9833;所述数字电位计型号为 AD5160;所述双极性运算放大器集成电路采用 OP07CS 芯片;所述 ADC 转换器型号为 AD7323;所述带隙基准电压型号为 AD780;所述电源模块型号为 MEW10-S5D15A;所述低压差线性稳压器型号为 LD1117;所述微控制器采用 LPC2132FBD64/01ARM7TDMI-STMCPU 的微控制器;所述电可擦除 PROM 型号为 ATMEL24C02;所述 RS-232 及 TTL 电平转换器型号为 MAX232。

一种电液伺服阀频率特性测试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电液伺服阀测试系统，特别是一种电液伺服阀频率特性测试系统。

背景技术

[0002] 电液伺服阀频率特性测试的基本原理：电液伺服阀是线性时不变系统，当输入信号的幅值不变、频率不断变化的正弦信号时，系统达到稳态后，输出信号为频率相同的正弦信号，而幅值和相位有所变化。若对系统输入谐波信号： $x_1(t)=X_1\sin(\omega t+\varphi_1(\omega))$ ，系统的

稳态响应信号为： $x_o(t)=X_o\sin(\omega t+\varphi_o(\omega))$ ，系统的幅频特性 $A(\omega)=20\log\left|\frac{X_o(\omega)}{X_1(\omega)}\right|$ 和相频特性

$\varphi(\omega)=\varphi_o(\omega)-\varphi_1(\omega)$ 统称为系统的频率特性。

[0003] 电液伺服阀频率特性测试方法有正弦频率扫描法和谱分析法，正弦频率扫描法是最常用的测试法。正弦频率扫描法手动测试方法、半自动计算机辅助测试方法、全自动计算机辅助测试方法。所有测试方案的问题和技术关键都发生在激励信号的产生和响应信号的测控上。

[0004] 1. 现有测试方案 1——手动测试

[0005] 国内现阶段的电液伺服阀频域特性测试技术落后，水平较低，严重制约我国电液伺服阀的高水平研发。传统的频率测试分析手段是使用模拟频率测试分析仪，如：BT-6A、TIMOIO 型频率响应分析仪等。但是，由于其价格昂贵、体积庞大，而且不能直接得到幅频、相频特性，又没有数据运算和信号处理能力，因此，给使用带来诸多不便。高性能电液伺服阀及其测试设备长期依赖进口，不仅价格昂贵，而且受到技术封锁，致使我国的电液伺服控制技术停滞不前。

[0006] 2. 现有测试方案 2——自动测试

[0007] (1) 计算机辅助测试 (CAT) 简介

[0008] 随着液压技术、计算机技术、控制技术、测试技术和数字信号处理等技术的发展，在液压测试领域出现的一门综合性的新技术——液压计算机辅助测试技 (Computer Aided Test) 简称液压 CAT，液压 CAT 技术将计算机技术运用于液压测试系统中，用计算机实现液压系统的数据采集和数字控制功能，由计算机对液压系统的试验参数，如压力、流量、温度、湿度、转速、扭矩等参数自动进行采集、量化和分析处理并输出结果。在试验过程中计算机还可根据数字反馈和人工输入，达到高精度、高效率地完成对液压系统的特性测试以及实时控制测试系统过程及状态的目的。

[0009] 液压 CAT 系统由硬件和测试系统软件两部分组成。液压 CAT 系统的硬件部分主要完成数据的采集、传输和记录等任务，包括传感器、信号调理装置、输入输出接口、计算机外设和计算机主机。液压 CAT 软件系统一般采用人们熟悉的 Windows 操作系统，在测试软件的编写上，国外一些公司开发出了如 LabVIEW、LabWindows/CVI 等图形化编程语言环

境。利用这些软件编写程序，与传统编程语言编写程序相比，前者可方便获得界面友好的测试软件，不但不会影响软件的运行速度，还大大缩短了编程的时间，降低了对编程人员的要求。

[0010] 半自动计算机辅助测试系统见图 1，手动调节信号发生器，产生若干幅值和频率的正弦波激励信号，经伺服阀放大器放大后，输入被测试阀——电液伺服阀，电液伺服阀的响应信号为流量，用小质量、低摩擦的无载动态缸作为测试装置，动态缸活塞的速度与输出流量成正比，因此将动态缸的速度信号作为被测试阀的响应信号，并由上位机通过模入 / 模出卡采集此响应信号，再进行信号处理和运算。

[0011] 为使所测频率特性能有代表意义，无载动态缸活塞应在缸的居中位置，且在测试过程中，活塞不偏离其原始的居中位置，计算机需通过模入 / 模出卡对活塞居中进行实时位置闭环控制。

[0012] 显然，该方案是一个半自动计算机辅助测试方案，测试效率、测试精度都不会高。

[0013] 全自动计算机辅助测试系统见图 2，整个系统分为 2 个部分，即计算机子系统和外围子系统。其中外围子系统可根据具体的被测对象，选择所需要的信号类型进行匹配。系统的前端输入采用研华的 PCLD-8710 板，并在板上加上电阻和电容，形成一个低通滤波器，可用于信号的抗混叠。

[0014] 计算机控制子系统主要由计算机及信号采集卡组成。该系统采用研华公司的 IPC-610 型工控机，配备了主频为 2.4GHz 的奔腾 4 处理器，能充分保证了系统的快速和稳定性。信号采集卡为研华 PCI-1716L，它具备 16 位的分辨率，250kS/s 的采样速率，16 个单端或 8 路差分模拟量输入，可采用总线控制 DMA 方式进行数据传输。

[0015] 该系统的信号源采用研华的 PCI-1721 高性能模拟量输出卡。它具备 4 路模拟量输出，可生成最高 5MS/s 的波形输出，能满足一般机电系统对测试激励信号的要求。

[0016] 由图 2 可知，用小质量、低摩擦的无载动态缸作为测试装置，用 PCI-1721 作为信号发生板，用 PCI-1716L 作为模入 / 模出卡，用 PCLD-8710 板等进行信号处理。显然，该结构是一个全自动计算机辅助测试方案，但信号发生板和模入 / 模出卡占用了计算机的 2 个 PCI 插槽，可能引起计算机资源的紧张，且有一个信号处理环节，使系统复杂化。

发明内容

[0017] 本发明所要解决的技术问题是，针对现有技术不足，提供一种测试精度可控、测试效率高、结构简单、成本低的电液伺服阀频率特性测试系统，充分利用计算机的已有资源，避免计算机资源紧张。

[0018] 为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：一种电液伺服阀频率特性测试系统，包括上位机、伺服阀放大器、动态缸和伺服阀，所述上位机通过模入 / 模出卡与所述伺服阀放大器连接，所述伺服阀放大器连接智能频率测控电路，所述动态缸内的速度传感器与所述智能频率测控电路连接，所述伺服阀放大器通过伺服阀的接线柱与所述伺服阀连接，所述伺服阀通过处于伺服阀和动态缸之间的集成块油口 A、油口 B 分别与所述动态缸的油口 A、油口 B 连通（说明：伺服阀有 4 个油口，分别为压力油口 P、进油口 A、进油口 B、回油口 T。当伺服阀的工作电流为正时，油路为 P-A-B-T；当伺服阀的工作电流反向变为负时，油路变为 P-B-A-T），所述动态缸内的位移传感器通过模入 / 模出卡与所述上位机连接，

所述智能频率测控电路与所述上位机串口、速度传感器连接；所述智能频率测控电路包括两个晶振、可编程波形发生器、数字电位计、隔直电路、双极性运算放大器集成电路、ADC 转换器、带隙基准电压、电源模块、低压差线性稳压器、低功耗微处理器监控电路、微控制器、电可擦除 PROM、RS-232 及 TTL 电平转换器；第一晶振 X1、所述可编程波形发生器、数字电位计、隔直电路、双极性运算放大器集成电路、ADC 转换器依次连接；所述带隙基准电压与所述 ADC 转换器、电源模块连接；所述电源模块为所述双极性运算放大器集成电路、可编程波形发生器、数字电位计、低压差线性稳压器、ADC 转换器提供电源；所述低压差线性稳压器与所述微控制器、低功耗微处理器监控电路、RS-232 及 TTL 电平转换器、电可擦除 PROM 连接；所述微控制器与所述可编程波形发生器、数字电位计、ADC 转换器、低功耗微处理器监控电路、电可擦除 PROM、第二晶振 Y1 连接；所述微控制器通过 RS-232 及 TTL 电平转换器与所述上位机串口连接；所述双极性运算放大器集成电路与所述伺服阀放大器连接。

[0019] 作为优选方案，所述可编程波形发生器型号为 AD9833；所述数字电位计型号为 AD5160；所述双极性运算放大器集成电路采用 OP07CS 芯片；所述 ADC 转换器型号为 AD7323；所述带隙基准电压型号为 AD780；所述电源模块型号为 MEW10-S5D15A；所述低压差线性稳压器型号为 LD1117；所述微控制器采用 LPC2132FBD64/01ARM7TDMI-STMCPU 的微控制器；所述电可擦除 PROM 型号为 ATMEL24C02；RS-232 及 TTL 电平转换器的型号为 MAX232。

[0020] 与现有技术相比，本发明所具有的有益效果为：本发明智能频率测控电路外置，不占用计算机的 PCI 插槽；只有模入 / 模出卡占用了计算机的 1 个 PCI 插槽，不会引起计算机资源的紧张；利用计算机的串口和智能频率测控电路通信，充分利用了计算机的已有资源；利用计算机的串口和智能频率测控电路，软件控制激励信号的产生和响应信号的采样及处理和运算，便于测控软件的设计和使用；智能频率测控电路确保了激励信号的精度，频率特性测试精度是可控的；测控效率高；系统结构简单，硬件系统成本低。

附图说明

- [0021] 图 1 为半自动计算机辅助测试系统结构示意图；
- [0022] 图 2 为全自动计算机辅助测试系统结构示意图；
- [0023] 图 3 为本发明一实施例结构示意图；
- [0024] 图 4 为本发明一实施例智能频率测控电路结构框图；
- [0025] 图 5 为本发明一实施例串口通信电路原理图；
- [0026] 图 6 为本发明一实施例 ARM7 最小系统电路原理图；
- [0027] 图 7 为本发明一实施例信号发生及处理电路原理图；
- [0028] 图 8 为本发明一实施例模数转换电路原理图；
- [0029] 图 9 为本发明一实施例电源模块电路原理图。

具体实施方式

[0030] 如图 3 和图 4 所示，本发明一实施例包括上位机、伺服阀放大器、动态缸和伺服阀，所述上位机通过模入 / 模出卡与所述伺服阀放大器连接，所述伺服阀放大器连接智能频率测控电路，所述动态缸内的速度传感器与所述智能频率测控电路连接，所述伺服阀放大器通过伺服阀的接线柱与所述伺服阀连接，所述伺服阀通过处于伺服阀和动态缸之间的集成

块油口 A、油口 B 分别与所述动态缸的油口 A、油口 B 连通（说明：伺服阀有 4 个油口，分别为压力油口 P、进油口 A、进油口 B、回油口 T。当伺服阀的工作电流为正时，油路为 P-A-B-T；当伺服阀的工作电流反向变为负时，油路变为 P-B-A-T），所述动态缸内的位移传感器通过模入 / 模出卡与所述上位机连接，所述智能频率测控电路与所述上位机串口、速度传感器连接；所述智能频率测控电路包括两个晶振、可编程波形发生器、数字电位计、隔直电路、双极性运算放大器集成电路、ADC 转换器、带隙基准电压、电源模块、低压差线性稳压器、低功耗微处理器监控电路、微控制器、电可擦除 PROM、RS-232 及 TTL 电平转换器；第一晶振 X1、所述可编程波形发生器、数字电位计、隔直电路、双极性运算放大器集成电路、ADC 转换器依次连接；所述带隙基准电压与所述 ADC 转换器、电源模块连接；所述电源模块为所述双极性运算放大器集成电路、可编程波形发生器、数字电位计、低压差线性稳压器、ADC 转换器提供电源；所述低压差线性稳压器与所述微控制器、低功耗微处理器监控电路、RS-232 及 TTL 电平转换器、电可擦除 PROM 连接；所述微控制器与所述可编程波形发生器、数字电计、ADC 转换器、低功耗微处理器监控电路、电可擦除 PROM、第二晶振 Y1 连接；所述微控制器通过 RS-232 及 TTL 电平转换器与所述上位机串口连接；所述双极性运算放大器集成电路与所述伺服阀放大器连接。

[0031] 由上位机程序控制产生正弦波激励信号，经伺服阀放大器放大后，输入被测试阀——电液伺服阀，电液伺服阀的响应信号为流量，用小质量、低摩擦的无载动态缸作为测试装置，动态缸活塞的速度与输出流量成正比，因此将动态缸的速度信号作为被测试阀的响应信号，并由上位机通过串口采集此响应信号，再进行信号处理和运算。

[0032] 为使所测频率特性能有代表意义，无载动态缸活塞应在缸的居中位置，且在测试过程中，活塞不偏离其原始的居中位置，计算机需通过模入 / 模出卡对活塞居中进行实时位置闭环控制。

[0033] 智能频率测控电路确保了激励信号的精度，速度传感器和模入 / 模出卡影响了响应信号的采集精度，由此可见，频率特性测试精度是可控的。

[0034] 由以上论述可知，该方案是一个测试效率高、测试精度高的全自动计算机辅助测试方案。

[0035] 智能频率测控电路具备以下功能：

[0036] (1) 产生由上位机程序控制的正弦波激励信号。

[0037] (2) 上位机通过串口和智能频率测控电路对正弦波响应信号的频率、幅值采样。

[0038] (3) 通过串口与上位机通信。

[0039] (4) 产生电路板工作电源。

[0040] (5) 其他辅助功能。

[0041] 智能频率测控电路结构框图如图 4 所示。由串口通信模块、ARM7 最小系统、信号发生及处理模块、模数转换模块、电源模块共 5 个功能模块组成。

[0042] 该电路采用 NXP 的 LPC2132ARM7 作为系统核心 CPU，此 CPU 由低功耗微处理器监控电路 SP708 进行监控；使用 ADI 公司的 AD9833 来产生频率可调的正弦波信号，使用 AD5160 对正弦波信号的幅度进行调节。由 AD5160 输出的是单极性 0 ~ 10V 的正弦信号，经隔直电路产生最大峰峰值在 -5V ~ +5V 之间可调幅值的正弦波，经低噪声、非斩波稳零的双极性运算放大器集成电路 OP07 芯片放大，由伺服放大器进行信号变换后，对被测对象进行激励。

被测对象产生响应信号。选用了 AD7323 真双极性的 ADC 转换器对激励信号和响应信号进行采样,AD780 给 AD7323 提供超高精度带隙基准电压。

[0043] LPC2132 再定时通过 SPI 接口从 AD7323 读取采集的数据,并通过串口发送给计算机。

[0044] PC 机采用标准串行接口 RS-232C 通信时,线路传输电平是 EIA 电平,即:RS-232C 标准规定,数据线 TXD 和 RXD 采用负逻辑,低电平在 $-3 \sim -15V$ 之间为逻辑“1”,高电平在 $+3 \sim +15V$ 为逻辑“0”。上述电平称为 EIA 电平。而单片机接口都是采用 TTL 电平,这些电路都不能直接与 RS-232C 接口直接连接,中间必须要进行电平转换。本专利中,实现 RS-232 与 TTL 电平转换的芯片是 MAX232。

[0045] 24C02 是电可擦除 PROM,用户可将程序写入 PROM,但程序一经写入就不能改写。

[0046] LPC2132 的片外振荡器为 Y1 晶振,振荡频率为 11.0593MHz,AD9833 的片外振荡器为 X1 晶振,振荡频率为 1.000MHz。

[0047] 85 ~ 265V 单相交流电输入 MEW10-S5D15A 型电源模块 (AC-DC) 后,输出 3 路直流电: $-15V$ 、 $+15V$ 、 $+5V$ 。 $+5V$ 直流电输入低压差线性稳压器 LD1117 后,输出 $+3.3V$ 直流电。各芯片的工作电源如图 4 所示。

[0048] 串口通信模块原理如图 5 所示。用 MAX232 芯片实现 EIA 电平与 TTL 电平转换,用 DB9 型接头 J1 完成智能频率测控电路与上位机 COM 的物理连接。

[0049] 串口通信模块所用芯片: $+5V$ 供电、多通道 RS-232 驱动器/接收器:U2 单元,芯片型号:MAX232,MAX232 系列驱动器/接收器,专为 EIA/TIA-232 以及 V.28/V.24 通信接口设计,尤其是无法提供 $\pm 12V$ 电源的应用。 $+3.0 \sim +5.0V$ 供电,低功耗,速率高达 1Mbps、利用 4 个 $0.1 \mu F$ 电容实现真正的 RS-232 收发功能。

[0050] ARM7 最小系统原理如图 6 所示,由 LPC2132、24C02、SP708 芯片和 Y1 晶振组成。LPC2132ARM7 作为系统核心 CPU,此 CPU 由低功耗微处理器监控电路 SP708 进行监控;24C02 是片外电可擦除 PROM,用户可将程序写入 PROM,但程序一经写入就不能改写;LPC2132 的片外振荡器为 Y1 晶振,振荡频率为 11.0593MHz。

[0051] U3 单元,芯片型号:LPC2132FBD64/01。LPC2132 是基于一个支持实时仿真和嵌入式跟踪的 ARM7TDMI-STMCPU 的微控制器,并带有 64kB 嵌入的高速 Flash 存储器。128 位宽度的存储器接口和独特的加速结构使 32 位代码能够在最大时钟速率下运行。对代码规模有严格控制的应用可使用 16 位 Thumb®模式将代码规模降低超过 30%,而性能的损失却很小。

[0052] 较小的封装和极低的功耗使 LPC2132 可理想地用于小型系统中,如:访问控制和 POS 机。宽范围的串行通信接口和片内 16kB 的 SRAM 使 LPC2132 非常适用于通信网关、协议转换器、软 modem、声音辨别和低端成像,为它们提供巨大的缓冲区空间和强大的处理功能。多个 32 位定时器、1 个 10 位 8 路 ADC、10 位 DAC、PWM 通道和 47 个 GPIO 以及多达 9 个边沿或电平触发的外部中断使它们特别适用于工业控制和医疗系统。

[0053] U1 单元,芯片型号:SP708S,该芯片提供了四个关键功能:

[0054] (1) 上电、断电和欠压时复位输出。

[0055] (2) 如果看门狗输入没有在 1.6s 内完成切换,则看门狗输出变低。

[0056] (3) 1.25V 阈值的掉电报警检测、低电池检测、供电大于 $+5V$ 监测。

[0057] (4) 低电平复位, 触发按钮开关。

[0058] U7 单元, 芯片型号: ATmel 612, 24C02N。24C02 是电可擦除 PROM, 采用 256×8 (2K bits) 的组织结构以及 2 线串行接口, 2 线串行接口完全兼容 I2C 总线。宽范围的工作电压为: $1.8V \sim 5.5V$, 待机电流和工作电流分别为: $1 \mu A$ 、 $1mA$ 。具有页写能力, 每页为 8 字节。

[0059] 信号发生及处理模块原理如图 7 所示, 由低功耗可编程波形发生器 AD9833、数字电位器 AD5160、双极性运算放大器 OP07CS 组成。

[0060] 使用 ADI 公司的 AD9833 产生频率可调的正弦波信号, AD9833 的片外振荡器为 X1 晶振, 振荡频率为 $1.000MHz$ 。使用 AD5160 对正弦波信号的幅度进行调节, 由 AD5160 输出的是单极性 $0 \sim 10V$ 的正弦信号, 经隔直电路产生最大峰峰值在 $-5V \sim +5V$ 之间可调幅值的正弦波, 经低噪声、非斩波稳零的双极性运算放大器集成电路 OP07 芯片放大, 再由伺服放大器进行信号变换后, 对被测对象进行激励。

[0061] U4 单元, 芯片型号: AD9833BRM。AD9833 是 ADI 公司生产的一款低功耗, 可编程波形发生器, 通过 SPI 接口可对输出的波形的频率和相位进行编程调节。

[0062] AD9833 是一款低功耗、可编程波形发生器, 能够产生正弦波、三角波和方波输出。各种类型的检测、信号激励和时域反射 (TDR) 应用都需要波形发生器。输出频率和相位可通过软件进行编程, 调整简单, 无需外部元件。频率寄存器为 28 位, 时钟速率为 $25MHz$ 时, 可以实现 $0.1Hz$ 的分辨率; 而时钟速率为 $1MHz$ 时, 则可以实现 $0.004Hz$ 的分辨率。

[0063] AD9833 通过一个三线式串行接口写入数据。该串行接口能够以最高 $40MHz$ 的时钟速率工作, 并且与 DSP 和微控制器标准兼容。该器件采用 $2.3V$ 至 $5.5V$ 电源供电。AD9833 具有省电功能。此功能允许关断器件中不用的部分, 从而将功耗降至最低。例如, 在产生时钟输出时, 可以关断 DAC。AD9833 采用 10 引脚 MSOP 封装。

[0064] AD9833 是一个完全集成的直接数字频率合成 (DDS) 芯片。该芯片需要一个参考时钟、一个精密低电阻和多个去耦电容, 用数字方式产生高达 $12.5MHz$ 的正弦波。除产生这个 RF 信号之外, 该芯片还完全能支持各种简单和复杂的调制方案。这些调制方案完全在数字域内实现, 使得可以使用 DSP 技术精确而轻松地实现复杂的调制算法。

[0065] AD9833 的内部电路包含以下主要部分: 数控振荡器 (NCO)、频率和相位调制器、SIN ROM、DAC 以及稳压器。

[0066] U8 单元, 芯片型号: AD5160BRJZ-RL7, AD5160 是 ADI 公司生产的一款数字电位器。AD5160 有 256 抽头, 电阻值有 $5K$, $10K$, $50K$, $100K$ 四种规格。其工作电压范围在 $2.7V \sim 5.5V$, 通过 SPI 总线对其进行控制。

[0067] AD5160 是一款适合 256 位调整应用的 $2.9mm \times 3mm$ 紧凑型封装解决方案, 可实现与机械电位计或可变电阻器相同的电子调整功能, 而且具有增强的分辨率、固态可靠性和出色的低温度系数性能。游标设置可通过 SPI 兼容型数字接口控制。

[0068] 游标与固定电阻任一端点之间的电阻值, 随传输至 RDAC 锁存器中的数码呈线性变化。该器件采用 $2.7V$ 至 $5.5V$ 电源供电, 功耗小于 $5 \mu A$, 适合电池供电的便携式应用。

[0069] AD5160 是一款 256 位、数字控制可变电阻 (VR) 器件。上电期间, 内部上电预设将游标置于中间电平, 简化了上电时的故障状况恢复。

[0070] U9 单元, 芯片型号: OP07CS。OP07 芯片是一种低噪声, 非斩波稳零的双极性运算放大器集成电路。由于 OP07 具有非常低的输入失调电压 (对于 OP07A 最大为 $25 \mu V$), 所

以 OP07 在很多应用场合不需要额外的调零措施。OP07 同时具有输入偏置电流低 (OP07A 为 $\pm 2\text{nA}$) 和开环增益高 (对于 OP07A 为 300V/mV) 的特点, 这种低失调、高开环增益的特性使得 OP07 特别适用于高增益的测量设备和放大传感器的微弱信号等方面。

[0071] 模数转换模块原理如图 8 所示, 由真双极性的 ADC 转换器 AD7323、超高精度带隙基准电压 AD780 组成。AD7323 真双极性的 ADC 转换器对激励信号和响应信号进行采样, 激励信号经 J4 接线端子的 EX_VOUT0 输出, 响应信号经 J4 接线端子的 EX_VIN 输入。AD780 给 AD7323 提供超高精度带隙基准电压。LPC2132 再定时通过 SPI 接口从 AD7323 读取采集的数据, 并通过串口发送给计算机。

[0072] U6 单元, 芯片型号 :AD7323BRUZ。500kSPS、4 通道、软件可选择、真正的双极输入、12 位模数转换器。

[0073] AD7323 可以接受真正的双极模拟输入信号。有 4 个软件可选的输入范围, 分别为 : $\pm 10\text{V}$ 、 $\pm 5\text{V}$ 、 $\pm 2.5\text{V}$ 、 $0 \sim +10\text{V}$, 每个模拟输入通道可独立对四个输入范围之一编程。

[0074] 模数转换器包含一个 2.5V 的内部参考电压。AD7323 还允许外部参考操作。如果一个 3V 参考电压加于 REFIN/OUT 引脚, AD7323 可以接受一个真正的双极 $\pm 12\text{V}$ 模拟输入。对于 $\pm 12\text{V}$ 输入范围, 需要提供最小 $\pm 12\text{V}$ 的 VDD、VSS。模数转换器有一个吞吐率高达 500kSPS 的高速串行接口。

[0075] 由于系统要求的正弦波幅度在 $-5\text{V} \sim +5\text{V}$, 因此, 选用了 AD7323 真双极性的 ADC 转换器实现定时高速数据采集。

[0076] U5 单元, 芯片型号 :AD780AR。AD780 是一个超高精度带隙基准电压, 当其输入为 $4.0\text{V} \sim 36\text{V}$ 时, 它提供了一个 2.5V 或 3.0V 的输出。可以为高分辨率的模数转换器 (ADC) 和数模转换器 (DAC) 提供精密基准。

[0077] 电源模块原理图如图 9 所示。85 ~ 265V 单相交流电经 J2 接线端子输入 MEW10-S5D15A 型电源模块 (AC-DC) 后, 输出 3 路直流电 : -15V 、 $+15\text{V}$ 、 $+5\text{V}$ 。 $+5\text{V}$ 直流电 VCC 输入低压差线性稳压器 LD1117 后, 输出 $+3.3\text{V}$ 直流电 VDD。

[0078] $+5\text{V}$ 直流电 VCC 是 AD9833、AD5160、AD7323 芯片的工作电源 ; $+3.3\text{V}$ 直流电 VDD 为 LPC2132、SP708S、MAX232 芯片提供工作电源 ; $+15\text{V}$ 、 -15V 是 OP07CS 芯片的工作电源。

[0079] U10 单元, 型号 :MEW10-S5D15A。技术参数 : $V_{in} : 85 \sim 265\text{VAC}$, $V_{o1} : 5\text{VDC}$, 1A , $V_{o2} : \pm 15\text{VDC}$, 0.2A 。

[0080] U11 单元, 芯片型号 :LD1117-3.3。LD1117 是低开启电压稳压源, 在额定工作温度范围内可以进行有效过温和过流保护, 应用范围广泛。可以提供 1.2V 、 1.5V 、 1.8V 、 2.5V 、 3.3V 、 5V 固定电压输出。

[0081] 电液伺服阀频率特性测试系统由计算机、模入 / 模出卡、计算机串口、智能频率测控电路、伺服阀放大器、被测对象——伺服阀、动态缸 7 个环节组成。

[0082] 计算机是整个系统的测控平台, 实现对激励信号和响应信号的频率分析、参数设置、数据图形显示输出等功能。

[0083] 计算机串口是智能频率测控卡与计算机通信的接口。

[0084] 智能频率测控电路外置, 实现产生由上位机程序控制的正弦波激励信号功能 ; 上位机通过串口和智能频率测控电路对正弦波响应信号的频率、幅值采样功能 ; 通过串口与上位机通信功能 ; 产生电路板工作电源功能 ; 其他辅助功能。由 SP708S、MAX232、

LPC2132FBD64/01、AD9833BRM、AD780AR、AD7323BRUZ、24C02N、AD5160BRJZ-RL7、OP07CS、MEW10-S5D15A、LD1117-3.3 共 11 块芯片构成。

[0085] 伺服阀放大器将输入的电压信号转换为输出的电流信号,并完成信号放大,同时产生颤振信号。

[0086] 伺服阀作为被测对象。

[0087] 动态缸将伺服阀输出的流量信号转换为速度信号并输出,其活塞是上位机通过模入 / 模出卡实现居中位置闭环控制的对象。

[0088] 动态缸的速度传感器和位移传感器是内置式结构。

[0089] 动态缸已申请了专利,名称:一种无杆内藏集成式宽带动态缸,申请号:201210230341.9。

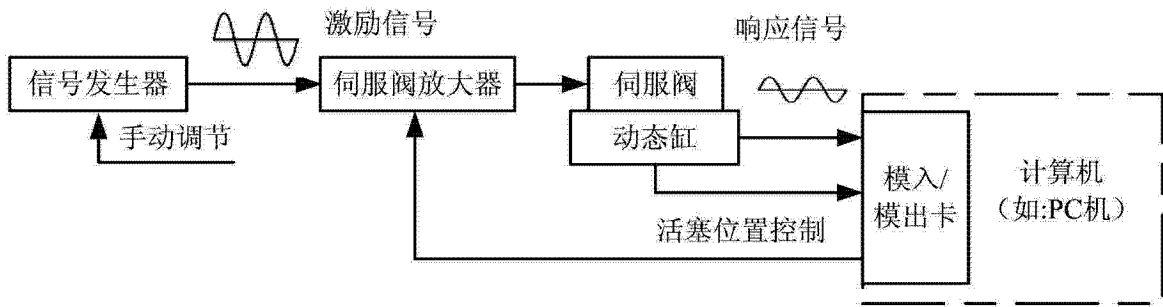


图 1

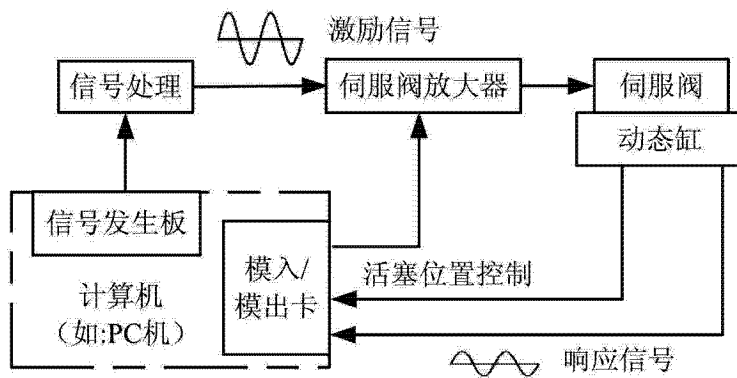


图 2

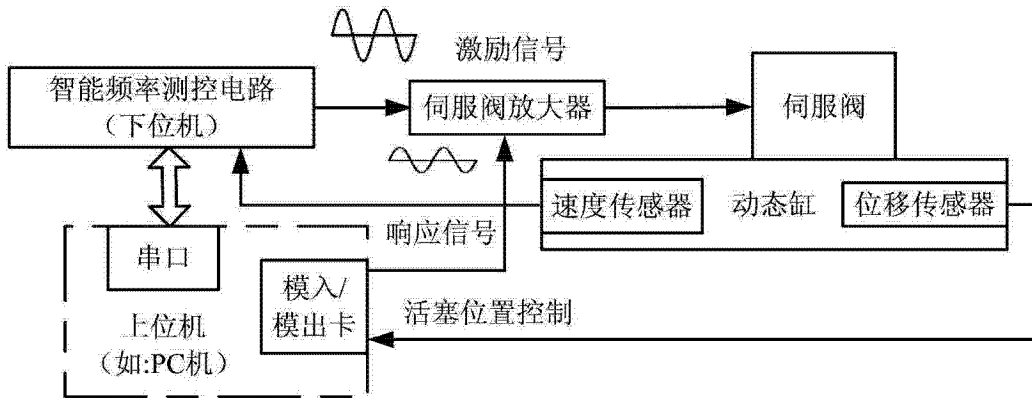


图 3

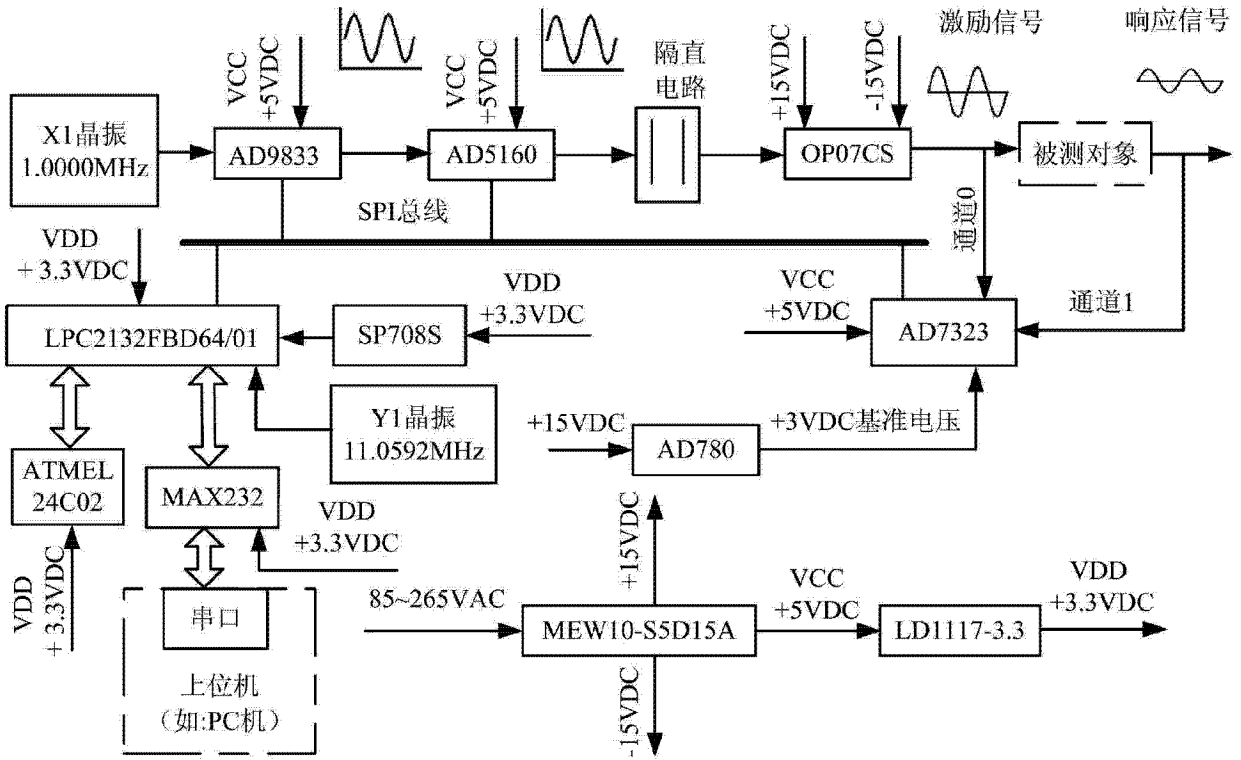


图 4

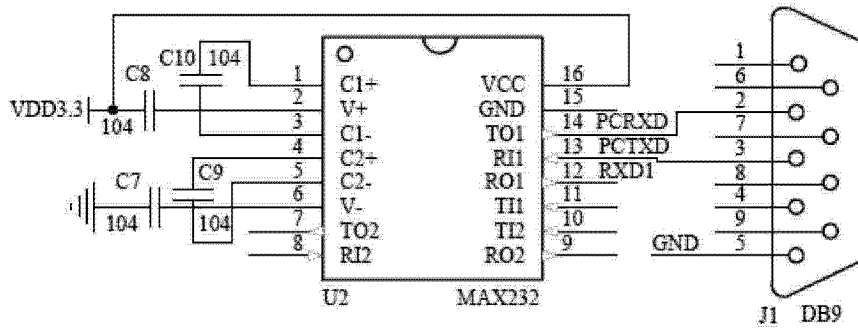


图 5

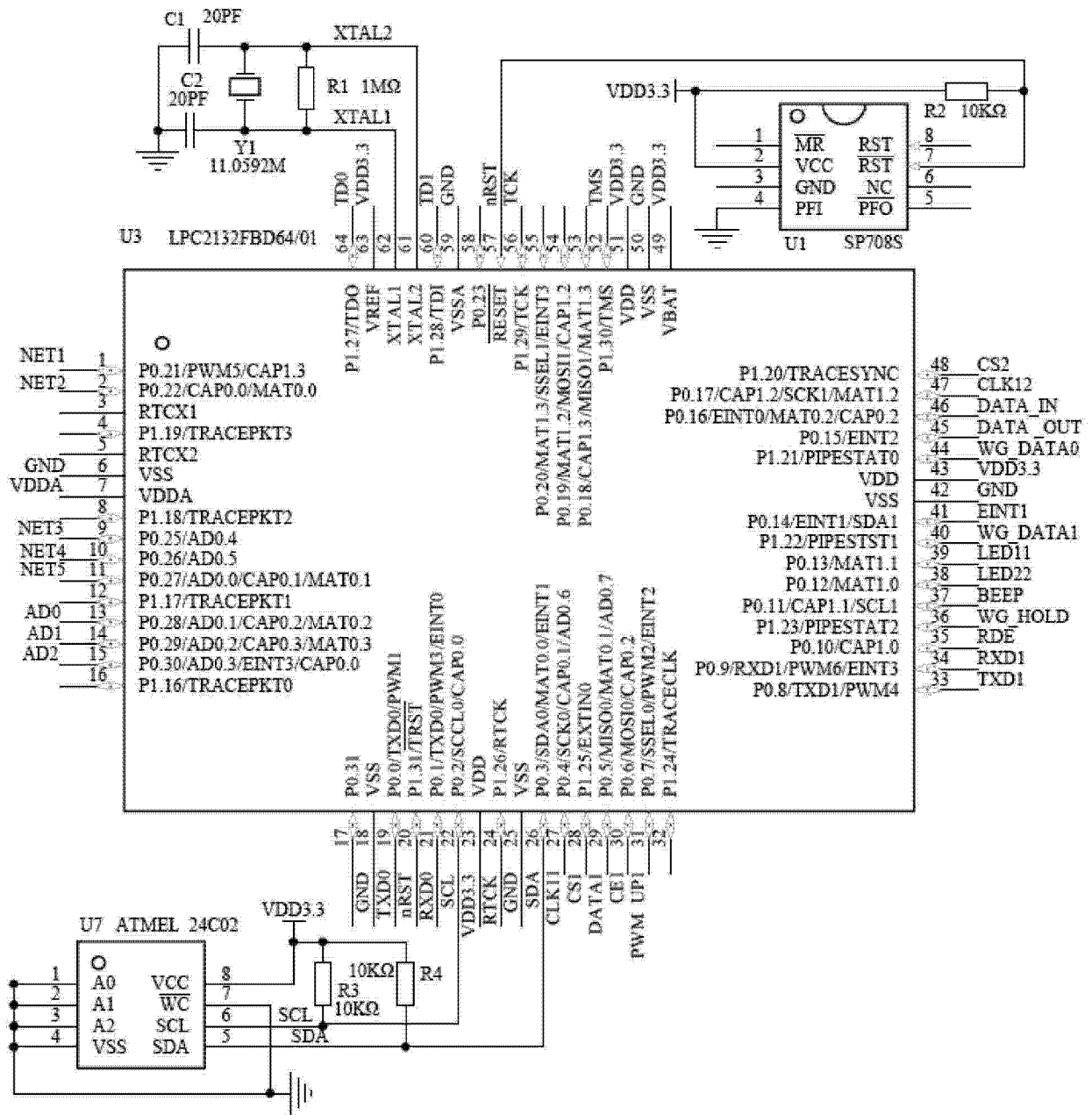


图 6

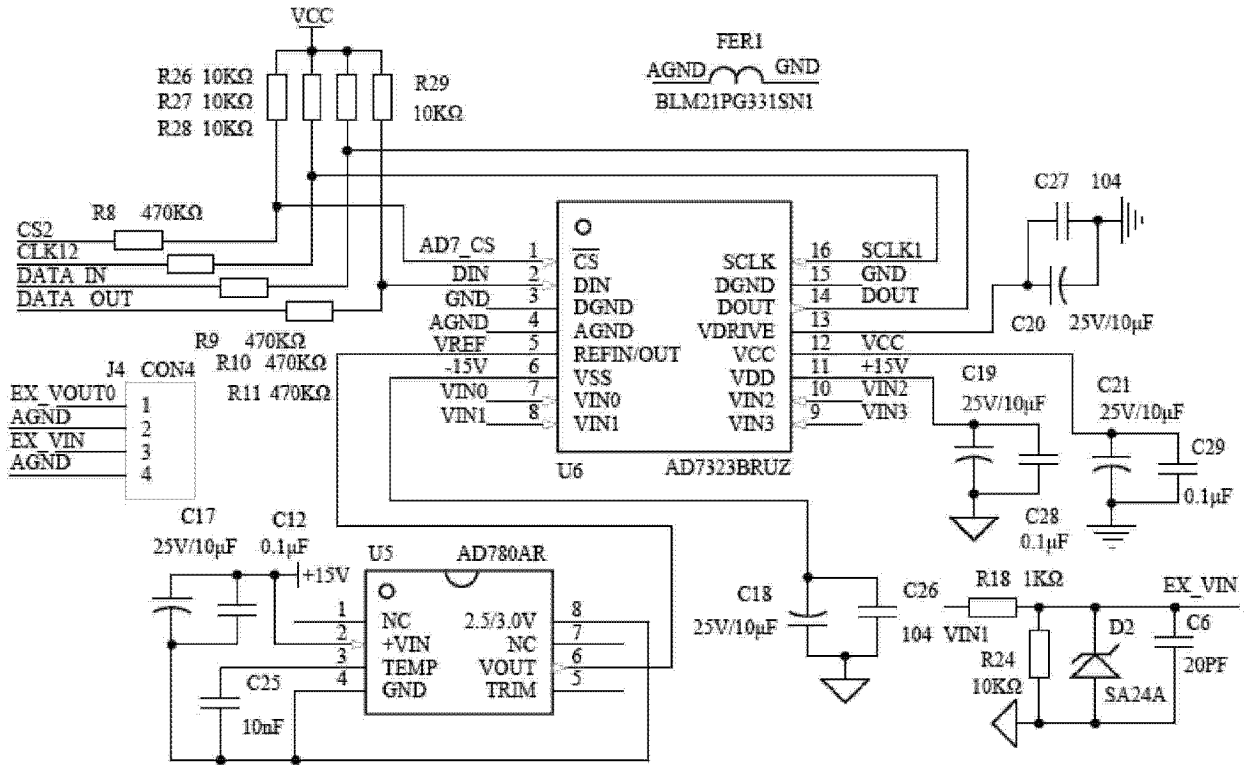


图 8

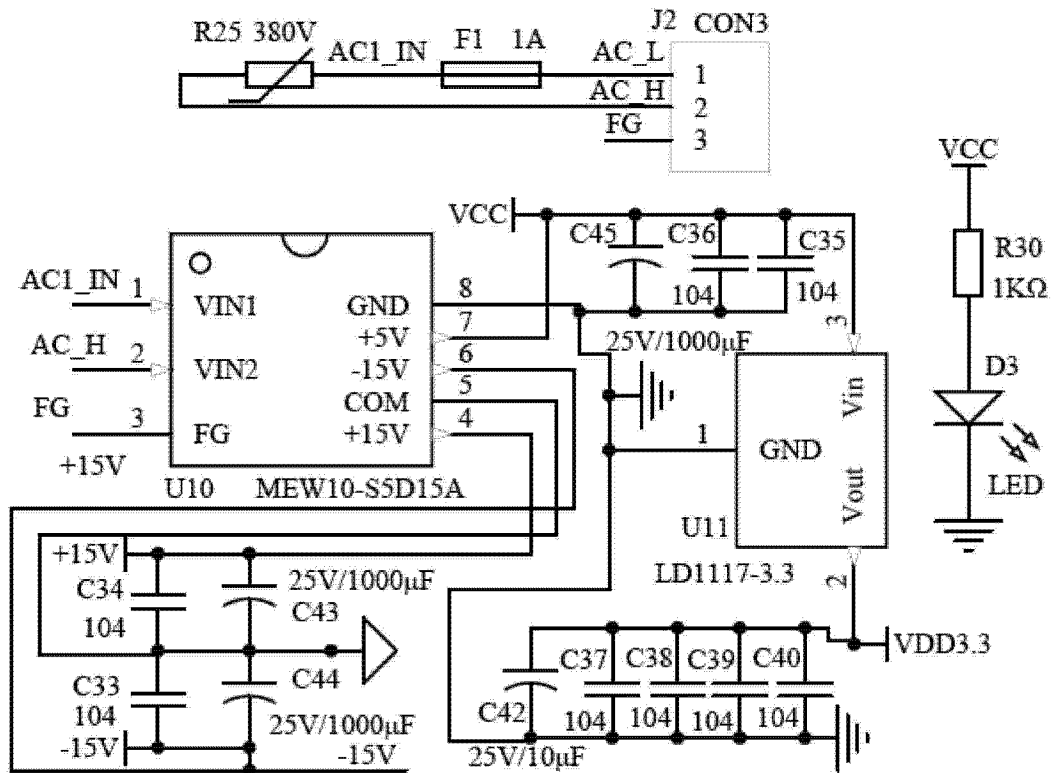


图 9