



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102565563 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201010620358. 6

US 2002/0004694 A1, 2002. 01. 10,

(22) 申请日 2010. 12. 29

审查员 陈晨

(73) 专利权人 上海汽车集团股份有限公司

地址 201203 上海市张江高科技园区松涛路
563 号 1 号楼 509 室

(72) 发明人 翟辉冬 胡朝峰 郭军杰 王文建
张海涛 郝飞

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公
司 72001

代理人 李湘 高为

(51) Int. Cl.

G01R 31/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1641505 A, 2005. 07. 20,

CN 201440219 U, 2010. 04. 21,

CN 201210253 Y, 2009. 03. 18,

CN 101566849 A, 2009. 10. 28,

EP 2169413 A1, 2010. 03. 31,

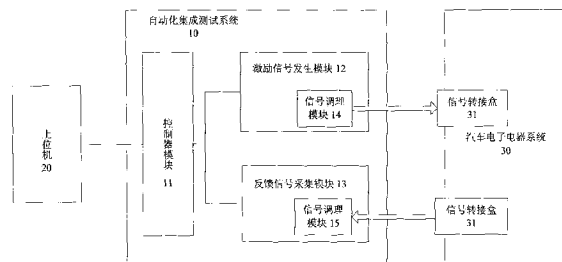
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

用于汽车电子电器系统的自动化集成测试系
统和方法

(57) 摘要

本发明提供用于汽车电子电器系统的自动化
集成测试系统和方法, 根据被测试系统的特性
设计测试系统, 并且编写相应测试用例的自动
化测试脚本, 将自动化测试运用到汽车电子
电器系统集成测试中来提高系统集成测试效
率, 减少系统集成测试工程师的工作量, 缩
短系统集成测试的周期。



1. 一种用于汽车电子电器系统的自动化集成测试系统,该系统包括控制器模块、激励信号发生模块和反馈信号采集模块,其中,

所述控制器模块被配置成控制所述激励信号发生模块和所述反馈信号采集模块,

所述激励信号发生模块被配置成根据信号激励模型产生输出信号,

所述反馈信号采集模块被配置成根据信号反馈逻辑运算模型采集反馈信号,

所述激励信号发生模块包括第一信号调理模块用于调理所述输出信号,

反馈信号采集模块包括第二信号调理模块用于调理所述反馈信号,

其中,所述第一信号调理模块和 / 或第二信号调理模块包括特殊信号处理模块,用于处理大电流信号和 / 或信号隔离,其中所述大电流信号为所述汽车电子电器系统中电流值大于 1A 的信号,所述信号隔离是对所述汽车电子电器系统中的电源和控制信号进行隔离,

其中,所述控制器模块进一步被配置成根据硬件资源管理模型对所述自动化集成测试系统中的硬件资源进行管理,并且控制所述输出信号与所述汽车电子电器系统各个子系统的物理通道之间的映射。

2. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述第二信号调理模块包括模拟信号输入调理模块,用于将所述反馈信号变换为适于所述反馈信号采集模块接收的信号。

3. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述第一信号调理模块包括数字信号输出调理模块,用于将所述输出信号变换为适于所述汽车电子电器系统接收的信号。

4. 如权利要求 3 所述的自动化集成测试系统,其中,所述数字信号输出调理模块进一步被配置成使得电路具有过载保护能力,其中保护电流为 50mA。

5. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述第二信号调理模块包括数字信号输入调理模块,用于将所述反馈信号变换为适于所述反馈信号采集模块接收的信号。

6. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述特殊信号处理模块为继电器板卡。

7. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述自动化集成测试系统通过信号转接盒连接到所述汽车电子电器系统,其中所述信号转接盒为三通盒。

8. 如前述任意一项权利要求所述的自动化集成测试系统,其中,所述自动化集成测试系统和所述汽车电子电器系统通过硬件连接,并且所述硬件连接与所述汽车电子电器系统中的信号连接并联。

9. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述信号激励模型、信号反馈逻辑运算模型和硬件资源管理模型是采用 Matlab/Simulink 编写的 Matlab/Simulink 模型。

10. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述控制器模块进一步被配置成基于自动化测试脚本控制所述激励信号发生模块和所述反馈信号采集模块。

11. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述控制器模块进一步被配置成实时监测测试用例的进程和汽车电子电器系统中的电信号。

12. 如权利要求 1 所述的自动化集成测试系统,其中,所述控制器模块进一步被配置成,在显示装置中产生虚拟界面显示汽车电子电器系统中的电信号。

13. 一种基于自动化集成测试系统的自动化集成测试方法,该系统包括控制器模块、激励信号发生模块和反馈信号采集模块,所述激励信号发生模块和所述反馈信号采集模块分别包括第一信号调理模块和第二信号调理模块,所述控制器模块控制所述激励信号发生模

块和所述反馈信号采集模块,该方法包括以下步骤:

基于信号激励模型,利用所述激励信号发生模块产生输出信号,

利用所述第一信号调理模块调理所述输出信号,

从汽车电子电器系统接收反馈信号,

利用所述第二信号调理模块调理反馈信号,

基于信号反馈逻辑运算模型,利用所述反馈信号采集模块采集反馈信号,

其中,所述第一信号调理模块和/或第二信号调理模块包括特殊信号处理模块,用于处理大电流信号和/或信号隔离,其中所述大电流信号为所述汽车电子电器系统中电流值大于 1A 的信号,所述信号隔离是对所述汽车电子电器系统中的电源和控制信号进行隔离,

其中,所述控制器模块进一步被配置成根据硬件资源管理模型对所述自动化集成测试系统中的硬件资源进行管理,并且控制所述输出信号与所述汽车电子电器系统各个子系统的物理通道之间的映射。

14. 如权利要求 13 所述的自动化集成测试方法,其中,所述第二信号调理模块包括模拟信号输入调理模块,用于将所述反馈信号变换为适于所述反馈信号采集模块接收的信号。

15. 如权利要求 13 所述的自动化集成测试方法,其中,所述第一信号调理模块包括数字信号输出调理模块,用于将所述输出信号变换为适于所述汽车电子电器系统接收的信号。

16. 如权利要求 13 所述的自动化集成测试方法,其中,所述第二信号调理模块包括数字信号输入调理模块,用于将所述反馈信号变换为适于所述反馈信号采集模块接收的信号。

17. 如权利要求 13 所述的自动化集成测试方法,其中,所述控制器模块根据自动化测试脚本控制所述激励信号发生模块和所述反馈信号采集模块。

用于汽车电子电器系统的自动化集成测试系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及系统集成测试,尤其涉及汽车电子电器系统的自动化集成测试。

背景技术

[0002] 传统的汽车电子电器系统集成测试方法主要通过人工测试来完成。但是这种方法存在测试效率偏低,测试覆盖面窄,测试结果依赖测试人员主观判断等弊端。

[0003] 通常,汽车电子电器系统集成测试是回归性测试。在测试中,事先设计好测试用例,并且预期测试期望的结果。这给汽车电子电器系统集成测试自动化提供了可能。因此需要一种汽车电子电器系统自动化集成测试系统和方法以提高汽车电子电器系统测试效率,节省人力、缩短开发周期。

[0004] 此外,由于商业板卡或者普通的板卡的电气特性不能完全满足汽车电子电器信号的电气特性,因此需要一种满足被测试系统的电气特性需求的系统自动化集成测试系统和方法。

发明内容

[0005] 本发明的一个方面提供了用于汽车电子电器系统的自动化集成测试系统,该系统包括控制器模块、激励信号发生模块和反馈信号采集模块,其中,

[0006] 控制器模块被配置成控制激励信号发生模块和反馈信号采集模块,

[0007] 激励信号发生模块被配置成根据信号激励模型产生输出信号,

[0008] 反馈信号采集模块被配置成根据信号反馈逻辑运算模型采集反馈信号,

[0009] 激励信号发生模块包括第一信号调理模块用于调理输出信号,

[0010] 反馈信号采集模块包括第二信号调理模块用于调理反馈信号。

[0011] 优选地,第二信号调理模块包括模拟信号输入调理模块,用于将反馈信号变换为适于反馈信号采集模块接收的信号。

[0012] 优选地,第一信号调理模块包括数字信号输出调理模块,用于将输出信号变换为适于汽车电子电器系统接收的信号。

[0013] 优选地,第二信号调理模块包括数字信号输入调理模块,用于将反馈信号变换为适于反馈信号采集模块接收的信号。

[0014] 优选地,第一信号调理模块和/或第二信号调理模块包括特殊信号处理模块,用于处理大电流信号和/或需要隔离的信号,其中大电流信号为汽车电子电器系统中电流值大于 1A 的信号,需要隔离的信号为汽车电子电器系统中具有通讯协议的信号。

[0015] 优选地,自动化集成测试系统通过信号转接盒连接到汽车电子电器系统,其中信号转接盒为三通盒。

[0016] 优选地,自动化集成测试系统和汽车电子电器系统通过硬件连接,并且硬件连接与汽车电子电器系统中的信号连接并联。

[0017] 优选地,控制器模块进一步被配置成根据硬件资源管理模型对整个汽车电子电器

系统中的硬件资源进行管理。

[0018] 优选地,信号激励模型、信号反馈逻辑运算模型和硬件资源管理模型是采用 Matlab/Simulink 编写的 Matlab/Simulink 模型。

[0019] 优选地,控制器模块进一步被配置成基于自动化测试脚本控制激励信号发生模块和反馈信号采集模块。

[0020] 优选地,控制器模块进一步被配置成实时监测测试用例的进程和汽车电子电器系统中的电信号。

[0021] 优选地,控制器模块进一步被配置成,在显示装置中产生虚拟界面显示汽车电子电器系统中的电信号。

[0022] 根据本发明的另外一个目的,提供了基于自动化集成测试系统的自动化集成测试方法,该系统包括控制器模块、激励信号发生模块和反馈信号采集模块,激励信号发生模块和反馈信号采集模块分别包括第一信号调理模块和第二信号调理模块,控制器模块控制激励信号发生模块和反馈信号采集模块,该方法包括以下步骤:

[0023] 基于信号激励模型,利用激励信号发生模块产生输出信号,

[0024] 利用第一信号调理模块调理输出信号,

[0025] 利用第二信号调理模块调理反馈信号,

[0026] 基于信号反馈逻辑运算模型,利用反馈信号采集模块采集反馈信号。

[0027] 本发明的优点在于根据被测试系统的特性设计测试系统。

[0028] 本发明的优点在于将自动化测试运用到汽车电子电器系统集成测试中来提高系统集成测试效率,减少系统集成测试工程师的工作量,缩短系统集成测试的周期。

[0029] 本发明的优点在于能够辅助系统集成测试工程师进行便捷、高效、可靠的汽车电子电器系统集成测试工作,提高系统集成测试的效率和覆盖率,并且提高集成测试准确性。

附图说明

[0030] 在参照附图阅读了本发明的具体实施方式以后,本领域技术人员将会更清楚地了解本发明的各个方面。本领域技术人员应当理解的是:这些附图仅仅用于配合具体实施方式说明本发明的技术方案,而并非意在对本发明的保护范围构成限制。其中,

[0031] 图 1 是根据本发明实施例的自动化集成测试系统的结构示意图;

[0032] 图 2A-2D 是根据本发明实施例的信号调理模块的示意图;

[0033] 图 3 是根据本发明实施例的系统物理连接示意图。

具体实施方式

[0034] 下面参照附图,对本发明的具体实施方式作进一步的详细描述。

[0035] 本发明的自动化集成测试系统 10 被配置成基于汽车电子电器系统 30 的信号逻辑运算的 Matlab 模型自动执行编写好的测试用例从而生成测试报告。图 1 示出了根据本发明实施例的自动化集成测试系统的结构示意图。如图所示,自动化集成测试系统 10 包括控制器模块 11、激励信号发生模块 12、反馈信号采集模块 13 以及分别设置在激励信号发生模块 12 和反馈信号采集模块 13 中的信号调理模块 14 和信号调理模块 15。控制器模块 11 被配置成控制激励信号发生模块 12 和反馈信号采集模块 13。例如,控制器模块 11 可以根据测

试用例调用激励信号发生模块 12 产生用于测试汽车电子电器系统 30 的各种激励信号（输出信号），或者控制反馈信号采集模块 13 接收反馈信号，以及处理反馈信号采集模块 13 产生的测试报告。可以理解，控制器模块 11 也可以根据反馈信号采集模块 13 测量的反馈信号产生测试报告。其中，激励信号发生模块 12 被配置成根据信号激励模型产生输出信号。反馈信号采集模块被配置成根据信号反馈逻辑运算模型采集反馈信号。信号调理模块 14 和信号调理模块 15 分别用于调理输出信号和反馈信号。上述的信号激励模型和信号反馈逻辑运算模型对应于汽车电子电器系统中所涉及各个子系统和 / 或功能模块的信号逻辑运算模型，这一点将在下文进一步说明。

[0036] 在本发明的一个实施例中，采用 Matlab/Simulink 编写的信号逻辑运算的 Matlab/Simulink 模型，作为信号激励模型、信号反馈逻辑运算模型。信号激励模型主要作为系统回归测试中的输入，主要为被测系统提供各类激励信号，例如提供汽车电子电器中各类数字开关的输入信号给相应的控制器等。作为示例，可以为汽车电子电器系统编写诸如汽车点火钥匙的信号激励模型，汽车转向灯计数模型等。反馈信号采集模块 13 基于信号反馈逻辑运算模型采集汽车电子电器系统 30 的反馈信号，进行相应的逻辑运算然后得出测试结果。

[0037] 在本发明的另一个实施例中，信号逻辑运算模型还可以包括硬件资源管理模型，控制器模块 11 被配置成根据硬件资源管理模型对整个系统中硬件资源进行系统管理和合理分配，例如，将各类信号与实际硬件设备物理通道进行一对一映射或者根据汽车电子信号的电气特性分析汽车电子电器系统 30 中各个子系统资源需求以采取相应的信号触发策略。

[0038] 本领域的技术人员可以理解的是，上文所述的 Matlab 模型以及测试用例可以存储在控制器模块 11 中或者可以通过与控制器模块 11 连接的上位机 20 传送到控制器模块 11 中。在进行测试时，控制器模块 11 将相应的 Matlab 模型分别加载到激励信号发生模块 12 和反馈信号采集模块 13 中供激励信号发生模块 12 和反馈信号采集模块 13 产生和接收信号。此外，还可以为测试用例编写相关的自动化测试脚本，从而可以在控制器模块 11 中运行该自动化测试脚本进行自动化测试，产生 / 接收各种测试用例所需要的信号。自动化测试脚本可以使用 Automation Desk 软件进行模块化编写，以使得脚本具有可复用性。

[0039] 本发明的自动化集成测试系统 10 中的模块实现可以采用硬件和软件相结合的方式。控制器模块 11、激励信号发生模块 12、反馈信号采集模块 13 可以采用商业板卡作为硬件，例如，控制器模块 11 可以采用 dSPACE 的板卡 ds1006。但是商业板卡或者普通的板卡的电气特性不能完全满足汽车电子电器信号的电气特性，因此本发明在自动化集成测试系统 10 中增加了信号调理模块 14 和信号调理模块 15。

[0040] 下面将结合自动化集成测试系统的激励信号发生模块 12 和反馈信号采集模块 13 描述本发明的信号调理模块。

[0041] 图 1 中的激励信号发生模块 12 基于信号激励模型产生测试所需要的各种激励信号，例如各种物理开关的电信号、各种传感器电信号等。但是在某些情况下，作为输出信号的激励信号的特性（如信号幅值等）不能满足汽车电子电器系统 30 的要求，因此本发明的一个实施例在激励信号发生模块 12 中增加了信号调理模块 14，用于针对汽车信号的电气特性，将输出的信号进行调理后再输出到给汽车电子电器系统 30。

[0042] 反馈信号采集模块 13 监测汽车电子电器系统 30 的各种反馈和状态信号。在本发明的一个实施例中,反馈信号采集模块 13 包括信号调理模块 15,信号调理模块 15 用于将被测系统的各种信号进行线性转换使其能够满足商业板卡或普通板卡的信号采集要求,例如将 0-12V 的信号线性转换为 0-5V 的 TTL 信号。反馈信号采集模块 13 还可以采用商业板卡对调理后的反馈和状态信号进行精确测量从而产生测试结果。在本发明中,对数字信号的采集可以使用 dSPACE 的 ds4003 板卡,模拟信号的采集可以使用 dSPACE 的 ds2003 板卡,但是本发明不限于上述两种商业板卡。

[0043] 集成测试的结果可以被传送到控制器模块 11 中进行处理,例如,可以将测试结果保存在 Excel 文件中,将运行中的各种错误提示和测试文字性结论保存在相应的 PDF 文件中。然而,本领域技术人员可以理解的是,对测试结果的处理也可以通过控制器模块 11 传送到上位机 20,在上位机(例如,PC 机)中进行处理。优选地,控制器模块 11 还可以被配置成通过控制激励信号发生模块 12 和反馈信号采集模块 13 来实时监测测试任务的进程和系统各类信号。优选地,控制器模块 11 还可以被配置成在显示装置中产生虚拟界面显示电气信号的信息。本领域技术人员可以理解,可以通过各种计算机实时监控技术和虚拟界面显示技术来实施本发明。

[0044] 下文将结合附图 2A-2D 进一步描述根据本发明实施例的自动化集成测试系统的信号调理模块。

[0045] 图 2A 是根据本发明实施例的作为模拟信号输入调理模块的信号调理模块 15 的示意图。本发明的一个实施例在反馈信号采集模块 13 中采用了模拟信号采集板卡 ds2003,其输入电压范围为 $\pm 5V$ 或者 $\pm 10V$ 。ds2003 适用于一般的模拟信号,但是对于具有大于 10V 信号的系统高低电压测试,ds2003 无法进行正常测量。因此在反馈信号送入采集板卡之前先经过该模拟信号输入调理模块的处理,该模拟信号输入调理模块将外围的 $\pm 60V$ 的信号线性变换为 $\pm 5V$ 的信号,然后 ADC 通道对变换后的信号进行采集。如图 2A 所示,反馈的模拟信号经过稳压后送入 AD712 的第一个运算放大器处理后得到相应的 $\pm 5V$ 的电压信号,该电压信号经过中级 RC 滤波电路(滤波电路的电容可选),然后根据该电压信号的频率特性选择相应的电容。AD712 的第二个运算放大器用作电压跟随器,将稳定的 $\pm 5V$ 的电压信号送入 ds2003。

[0046] 图 2B 是根据本发明实施例的作为数字信号输出调理模块的信号调理模块 14 的示意图。在汽车电子电器系统中很多数字信号高电平的幅值为 +12V,而商业板卡输出的数字信号为 TTL 电平,因此这些输出信号不能直接应用于汽车电子电器系统中。在本发明的一个实施例中,利用数字输出调理模块对板卡输出的数字信号进行调理使得输出电平达到 40V(根据上拉电源的幅值),并且使得每一通道有上拉和下拉功能。数字输出调理模块可以进一步被配置成使得电路具有过载保护能力,其中保护电流为 50mA。如图所示,电路中的两处跳线帽低电平输出选择跳线和高电平输出选择跳线的设计可以使得电路实现以下功能。

[0047] 表 1

[0048]

信号输出	低电平输出选择跳线	高电平输出选择跳线
------	-----------	-----------

开路	断开	断开
输出高电平或者开路	断开	闭合
输出地信号或者开路	闭合	断开
输出高,低信号 / 推挽	闭合	闭合

[0049] 如图 2B 所示, TTL 电平信号 (0 ~ +5V) 经过门电路 G1 驱动 MOSFET, 实现输出地信号或者开路信号。系统的 TTL 电平信号 (0 ~ +5V) 经过门电路逻辑运算后, 驱动三极管 (FZT951) 实现输出高电平信号或者开路信号, 高电平信号幅值为上拉电源的实际值, 最大可以到 40V。电路中设计的一个取样电阻 R2 为 12ohm, 当电路处于高端驱动时, 驱动电流大于 50mA, 三极管 Q1 导通, 使得 FZT951 截止达到过载保护的作用。

[0050] 图 2C 是根据本发明实施例的作为数字信号输入调理模块的调理模块 15 示意图。例如, 数字信号的采集板卡 ds4003 的输入信号为 TTL 信号, 汽车电子电器系统 30 中的数字信号多数为 0-12V 的信号, 因此信号不能直接输入到板卡。本发明在反馈信号被送入采集板卡之前先经过信号调理模块 15 的处理。数字信号输入调理模块包含 64 通道, 输入信号允许电压最高能达到 45V。每一通道都有阈值电压配置跳线和输入端上拉或者下拉选择跳线, 电路简图如图 2C 所示。

[0051] 根据实际的需求, 选择通道后通过跳线将通道配置为上拉或下拉。上拉的电源可以为 +5V, 蓄电池电压或者自定义上拉电源 ($\leq 45V$), 配置为下拉时的下拉电阻为 30kohm。反馈信号经过稳压后送入比较器正向输入端, 比较器根据跳线的情况进行比较输出, 输出的信号经过门电路得到相对稳定的 TTL 电平信号送入采集板卡。

[0052] 图 2D 是根据本发明实施例的作为特殊信号处理模块的信号调离模块的示意图。在汽车电子电器系统中, 存在一些大电流信号和需要隔离的信号, 对于这类的信号不适合使用板卡直接采集或者驱动。这里, 大电流信号是指电流值大于 1A 的信号, 例如直接由开关控制的刹车灯; 需要隔离的信号是指汽车电子电器系统中具有通讯协议的信号, 例如 CAN BUS、LIN BUS 信号, 即对汽车电子电器系统中的电源和控制信号进行隔离。为此, 本发明的一个实施例设计了继电器板卡作为处理此类信号的特殊信号处理模块, 特殊信号处理模块可以被设置在反馈信号采集模块 13 中和 / 或激励信号发生模块 12 中。为了能够保护汽车电子电器系统 30 中的零部件, 在继电器板卡的每一组继电器中加入相应规格的保险丝。继电器的驱动电路可以采用 ULN2803 驱动芯片, 这样使得驱动能力弱的商业板卡的 IO 信号能正常驱动各种型号的继电器。在继电器电源输入端接入了限流电阻欧姆, 用于保护输入电源和消除浪涌, 同时每组继电器使用的时候有相应的指示灯进行标示当前的工作状态。

[0053] 根据实际信号的需要, 可以选取各种型号的继电器, 如下表所示:

[0054] 表 2

[0055]

	电流限值 (A)	开关状态	数量	用途
1	50	常开	4	系统的电源
2	20	常闭+常开	7+3	外灯系统
3	10	常开	10	车窗系统

[0056] 通过在激励信号发生模块或反馈信号采集模块中设置一个或多个信号调理模块可以使得商业板卡或者普通板卡较好地适用于汽车电子电气系统。

[0057] 根据本发明的实施例,自动化集成测试系统 10 可以通过物理通道与汽车电子电器系统 30 连接。这里,汽车电子电器系统 30 可以是被测系统的实物载体,其使用实车的线束和零部件并且具有和实车相同的电气功能。待测试的汽车电子电器系统 30 可以包括,例如外灯系统、锁系统。作为示例,汽车电子电器系统 30 中的子系统可以被设置在一个系统集成测试的台架中,而且可以在控制器模块 11 中加载硬件资源管理模型。基于该模型,控制器模块 11 可以对整个自动化集成测试系统 10 中的硬件资源进行系统管理和合理分配,并且控制所述输出信号与所述自汽车电子电器系统各个子系统的物理通道之间的映射。利用硬件资源管理模型有利于本发明的技术方案在这样不同测试平台和测试项目之间的复用。

[0058] 在本发明的一个实施例中,自动化集成测试系统 10 与汽车电子电器系统 30 通过物理硬线直接连接,测试信号分为激励信号和反馈信号两组,并且激励信号和反馈信号与汽车电子电器系统 30 中的原始信号采取并联的连接方式。这样做可以有效防止测试信号干扰汽车电子电器系统 30 中各子系统的原始工作状态。

[0059] 图 3 是根据本发明实施例的系统物理连接示意图。其中,测试硬件系统(即自动化集成测试系统)通过信号转接盒 31 连接到所述汽车电子电器系统,承载反馈状态信号和激励信号输入的两条测试连接线与带有车身控制器的真实电气的负载并联。其中,所述信号转接盒为三通盒信号转接盒为普通的三通盒,实现了在不损伤线束本身的同时,能容易地找到需要检测的引脚,方便地将信号从盒体的三通插拔件引出,实现电气检测操作的简化。同时也可以将自动化测试系统与测试台架人工隔断,隔断后台架可以进行手工测试。

[0060] 下面简要描述根据本发明的一个实施例的系统测试过程:

[0061] a. 测试工程师启动系统的软件和硬件,将测试脚本文件下载到测试硬件系统的控制器单元中。

[0062] b. 测试工程师根据测试需求选择需要自动化测试的系统,如外灯系统,锁系统等。

[0063] c. 运行测试脚本,上位机实时监测测试任务的进程和汽车系统各类信号,虚拟界面显示台架的电气系统的信息。

[0064] d. 系统集成测试台架在接收激励信号后,汽车系统中各个控制器和部件产生相应的动作,同时测试台架将各种反馈信号反馈到测试硬件系统中。

[0065] e. 测试序列运行完成后,测试的结果保存在相应的 Excel 表格中,运行中的各种错误提示和测试文字性结论在保存在相应测试报告中。

[0066] f. 测试工程师查看测试结果整理测试报告。

[0067] 上文中,参照附图描述了本发明的具体实施方式。但是,本领域中的普通技术人员能够理解,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,还可以对本发明的具体实施方式作各种变更和替换。这些变更和替换都落在本发明权利要求书所限定的范围内。

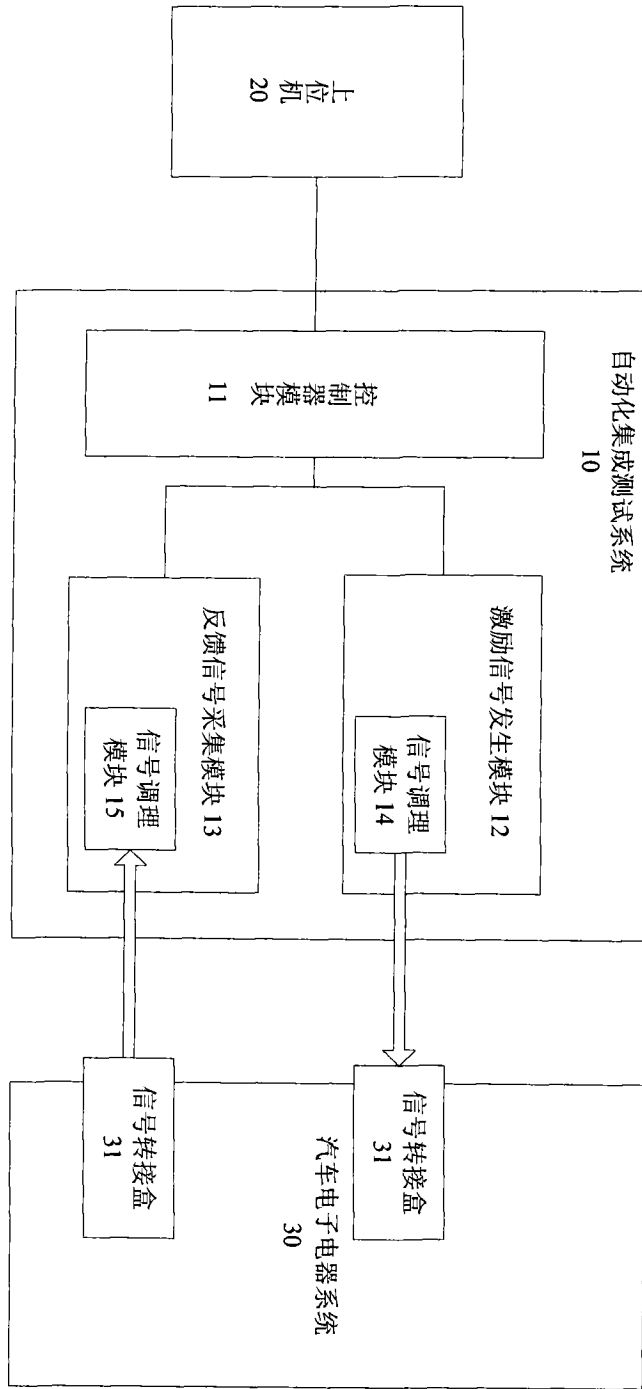


图 1

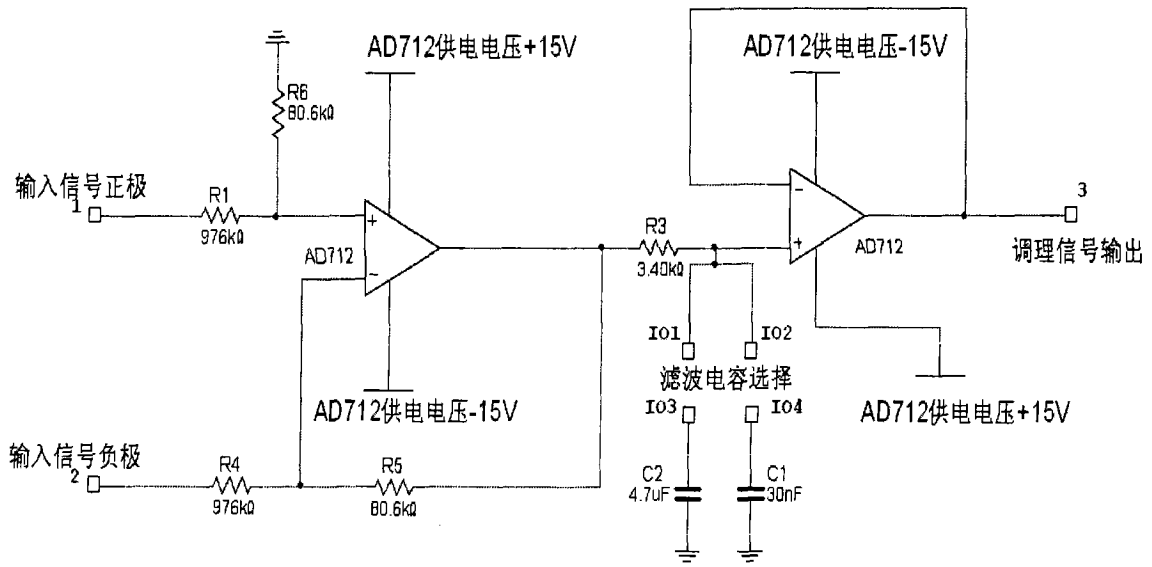


图 2A

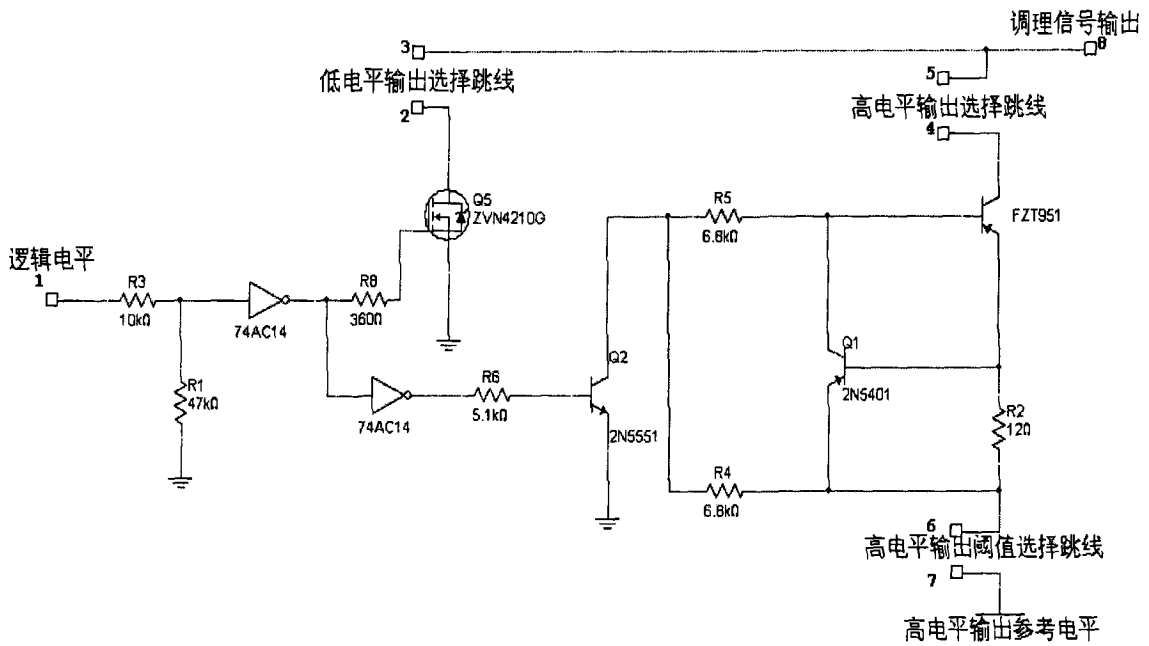


图 2B

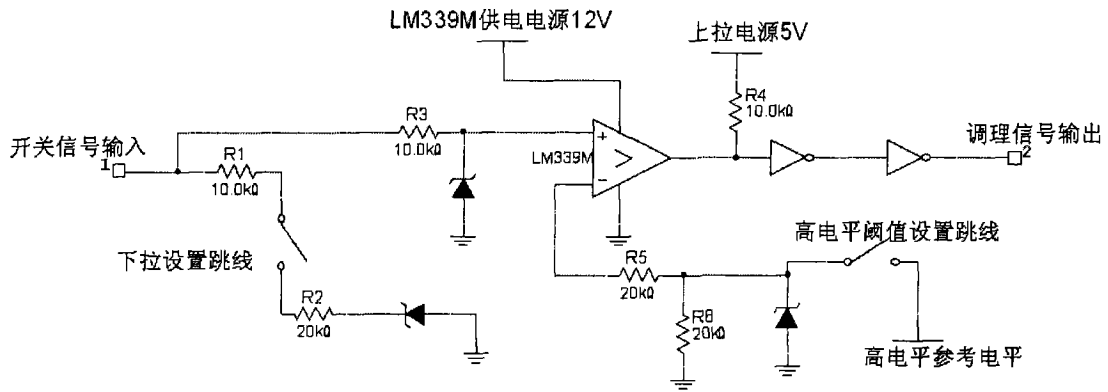


图 2C

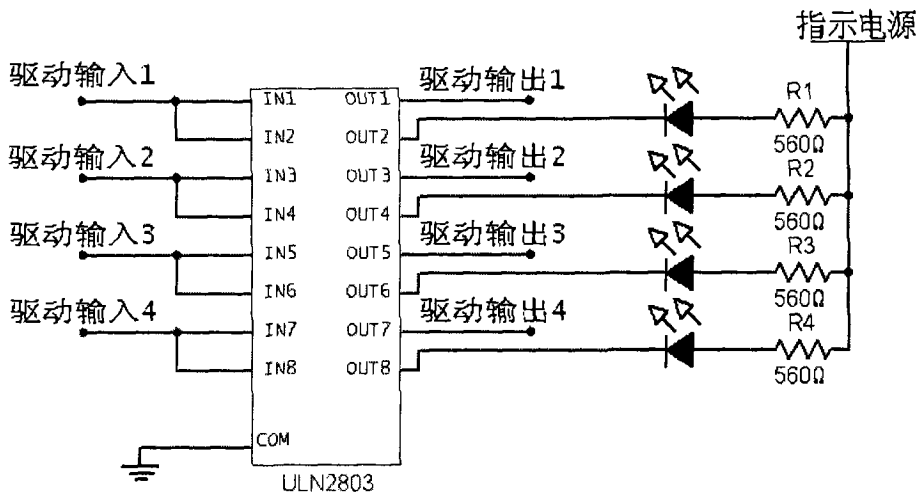
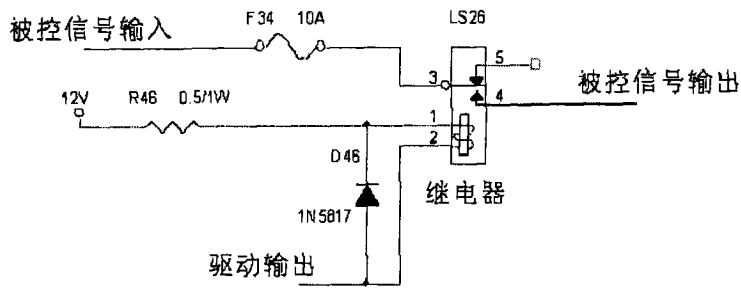


图 2D

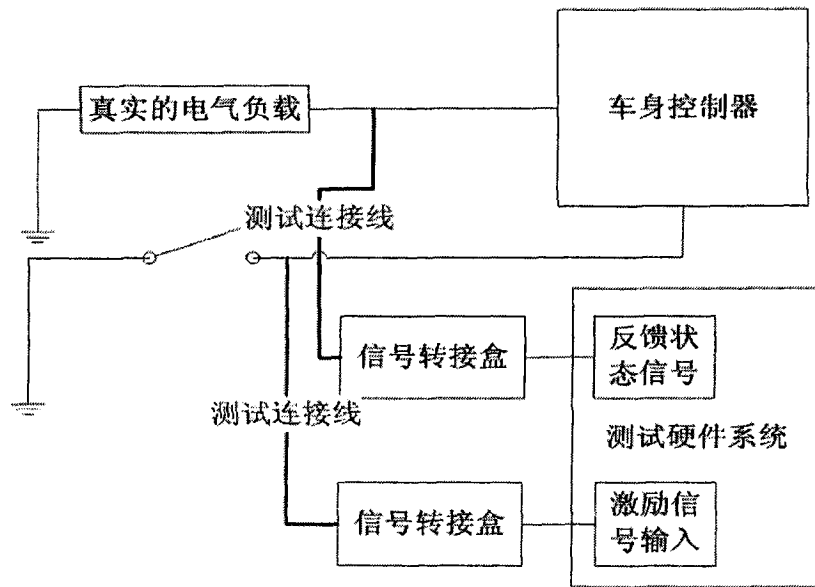


图 3