



(12) 发明专利申请

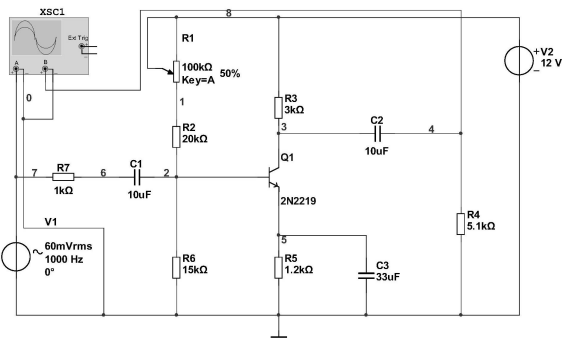
(10) 申请公布号 CN 116110275 A
(43) 申请公布日 2023. 05. 12

(21) 申请号 202310130649.4
(22) 申请日 2023.02.16
(71) 申请人 华南理工大学
地址 510641 广东省广州市天河区五山路
(72) 发明人 曾嘉钟
(74) 专利代理机构 广州市科丰知识产权代理事
务所(普通合伙) 44467
专利代理师 罗啸秋
(51) Int.Cl.
G09B 23/18 (2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称
一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统
及方法
(57) 摘要

本发明属于模拟电子及数字电子实验教学系统领域,公开了一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统及方法。所述电路实验教学系统包括实物电路和虚拟电路控制平台,所述实物电路和虚拟电路控制平台之间通过可编程逻辑控制器电连接。所述教学方法包括如下步骤:将实物电路与虚拟电路控制平台通过可编程逻辑控制器开关连接,通过电脑控制生成虚拟电路,虚拟仿真软件同步模拟仿真,通过对仿真电路的修改反馈到可编程逻辑控制器开关,从而改变实物电路连接。本发明基于数字孪生技术的理念,设计实物电路和虚拟仿真的数字孪生系统,通过对仿真电路的修改控制改变实物电路连接,使学生直观观察实物与仿真的相互预测和印证关系,加深对实验原理的理解。



1. 一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统,其特征在于,包括实物电路和虚拟电路控制平台,所述实物电路和虚拟电路控制平台之间通过可编程逻辑控制器电连接。

2. 根据权利要求1所述的一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统,其特征在于,所述实物电路包括实体电路元件和示波器、万用表、信号发生器中的至少一种。

3. 根据权利要求2所述的一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统,其特征在于,所述实体电路元件包括开关、电阻、电容、电感、二极管、晶体管、传感器、变压器中的至少一种。

4. 根据权利要求1所述的一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统,其特征在于,所述虚拟电路控制平台包括虚拟电路生成器和虚拟仿真软件。

5. 根据权利要求4所述的一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统,其特征在于,所述虚拟电路生成器是指电脑。

6. 根据权利要求4所述的一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统,其特征在于,所述虚拟仿真软件包括Multisim、Quantus II。

7. 一种基于数字孪生技术的电路实验教学方法,其特征在于,包括如下步骤:

将实物电路与虚拟电路控制平台通过可编程逻辑控制器开关连接,通过电脑控制生成虚拟电路,虚拟仿真软件同步模拟仿真,通过对实物电路的修改反馈到可编程逻辑控制器,可编程逻辑控制器将修改信息发送至电脑,同步转化为仿真软件的修改;或对仿真电路的修改反馈到可编程逻辑控制器,可编程逻辑控制器将修改信息发送至实物电路,同步转化为实物电路的修改。

8. 根据权利要求7所述的一种基于数字孪生技术的电路实验教学方法,其特征在于,所述对实物电路的修改或对仿真电路的修改包括电路节点之间的导线连接或断开、电路元件的更换或参数调整。

一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于模拟电子及实验教学系统领域,具体涉及一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统及方法。

背景技术

[0002] 在模拟电子技术、数字电子技术和电路实验教学中,通常运用到实物电路和仿真软件,但两者往往是各自独立教学的,缺乏交互性。

[0003] 数字孪生技术是指以数字化的方式建立物理实体的多维度、多时空尺度、多学科、多途径、多物理量、多概率的数字化实体(动态虚拟模型)来仿真、刻画和反应物理实体在真实环境中的属性、行为和规则等特性。首先基于高精度的物理模型、历史数据以及传感器实时数据更新构建物理实体完整映射在数字化空间(虚拟空间)的虚拟模型,从而反映相对应的物理实体的全生命周期过程的技术。实现物理实体的健康状态、剩余使用寿命以及任务可达性的预测,并能够比较预测结果与真实响应,及时发现未知问题,进而对物理实体系统触发自修复机制和任务重规划以降低损失和错误发生。数字孪生技术作为解决“工业4.0”时代信息融合、智能制造理念与目标的关键技术,得到学界广泛关注与研究,并被工业界引入到越来越多的领域落地应用。

[0004] 专利CN115064020A公开了一种基于数字孪生技术的智慧教学方法、系统及存储介质,包括:采集实训教学设备实体数据信息,根据实体数据信息生成实训教学设备的点云数据,通过点云数据进行三维重建生成实训教学设备的三维重建模型;将实训教学设备的三维重建模型建立数字孪生体模型,根据数字孪生体模型构建虚拟交互场景;目标用户通过交互终端进行实训学习,获取目标用户在实训过程中的操作学习信息,根据操作学习信息评价目标用户的实训学习状况;根据目标用户的实训学习状况制定适应性实训教学计划,通过周期性考核制度对适应性实训教学计划进行更新修正。该发明通过数字孪生融合实训教学过程,提高了实训效率,同时有效解决培训效率低、危险系数高等问题。但该专利技术只是利用数字孪生体模型构建虚拟交互场景,目标用户通过交互终端进行实训学习,不涉及教学设备实体与数字孪生体模型之间的交互。

[0005] 对于将数字孪生技术应用到电路实验教学,以增强实物电路和仿真软件的交互性目前还未有相应的报道。

发明内容

[0006] 针对以上现有技术存在的缺点和不足之处,本发明的首要目的在于提供一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统。本发明的电路实验教学系统基于数字孪生技术的理念,设计实物电路和虚拟仿真的数字孪生系统,该系统可运用于各类电路实验教学中,使学生直观观察实物与仿真的相互预测和印证关系,加深对实验原理的理解。

[0007] 本发明的再一目的在于提供一种基于数字孪生技术的电路实验教学方法。本发明的电路实验教学方法简单直观,通过对仿真电路的修改控制改变实物电路连接,能够直观

观察实物与仿真的相互预测和印证关系。

[0008] 本发明目的通过以下技术方案实现：

[0009] 一种基于数字孪生技术的电路实验教学系统，包括实物电路和虚拟电路控制平台，所述实物电路和虚拟电路控制平台之间通过可编程逻辑控制器电连接。

[0010] 进一步地，所述实物电路包括实体电路元件和示波器、万用表、信号发生器等仪器。

[0011] 更进一步地，所述实体电路元件可列举如开关、电阻、电容、电感、二极管、晶体管、传感器、变压器等。

[0012] 进一步地，所述虚拟电路控制平台包括虚拟电路生成器和虚拟仿真软件。

[0013] 更进一步地，所述虚拟电路生成器是指电脑。

[0014] 更进一步地，所述虚拟仿真软件包括Multisim、QuantusII等。

[0015] 一种基于数字孪生技术的电路实验教学方法，包括如下步骤：

[0016] 将实物电路与虚拟电路控制平台通过可编程逻辑控制器开关连接，通过电脑控制生成虚拟电路，虚拟仿真软件同步模拟仿真，通过对实物电路的修改反馈到可编程逻辑控制器，可编程逻辑控制器将修改信息发送至电脑，同步转化为仿真软件的修改；或对仿真电路的修改反馈到可编程逻辑控制器，可编程逻辑控制器将修改信息发送至实物电路，同步转化为实物电路的修改。

[0017] 进一步地，所述对实物电路的修改或对仿真电路的修改包括电路节点之间的导线连接或断开、电路元件的更换或参数调整等。

[0018] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0019] 本发明的电路实验教学系统基于数字孪生技术的理念，设计实物电路和虚拟仿真的数字孪生系统，该系统可运用于各类电路实验教学中，通过对仿真电路的修改控制改变实物电路连接，使学生直观观察实物与仿真的相互预测和印证关系，加深对实验原理的理解。

附图说明

[0020] 图1为实施例1中的一种单级晶体管放大电路图。

[0021] 图2为实施例2中的一种反向放大运算电路图。

[0022] 图3为实施例3中的一种减法运算电路图。

[0023] 图4为实施例4中的一种整流滤波稳压电路图。

具体实施方式

[0024] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述，但本发明的实施方式不限于此。

[0025] 实施例1

[0026] 本实施例一种单级晶体管放大电路，其电路图如图1所示，来自一个经典的电路实验教学案例。将实物电路与虚拟电路控制平台通过可编程逻辑控制器开关连接，通过计算机控制生成虚拟电路，虚拟仿真软件（如Multisim、QuantusII）同步模拟仿真。在实物连接中，各个连接导线由可编程逻辑控制器的开关电路代替。数字孪生过程的实现包括两个方

面:第一,当某两个元件间的实物电路连通时,可编程逻辑电路发送接通信号到计算机,转化为仿真软件的电路连接;相反地,仿真电路也可以发送导线联通信息到可编程逻辑电路,从而控制开关电路导通和断开。第二,根据实验教学需要,调整可调电阻R1的阻值,改变负载电阻R4,改变输入信号的电压、频率和波形,以及调整示波器进行观察,实物电路的改变都同步在仿真电路上反映;仿真电路的相应元件参数的调整,也会反馈到实物电路。

[0027] 实施例2

[0028] 本实施例的一种反向放大运算电路,其电路图如图2所示。将实物电路与虚拟电路控制平台通过可编程逻辑控制器开关连接,通过计算机控制生成虚拟电路,虚拟仿真软件(如Multisim、QuantusII)同步模拟仿真。在实物连接中,各个连接导线由可编程逻辑控制器的开关电路代替。数字孪生过程的实现包括两个方面:第一,当某两个元件间的实物电路连通时,可编程逻辑电路发送接通信号到计算机,转化为仿真软件的电路连接;相反地,仿真电路也可以发送导线联通信息到可编程逻辑电路,从而控制开关电路导通和断开。第二,根据实验教学需要,调整可调电阻R1、R2、R3的阻值,改变输入信号V3的电压等参数,实物电路的改变都同步在仿真电路上反映;仿真电路的相应元件参数的调整,也会反馈到实物电路。

[0029] 实施例3

[0030] 本实施例的一种减法运算电路,其电路图如图3所示。将实物电路与虚拟电路控制平台通过可编程逻辑控制器开关连接,通过计算机控制生成虚拟电路,虚拟仿真软件(如Multisim、QuantusII)同步模拟仿真。在实物连接中,各个连接导线由可编程逻辑控制器的开关电路代替。数字孪生过程的实现包括两个方面:第一,当某两个元件间的实物电路连通时,可编程逻辑电路发送接通信号到计算机,转化为仿真软件的电路连接;相反地,仿真电路也可以发送导线联通信息到可编程逻辑电路,从而控制开关电路导通和断开。第二,根据实验教学需要,调整可调电阻R1、R2、R3、R4的阻值,改变输入信号V3、V4的电压等参数,实物电路的改变都同步在仿真电路上反映;仿真电路的相应元件参数的调整,也会反馈到实物电路。

[0031] 实施例4

[0032] 本实施例的一种整流滤波稳压电路,其电路图如图4所示。将实物电路与虚拟电路控制平台通过可编程逻辑控制器开关连接,通过计算机控制生成虚拟电路,虚拟仿真软件(如Multisim、QuantusII)同步模拟仿真。在实物连接中,各个连接导线由可编程逻辑控制器的开关电路代替。数字孪生过程的实现包括两个方面:第一,当某两个元件间的实物电路连通时,可编程逻辑电路发送接通信号到计算机,转化为仿真软件的电路连接;相反地,仿真电路也可以发送导线联通信息到可编程逻辑电路,从而控制开关电路导通和断开。第二,根据实验教学需要,调整可调电阻R1、R2的阻值,改变输入信号V1的电压参数和C1的电容参数,实物电路的改变都同步在仿真电路上反映;仿真电路的相应元件参数的调整,也会反馈到实物电路。

[0033] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其它的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

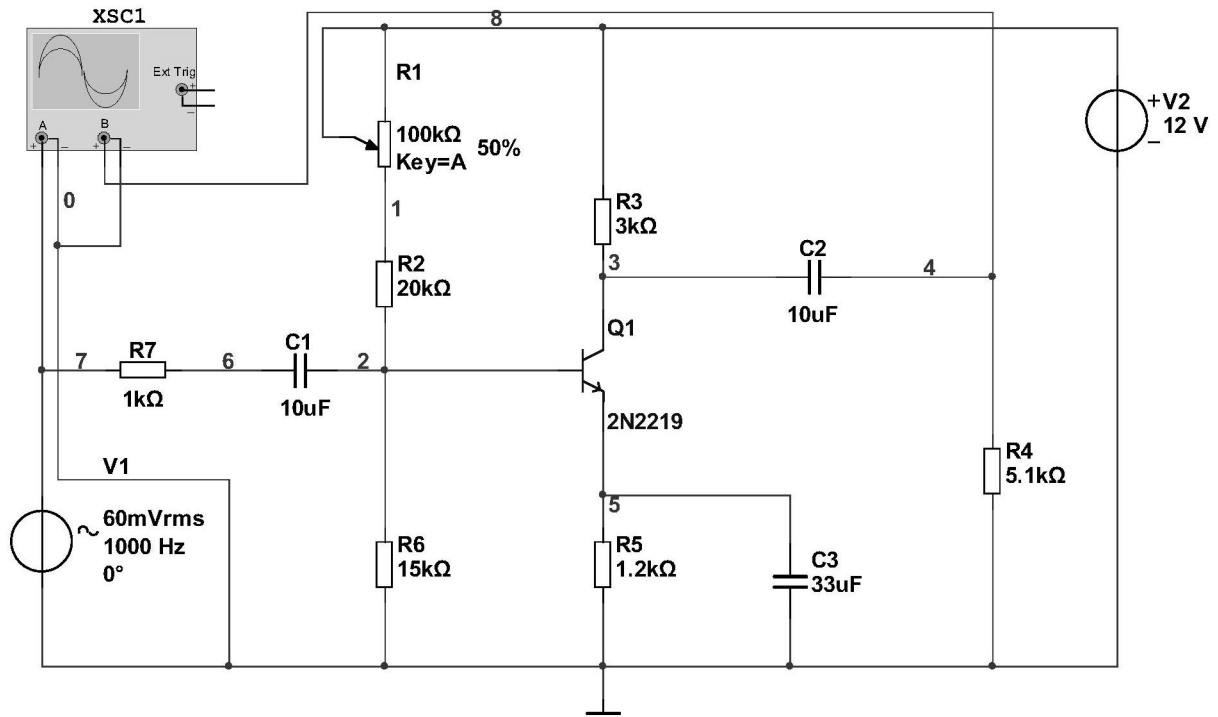


图1

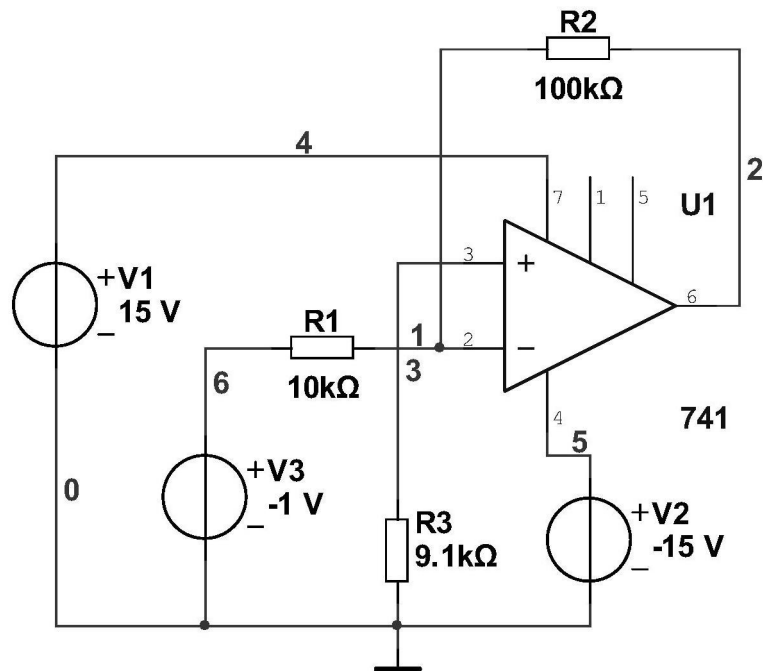


图2

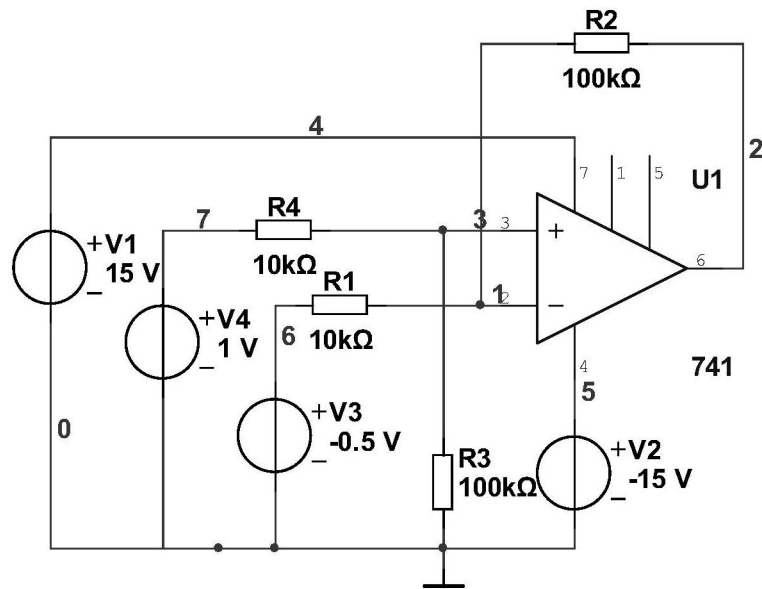


图3

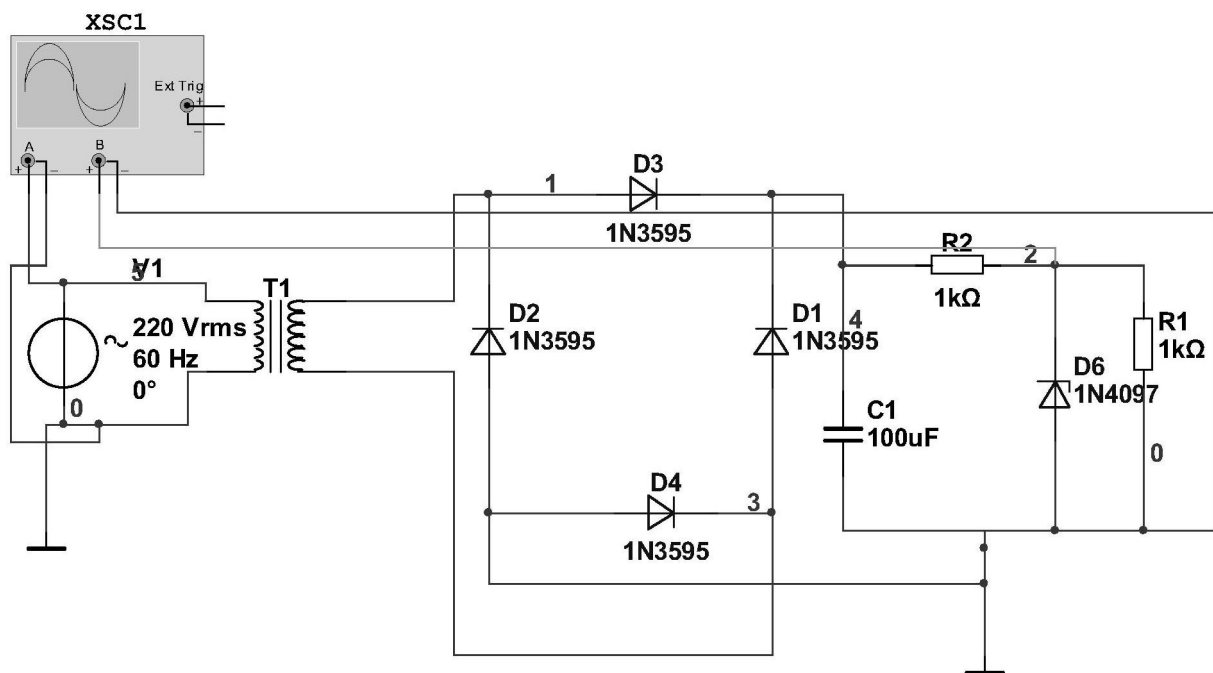


图4