



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114662303 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 24

(21) 申请号 202210250655.9

(22) 申请日 2022.03.15

(71) 申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区回龙观镇北农
路2号

(72) 发明人 张悦 李怡辰 姚逸凡 邱子鉴
李子健 罗柱斌 刘晋

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
专利代理师 杜阳阳

(51) Int. Cl.

G06F 30/20 (2020.01)

G06F 30/34 (2020.01)

G06F 9/455 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种虚拟电路实验室及其制作方法、使用方
法

(57) 摘要

本发明涉及一种虚拟电路实验室及其制作
方法、使用方法,属于电磁暂态实时仿真实验领
域,Arduino控制器为控制装置,FPGA为执行装
置,显示屏负责指令的输入和结果的输出显示,
虚拟电路实验室可以随时随地进行实验,并且使
用时仅需选择实验类型和输入数据即可得到实
验结果,实验方式的更新极大地方便和简化了实
验的过程,提高了暂态仿真实验的简便性。



1. 一种虚拟电路实验室,其特征在于,所述虚拟电路实验室包括:Arduino控制器、FPGA和显示屏;

显示屏的输出端与Arduino控制器的第一输入端连接,Arduino控制器的第一输出端与FPGA的输入端连接;所述显示屏用于接收电路选择指令和电路参数,并将接收的电路选择指令和电路参数传输至Arduino控制器;所述Arduino控制器用于将电路选择指令转换为电路选择电平信号,并将电路选择电平信号和电路参数传输至FPGA;

所述FPGA用于根据电路选择电平信号和电路参数运行对应的实时仿真实验电路,并产生实验结果;所述FPGA编写有各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法;

FPGA的输出端与Arduino控制器的第一输入端连接,Arduino控制器的第二输出端与显示屏的输入端连接;所述FPGA还用于根据显示屏接收的实验结果显示指令,通过Arduino控制器将相应的实验结果传输至显示屏进行显示。

2. 根据权利要求1所述的虚拟电路实验室,其特征在于,所述虚拟电路实验室还包括:封装箱体;

显示屏与封装箱体连接,显示屏和封装箱体一起构成一个完整的腔体;Arduino控制器和FPGA均设置于所述腔体中。

3. 根据权利要求2所述的虚拟电路实验室,其特征在于,所述封装箱体上设置有供电插口、第一代下载口和第二代下载口;

所述供电插口分别与Arduino控制器和FPGA连接;

所述第一代下载口与Arduino控制器连接;所述第二代下载口与FPGA连接。

4. 根据权利要求1所述的虚拟电路实验室,其特征在于,所述FPGA包括:

电路数学模型构建模块,用于构建各实验电路的数学模型;

运算时序构建模块,用于构建各实验电路的数学模型的运算时序;

仿真算法编写模块,用于编写各实验电路的电磁暂态仿真算法;

运行结果生成模块,用于基于图像生成算法生成实验结果;所述实验结果包括电压波形和电流波形。

5. 根据权利要求4所述的虚拟电路实验室,其特征在于,所述FPGA还包括:寄存器;

所述寄存器用于暂存本次实验结果。

6. 一种虚拟电路实验室的制作方法,其特征在于,所述制作方法包括:

构建各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法;

将各实验电路的数学模型和电磁暂态仿真算法写入FPGA,并根据运算时序编写FPGA可执行代码;

根据控制和显示需求,对Arduino控制器进行相应代码的编写;

进行通讯串口的测试,以最直接方便可行的通讯方式实现Arduino控制器和FPGA之间的联络;

连接Arduino控制器和显示屏。

7. 根据权利要求6所述的虚拟电路实验室的制作方法,其特征在于,所述构建各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法,之后还包括:

利用仿真软件或实物实验验证电磁暂态仿真算法的正确性。

8. 一种虚拟电路实验室的使用方法,其特征在于,所述使用方法包括:

打开虚拟电路实验室;

在所述虚拟电路实验室的显示屏上选择实验电路;

在选择实验电路后自动跳出的对应参数矩阵中输入电路参数;

运行选择的实验电路;

实验电路运行结束后选择相关变量的实验结果;所述相关变量的实验结果包括电压波形,电流波形,电压均值和电流均值;

通过显示屏显示相关变量的实验结果。

一种虚拟电路实验室及其制作方法、使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电磁暂态实时仿真实验领域,特别是涉及一种虚拟电路实验室及其制作方法、使用方法。

背景技术

[0002] 高校电气工程专业的学生都需要在物理实验室开展相关的电路实验。物理实验室存在的问题有:

[0003] 1. 该类实验的电压较高,学生独自实验危险性较高,需要老师陪同在场检查。

[0004] 2. 该类实验容易因为操作不当对试验台造成损伤,维修周期将会影响相关实验教学计划的实施。

[0005] 3. 学生开展实验必须去实验室进行,学生不能根据自己的时间情况灵活地开展相关实验,缺乏一定地灵活性。

[0006] 实验仿真平台依托虚拟现实与多媒体技术,融合多种互动硬件设置,对实验教学的各个环节进行真实的模拟仿真,成为电气工程专业实验教学的重要手段。而目前现有的实验仿真平台仍存在以下问题:

[0007] 1. 想要利用仿真平台进行仿真实验需要学习相关的模块和软件。

[0008] 2. 仿真实验进行需要随时带电脑且需要下载相关的仿真程序。

[0009] 可见,实验仿真平台同样给学生实验带来不便。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种虚拟电路实验室及其制作方法、使用方法,以提高暂态仿真实验的简便性。

[0011] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0012] 一种虚拟电路实验室,所述虚拟电路实验室包括:Arduino控制器、FPGA和显示屏;

[0013] 显示屏的输出端与Arduino控制器的第一输入端连接,Arduino控制器的第一输出端与FPGA的输入端连接;所述显示屏用于接收电路选择指令和电路参数,并将接收的电路选择指令和电路参数传输至Arduino控制器;所述Arduino控制器用于将电路选择指令转换为电路选择电平信号,并将电路选择电平信号和电路参数传输至FPGA;

[0014] 所述FPGA用于根据电路选择电平信号和电路参数运行对应的实时仿真实验电路,并产生实验结果;所述FPGA编写有各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法;

[0015] FPGA的输出端与Arduino控制器的第一输入端连接,Arduino控制器的第二输出端与显示屏的输入端连接;所述FPGA还用于根据显示屏接收的实验结果显示指令,通过Arduino控制器将相应的实验数据、实验波形等实验结果传输至显示屏进行显示。

[0016] 可选的,所述虚拟电路实验室还包括:封装箱体;

[0017] 显示屏与封装箱体连接,显示屏和封装箱体一起构成一个完整的腔体;Arduino控

制器和FPGA均设置于所述腔体中。

[0018] 可选的,所述封装箱体上设置有供电插口、第一代码下载口和第二代码下载口;

[0019] 所述供电插口分别与Arduino控制器和FPGA连接;

[0020] 所述第一代码下载口与Arduino控制器连接;所述第二代码下载口与FPGA连接。

[0021] 可选的,所述FPGA包括:

[0022] 电路数学模型构建模块,用于构建各实验电路的数学模型;

[0023] 运算时序构建模块,用于构建各实验电路的数学模型的运算时序;

[0024] 仿真算法编写模块,用于编写各实验电路的电磁暂态仿真算法;

[0025] 运行结果生成模块,用于基于图像生成算法生成实验结果;所述实验结果包括电压波形和电流波形。

[0026] 可选的,所述FPGA还包括:寄存器;

[0027] 所述寄存器用于暂存本次实验结果。

[0028] 一种虚拟电路实验室的制作方法,所述制作方法包括:

[0029] 构建各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法;

[0030] 将各实验电路的数学模型和电磁暂态仿真算法写入FPGA,并根据运算时序编写FPGA可执行代码;

[0031] 根据控制和显示需求,对Arduino控制器进行相应代码的编写;

[0032] 进行通讯串口的测试,以最直接方便可行的通讯方式实现Arduino控制器和FPGA之间的联络;

[0033] 连接Arduino控制器和显示屏。

[0034] 可选的,所述构建各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法,之后还包括:

[0035] 利用仿真软件或实物实验验证电磁暂态仿真算法的正确性。

[0036] 一种虚拟电路实验室的使用方法,所述使用方法包括:

[0037] 打开虚拟电路实验室;

[0038] 在所述虚拟电路实验室的显示屏上选择实验电路;

[0039] 在选择实验电路后自动跳出的对应参数矩阵中输入电路参数;

[0040] 运行选择的实验电路;

[0041] 实验电路运行结束后选择相关变量的实验结果;所述相关变量的实验结果包括电压波形,电流波形,电压均值和电流均值;

[0042] 通过显示屏显示相关变量的实验结果。

[0043] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0044] 本发明公开一种虚拟电路实验室及其制作方法、使用方法,Arduino控制器为控制装置,FPGA为执行装置,显示屏负责指令的输入和结果的输出显示,虚拟电路实验室可以随时随地进行实验,并且使用时仅需选择实验类型和输入数据即可得到实验结果,实验方式的更新极大地方便和简化了实验的过程,提高了暂态仿真实验的简便性。

附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所

需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0046] 图1为本发明提供的虚拟电路实验室的结构图;

[0047] 图2为本发明提供的虚拟电路实验室的使用方法的流程图。

具体实施方式

[0048] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0049] 本发明的目的是提供一种虚拟电路实验室及其制作方法、使用方法,以提高暂态仿真实验的简便性。

[0050] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0051] 本发明提供了一种虚拟电路实验室,如图1所示,虚拟电路实验室包括:Arduino控制器、FPGA和显示屏。

[0052] 显示屏的输出端与Arduino控制器的第一输入端连接,Arduino控制器的第一输出端与FPGA的输入端连接;显示屏用于接收电路选择指令和电路参数,并将接收的电路选择指令和电路参数传输至Arduino控制器;Arduino控制器用于将电路选择指令转换为电路选择电平信号,并将电路选择电平信号和电路参数传输至FPGA。

[0053] FPGA用于根据电路选择电平信号和电路参数运行对应的实时仿真实验电路,并产生实验结果;FPGA编写有各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法。

[0054] FPGA的输出端与Arduino控制器的第一输入端连接,Arduino控制器的第二输出端与显示屏的输入端连接;FPGA还用于根据显示屏接收的实验结果显示指令,通过Arduino控制器将相应的实验数据、实验波形等实验结果传输至显示屏进行显示。显示屏显示包括输出量的均值,有效值以及其波形。

[0055] 本发明的虚拟电路实验室是由Arduino模块和FPGA模块以及显示屏三部分共同组成。FPGA模块的作用是实现电路的运算和数据的生成。Arduino的作用是对从显示屏收到的执行指令进行处理后转换成二进制高低电平信号决定FPGA哪一个模块的电路运行,并通过通讯串口接收FPGA输送来的数据,最后把接收的数据在显示屏上显示出来。Arduino是连接两者的媒介,其连接方式为信号传输线和排线。显示屏为触摸屏,除显示Arduino输送出的数据外,还兼顾数据输入的功能。

[0056] 虚拟电路实验室还包括:封装箱体。显示屏与封装箱体连接,显示屏和封装箱体一起构成一个完整的腔体;Arduino控制器和FPGA均设置于腔体中。显示屏在最上部,Arduino和FPGA在下层,产品封装后,只能看到外部的显示屏,内部的Arduino和FPGA不能被看到。

[0057] 封装箱体上设置有供电插口、第一代码下载口和第二代码下载口。供电插口分别与Arduino控制器和FPGA连接。第一代码下载口与Arduino控制器连接;第二代码下载口与

FPGA连接。

[0058] FPGA包括:电路数学模型构建模块、运算时序构建模块、仿真算法编写模块和运行结果生成模块。电路数学模型构建模块用于构建各实验电路的数学模型。运算时序构建模块用于构建各实验电路的数学模型的运算时序。仿真算法编写模块用于编写各实验电路的电磁暂态仿真算法。运行结果生成模块用于基于图像生成算法生成实验结果;实验结果包括电压波形和电流波形。

[0059] FPGA还包括:寄存器。寄存器用于暂存本次实验结果。在FPGA的内部还含有存储器。

[0060] 该虚拟电路实验室使用FPGA和Arduino结合实现暂态仿真实验的简便运行,其重要的一点在于实验方式的更新极大地方便和简化了实验的过程,在提高简便性的同时也极大地提高了暂态仿真实验的便利度和安全系数。

[0061] 本发明还提供了一种虚拟电路实验室的制作方法,制作方法包括:

[0062] 步骤1,构建各实验电路的数学模型、数学模型的运算时序和电磁暂态仿真算法。其中,还需要利用仿真软件或实物实验验证电磁暂态仿真算法的正确性。

[0063] 步骤2,将各实验电路的数学模型和电磁暂态仿真算法写入FPGA,并根据运算时序编写FPGA可执行代码。

[0064] 步骤3,根据控制和显示需求,对Arduino控制器进行相应代码的编写。

[0065] 步骤4,进行通讯串口的测试,以最直接方便可行的通讯方式实现Arduino控制器和FPGA之间的联络。

[0066] 步骤5,连接Arduino控制器和显示屏。

[0067] 以上方法步骤具体总结为:

[0068] 首先,完成各实验电路的电磁暂态仿真算法,并使用Matlab、PSCAD等仿真软件或实物实验验证算法的正确性。然后使用VHDL/verilog将上述算法及通讯功能写入FPGA。最后,编写Arduino代码,完成与FPGA通讯与屏幕显示功能。

[0069] 暂态仿真算法所涉及到的电路为电气专业学生所需的高电压大电流实验,实验所要得到的结果大多为波形,电压电流有效值和均值等。首先将电路转化为数学模型,然后构建数学化模型的运算时序,通过该时序编写FPGA可执行代码。然后,通过控制和显示需求,对Arduino进行设计,编写相应的代码。最终进行通讯串口的测试,寻找最直接方便可行的通讯方式实现Arduino和FPGA间的联络。

[0070] 本发明还提供了一种虚拟电路实验室的使用方法,如图2所示,使用方法包括:

[0071] 步骤1,打开虚拟电路实验室。

[0072] 步骤2,在虚拟电路实验室的显示屏上选择实验电路。

[0073] 步骤3,在选择实验电路后自动跳出的对应参数矩阵中输入电路参数。不同的电路对应不同的输入矩阵,例如:[电阻1电阻2电容1电容2开启角]。

[0074] 步骤4,运行选择的实验电路。

[0075] 步骤5,实验电路运行结束后选择相关变量的实验结果;相关变量包括电压波形,电流波形,电压均值和电流均值。

[0076] 步骤6,通过显示屏显示相关变量的实验结果。

[0077] 虚拟电路实验室要运行计算的电路为高电压大电流的实验,并且虚拟电路实验室

使用时不需要搭建电路,只需要选择电路并设置相关电路参数即可实现电路的运行并得到实验结果。

[0078] 虚拟电路实验室主要面向各高校电力有关专业的学生,帮助他们安全快捷实现各类高电压大电流等实验,包括电力电子中的整流电路,逆变电路等。相较于真实实验室,使用虚拟电路实验室能够更加安全,高效地得到相关的实验结果,可以避免因实验设施老化损坏影响实验进程与结果,并且能减少对试验台造成的损伤。又相较于传统仿真实验,省略了学习各仿真软件的繁杂过程,大幅降低了电力仿真实验的入门门槛。同时该虚拟电路实验室的体积小,设计轻巧便捷,可以在任意场景下进行实验,更能满足学生对实验的需求。

[0079] 本发明的优点为:

[0080] 1、操作简便

[0081] 该产品进行使用时仅需选择实验类型,输入数据即可得到实验结果。避免了仿真实验需要搭建电路和实物实验需要连接电路的过程。

[0082] 2、运行速度快,节约实验时间

[0083] 因为操作简便,可在短时间内进行多组实验,更快更好的分析实验结果。

[0084] 3、经济效益好

[0085] 因为虚拟电路实验室运行完全虚拟进行,不存在实际电路,因此不存在高电压和大电流,这能有效避免实验设备的损伤,有很好的经济效益。因为虚拟运行,对所需器材耐压耐流要求小,该产品的价格将明显低于实验室设备的价格。

[0086] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0087] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。



图1

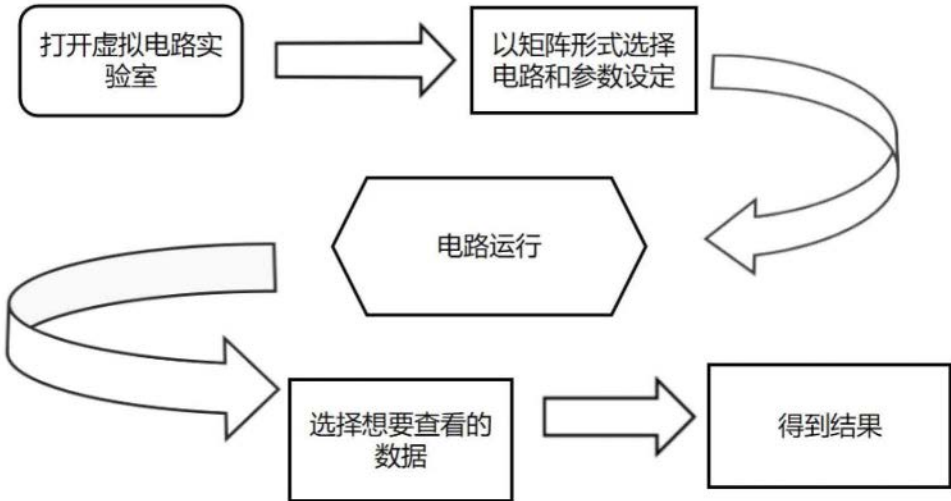


图2