



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103257582 A

(43) 申请公布日 2013.08.21

(21) 申请号 201310108175. X

(22) 申请日 2013.03.29

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 上海市电力公司

华东电力试验研究院有限公司

(72) 发明人 崔勇 郭强

(74) 专利代理机构 上海三和万国知识产权代理

事务所(普通合伙) 31230

代理人 陈伟勇

(51) Int. Cl.

G05B 17/02(2006.01)

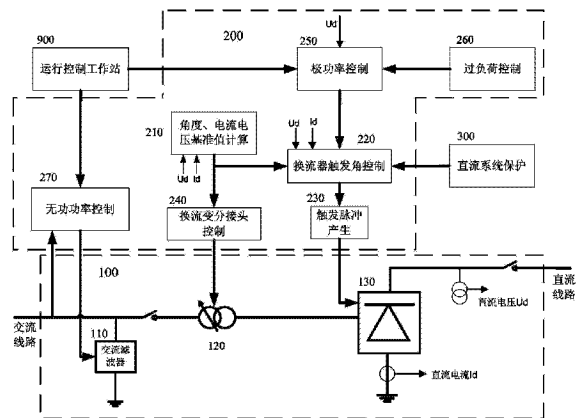
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置

(57) 摘要

一种基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,属于电气测量领域,尤其涉及一种用于高压直流输电设备的直流控制保护系统仿真研究的仿真测试装置,包括控制单元,直流系统保护单元,运行控制工作站通过极功率控制模块连接到换流器触发角控制模块;换流器触发角控制模块通过触发脉冲产生模块,连接到晶闸管换流器;直流系统保护单元连接到换流器触发角控制模块,在直流系统故障状态时向传送换流器触发角控制模块闭锁信号。该装置可真实地模拟、反映直流控制保护装置的运行状态,为直流控制保护装置的研究或设计提供相应的仿真结果,混合仿真模式可以减轻 RTDS 仿真器的运算负担,有利于提高仿真装置的建模仿真精度。



1. 一种基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,用于高压直流输电设备的直流控制保护系统的仿真,所述的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置包括控制单元,直流系统保护单元和运行控制工作站,以及用于对高压直流输电设备进行实时数字仿真的 RTDS 实时数字仿真仪,所述的高压直流输电设备包括连接在一次回路的交流滤波器投切装置,换流变压器和晶闸管换流器,其特征在于:

所述的控制单元包括换流器触发角控制模块,触发脉冲产生模块,极功率控制模块和过负荷控制模块;

所述的运行控制工作站通过极功率控制模块连接到所述的换流器触发角控制模块;

所述的换流器触发角控制模块通过所述的触发脉冲产生模块,连接到所述的晶闸管换流器;

所述的直流系统保护单元连接到所述的换流器触发角控制模块,在直流系统故障状态时向传送换流器触发角控制模块闭锁信号。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,其特征在于所述的控制单元还包括角度、电流电压基准值计算模块和换流变分接头控制模块;所述的角度、电流电压基准值计算模块连接到所述的换流器触发角控制模块,并通过换流变分接头控制模块连接到所述换流变压器的分接头。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,其特征在于所述的控制单元还包括无功功率控制模块;所述的运行控制工作站通过无功功率控制模块连接到所述的交流滤波器投切装置。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,其特征在于所述的直流控制保护仿真装置为混合仿真装置;所述的高压直流输电设备是 RTDS 仿真器实时数字仿真的虚拟设备;所述的控制单元和直流系统保护单元是用于直流控制保护装置二次回路的真实设备;所述直流控制保护装置连接到 RTDS 仿真器的接口。

一种基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置

技术领域

[0001] 本发明属于电气测量领域,尤其涉及一种用于高压直流输电设备的直流控制保护系统仿真研究的仿真测试装置。

背景技术

[0002] 电力需求的不断增长导致了输电系统向长距离、大容量和高稳定性的方向发展。随着各电网区域内的特高压交流输电工程和高压直流输电工程的建设项目不断增加,用电量集中区域的电网呈现出明显的多直流馈入的特高压交直流混联受端电网特征,电网结构紧密,多条交直流线路之间电气距离更加紧密,特高压和超高压交流系统故障后,易引发包含高压直流在内的多条直流同时换相失败,而多回直流的换相失败其恢复过程又将对交流系统产生较大冲击,如果各直流系统的恢复策略配合不当,则还有可能导致多条直流同时发生连续的换相失败,甚至引发直流闭锁。多回直流同时发生双极闭锁,大量潮流大范围转移或将引发系统稳定问题。这种交直流系统间的交互作用给特高压交直流混联受端电网的安全运行带来巨大挑战。

[0003] 因此,在高压直流输电工程的研究或设计阶段,必须对交直流系统间的交互作用给特高压交直流混联受端电网的稳定性进行试验和仿真,并参照试验和仿真结果,对研究或设计的结果进行验证,对系统的稳定性进行评估。中国实用新型专利“一种多馈入直流输电系统实时数字仿真模型”(实用新型专利号:ZL201210532559.X 授权公告号:CN102945004A)公开了多馈入直流输电系统实时数字仿真模型,其包括多个并联的等值超高压直流输电系统,所述超高压直流输电系统包括一次系统实时数字仿真模型和二次系统实时数字仿真模型;所述一次系统实时数字仿真模型包括换流站和直流输电线路,所述换流站设置在直流输电线路的两端;所述二次系统实时数字仿真模型包括换流站控制系统和保护系统,所述换流站控制系统和保护系统与换流站连接,用于控制和保护换流站的运行。通过换流站控制系统和保护系统对换流站运行的控制和保护,避免交流系统故障后易引发多回直流同时故障和多回直流故障及其恢复过程对交流系统产生的冲击。但是,该仿真模型没有涉及直流控制保护的仿真,无法真实地模拟反映高压直流输电直流控制保护系统的运行状态。

发明内容

[0004] 本发明的目的是要提供一种基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,其可真实地模拟反映高压直流输电直流控制保护的情况,为直流控制保护装置的研究或设计提供相应的仿真结果,解决为直流控制保护装置的研究或设计提供验证平台的技术问题。

[0005] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,用于高压直流输电设备的直流控制保护系统的仿真,所述的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置包括控制单元,直流系统保护单元和运行控制工作站,以及用于对高压直流输电设备进行实时数字仿真的 RTDS 实时数字

仿真仪,所述的高压直流输电设备包括连接在一次回路的交流滤波器投切装置,换流变压器和晶闸管换流器,其特征在于:

[0007] 所述的控制单元包括换流器触发角控制模块,触发脉冲产生模块,极功率控制模块和过负荷控制模块;

[0008] 所述的运行控制工作站通过极功率控制模块连接到所述的换流器触发角控制模块;

[0009] 所述的换流器触发角控制模块通过所述的触发脉冲产生模块,连接到所述的晶闸管换流器;

[0010] 所述的直流系统保护单元连接到所述的换流器触发角控制模块,在直流系统故障状态时向传送换流器触发角控制模块闭锁信号。

[0011] 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的一种较佳的技术方案,其特征在于所述的控制单元还包括角度、电流电压基准值计算模块和换流变分接头控制模块;所述的角度、电流电压基准值计算模块连接到所述的换流器触发角控制模块,并通过换流变分接头控制模块连接到所述换流变压器的分接头。

[0012] 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的一种更好的技术方案,其特征在于所述的控制单元还包括无功功率控制模块;所述的运行控制工作站通过无功功率控制模块连接到所述的交流滤波器投切装置。

[0013] 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的一种改进的技术方案,其特征在于所述的直流控制保护仿真装置为混合仿真装置;所述的高压直流输电设备是 RTDS 仿真器实时数字仿真的虚拟设备;所述的控制单元和直流系统保护单元是用于直流控制保护装置二次回路的真实设备;所述直流控制保护装置连接到 RTDS 仿真器的接口。

[0014] 本发明的有益效果是:

[0015] 1. 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置可真实地模拟、反映直流控制保护装置的运行状态,为直流控制保护装置的研究或设计提供相应的仿真结果;

[0016] 2. 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置具有跨平台仿真测试的优点,既可以在真实环境以实际元件实现,又可以在虚拟环境中以计算机软件来实现;

[0017] 3. 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的混合仿真模式,通过 RTDS 仿真器实时仿真高压直流输电设备的一次高压回路,配合采用直流控制保护装置二次回路的真实设备,可以减轻 RTDS 仿真器的运算负担,有利于提高仿真装置的建模仿真精度。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的电路原理图。

[0019] 图 2 是极功率控制模块的电路原理图。

[0020] 图 3 是过负荷限制仿真模块的电路原理图。

[0021] 图 4 是电压和角度参考值计算模块的电路原理图。

[0022] 图 5 是点火脉冲产生器模块的电路原理图。

[0023] 图 6 是无功控制模块的电路原理图。

[0024] 以上图中各部件的标号:100- 高压直流输电设备,110- 交流滤波器投切装置,120- 换流变压器,130- 晶闸管换流器,200- 控制单元,210- 角度、电流电压基准值计算模

块,220-换流器触发角控制模块,230-触发脉冲产生模块,240-换流变分接头控制模块,250-极功率控制模块,260-过负荷控制模块,270-无功功率控制模块,300-直流系统保护单元,900-运行控制工作站。2111~2114-第一至第四模式选择开关,2121~2123-第一至第三极值选择器,2131-第一速率限制器,2132-第二速率限制器,2141~2143-第一至第三减法器,2144-第一加法器,2151-第一比例元件,2152-第二比例元件,2161-第三施密特触发器,2642-第五模式选择开关,2323-第三加法器,2333-第三与门,2341-锁相环,2342-角度弧度换算元件,2343-第六模式选择开关,2351-第一触发脉冲发生器,2352-第二触发脉冲发生器,2510-电流指令计算单元,2511-第一除法器,2512-第三速率限制器,2513-第七模式选择开关,2514-第二加法器,2520-双极功率平衡控制单元,2521-第四速率限制器,2522-积分器,2523-反相器,2524-第八模式选择开关,2611~2614-第一至第四比较器,2621-第一与门,2622-第二与门,2631~2633-第一至第三定时器,2641-第九模式选择开关,2642-第十模式选择开关,2711~2713-第一至第三算术运算元件,2721~2722-第一和第二斯密特触发器,2731-第三比例元件,2741~2742-第三和第四与门,2751~2752-第四和第五定时器,INC_F_Q-滤波器无功上升信号端,DEC_F_Q-滤波器无功下降信号端,QCONTROL-无功控制信号端,QDCAC-无功计算值信号端,QDEAD-极限无功值信号端,QREF-无功参考值信号端,ALPHA_ORD-触发角指令信号端,UDREF_R-直流参考电压信号,SET_VOLT-设定电压输入端,MAXCUR-最大电流限制信号端,BIPOWER-功率信号输入端,DB-点火触发组件的解锁信号输入端,DeBlock-解锁信号端,B2DB-双极解锁信号端,ALPHA_ORD-触发角指令信号端,P2MODEI-点火模式信号,P2GQI-角度设定信号,PR_BLOCK-保护锁定信号端,IO_CFC-触发脉冲电流信号,IO_NOM-电流标称值,IDNC_100-晶闸管换流器的中性线电流信号,IDGND-晶闸管换流器的双极中性线电流信号,I010-极功率控制仿真装置输出的电流指令信号,Ud-直流电压信号。

具体实施方式

[0025] 为了能更好地理解本发明的上述技术方案,下面结合附图和实施例进行进一步详细描述。

[0026] 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置,用于高压直流输电设备的直流控制保护系统的仿真,所述的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的一个实施例如图 1 所示,包括控制单元 200,直流系统保护单元 300 和运行控制工作站 900,以及用于对高压直流输电设备 100 进行实时数字仿真的 RTDS 实时数字仿真仪,高压直流输电设备 100 包括连接在一次回路的交流滤波器投切装置 110,换流变压器 120 和晶闸管换流器 130;控制单元 200 包括换流器触发角控制模块 220,触发脉冲产生模块 230,极功率控制模块 250 和过负荷控制模块 260。运行控制工作站 900 通过极功率控制模块 250 连接到换流器触发角控制模块 220;换流器触发角控制模块 220 通过触发脉冲产生模块 230,连接到晶闸管换流器 130;直流系统保护单元 300 连接到换流器触发角控制模块 220,在直流系统故障状态时向传送换流器触发角控制模块闭锁信号。直流系统保护单元 300 对于直流系统非正常情况提供闭锁移相等控制手段,保证高压直流输电设备 100 能够安全稳定运行。运行控制工作站 900 可以是电力系统数据采集与监视控制系统 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)的运行人员工作站。SCADA 设备配置系统服务器、运行控制工作站 900、站 LAN

网交换机和 GPS 主时钟设备。服务器存储直流控制保护仿真装置的所有数据库、历史数据与趋势文件等。人机接口运行在运行控制工作站 900 上,运行控制工作站 900 通过站 LAN 网交换机与服务器和直流控制保护仿真装置进行通讯。

[0027] 根据图 1 所示的本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的实施例,控制单元 200 还包括角度、电流电压基准值计算模块 210 和换流变分接头控制模块 240 ;角度、电流电压基准值计算模块 210 连接到换流器触发角控制模块 220,并通过换流变分接头控制模块 240 连接到所述换流变压器 120 的分接头。

[0028] 根据图 1 所示的本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的实施例,控制单元 200 还包括无功功率控制模块 270 ;运行控制工作站 900 通过无功功率控制模块 270 连接到交流滤波器投切装置 110。

[0029] 在图 1 所示的实施例中,角度、电流电压基准值计算模块 210、换流器触发角控制模块 220 和极功率控制模块 250,通过连接在一次回路直流侧的电压互感器和电流互感器,获取直流电压 U_d 和直流电流 I_d 作为反馈控制输入信号。

[0030] 本发明的基于 RTDS 的直流控制保护仿真装置的优选实施例设计为混合仿真装置,其中高压直流输电设备 100 是由 RTDS 仿真器实时数字仿真构成的虚拟设备 ;而控制单元 200 和直流系统保护单元 300 则采用直流控制保护装置二次回路的真实设备 ;直流控制保护装置连接到 RTDS 仿真器的接口,构成混合仿真装置。根据本优选实施例,控制单元 200 可采用现有高压直流输电系统通用的直流控制模块,其中的换流器触发控制模块提供低压限流控制、闭环电流控制、电压控制、AMAX 控制、换相失败预测控制、点火角限幅控制、Gamma0 启动控制、RAML 控制、过电压控制以及点火控制等控制功能、极功率和电流控制、电压角度参考值计算模块、过负荷限制模块。控制单元的控制功能包括 :基本控制策略、极功率 / 电流控制、过负荷限制、12 脉动阀组控制、点火控制、空载加压试验、换流变抽头控制、阀解锁 / 闭锁顺序控制、站间通讯等。无功功率控制模块 270 包括 UMAX/QMAX 控制、Q-Control/U-Control 模块、无功控制优先级模块。换流变分接头控制模块 240 包括 U_{di0} 控制、Alpha/Gamma 控制、 U_d 控制以及控制方式的配合 ;直流系统保护单元 300 选取以受交直流特征量影响为原则,包括换相失败保护、过流保护、直流过压保护、直流低压保护。直流控制保护装置可采用 I0 单元采样后经光纤送到 RTDS 仿真器的接口,RTDS 仿真器的开入 / 开出量的接口,可采用 CAN 总线送到直流控制保护装置。直流控制保护装置内部也可安装 RTDS 仿真器的接口板卡,实现混合仿真装置的信号双向传输。

[0031] 直流系统保护单元 300 的功能配置包括 :阀短路保护,换相失败预测,换相失败保护,交流限压保护,直流过压保护,过流保护,桥差保护,阀直流差动保护,交流欠压检测。极功率控制模块 250 提供的监控措施包括 :大角度监视,空载加压试验监视。直流极保护的功能配置包括 :50Hz/100Hz 保护,直流极母线差动保护,直流中性母线差动保护,直流极差动保护,接地极引线开路保护,直流行波保护,直流线路突变量保护,直流线路纵差保护,直流线路横差保护,交直流碰线保护,重启逻辑,直流欠压保护,功率反转保护,空载加压试验监视。直流双极保护的功能配置包括 :双极中性线差动保护,站接地过流保护,站接地过流后备保护,转换开关保护(包括 NBGS、NBS、GRTS、MRTB),转换开关后备保护(包括 NBGS、NBS、GRTS、MRTB),金属回线横差保护,金属回线纵差保护,金属回线接地保护,接地极引线过负荷保护,接地极引线不平衡监测。

[0032] 本技术领域中的普通技术人员应当认识到,以上的实施例仅是用来说明本发明的技术方案,而并非用作为对本发明的限定,任何基于本发明的实质精神对以上所述实施例所作的变化、变型,都将落在本发明的权利要求的保护范围内。

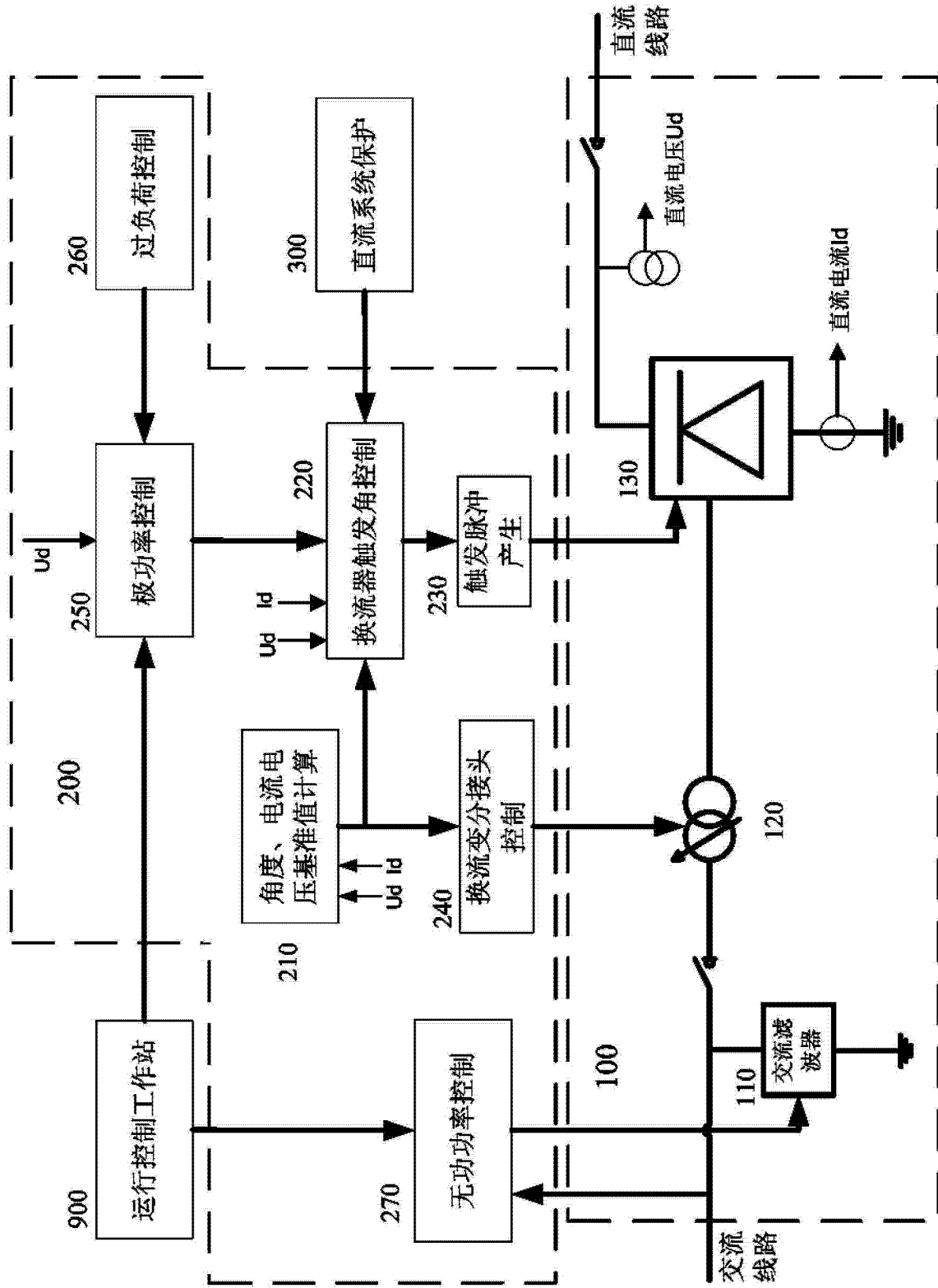


图 1

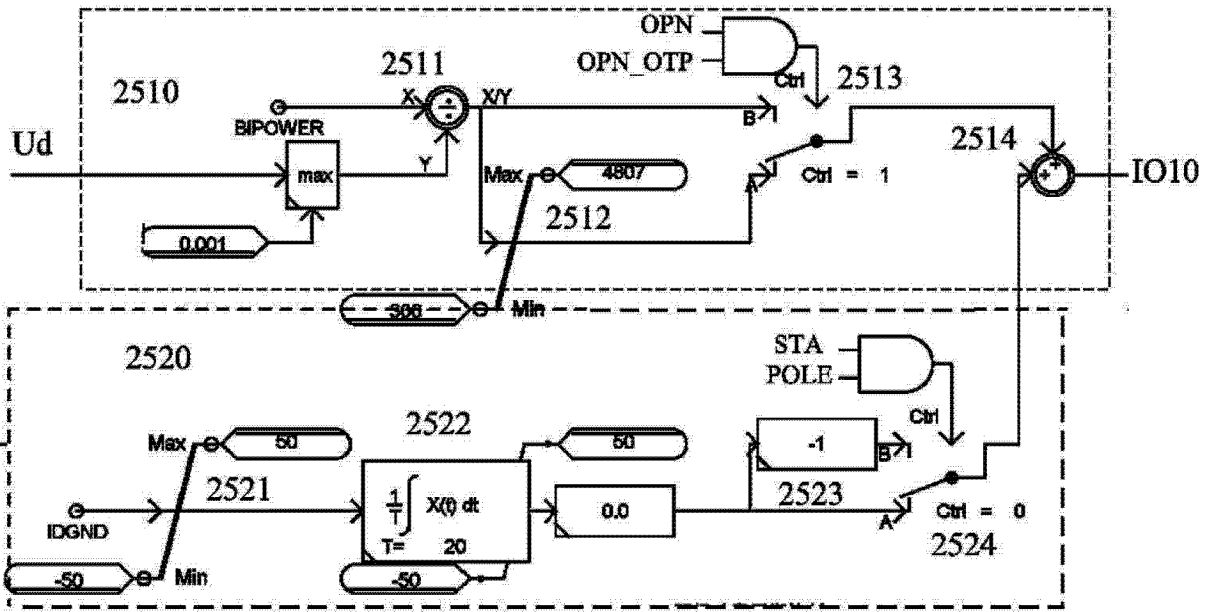


图 2

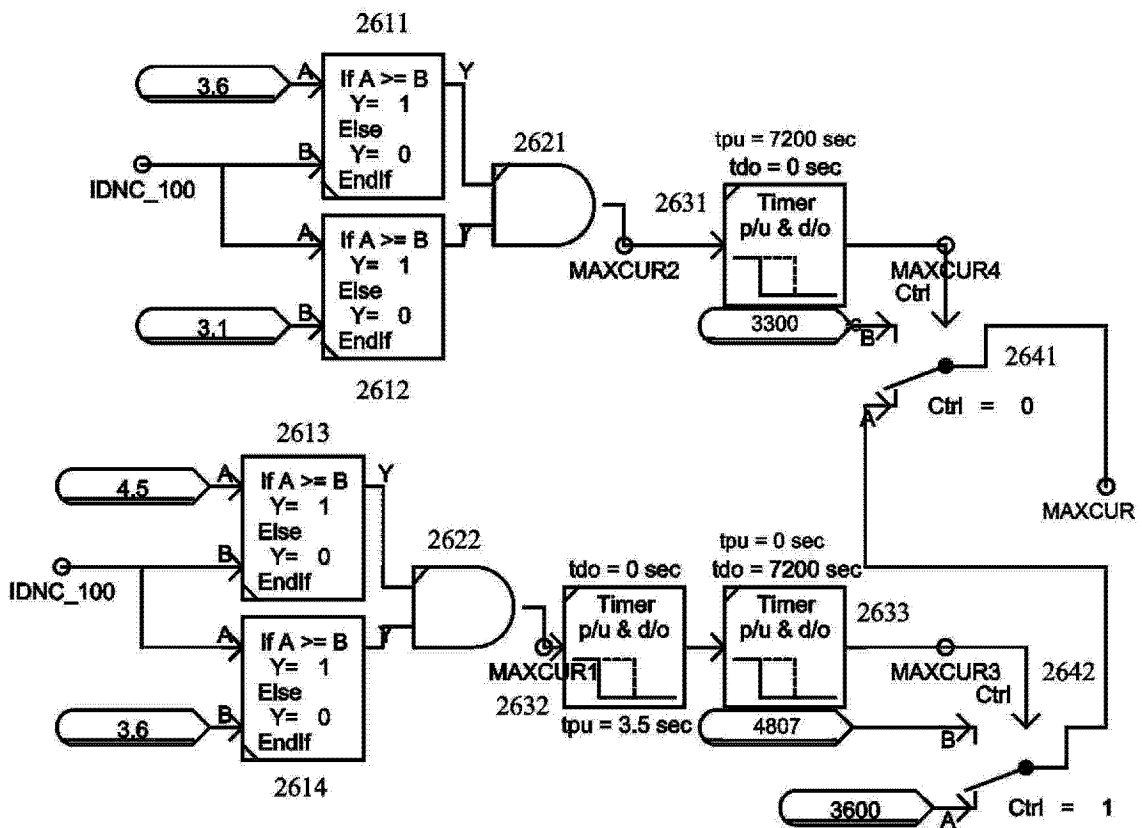


图 3

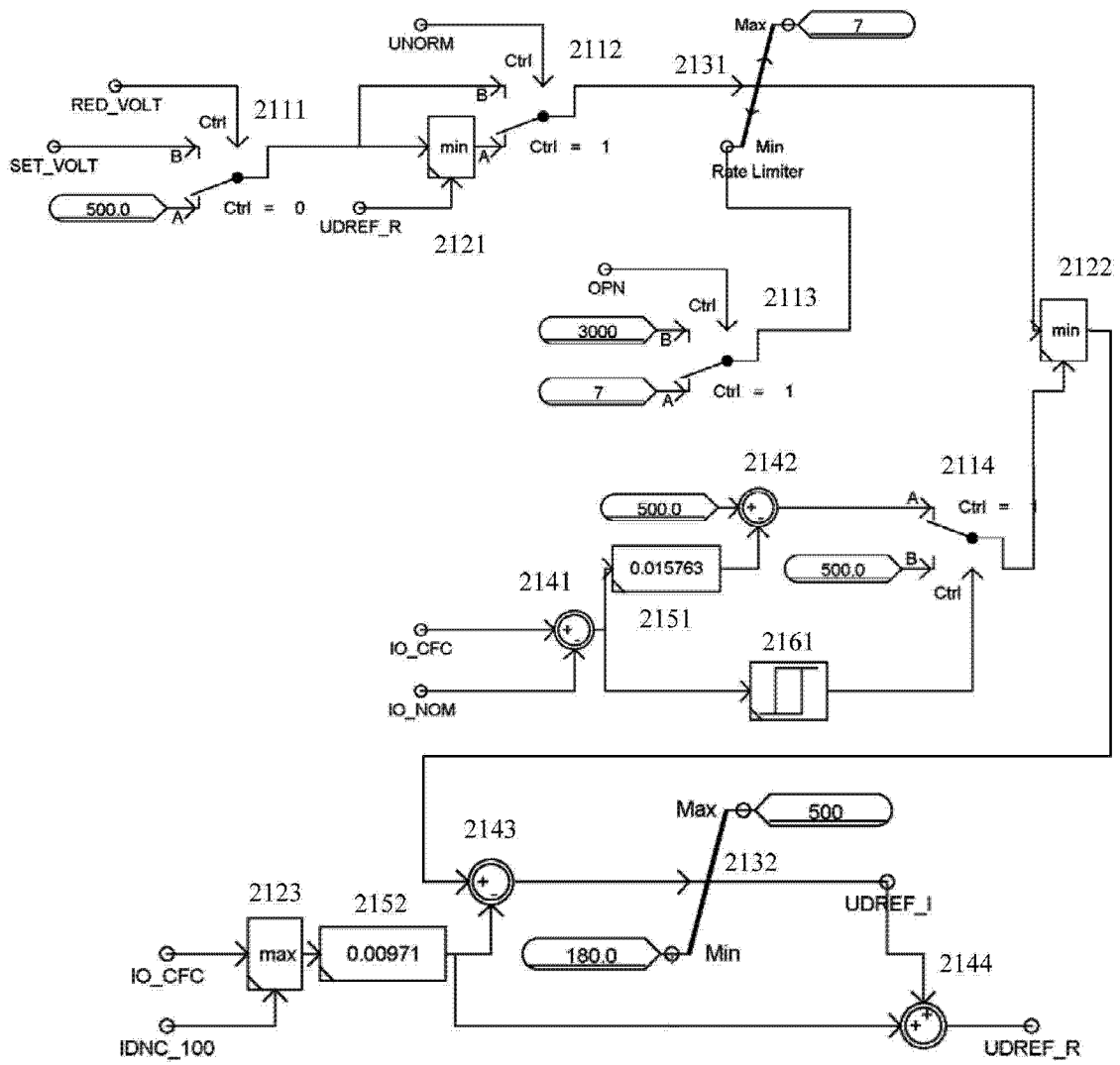


图 4

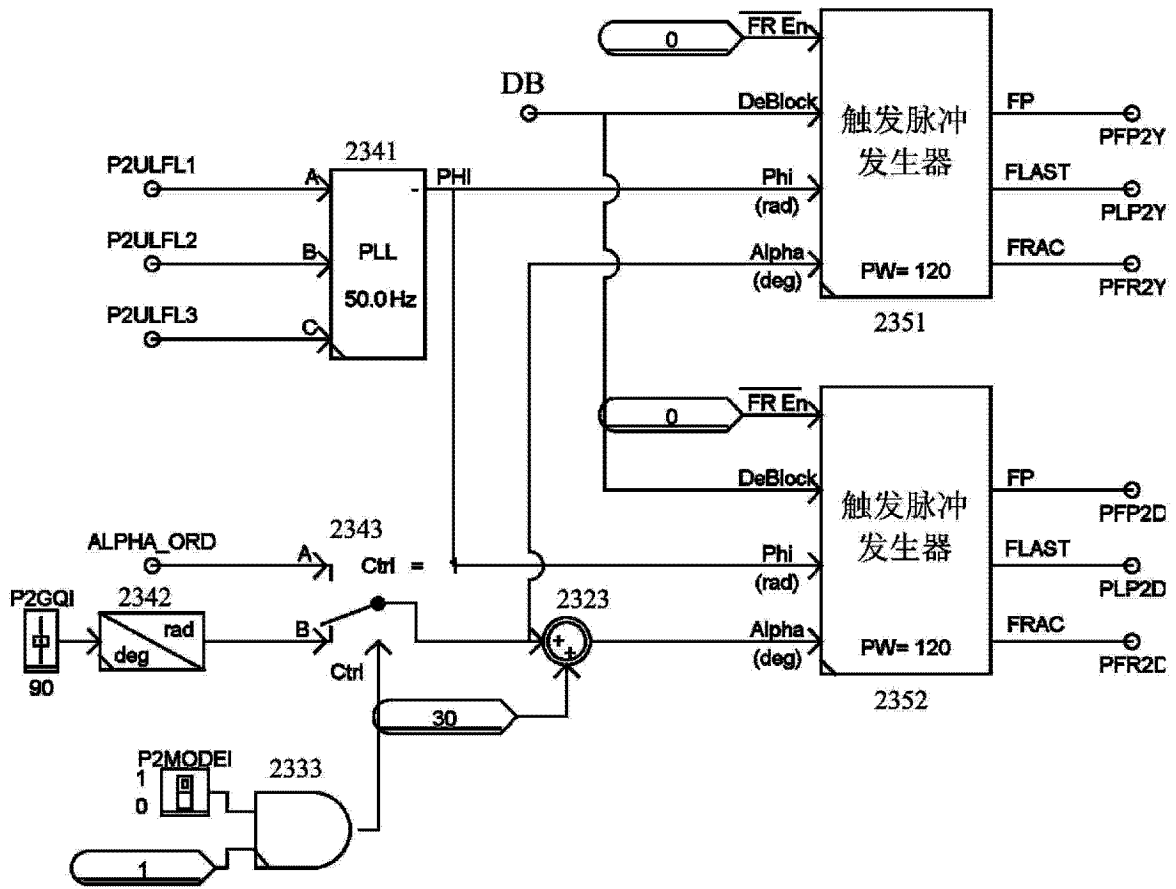


图 5

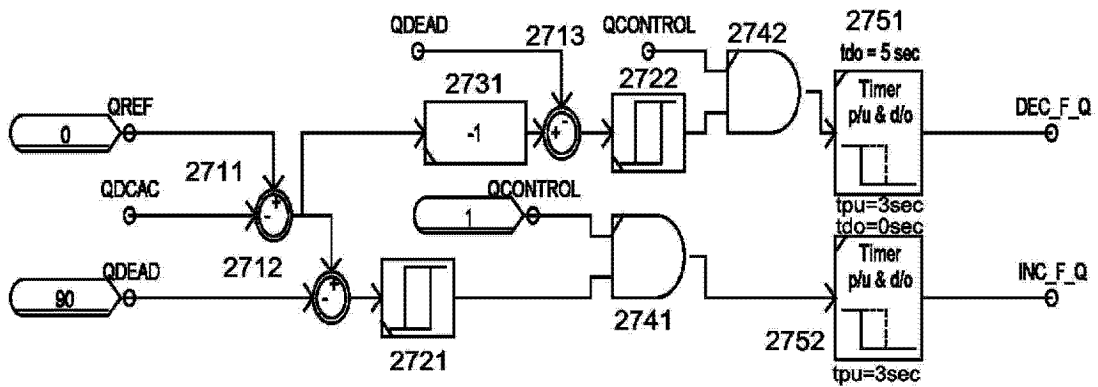


图 6