



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103616824 B

(45) 授权公告日 2016.03.02

(21) 申请号 201310539654.7

(22) 申请日 2013.11.04

(73) 专利权人 广东电网公司电力科学研究院
地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路水均岗8号

(72) 发明人 廖宏楷 阚伟民 肖小清 陈迅
陈世和 冯永新 谭金 罗嘉
胡玉岚 金格

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司 44104

代理人 周克佑

(续完).《广东电力》.2013,第26卷(第8期),第56-63页.

陈迅.机网协调在现代电力系统中的作用(待续).《广东电力》.2013,第26卷(第5期),第57-62页.

梅成林等.数一模综合仿真接口算法分析.《广东电力》.2012,第25卷(第7期),第22-26页.

陈迅.机网协调在现代电力系统中的作用(续1).《广东电力》.2013,第26卷(第6期),第52-59页.

审查员 李亚琼

(51) Int. Cl.

G05B 17/02(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102565585 A, 2012.07.11,

CN 202522866 U, 2012.11.07,

US 2013282314 A1, 2013.10.24,

陈迅.机网协调在现代电力系统中的作用

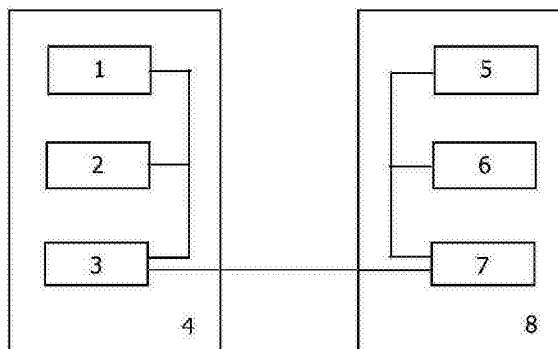
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台

(57) 摘要

一种基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台,包括电网仿真系统、电厂原动机仿真系统以及高速数据通讯接口系统三部分,其特征是:依次采用接口线连接的CPU卡(1)、存储卡(2)和输入输出卡(3)设在电网仿真机柜(4)中,依次采用接口线连接的第一服务器计算机(5)、第二服务器计算机(6)和数据通讯计算机(7)设在电厂原动机侧仿真机柜(8)中,输入输出卡(3)和数据通讯计算机(7)通过网线连接。本发明的有益效果是:由于本方案对电力系统的仿真模拟更加逼真,精度更高,所以组成的分析平台能够对电力系统的机网协调问题进行更准确的分析,从而指导系统设计、系统改进及系统运行。



1. 一种基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台,包括电网仿真系统、电厂原动机仿真系统以及高速数据通讯接口系统三部分,其特征是:

硬件组成为:依次采用接口线连接的 CPU 卡(1)、存储卡(2)和输入输出卡(3)设在电网仿真机柜(4)中,依次采用接口线连接的第一服务器计算机(5)、第二服务器计算机(6)和数据通讯计算机(7)设在电厂原动机侧仿真机柜(8)中,输入输出卡(3)和数据通讯计算机(7)通过网线连接;

数据流向为:依次连接的电网数字仿真计算软件模块(201)、电网侧数据通讯接口软件模块(204)、电厂原动机侧数据通讯接口软件模块(208)和电厂原动机侧仿真平台软件模块(205),其中电网数字仿真计算软件模块(201)又分别连接电网仿真模型组态软件模块(202)和电网仿真模块库模块(203)、电厂原动机侧仿真平台软件模块又分别连接电厂原动机仿真模型组态软件模块(206)和电厂原动机仿真模块库模块(207);

所述的电厂原动机仿真系统包括电厂原动机仿真模型软件模块(310)、图形化建模软件模块(305)和电厂原动机侧仿真平台软件模块(301);

所述的图形化建模软件模块(305)包括依次连接的图形化建模软件的调试环境模块(306)、设备仿真模块库模块(307)和图形化建模组态环境模块(308),其中设备仿真模块库模块(307)还外连仿真任务自动生成系统模块(309);

所述的仿真平台软件模块(301)包括循环连接的仿真数据库模块(302)、数据可视化及调试系统模块(303)和仿真运行支撑环境模块(304);

所述的电厂原动机仿真模型软件模块(310)分别连接仿真任务自动生成系统模块(309)、仿真数据库模块(302)和仿真运行支撑环境模块(304);所述的图形化建模软件的调试环境模块(306)连接数据可视化及调试系统模块(303)。

2. 根据权利要求 1 所述的基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台,其特征是:电网仿真系统的硬件包含 2 到 3 个电网原动机仿真机柜,机柜内装有运算板卡及输入输出板卡;板卡之间采用接口线进行连接,一组运算板卡及其相应的输入输出板卡构成一个单元,单元和单元之间采用以太网线连接;软件组成包括电网数字仿真计算软件及图形化建模软件;

电厂原动机仿真系统的硬件由两台服务器计算机及电厂原动机侧仿真机柜组成,计算机之间由以太网线连接;软件由电厂原动机仿真平台软件、图形化建模软件及电厂原动机仿真模型软件组成;电厂原动机仿真平台软件为图形化建模软件及电厂原动机仿真模型软件提供数据库、运行支撑及调试环境,图形化建模软件包括电厂设备仿真模块库、仿真模型组态环境、仿真任务自动生成系统及调试系统;电厂原动机仿真模型软件由图形化建模软件组态、生成,在电厂原动机仿真平台软件的支撑下运行;

高速数据通讯接口系统的硬件由安装在电网仿真系统侧的数据通讯接口卡及安装在电厂原动机仿真系统侧的以太网卡组成,软件由电网仿真系统中的通讯接口模型以及电厂原动机仿真系统中的数据通讯接口软件组成。

3. 根据权利要求 2 所述的基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台,其特征在于:

所述的电网数字仿真计算软件对电网系统进行电磁暂态计算并输出电压、电流的波形,计算的时间步长最短为 2 微秒;所述的电厂原动机仿真平台软件对发电厂侧的原动机

系统进行数字仿真计算,原动机系统包括汽轮机系统、锅炉系统及控制系统、液压伺服系统,最小计算时间步长为 1 毫秒;所述的高速通讯接口的通讯周期最短为 1 毫秒;所述的电网数字仿真模型及电厂原动机仿真模型均通过模块化图形化自动建模的方式建立;仿真平台提供通用设备及元器件的数字仿真模块,并用图形来表示;对于一个实际的电网系统或电厂原动机系统,根据其组成结构及参数,利用仿真平台软件的图形化建模功能组成其数字仿真模型,然后通过运行其数字仿真模型来进行其机网协调性能的研究、分析,从而指导其系统设计、系统改进及系统运行;对于与机网协调密切相关的部分的原动机功率计算、原动机基本控制系统、液压伺服系统提供精细化的模型。

基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台。

背景技术

[0002] 机网协调是维护电网安全稳定运行的主要手段。通过机网协调,能够更好地维护电网频率、电压和联络线控制精度等指标,尤其在区域电网互联趋势越来越强,火电机组单机容量越来越大,风电、核电等新能源作用越来越明显,对火电机组的调频、调峰能力要求越来越高的情况下,机网协调对提高系统稳定性、保证供电质量的作用更加明显。

[0003] 基于系统仿真建立电力系统机网协调分析平台,可以对实际电力系统的机网协调起到很重要的指导作用。目前已经有一些单位,包括电力科学研究院、高校开发出这类分析平台。但现有的这些分析平台都存在一个不足之处,即对发电厂原动机侧的仿真过于简单,它不是单独的一套仿真系统,只是在电网仿真平台中加了一个简单的传递函数模块。造成这种情况的主要原因是发电厂原动机侧的仿真不属于电力系统专业的研究范围,而且其仿真的方法及使用的仿真软件存在很大差异,使得它与电力仿真系统之间的数据接口存在困难。发电厂原动机的特性是机网协调中的重要一环,缺少对它的仿真会极大地限制机网协调仿真平台作用的发挥。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题,就是提供一种基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台,该方案不仅对电网系统进行高精度的仿真计算,而且对发电厂原动机系统也进行高精度的仿真;电网侧及电厂原动机侧各自采用各自的仿真软件系统进行仿真计算,同时采用高速实时的数据通讯接口软硬件系统将两套仿真系统进行数据连接,组成整个系统的仿真模型。

[0005] 解决上述技术问题,本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台,包括电网仿真系统、电厂原动机仿真系统以及高速数据通讯接口系统三部分,其特征是:

[0007] 硬件组成为:依次采用接口线连接的 CPU 卡 1、存储卡 2 和输入输出卡 3 设在电网仿真机柜 4 中,依次采用接口线连接的第一服务器计算机 5、第二服务器计算机 6 和数据通讯计算机 7 设在电厂原动机侧仿真机柜 8 中,输入输出卡 3 和数据通讯计算机 7 通过网线连接;

[0008] 数据流向为:依次连接的电网数字仿真计算软件模块 201、电网侧数据通讯接口软件模块 204、电厂原动机侧数据通讯接口软件模块 208 和电厂原动机侧仿真平台软件模块 205,其中电网数字仿真计算软件模块 201 又分别连接电网仿真模型组态软件模块 202 和电网仿真模块库模块 203、电厂原动机侧仿真平台软件模块又分别连接电厂原动机仿真模型组态软件模块 206 和电厂原动机仿真模块库模块 207;

[0009] 所述的发电厂原动机仿真系统包括电厂原动机仿真模型软件模块 310、图形化建

模软件模块 305 和仿真平台软件模块 301 ；

[0010] 所述的图形化建模软件模块 305 包括依次连接的图形化建模软件的调试环境模块 306、设备仿真模块库模块 307 和图形化建模组态环境模块 308, 其中设备仿真模块库模块 307 还外连仿真任务自动生成系统模块 309 ；

[0011] 所述的仿真平台软件模块 301 包括循环连接的仿真数据库模块 302、数据可视化及调试系统模块 303 和仿真运行支撑环境模块 304, ；

[0012] 所述的电厂原动机仿真模型软件模块 310 分别连接仿真任务自动生成系统模块 309、仿真数据库模块 302 和仿真运行支撑环境模块 304 ; 所述的图形化建模软件的调试环境模块 306 连接数据可视化及调试系统模块 303。

[0013] 本发明的有益效果是 : 由于本方案对电力系统的仿真模拟更加逼真, 精度更高, 所以组成的分析平台能够对电力系统的机网协调问题进行更准确的分析, 从而指导系统设计、系统改进及系统运行。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明的硬件系统组成图 ；

[0015] 图 2 是本发明的软件系统组成图 ；

[0016] 图 3 是本发明的发电厂原动机仿真系统软件的详细组成图。

[0017] 图中 ；

[0018] 1-CPU 卡, 2- 存储卡, 3- 输入输出卡, 4- 电网仿真机柜, 5- 第一服务器计算机, 6- 第二服务器计算机, 7- 数据通讯计算机, 8- 电厂原动机侧仿真机柜 ；

[0019] 201- 电网数字仿真计算软件模块, 202- 电网仿真模型组态软件模块, 203- 电网仿真模块库模块, 204- 电网侧数据通讯接口软件模块, 205- 电厂原动机侧仿真平台软件模块, 206- 电厂原动机仿真模型组态软件模块, 207- 电厂原动机仿真模块库模块, 208- 电厂原动机侧数据通讯接口软件模块 ；

[0020] 301- 仿真平台软件模块, 302- 仿真数据库模块, 303- 数据可视化及调试系统模块, 304- 仿真运行支撑环境模块, 305- 图形化建模软件模块, 306- 图形化建模软件的调试环境模块, 307- 设备仿真模块库模块, 308- 图形化建模组态环境模块, 309- 仿真任务自动生成系统模块, 310- 电厂原动机仿真模型软件模块。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0022] 如图 1 和图 2 所示, 本发明的基于全系统仿真的电力系统机网协调分析平台实施例, 包括电网仿真系统、电厂原动机仿真系统以及高速数据通讯接口系统三部分。具体如下 ；

[0023] 依次采用接口线连接的 CPU 卡 1、存储卡 2 和输入输出卡 3 设在电网仿真机柜 4 中, 依次采用接口线连接的第一服务器计算机 5、第二服务器计算机 6 和数据通讯计算机 7 设在电厂原动机侧仿真机柜 8 中, 输入输出卡 3 和数据通讯计算机 7 通过网线连接 ；

[0024] 依次连接的电网数字仿真计算软件模块 201、电网侧数据通讯接口软件模块 204、电厂原动机侧数据通讯接口软件模块 208 和电厂原动机侧仿真平台软件模块 205, 其中电

网数字仿真计算软件模块 201 又分别连接电网仿真模型组态软件模块 202 和电网仿真模块库模块 203、电厂原动机侧仿真平台软件模块又分别连接电厂原动机仿真模型组态软件模块 206 和电厂原动机仿真模块库模块 207；

[0025] 发电厂原动机仿真系统包括电厂原动机仿真模型软件模块 310、图形化建模软件模块 305 和仿真平台软件模块 301；

[0026] 图形化建模软件模块 305 包括依次连接的图形化建模软件的调试环境模块 306、设备仿真模块库模块 307 和图形化建模组态环境模块 308, 其中设备仿真模块库模块 307 还外连仿真任务自动生成系统模块 309；

[0027] 仿真平台软件模块 301 包括循环连接的仿真数据库模块 302、数据可视化及调试系统模块 303 和仿真运行支撑环境模块 304,；

[0028] 电厂原动机仿真模型软件模块 310 分别连接仿真任务自动生成系统模块 309、仿真数据库模块 302 和仿真运行支撑环境模块 304；所述的图形化建模软件的调试环境模块 306 连接数据可视化及调试系统模块 303。

[0029] 电网仿真系统的硬件包含 2 到 3 个专用机柜, 机柜内装有运算板卡及输入输出板卡, 板卡之间采用接口线进行连接, 一组运算板卡及其相应的输入输出板卡构成一个单元, 单元和单元之间采用以太网线连接；软件组成包括电网数字仿真计算软件及图形化建模软件。

[0030] 电厂原动机仿真系统的硬件则由两台服务器计算机及配套的控制柜组成, 计算机之间由以太网线连接；软件由电厂原动机仿真平台软件、图形化建模软件及电厂原动机仿真模型软件组成, 电厂原动机仿真平台软件为图形化建模软件及电厂原动机仿真模型软件提供数据库、运行支撑及调试环境, 图形化建模软件包括电厂设备仿真模块库、仿真模型组态环境、仿真任务自动生成系统及调试系统；电厂原动机仿真模型软件由图形化建模软件组态、生成, 在电厂原动机仿真平台软件的支撑下运行。

[0031] 高速数据通讯接口系统的硬件由安装在电网仿真系统侧的数据通讯接口卡及安装在电厂原动机仿真系统侧的以太网卡组成, 软件由电网仿真系统中的通讯接口模型以及电厂原动机仿真系统中的数据通讯接口软件组成。

[0032] 电网数字仿真计算软件对电网系统进行电磁暂态计算并输出电压、电流的波形, 计算的时间步长最短为 2 微秒；电厂原动机仿真平台软件对发电厂侧的原动机系统, 包括汽轮机系统、锅炉系统及控制系统、液压伺服系统进行数字仿真计算, 最小计算时间步长为 1 毫秒；高速通讯接口的通讯周期最短为 1 毫秒。

[0033] 电网数字仿真模型及电厂原动机仿真模型均通过模块化图形化自动建模的方式建立, 仿真平台提供通用设备及元器件的数字仿真模块, 并用图形来表示；对于实际的电网系统或电厂原动机系统, 根据其组成结构及参数, 利用仿真平台软件的图形化建模功能组成其数字仿真模型, 然后通过运行其数字仿真模型来进行其机网协调性能的研究、分析, 从而指导其系统设计、系统改进及系统运行；对于与机网协调密切相关的部分, 如原动机功率计算、原动机基本控制系统、液压伺服系统提供精细化的模型, 而与机网协调关系不大的部分则采用相对简化的仿真模型。

[0034] 在实施例中, 图 1 中的 CPU 卡 1、存储卡 2、输入输出卡 3 和电网仿真机柜 4 采用数字仿真仪产品 RTDS 的硬件系统, 第一服务器计算机 5、第二服务器计算机 6 采用商用服务器

计算机,数据通讯计算机 7 采用工业控制计算机,电厂原动机侧仿真机柜 8 为通用的机柜。将第一服务器计算机 5、第二服务器计算机 6 和数据通讯计算机 7 安装、固定在电厂原动机侧仿真机柜 8 中,输入输出卡 3 和数据通讯计算机 7 之间采用网线连接。

[0035] 图 2 中的电网数字仿真计算软件模块 201、电网仿真模型组态软件模块 202 和电网仿真模块库模块 203 选用数字仿真仪产品 RTDS 的软件系统;电厂原动机侧仿真平台软件模块 205、电厂原动机仿真模型组态软件模块 206 和电厂原动机仿真模块库模块 207 采用 SimuWorks 系列软件,其中电厂原动机侧仿真平台软件模块 205 采用大型科学计算与仿真引擎软件 SimuEngine,电厂原动机仿真模型组态软件模块 206 采用通用图形化自动建模软件 SimuBuilder,电厂原动机仿真模块库模块 207 采用 SimuWorks 提供的通用仿真模块库,外加针对机网协调开发的原动机功率计算及原动机调速系统及液压伺服系统的数字仿真模块库。

[0036] 图 2 中的电网侧数据通讯接口软件模块 204 和电厂原动机侧数据通讯接口软件模块 208 为利用 C++ 语言开发的数据通讯软件。

[0037] 软硬件组装完成后,分别根据实际电网系统及电厂系统的组成结构及参数等资料,在电网侧仿真平台及电厂原动机侧仿真平台进行系统仿真模型的建模、组态,并先各自进行单独运行的调试。同时根据数据通讯接口软件的要求对两侧需要进行数据通讯的点进行配置。然后将两侧的数字仿真模型及相应的数据通讯接口程序同时运行,进行整个系统仿真运行的调试。同时运行时,两侧的计算初始条件应互相匹配。联合运行调试成功后,既可以针对要研究的问题进行机网协调仿真分析。

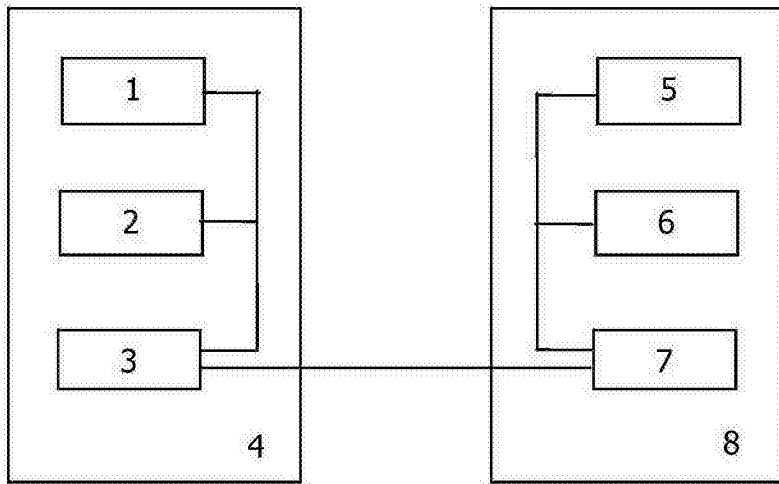


图 1

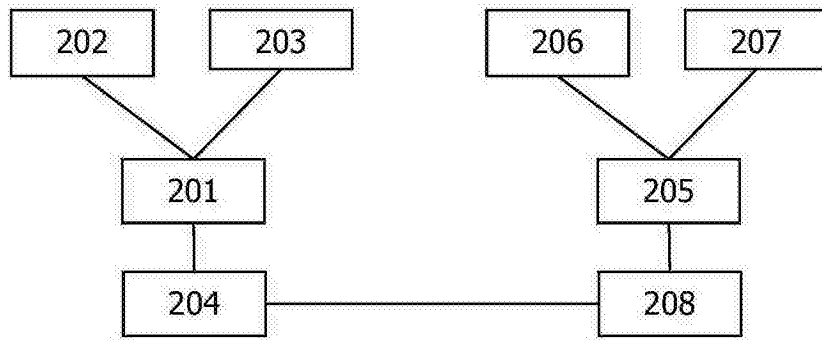


图 2

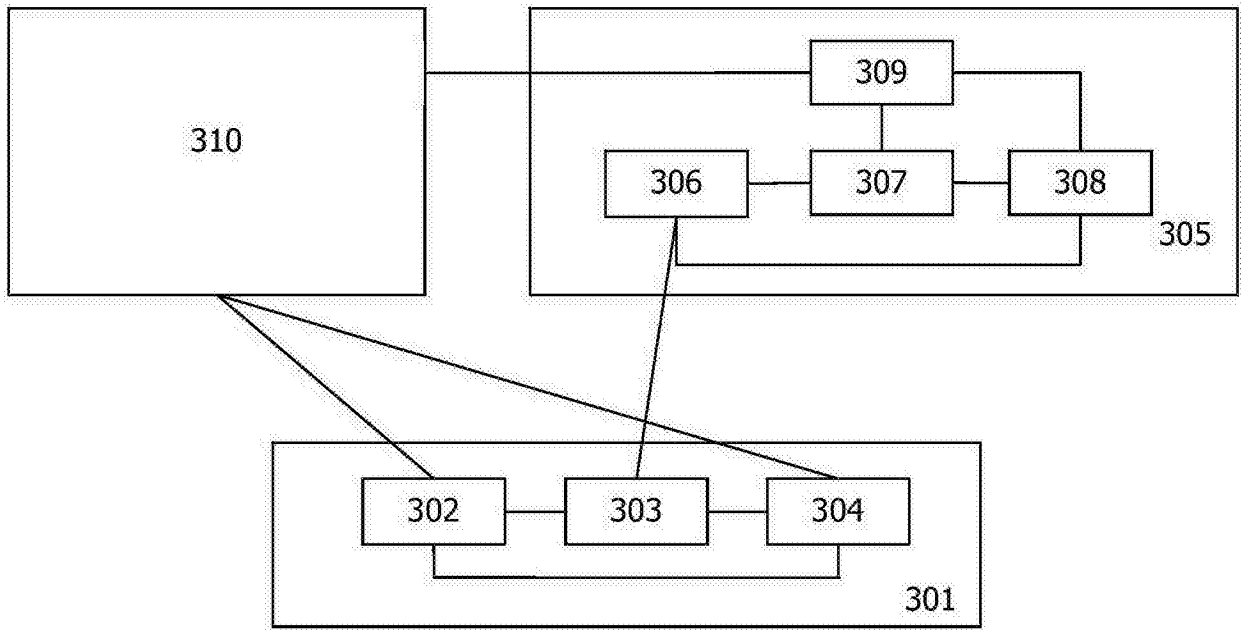


图 3