

电力系统动态模拟实验室开关跳合闸时间控制器

李建春¹, 朱振飞¹, 王欣², 叶雷³

(1. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211100; 2. 内蒙古电力集团公司薛家湾供电局, 内蒙古 鄂尔多斯 010300;
3. 郑州供电公司, 河南 郑州 450000)

摘要: 主要阐述开关跳合闸时间控制器的实现原理。该控制器由前置器和后台计算机两部分组成, 前置器主要由 89C51 单片机实现, 后台计算机利用 UDP 协议与前置器进行通信。该控制器的作用是实现模拟电力系统继电保护装置的动作行为, 实现对动态模拟实验室各开关跳合的各时序控制, 该控制器对变压器侧开关可进行三相操作, 对线路开关可进行三相操作, 也可进行分相操作, 最多可设置 13 组不同的时间。

关键词: 电力系统; 电力系统动态模拟实验室; 动模; 动模仿真; 时间控制器

Time program controller of the switch open / close in the power system dynamic simulation laboratory

LI Jian-chun¹, ZHU Zhen-fei¹, WANG Xin², YE Lei³

(1. Nanjing NARI-Relays Electric Co.,Ltd, Nanjing 211100, China;

2. Xuejiawan Power Supply Bureau, Inner Mongolia Power (Group) Co.,Ltd, Eerduosi 010300, China;

3. Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: This paper mainly describes the time program controller of the switch open / close in the power system dynamic simulation laboratory. The controller is composed of the pre-device and the background computer. The pre-device is realized mainly by the 89C51 single-chip microcontroller, and the computer uses UDP protocol to communicate with the pre-device. Its purpose is to simulate the action of power system relay protection device, and control the switches open / close time sequence in the dynamic simulation laboratory. The controller can do three-phase operation to operate transformer-side switches and line switches, and it can also apply split-phase operation to line switches by setting up 13 different sets of time at most.

Key words: power systems; power system dynamic simulation laboratory; dynamic simulation; physical simulation; time program controller

中图分类号: TM74 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)17-0130-05

0 引言

在实际电力系统动态模拟实验室中, 要求对模拟线路、模拟变压器的开关进行跳合闸操作^[1], 如做变压器保护的区外故障实验, 要对模拟线路开关进行跳合闸操作, 以模拟出和实际现场一致的开关动作行为, 如果在模拟实验室安装线路保护装置, 让线路保护装置去出口跳合模拟线路开关, 这无疑是给实验室增加成本, 而且不能模拟保护误动作或拒动作等情况, 因此很有必要在电力系统动态模拟实验室中装一个开关跳合闸时间控制器, 所有开关跳合闸时间全由人为控制, 这样可以轻松解决这一

问题。电力系统动态模拟实验室开关跳合闸时间控制器对保证实验室能够真实模拟实际电力系统具有较高的意义。

1 控制器设计目标

结合实际电力系统动态模拟实验室主接线图(见图 1), 能实现对 4 个线路开关、2 个母联开关进行分相跳闸操作、三相合闸操作, 对三绕组变压器 3 侧开关、双绕组变压器 2 侧开关进行三相跳闸操作(见表 1)。以故障开关动作作为触发起始时间, 对模拟线路开关、模拟变压器三侧开关的跳合闸各种时序控制操作, 可实现如线路开关不同时的分相

跳闸、合闸及重合后加速跳闸等多个不同时序的开关出口操作。实现对实验室三个交流系统的跨系统

时序控制操作, 实现由其他计算机对实验室的三套交流系统的各开关进行时序控制操作。

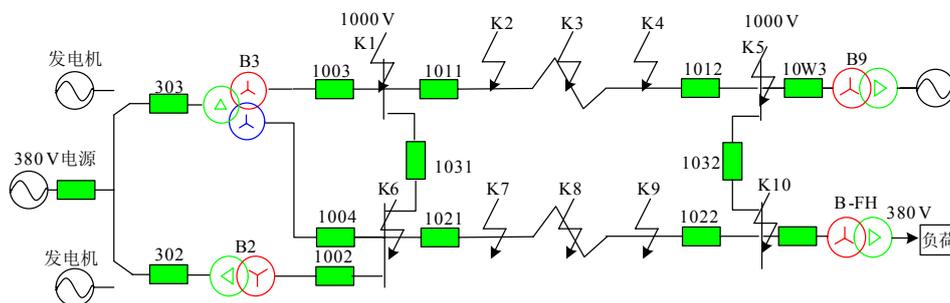


图 1 1 号系统电气主接线图

Fig.1 No. 1 system main electrical wiring diagram

表 1 输出节点要求

Tab.1 Request of output node

输出节点要求	开关名称			操作要求	每个系统		输出信号
	1 号系统	2 号系统	3 号系统		节点	总节点	
线路开关	1011, 1012 1021, 1022	1041, 1042 1051, 1052	1071, 1072 1081, 1082	分相跳闸 三相合闸	16	29	1: 常开触点 2: 脉冲方式输出 3: 脉冲宽度在 10~250 ms 可设置
母联开关	1031, 1032	1061, 1062	1091, 1092	分相跳闸 三相合闸	8		
变压器各侧开关	302, 303 1002, 1003 1004	305, 306 1005, 1006 1007	308, 309 1001, 1008 1009	三相跳闸	5		

2 控制器的实现

2.1 设计框架

根据控制器的设计目标和实验室已有条件(具备模拟开关操作回路), 对控制器的框架设计如图 2, 实验室配有三台主机, 每台对应一个系统, 利用此三台主机的串口, 控制器后台程序通过串口对控制器前置器发送操作时序和命令, 前置器接收

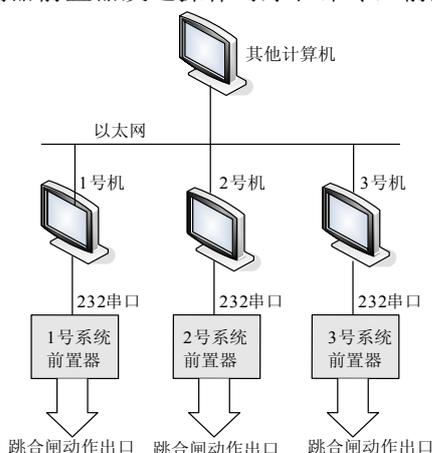


图 2 控制器设计框架图

Fig.2 Design framework plan of the controller

到信息后设置时间序列, 等待中断到达后(故障开关动作引起中断)执行一系列模拟开关的跳合操作。另外, 控制器前台程序利用局域网使用 UDP 协议, 可以发送或接收命令, 这样就实现了其他计算机对实验室三套系统模拟开关的控制(当多套系统连接在一起组成更大的系统时用到)^[2-5]。

2.2 硬件部分的实现

控制器前置器需要利用一部分元器件加以实现, 根据输出节点共有 29 个的设计目标和程序逻辑不复杂这一特点, 选择最常用的 89C51 芯片。故障开关动作时节点触发 51 芯片的外部中断, 以此中断作为起始时间开始计时, 当计时达到所设定的各时间后, 51 芯片 P 口产生一预设脉冲宽度的低电平, 经过反向器、光隔离放大器驱动继电器动作。实际原理图如图 3。

2.3 软件部分的实现

2.3.1 控制器前置器软件部分

89C51 有 4 个口, P0~P3 口, 本前置器除 P3.0, P3.1 管脚当作串口用, P3.2 管脚当作外部中断外, 其他管脚(共 29 个管脚)全部作为 I/O 输出口。89C51 有 128 个字节内存, 分为定值和变量, 定值有 1 个脉冲宽度, 13 组时间, 对应这 13 组时间的

各开关跳合标志，其中脉冲宽度和时间分别为 1 个字，各占 2 个字节，每个线路开关和母联开关的跳全标志因为是分相跳开（有跳 A，跳 B，跳 C）和合闸信号，需占 4 个位，0.5 个字节，两变压器高低

压侧 5 个跳闸标志占 1 个字节（有 3 个位不用）。表 2 是以 1 号系统为例的内存定值分配表。总共 80 个字节的定值，其余内存地址作为程序的变量使用。此方法把看似复杂的问题简单化。

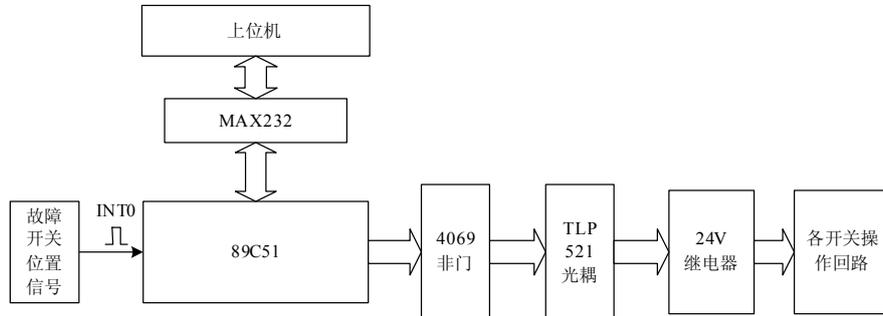


图 3 控制器前置器电路图

Fig.3 Pre-device of the controller circuit

表 2 1 号系统为例的内存定值分配表

Tab.2 Memory and setting allocation table as an example of No. 1 system

时间 (ms)	1011		1012		1021		1022		1031		1032		两卷变	三卷变
	跳 A B C	合	跳 低 高	跳 低 中 高										
2 字节	1 字节		1 字节											
共 13 组时间，占 $(2+1+1+1+1) \times 13=78$ 个字节的内存														

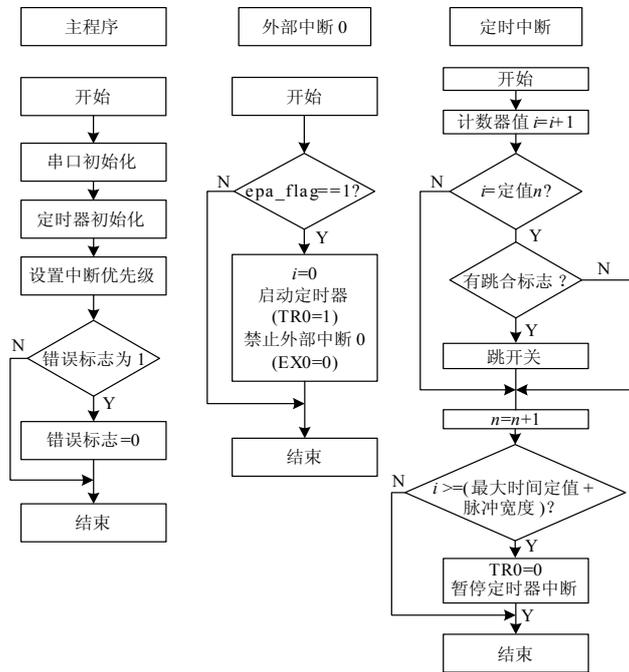


图 4 前置器程序流程图

Fig.4 Pre-device process flow chart

软件主要实现过程为：外部中断后启动 1 ms 中断一次的定时器中断，在定时中断服务程序中，

每中断一次，计数器加 1，当计数器数值等于设定的时间时，判断各开关的跳合闸标志，当发现有标

志时就置该开关相应的 89C51 管脚为 0, 从而启动继电器操作对应开关, 再经过所设定的脉冲宽度后返回该管脚。当计数器计数到最大时间加脉冲宽度时, 停止定时器中断。程序具体流程图见图 4。

2.3.2 控制器后台软件部分

控制器后台程序采用 vb 编写, 引用 office2003 的 SpreadSheet 控件, 和 Winsock 控件和 MSComm 控件, SpreadSheet 控件主要完成界面功能, 能方便

地对表格的排序和初始化界面的功能。Winsock 控件主要完成多台机器之间的 UDP 协议的网络发送数据功能, MSComm 控件主要完成上位机用串口发送数据给前置器的功能。图 5 为后台程序的主界面, 能实现对时间定值及开关跳合标志定值的设置, 在时间定值设置方面支持滚轮, 方便易用。图 6 为对应图 5 在外部中断 (故障启动) 后的时序图。



图 5 后台界面

Fig.5 Background interface

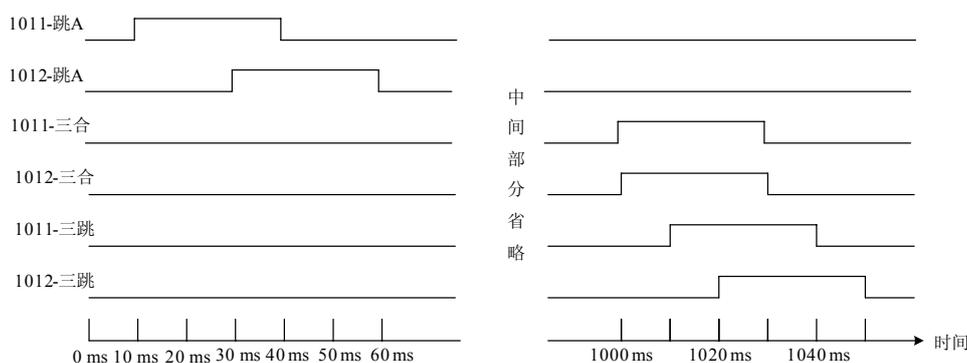


图 6 时序图

Fig.6 Time-sequence figure

控制器后台程序的界面可以通过修改 SpreadSheet 的属性很方便地设置, 主程序为发送按钮的程序, 图 7 为主程序流程图。

上位机与前置器的通信协议如表 3, 此通信协议为仿 103 规约的串口通信协议, 简单可靠。

接收到 “0x31” —— 发送的第 1 步出错 (不是

68H), 应该重新发送;

“0x32” —— 发送的第 2 步出错 (L1, L2 不相等), 应该重新发送;

“0x33” —— 发送的第 3 步出错 (不是 68H), 应该重新发送;

“0x34” —— 发送的第 4 步出错 (结束字符不

是 16H)，应该重新发送；

“0x39”——发送的内容全部正确。

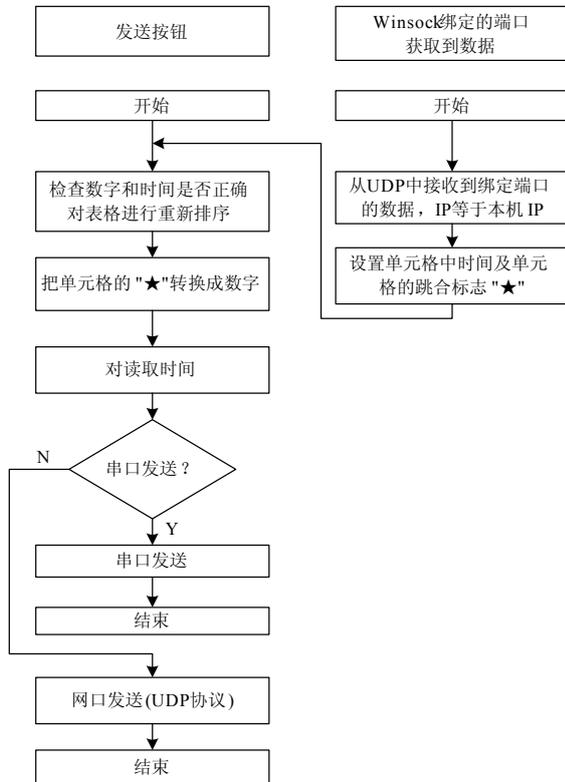


图 7 主程序流程图

Fig.7 Main program flow chart

表 3 上位机与前置器的通讯协议

Tab.3 Host computer and pre-device communication protocol

00H	启动字符	68H
01H	长度 L1	N
02H	长度 L2	N
03H	启动字符	68H
06H	类型标识 TYP (命令代码)	81H~8BH
0CH	数据区 DATA (个数为 N)	N
0CH+N	帧校验和 (CS)	
0CH+N+1	结束字符	16H

3 结论

本控制器已在南京南瑞继保电气有限公司动模

实验室运行多年，输出时间精确，操作简单，性能良好，能精确模拟出故障后各个开关跳合时间，达到预期效果。是电力系统动模实验室必不可少的一个工具。另外，本控制器在使用方面不局限于电力系统动模实验室，也适用于其他控制领域。若把 UDP 协议改成 TCP 协议，分为服务端和客户端，则可适用于广义网的远程控制。

参考文献

[1] 高景德. 电力系统动态模拟论文集[M]. 北京: 科学出版社, 1960.
GAO Jing-de. Papers of power system dynamic simulation[M]. Beijing: Science Press, 1960.

[2] 李华. MCS-51 系列单片机实用接口技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1993.
LI Hua. MCS-51 series MCU and practical interface technology[M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 1993.

[3] 仵浩, 齐燕杰, 宋文超. VisualBasic 串口通信工程开发实例导航[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
WU Hao, QI Yan-jie, SONG Wen-chao. VisualBasic example of serial communication engineering navigation[M]. Beijing: People's Posts and Telecom Press, 2003.

[4] 徐尔贵. VISUAL BASIC 教程[M]. 北京: 北京交通大学, 2003.
XU Er-gui. VISUAL BASIC tutorial[M]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2003.

[5] 潘永雄, 沙河, 刘向阳. 电子线路 CAD 实用教程[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2001.
PAN Yong-xiong, SHA He, LIU Xiang-yang. Electronic circuit CAD and practical tutorial[M]. Xi'an: Xidian University Press, 2001.

收稿日期: 2009-09-23; 修回日期: 2009-11-04

作者简介:

李建春 (1979-), 男, 助理工程师, 主要研究方向为电力系统动态模拟仿真; E-mail: lijc@nari-relays.com

朱振飞 (1958-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统动态模拟仿真;

王欣 (1972-), 男, 工程师, 主要研究方向为电力系统保护与控制。