

利用国内某些微机继电保护装置实现电力系统的振荡模拟

魏燕, 顾峰, 张克元

(许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

摘要: 在一个并列运行的系统和发电厂的运行中, 可能失去同步, 考验保护在振荡过程中的动作情况是必要的。介绍了如何利用微机测试仪模拟系统振荡, 来检查保护的動作情况。

关键词: 系统振荡

中图分类号: TM77

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)06-0038-03

1 引言

在一个并列运行的系统和发电厂的运行中, 都有可能产生失去同步的可能。系统一旦失去同步, 破坏了稳定运行, 于是就出现了振荡。振荡时, 电流上升, 电压下降, 可能引起距离保护的動作。在电力系统中振荡时, 距离保护动作的情况, 就要进行检测, 在过去, 一般需要在动模系统高级仿真系统完成, 比较麻烦, 所以开发了利用继电保护装置来模拟电力系统振荡。本文介绍如何利用微机保护测试装置来模拟系统振荡。

2 试验模型

电力系统的振荡是由于某种原因造成双端电源系统两侧系统频率不一致(即失步)引起的, 实际的系统比较复杂, 为了便于实现, 我们建立如下简化系统模型:

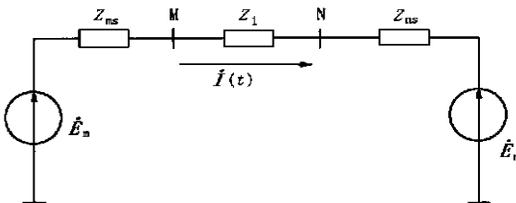


图1 双端电源系统简化系统模型

并作如下假设:

- 2.1 双端电源在整个试验过程中幅值保持不变并为额定值。
- 2.2 整个振荡过程是稳定振荡, 即振荡幅值及振荡周期保持不变。
- 2.3 为简化计算, 设 Z_{ms} 、 Z_{ns} 、 Z_1 阻抗角相等。

由于受测试装置输出最大电流的限制设定 Z_{ms} 最小为 1.94, Z_{ns} 及 Z_1 均可以为 0~10 变化。设

定不同的 Z_{ns} 、 Z_1 、 Z_{ms} 可模拟不同系统。例如: $Z_{ns} = 0$ 时为单机对无穷大系统, 同时可设定振荡中心的位置来满足不同试验要求。

3 算法解析

假设 M 侧及 N 侧系统频率分别为 f_1 和 f_2 , 根据图 1 系统模型可列出如下方程:

$$\dot{I}(t) = [\dot{E}_m \sin(2f_1 t) - \dot{E}_n \sin(2f_2 t + \theta)] / (Z_m + Z_1 + Z_n)$$

$$\text{令: } \dot{E}_M = \dot{E}_m - \dot{E}_n = [\dot{E}_M / (Z_m + Z_1 + Z_n)] * [\sin(2f_1 t) - \sin(2f_2 t + \theta)]$$

$$\text{令: } \dot{I}_m = \dot{E}_M / (Z_m + Z_1 + Z_n)$$

$$\dot{I}(t) = 2\dot{I}_m \cos[(2f_1 t + 2f_2 t + \theta)/2] \sin[(2f_1 t - 2f_2 t - \theta)/2] = 2\dot{I}_m \cos[2t(f_1 + f_2)/2 + \theta/2] \sin[2t(f_1 - f_2)/2 - \theta/2]$$

假设振荡初期负荷为零, 那么 $\theta = 0$, 且

$(f_1 + f_2)/2 = f_n$, 令 $f_1 - f_2 = f$, 则:

$$\dot{I}(t) = 2\dot{I}_m \cos(2f_n t) \sin[2(f/2)t]$$

如已知振荡周期 T_{zd} , 则 $f = 1/T_{zd}$, 因此:

$$\dot{I}(t) = 2\dot{I}_m \cos(2f_n t) * \sin[2(1/2T_{zd})t] \quad (1)$$

据此, 可计算出 M 侧的母线电压, 即:

$$\dot{U}_m(t) = \dot{E}_m \sin(2f_n t) - \dot{I}(t) * Z_{ms} \quad (2)$$

由于振荡时三相是对称的, 各项的计算公式一致, 这样我们就得到了在特定振荡条件下振荡时保护安装处的测量电压和电流, 通过测试设备输出对应的电压电流量即可用来考核保护在振荡过程中的动作行为, 如要考虑振荡初期有负荷的情况, $\theta \neq 0$, 如已知负荷电流 I_{fh} , 取 \dot{I}_m 有效值 I_m , 由于振荡前 $f_1 = f_2$, 则:

$$I_{fh} = 2I_m / 1.414 * \sin(\theta/2) \quad (\text{其中 } I_{fh} \text{ 是有效值}) \\ = 2\arcsin(I_{fh} * 1.414/2 * I_m) \quad (3)$$

这样,只要已知系统中 Z_{ms} , Z_{ns} , Z_l 及阻抗角, T_{zd} , I_{fh} , 根据公式(1)、(2)、(3)即可算出振荡过程电压电流的幅值。

4 系统的基本组成

根据以上原理实现电力系统模拟振荡的硬件部分,要求包括具有奔腾以上处理器、64M 内存、SVGA 显示器的计算机和多功能继电保护测试装置(例如 IRT3 系列)构成测试系统。在试验中只需将测试系统中的多功能继电保护测试装置的输出量、开入量、开出量分别与保护装置相连接,即可检测被测装置。

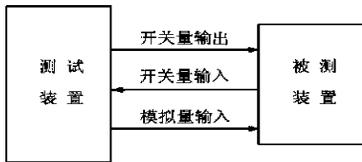


图2 系统图

4.1 测试系统的硬件原理

PC 机使用标准并行打印机接口,通过 25 芯连接器同测试仪相连。PC 机通过 I/O 接口电路实时地送出试验数据,在经 D/A 变换平滑处理及功率放大后得到三相电流和三相电压。

(1) PC 微机系统

PC 系列微机系统是整个装置的核心。它计算实验所需数据,控制 D/A 变换,功放电源和外设,显示测试结果。

(2) I/O 扩展接口

I/O 扩展接口的作用是为主机箱和微机系统之间提供一种合适的“握手”逻辑环境。通过 I/O 扩展接口,微机能够向主机箱输送出测试数据和各种控制命令。同时也能够接受来自被测保护继电器产生的触点动作状态信息。此接口通过 25 芯电缆与微机的并行打印接口连接。

(3) D/A 转换单元

共设置 6 个模拟量输出通道分别接至三相电压源和三相电流源的放大单元。每个通道都设有一个高精度 D/A 转换芯片。

(4) 高效电流放大单元

电流放大单元共有三个通道(A、B、C 三相),每个通道由电流前置功放板和装在散热片上的大功率三极管组成。

(5) 电压放大单元

电压源放大单元也设有三个通道(A、B、C 三相),采用直流功放电路原理放大,在经功率器件扩流后输出。有过载短路保护。

4.2 软件的编写

目前国内各个厂家生产的测试仪,大多数都是由计算机控制电压和电流信号,采用定时中断由并口送到测试装置,而 Windows 系统是多任务系统,不具备实时变化性,所以测试仪的软件部分一般采用 Dos 环境下 C 语言编写。根据以上建立的试验模型,我们可以得出系统振荡时的三相电压、三相电流。

4.2.1 程序的总体设计结构框图如下:

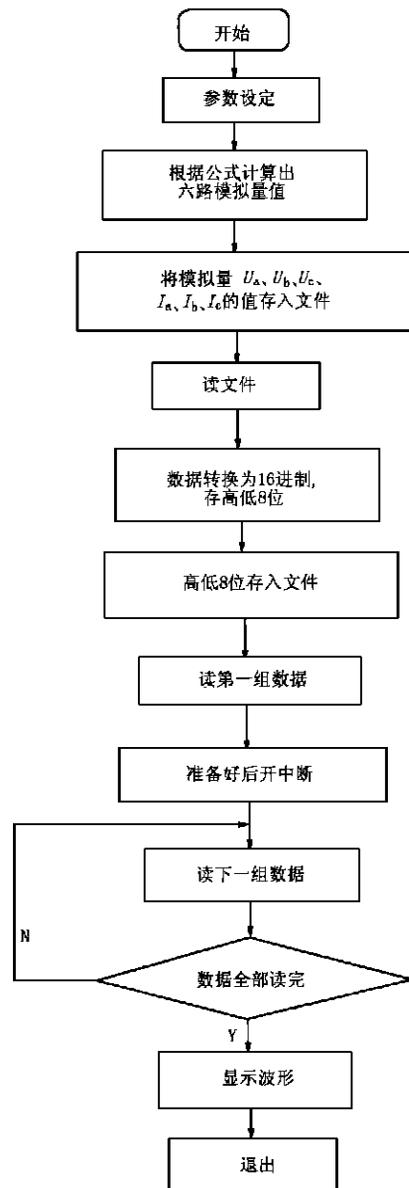


图3

4.2.2 中断服务程序结构框图

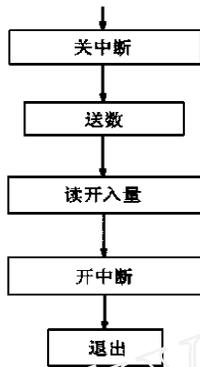


图4

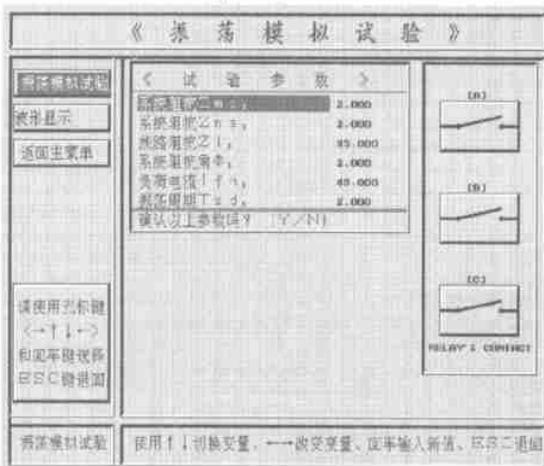


图5 主界面

4.3 操作界面设计

由于在振荡的过程中电流电压的幅值是随着时间变化而不断变化,所以在实验开始的时候需要将振荡所需要的数据全部算好,并把数据保存到文件中,以备后用。另外在振荡的过程中检测被测装置是否有跳闸,如果跳闸,装置不正确动作。另外在软件中还具有波形显示功能,用户可以在试验结束后察看振荡情况。

以下就是振荡中一段波形图(图6)。

需要说明的是这模拟是一个简单的模拟,它不

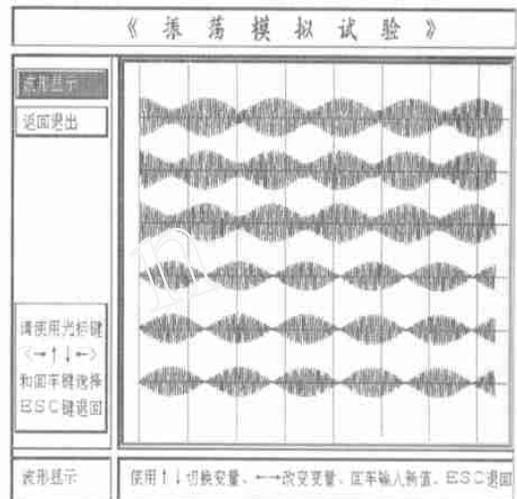


图6 波形图

能连续变化振荡周期,用户如果要做实验只需输入各个振荡周期幅值,分别进行试验。

4.4 试验结果

根据该软件所做的试验结果,与在动模系统或者仿真系统的完全相同。

5 结束语

本文介绍了如何利用测试仪来模拟电力系统振荡,试验简单、操作方便。因此测试装置又有了很好的应用价值。

参考文献:

- [1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术. 北京: 中国电力出版社. 1995.
- [2] 杨奇逊. 微机继电保护基础. 北京: 中国电力出版社. 1988.

收稿日期: 2000-12-01;

作者简介: 魏燕(1975-),女,本科,助工,从事继电保护测试仪研究; 顾峰(1973-),男,本科,助工,从事继电保护研究; 张克元(1964-),男,高级工程师,从事电力系统保护与控制研究与管理工作。

Using a microprocessor based relay testing instrument to simulate oscillation of a power system

WEI Yan, GU Feng, ZHANG Ke - yuan
(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: In the process of operation of a paralleled operating system and a power plant, out-of-step operation is occurred quite often. It is necessary to exam the performances of the protections under such conditions. In this paper, it presented how to use a microprocessor-based tester to simulate oscillation of a system to observe the operation performances of the protections.

Key words: oscillation of system