

暂态信号发生器

董新洲 天津大学(300072) 葛耀中 西安交通大学(710049)

徐丙垠 陈 平 淄博科汇电气有限公司(255000)

【摘要】 论述了研制电力系统暂态信号发生器的必要性、可行性以及它的原理结构,并实际应用于“输电线路故障测距装置 XC—11”的调试中。研制成功的暂态信号发生器由 8031 单片机和高速 D/A 转换器组成,能够把 EMTP 计算结果转换成模拟量输出,是调试检验各种继电保护及安全自动装置的有力工具。

【关键词】 电力系统 继电保护 故障测距 信号发生器

引言

在研制微机式电力系统继电保护及其它安全自动装置(像故障录波器、故障测距装置、电力系统稳定控制装置)的过程中,经常需要电力系统发生故障后的暂态电压和暂态电流信号,以检验装置的数据采集单元是否正确,起动元件是否灵敏可靠,装置的原理及逻辑回路是否正确、完善,并确定各单元的时延及整机的动作时间。实际的状况是电力系统发生了故障,其故障性质和过程一般不再重复,而且随着运行管理水平的提高,线路故障的几率越来越小。但是,对于正在研制的装置,其缺陷和错误是不可避免的,如果把正在研制或已研制成功但未经过任何考验的装置直接接入系统,这当然是不允许的,即使接入系统,等待发生了故障再进行总结和修改,势必延长装置的研制周期。为了解决这个问题,目前的办法有:仿真;用计算机对原理及有关算法进行 EMTP 或 Spiese 仿真验证,保证原理正确无误;交流试验:给装置施加交流信号,人为制造故障,对装置进行考验;继电保护测试仪;动模实验。方法 实际上与装置无关,仅仅验证了理论上的原理是否正确;方法 与实际系统差距甚大,不能模拟复杂多样的电力系统结构及多种故障类型;方法 可用于部分继电保护装置的测试,对于反映高频信号的行波保护及测距将无能为力,这是因为其数/模转换速度低(1kHz),此外对于只需要故障信号的场合,使用继电保护测试仪也是不合算的;方法 是一种比较可信的试验方法,但因其接线复杂,投资巨大,而且不是所有的研究机构都有这个条件,而且使用起来不很方便;此外,对于新装置研制的初期就上动模,既不方便也不经济。从实际情况来看,通过动模试验的装置在实际系统中同样误动或拒动,也说明它并非唯一可信的试验手段。据此,有必要寻找一个灵活、方便、经济的实验工具,电力系统暂态信号发生器(Transient Signal Generator of Electric Power System 简称 TSG),就是从这一个目的出发研制的。

电力系统发生故障后的暂态电压和暂态电流信号中,包含着故障信息。暂态信号由丰富的频率分量组成(从直流到数百 kHz 的高频分量),而且动态范围亦大(故障电流可达额定电流的 20 倍以上),这就要求所研制的 TSG 有宽广的频带和较大的动态范围。随着微机和大规模集成电路技术的发展,已有成熟的元器件可供采用,而且价格低廉,因此,研制灵活、方便、经济的 TSG 是可行的。

本文介绍了 TSG 的工作原理,结构特点及应用情况,结果表明,所研制 TSG 是成功的, TSG 是调试、研制继电保护和自动装置非常有效的工具。

1 TSG 的工作原理

把存储于 TSG 中的故障电压、故障电流数据或由 PC 机经通信口传送给 TSG 的 EMTP 计算结果、故障录波器的记录结果转换成 8 路模拟量输出。其基本原理是数模转换。

电力系统故障后暂态电压电流信号的频带宽,为了让信号不失真,而且能够反映出正确的故障信息,自然要求发生器有宽广的频带,TSG 采用了高速数模转换器 CA 3338,其最高工作频率可达 50kHz。

不同的模拟号将表示不同线路、相别的电压和电流,为了保证各线相之间的相位关系不改变,要求所转换的 8 路模拟信号同步输出,TSG 的各路转换是独立的,在统一的时钟干预下同步转换,同步输出。

8 位的 D/A 转换器芯片从动态范围上讲,精度稍嫌不高,为了使电路不致太复杂,同时从实用的角度来考虑,TSG 采用了 8 位的数模转换器。

TSG 通过对不同数据结果的转换,可模拟工频电压电流信号,高频暂态行波电压电流信号,低频振荡过程的电压电流信号以及它们的组合,换句话说,凡是计算机上能计算出来的数据都可通过 TSG 转换出来。

2 TSG 的软、硬件结构

2.1 D/A 及地址发生电路

CA 3338 是一个频率高达 50MHz 的 8 位数模转换器芯片,它有 20 个管脚,双列直插式结构,单一正 5V 电源,根据参考电压的不同($\pm 2.5V$ 或 $+5V$,可分别获得 $-2.5V \sim +2.5V$ 或 $+5V$ 的模拟信号输出,图 1 示出了 TSG 中 CA 3338 的外部接线图。

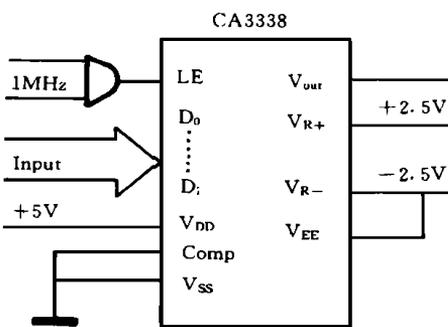


图 1 CA 3338 的外部电路

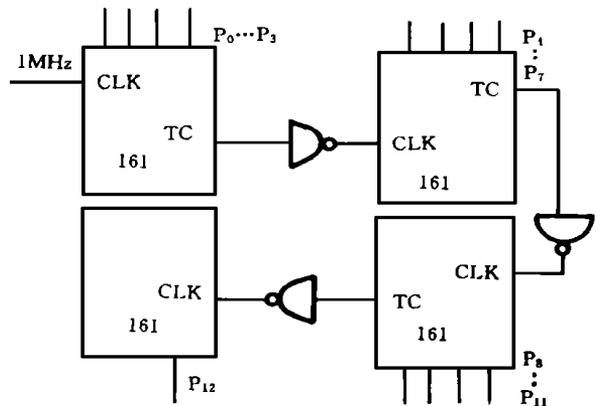


图 2 地址选择电路

TSG 所使用转换频率为 1MHz,这时地址选择依靠 CPU 通过软件控制是不行的,因此 TSG 的地址选择由硬件电路构成,它由 4 个 74HC161 计数器和 74HC74 单稳态触发器构成,图 2 示出了硬件地址选择电路。硬件地址在 1MHz 脉冲的控制下,1 μ s 刷新一次。串联式计数器结构,其地址最高位和最低位脉冲上升沿相差(滞后)75ns,不影响工作。

2.2 TSG 的硬件结构

图 3 示出了 TSG 的组成框图,主要由单片机 8031,硬件地址选择电路,模拟信号转换及放大出口电路以及按键、指示灯和通信接口等组成。其主要特点是由 CPU 产生的地址和硬件产生的地址隔离和各路数模转换器数据总线的隔离。

考虑 RAM 容量限制, 信号发生的时序做了如下安排: 首先转换故障前稳态数据一周波, 重复 1 分钟, 这一周波的稳态正弦采用 1kHz 的转换频率(即每周 20 个样点), 由软件实现, 其次转换故障后暂态数据 8ms, 转换频率 1MHz, 1μs 一个样点, 由硬件实现; 最后转换 8ms 以后数据 3 周波, 重复第 3 周波数据 2 次, 即故障切除时间设定为 100ms, 这一部分转换由软件来实现。

2.3 TSG 的软件框图

TSG 使用 8031 单片机, 软件由两部分组成, 一是微机传递数据给 8031 的通讯软件, 采用 C 语言编写; 二是 8031 的转换和通信软件, 采用汇编语言编写, 图 4 示出了 8031 的汇编语言程序框图。

软件框图中其它部分前已述及, “置标记”是指对故障转换次数的记录。由于口线限制, 所以转换键是复用的, 它可以转换一种故障(例如一次性故障), 又可以转换另一种故障(例如模拟重合闸过程), 因此可根据标记不同实现不同的转换内容。

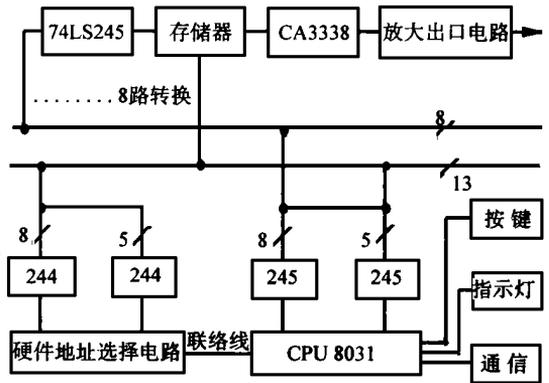


图 3 TSG 的组成框图

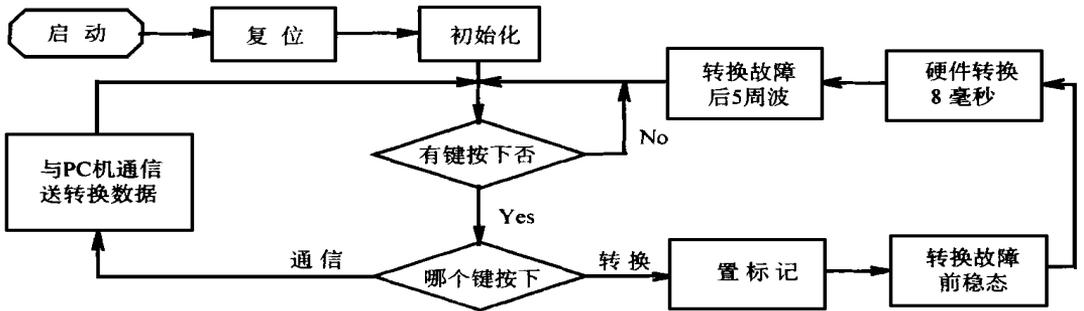


图 4 软件框图

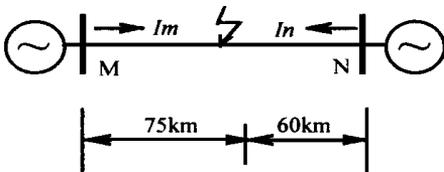


图 5 仿真系统结构

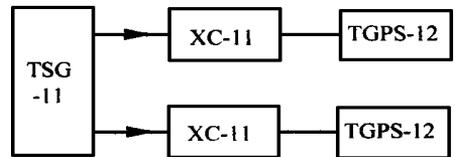


图 6 试验接线

3 TSG 用于调试行波故障测距装置 CX—11

由西安交大、科汇电气有限公司、东北电管局等单位联合研制的“输电线路行波故障测距装置”, 其原理是检测故障时在故障点突然出现的向两侧变电站母线运动的暂态电流行波, 利用行波波头到达母线的或在母线与故障点间往返一次的时间实现两端故障测距和单端故障测距。调试 XC—11 时, 使用 TSG 作为信号源, 仿真系统结构图如图 5 所示, 线路长 135km, 线路电压等级 500kV, 故障点设置在距 M 端 75km 处; 试验接线如图 6 所示。表 1 示出了试验结果。(下转 45 页)

护装置的动作将产生不良影响。这种影响的大小与接地故障点到 PT 安装处的距离有关, 距离越近, 电力一次系统三相电压的不对称程度越大, PT 二次回路中性点的偏移也就越大, 越容易造成保护装置的不正确动作。就采用自产零序电压原理的微机零序保护及其他类型零序保护的零序功率方向元件而言, 被保护线路发生接地故障时因 PT 二次电压回路中性点偏移而造成的二次回路三相电压相位关系的变化, 必然要引起零序功率方向元件所用的内部自产零序电压的相位不能真实地反映被保护线路故障时的一次系统零序电压的相位, 从而导致了零序保护的不正确动作。G41 微机零序保护的拒动就是由于这种被保护线路故障时 PT 二次回路中性点偏移所导致的 PT 二次回路三相电压相位不正确而造成的。

参考文献

- 1 许昌继电器厂 .W XH- 11X 型微机线路保护装置说明书

(上接 40 页) 从表 1 可看出, 使用 TSG 调试 XC—11 时, 对单端测距, 最大误差 2.18km, 最小误差 1.99, 对两端测距, 最大误差 1.7km, 最小误差 0。误差原因主要是由 XC—11 有关参数未修正造成的, 误差的另一个原因是因为 TSG 的分辨率低。由此可见, TSG 和 XC—11 研制是基本成功的, 而且 TSG 使用确实很方便。

4 结论

- (1) TSG 是一种新型的开发研究工具;
- (2) 可用于实验室开发、研究, 也可用于现场调试, 检验保护、测距及其它自动装置的动作行为;
- (3) 如果有数据记录, 可以再现历史上发生过的真实故障;
- (4) 使用灵活、方便、成本低廉。
- (5) 8 位的数模转换器分辨率稍低, 造成信号动态范围小, 这是有待于完善的不足之处。

表 1 试验结果

故障类型	故障点 M 端 (km)	故障时刻		单端结果 (M)	两端结果 (km)
		M 端	N 端		
单相接地	75	9: 51: 50 381912 μ s	9: 51: 50 381853 μ s	76.99	76.3
两相短路	75	9: 33: 03 847726 μ s	9: 33: 03 847676 μ s	77.18	75
三相短路	75	10: 07: 44 750440 μ s	10: 07: 44 750382 μ s	77.18	76.2
* 两相接地短路	30	9: 58: 40 257024 μ s	9: 58: 40 257502 μ s	27.84	28.3

* 线路长度 200km, 故障点设置在距 M 端 30km, 距 N 端 170km 处。

参考文献

- 1 周明德 . 微型计算机硬件接口电路及应用 . 清华大学出版社, 1981
- 2 何立民编著 . MCS—51 系列单片机应用系统设计系统配置与接口电路 . 北京航空航天大学出版社, 1990

After analyzing the conventional time- inverse overload protection of the motor, the paper presents a new thermal overload protection scheme basing on the solution of a differential equation. This differential equation is established from the motor winding's thermal model. It really reflects the increasing procedure of temperature when the motor is overloaded. The result of solution is a recurrence formula of accumulation stator current which is used as the protection criteria. To realize the new protection scheme, the microprocessor- based block diagram is presented.

Keywords: Accumulated stator current Overload protection

NEW PRODUCT DEVELOPMENT

Development of SF- 501 Transceiver Specially Used for Bypass HF Protection **Daidechao, Zhou Jieshi**(33)

The development of SF- 501 transceiver specially used for bypass HF protection and its feature are described in this paper. The transceiver can change its working frequency by switching- over the button on its panel like TV set. Its frequency- change technique is of leading level in Chinese similar products and it will provide great convenience for the operators of bypass HF protection.

Keywords: Bypass HF protection Transceiver Simultaneous switch- over

Transient Signal Generator **Dong Xinzhou et al**(38)

The necessity, the feasibility and the principle of TSG is discussed. TSG consists of the microcontroller 8031 and the D/A converter. It can convert the EMTP calculation result to analogue signal. It is an effective tool in the study of digital relay and other automatic devices. It has already been applied in the test of fault locator XC- 11. The result shows that it is successful.

Keywords: Electric power system Protection Fault location Signal generation

EXPERIENCE EXCHANGE

Analysis on the Cause of Refusal to Operate of Zero Sequence Protection in WXH- 11x Microprocessor- Based Line Protection Device **Li Yijun**(41)

Referring to one case of refusal to operate of zero sequence protection in WXH- 11x microprocessor- based line protection device, the influence of secondary voltage phase shift of the voltage transformer used for the microprocessor- based protection on the operation of the microprocessor- based zero- sequence protection is analyzed in this paper.

Keywords: Microprocessor- based zero- sequence protection Refusal to operate Secondary voltage Phase shift

Plotting of Phasor Diagram of Sine AC Circuit **Li Zhongqiang**(46)

The definition of sine current and voltage arrow head symbols and their positive direction is described by some practical examples. The phasor arrows of potential rise and voltage- drop are represented in same principle, that is to say, directed to high potential. The presentation of voltage and current of general sine AC circuit and the plotting of phasor diagram are also analyzed basing the principle.

Keywords: Phasor diagram Sine AC circuit Current Voltage Potential

Discussion on the Operation of Reclosers Arranged for the Microprocessor- Based Protections and Other Protections in Our Province **Yie Xuexiang**(51)

Operation and Improvement of the Reclosers of Small Power Supply System in 110kV Network **Tan Qiong**(54)

Arrangement Features and Type Selection of Xianghongdian Pumped- Storage Set's Protection **Xue Honglin, Wei Qing**(56)

The protection arrangement and the special problem of the Xianghongdian pumped- storage set and the investigation on protection manufacturers are described.

Keyword: Pumped- storage set Protection

English Editor: Zhang Zhiqiang