



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102890235 A

(43) 申请公布日 2013.01.23

(21) 申请号 201110200852.1

(22) 申请日 2011.07.18

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 胡喜 邢建辉 卓越 王青岗

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
责任公司 11240

代理人 李慧

(51) Int. Cl.

G01R 31/327(2006.01)

G01R 31/02(2006.01)

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种故障检测方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种故障检测装置，以便于实现对数字输出通道的非中断性故障检测，实现简便，成本较低。所述装置包括：检测电路，用于检测所述PLC系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平，以及检测所述PLC系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平，并根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号；判断电路，用于判断接收的所述第一脉冲信号的脉宽是否在允许范围之内，当判断结果为否时，输出第二脉冲信号；触发电路，用于根据接收的所述第二脉冲信号触发显示电路；显示电路，用于响应接收的信号显示检测结果。本发明还公开了一种故障检测方法。



1. 一种故障检测装置,应用于可编程逻辑控制器 PLC 系统,其特征在于,包括:检测电路(101),判断电路(102),触发电路(103)及显示电路(104);

所述检测电路(101),用于检测所述 PLC 系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平,以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平,并根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号;

所述判断电路(102),用于判断接收的所述第一脉冲信号的脉宽是否在允许范围之内,当判断结果为否时,输出第二脉冲信号;

所述触发电路(103),用于根据接收的所述第二脉冲信号触发所述显示电路(104);

所述显示电路(104),用于响应接收的信号显示检测结果。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述检测电路(101) 包括开关电路(1011)、负载电路(1012)、光电检测电路(1013) 及输出电路(1014);

所述开关电路(1011) 的输入端与所述 PLC 系统中的计算模块(105) 的输出端相连,输出端与所述负载电路(1012) 的一端及所述光电检测电路(1013) 的第一输入端相连,用于实现开关功能;

所述负载电路(1012) 的另一端接地,用于为电路提供负载;

所述光电检测电路(1013) 的第二输入端及第二输出端接地,第一输出端与所述输出电路(1014) 的第一输入端相连,用于隔离输入、输出信号;

所述输出电路(1014) 的第二输入端与所述触发电路(103) 的第一输入端相连,输出端与所述判断电路(102) 的输入端相连,用于根据所述第一电平和所述第二电平的变化向所述判断电路(102) 输出第一脉冲信号。

3. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述开关电路(1011) 包括开关驱动电路(10111) 及开关(10112);所述开关(10112) 为场效应管;所述开关驱动电路(10111) 的输入端与所述计算模块(105) 的输出端相连,输出端与所述开关(10112) 的栅极相连,所述开关(10112) 的漏极与第一外部电源端相连,源极与所述负载电路(1012) 的一端及所述光电检测电路(1013) 的第一输入端相连;

所述光电检测电路(1013) 包括第一电阻、第二电阻及光电耦合器(10132);所述第一电阻的一端与所述开关(10112) 的源极相连,另一端与所述光电耦合器(10132) 中发光二极管的阳极相连,所述第二电阻的一端与第二外部电源端相连,另一端与所述光电耦合器(10132) 的第一输出端及所述输出电路(1014) 的第一输入端相连,所述光电耦合器(10132) 中发光二极管的阴极及所述光电耦合器(10132) 的第二输出端接地;

所述输出电路(1014) 包括一同或门(10141),其第二输入端与所述计算模块(105) 的输出端及所述触发电路(103) 的第一输入端相连,输出端与所述判断电路(102) 的输入端相连。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述判断电路(102) 包括判断单元(1021) 及基础单元(1022);

所述判断单元(1021) 用于判断接收的所述第一脉冲信号的脉宽是否在允许范围之内,当判断结果为否时,输出所述第二脉冲信号;

所述基础单元(1022) 用于滤波及缓冲。

5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述判断单元(1021) 包括判断芯片

(10211),所述基础单元(1022)包括第一电容、第三电阻、第四电阻、第五电阻及第一晶体管;所述第一晶体管为三极管;

所述判断芯片(10211)的补偿脉冲输出管脚与所述第四电阻的一端相连,脉冲输出管脚悬空,第一触发输入管脚与直接复位输入管脚及第二外部电源端相连,第二触发输入管脚与第五电阻的一端及所述检测电路(101)的输出端相连;

所述第一电容串联在所述判断芯片(10211)的外部电阻/电容连接管脚及外部电容连接管脚之间,且与所述外部电容/电阻连接管脚相连的一端还与所述第三电阻的一端相连;

所述第三电阻的另一端连接所述第二外部电源端;

所述第四电阻的另一端与所述三极管的基极相连;

所述第五电阻的另一端与所述三极管的集电极及所述触发电路(103)的第二输入端相连,所述三极管的发射极接地。

6. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述触发电路(103)包括转换单元(1031)及触发单元(1032);

所述转换单元(1031)用于转换接收的信号;

所述触发单元(1032)用于根据接收的信号触发所述显示电路(104)。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述转换单元包括第一转换器(10311)及第二转换器(10312),所述触发单元(103)包括一触发器(10321);所述检测电路(101)还包括一同或门(10141);

所述第一转换器(10311)的输入端与所述PLC系统中的计算模块(105)的输出端及所述同或门(10141)的第二输入端相连,输出端与所述显示电路(104)的第一输入端相连;

所述第二转换器(10312)的输入端与所述判断电路(102)的输出端相连,输出端与所述触发器(10321)的第一输入端相连;

所述触发器(10321)的第二输入端与外部复位信号端相连,第一输出端悬空,第二输出端与所述显示电路(104)的第二输入端相连。

8. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述显示电路(104)包括双发光二极管LED显示器(10411)及第六电阻;

所述双LED显示器(10411)包括第一LED及第二LED;所述第一LED的阴极与所述第一转换器(10311)的输出端相连,所述第二LED的阴极与所述触发器(10321)的第二输出端相连,所述第一LED及所述第二LED共阳极,所述第六电阻串联在所述阳极及第二外部电源端之间。

9. 一种故障检测方法,应用于可编程逻辑控制器PLC系统,其特征在于,包括:

检测步骤(701),检测所述PLC系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平,以及检测所述PLC系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平,并根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号;

判断步骤(702),判断接收的所述第一脉冲信号是否在允许范围之内,当判断结果为否时,输出第二脉冲信号;

触发步骤(703),根据接收的所述第二脉冲信号触发显示电路;

显示步骤(704),响应接收的信号显示检测结果。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述检测步骤包括:检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载前的第一检测点的所述第一电平,以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的所述第二电平,当所述第一电平与所述第二电平状态相同时,输出所述第一脉冲信号,所述第一脉冲信号的脉宽 (T) 为该电平相同状态的持续时间。

11. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于,所述判断步骤包括:将接收的所述第一脉冲信号的脉宽 (T) 与预先设置的固有非一致状态时长 (Tdiff) 进行比较,如果接收的所述第一脉冲信号的脉宽 (T) 大于所述固有非一致状态时长 (Tdiff),输出所述第二脉冲信号。

一种故障检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电学领域,尤其涉及一种故障检测方法及装置。

背景技术

[0002] 在工业控制系统中,开关或者其驱动电路会由于外部瞬时电压、过流或其它因素而造成损坏,负载也会出现短路状况,因而无论是对有故障保护功能的 PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑控制器)系统的故障保护数字输出通道,还是对用于重要过程控制系统的冗余 PLC 系统的故障保护数字输出通道,或是对标准 PLC 系统的数字输出通道,对其数字输出通道和受其控制的负载的连接情况的自动测试是十分必要的。

[0003] 在故障保护数字输出通道中,尽管已有一些自动测试机制,但需增加与控制过程并无关联的额外的硬件及软件系统,这或多或少会影响到负载的运行。

[0004] 在标准 PLC 系统中,现有技术中仅仅是增加了一个 LED(发光二极管)来指示每个数字输出通道的输出命令(开 / 关)。然而,这种方法无法反映相关联的开关控制连接负载或断开负载的实际操作情况,也无法反映负载连接情况。如果有负载控制电路出了故障,或是负载开路或短路,用这种方法均无法检测。

[0005] 图 8A 示出了现有技术中的标准 PLC 数字输出控制系统,图 8A 中只是此系统的部分示图。其包括计算模块(中央控制器或者 I/O 模块中的分布式微控制器),用于产生控制信号,该控制信号作用于开关,通过开关驱动电路来控制负载的上电或掉电。其中的开关可以是 MOSFET 或者继电器。图中的 LED 用于指示控制信号,如果通道开启,则 LED 发光,否则 LED 不发光。

[0006] 图 8B 示出了现有技术中故障保护 PLC 或是冗余 PLC 系统的故障保护数字输出电路,两个开关串联来为负载提供合适的控制信号,如果其中一个开关出了故障,则负载无法上电。其增加了电路的可靠性,仅是一种故障冗余技术,而不是故障保护技术。

[0007] 当前,只有安全 PLC 系统或冗余 PLC 系统才支持负载控制电路和相关联的负载连接情况的在线测试。现有 EP2048555A1、US4752886、US4868826、US20090219049A1 四篇专利文献,给出了针对重要应用场景中的开关可操作性和负载连接状态的在线非中断性测试的相关方法,都它们都通过增加复杂的检测电路和专门的软件模块来完成错误甄别。但是,所谓的“非中断性”测试方法也并不是真正的非中断性,其在测试时还需短暂性切掉负载,因而无法适应所有类型的负载连接的情况。

[0008] 因此,对于 PLC 系统而言,需要一种能够在线检测并实时显示数字输出电路可操作性和负载连接状态的装置和方法。

发明内容

[0009] 本发明实施例的一个方面是提供一种故障检测装置,以便于实现对 PLC 数字输出通道的非中断性故障检测,实现简便,成本较低。

[0010] 本发明实施例的另一个方面是提供一种故障检测方法,从而能够以简单的方法进

行 PLC 数字输出通道的故障检测，实现非中断性检测，且无需额外的软件设备。

[0011] 根据本发明实施例的一个方面，提供一种故障检测装置，其应用于可编程逻辑控制器 PLC 系统，所述装置包括：检测电路，判断电路，触发电路及显示电路；

[0012] 所述检测电路，用于检测所述 PLC 系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平，以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平，并根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号；所述判断电路，用于判断接收的所述第一脉冲信号是否在允许范围之内，当判断结果为否时，输出第二脉冲信号；所述触发电路，用于根据接收的所述第二脉冲信号触发所述显示电路；所述显示电路，用于响应接收的信号显示检测结果。

[0013] 在本发明实施例中，用检测电路检测 PLC 系统的输出电压信号及经过开关及负载后的电压信号，若二者电平状态相同，即当电路中有不一致状态产生时，则检测电路输出脉冲信号，如果该脉冲信号不在判断电路的允许范围之内，则判断电路输出脉冲信号，使触发电路根据该信号触发显示电路进行显示，从而通过对脉冲信号的捕捉实现了对 PLC 系统数字输出通道的故障检测，无需断开负载，实现了非中断性检测。电路结构简单，无需大量的硬件资源，也无需额外的软件设备，节省了成本，易于实现。

[0014] 较佳地，所述检测电路还包括开关电路、负载电路、光电检测电路及输出电路；所述开关电路的输入端与所述 PLC 系统中的计算模块的输出端相连，输出端与所述负载电路的一端及所述光电检测电路的第一输入端相连，用于实现开关功能；所述负载电路的另一端接地，用于为电路提供负载；所述光电检测电路的第二输入端及第二输出端接地，第一输出端与所述输出电路的第一输入端相连，用于隔离输入、输出信号；所述输出电路的第二输入端与所述触发电路的第一输入端相连，输出端与所述判断电路的输入端相连，用于根据所述第一电平和所述第二电平的变化向所述判断电路输出第一脉冲信号。

[0015] 本发明实施例中通过光电检测电路及输出电路完成对开关电路及负载电路的检测，如果 PLC 的输出电压信号与经过开关电路及负载电路后的输出电压信号状态不一致，则输出电路会输出脉冲信号，以通知判断电路对输出的脉冲信号进行判断，这样一来，即使电路中的变化较为微弱，检测电路也能够检测到信号的变化情况，使检测结果更为准确。

[0016] 较佳地，所述开关电路包括开关驱动电路及开关；所述开关为场效应管；所述开关驱动电路的输入端与所述计算模块的输出端相连，输出端与所述开关的栅极相连，所述开关的漏极与第一外部电源端相连，源极与所述负载电路的一端及所述光电检测电路的第一输入端相连；所述光电检测电路包括第一电阻、第二电阻及光电耦合器；所述第一电阻的一端与所述开关的源极相连，另一端与所述光电耦合器中发光二极管的阳极相连，所述第二电阻的一端与第二外部电源端相连，另一端与所述光电耦合器的第一输出端及所述输出电路的第一输入端相连，所述光电耦合器中发光二极管的阴极及所述光电耦合器的第二输出端接地；所述输出电路包括一同或门，其第二输入端与所述计算模块的输出端及所述触发电路的第一输入端相连，输出端与所述判断电路的输入端相连。

[0017] 本发明实施例中提供了一种具体的检测电路的电路结构，以便本领域技术人员可以很容易实现本发明的技术方案。需要说明的是，本发明具体实施例中的该具体电路结构只用于解释本发明，而并不用于限制本发明，其它可以用于实现本发明技术方案的结构也在本发明的保护范围之内。

[0018] 较佳地，所述判断电路包括判断单元及基础单元；所述判断单元用于判断接收的所述第一脉冲信号脉宽是否在允许范围之内，当判断结果为否时，输出所述第二脉冲信号；所述基础单元用于滤波及缓冲。

[0019] 本发明实施例中的判断电路可以根据自身存储的固有非一致状态的时长来判断接收的脉冲信号的脉宽是否在允许范围之内，根据判断结果确定是否输出脉冲信号。根据器件的固有状态来确定是否有故障产生，对故障的判断更为准确。

[0020] 较佳地，所述判断单元包括判断芯片，所述基础单元包括第一电容、第三电阻、第四电阻、第五电阻及第一晶体管；所述第一晶体管为三极管；所述判断芯片的补偿脉冲输出管脚与所述第四电阻的一端相连，脉冲输出管脚悬空，第一触发输入管脚与直接复位输入管脚及第二外部电源端相连，第二触发输入管脚与第五电阻的一端及所述检测电路的输出端相连；所述第一电容串联在所述判断芯片的外部电阻 / 电容连接管脚及外部电容连接管脚之间，且与所述外部电容 / 电阻连接管脚相连的一端还与所述第三电阻的一端相连；所述第三电阻的另一端连接所述第二外部电源端；所述第四电阻的另一端与所述三极管的基极相连；所述第五电阻的另一端与所述三极管的集电极及所述触发电路的第二输入端相连，所述三极管的发射极接地。

[0021] 本发明实施例中提供了一种具体的判断电路的电路结构，以便本领域技术人员可以很容易实现本发明的技术方案。需要说明的是，本发明具体实施例中的该具体电路结构只用于解释本发明，而并不用于限制本发明，其它可以用于实现本发明技术方案的结构也在本发明的保护范围之内。

[0022] 较佳地，所述触发电路包括转换单元及触发单元；所述转换单元用于转换接收的信号；所述触发单元用于根据接收的信号触发所述显示电路。

[0023] 本发明实施例采用触发电路来根据接收的信号触发显示电路，当触发电路接收到判断电路输出的脉冲信号，则输出低电平信号触发显示电路进行显示。同时，当触发电路再次接收到外部输入的复位信号时，又会输出高电平信号，即故障提示一定时间后可自动恢复，不会一直处于故障提示状态。

[0024] 较佳地，所述转换单元包括第一转换器及第二转换器，所述触发单元包括一触发器；所述检测电路还包括一同或门；所述第一转换器的输入端与所述 PLC 系统中的计算模块的输出端及所述同或门的第二输入端相连，输出端与所述显示电路的第一输入端相连；所述第二转换器的输入端与所述判断电路的输出端相连，输出端与所述触发器的第一输入端相连；所述触发器的第二输入端与外部复位信号端相连，第一输出端悬空，第二输出端与所述显示电路的第二输入端相连。

[0025] 本发明实施例中提供了一种具体的触发电路的电路结构，以便本领域技术人员可以很容易实现本发明的技术方案。所述触发器可以是 RS 触发器，所用器件简单，实现方便且成本低。需要说明的是，本发明具体实施例中的该具体电路结构只用于解释本发明，而并不用于限制本发明，其它可以用于实现本发明技术方案的结构也在本发明的保护范围之内。

[0026] 较佳地，所述显示电路包括双发光二极管 LED 显示器及第六电阻；所述双 LED 显示器包括第一 LED 及第二 LED；所述第一 LED 的阴极与所述第一转换器的输出端相连，所述第二 LED 的阴极与所述触发器的第二输出端相连，所述第一 LED 及所述第二 LED 共阳极，所述

第六电阻串联在所述阳极及第二外部电源端之间。

[0027] 本发明实施例中采用双 LED 显示器来进行显示,可以针对不同情况有不同的显示效果,使测试者能根据显示结果更为准确直观地确定具体出了哪种故障,无需更多的测试过程。

[0028] 根据本发明实施例的另一个方面,提供一种故障检测方法,应用于可编程逻辑控制器 PLC 系统,包括:检测步骤,检测所述 PLC 系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平,以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平,并根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号;判断步骤,判断接收的所述第一脉冲信号是否在允许范围之内,当判断结果为否时,输出第二脉冲信号;触发步骤,根据接收的所述第二脉冲信号触发显示电路;显示步骤,响应接收的信号显示检测结果。

[0029] 根据本发明实施方式提供的故障检测方法,能够很方便地对 PLC 系统数字输出通道的故障情况进行检测,通过显示电路对检测结果进行显示,测试者可以很容易得到较为准确直观的测试结果,便于对故障进行定位。

[0030] 较佳地,所述检测步骤包括:检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载前的第一检测点的所述第一电平,以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的所述第二电平,当所述第一电平与所述第二电平状态相同时,输出所述第一脉冲信号,所述第一脉冲信号的脉宽为该电平相同状态的持续时间。

[0031] 本发明实施例中输出的第一脉冲信号的脉宽为该电平相同状态的持续时间,以便通过该第一脉冲信号的脉宽检测电路中是否出现了故障,即根据电平相同状态的持续时间来判断电路中是否出现了故障,使判断结果更为准确。

[0032] 较佳地,所述判断步骤包括:将接收的所述第一脉冲信号的脉宽与预先设置的固有非一致状态时长进行比较,如果接收的所述第一脉冲信号的脉宽大于所述固有非一致状态时长,输出所述第二脉冲信号。

[0033] 本发明实施例中将接收的第一脉冲信号与预先设置的固有非一致状态时长进行比较,如果接收的信号的脉宽大于所述固有非一致状态时长则输出第二脉冲信号,通过器件固有的非一致状态时长来判断接收的脉冲信号是否在允许范围之内,以使判断结果更为准确。

[0034] 与现有技术相比,采用本发明实施例的方案,降低了成本,且更为简单易行。本发明实施例中的故障检测方案,除了正常的负载控制过程外,无需额外的接入负载或断开负载的操作来测试开关操作性能,真正实现了非中断性的测试,使测试过程更为准确,因此可以适用于带有各种不同负载的任何数字输出通道。本发明实施例中采用双 LED 显示器进行显示,不仅使显示更为准确,且可以更加直观地使测试者获知测试结果。

附图说明

[0035] 下文将以明确易懂的方式通过对优选实施方式的说明并结合附图来对本发明上述特性、技术特征、优点及其实施方式予以进一步说明,其中:

[0036] 图 1 是本发明实施例中故障检测装置的主要结构图;

[0037] 图 2 是本发明实施例中故障检测装置的详细电路图;

- [0038] 图 3 是本发明实施例中无故障时检测电路的时序图；
[0039] 图 4A 是开关故障后输出信号继续变化时检测电路的时序图；
[0040] 图 4B 是开关故障后输出信号不再变化时检测电路的时序图；
[0041] 图 5A 是故障后输出信号继续变化时检测电路的时序图；
[0042] 图 5B 是故障后输出信号不再变化时检测电路的时序图；
[0043] 图 6A 是本发明实施例中当有故障产生时 V4、V5、V6 的时序图；
[0044] 图 6B 是本发明实施例中当无故障时 V4、V5、V6 的时序图；
[0045] 图 7 是本发明实施例中故障检测方法的主要流程图；
[0046] 图 8A 是现有技术中标准 PLC 数字输出控制系统示意图；
[0047] 图 8B 是现有技术中故障保护 PLC 或是冗余 PLC 系统的故障保护数字输出电路示意图。

[0048] 参考符号表

- [0049] 101 检测电路 102 判断电路 103 触发电路 104 显示电路
[0050] 105 计算模块 1011 开关电路 1012 负载电路 1013 光电检测电路
[0051] 1014 输出电路 10111 开关驱动电路 10112 开关 10131 电阻单元
[0052] 10132 光电耦合器 10141 同或门 1021 判断单元 1022 基础单元
[0053] 10211 判断芯片 1031 转换单元 1032 触发单元 10311 第一转换器
[0054] 10312 第二转换器 10321 触发器 1041 晶体管单元 1042 电阻单元
[0055] 10411 双 LED 显示器

具体实施方式

[0056] 为对本发明的技术特征, 目的和效果有更加清楚的理解, 现对照附图说明本发明的具体实施方式, 在各图中相同的标号表示相同的部分。为清楚表示各部件的相互关系, 附图中各部件的比例关系仅为示意性的, 并不表示实际结构的比例关系。

[0057] 参见图 1, 本发明实施例中故障检测装置包括检测电路 101、判断电路 102、触发电路 103 及显示电路 104。检测电路 101 的输入端与待测装置的输出端相连, 例如, 本发明实施例中待测装置为 PLC 的数字输出通道, 则检测电路 101 的输入端可以连接 PLC 的计算模块 (Computational Module) 105 的输出端, 检测电路 101 的输出端与判断电路 102 的输入端相连, 判断电路 102 的输出端与触发电路 103 的输入端相连, 触发电路 104 的输出端与显示电路 104 的第一输入端相连。

[0058] 检测电路 101 用于检测所述 PLC 系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平, 以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平, 并根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号。检测电路 101 对开关及负载进行检测, 当开关、开关驱动电路或负载等出现故障时, 或因延迟等现象导致电路输出状态不一致, 即 PLC 系统中计算模块 105 的第一输出电压信号 (即第一电平) 与经过所述开关及负载后的第二输出电压信号 (即第二电平) 的电平状态相同时, 检测电路 101 向判断电路 102 输出跳变信号, 例如该跳变信号可以是第一脉冲信号。输出的第一脉冲信号的脉宽取决于不一致状态的持续时间, 即与该不一致状态的持续时间相等。

[0059] 图 2 所示为本发明实施例中故障检测装置的详细电路图。其中, 检测电路 101 包括

开关电路 1011、负载电路 1012、光电检测电路 1013 及输出电路 1014。开关电路 1011 的输入端与计算模块 105 的输出端相连,计算模块 105 的该输出端还同时连接到输出电路 1014 的第二输入端和触发电路 103 的第一输入端。开关电路 1011 的输出端与负载电路 1012 的一端及光电检测电路 1013 的第一输入端相连,负载电路 1012 的另一端接地(其中,可以是模拟地),光电检测电路 1013 的第二输入端接地(其中,可以是模拟地),第一输出端与输出电路 1014 的第一输入端相连,第二输出端接地(其中,可以是数字地),输出电路 1014 的第二输入端与触发电路 103 的第一输入端相连,输出端与判断电路 102 的输入端相连。

[0060] 开关电路 1011 包括开关驱动电路 10111 及开关 10112,本发明实施例中,所述开关 10112 可以是场效应管(以下简称 T1)。开关驱动电路 10111 的输入端与计算模块 105 的输出端相连,输出端与 T1 的栅极相连,T1 的漏极与第一外部电源端(DC Power Supply)相连,即图 2 中的 VCC 端,源极与负载电路 1012 的一端及光电检测电路 1013 的第一输入端相连。开关电路 1011 主要用于实现开关功能。

[0061] 负载电路 1012 用于为电路提供负载。如图 2 中,Load(负载)即为负载电路 1012。

[0062] 光电检测电路 1013 包括电阻单元 10131 及光电耦合器 10132,电阻单元 10131 包括第一电阻(以下简称 R1)和第二电阻(以下简称 R2)。R1 的一端与 T1 的源极相连,该端称为光电检测电路 1013 的第一输入端,另一端与光电耦合器 10132 中的发光二极管的阳极相连,R2 的一端连接第二外部电源端,该外部电源可以是 +5V,光电耦合器 10132 中该发光二极管的阴极接地(其中,可以是模拟地),光电耦合器 10132 的第一输出端与 R2 的另一端及输出电路 1014 的第一输入端相连,光电耦合器 10132 的第二输出端接地(其中,可以是数字地)。光电检测电路 1013 主要用于隔离输入、输出信号。

[0063] 输出电路 1014 包括一个同或门 10141,例如,该同或门 10141 可以用芯片 MC74HC266N 来实现。如图 2 中所示,该同或门 10141 的 A 端为输出电路 1014 的第一输入端,B 端为输出电路 1014 的第二输入端,其 B 端与计算模块 105 的输出端及触发电路 103 的第一输入端相连。输出电路 1014 主要用于在电路中有不一致状态产生时向判断电路 102 输出第一脉冲信号,即当第一电平和第二电平状态相同时向判断电路 102 输出第一脉冲信号。

[0064] 图 3 为本发明实施例中无故障时检测电路 101 的时序图。其中,V1 为计算模块 105 的输出电压,V2 为 T1 源极的输出电压,V3 为光电耦合器 10132 第一输出端的输出电压,即输出电路 1014 第一输入端的输入电压,V4 为输出电路 1014 的输出电压。其中,V1 点称为第一检测点,其电平称为第一电平,V3 点称为第二检测点,其电平称为第二电平。

[0065] 当计算模块 105 输出高电平信号,即 V1 由低电平变为高电平,开始带载运行,V2 根据 V1 的变化也会相应由低电平变为高电平,而 V3 会相应由高电平变为低电平。理想状态下,V1、V2、V3 的变化应该在同一时刻完成,但在实际中,因为器件的性能不能完全达到理想状态,可能会有开关上电、掉电特性,因此 V2 和 V3 可能会经历延迟再发生状态的改变,例如图 3 中,V2 和 V3 各有延迟,V3 相对于 V1 的延迟时间均为 t1,大于 V2 相对于 V1 的延迟时间。如果检测电路 101 中的开关使用了继电器,则一个典型的继电器的延迟时间可能有数毫秒,但本发明实施例中的开关采用了 MOSFET(互补金属氧化物半导体场效应管),其延迟时间一般不超过 1 毫秒。当 V1 由高电平变为低电平时,V2 应相应由高电平变为低电平,V3 应相应由低电平变为高电平,此时由于开关掉电特性,V2 和 V3 会经历延迟时间再发生状

态改变,例如图 3 中, V2 和 V3 各有延迟, V3 相对于 V1 的延迟时间为 t2。正是因为开关上电、掉电特性引发的延迟,使 V1 和 V3 之间在输出命令改变之后会有短暂的不一致状态,即 V1 和 V3 的电平会有短暂的状态相同情况出现,而当检测到 V1 和 V3 的电平状态相同时,输出电路 1014 会输出第一脉冲信号,例如图 3 中,输出电路 1014 会分别输出脉宽为 t1 和 t2 的第一脉冲信号。输出电路 1014 的输出信号可以表示为:

$$[0066] \quad F = AB + \overline{AB} \quad (1)$$

[0067] F 为输出电路 1014 的输出信号。当电路处于一致状态时,A 和 B 的电平状态不同,F 始终为 0,而当电路有不一致状态出现时,A 和 B 的电平状态相同,则 F 不为 0,即输出电路 1014 会输出第一脉冲信号,即 V4。t1 和 t2 的最大值可以根据器件进行估计,该最大值可以预先设置为电路的固有非一致状态时长,可以称为 Tdiff。

[0068] 由此可见,根据计算模块 105 的每个输出信号 V1 的变化,输出电路 1014 都会输出第一脉冲信号 V4,通过对该第一脉冲信号 V4 的脉宽的检测来实时检测负载控制电路或者负载中的故障。

[0069] 图 4A 及图 4B 为本发明实施例中当开关出现故障时检测电路 101 的时序图。其中图 4A 为开关故障后输出信号继续变化时检测电路 101 的时序图,图 4B 为开关故障后输出信号不再变化时检测电路 101 的时序图。图 4A 中,输出信号 V1 从高电平变为低电平,因开关故障,因此 V2 没有相应发生变化,而 V3 也不会变化,则输出电路 1014 会输出第一脉冲信号,直到 V1 由低电平变为高电平,输出电路 1014 停止输出第一脉冲信号,该第一脉冲信号的脉宽为 t3。图 4B 中,V1 从高电平变为低电平后没有再变化,则输出的第一脉冲信号的脉宽为从 V1 由高电平变为低电平的时刻开始,到 V1 再次由低电平变为高电平时为止,该第一脉冲信号的脉宽为 t4。

[0070] 图 5A 及图 5B 为本发明实施例中当因开关故障导致负载无法得电,或负载短路时检测电路 101 的时序图。其中图 5A 为故障后输出信号继续变化时检测电路 101 的时序图,图 5B 为故障后输出信号不再变化时检测电路 101 的时序图。图 5A 中,V1 从低电平变为高电平,而电路中可能因开关故障导致负载无法得电,或负载短路,因此 V2 不相应发生变化,则 V3 也不会变化,输出电路 1014 输出第一脉冲信号,直到 V1 由高电平变为低电平,输出电路 1014 停止输出第一脉冲信号,该第一脉冲信号的脉宽为 t5。图 5B 中,V1 从低电平变为高电平后没有再变化,则输出的第一脉冲信号的脉宽为从 V1 由低电平变为高电平的时刻开始,到 V1 再次由高电平变为低电平时为止,该第一脉冲信号的脉宽为 t6。

[0071] 显然,无论是 t3、t4、t5 或 t6,其脉宽均大于 Tdiff。

[0072] 判断电路 102 用于判断接收的第一脉冲信号的脉宽是否在允许范围之内,当判断结果为否时,输出第二脉冲信号。判断电路 102 接收检测电路 101 输出的第一脉冲信号,当电路中有不一致状态产生时,检测电路 101 中的同或门向判断电路 102 输出第一脉冲信号,判断电路 102 判断接收的第一脉冲信号的脉宽是否在允许范围之内,如果该脉宽超过了允许的范围,则判断电路 102 输出信号,例如,判断电路 102 可以输出第二脉冲信号。

[0073] 图 2 中,判断电路 102 包括判断单元 1021、基础单元 1022。具体的,判断单元 1021 可以是一个用于判断接收的信号是否在允许范围之内的判断芯片 10211,例如,该判断芯片可以是双重可再触发 - 可重调单稳态多频振荡器 (dual retriggerable-resettable monostable multivibrator),其型号可以是 74HC4538。基础单元 1022 包括第一电容 (以

下简称 C1)、第三电阻(以下简称 R3)、第四电阻(以下简称 R4)、第五电阻(以下简称 R5)及第一晶体管(以下简称 T2)，所述 T2 可以是一个三极管，本发明实施例中以 NPN 型三极管为例。判断芯片 10211 的第 9 脚 (complementary pulse outputs, 补偿脉冲输出管脚) 与 R4 的一端相连，该端输出的电压信号为 V5，第 10 脚 (pulse outputs, 脉冲输出管脚) 悬空，第 11 脚 (trigger inputs, 触发输入管脚) 及第 13 脚 (direct reset inputs, 直接复位输入管脚) 相连，同时连接到第二外部电源端，第 12 脚 (trigger inputs, 触发输入管脚) 与 R5 的一端及检测电路 101 的输出端，即检测电路 101 中同或门 10141 的输出端相连，C1 连接在该判断芯片 10211 的第 14 脚 (external resistor/capacitor connections, 外部电阻 / 电容连接管脚) 与第 15 脚 (external capacitor connections, 外部电容连接管脚) 之间，且与 14 脚相连的一端还同时连接 R3 的一端，C1 主要起到滤波的作用，R3 的另一端连接第二外部电源端。R4 的另一端连接 T2 的基极，R5 的另一端连接 T2 的集电极及触发电路 103 的第二输入端，该端也称为判断电路 102 的输出端，该端的电压为 V6，V6 可以作为 PLC 控制系统的告警信号。T2 的发射极接地(其中，可以是数字地)。R3、R4、R5 都是起到缓冲的作用。本发明实施例中判断芯片 10211 的第 11 脚可以称为第一触发输入管脚，第 12 脚可以称为第二触发输入管脚。且可以通过以下公式来配置 R3 和 C1 的大小：

$$[0074] \quad T_{diff} = 0.7 * R3 * C1 \quad (2)$$

[0075] 判断芯片 10211 中可以预先存储有 T_{diff} 的值。当判断芯片 10211 接收到第一脉冲信号，假设该第一脉冲信号的脉宽为 T ，则判断芯片判断 T 与 T_{diff} 的大小关系，如果 T 不大于 T_{diff} ，则判断芯片 10211 不输出信号，如果 T 大于 T_{diff} ，则判断芯片 10211 通过第 9 脚输出信号，例如，可以输出第二脉冲信号，该第二脉冲信号可以用于驱动 T2。

[0076] 如图 6A 所示，图 6A 为本发明实施例中当有故障产生时 V4、V5、V6 的时序图。其中，假设 V4 脉冲的脉宽，即第一脉冲信号的脉宽为 T ，判断芯片在收到 V4 脉冲信号后会输出一个脉宽为 T_{diff} 的脉冲信号，即图 6A 中的 V5，由于图 6A 中 T 大于 T_{diff} ，因此 V6 的脉冲脉宽可以是 $T-T_{diff}$ 。

[0077] 如图 6B 所示，图 6B 为本发明实施例中当无故障时 V4、V5、V6 的时序图。在图 6B 中可以看出，因 V4 的脉冲脉宽 T 不大于 T_{diff} ，因此 T2 不产生第二脉冲信号，即 V6 不发生变化。

[0078] 触发电路 103，用于根据接收的第二脉冲信号触发显示电路 104。触发电路 103 包括转换单元 1031 及触发单元 1032。转换单元 1031 包括第一转换器 10311 及第二转换器 10312，用于转换接收的信号。其中，第一转换器 10311 及第二转换器 10312 均可以是非门，例如，可以用 MC54HC04 来实现。触发单元 1032 可以是一个触发器 10321，例如，可以是 RS 触发器，可以用 74LS279 来实现，用于根据接收的信号触发显示电路 104。第二转换器 10312 的输入端与判断电路 102 的输出端相连，该端也称为触发电路 103 的第二输入端，输出端与 RS 触发器的 R' 端相连，第一转换器 10311 的输入端与计算模块 105 的输出端及检测电路 101 中同或门 10141 的第二输入端相连，该端也称为触发电路 103 的第一输入端，输出端与显示电路 104 的第一输入端相连，RS 触发器的 R' 端也可称为 RS 触发器的第一输入端， S' 端也可称为 RS 触发器的第二输入端，RS 触发器的该第二输入端与外部复位信号端相连，即图 2 中的 reset 端，Q 端为 RS 触发器的第一输出端，该端悬空， Q' 端为 RS 触发器的第二输出端，与显示电路 104 的第二输入端相连，该端的电压为 V7。

[0079] RS 触发器的特征方程可以表示为：

$$Q^{n+1} = S + \overline{R}Q^n \quad (3)$$

[0081] 当触发电路 103 接收判断电路 102 输出的第二脉冲信号，第二转换器 10312 将接收的第二脉冲信号取非后送入 RS 触发器的 R' 端，则此时 R' 为 0，则 Q' 端的输出信号会由高电平信号变为低电平信号，直到外部复位信号端向 RS 触发器输入复位信号时，Q' 端的输出信号才会再次变为高电平信号。则触发电路 103 可以根据不同的输出信号向显示电路 104 输出触发信号，使显示电路 104 进行显示。

[0082] 显示电路 104 用于响应接收的信号显示检测结果。在图 2 中，显示电路 104 包括晶体管单元 1041 及电阻单元 1042。晶体管单元 1041 可以包括双 LED 显示器 10411，电阻单元 1042 可以包括第六电阻（以下简称 R6）。传统的检测方法都是使用一个 LED，而本发明为了使检测结果更为准确，使用双 LED 显示器 10411 的检测方式，该双 LED 显示器 10411 中可以包括两个 LED，可以用红色、绿色两个 LED。本发明实施例中，绿色 LED 可以称为第一 LED，红色 LED 可以称为第二 LED。该双 LED 显示器 10411 共有 3 个管脚，其中两个 LED 共阳极，R6 串联在该双 LED 显示器 10411 的阳极与第二外部电源端之间，绿色 LED 的阴极与第一转换器 10311 的输出端相连，该端称为显示电路 104 的第一输入端，红色 LED 的阴极与 RS 触发器的第二输出端相连，该端称为显示电路 104 的第二输入端。

[0083] 只要计算模块 105 的输出信号为高电平，则双 LED 显示器 10411 中的绿色 LED 发光。如果电路中无故障，则触发电路 103 不输出触发信号，如果此时计算模块 105 的输出信号为高电平，则双 LED 显示器 10411 中的绿色 LED 发光，红色 LED 不发光，即双 LED 显示器 10411 显示绿光，而如果此时计算模块 105 的输出信号为低电平，则双 LED 显示器 10411 中的绿色 LED 及红色 LED 均不发光，即双 LED 显示器 10411 不发光；如果电路中有故障产生，则触发电路 103 输出触发信号 V7，如果此时计算模块 105 的输出信号为高电平，则双 LED 显示器 10411 中的绿色 LED 及红色 LED 均发光，则双 LED 显示器 10411 会显示黄光，而如果此时计算模块 105 的输出信号为低电平，则双 LED 显示器 10411 中的绿色 LED 不发光，而红色 LED 发光，即双 LED 显示器 10411 显示红光。下表 1 给出了输出命令、负载连接状况 / 负载控制电路状况与 LED 显示状态的关系。

[0084] 表 1

[0085]

输出命令	负载连接&负载控制电路	双 LED 显示器	双 LED 显示器中的绿色 LED	双 LED 显示器中的红色 LED
0	正常	不发光	不发光	不发光
0	故障	红色	不发光	发光
1	正常	绿色	发光	不发光
1	故障	黄色	发光	发光

[0086] 以下通过具体流程介绍故障检测的方法。

[0087] 参见图 7，为本发明实施例中故障检测方法的主要流程：

[0088] 步骤 701：检测步骤，检测所述 PLC 系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平，以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平，并

根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号。

[0089] 步骤 702 :判断步骤,判断接收的所述第一脉冲信号是否在允许范围之内,当判断结果为否时,输出第二脉冲信号。

[0090] 步骤 703 :触发步骤,根据接收的所述第二脉冲信号触发显示电路。

[0091] 步骤 704 :显示步骤,响应接收的信号显示检测结果。

[0092] 本发明实施例中的故障检测装置应用于可编程逻辑控制器 PLC 系统,包括 :检测电路 101,判断电路 102,触发电路 103 及显示电路 104 ;所述检测电路 101,其输出端与所述判断电路 102 的输入端相连,用于检测所述 PLC 系统中设置在开关及负载前的第一检测点的第一电平,以及检测所述 PLC 系统中设置在所述开关及负载后的第二检测点的第二电平,并根据所述第一电平和所述第二电平的变化输出相应第一脉冲信号 ;所述判断电路 102,其输出端与所述触发电路 103 的输入端相连,用于判断接收的所述第一脉冲信号的脉宽是否在允许范围之内,当判断结果为否时,输出第二脉冲信号 ;所述触发电路 103,其输出端与所述显示电路 104 的输入端相连,用于根据接收的所述第二脉冲信号触发所述显示电路 104 ;所述显示电路 104,用于响应接收的信号显示检测结果。

[0093] 与现有技术相比,采用本发明实施例的方案,降低了成本,且更为简单易行。本发明实施例中的故障检测方案,除了正常的负载控制过程外,无需额外的接入负载或断开负载的操作来测试开关操作性能,真正实现了非中断性的测试,使测试过程更为准确,因此可以适用于带有各种不同负载的任何数字输出通道。本发明实施例中采用双 LED 显示器进行显示,不仅使显示更为准确,且可以更加直观地使测试者获知测试结果。

[0094] 上文通过附图和优选实施方式对本发明进行了详细展示和说明,然而本发明不限于这些已揭示的实施方式,本领域技术人员从中推导出来的其它方案也在本发明的保护范围之内。

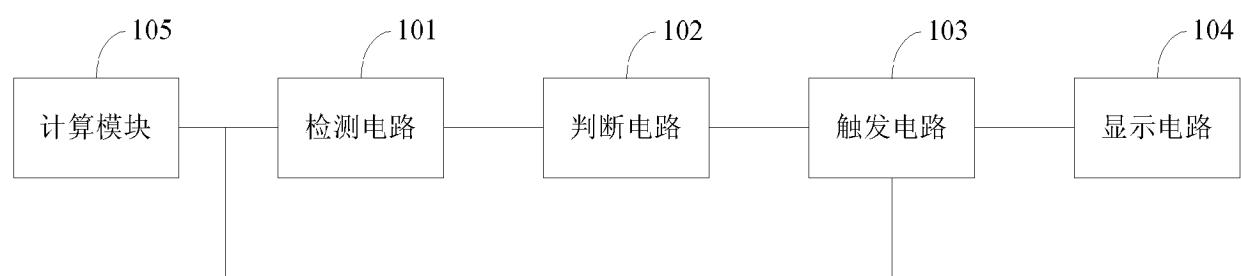


图 1

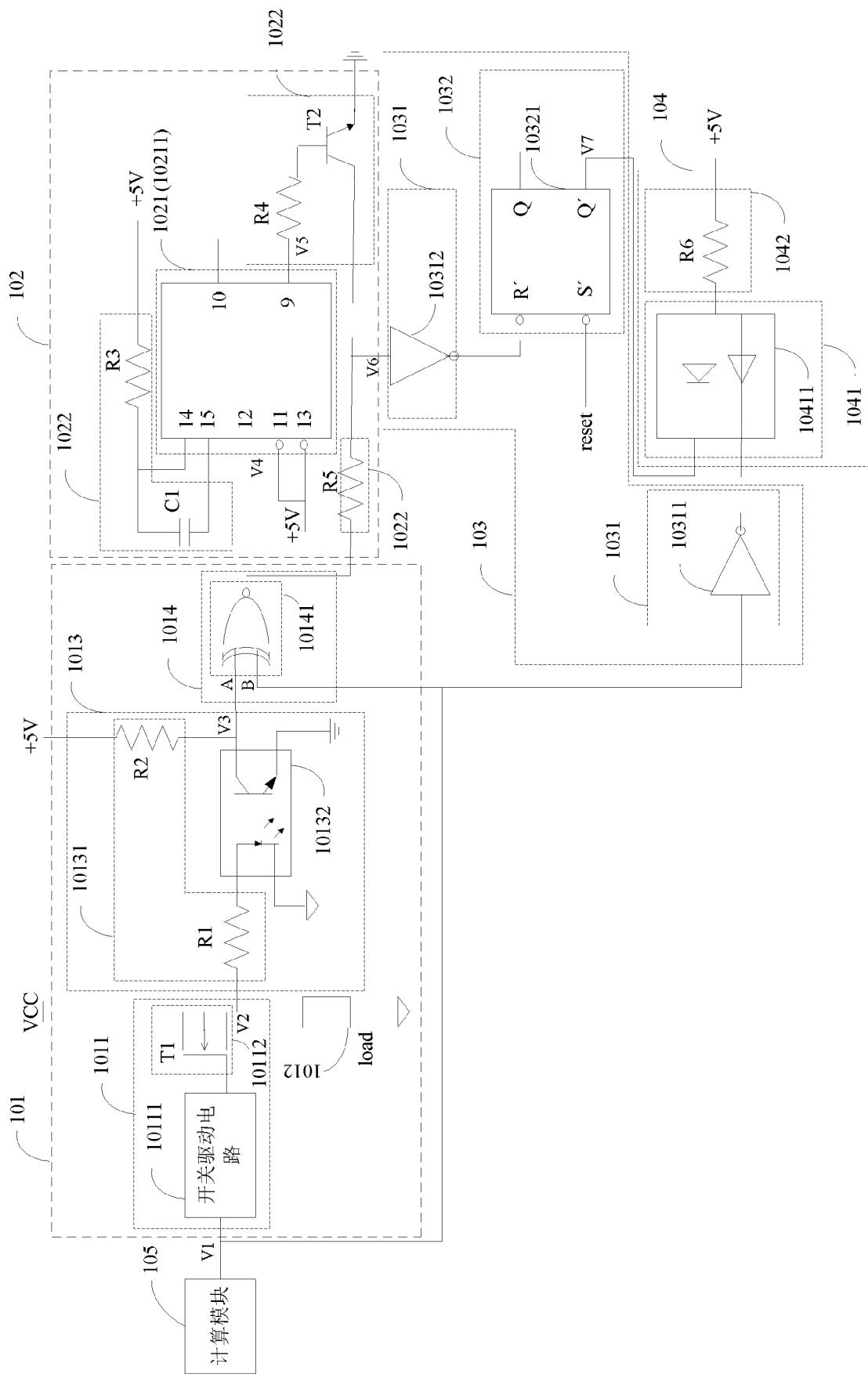


图 2

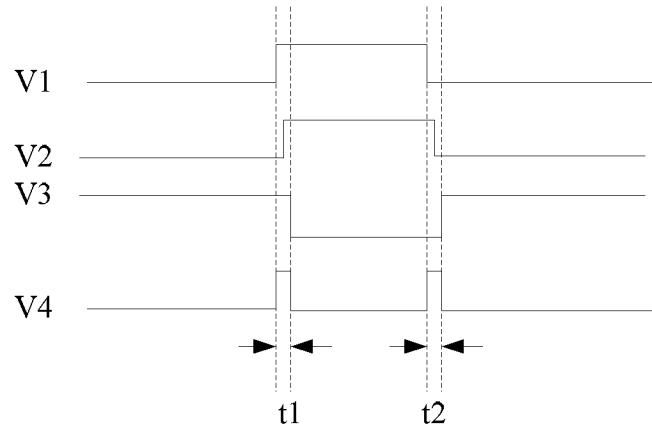
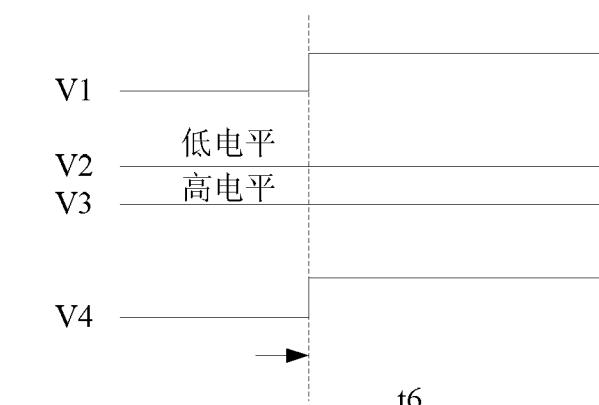
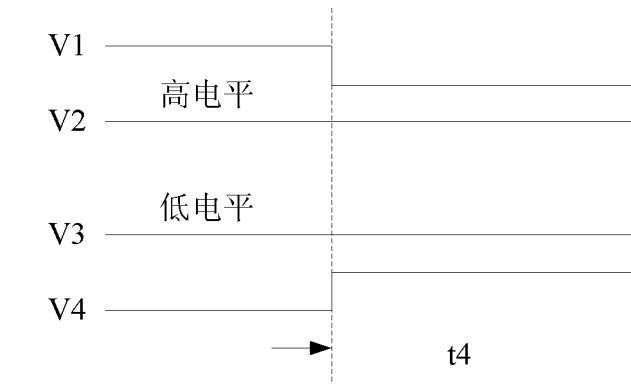
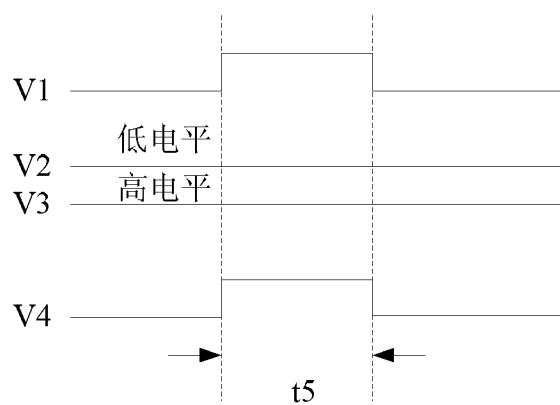
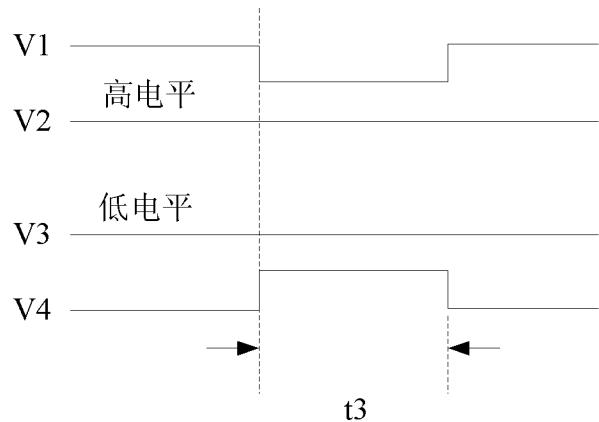


图 3



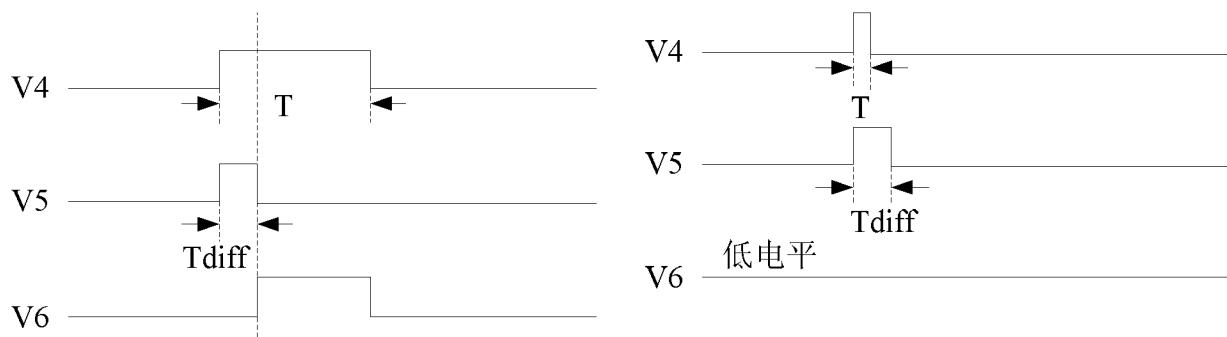


图 6B

图 6A

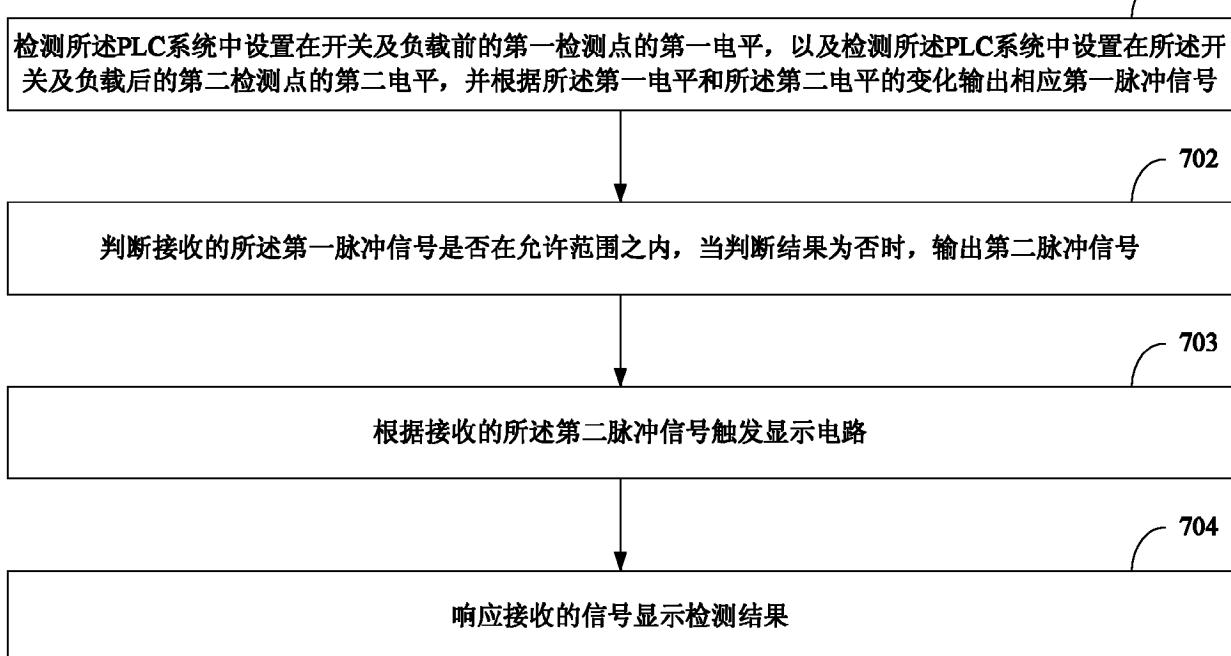


图 7

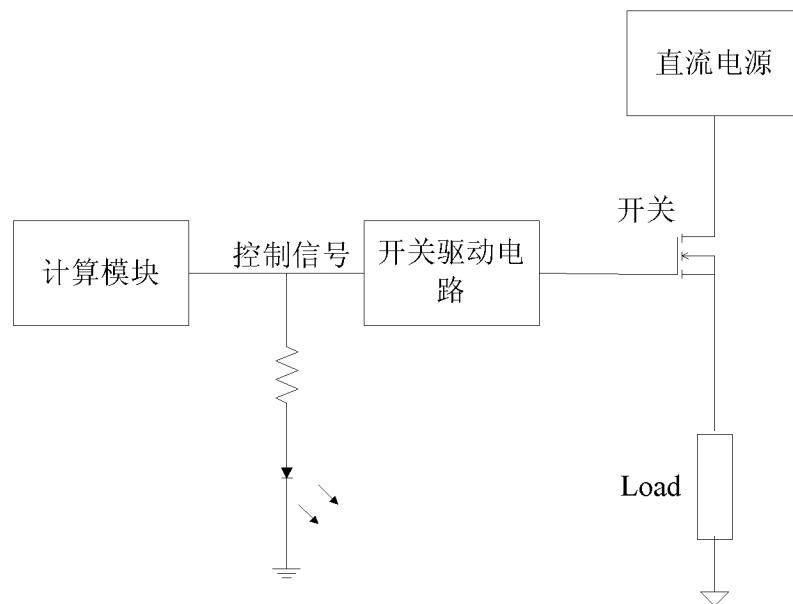


图 8A

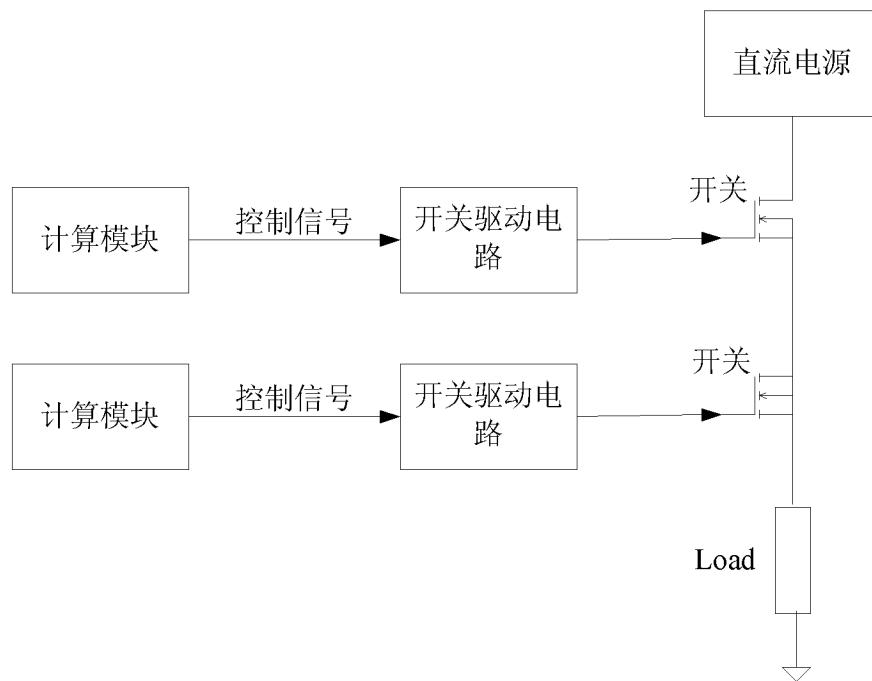


图 8B