



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103995208 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201410124904. 5

(22) 申请日 2014. 03. 31

(71) 申请人 国网上海市电力公司
地址 200002 上海市黄浦区南京东路 181 号

(72) 发明人 盛方正 张钻 邱明义 沈光敏
唐正利 王文成

(74) 专利代理机构 上海信好专利代理事务所
(普通合伙) 31249

代理人 张妍

(51) Int. Cl.
G01R 31/02(2006. 01)
G01R 1/30(2006. 01)

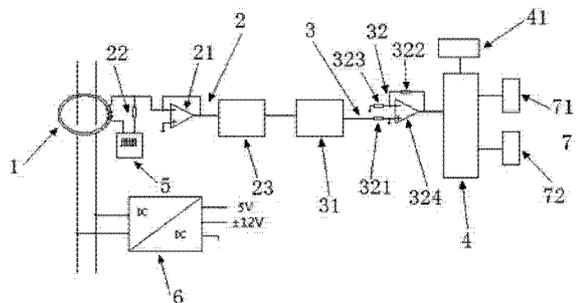
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

直流漏电监测报警装置

(57) 摘要

本发明公开了一种直流漏电监测报警装置,包含:依次连接的互感器、滤波电路、整流电路及微处理器;分别与互感器、滤波电路连接的电压激励源;电压激励源为互感器提供方波电压激励;及为整个电路提供电能的电源模块;微处理器进一步连接报警指示单元;互感器检测到漏电电流信号后,经滤波电路、整流电路处理,转换成微处理器可识别的信号,微处理器进行运算后,将结果输出至报警指示单元,报警指示单元根据相应的指令做出相应的动作。本发明监测精度高,并且能避免误操作,安装地点灵活,与直流端子“即换即用”,无需“接地试拉”,节省人力,更换方便,可不停电维护(插拔式),能对系统内存在的直流接地做出告警并记忆。



1. 直流漏电监测报警装置,其特征在于,包含:
依次连接的互感器(1)、滤波电路(2)、整流电路(3)及微处理器(4);
分别与互感器(1)、滤波电路(2)连接的电压激励源(5);
所述的电压激励源(5)为互感器(1)提供方波电压激励;及
为整个电路提供电能的电源模块(6);
所述的微处理器(4)进一步连接报警指示单元(7);
所述的互感器(1)检测到漏电电流信号后,经滤波电路(2)、整流电路(3)处理,转换成微处理器(4)可识别的信号,微处理器(4)进行运算后,将结果输出至报警指示单元(7),报警指示单元(7)根据相应的指令做出相应的动作。
2. 如权利要求1所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的互感器(1)为单磁芯直流漏电传感器。
3. 如权利要求1所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的互感器(1)采用单磁芯和单绕组结构,将检测绕组和激励绕组合二为一,磁芯在方波激励电压下工作于深度饱和状态。
4. 如权利要求1所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的互感器(1)的磁芯采用坡莫合金材料卷制而成。
5. 如权利要求1所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的滤波电路(2)包含依次连接的第一放大器(21)、第一电阻(22)、低通滤波器(23);
所述的第一放大器(21)的负向输入端与互感器(1)连接;
所述的第一放大器(21)的正向输入端接地;
所述的第一放大器(21)的输出端与第一放大器(21)的负向输入端短接;
所述的第一电阻(22)的一端连接电压激励源(5),其另一端连接互感器(1);
所述的低通滤波器(23)一端连接第一放大器(21)的输出端,其另一端连接整流电路(3)。
6. 如权利要求1所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的整流电路(3)包含依次连接的全波整流模块(31)及反相器电路(32);
所述的反相器电路(32)包含第二电阻(321)、第三电阻(322)、第四电阻(323)及第二放大器(324);
所述的第二电阻(321)一端连接全波整流模块(31),其另一端连接第二放大器(324)的正向输入端;
所述的第三电阻(322)一端连接第二放大器(324)的负向输入端,其另一端连接第二放大器(324)的输出端;
所述的第四电阻(323)一端连接第二放大器(324)的负向输入端,其另一端接地;
所述的第二放大器(324)的正向输入端接地;
所述的第二放大器(324)的输出端连接微处理器(4)的输入端。
7. 如权利要求1所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的微处理器(4)通过RS485总线接口(41)连接上位机。
8. 如权利要求1所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的微处理器(4)型号为P89LPC938FD。

9. 如权利要求 1 所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的电源模块(6)为直流电源模块,输出 5V、±12V 的电压。

10. 如权利要求 1 所述的直流漏电监测报警装置,其特征在于,所述的报警指示单元(7)包含一蜂鸣器(71)及一指示灯(72);

所述的蜂鸣器(71)用于根据微处理器(4)的指令进行声音提示;

所述的指示灯(72)用于根据微处理器(4)的指令进行灯光提示。

直流漏电监测报警装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电子与电磁技术领域,具体涉及直流漏电监测报警装置。

背景技术

[0002] 长久以来,直流接地的检测都是继电保护工作的难题。目前,微机检测装置的引进使得直流系统接地检测的准确性和效率大大提升,但是目前的各类检测装置,虽然能够检测整个系统的总绝缘,但是都存在一定的缺陷,并且由于集中式安装的限制,对于支路中的接地点依然无法有效检测,仍需人工配合查找接地点。

[0003] 在发电厂和变电站中,直流电源是主要电气设备的保安电源及控制信号电源,对确保电气设备的正常运行至关重要。由于直流系统是一个庞大的、多分支的供电网络,一旦发生故障,影响面非常广。直流异常接地问题的存在是变电站直流系统的重大隐患。

[0004] 目前我国直流系统中运行的直流接地检测装置使用的检测方法主要有三种:

[0005] 一是通过整定平衡桥门限值进行接地检测,电桥平衡法存在定位不准确、误差大、不灵敏等缺点,需要人工配合,使用拉路法查找接地点,由于需要切断直流电源,会造成断电回路在短时间内不能对开关进行分合操作,危及系统的正常运行,并且对于多点接地,该方法是无法迅速找到接地点的;

[0006] 二是通过在直流系统中注入交流信号进行检测,交流信号注入法在电容电流大于检测装置对绝缘电阻泄漏电流的整定值时,将造成误发信号,影响装置的正确判断,而且在直流系统中注入交流信号,会对系统的安全运行构成一定的威胁;

[0007] 三是利用霍尔元件检测支路中的差流来判断接地位置,霍尔磁平衡式元件容易受到剩磁的影响,致使装置的零点不断发生漂移,容易造成误报等现象。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种直流漏电监测报警装置,监测精度高,并且能避免误操作,不影响原回路,增强了被测回路电源的抗干扰性,安装地点灵活,与直流端子“即换即用”,无需“接地试拉”,节省人力,更换方便,可不停电维护(插拔式),能对系统内存在的直流接地做出告警并记忆。

[0009] 为了达到上述目的,本发明通过以下技术方案实现:直流漏电监测报警装置,其特点是,包含:

[0010] 依次连接的互感器、滤波电路、整流电路及微处理器;

[0011] 分别与互感器、滤波电路连接的电压激励源;

[0012] 所述的电压激励源为互感器提供方波电压激励;及

[0013] 为整个电路提供电能的电源模块;

[0014] 所述的微处理器进一步连接报警指示单元;

[0015] 所述的互感器检测到漏电电流信号后,经滤波电路、整流电路处理,转换成微处理器可识别的信号,微处理器进行运算后,将结果输出至报警指示单元,报警指示单元根据相

应的指令做出相应的动作。

[0016] 所述的互感器为单磁芯直流漏电传感器。

[0017] 所述的互感器采用单磁芯和单绕组结构,将检测绕组和激励绕组合二为一,磁芯在方波激励电压下工作于深度饱和状态。

[0018] 所述的互感器的磁芯采用坡莫合金材料卷制而成。

[0019] 所述的滤波电路包含依次连接的第一放大器、第一电阻、低通滤波器;

[0020] 所述的第一放大器的负向输入端与互感器连接;

[0021] 所述的第一放大器的正向输入端接地;

[0022] 所述的第一放大器的输出端与第一放大器的负向输入端短接;

[0023] 所述的第一电阻的一端连接电压激励源,其另一端连接互感器;

[0024] 所述的低通滤波器一端连接第一放大器的输出端,其另一端连接整流电路。

[0025] 所述的整流电路包含依次连接的全波整流模块及反相器电路;

[0026] 所述的反相器电路包含第二电阻、第三电阻、第四电阻及第二放大器;

[0027] 所述的第二电阻一端连接全波整流模块,其另一端连接第二放大器的正向输入端;

[0028] 所述的第三电阻一端连接第二放大器的负向输入端,其另一端连接第二放大器的输出端;

[0029] 所述的第四电阻一端连接第二放大器的负向输入端,其另一端接地;

[0030] 所述的第二放大器的正向输入端接地;

[0031] 所述的第二放大器的输出端连接微处理器的输入端。

[0032] 所述的微处理器通过 RS485 总线接口连接上位机。

[0033] 所述的微处理器型号为 P89LPC938FD。

[0034] 所述的电源模块为直流电源模块,输出 5V、±12V 的电压。

[0035] 所述的报警指示单元包含一蜂鸣器及一指示灯;

[0036] 所述的蜂鸣器用于根据微处理器的指令进行声音提示;

[0037] 所述的指示灯用于根据微处理器的指令进行灯光提示。

[0038] 本发明直流漏电监测报警装置与现有技术相比具有以下优点:采用相位差磁调制原理实现对直流接地故障的检测,稳定性好、检测灵敏度高,其检测精度高达 1mA;采用端子型(插拔式)的连接方式,“即换即用”不影响原回路,增强了被测回路电源的抗干扰性,安装地点灵活,无需“接地试拉”,节省人力,更换方便,可不停电维护,能对系统内存在的直流接地做出告警并记忆。

附图说明

[0039] 图 1 为本发明直流漏电监测报警装置的整体结构示意图。

[0040] 图 2 为漏电检测报警原理图。

[0041] 图 3A 为直流漏电流互感器图。

[0042] 图 3B 为直流漏电互感器电路原理图。

[0043] 图 4A 磁芯静态磁化曲线。

[0044] 图 4B 线性拟合后的磁化曲线。

- [0045] 图 5 激磁电压和绕组中的电流波形。
- [0046] 图 6A 当存在正向直流漏电时激磁电流的波形。
- [0047] 图 6B 当存在负向直流漏电时激磁电流的波形。
- [0048] 图 7 直流漏电监测报警装置与 PC 机通信示意图。

具体实施方式

[0049] 以下结合附图,通过详细说明一个较佳的具体实施例,对本发明做进一步阐述。

[0050] 如图 1 所示,直流漏电监测报警装置 100,包含:依次连接的互感器 1、滤波电路 2、整流电路 3 及微处理器 4;分别与互感器 1、滤波电路 2 连接的电压激励源 5;电压激励源 5 为互感器 1 提供方波电压激励;及为整个电路提供电能的电源模块 6;微处理器 4 进一步连接报警指示单元 7;互感器 1 检测到漏电电流信号后,经滤波电路 2、整流电路 3 处理,转换成微处理器 4 可识别的信号,微处理器 4 进行运算后,将结果输出至报警指示单元 7,报警指示单元 7 根据相应的指令做出相应的动作。

[0051] 互感器 1 为单磁芯直流漏电传感器。互感器 1 采用单磁芯和单绕组结构,将检测绕组和激励绕组合二为一,磁芯在方波激励电压下工作于深度饱和状态。互感器 1 的磁芯采用坡莫合金材料卷制而成。互感器 1 的线圈需提供一方波激磁电压,这需要设计一个振荡电路来实现。电源模块 6 输出摆幅可达 $\pm 12\text{V}$,设计的振荡电路的工作频率为 400Hz 。

[0052] 滤波电路 2 包含一个一阶低通滤波电路和一个二阶低通滤波电路相连构成一个三阶低通滤波电路,依次连接的第一放大器 21、第一电阻 22(采样电阻 R_s)、低通滤波器 23;第一放大器 21 的负向输入端与互感器 1 连接;第一放大器 21 的正向输入端接地;第一放大器 21 的输出端与第一放大器 21 的负向输入端短接;第一电阻 22 的一端连接电压激励源 5,其另一端连接互感器 1;低通滤波器 23 一端连接第一放大器 21 的输出端,其另一端连接整流电路 3。

[0053] 经过滤波电路 2 滤波后得到的信号即是与实际漏电电流成正比的一个电压信号,但由于直流漏电电流具有方向性,并且获得的电压值也很小,因此需要经过整流和放大电路后才能送微处理器 4 进行 AD 采样和数据处理,整流电路 3 部分采用了全波整流电路,它由正半波整流电路和反相器构成。

[0054] 整流电路 3 包含依次连接的全波整流模块 31 及反相器电路 32;反相器电路 32 包含第二电阻 321、第三电阻 322、第四电阻 323 及第二放大器 324;第二电阻 321 一端连接全波整流模块 31,其另一端连接第二放大器 324 的正向输入端;第三电阻 322 一端连接第二放大器 324 的负向输入端,其另一端连接第二放大器 324 的输出端;第四电阻 323 一端连接第二放大器 324 的负向输入端,其另一端接地;第二放大器 324 的正向输入端接地;第二放大器 324 的输出端连接微处理器 4 的输入端。

[0055] 微处理器 4 通过 RS485 总线接口 41 连接上位机(PC机)。微处理器 4 型号为 P89LPC938FD。电源模块 6 为直流电源模块,输出 5V 、 $\pm 12\text{V}$ 的电压。报警指示单元 7 包含一蜂鸣器 71 及一指示灯 72;蜂鸣器 71 用于根据微处理器 4 的指令进行声音提示;指示灯 72 用于根据微处理器 4 的指令进行灯光提示。

[0056] 具体应用:直流接地故障可以简单描述为,每个直流负荷的接线都是从正负直流母线上引出,当在此回路中存在了一个接地点时,由于系统中已经存在了直流系统绝缘监

察装置内设的接地点,所以就会在此回路中产生一个接地短路电流 i 。 i_1 , i_2 是流过直流漏电监测报警装置 100 的反相电流。当直流系统没有接地正常运行时(此时图中 A 点没有接地), $i_1 = i_2$, 不存在差流, 直流漏电监测报警装置 100 不会报警; 当直流系统中有接地故障发生时, 如图 2 所示, A 点接地, 就会产生差流 Δi , 使得 i_1 不等于 i_2 ; 此时由于接地, 这个负载侧网络也发生变化, 直流漏电监测报警装置 100 就能检测出差流和阻抗的变化, 发出报警, 检测人员就能知道直流系统内发生了直流接地故障。

[0057] 由互感器 1 检测到的漏电电流信号被送到信号调整电路后, 滤波电路 2、整流电路 3 处理, 转换成微处理器 4 可识别的信号, 进入微处理器 4 的 AD 转换电路, 转换成数字信号, 微处理器 4 进行运算后, 将结果输出至报警指示单元 7, 报警指示单元 7 根据相应的指令做出相应的动作, 指示灯 (LED) 指示相应的工作状态。

[0058] 本发明中的单磁芯直流漏电传感器, 如图 3A 和 3B 所示, 它与传统单磁芯磁调制电流传感器的不同之处在于采用了单磁芯和单绕组结构, 将检测绕组和激励绕组合二为一, 磁芯在方波电压激励下工作于深度饱和状态, R_s ——采样电阻;

[0059] 假定激励电压 $U(t)$ 为一理想方波, 则电路的回路方程为:

$$[0060] \quad U(t) = i(t)R + \frac{d\psi}{dt} \quad (1)$$

[0061] 式中, ψ 为激励绕组所链绕的总磁链;

[0062] 根据安培环路定理:

$$[0063] \quad H(t) = N_2 i(t) \quad (2)$$

[0064] 式中, l 是环形磁芯的平均磁路长度, N_2 是激励绕组的匝数, i_t 是回路中的瞬时电流; 由于

$$[0065] \quad \psi(t) = N_2 \Phi(t) = N_2 B(t)S \quad (3)$$

$$[0066] \quad B(t) = \mu(i) \mu_0 H(t) \quad (4)$$

$$[0067] \quad \text{故 } U(t) = i(t)R + \mu(i) \mu_0 N_2^2 \frac{S}{l} \frac{di(t)}{dt} \quad (5)$$

[0068] 其中, $\mu(i)$ 是磁芯的动态相对磁导率; μ_0 是真空磁导率, 为 $4\pi \times 10^{-7} \text{Wb}/(\text{A} \cdot \text{m})$; S 为磁芯的截面积;

[0069] 互感器的磁芯采用高磁导率的坡莫合金材料卷制而成, 具有高初始磁导率、低矫顽力和低剩磁的特点, 其静态磁化曲线如图 4A 所示, 由于磁芯磁特性的非线性, 因此式 (5) 为一非线性方程。为了便于分析, 可对磁化曲线进行分段线性化拟合, 如图 4B 所示。因此式 (5) 可以改写成

$$[0070] \quad U(t) = i(t)R + \mu_j \mu_0 N_2^2 \frac{S}{l} \frac{di(t)}{dt}, \quad j=1, 2, 3 \quad (6)$$

[0071] 式中 μ_j 是磁化曲线上正负饱和段和线性段的相对磁导率; 当正负母线中的漏电流为零时, 假定 $t = 0$ 时刻负向电压刚好结束, 磁芯处于负向饱和, 则分段列写电路方程为:

$$[0072] \quad \begin{cases} U_{pp} = i(t)R + L_1 \frac{di(t)}{dt}, 0 < t < t_1 \\ U_{pp} = i(t)R + L_2 \frac{di(t)}{dt}, t_1 < t < t_2 \\ U_{pp} = i(t)R + L_3 \frac{di(t)}{dt}, t_2 < t < t_\infty \\ L_j = \mu_0 \mu_j \frac{N_2^2 S}{l}, j=1, 2, 3 \end{cases} \quad (7)$$

[0073] 式中, U_{pp} 为所加方波电压的峰峰值, L_j 为磁芯工作在正负饱和段和线性段时的自感量, t_1 为线性段开始时刻, t_2 为线性段截止时刻, $j = 1, 2, 3$;

[0074] 解得

$$[0075] \quad \begin{cases} i = I_\infty (1 - 2e^{-\frac{t}{\tau_1}}), 0 < t < t_1 \\ i = I_\infty + (-I_s - I_\infty)e^{-\frac{t-t_1}{\tau_2}}, t_1 < t < t_2 \\ i = I_\infty + (I_s - I_\infty)e^{-\frac{t-t_2}{\tau_2}}, t_2 < t < t_\infty \\ t_1 = \tau_1 \ln\left(\frac{2I_\infty}{I_\infty + I_s}\right) \\ t_2 = \tau_2 \ln\left(\frac{I_\infty + I_s}{I_\infty + I_s}\right) + t_1 \end{cases} \quad (8)$$

[0076] 式中, $\tau_1 = \frac{L_1}{R_s}$, $\tau_2 = \frac{L_2}{R_s}$; I_s 为达到磁饱和时的传感器绕组中的电流, $I_s = \frac{H_s l}{N_2}$;

I_∞ 为绕组中电流的最大值, $I_\infty = \frac{U_{pp}}{2R_s}$;

[0077]

如图 5 中 (b) 所示, 由于磁芯工作电流的对称性, 后半周期的电流波形可由前半周期的电流波形求得。考虑到 $L_2 L_1 = L_3$ 且 $L_1 = L_3 \approx 0$, $t_\infty = \frac{1}{2}T$ (过渡过程足够短), 因此磁芯电流波形可以进一步近似为如图 5 中 (c) 所示, 电流波形的周期主要取决于线性段的上升时间和下降时间, 即

$$[0078] \quad T \approx 2\tau_2 \ln\left(\frac{I_\infty + I_s}{I_\infty + I_s}\right) = 2 \frac{\mu_0 \mu_2 N_2^2 S}{R_s l} \ln\left(1 + \frac{2}{\frac{N_2 U_{pp}}{2R_s l} - 1}\right) \quad (9)$$

[0079] 当有正负母线中存在一个正向漏电电流 I_0 时, 磁芯中的磁场强度为

$$[0080] \quad H = \frac{N_1 I_0}{l} + \frac{N_2 i(t)}{l} \quad (10)$$

[0081] 其中, N_1 为一次侧匝数, 这里 $N_1 = 1$;

[0082] 即有

$$[0083] \quad H = \frac{I_0}{I} + \frac{N_2 i(t)}{I} = \frac{N_2 [i(t) + \frac{I_0}{N_2}]}{I} = \frac{N_2 i(t)}{I} \quad (11)$$

[0084] 由于采样电阻上取得的是激磁绕组中的电流 $i(t)$, 从式 (11) 中可以看出 i_0 的作用实际上相当于使 $i(t)$ 沿纵轴向下平移 I_0/N_2 , 如图 6A 所示; 同样地, 当存在负向直流漏电流 $-I_0$ 时, 则相当于使 $i(t)$ 沿纵轴向上平移 I_0/N_2 , 如图 6B 所示。从图中可以得到互感器的检测范围为 $[-N_2(I_M - I_S), N_2(I_M - I_S)]$ 。

[0085] 由于激磁电流为非线性的周期信号, 因此要将直流漏电流检测出来, 就需要对信号的特征进行分析, 找出可以代表该漏电信号的特征量。由于所施加的方波激磁电压的傅里叶展开式为

$$[0086] \quad U(t) = \frac{2U_{PP}}{\pi} (\cos \omega_1 t - \frac{1}{3} \cos 3\omega_1 t + \frac{1}{5} \cos 5\omega_1 t - \dots) \quad (12)$$

[0087] 当母线中存在直流漏电流 I_0 时, 由电路的叠加定理可得

[0088]

$$i(t) = \frac{2U_{PP}}{\pi} \left(\frac{1}{R_s + j\omega_1 L_2} \cos \omega_1 t - \frac{1}{3} \frac{1}{R_s + j3\omega_1 L_2} \cos 3\omega_1 t + \frac{1}{5} \frac{1}{R_s + j5\omega_1 L_2} \cos 5\omega_1 t - \dots \right) + \frac{I_0}{N_2}$$

(13)

[0089] 可以看出, $i(t)$ 中仅含有直流分量和奇次谐波分量, 并且直流分量正比于直流漏电流 i_0 , 因此可以通过设计合适的低通滤波器将高频分量滤除来获得直流漏电信号。

[0090] 实施例中微处理器 4 选取了 PHILIPS 公司生产的 P89LPC938 单片机, 性价比高、特点出众, 实现了直流漏电流的实时显示和系统自诊断功能, 并提供了动作报警、等多种保护功能; 当检测到互感器 1 工作异常或未连接时, 还可发出声音报警, 以提示用户尽快解决问题, 保障其工作的可靠性。

[0091] P89LPC938 是一款单片封装的微控制器, 适合于许多要求高集成度、低成本场合, 可以满足多方面的性能要求。P89LPC938 采用了高性能的处理器结构, 指令执行时间只需 2 到 4 个时钟周期, 6 倍于标准 80C51 器件。P89LPC938 集成了许多系统级的功能, 这样可大大减少元件的数目、电路板面积以及系统的成本。

[0092] 本发明还可以连接上位机并以通信方式了解直流漏电监测报警装置 100 的运行情况, 实测数据, 报警等; 在工业领域, 主从式的设备监控管理模式应用越来越广泛。一台上位机同时监控多台下位机 (1:N), 相比一台上位机监控一台下位机 (1:1) 的模式, 更具有经济性、方便性和时效性。在一对多的通信模式中, 由于下位机与上位机、下位机与下位机之间的物理位置相距较远, 运行环境复杂、干扰大, 使用 RS232 串口通讯 (最长 15m) 完全不能达到要求, 而通讯距离远 (最长 1200m)、抗干扰能力强的 RS485 串口通讯协议完全能够胜任工业中复杂的电磁环境。RS232 总线只能实现一对一的通信, RS485 总线可挂接 32 台设备, 可进行 1:N 的通信。而 PC 机具有较强的数据分析处理能力, 良好的人机界面及大容量数据存储空间, 可充当上位机, 用来监控下位机的运行状况。但是, 通常 PC 机上只有 RS232C 串口, 要使用 RS485 来进行实现 1:N 通信, 必须将 RS232 通信协议与 RS485 通信协议进行双向转换。

[0093] 一对多的主从通信控制模式, PC 机充当主机, 多台下位机充当从机。由于 RS232 串

口逻辑电平为 $-15 \sim -3\text{V}$ (逻辑 1) 和 $+3 \sim +15\text{V}$ (逻辑 0), 传送距离最大为 15m, 而 RS485 采用 RS422A 的通信电平, 为 $\pm 2 \sim \pm 6\text{V}$, 当速率为 9600BPS 时, 传送距离可达 1500m。因此, 这两种总线必须通过一个电平转换装置来进行互联。同时, 由于下位机使用单片机如 P89LPC938 芯片, 只有串行接收 (RXD)、发送 (TXD) 引脚, 只支持 TTL 电平, 与 RS485 总线电平不匹配, 因此不能直接与 RS485 总线相连, 在电路设计中需增加一 SP3485 转换芯片来驱动, 与 RS422 不同, RS485 总线只能处于半双工模式“收”和“发”不能同时进行, 系统的工作模式只能是一种“应答”工作模式。系统结构如图 7 所示。

[0094] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍, 但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后, 对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此, 本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

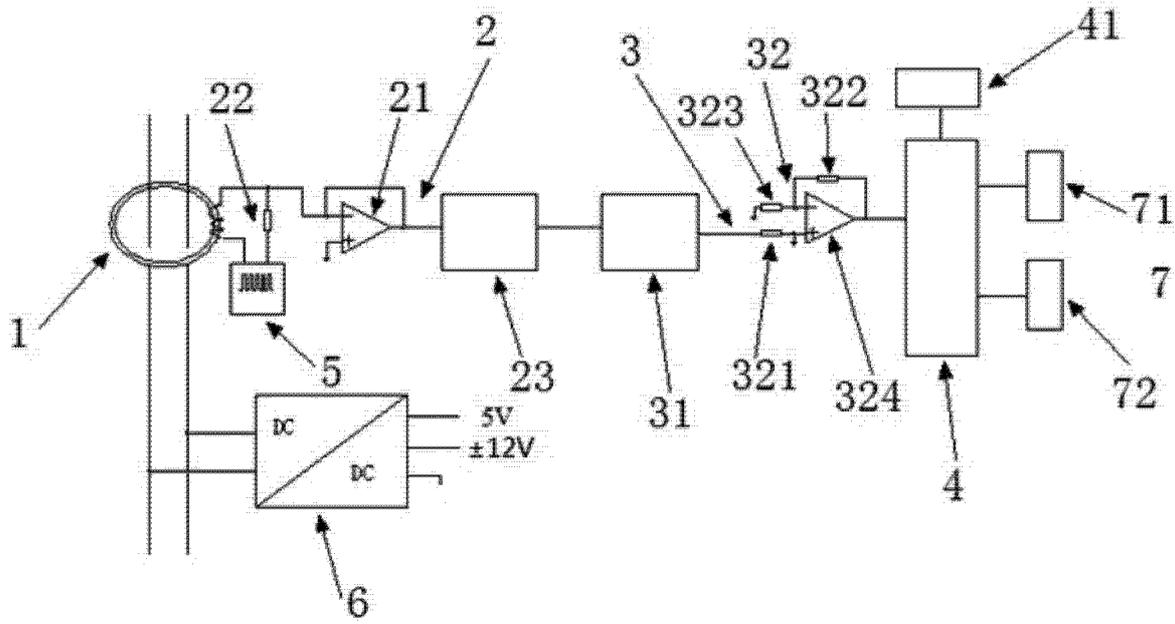


图 1

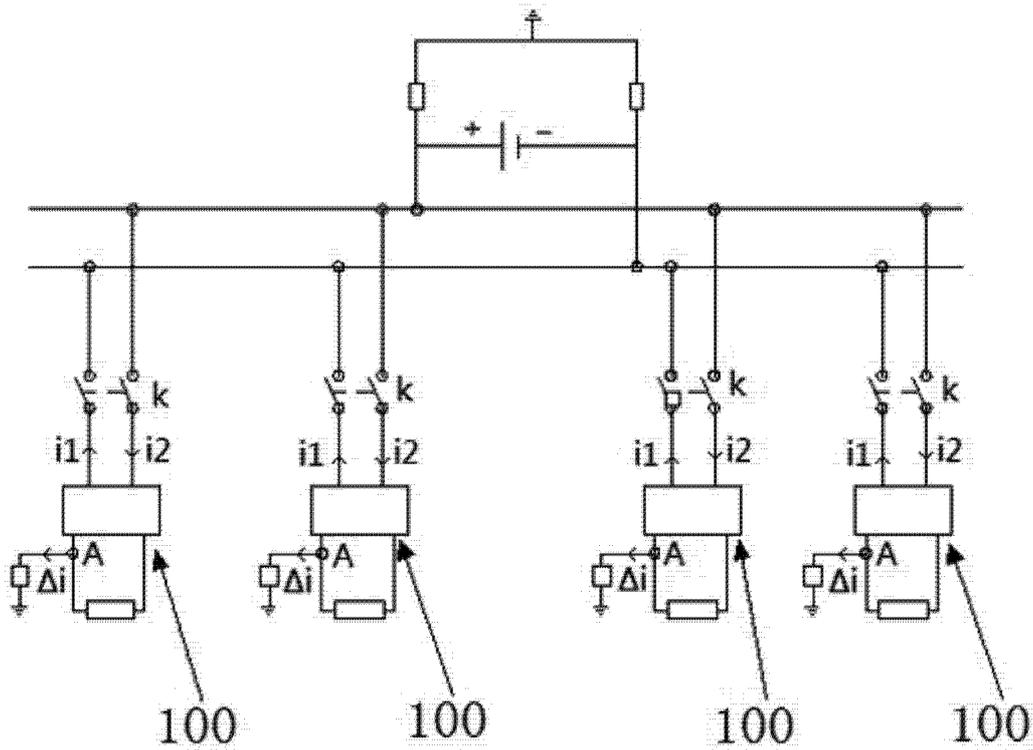


图 2

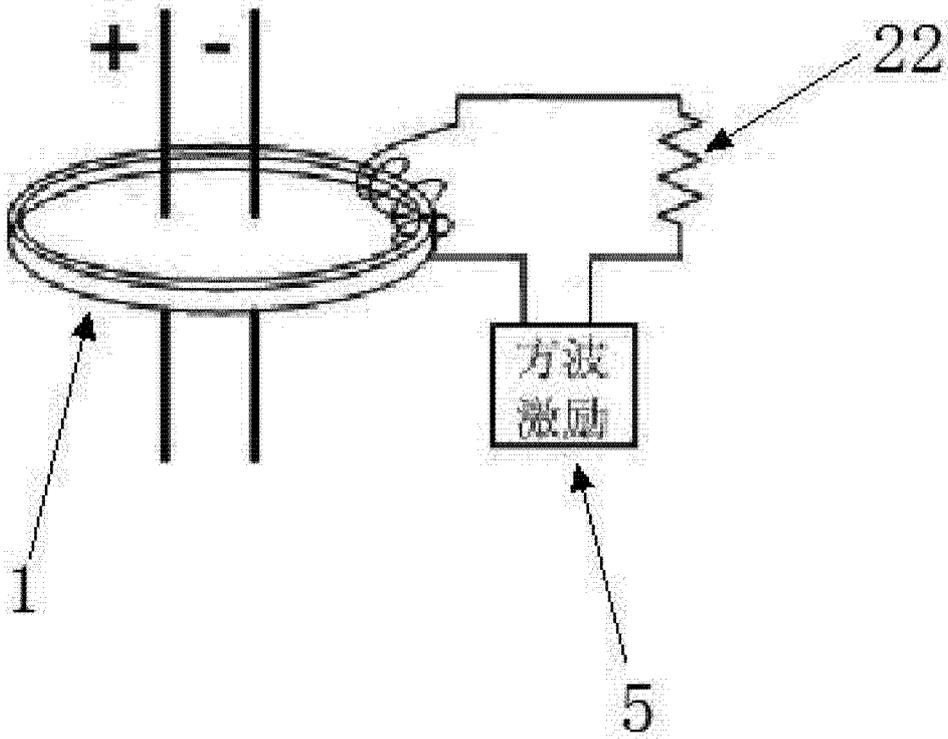


图 3A

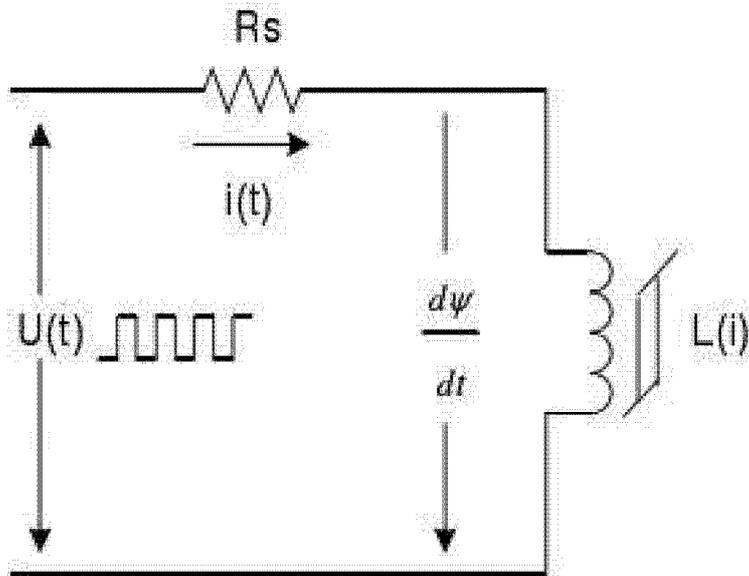


图 3B

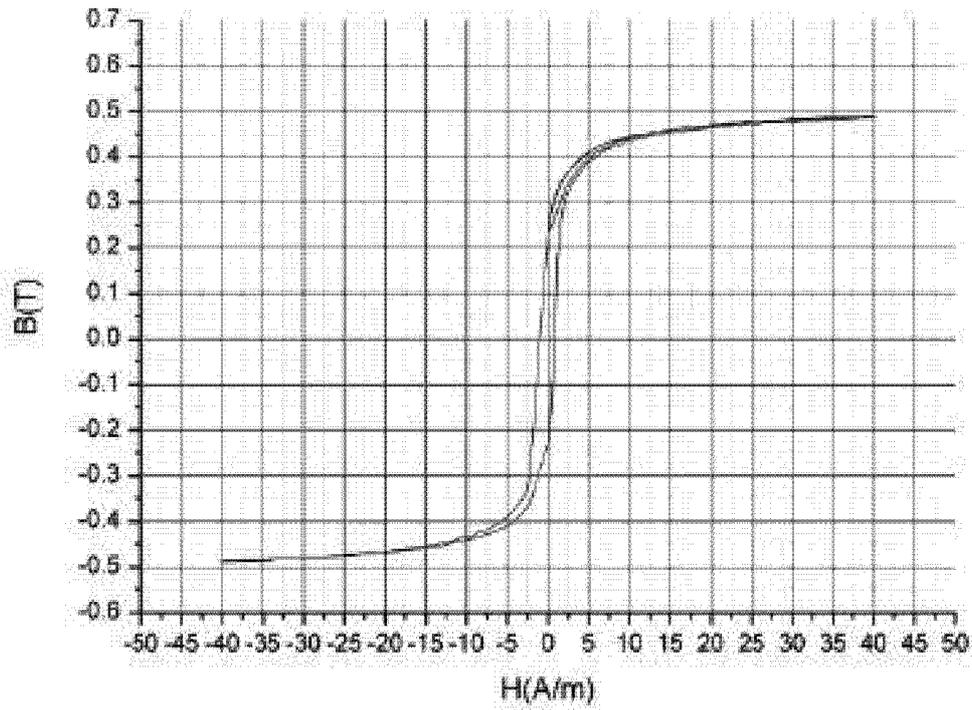


图 4A

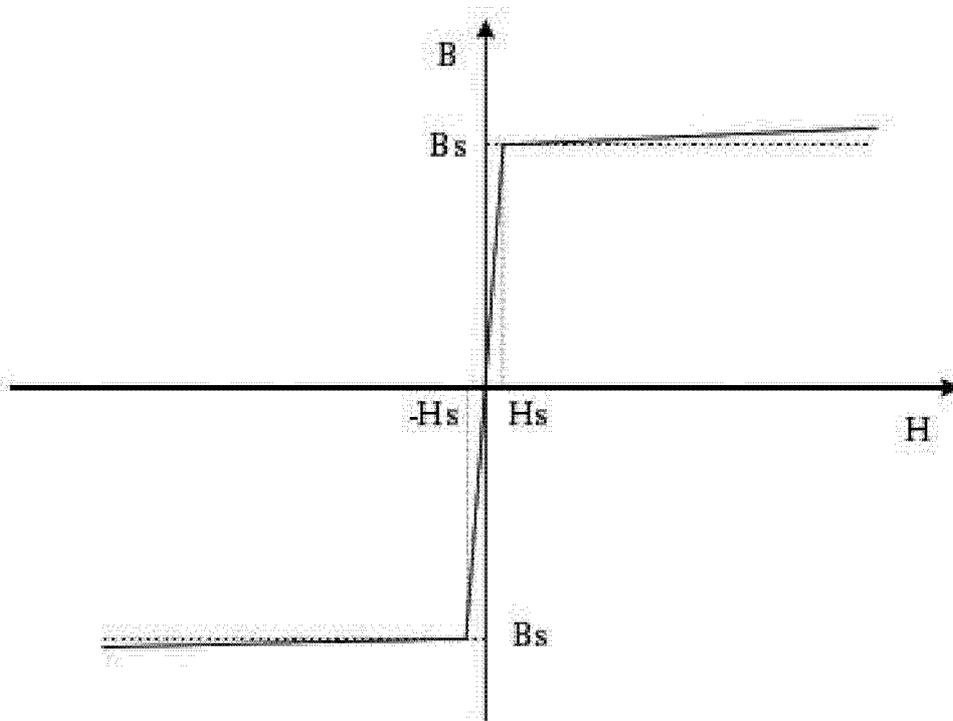


图 4B

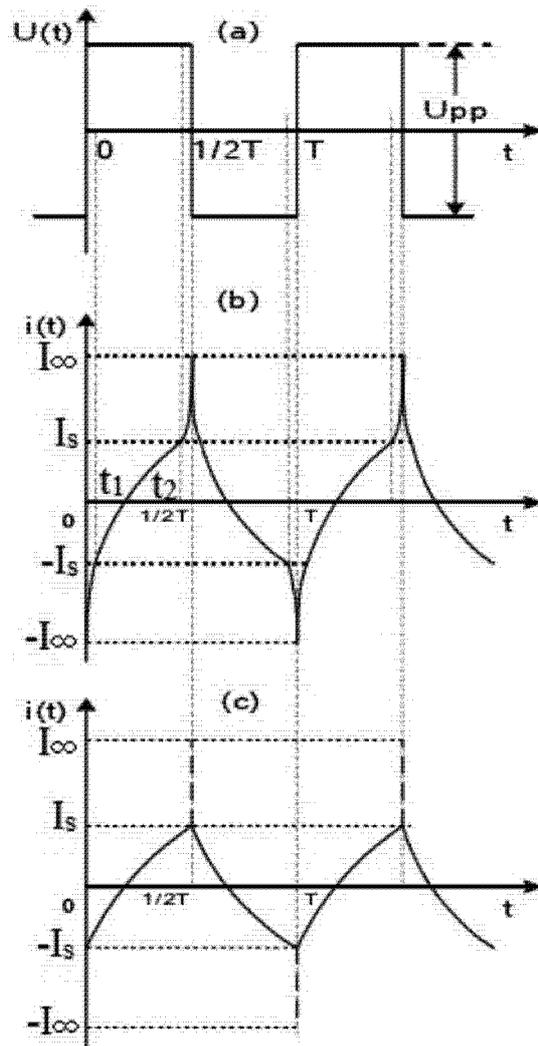


图 5

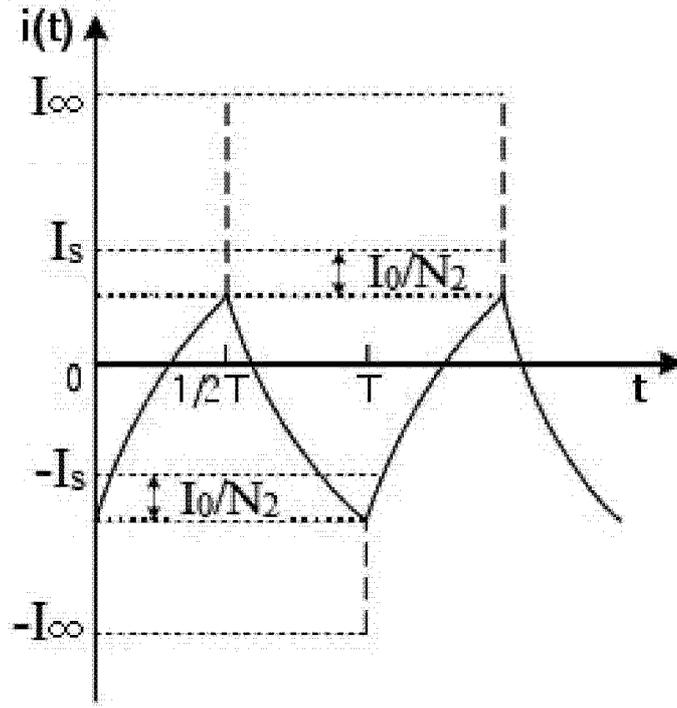


图 6A

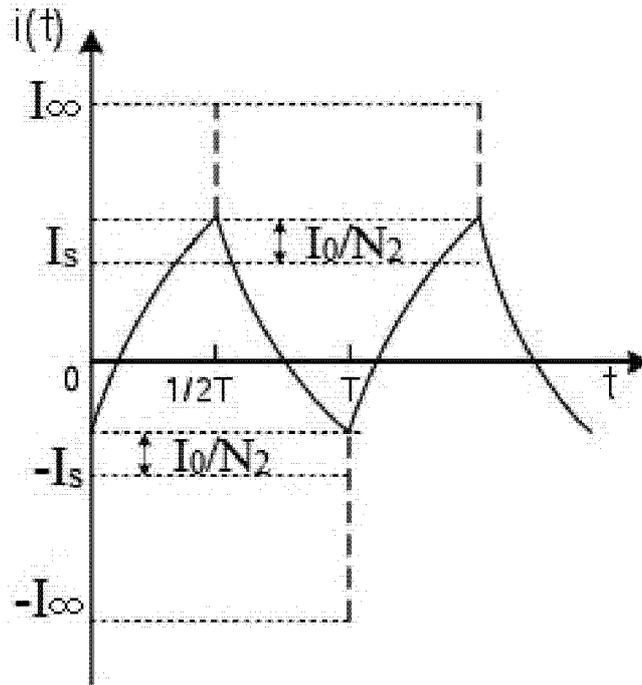


图 6B

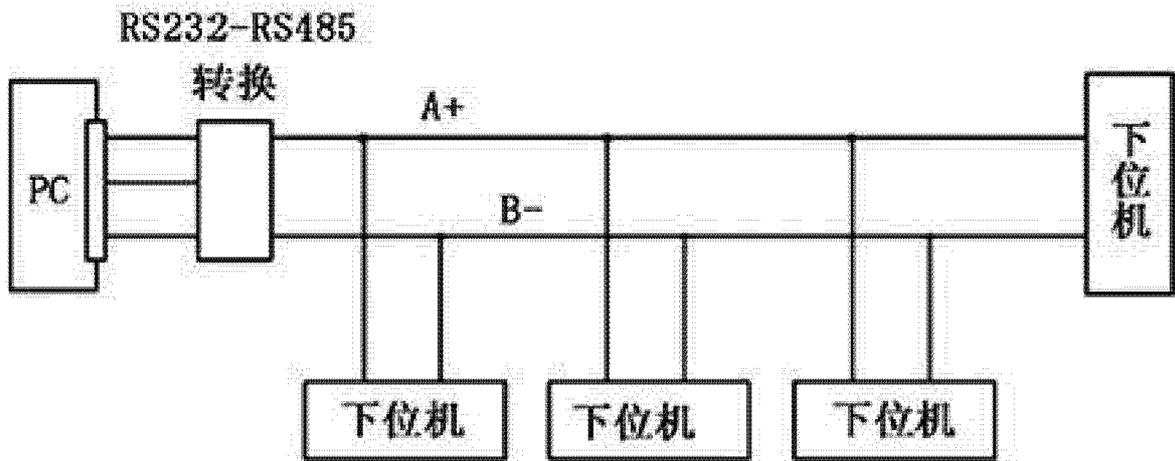


图 7