

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102680798 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 19

(21) 申请号 201210046011. 4

(22) 申请日 2012. 02. 28

(71) 申请人 山东建筑大学

地址 250101 山东省济南市凤鸣路

(72) 发明人 王涛 鲁守银 隋首钢 高焕兵

刘存根

(51) Int. Cl.

G01R 27/20 (2006. 01)

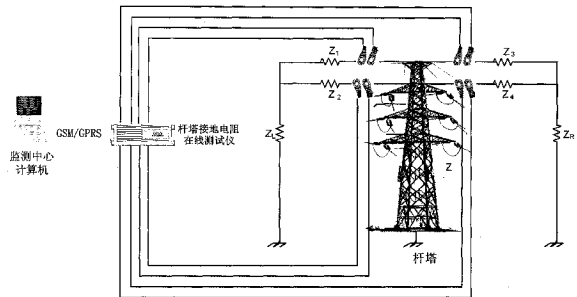
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

杆塔接地电阻在线测量方法与装置

(57) 摘要

本发明提出一种在线测量接地电阻的方法及装置。采用钳表法,利用四对电压互感器 PT 和电流互感器 CT 分别接在杆塔左右两端的两条防雷线上,通过电压互感器将电压信号感应至防雷线上,通过电压互感器将电压信号感应至防雷线,采集测量电流信号并通过滤波放大等信号处理环节,得到反馈电流与感应电压的关系,最终通过特定的计算方法,得到被测杆塔的接地电阻阻值。本发明实现了在杆塔顶端进行数据测量,可适用于含有多条引下线的杆塔,既可以解决防盗问题,又可以实现接地电阻的快速准确测量。



1. 一种在线测量接地电阻的方法及装置,采用钳表法,利用四对电压互感器 PT 和电流互感器 CT 分别接在杆塔左右两端的两条防雷线上,测量并得到电流与电压的关系,最终通过特定的计算方法,得到被测杆塔的接地电阻阻值,其特征在于利用四对电压互感器 PT 和电流互感器 CT 分别接在杆塔左右两端的两条防雷线上,其中 PT 用于产生感应电压信号,CT 用于测量由感应电压所生成的电流信号,该方法无需考虑杆塔接地引线数量,可适用于含有任意多条引下线的杆塔。

2. 如权利 1 所述的在线测量接地电阻的方法,其特定在于:采用特定的计算方法,设 Z 为被测杆塔接地电阻阻抗值, Z_L 为左侧所有杆塔并联等效电阻阻抗值, Z_1 和 Z_2 分别为被测杆塔与左侧第一级杆塔之间两防雷线等效电阻阻抗值, Z_R 为右侧所有杆塔并联等效电阻阻抗值, Z_3 和 Z_4 分别为被测杆塔与右侧第一级杆塔之间两防雷线等效电阻阻抗值, \dot{U}_1 、 \dot{U}_2 、 \dot{U}_3 、 \dot{U}_4 为由 PT 感应至杆塔的电电压值,同时对应支路中所产生电流为 \dot{I}_1 、 \dot{I}_2 、 \dot{I}_3 、 \dot{I}_4 ,可得如下矩阵方程:

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_1 & 0 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & \dot{I}_2 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & \dot{I}_3 & 0 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & 0 & \dot{I}_4 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \\ Z_L \\ Z_R \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \\ \dot{U}_3 \\ \dot{U}_4 \end{bmatrix}$$

该方程的解不唯一,无法确定电路参数,因此,需进行第二次测量。设第二次测量外加电源分别为 \dot{U}'_1 、 \dot{U}'_2 、 \dot{U}'_3 、 \dot{U}'_4 ,各对应支路中所产生电流为 \dot{I}'_1 、 \dot{I}'_2 、 \dot{I}'_3 、 \dot{I}'_4 ,补充至上式中,得:

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_1 & 0 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & \dot{I}_2 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & \dot{I}_3 & 0 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & 0 & \dot{I}_4 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ \dot{I}'_1 & 0 & 0 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \\ 0 & \dot{I}'_2 & 0 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \\ 0 & 0 & \dot{I}'_3 & 0 & 0 & \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \\ 0 & 0 & 0 & \dot{I}'_4 & 0 & \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \\ Z_L \\ Z_R \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \\ \dot{U}_3 \\ \dot{U}_4 \\ \dot{U}'_1 \\ \dot{U}'_2 \\ \dot{U}'_3 \\ \dot{U}'_4 \end{bmatrix}$$

求解方程,即可确定电路参数。

3. 如权利 1 所述的在线测量接地电阻的装置,其特征在于:四个环形电压互感器 (PT),四个环形电流互感器 (CT) 以及接地电阻测试仪组成,接地电阻测试仪由 MCU 单元 (1)、信号发生模块 (2)、电流电压转换模块 (3)、信号放大模块 (4)、信号选择模块 (5)、功率放大模块 (6)、电流电压转换模块 (9)、滤波模块 (10)、量程切换模块 (11)、交直流转换模块 (12)、AD 转换模块 (13)、显示模块 (14)、串口模块 (15)、时钟模块 (16)、存储模块 (17)、GPRS 模块

(18)、电源模块(19)组成,其中电源模块(19)负责为整个系统各个芯片提供所需电压,MCU单元(1)为系统的总控制器,信号发生模块(2)发出正弦交流信号并通过电流电压转换模块(3)、信号放大模块(4)输出特定电压值的正弦交流信号,再通过信号选择模块(5)将不同的电压值分配至不同的电压互感器输出支路中,同时由功率放大模块(6)提高电路的负载驱动能力从而驱动电压互感器(7),当由电压互感器感应至被测回路电压信号时,回路中应产生电流,由电流互感器(8)将该电流信号检测出,并通过电流电压转换模块(9)转换为电压值,再通过滤波模块(10)滤波,根据被测量大小通过量程切换模块(11)选择量程,再通过交直流转换模块(12)转换为直流量并测量其大小,经过AD转换模块(13)转换为数字量送入MCU单元,并计算得出接地电阻阻值,其接地电阻测试数值可通过显示模块(14)显示或GSM/GPRS模块(18)远程传送至监控中心计算机,串口模块(15)用于调试设备,时钟模块(16)用于确定系统时间,存储模块(17)用于存储测量结果。

4. 如权利1所述的在线测量接地电阻的装置,其特征在于:通过GSM/GPRS模块(18)远程传送至监控中心计算机。

杆塔接地电阻在线测量方法与装置

所属技术领域

[0001] 本发明属于电力科学的高电压技术领域,涉及一种在线测量接地电阻的方法及装置,可适用于含有多条引下线的杆塔,并可将数据的远程传输,实现接地电阻的远程快速精确测量。

背景技术

[0002] 接地电阻值是输电线路接地系统的重要技术指标。若设备的接地电阻超出正常范围,当发生电击情况时,会对电力系统设备造成严重破坏。为了保证各种电气设备利用电设备接地装置安全可靠运行,必须按规定定期对接地系统的接地电阻值进行测量检查。而由于输电系统杆塔数量众多,对接地系统的接地电阻进行现场实际测量便成为非常繁重的工作,一种杆塔接地电阻在线测量方法与装置能够实现接地电阻自动测量并将数据无线传输至监控中心计算机,极大降低劳动强度,减少因设备接地不良而导致的电力事故发生。

发明内容

[0003] 为了克服现有的接地电阻测试方法中,测试人员必须到达测试现场,并且必须将杆塔多余引下线解开的问题,本发明提出一种在线测量接地电阻的方法及装置,该方法及装置一方面可以实现含有多条引下线杆塔的接地电阻自动测量,同时可以实现测量结果的自动远程传输至中心服务器并存储。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:采用钳表法,利用四对电压互感器 PT 和电流互感器 CT 分别接在杆塔左右两端的两条防雷线上,由电压互感器感应至被测杆塔一个特定的电压信号,同时由电流互感器测量此时避雷线中的电流,并通过电流电压转换模块转换为电压值,再通过滤波模块滤波,根据被测量大小通过量程切换模块选择量程,再通过交直流转换模块转换为直流量并测量其大小,经过 AD 转换模块转换为数字量送入 MCU 单元,得到电压与电流的关系,最终通过特定的计算方法,得到被测杆塔的接地电阻阻值,该方法无需考虑杆塔接地引线数量,可适用于含有任意多条引下线的杆塔。

[0005] 本发明所采用的测量接地电阻的方法,采用特定的计算方法,设 Z 为被测杆塔接地电阻阻抗值, Z_L 为左侧所有杆塔并联等效电阻阻抗值, Z_1 和 Z_2 分别为被测杆塔与左侧第一级杆塔之间两防雷线等效电阻阻抗值, Z_R 为右侧所有杆塔并联等效电阻阻抗值, Z_3 和 Z_4 分别为被测杆塔与右侧第一级杆塔之间两防雷线等效电阻阻抗值,如图 1 所示。

[0006] 首先进行第一次测量,分别示意图中位置通过电压互感器施加电压 \dot{U}_1 、 \dot{U}_2 、 \dot{U}_3 、 \dot{U}_4 ,同时利用电流互感器测量对应支路中所产生电流为 \dot{I}_1 、 \dot{I}_2 、 \dot{I}_3 、 \dot{I}_4 ,可得如下矩阵方程:

$$[0007] \begin{bmatrix} \dot{I}_1 & 0 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & \dot{I}_2 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & \dot{I}_3 & 0 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & 0 & \dot{I}_4 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \\ Z_L \\ Z_R \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \\ \dot{U}_3 \\ \dot{U}_4 \end{bmatrix}$$

[0008] 该方程的解不唯一,无法确定电路参数,因此,需进行第二次测量。按照同样的方法在相同位置施加第二次测量电压 \dot{U}'_1 、 \dot{U}'_2 、 \dot{U}'_3 、 \dot{U}'_4 ,并再次测量各对应支路中所产生电流为 \dot{I}'_1 、 \dot{I}'_2 、 \dot{I}'_3 、 \dot{I}'_4 ,补充至上式中,得:

$$[0009] \begin{bmatrix} \dot{I}_1 & 0 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & \dot{I}_2 & 0 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 & 0 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & \dot{I}_3 & 0 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ 0 & 0 & 0 & \dot{I}_4 & 0 & \dot{I}_3 + \dot{I}_4 & \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 + \dot{I}_4 \\ \dot{I}'_1 & 0 & 0 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \\ 0 & \dot{I}'_2 & 0 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 & 0 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \\ 0 & 0 & \dot{I}'_3 & 0 & 0 & \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \\ 0 & 0 & 0 & \dot{I}'_4 & 0 & \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 & \dot{I}'_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 + \dot{I}'_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \\ Z_L \\ Z_R \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \\ \dot{U}_3 \\ \dot{U}_4 \\ \dot{U}'_1 \\ \dot{U}'_2 \\ \dot{U}'_3 \\ \dot{U}'_4 \end{bmatrix}$$

[0010] 分析电路,结合相关知识,可得结论:当满足

$$[0011] \frac{\dot{U}'_1 Z_2 + \dot{U}_2' Z_1}{\dot{U}_1 Z_2 + \dot{U}_2 Z_1} \neq \frac{\dot{U}'_3 Z_4 + \dot{U}_4' Z_3}{\dot{U}_3 Z_4 + \dot{U}_4 Z_3}$$

[0012] 时,方程的解存在并唯一,求解方程,即可确定电路参数。设杆塔的接地电阻为 R_g ,则 $R_g = \text{Re}(Z)$ 。

[0013] 本发明在线测量接地电阻的装置,其硬件构成为四个环形电压互感器(PT),四个环形电流互感器(CT)以及接地电阻测试仪组成。其中,接地电阻测试仪由MCU单元(1)、信号发生模块(2)、电流电压转换模块(3)、信号放大模块(4)、信号选择模块(5)、功率放大模块(6)、电压互感器(7)、电流互感器(8)、电流电压转换模块(9)、滤波模块(10)、量程切换模块(11)、交直流转换模块(12)、AD转换模块(13)、显示模块(14)、串口模块(15)、时钟模块(16)、存储模块(17)、GPRS模块(18)、电源模块(19)组成,其中电源模块(19)采用太阳能电池板供电,负责为整个系统各个芯片提供所需电压,MCU单元(1)为系统的总控制器,信号发生模块(2)发出正弦交流信号并通过电流电压转换模块(3)、信号放大模块(4)输出确定电压值的正弦交流信号,再通过信号选择模块(5)将不同的电压值分配至四路电压互感器输出支路中,同时由功率放大模块(6)提高电路的负载驱动能力从而驱动电压互感器(7),当由电压互感器感应至被测回路电压信号时,回路中应产生电流,由四个电流互感器(8)分别将四路电流信号检测出,并通过电流电压转换模块(9)转换为电压值,再通过滤波模块(10)滤波,根据被测量大小通过量程切换模块(11)选择量程,再通过交直流转换模块

(12) 转换为直流量并测量其大小, 经过 AD 转换模块 (13) 转换为数字量送入 MCU 单元, 其接地电阻测试数值可通过显示模块 (14) 显示或通过 GPRS 模块 (18) 远程发送至监控中心计算机, 在设备的使用中, 如需调整参数及程序可通过串口模块 (15) 实现, 时钟模块 (16) 用于确定系统时间, 存储模块 (17) 用于存储测量结果。

[0014] 本发明的有益效果是, 可以实现杆塔接地电阻的远程快速测量, 避免了测试人员必须到达现场的繁重工作, 同时该设备可适用于含有任意多条引下线的杆塔, 无需解开多余的引下线, 减轻了工作人员的劳动强度。

附图说明

[0015] 图 1, 系统整体示意图

[0016] 图中 1 为监测中心计算机、2 为杆塔接地电阻测试仪、3 为被测杆塔

[0017] 图 2, 设备安装示意图

[0018] 图 3, 采用该方法测试等效电路图

[0019] 图 4, 杆塔接地电阻测试仪原理示意图

[0020] 图中 1MCU 单元、2 信号发生模块、3 电流电压转换模块、4 信号放大模块、5 信号选择模块、6 功率放大模块、7 电压互感器、8 电流互感器 9 电流电压转换模块、10 滤波模块、11 量程切换模块、12 交直流转换模块、13AD 转换模块、14 显示模块、15 串口模块、16 时钟模块、17 存储模块、18GPRS 模块、19 电源模块

具体实施方案

[0021] 安装设备时应如图 2 所示, 四对电压互感器电流互感器应分别安装于两条避雷线上, 并分别安装于杆塔两侧, 安装时应尽可能靠近杆塔与避雷线的连接处, 并且应使得磁路严密闭合, 以减小误差; 杆塔接地电阻测试仪距离电压互感器电流互感器不应太远, 并且牢固安装于杆塔之上; 太阳能电池板应按生产厂商要求放置于杆塔上。

[0022] 图 3 为输电线路杆塔的等效电路图, 其中, Z 为本级杆塔的接地电阻阻抗值。该算法的程序已经内置于接地电阻测试仪的 MCU 单元中, 只需按要求测量出杆塔中感应电流, 并将数据送入 MCU 单元, 即可得接地电阻阻值。

[0023] 图 4 为杆塔接地电阻在线测试仪原理示意图, 其中电源模块 (19) 采用太阳能电池板供电, 负责为整个系统各个芯片提供所需电压, MCU 单元 (1) 为系统的总控制器, 信号发生模块 (2) 发出正弦交流信号并通过电流电压转换模块 (3)、信号放大模块 (4) 输出特定电压值的正弦交流信号, 再通过信号选择模块 (5) 将不同的电压值分配至四路电压互感器输出支路中, 同时由功率放大模块 (6) 提高电路的负载驱动能力从而驱动电压互感器 (7), 当由电压互感器感应至被测回路电压信号时, 回路中应产生电流, 由四个电流互感器 (8) 分别将四路电流信号检测出, 并通过电流电压转换模块 (9) 转换为电压值, 再通过滤波模块 (10) 滤波, 根据被测量大小通过量程切换模块 (11) 选择量程, 再通过交直流转换模块 (12) 转换为直流量并测量其大小, 经过 AD 转换模块 (13) 转换为数字量送入 MCU 单元, 并计算出接地电阻阻值, 其接地电阻测试数值可通过显示模块 (14) 显示或通过 GPRS 模块 (18) 远程发送至监控中心计算机, 在设备的使用中, 如需调整参数及程序可通过串口模块 (15) 实现, 时钟模块 (16) 用于确定系统时间, 存储模块 (17) 用于存储测量结果。

[0024] 具体工作步骤如下：

[0025] 1、由中心监控计算机发出命令，并通过 GPRS 模块将命令发送给杆塔接地电阻测试仪，启动设备。

[0026] 2、由杆塔接地电阻测试仪向电压互感器发出正弦电压信号，并将此交流电压感应至避雷线。

[0027] 3、与此同时，由电流互感器感应得到避雷线中的电流，并送入杆塔接地电阻测试仪。

[0028] 4、在杆塔接地电阻测试仪内部，将该电流进行一系列处理分析，得到电流值，将电流值送入 MCU 单元。

[0029] 5、由 MCU 单元按照特定程序求解方程，得出接地电阻阻值。

[0030] 6、将接地电阻阻值通过 GPRS 模块发送至中心监控计算机，并将数据存储。

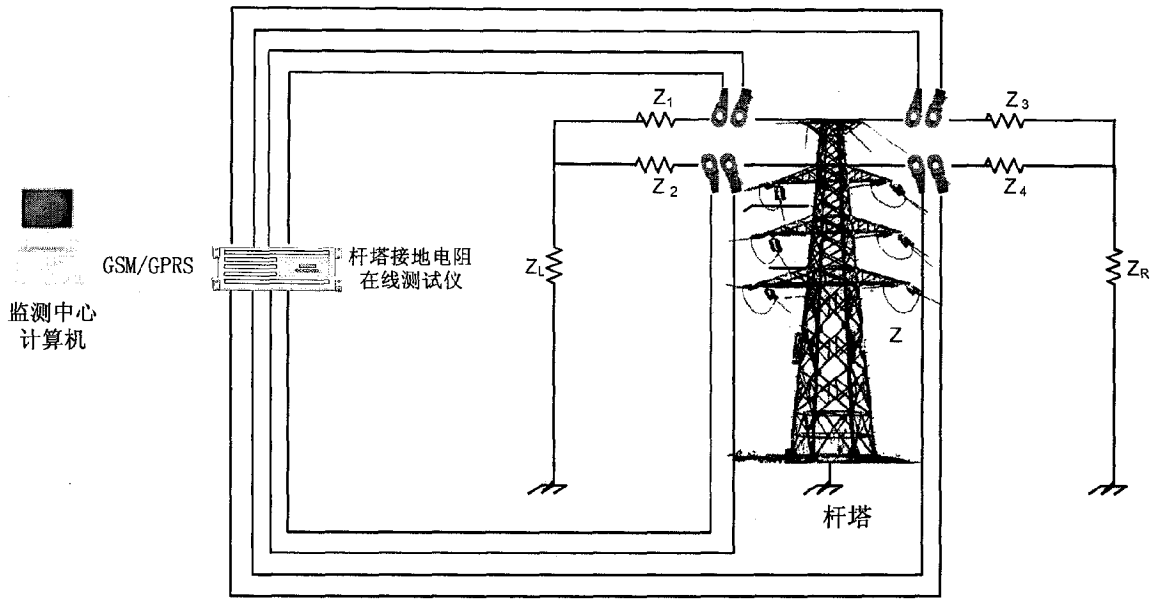


图 1

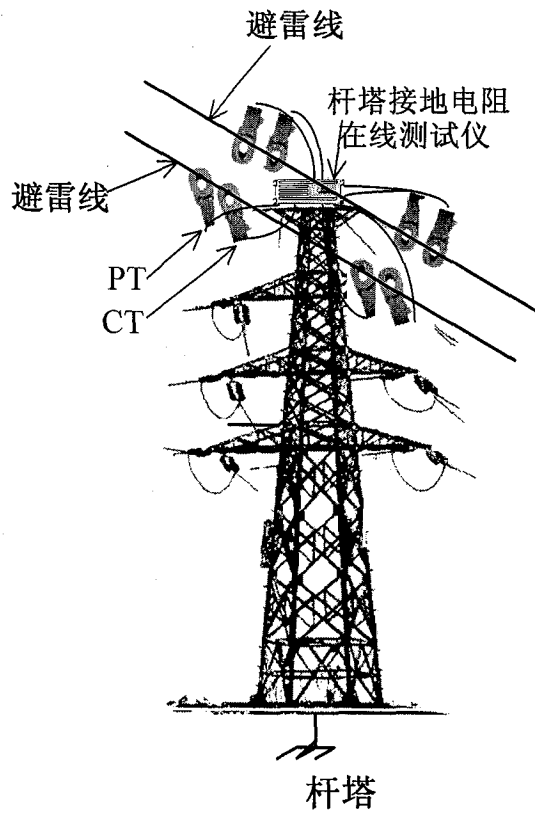


图 2

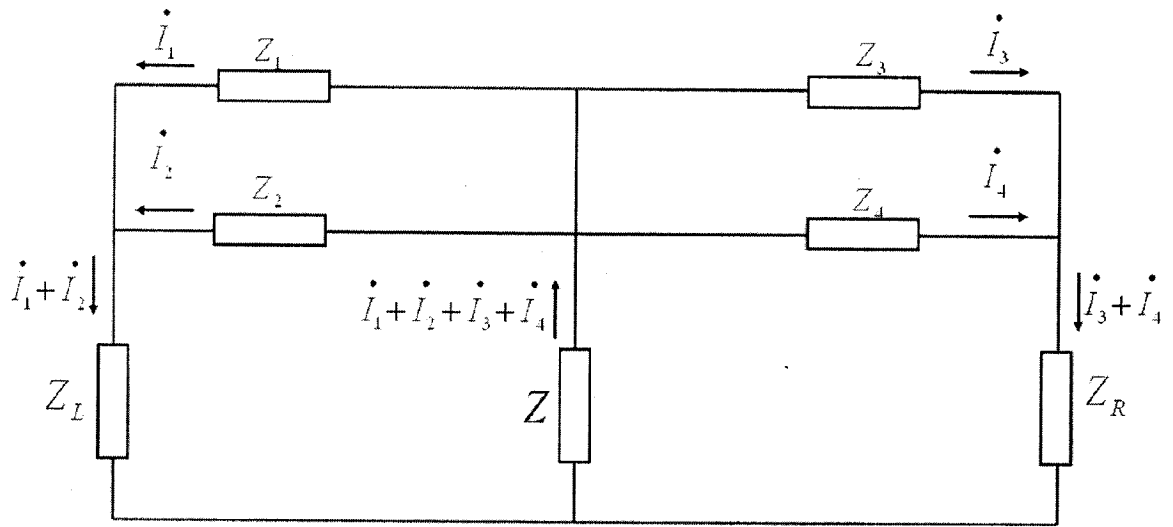


图 3

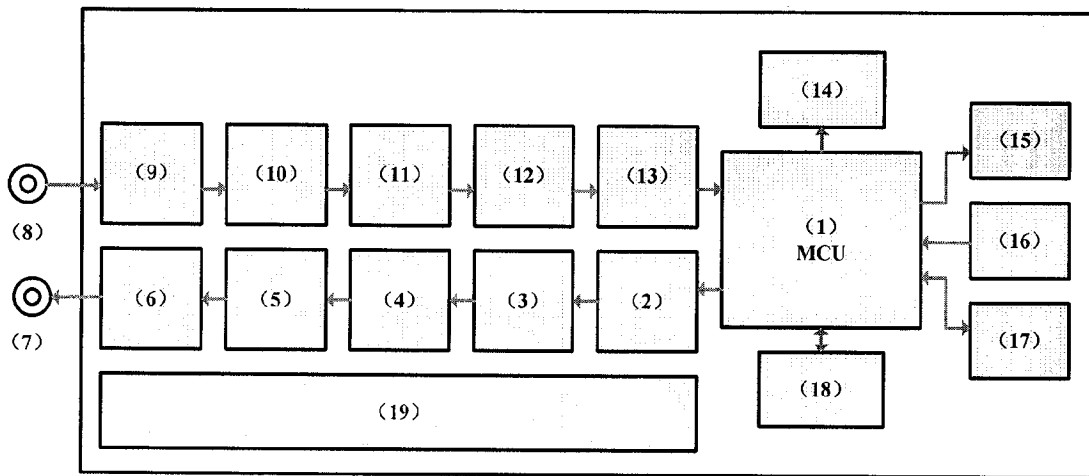


图 4