



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104819695 B

(45)授权公告日 2018.06.05

(21)申请号 201510176339.1

(56)对比文件

(22)申请日 2015.04.15

CN 103323167 A, 2013.09.25, 说明书.

CN 102146790 A, 2011.08.10,

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104819695 A

审查员 王静

(43)申请公布日 2015.08.05

(73)专利权人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市大学路8号

(72)发明人 胡汉梅 胡曼臻 田华 徐浩

杨欣晔

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

42103

代理人 吴思高

(51)Int.Cl.

G01B 17/00(2006.01)

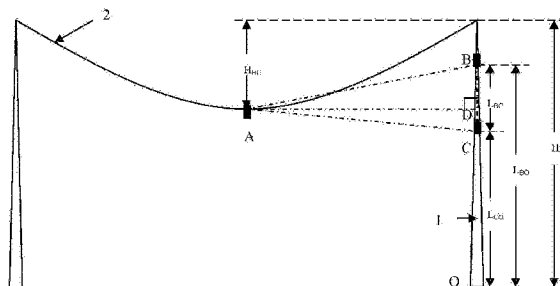
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统

(57)摘要

基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统,包括设置于输电导线上的、位于线路最低处的发射装置A,安装在塔杆上的第一接收装置B、第二接收装置C,所述发射装置A包括第一处理器模块,第一处理器模块连接第一无线传输模块、次声波发生模块。所述第一接收装置B包括第二处理器模块,第二处理器模块连接第二无线传输模块、第一次声波接收模块、GPRS移动通讯模块。所述第二接收装置C包括第三处理器模块,第三处理器模块连接第三无线传输模块、第二次声波接收模块。本发明能实时监测高压输电线路的弧垂变化,并能将监测数据传输到后台监测中心,确保电力线路安全运行。



1. 基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统,包括设置于输电线路(2)上的、位于线路最低处的发射装置A,安装在塔杆(1)上的第一接收装置B、第二接收装置C,其特征在于:所述发射装置A包括第一处理器模块,第一处理器模块连接第一无线传输模块、次声波发生模块;所述第一接收装置B包括第二处理器模块,第二处理器模块连接第二无线传输模块、第一次声波接收模块、GPRS移动通讯模块;所述第二接收装置C包括第三处理器模块,第三处理器模块连接第三无线传输模块、第二次声波接收模块;

次声波发生模块用于产生18HZ的次声波,所述第一次声波接收模块接收到18HZ的次声波时,将正弦的次声信号转换为方波信号,方波信号传输到第二处理器模块中,第二处理器模块检测到方波信号的高电平,判断次声信号接受成功;

采用上述弧垂测量系统的弧垂测量方法为:在输电线路上设置了A、B、C三个点,A点位于线路最低处,安装了发射装置A, B、C位于杆塔任意两点安装了第一接收装置B、第二接收装置C;

B、C两点之间长度 L_{BC} 、 L_{C0} 、 L_{B0} 、 H 在是已知的长度量; L_{AB} 、 L_{AC} 为未知量,通过A、B、C三个装置测量得到;

则对于三角形ABC,已知三边长度,可得到:

$$\cos B = (L_{AB}^2 + L_{BC}^2 - L_{AC}^2) / (2 * L_{AB} * L_{BC}) \quad (1)$$

然后再求:

$$L_{BD} = L_{AB} * \cos B = (L_{AB}^2 + L_{BC}^2 - L_{AC}^2) / (2 * L_{BC}) \quad (2)$$

然后可求得弧垂:

$$H_{HC} = H - L_{B0} + L_{BD} \quad (3)$$

发射装置A发出声波信号,第一接收装置B测得发射装置A到第一接收装置B传播时间 t_{AB} ,第二接收装置C测得发射装置A到第二接收装置C的传播时间 t_{AC} ,然后第二接收装置C将时间 t_{AC} 数据,通过无线传输传到第一接收装置B,然后第一接收装置B再计算出 L_{AB} 、 L_{AC} ,然后再利用公式(1)、(2)、(3)计算出弧垂,最后第一接收装置B通过GPRS移动通讯将弧垂值上传到监控中心;监控中心也可以通过GPRS移动通讯网络给第一接收装置B传送数据;

所述第一次声波接收模块、第二次声波接收模块均包括依次连接的:次声波接受传感器电路、第一级信号放大电路、带通滤波电路、第二级信号放大电路、比较器电路;

1)、次声波接受传感器电路,包括电阻 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{23} ,电容 C_{11} 、 C_{12} 和传感器 LS_1 ;该电路是给传感器施加电源激励;5V电源通过电阻 R_{21} 、 R_{22} 接到的正极,再通过传感器负极接 R_{23} 到地;当传感器感受到次声波后,振动使其内部的电容值发生变化,然后传感器两端形成电流的充放电,从而产生电流信号;电容 C_{11} 与电阻 R_{21} 组成简单50Hz电源滤波,减少纹波对信号的干扰; C_{12} 是隔直电容,用于将电流信号中的直流分量去除;

2)、第一级信号放大电路,包括AD620仪表放大器 UA_1 ,电阻 R_{24} ;该电路的主要功能是将微弱的电流信号转换成幅值很大的电压信号,放大倍数可以达到1000倍而不会失真;

3)、带通滤波电路,包括6片OP37A运算放大器 UB_1 、 UC_1 ,电阻 R_{25} 、 R_{26} 、 R_{27} 、 R_{28} 、 R_{29} 、 R_{30} 、 R_{31} 、 R_{32} ,电容 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} ;该电路是50Hz~300Hz带通滤波器,主要滤除信号中干扰信号,提高信号的纯净度;通过滤波器出来的信号有两个去向,一个是直接通过端子A1的PA0的AD引脚,另一个送至比较电路;

4)、第二级信号放大电路,包括OP37A运算放大器 UD_1 ,电阻 R_{33} 、 R_{34} 、 R_{35} 组成;该电路的

主要功能是对滤波后的信号进行放大,因为滤波对信号有一定的衰减;

5)、比较器电路,由三个LM393比较器UE1组成;每个比较器处理一路经放大滤波后的传感器信号,将信号整理成5V的方波信号;比较电路产生的方波信号通过INT端口送至Atmega16微处理器U3的3号引脚。

基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统

技术领域

[0001] 本发明一种基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统,涉及输电线路设计领域。

背景技术

[0002] 弧垂是线路设计及运行维护中的重要参数之一,随着电力系统建设的发展,对高压架空线路弧垂测量精度要求越来越高。当输电线路弧垂达到一定程度,会发生对地闪络严重危害输电系统的安全。弧垂是指在平坦地面上,相邻两基电杆上导线悬挂高度相同时,导线最低点与两悬挂点间连线的垂直距离。如果导线在相邻两电杆上的悬挂点高度不相同,此时,在一个档距内将出现两个弧垂,即导线的两个悬挂点至导线最低点有两个垂直距离,称为最大弧垂和最小弧垂。

[0003] 现有技术中线路弧垂测量主要有四种方式:

[0004] 1)、通过测量线路受力来计算线路弧垂。如使用光纤光栅应力传感器测量受力,光纤光栅传感器置于应变连接件内,该应变连接件设置于耐张塔和绝缘子串之间。通过光纤光栅应力传感器能精确测量应变连接件所受张力,再通过计算公式计算相应弧垂。这种方式使能够计算出弧垂,但是弧垂的精度与张力和转换公式的准确信密切相关,在线路受到风吹或覆冰的情况下,张力会发生变化,这会对线路测量造成一定影响。

[0005] 2)、使用搭载GPS、高度计、测距仪的飞机测量线路的对地距离等数据。避免了徒步地面作业,减小了弧垂测量的工时和劳动强度;相对于原始测量方式,较大简化了弧垂测量操作,提高了效率和准确性。但是这种方式对操作员要求较高,而且在运动过程中进行测量,还是会有一定误差。

[0006] 3)、采用激光或者超声波测距来测量线路对地高度的方式进行弧垂测量。该方法,能够很精确的测量线路最低点到水平地面的距离,再用杆塔的高度与测量高度算出弧垂。但是在两个杆塔之间的地段不是水平的,而是低洼或者小高地,那么测量就会有误差,从而算出的弧垂会有误差。

[0007] 4)、利用图像分析来计算弧垂。该方法就是利用摄像设备对线路进行拍照,再通过一定算法来计算弧垂的高度。该方法对拍摄的图片角度要求很高,适应性不是很好,而且计算精度与算法选取有很大关系。

发明内容

[0008] 本发明公开了一种基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统,利用次声波发生装置、次声波接收装置,将采集到的弧垂信息传递给中央处理单元,再由中央处理单元进行计算获得输电导线弧垂值。本发明能实时监测高压输电线路的弧垂变化,并能将监测数据传输到后台监测中心,确保电力线路安全运行。

[0009] 基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统,包括设置于输电线路上的、位于线路最低处的发射装置A,安装在塔杆上的第一接收装置B、第二接收装置C,所述发射装置A包括第一处理器模块,第一处理器模块连接第一无线传输模块、次声波发生模块。所述第一接收

装置B包括第二处理器模块,第二处理器模块连接第二无线传输模块、第一次声波接收模块、GPRS移动通讯模块。所述第二接收装置C包括第三处理器模块,第三处理器模块连接第三无线传输模块、第二次声波接收模块。

[0010] 所述次声波发生模块用于产生18HZ的次声波,该次声波发生模块包括555芯片U1、功率放大芯片U2、电阻R1~R7、电容C1~ C8、扬声器LXS1,555芯片U1、电阻R1~R5、电容C1~ C5连接组成18HZ的正弦波发生电路;功率放大芯片U2、电阻R6、电阻R7、电容C6~ C8连接组成功率放大电路,该功率放大电路用于放大18HZ的正弦波信号,放大18HZ的正弦波信号驱动扬声器LXS1产生18HZ的次声波。

[0011] 所述第一次声波接收模块接收到18HZ的次声波时,将正弦的次声信号转换为方波信号,方波信号传输到第二处理器模块中,第二处理器模块检测到方波信号的高电平,判断次声信号接受成功。

[0012] 所述第一次声波接收模块、第二次声波接收模块均包括依次连接的:次声波接受传感器电路、第一级放大电路、带通滤波电路、第二级放大电路、比较器电路。

[0013] 所述GPRS移动通讯模块连接监控中心,第二处理器模块通过GPRS移动通讯模块与监控中心进行数据交换。

[0014] 所述第一处理器模块连接外围指示灯电路,外围指示灯电路包括电阻R9、三极管Q1、电阻R11、发光二极管D1依次连接构成的红色指示灯电路;以及电阻R10、三极管Q2、电阻R12、发光二极管D2依次连接构成的绿色指示灯电路。

[0015] 所述第二处理器模块连接外围指示灯电路,外围指示灯电路包括电阻R13、三极管Q3、电阻R14、发光二极管D3依次连接构成的红色指示灯电路;以及电阻R15、三极管Q4、电阻R16、发光二极管D4依次连接构成的绿色指示灯电路。

[0016] 所述第一处理器模块、第二处理器模块、第三处理器模块均为Atmega16微处理器。

[0017] 所述第一无线传输模块、第二无线传输模块、第三无线传输模块均为NRF903无线传输模块。

[0018] 本发明一种基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统,技术效果如下:

[0019] 1)、测量灵活,在线路最低处安装发射装置后,而接收装置可以安装在杆塔上的任意位置;

[0020] 2)、测量准确性好,由于次声波可以穿透大气、海水、土壤,而且还能穿透坚固的钢筋水泥构成的建筑物,不易发生反射,可以不用考测量点是否有障碍物和波反射对测量造成的干扰;

[0021] 3)、采用三个点,以三角形原理计算弧垂,有比较高的计算精度,而不会受地形影响4)、能够实时在线检测,上述测量的数据会通过GPRS移动数据上传到监控中心。

附图说明

[0022] 图1为本发明的测量原理图;

[0023] 图2为本发明的测量系统结构示意图;

[0024] 图3为本发明的发射装置内部连接示意图;

[0025] 图4为本发明的发射装置电路图;

[0026] 图5为本发明的次声波发生模块电路图;

- [0027] 图6为本发明的第一接收装置B内部连接示意图；
 [0028] 图7为本发明的第二接收装置C内部连接示意图。
 [0029] 图8为本发明的第一接收装置B电路图；
 [0030] 图9为本发明的第一次声波接收模块、第二次声波接收模块电路图；
 [0031] 图10为本发明的GPRS移动通讯模块电路图。

具体实施方式

[0032] 原理分析：

[0033] 基于次声波原理的输电线路弧垂测量系统，能够在多变的环境下，准确测量线路的弧垂。本发明采用三角形模型，通过测量每个边的长度来计算线路弧垂。并采用次声波结合无线电波的技术测量任意两个点之间的距离。采用次声波而非超声波是因为次声波由于频率低、波长长，因此次声波具有极强的穿透力，不仅可以穿透大气、海水、土壤，而且还能穿透坚固的钢筋水泥构成的建筑物，不易发生反射，而且方向性不强。所以有利于A、B两点之间直线测距，而不用考虑A、B两点之间障碍，而且不需要将声波发射点和接收点的设在同一条线上。还可以设置多个接收点C、D等，同时接收A的次声波，可以同时测量距离 L_{AB} 、 L_{AC} 、 L_{AD} 。所以这非常有利于本发明装置，同时要测量1个点到另外两个点的距离。A、B两点距离测量原理是在A点处装设发射装置A，在B点处装设接收装置。A点处装置同时发射无线电波和次声波，由于无线电波传播以光速传播，所以在B点处装置在瞬间就接收到无线电波信号，然后启动计时，直到接收到次声波，停止计时，得到时间 t ，再利用公式 $t*340$ 得到A、B两点之间的距离。

[0034] 实施例：

[0035] 如图1所示，本发明采用三角形关系，在输电线路2上设置了A、B、C三个点。A点位于线路最低处，安装了发射装置A，B、C位于杆塔1任意两点安装了第一接收装置B、第二接收装置C。B、C两点之间长度 L_{BC} 、 L_{C0} 、 L_{B0} 、 H 在是已知的长度量。 L_{AB} 、 L_{AC} 为未知量，通过A、B、C三个装置测量得到。

[0036] 则对于三角形ABC，已知三边长度，可得到：

$$[0037] \quad \cos B = (L_{AB}^2 + L_{BC}^2 - L_{AC}^2) / (2 * L_{AB} * L_{BC}) \quad (1)$$

[0038] 然后再求：

$$[0039] \quad L_{BD} = L_{AB} * \cos B = (L_{AB}^2 + L_{BC}^2 - L_{AC}^2) / (2 * L_{BC}) \quad (2)$$

[0040] 然后可求得弧垂：

$$[0041] \quad H_{HC} = H - L_{B0} + L_{BD} \quad (3)$$

[0042] (在图1中AD为以A点作到边BC上的垂线)。

[0043] 整个测量系统结构示意图如图2。A发出声波信号，第一接收装置B测得发射装置A到第一接收装置B传播时间 t_{AB} ，第二接收装置C测得A到C的传播时间 t_{AC} ，然后第二接收装置C将时间 t_{AC} 数据通过NRF903无线传输传到第一接收装置B。然后第一接收装置B再计算出 L_{AB} 、 L_{AC} ，然后再利用公式(1)、(2)、(3)计算出弧垂，最后第一接收装置B通过GPRS移动通讯将弧垂值上传到电脑(监控中心)，电脑(监控中心)也可以通过GPRS移动通讯网络给第一接收装置B传送数据(如图1中的长度 L_{BC} 、 L_{C0} 、 L_{B0} 、 H)。选用的NRF903无线传输模块其传输距离可达500m，可以满足目前国内一般500kV以下电压等级的输电线路。

[0044] 发射装置A内部结构示意图如图3。该装置由Atmega16微处理器、NRF903无线传输模块和次声波发生器三部分组成。发射装置主要原理就是微处理器Atmega16控制NRF903无线传输模块给接收装置发送“开始计时标志信号”，然后同时控制次声波发生器发射18Hz次声波。

[0045] 图4为发射装置A电路图，包括Atmega16微处理器和NRF903无线传输电路。该电路主要由Atmega16微处理器及其外围指示灯电路和NRF903无线传输模块组成。主要功能就是Atmega16微处理器通过端口控制次声波发生模块(图5)和NRF903无线传输模块。该电路由Atmega16微处理器U3, NRF903无线传输模块N1, 三极管Q1、Q2, 电阻R8~R12, 发光二极管D1、D2, 按键B1组成。按键B1和电阻R8组成的按键电路主要功能是用于整个发射装置复位重启, 其电路连接到Atmega16微处理器U3的9号引脚。三极管Q1、发光二极管D1、电阻R9、R11组成红色指示灯电路, 用于装置在异常情况下闪速指示。三极管Q2、发光二极管D2、电阻R10、R12组成绿色指示灯电路, 用于装置在正常情况下常亮指示。Atmega16微处理器U3的40号(PA0)引脚通过端口“EN”连接到“次声波发生电路(图5)”, 通过该端口控制次声波产生和关闭。Atmega16微处理器U3的22~28号(PC0~PC6)引脚连接到NRF903无线传输模块N1, 控制其发射“开始计时标志信号”给接收装置。

[0046] 图5为次声波发生模块电路图, 次声波发生模块的主要功能是产生18Hz的次声波。该电路由555芯片U1, LM386功率放大芯片U2, 电阻R1~R7, 电容C1~C8, 扬声器LS1组成。通过555芯片U1, 电阻R1、R2、R3、R4、R5, 电容C1、C2、C3、C4、C5组成18Hz的正弦波发生电路, 555芯片U1的4号引脚通过端口“EN”连接到“图4”中Atmega16微处理器U3的40号引脚, 该引脚为高电平时, 正弦波产生, 为低电平时, 正弦波停止。上述产生的正弦波功率很小, 还需要通过功率放大进行放大处理。LM386功率放大芯片U2, 电阻R6、R7, 电容C6、C7、C8组成功率放大电路, 用于放大18Hz的正弦波信号, 正弦波信号通过U2的3号引脚输入, 由U2的5号引脚输出, 输出的大功率正弦波信号通过一个电容C8去除掉直流偏置, 然后驱动扬声器LS1, 产生18Hz的次声波。

[0047] 第一接收装置B内部结构示意图如图6。第一接收装置B主要原理就是NRF903无线传输模块接收到发射装置发射的开始计时标志信号, 然后传送到自身的微处理器Atmega16, Atmega16开始计时, 直到次声波接收器接收18Hz的次声波, 停止计时, 得到时间t。从而算出发射装置到接收装置的距离 $t*340$ (m)。

[0048] 第二接收装置C内部结构示意图如图7。第二接收装置C与第一接收装置B的结构区别仅在于没有“GPRS移动通讯”部分。所以下面只对第一接收装置B的电路进行解释说明。

[0049] 图8为第一接收装置B电路图, 包括Atmega16微处理器和NRF903无线传输电路。该电路与发射装置A的“Atmega16微处理器和NRF903无线传输电路(图4)”的结构大部分相同, 都包含复位按键电路、指示灯电路和NRF903无线传输模块。图8与图5的区别在于, 图8中Atmega16微处理器U4不需要控制次声波电路, 而是需要接受次声波信号, 如Atmega16微处理器U4的3号引脚通过接口INT连接到“次声波接受电路(图9)”, 当“次声波接受电路”接受到18Hz的次声波时, 会将正弦的次声波信号转换成方波信号, 通过端口INT传到Atmega16微处理器U4中, U4通过检测到方波信号的高电平, 判断次声波信号接受成功。还需要控制“GPRS移动通讯电路”, 如Atmega16微处理器U4的14、15、16号引脚通过端口RXD、TXD、DI连接到“GPRS移动通讯电路(图10)”, 通过该电路与电脑(监控中心)进行数据交换。

[0050] 图9为次声波接收模块电路图。该电路的主要作用是接受18Hz的次声波,并将18Hz次声波转化成18Hz的方波信号,传送给图8中Atmega16微处理器U4。该电路可分为次声波接受传感器电路、第一级信号放大电路、带通滤波电路、第二级信号放大电路、比较器电路五个部分。如:

[0051] 1)、次声波接受传感器电路,包括电阻R21、R22、R23,电容C11、C12和传感器LS1。该电路是给传感器施加电源激励。5V电源通过电阻R21、R22接到的正极,再通过传感器负极接R23到地。当传感器感受到次声波后,振动使其内部的电容值发生变化,然后传感器两端形成电流的充放电,从而产生电流信号。电容C11与电阻R21组成简单50Hz电源滤波,减少纹波对信号的干扰。C12是隔直电容,用于将电流信号中的直流分量去除。

[0052] 2)、第一级信号放大电路,包括AD620仪表放大器UA1,电阻R24。该电路的主要功能是将微弱的电流信号转换成幅值很大的电压信号,放大倍数可以达到1000倍而不会失真。

[0053] 3)、带通滤波电路,包括6片OP37A运算放大器UB1、UC1,电阻R25、R26、R27、R28、R29、R30、R31、R32,电容C13、C14、C15、C16。该电路是50Hz~300Hz带通滤波器,主要滤除信号中干扰信号,提高信号的纯净度。通过滤波器出来的信号有两个去向,一个是直接通过端子A1的PA0的AD引脚,另一个送至比较电路。

[0054] 4)、第二级信号放大电路,包括OP37A运算放大器UD1,电阻R33、R34、R35组成。该电路的主要功能是对滤波后的信号进行放大,因为滤波对信号有一定的衰减。

[0055] 5)、比较器电路,由三个LM393比较器UE1组成。每个比较器处理一路经放大滤波后的传感器信号,将信号整理成5V的方波信号。比较电路产生的方波信号通过INT端口送至图8中Atmega16微处理器U3的3号引脚。

[0056] 图10为GPRS移动通讯模块电路图。GPRS移动通讯电路的作用是将计算出来的弧垂等数据上传到电脑中。该电路由非门U5,串口转485芯片U6(SP3485),USR-GPRS DTU-710移动通讯模块P1,电容C9、C10组成。SP3485是协议转换芯片,将USART串行协议转换成RS485半双工协议,USR-GPRS DTU-710也移动通讯模块,可将RS485数据转换成GPRS无线数据发送处处。U6(SP3485)的1、4号引脚(发送、接收)分别通过端口RXD、TXD接到图8中Atmega16微处理器U3的14、15号引脚(该引脚为Atmega16微处理器的USART串行接口)。U6(SP3485)的2、3号引脚连接到非门U4的输入输出引脚,非门U4输入引脚通过端口CRL连接到图8中Atmega16微处理器U3的16号引脚。U6(SP3485)的2、3号引脚为RS485半双工通讯收发功能的使能控制引脚。由于RS485是半双工通讯,收数据和发数据不能同时进行,所以采用非门电路U5,可使图8中Atmega16微处理器U3只通过一个引脚就可以控制U6(SP3485)的接收和发送功能切换使能,优化资源利用。U6(SP3485)的6、7号引脚连接到USR-GPRSDTU-710移动通讯模块P1的2、3号引脚,通过P1的2、3两个引脚就可以将RS485数据转换到GPRS数据。完成数据传送。

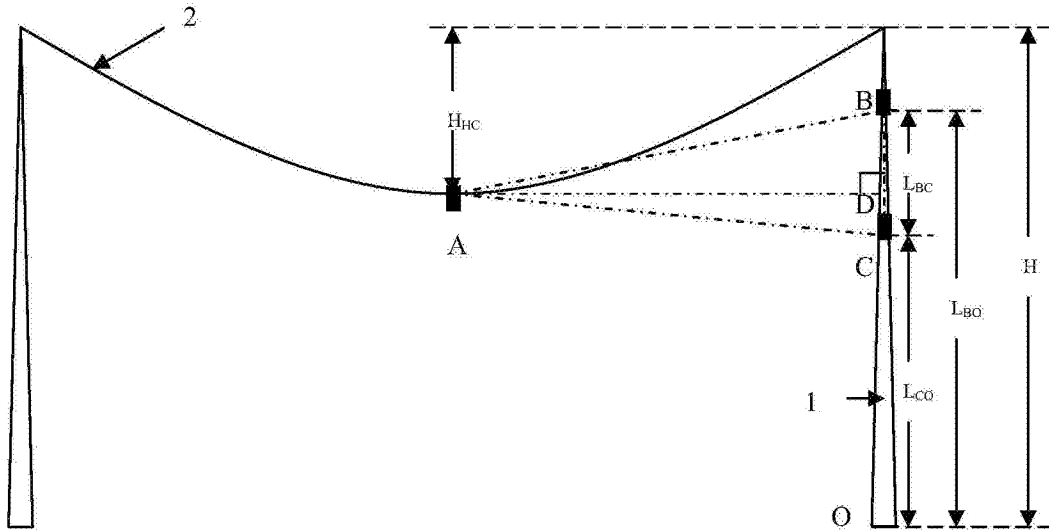


图1

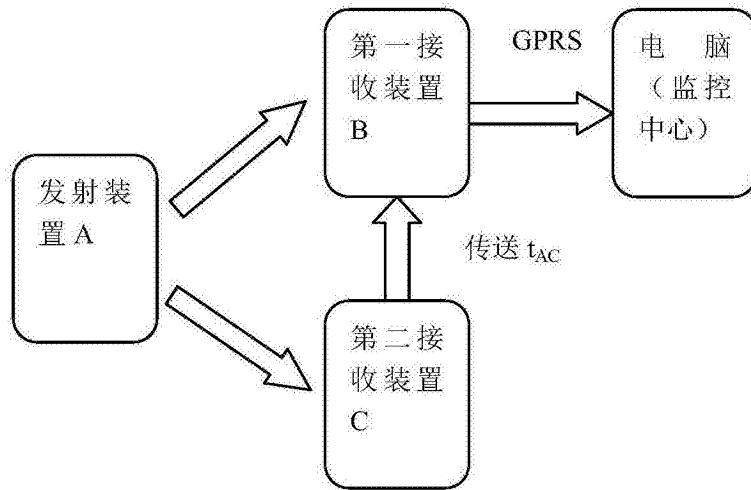


图2

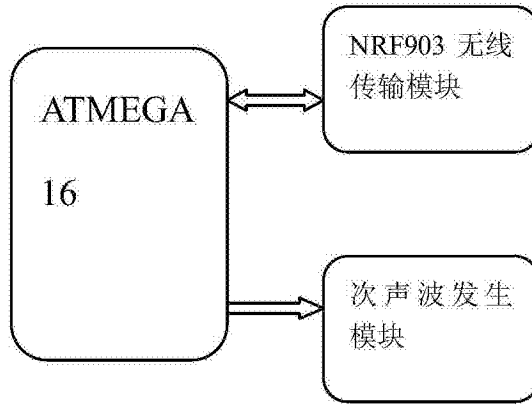


图3

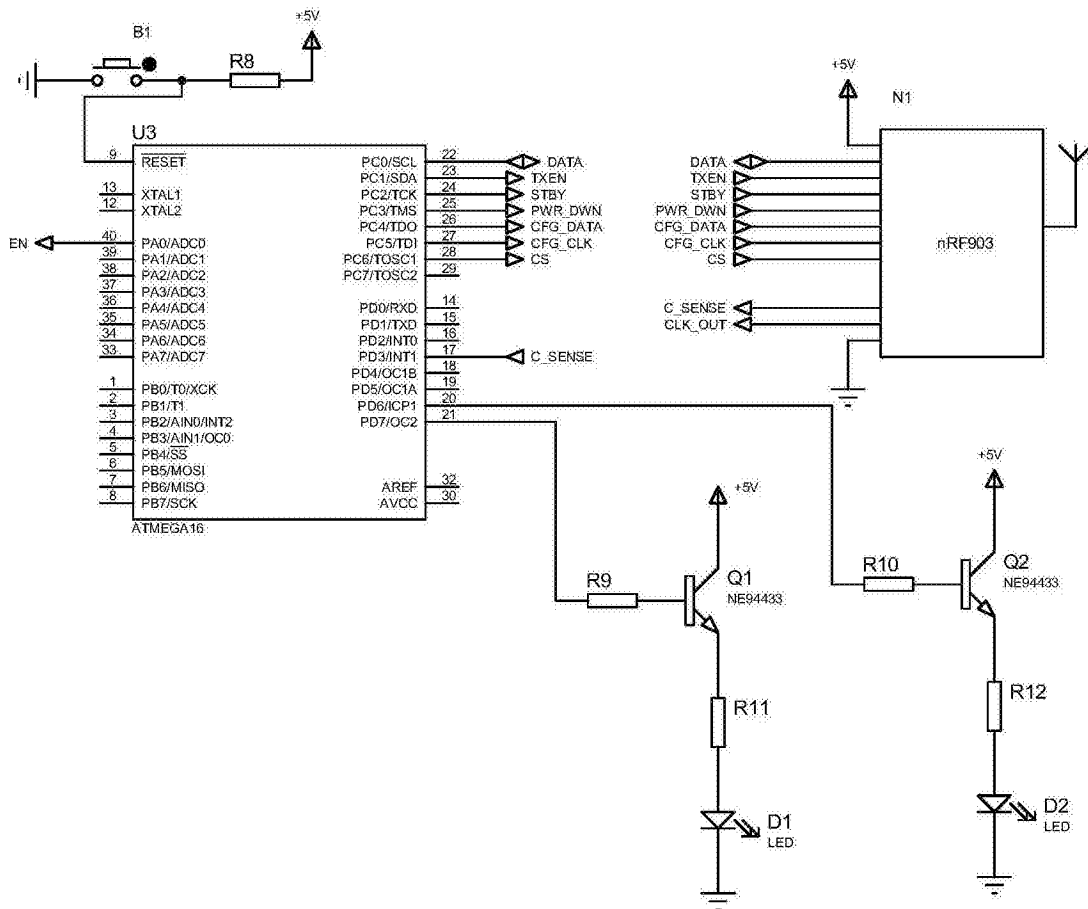


图4

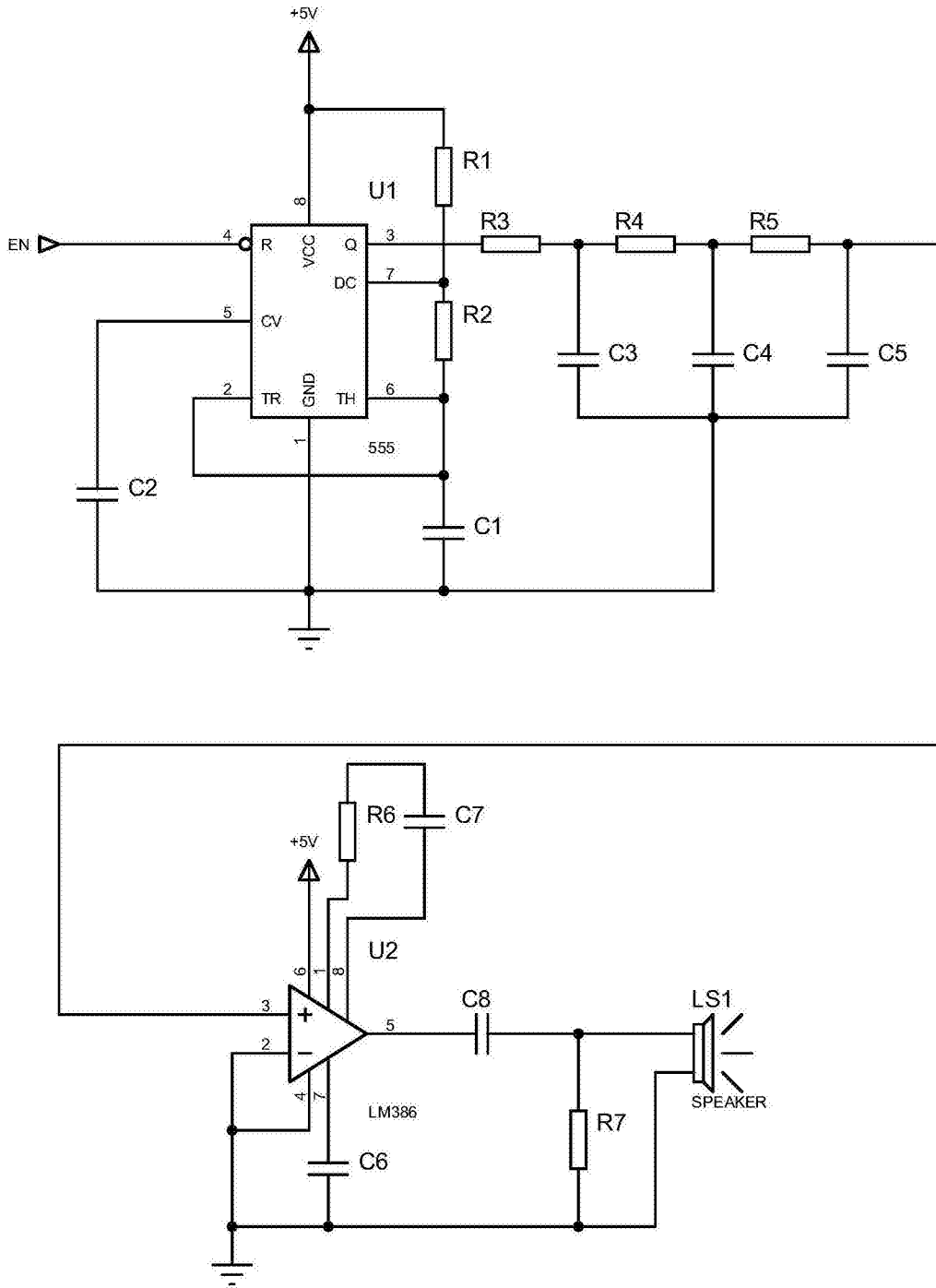


图5

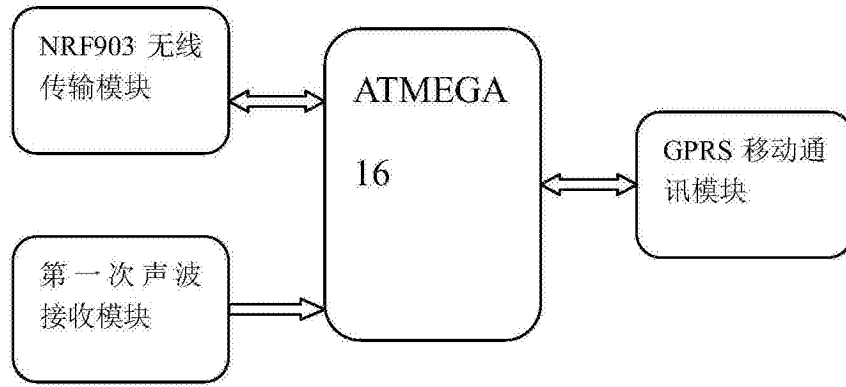


图6

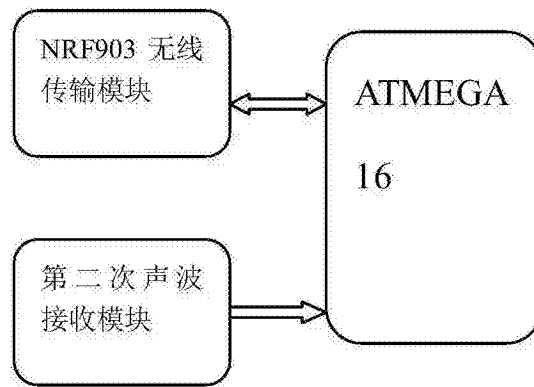


图7

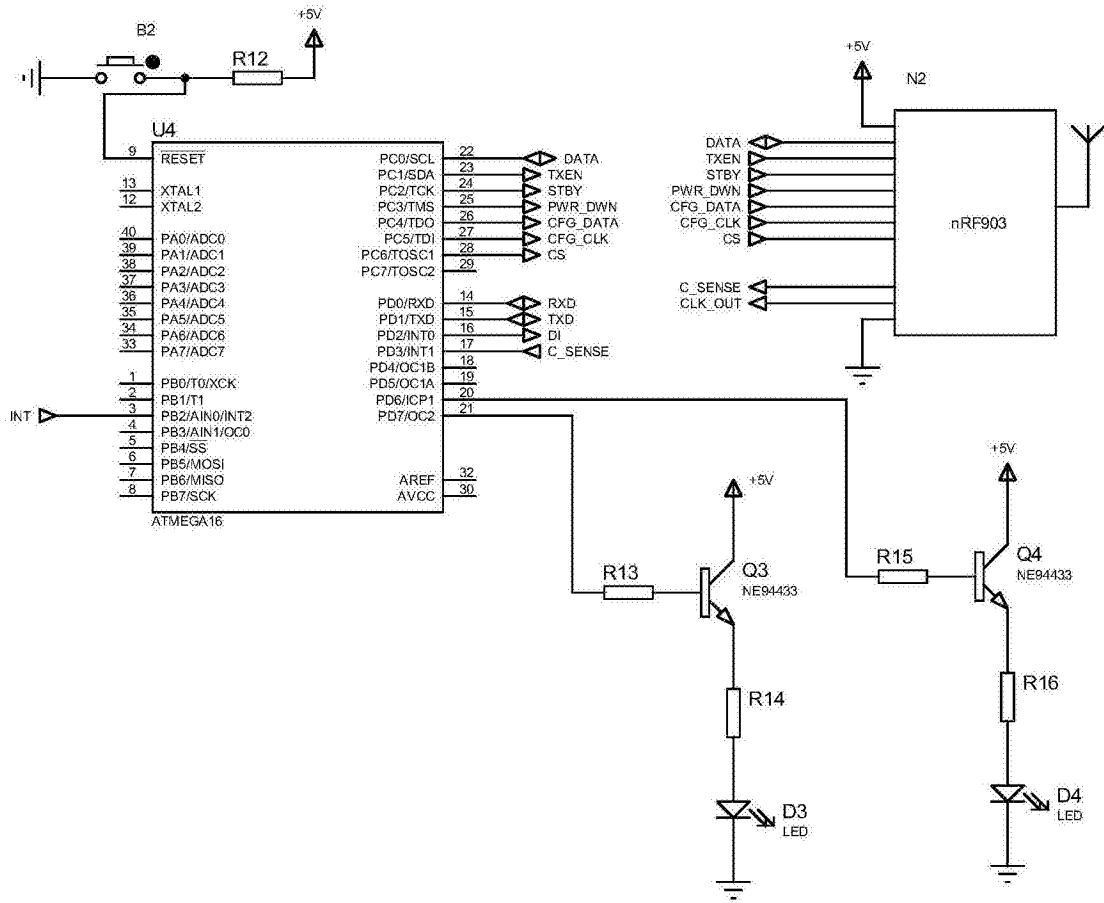


图8

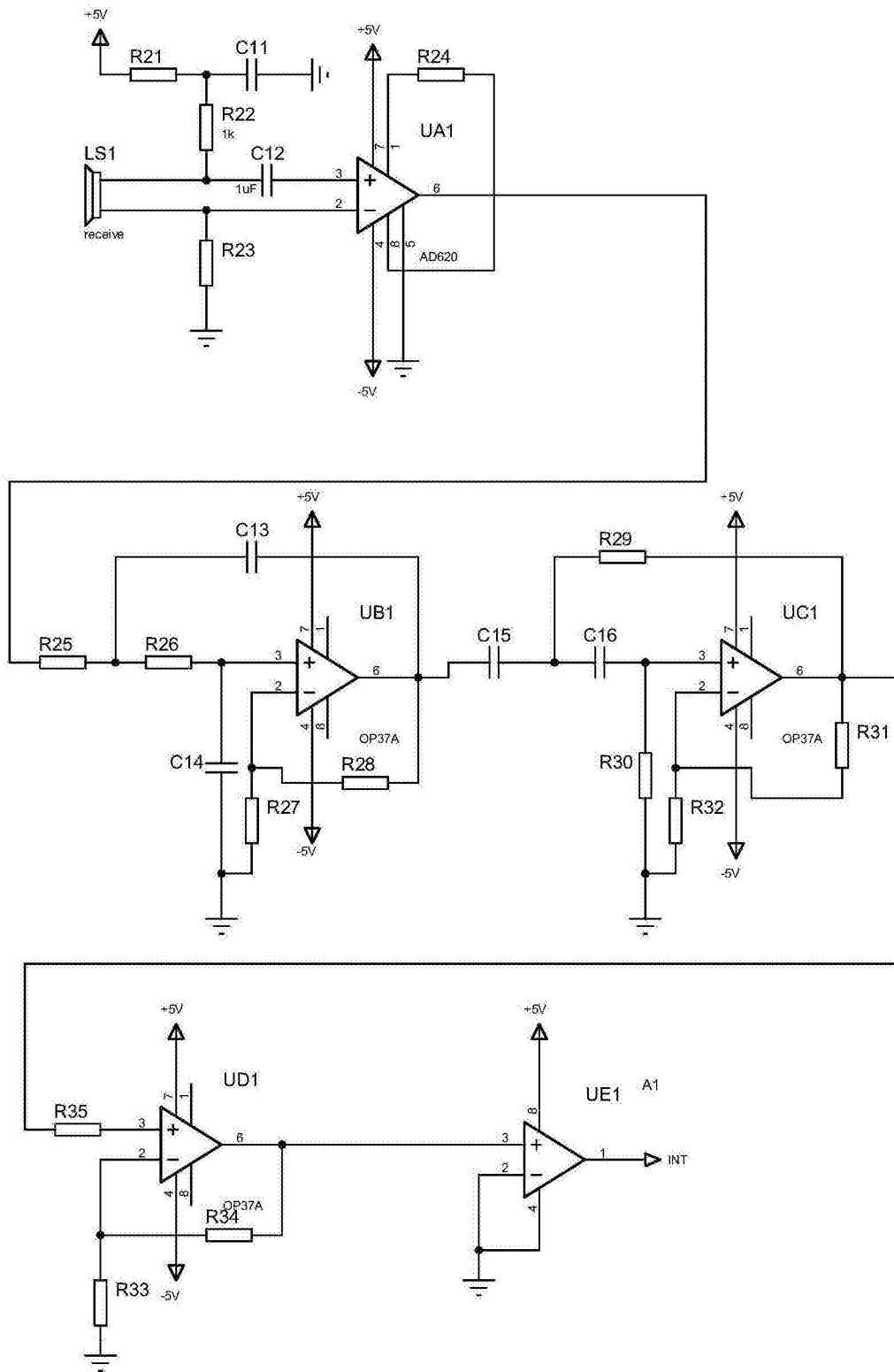


图9

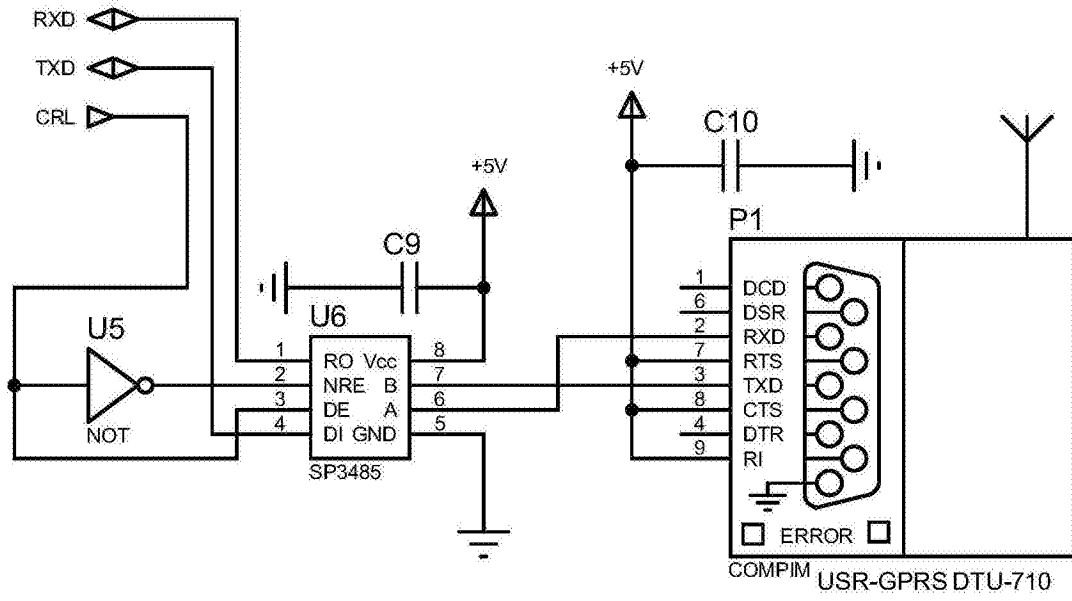


图10