



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1877357 B

(45) 授权公告日 2010. 05. 12

(21) 申请号 200610088300. 5

CN 200962590 Y, 2007. 10. 17, 权利要求 1 至

(22) 申请日 2006. 07. 10

7.

CN 1471194 A, 2004. 01. 28, 全文.

(73) 专利权人 俞文蕴

US 2004/0219927 A1, 2004. 11. 04, 全文.

地址 211112 江苏省南京市江宁区天元东路
78 号

US 5956648 A, 1999. 09. 21, 全文.

审查员 张朝铭

(72) 发明人 俞文蕴

(74) 专利代理机构 南京君陶专利商标代理有限
公司 32215

代理人 沈根水

(51) Int. Cl.

G01S 3/48(2006. 01)

G01S 3/04(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2161024 Y, 1994. 04. 06, 全文.

CN 1065732 A, 1992. 10. 28, 全文.

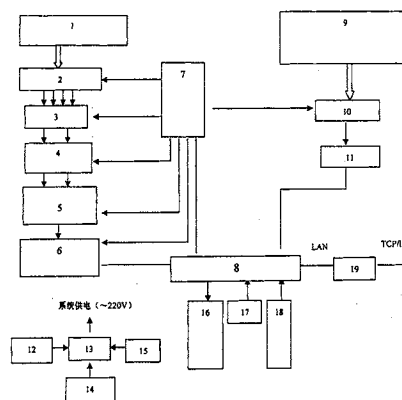
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

特宽频带无线电信号监测测向系统

(57) 摘要

本发明是特宽频带无线电信号监测测向系统,包括干涉仪测向天线阵,高、低端电旋开关、天线选择器、三功能 RF 放大器、射频预处理器、单信道监测测向接收机、监测测向控制器、PC 机、监测天线、频谱分析仪。优点:采用了宽频带监测天线组合,对 1MHz-40GHz 特宽频带的军用无线通讯和雷达信号进行监测,直观显示。对 20MHz-3000MHz 频段的无线电信号进行相关干涉测向,一对天线元同时采样,确保同步、快速、精确。九单元小尺寸低轮廓有源测向天线阵,解决了各天线阵元间的互耦和相位模糊问题。对射频信号进行相位/幅度/相位转换与存储。具有放大、直通、衰减三功能,实现分时监测和测向,系统性价比高,适用范围广。



1. 特宽频带无线电信号监测测向系统,用于对 1MHz-40GHz 内的无线电信号进行监测和对 20MHz-3000MHz 频段内的无线电信号进行测向,其特征是干涉仪测向天线阵的输出端与高、低端电旋开关的第一输入端相接,高、低端电旋开关的第一、第二、第三、第四输出端与第一天线选择器的第一、第二、第三、第四输入端对应相接;第一天线选择器的第一、第二输出端与三功能 RF 放大器的第一、第二输入端对应相接,三功能 RF 放大器的第一、第二输出端与射频预处理器的第一、第二输入端对应相接;射频预处理器的输出端与单信道监测测向接收机的第一输入端相接;PC 机的第一、第二、第三、第四输出 / 入端分别与单信道监测测向接收机、监测测向控制器、频谱分析仪、路由器的输入 / 出端对应相接;监测测向控制器的第一、第二、第三、第四、第五、第六输出端分别与高、低端电旋开关的第二输入端、第一天线选择器的第五输入端、三功能 RF 放大器的第三输入端、射频预处理器的第三输入端、单信道监测测向接收机的第二输入端、第二天线选择器的第二输入端对应相接;监测天线的输出端与第二天线选择器的第一输入端对应相接,第二天线选择器的输出端与频谱分析仪的输入端相接;GPS、电子罗盘的输出端分别与 PC 机的第一、第二输入端相接,车头方位指示器的输入端接 PC 机的输出端。

2. 根据权利要求 1 所述的特宽频带无线电信号监测测向系统,其特征是所述的干涉仪测向天线阵为小尺寸低轮廓有源测向天线阵,共分两层,对应两个频段,沿高度方向排列,每层均由九单元有源垂直偶极子天线组成圆型阵列,下层为 A 波段 20MHz ~ 1000MHz,阵列最大直径 1.0 米,单元偶极子长度 0.27 米;上层是 B 波段 1000MHz ~ 3000MHz,阵列最大直径 0.38 米,单元偶极子长度 0.185 米,天线阻抗为 50 Ω ,接口为 N 型插座,每个天线带有一个平衡放大器。

3. 根据权利要求 1 所述的特宽频带无线电信号监测测向系统,其特征是高、低端电旋开关根据频段分为低端电旋开关单元和高端电旋开关单元,其中低端电旋开关单元的工作频率为 20MHz ~ 1000MHz,内部包括 ANS 019L 低端电旋开关和 ALL 052L 1 : 2+1 : 9 功率分配器,它有 9 个信号输入端、2 个信号输出端、1 个控制 / 供电端口、1 个自校信号输入端和 1 个自校信号输出端,高端电旋开关单元的工作频率为 1000MHz ~ 3000MHz,内部包括 ANS 020L 高端电旋开关和 ALL 053L 1 : 9 功率分配器,它有 9 个信号输入端、2 个信号输出端、1 个控制 / 供电端口、1 个自校信号输入端。

4. 根据权利要求 1 所述的特宽频带无线电信号监测测向系统,其特征是第一天线选择器是一个 4 : 2 选择器,它有 4 个输入端、2 个输出端和 1 个控制 / 供电端。

5. 根据权利要求 1 所述的特宽频带无线电信号监测测向系统,其特征是放大、直通、衰减三功能 RF 放大器包括两个宽频带低噪声放大器,工作频率为 20MHz ~ 3000MHz,它们各有 1 个控制 / 供电端、1 个输入端、1 个输出端;放大器包括第一高频继电器、第二高频继电器、放大电路、衰减电路和电源。

6. 根据权利要求 1 所述的特宽频带无线电信号监测测向系统,其特征是监测天线,它按照频段分为五种:10KHz-20MHz、20MHz-300MHz、300MHz ~ 3000MHz、3GHz-18GHz、18GHz-40GHz 五种;输入阻抗均为 50 Ω ,接口型式均为 N 型插座。

特宽频带无线电信号监测测向系统

技术领域

[0001] 本发明涉及的是特宽频带 (1MHz-40GHz) 无线通讯和雷达信号监测测向系统,属于通信技术中的阵列信号数字处理测向技术领域。

背景技术

[0002] 超短波无线电监测测向技术日臻成熟,但短波和微波频段的无线电监测还是个空白,如何利用成熟技术拓展到短波和微波频段,从而实现对 1MHz-40GHz 特宽频带内的军用无线通讯和雷达信号进行监测,成为当前无线电监测领域一个迫切需要解决的新课题。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提出特宽频带 (1MHz-40GHz) 军用无线通讯和雷达信号监测测向系统。提出采用一种单信道监测测向接收机,配合射频预处理器、小尺寸低轮廓有源测向天线阵、监测天线、软件无线电和 DSP 技术、小信号提取和白噪声相消技术,实现对特宽频带 (1MHz-40GHz) 内的无线电信号进行监测和对 20MHz-3000MHz 频段内的无线电信号进行测向。

[0004] 本发明的技术方案:其结构包括干涉仪测向天线阵,高、低端电旋开关、第一天线选择器、三功能 RF 放大器、射频预处理器、单信道监测测向接收机、监测测向控制器、PC 机、监测天线、第二天线选择器、频谱分析仪、蓄电池、UPS。它们间的连接关系:干涉仪测向天线阵的输出端与,高、低端电旋开关的第一输入端相接,高、低端电旋开关的第一、第二、第三、第四输出端与第一天线选择器的第一、第二、第三、第四输入端对应相接;第一天线选择器的第一、第二输出端与三功能 RF 放大器的第一、第二输入端对应相接,三功能 RF 放大器的第一、第二输出端与射频预处理器的第一、第二输入端对应相接;射频预处理器的输出端与单信道监测测向接收机的第一输入端相接;PC 机的第一、第二、第三、第四输出/输入端与单信道监测测向接收机、监测测向控制器、频谱分析仪、路由器的输入/输出端对应相接;监测测向控制器的第一、第二、第三、第四、第五、第六输出端分别与高、低端电旋开关的第二输入端、第一天线选择器的第五输入端、三功能 RF 放大器的第三输入端、射频预处理器的第三输入端、单信道监测测向接收机的第二输入端、第二天线选择器的第二输入端对应相接;监测天线的输出端与第二天线选择器的第一输入端对应相接,第二天线选择器的输出端与频谱分析仪的输入端相接;GPS、电子罗盘的输出端分别与 PC 机的第一、第二输入端相接,车头方位指示器的输入端接 PC 机的输出端。

[0005] 本发明的优点:采用了宽频带监测天线组合,可对 1MHz-40GHz 特宽频带的军用无线通讯和雷达信号进行监测,并可通过频谱分析仪直观显示。可对 20MHz-3000MHz 频段的无线电信号进行相关干涉测向,一对天线元同时采样,确保同步、快速、精确。采用九单元小尺寸低轮廓有源测向天线阵,很好地解决了各天线阵元间的互耦问题,排除了单元天线间耦合和相位模糊。采用了射频预处理器,对射频信号进行相位/幅度/相位转换与存储。采用了宽带低噪声放大器技术,具有放大、直通、衰减三种功能的放大器,可自动切换,扩大了

接收信号的动态应用范围,特别是在接收强信号时,不容易因信号饱和而产生阻塞。可兼容多种单信道接收机,实现分时监测和测向,系统性价比高,适用范围广。

附图说明

[0006] 附图 1 是本发明实施例电原理框图。

[0007] 附图 2 是高、低端电旋开关电原理示意图(以一组电旋开关为例)。

[0008] 附图 3 是三功能 RF 放大器电原理框图。

[0009] 附图 4 是功率分配器以 1 : 2 分配器为例的结构框图。

[0010] 附图 5 是特宽频带用垂直极化单信道无线电监测和相关干涉仪测向系统中所用的测向天线阵示意图。

[0011] 附图 6 是本发明软件控制系统流程图。(同样为 DESCO DF7.0)

[0012] 图中的 1 是干涉仪测向天线阵,2 是高、低端电旋开关、3 是第一天线选择器、4 是三功能 RF 放大器、5 是射频预处理器、6 是单信道监测测向接收机、7 是监测测向控制器、8 是 PC 机、9 是监测天线(监测天线(按频段分为:10KHz-20MHz、20MHz-300MHz、300MHz-3GHz、3GHz-18GHz、18GHz-40GHz)、10 是第二天线选择器、11 是频谱分析仪、12 是蓄电池、13 是 UPS、14 是逆变电源、15 是市电、16 是车头方位指示器、17 是 GPS、18 是电子罗盘、19 是路由器。20 是九单元垂直极化有源测向天线阵:1000MHz-3000MHz、21 是天线罩、22 是九单元垂直极化有源测向天线阵:20MHz-1000MHz。 R_1 、 R_2 、 R_3 是电阻、 C_1 、 C_2 、 C_3 是电容、 D_{1-12} 是二极管、 V_1 - V_7 是监测测向控制器输出的电压;软件控制系统的流程图包括监测测向服务程序(dfNetServer)测向流程和监测测向服务程序(dfNetServer)运行流程。

[0013] 图中的 1 是干涉仪测向天线阵,2 是高、低端电旋开关、3 是第一天线选择器、4 是三功能 RF 放大器、5 是射频预处理器、6 是单信道监测测向接收机、7 是监测测向控制器、8 是 PC 机、9 是监测天线(按频段分为:10KHz-20MHz、20MHz-300MHz、300MHz-3GHz、3GHz-18GHz、18GHz-40GHz)、10 是第二天线选择器、11 是频谱分析仪、12 是蓄电池、13 是 UPS、14 是逆变电源、15 是市电、16 是车头方位指示器、17 是 GPS、18 是电子罗盘、19 是路由器。 R_1 、 R_2 、 R_3 是电阻、 C_1 、 C_2 、 C_3 是电容、 D_{1-12} 是二极管、 V_1 - V_7 20MHz-300MHz、300MHz-3GHz、3GHz-18GHz、18GHz-40GHz)、10 是第二天线选择器、11 是频谱分析仪、12 是蓄电池、13 是 UPS、14 是逆变电源、15 是市电、16 是车头方位指示器、17 是 GPS、18 是电子罗盘、19 是路由器。 R_1 、 R_2 、 R_3 是电阻、 C_1 、 C_2 、 C_3 是电容、 D_{1-12} 是二极管、 V_1 - V_7 是监测测向控制器输出的电压;软件控制系统的流程图包括监测测向服务程序(dfNetServer)测向流程和监测测向服务程序(dfNetServer)运行流程。

具体实施方式

[0014] 对照附图 1,其结构包括干涉仪测向天线阵 1,高、低端电旋开关 2、第一天线选择器 3、三功能 RF 放大器 4、射频预处理器 5、单信道监测测向接收机 6、监测测向控制器 7、PC 机 8、监测天线 9(按频段分为:10KHz-20MHz、20MHz-300MHz、300MHz-3GHz、3GHz-18GHz、18GHz-40GHz)、第二天线选择器 10、频谱分析仪 11、蓄电池 12、UPS 13、逆变电源 14、市电 15、车头方位指示器 16、GPS 17、电子罗盘 18、路由器 19。

[0015] 它们间的连接关系:干涉仪测向天线阵 1 的输出端与高、低端电旋开关 2 的第一输

入端相接,高、低端电旋开关 2 的第一、第二、第三、第四输出端与第一天线选择器 3 的第一、第二、第三、第四输入端对应相接;第一天线选择器 3 的第一、第二输出端与三功能 RF 放大器 4 的第一、第二输入端对应相接,三功能 RF 放大器 4 的第一、第二输出端与射频预处理器 5 的第一、第二输入端对应相接;射频预处理器 5 的输出端与单信道监测测向接收机 6 的第一输入端相接;PC 机 8 的第一、第二、第三、第四输出/入端与单信道监测测向接收机 6、监测测向控制器 7、频谱分析仪 11、路由器 19 的输入/出端对应相接;监测测向控制器 7 的第一、第二、第三、第四、第五、第六输出端分别与高、低端电旋开关 2 的第二输入端、第一天线选择器 3 的第五输入端、三功能 RF 放大器 4 的第三输入端、射频预处理器 5 的第三输入端、单信道监测测向接收机 6 的第二输入端、第二天线选择器 10 的第二输入端对应相接;监测天线 9 的输出端与第二天线选择器 10 的第一输入端对应相接,第二天线选择器 10 的输出端与频谱分析仪 11 的输入端相接;GPS 17、电子罗盘 18 的输出端分别与 PC 机的第一、第二输入端相接,车头方位指示器 16 的输入端接 PC 机的输出端。

[0016] 所述的干涉仪测向天线阵 1,为小尺寸低轮廓有源测向天线阵,共分两层(对应两个频段),沿高度方向排列,每层均由九单元有源(每个天线带有一个平衡放大器)垂直偶极子天线组成圆型阵列。下层为 A 波段(20MHz ~ 1000MHz),阵列最大直径 1.0 米,单元偶极子长度 0.27 米;上层是 B 波段(1000MHz ~ 3000MHz),阵列最大直径 0.38 米,单元偶极子长度 0.185 米。天线阻抗为 50 Ω 。接口为 N 型插座。测向天线的总重量约 35kg(包括安装在天线下面的高低端电旋开关、选择器等),全部天线都被天线罩所覆盖,天线罩的高度为 0.39 米。

[0017] 高、低端电旋开关 2 根据频段分为低端电旋开关单元和高端电旋开关单元。它受监测测向控制器的控制和供电。其中低端电旋开关单元的工作频率为 20MHz ~ 1000MHz,内部包括 ANS 019L 低端电旋开关和 ALL 052L 1 : 2+1 : 9 功率分配器。它相当于一个高频电子开关,它有 9 个信号输入端、2 个信号输出端、1 个控制/供电端口、1 个自校信号输入端和 1 个自校信号输出端,它受控同时打通某两路信号通道(分为主路、辅路)和自校信号通道。ALL 052L 功率分配器是把自校信号先分成两路,其中一路又被分成 9 路,引入低端电旋开关,用于对 20MHz ~ 200MHz 波段或 200MHz ~ 1000MHz 波工作的系统进行自校;另一路自校信号传送到高端电旋开关盒中,再经 1 : 9 功率分配器后,送到高频电旋开关单元用于高频段系统的自校。高端电旋开关单元的工作频率为 1000MHz ~ 3000MHz,内部包括 ANS 020L 高端电旋开关和 ALL 053L 1 : 9 功率分配器。它也是一个高频电子开关,它有 9 个信号输入端、2 个信号输出端、1 个控制/供电端口、1 个自校信号输入端,它受控同时打通某两路信号通道(分为主路、辅路)和自校信号通道。

[0018] 其工作原理:当控制电压 V1、V2 加电,二极管 D₁₋₃ 导通时,来自可搬移垂直极化相关干涉仪测向天线阵 1 的信号就可传到节点 A,当控制电压 V2、V3 加电,二极管 D₄₋₆ 导通时,自校信号就可传到节点 A,当控制电压 V4、V5 加电,二极管 D₇₋₉ 导通时,节点 A 的信号就可从主路输出;当控制电压 V6、V7 加电,二极管 D₁₀₋₁₂ 导通时,节点 A 的信号就可从辅助路输出(如图 2 所示);

[0019] 第一天线选择器 3 是一个 4 : 2 选择器,用于对从高端电旋开关和低端电旋开关输出的 2 对主辅信号中选取 1 对主辅信号输出。它有 4 个输入端、2 个输出端和 1 个控制/供电端。

[0020] 三功能 RF 放大器 4 包括两个宽频带低噪声放大器,工作频率为 20MHz ~ 3000MHz,具有放大、直通、衰减三种功能,在使用中根据实际需要由软件设定。分别对来自第一天线选择器的主、辅路信号进行处理。它们各有 1 个控制/供电端、1 个输入端、1 个输出端。放大器由第一高频继电器、第二高频继电器、放大电路、衰减电路和电源组成,高频继电器(型号 RF303-12)、放大器中的放大管(型号 ERA-51SM)。 $+12V$ 电源受软件控制分别加到第一高频继电器和第二高频继电器上。当第一高频继电器加电,而第二高频继电器不加电时,输入信号经放大电路后得到线性放大,再第二经高频继电器的直通部分输出。即为“放大”。当第一高频继电器不加电,而第二高频继电器加电时,输入信号经第一高频继电器的直通部分后到达第二高频继电器的衰减电路,经衰减后输出。即为“衰减”。当第一高频继电器和第二高频继电器都不加电时,输入信号经第一高频继电器和第二高频继电器的直通部分输出。即为“直通”。故该放大器具有“直通、放大、衰减”三功能。

[0021] 射频预处理器 5(型号为 RFP006)是根据相关干涉测向的原理,对来自三功能放大器的测向天线主辅路信号、第二选择器的监测天线信号进行一系列相关预处理。分为高端和低端 RF 预处理器,工作频率分别为 1000MHz ~ 3000MHz 和 20MHz ~ 1000MHz。其中包括功率分配、相位变换、信号合成、高频开关等部件,将信号的相位信息转化为幅度信息后,再经适当的数字运算后转变成相位信息。由于信号的两次变化,一般该处理单元均与有源天线阵配合使用。在本系统中我们大量采用了数字信号处理(DSP)技术和 DSP 器件,通过 Hilbert 变换和数字运算,检测出相关信号的相位差。为避免复杂的时域处理,用 FFT 和 IFFT 运算取代复杂的积分运算,实现数字 Hilbert 变换,从而大大提高了运算速度,使得测向速度提高到现在的 20ms。

[0022] 单信道监测测向接收机 6,具有监测和测向双重功能。对来自射频预处理器的监测(测向)信号进行处理变频、解调、解码(可对不同频域、调制域、时域的信号进行监测测量),输出包含频率、幅度、频偏、调制度、带宽、电平、频谱图像等的数字监测信息和包含信号相位和幅度特性的数字测向信号。它通过串口与计算机通讯。本实施例中选用以色列 Tadiran 公司的 TSR 2040 单信道监测/测向接收机,进行单信道监测和单信道相关干涉仪测向。该接收机采用 PCI 总线结构和模块化设计,一块模板就是一个接收通道,模板可插在带有 PCI 插槽的工控计算机内,上下用压条固定,构成当代最先进的嵌入式接收机计算机组合的虚拟仪器平台。

[0023] 监测测向控制器 7(型号为 DFC 050L)是系统各部分控制驱动单元和直流供电单元。处理器通过串行口与 PC 机进行通讯,接受计算机的控制指令,对高低端电旋开关、第一选择器、三功能 RF 放大器、射频预处理器、单信道监测测向接收机、第二选择器等进行控制,使系统按着软件程序对无线电信号进行监测和测向。

[0024] PC 机 8(ADVANTECH IPC-610)是作为应用软件的载体,除了执行程序(包括存储、打印)外,还对大量的数据、音频、视频等进行处理,它通过对大量采集的信息数据进行复杂的统计算法(如自相关算法、相位检波算法、HILBERT 变换、FFT 算法),从而得出信号的方位。它具有运行速度快、容量大、稳定可靠、可扩展、抗震性能好等特点。

[0025] 监测天线 9,它按照频段分为五种:10KHz-20MHz(利用车顶平台制成)、20MHz-300MHz(型式为有源单极子垂直极化监测天线)、300MHz ~ 3000MHz(型式为一种在水平面内无方向性的有源双锥全向天线,尺寸为:底部直径 248mm;高度 318mm。)、

3GHz-18GHz(型号为 WANT004R,圆极化,尺寸为直径 165mm×200mm 高,增益为 2dB, VSWR < 3)、18GHz-40GHz(型号为 WANT005R,圆极化,尺寸为直径 155mm×180mm 高,增益为 2dB, VSWR < 3)。输入阻抗均为 50Ω,接口型式均为 N 型插座。

[0026] 第二天线选择器 10,是一种 2 : 1 选择器,它对来自低端垂直极化监测天线 9 和高端垂直极化监测天线 10 的信号进行选择,从中选取 1 路监测天线信号送入射频预处理器。它有 2 个信号输入端、1 个信号输出端、1 个控制端。

[0027] 频谱分析仪 11,型号为 MS2661C,日本 Anritsu 公司生产。

[0028] 蓄电池 12 由 4 节 12V100AH 的电池组成。

[0029] UPS 13 为不间断电源,型号为 APC 1000VA 在线式。

[0030] 逆变电源 14 的型号为 S1500-212。是将载车发动机富余的 12VDC 电能转化为 220VAC 电,经 UPS 后给系统供电。

[0031] 车头方位指示器 16 是在液晶显示屏上实时显示相对于车头的信号方位,以便驾驶员及时掌握信号出现的方向,为快速查找信号提供便利。它通过串口与 PC 机相连。

[0032] GPS 17 即全球定位系统(Global Positioning System),它是由空间卫星、地面监控和用户设备三部分组成的,广泛地应用于各类导航定位系统中。GPS 接收机是一个接收 GPS 卫星信号并实时计算出所处位置坐标的设备。GPS 用于移动监测站中,其用途是随时确定移动车的地理位置(经、纬度),并把数据提供给计算机。在电子地图上实时显示当前位置,同时为显示测向方位和交叉定位提供数据。

[0033] 本系统采用美国 GARMIN 公司的 GPS 12XL(美洲豹)GPS 接收机。GPS 12XL 采用并行 12 通道接收体制,灵敏度高。

[0034] 电子罗盘 18 是为移动监测站提供实时的参考方位数据,并把数据传输给计算机。本系统采用美国 KVH 公司的 C100 型电子罗盘。

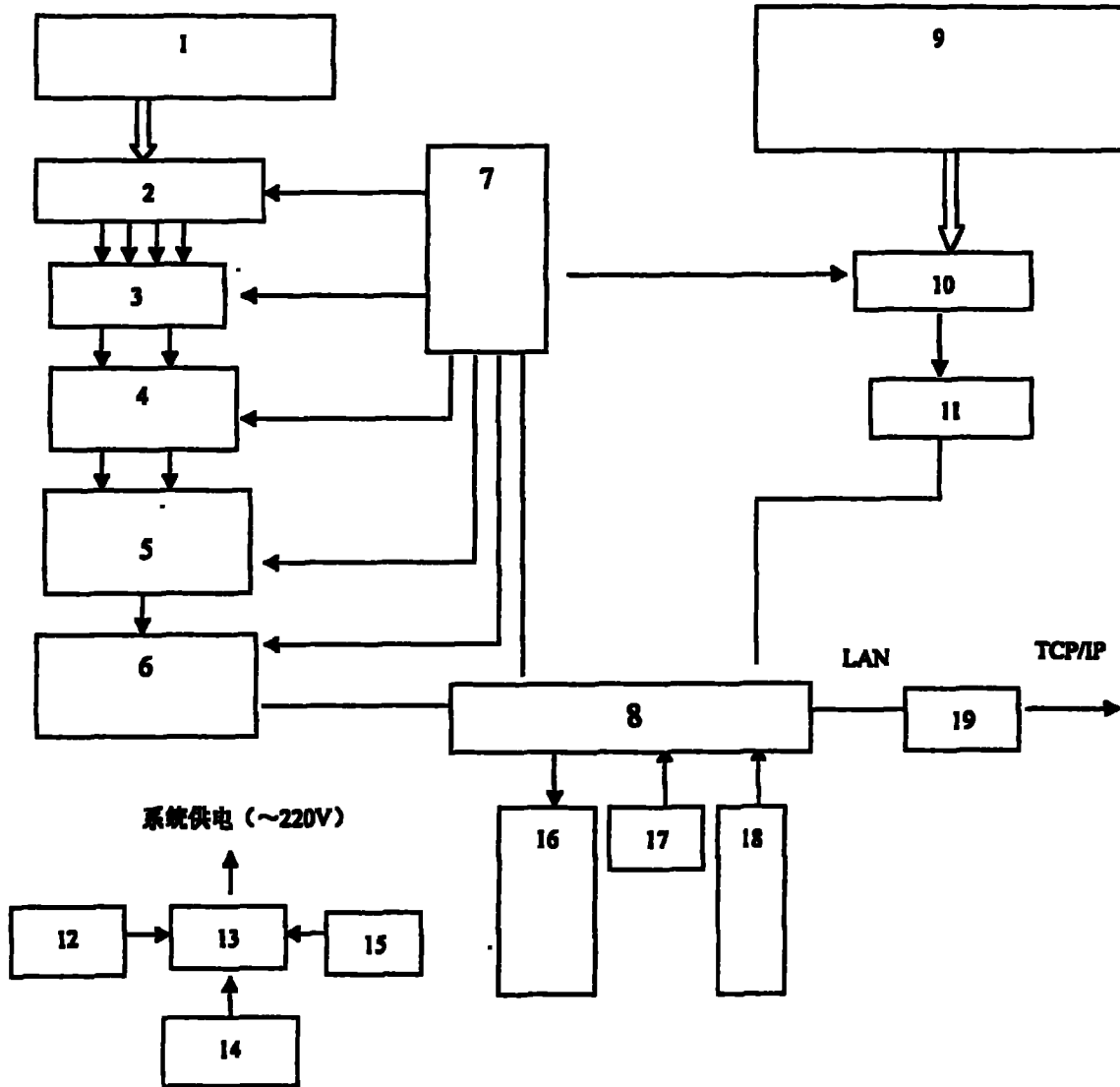


图 1

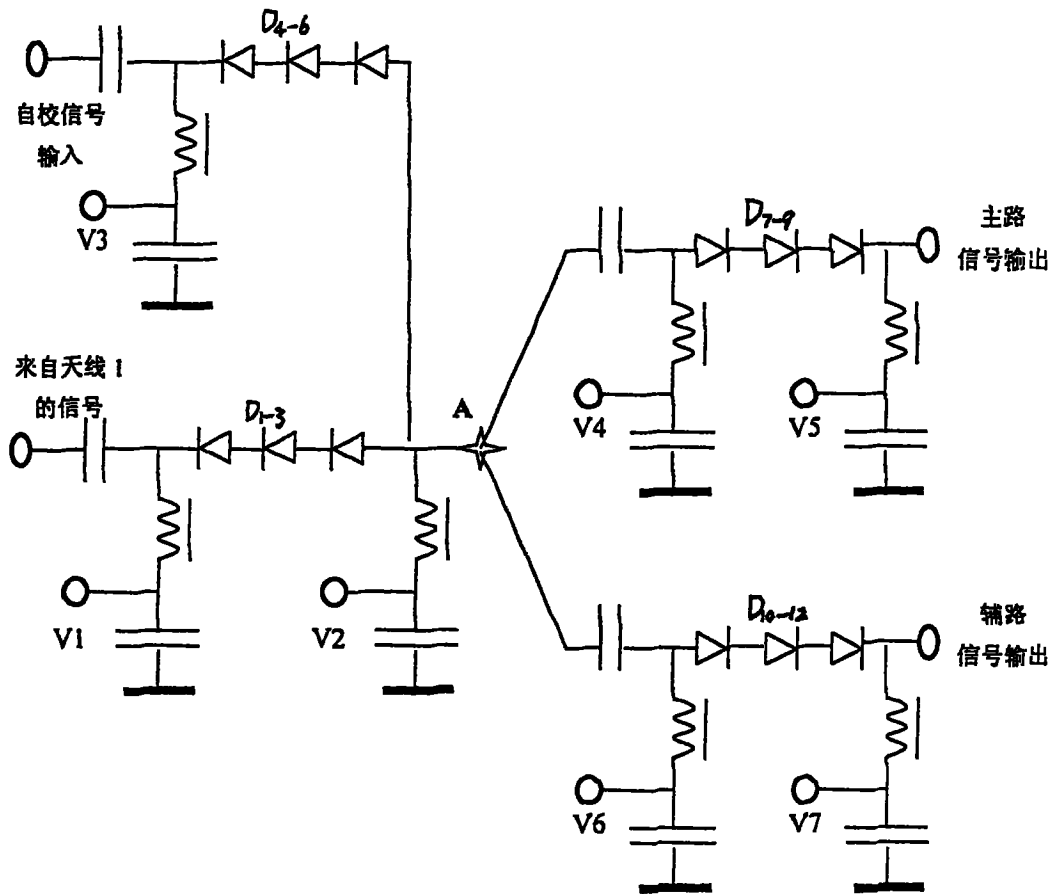


图 2

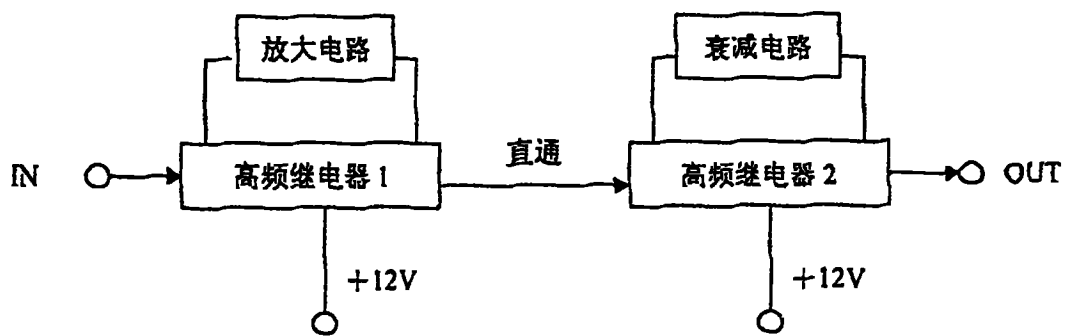


图 3

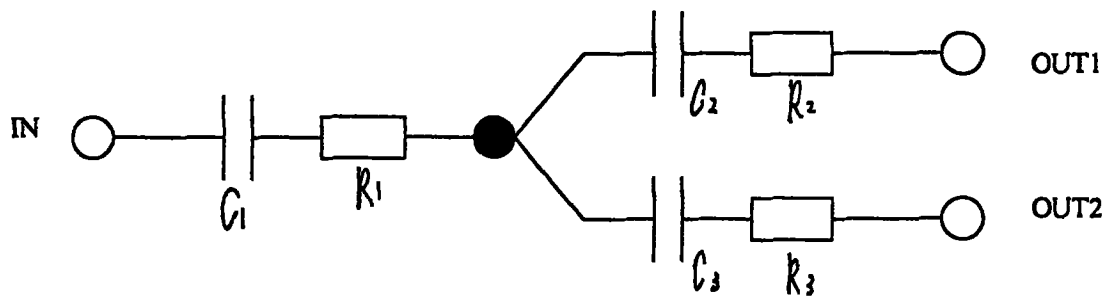


图 4

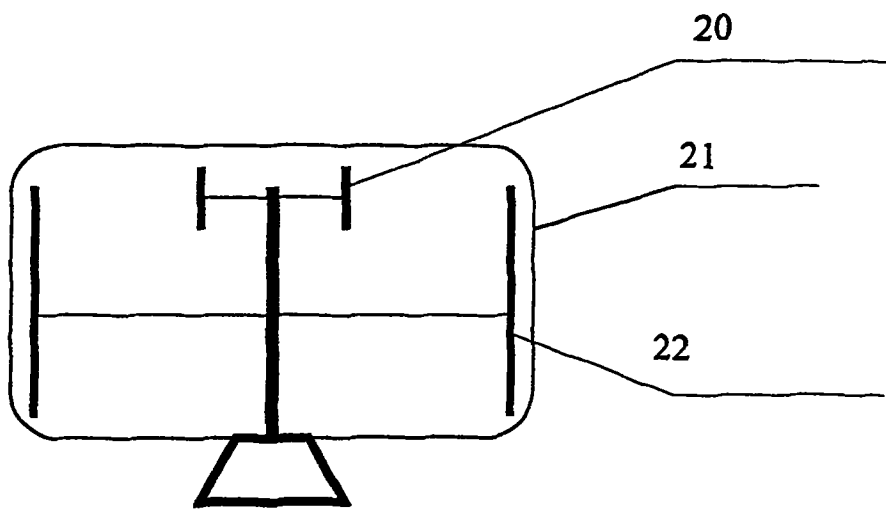


图 5

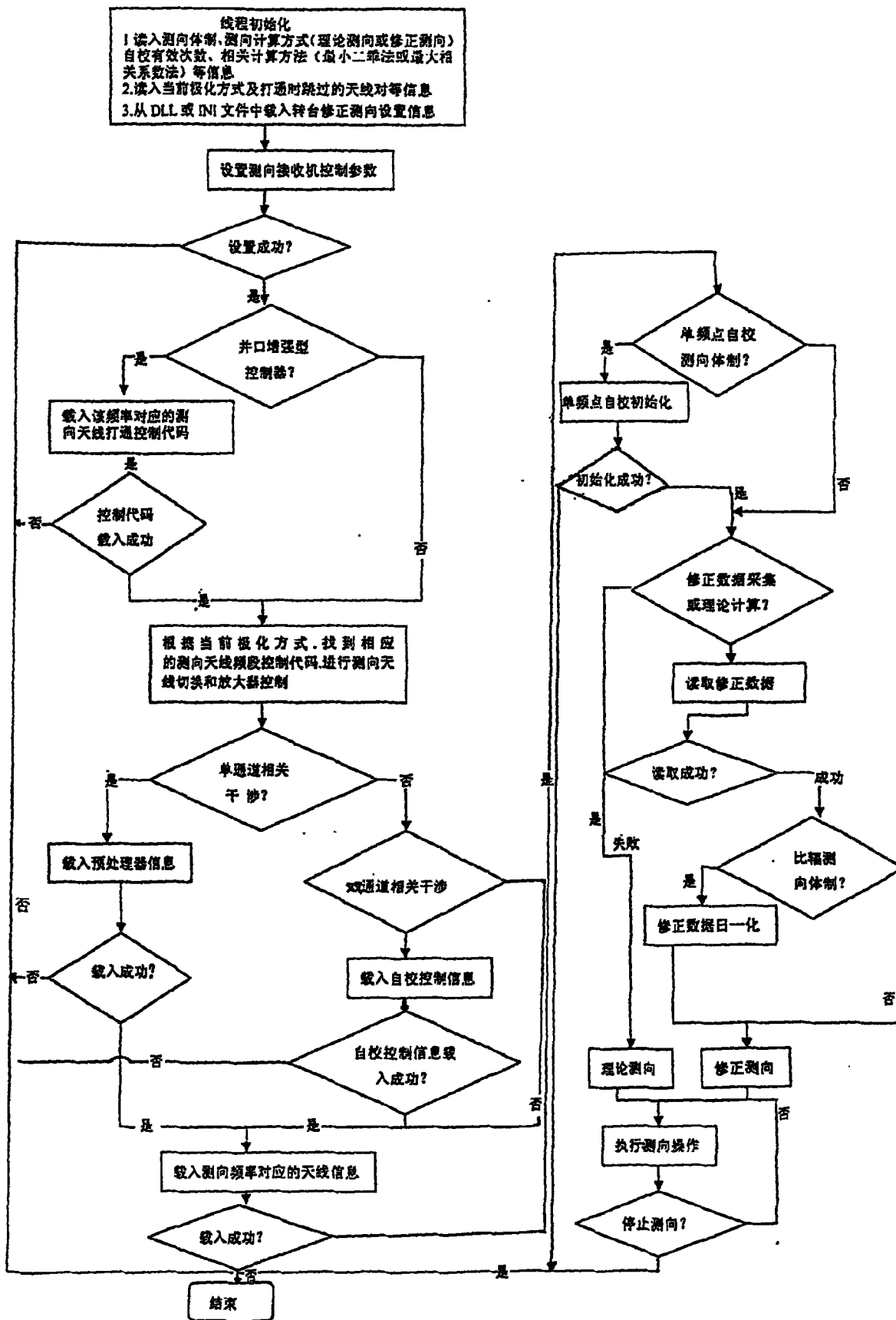


图 6