



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103234534 A

(43) 申请公布日 2013. 08. 07

(21) 申请号 201310106776. 7

(22) 申请日 2013. 03. 29

(71) 申请人 陕西飞机工业(集团)有限公司

地址 723213 陕西省汉中市 34 号信箱

(72) 发明人 周懿 梁欣 刘雯 余军强

毛森鑫 李滕

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008

代理人 杜永保

(51) Int. Cl.

G01C 17/38(2006. 01)

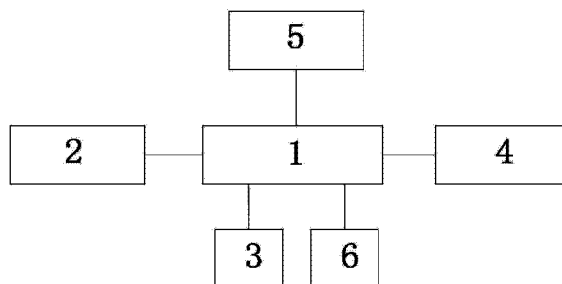
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

### (54) 发明名称

一种飞机无线电罗盘接收机灵敏度测试方法

### (57) 摘要

本发明属于航空测试技术领域,特别是涉及到一种测试飞机无线电罗盘接收机收讯灵敏度的方法。本方法利用到飞机无线电罗盘地面仿真及测试系统,该系统包括一个综合试验器、分别与综合试验器连接的电源模块、激励模块、显示测试模块、被测对象。本方法可在通用仪器上实现专用设备对无线电罗盘接收机的灵敏度进行测试;能够对某型飞机所采用的新型罗盘控制盒进行仿真,在缺少配套控制盒的情况下也不影响罗盘接收机相关性能的测试。本发明为普通测试人员屏蔽掉了繁琐的设置及操作步骤,固化的测试流程保证试验的可重复性。本发明可以由软件自动完成各参数测试,测试精度高,试验条件一致性好,测试速度快。



1. 一种飞机无线电罗盘接收机灵敏度测试方法,利用到飞机无线电罗盘地面仿真及测试系统,该系统包括一个综合试验器 [1]、分别与综合试验器 [1] 连接的电源模块 [2]、激励模块 [3]、显示测试模块 [4]、被测对象 [5],所述综合试验器 [1] 包括供电模块 [101]、接口模块 [102]、通路切换模块 [103]、显示模块 [104],供电模块 [101] 与接口模块 [102] 提供被测对象 [5] 所需的电源,接口模块 [102] 连接被测对象 [5] 及显示测试模块 [4],通路切换模块 [103] 实现被测对象 [5] 各种测试状态的切换,所述电源模块 [2] 给被测对象 [5] 提供 115V、400Hz 交流电以及 28V 直流电,给其他模块提供 220V、50Hz 交流电,所述激励模块 [3] 包括高频信号源 [301] 以及与其连接的系统仿真射频天线 [302],所述显示测试模块 [4] 包括计算机 [401] 以及插入到计算机 [401] 扩展槽内的数据采集卡 [402]、GPIB 卡 [403]、ARINC429 总线卡 [404],还包括 ARINC407 输出指示器 [405],所述被测对象 [5] 包括罗盘接收机 [501]、罗盘接收机控制盒 [502] 以及组合天线 [503],其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、初始化:对数据采集卡 [402]、GPIB 卡 [403]、ARINC429 总线卡 [404] 进行初始化设置;

步骤二、仿真:使用 ARINC429 总线卡 [404] 仿真罗盘接收机控制盒 [502] 的控制数据,包括罗盘接收机 [501] 的工作频率及工作模式,此时的罗盘接收机 [501] 的工作频率即为当前测试点;

步骤三、设置高频信号源 [301] 参数:对高频信号源 [301] 工作频率、调制模式、调制深度、调制频率以及输出电平进行设置,使得高频信号源 [301] 工作频率与罗盘接收机 [501] 的工作频率一致;

步骤四、打开控制高频信号源 [301] 调制信号,输出步骤三所设置参数的信号,通过数据采集卡 [402] 采集罗盘接收机 [501] 输出的音频电压信号,计算音频电压信号的有效电压值  $U_1$ ;

步骤五、关闭控制高频信号源 [301] 调制信号,通过数据采集卡 [402] 采集罗盘接收机 [501] 输出的音频电压信号,计算音频电压信号的有效电压值  $U_2$ ;

步骤六、判断罗盘接收机 [501] 输出的音频电压信号的信噪比,若不满足罗盘接收机 [501] 自身的技术要求,则增大高频信号源 [301] 的输出电平,返回到步骤四;反之,则说明此时高频信号源 [301] 得输出电平为罗盘接收机 [501] 的灵敏度;

步骤七、判断所有测试点是否均已测试完成,若完成,则关闭数据采集卡 [402]、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 [404],结束测试,否则,返回步骤二,改变罗盘接收机 [501] 的工作频率,对下一测试点进行测试。

## 一种飞机无线电罗盘接收机灵敏度测试方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于航空测试技术领域,特别是涉及到一种飞机无线电罗盘接收机灵敏度测试方法。

### 背景技术

[0002] 由于飞机成品的特殊性,其相关的地面检测设备通常为专用仪器,这些测试设备往往扩展性差,例如只能实现特定型号成品的测试,无法满足某型飞机各类成品型号繁多的测试需求;各种参数设置繁多,操作人员必须经过专业培训才能顺利操作,一旦某参数忘记设置或者设置错误,便会导致无法使用的情况;无线电罗盘控制盒的仿真是基于旧式的二进制编码控制盒,无法对某型飞机安装的新型控制盒进行仿真;检测设备中大量存在各种专用电路或专用仪器。给之后的使用和维护带来极大麻烦。现有的无线电罗盘检测设备由于使用了过多的专用电路及仪器,损坏后多方修理无果,最终只能报废处理。

[0003] 使用通用仪器完成专用测试最关键的便是方法,然而国内外大部分厂商都将测试方法视为企业秘密,轻易不对外公开,目前尚未查询到任何公开资料。无线电罗盘也面临同样的问题,厂家只定义了罗盘接收机灵敏度,却并没有公开其测试方法。再加上飞机成品专业面窄,专业性强的特点,在缺少测试方法的情况下,只能选择厂家提供的专用测试设备。

### 发明内容

[0004] 发明目的:提供一种飞机无线电罗盘接收机灵敏度测试方法,能够自动完成各参数测试,测试精度高。

[0005] 技术方案:一种飞机无线电罗盘接收机灵敏度测试方法,利用到飞机无线电罗盘地面仿真及测试系统,该系统包括一个综合试验器 1、分别与综合试验器 1 连接的电源模块 2、激励模块 3、显示测试模块 4、被测对象 5,所述综合试验器 1 包括供电模块 101、接口模块 102、通路切换模块 103、显示模块 104,供电模块 101 与接口模块 102 提供被测对象 5 所需的电源,接口模块 102 连接被测对象 5 及显示测试模块 4,通路切换模块 103 实现被测对象 5 各种测试状态的切换,所述电源模块 2 给被测对象 5 提供 115V、400Hz 交流电以及 28V 直流电,给其他模块提供 220V、50Hz 交流电,所述激励模块 3 包括高频信号源 301 以及与其连接的系统仿真射频天线 302,所述显示测试模块 4 包括计算机 401 以及插入到计算机 401 扩展槽内的数据采集卡 402、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 404,还包括 ARINC407 输出指示器 405,所述被测对象 5 包括罗盘接收机 501、罗盘接收机控制盒 502 以及组合天线 503,包括以下步骤:

[0006] 步骤一、初始化:对数据采集卡 402、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 404 进行初始化设置;

[0007] 步骤二、仿真:使用 ARINC429 总线卡 404 仿真罗盘接收机控制盒 502 的控制数据,包括罗盘接收机 501 的工作频率及工作模式,此时的罗盘接收机 501 的工作频率即为当前测试点;

[0008] 步骤三、设置高频信号源 301 参数：对高频信号源 301 工作频率、调制模式、调制深度、调制频率以及输出电平进行设置，使得高频信号源 301 工作频率与罗盘接收机 501 的工作频率一致；

[0009] 步骤四、打开控制高频信号源 301 调制信号，输出步骤三所设置参数的信号，通过数据采集卡 402 采集罗盘接收机 501 输出的音频电压信号，计算音频电压信号的有效电压值  $U_1$ ；

[0010] 步骤五、关闭控制高频信号源 301 调制信号，通过数据采集卡 402 采集罗盘接收机 501 输出的音频电压信号，计算音频电压信号的有效电压值  $U_2$ ；

[0011] 步骤六、判断罗盘接收机 501 输出的音频电压信号的信噪比，若不满足罗盘接收机 501 自身的技术要求，则增大高频信号源 301 的输出电平，返回到步骤四；反之，则说明此时高频信号源 301 得输出电平为罗盘接收机 501 的灵敏度；

[0012] 步骤七、判断所有测试点是否均已测试完成，若完成，则关闭数据采集卡 402、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 404，结束测试，否则，返回步骤二，改变罗盘接收机 501 的工作频率，对下一测试点进行测试。

[0013] 有益效果：本发明可在通用仪器上实现专用设备对无线电罗盘接收机的灵敏度进行测试；能够对某型飞机所采用的新型罗盘控制盒进行仿真，在缺少配套控制盒的情况下也不影响罗盘接收机相关性能的测试。本发明为普通测试人员屏蔽掉了繁琐的设置及操作步骤，固化的测试流程保证试验的可重复性。本发明可以由软件自动完成各参数测试，测试精度高，试验条件一致性好，测试速度快。此外，本方法除使用飞机无线电罗盘地面仿真及测试系统外，在其他硬件条件下稍加修改也能完成同样测试。

## 附图说明

[0014] 图 1 是飞机无线电罗盘地面仿真及测试系统原理框图；

[0015] 图 2 是综合试验器原理框图。

[0016] 其中，1- 综合试验器，2- 电源模块，3- 激励模块，4- 显示测试模块，5- 被测对象，6-600  $\Omega$  阻抗耳机，101- 供电模块，102- 接口模块，103- 通路切换模块，104- 显示模块。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图及实例对本发明做进一步详细描述，请参阅图 1 至图 2。

[0018] 如图 1 至图 2 所示，本发明利用到飞机无线电罗盘地面仿真及测试系统，该系统包括一个综合试验器 1、分别与综合试验器 1 连接的电源模块 2、激励模块 3、显示测试模块 4、被测对象 5，所述综合试验器 1 包括供电模块 101、接口模块 102、通路切换模块 103、显示模块 104，供电模块 101 与接口模块 102 提供被测对象 5 所需的电源，接口模块 102 连接被测对象 5 及显示测试模块 4，通路切换模块 103 实现被测对象 5 各种测试状态的切换，所述电源模块 2 给被测对象 5 提供 115V、400Hz 交流电以及 28V 直流电，给其他模块提供 220V、50Hz 交流电，所述激励模块 3 包括高频信号源 301 以及与其连接的系统仿真射频天线 302，所述显示测试模块 4 包括计算机 401 以及插入到计算机 401 扩展槽内的数据采集卡 402、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 404，还包括 ARINC407 输出指示器 405，所述被测对象 5 包括罗盘接收机 501、罗盘接收机控制盒 502 以及组合天线 503。

[0019] 具体测试步骤如下：

[0020] 步骤一、初始化：对数据采集卡 402、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 404 进行初始化设置；这些初始化包括设置数据采集卡 402 的采样率、通道、最大范围、分辨率等参数；高频信号源 301 与 GPIB 卡 403 通信的地址；ARINC429 总线卡 404 的发送和接收速率、奇偶校验位等。

[0021] 步骤二、仿真：使用 ARINC429 总线卡 404 仿真罗盘接收机控制盒 502 的控制数据，包括罗盘接收机 501 的工作频率及工作模式，此时的罗盘接收机 501 的工作频率即为当前测试点。由于罗盘接收机控制盒 502 的控制数据是低速 ARINC429 数据，因此需在步骤一的初始化中将 ARINC429 总线卡 404 接收通道的速率设置为 12.5kbps。控制码第 12 位为 1 时表明罗盘接收机 501 工作在 ANT 即收讯工作模式下；

[0022] 步骤三、设置高频信号源 301 参数：对高频信号源 301 工作频率、调制模式、调制深度、调制频率以及输出电平进行设置，使得高频信号源 301 工作频率与罗盘接收机 501 的工作频率一致。高频信号源 301 的初始输出电平需选取一个恰当的值，即能保证罗盘接收机 501 在此输出电平下的信噪比劣于技术要求，又得在数次增加后尽快的满足技术要求，从而缩短整个测试的时间。

[0023] 步骤四、打开控制高频信号源 301 调制信号，输出步骤三所设置参数的信号，通过数据采集卡 402 采集罗盘接收机 501 输出的音频电压信号，计算音频电压信号的有效电压值  $U_1$ ，这里的电压  $U_1$  为  $S+N$  即信号电压与噪声电压之和；

[0024] 步骤五、关闭控制高频信号源 301 调制信号，通过数据采集卡 402 采集罗盘接收机 501 输出的音频电压信号，计算音频电压信号的有效电压值  $U_2$ ；这里的电压  $U_2$  为  $N$  噪声电压。

[0025] 步骤六、判断罗盘接收机 501 输出的音频电压信号的信噪比，即  $S/N=20\lg(U_2/U_1)$ 。若信噪比不满足罗盘接收机 501 自身的技术要求，则增大高频信号源 301 的输出电平，返回到步骤四；反之，则说明此时高频信号源 301 得输出电平为罗盘接收机 501 的灵敏度；

[0026] 步骤七、判断所有测试点是否均已测试完成，若完成，则关闭数据采集卡 402、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 404，结束测试，否则，返回步骤二，改变罗盘接收机 501 的工作频率，对下一测试点进行测试。

[0027] 实例：

[0028] 下面以测试罗盘接收机 501 在频率点 1057.5kHz 处的收讯灵敏度为例介绍本方法的各项参数设置。

[0029] 1、初始化：将数据采集卡 402 的采样率设置为 100kbps，通道设置为实际连接的采集通道号，例如通道 1。采集的电压范围和分辨率可设置为板卡默认值。将 GPIB 卡 403 与高频信号源 301 的通信地址设置为高频信号源 301 的“讲”地址，保证两者能够正常通信。设置 ARINC429 总线卡 404 的发送速率为 12.5kbps，发送通道号与实际连接一致。

[0030] 2、仿真：用 ARINC429 总线卡 404 的相关函数发送 32 位数据字：0x6415E858。该数据表示将罗盘接收机 501 的频率设置为 1057.5kHz，工作模式 ANT 即收讯模式。要将罗盘接收机 501 设置为其他频率或模式，需按照 HB6096 相关规定生成所需的 32 位数据字。

[0031] 3、设置高频信号源 301 参数：将高频信号源 301 载波频率设置为 1057.5kHz、调制模式为 AM、调制深度 30%、调制频率 1000Hz。并将输出电平设置到合适的值。

[0032] 4、打开控制高频信号源 301 调制信号,输出步骤三所设置参数的信号,通过数据采集卡 402 采集罗盘接收机 501 输出的音频电压信号,例如此时信号与噪声之和的电压为 4.5V。

[0033] 5、关闭高频信号源 301 调制信号,通过数据采集卡 402 采集罗盘接收机 501 输出的音频电压信号,例如此时噪声电压为 3.2V。

[0034] 6、按公式计算出此时的信噪比  $S/N$  为 2.96dB,不满足灵敏度信噪比要求,因此需增大高频信号源 301 的输出电平。

[0035] 7、当多次增加并循环测试后,若信噪比大于灵敏度信噪比要求,则此时高频信号源 301 的输出电平即为罗盘接收机 501 的收讯灵敏度。

[0036] 8、若还需要测试别的频率点,可从 2 开始,只是将频率 1057.5kHz 设置为需进行测试的频率;若不需要进行测试,则关闭数据采集卡 402、GPIB 卡 403、ARINC429 总线卡 404,结束测试。

[0037] 本发明可在通用仪器上实现专用设备对无线电罗盘接收机的灵敏度进行测试;能够对某型飞机所采用的新型罗盘控制盒进行仿真,在缺少配套控制盒的情况下也不影响罗盘接收机相关性能的测试。本发明为普通测试人员屏蔽掉了繁琐的设置及操作步骤,固化的测试流程保证试验的可重复性。本发明可以由软件自动完成各参数测试,测试精度高,试验条件一致性好,测试速度快。此外,本方法除使用飞机无线电罗盘地面仿真及测试系统外,在其他硬件条件下稍加修改也能完成同样测试。

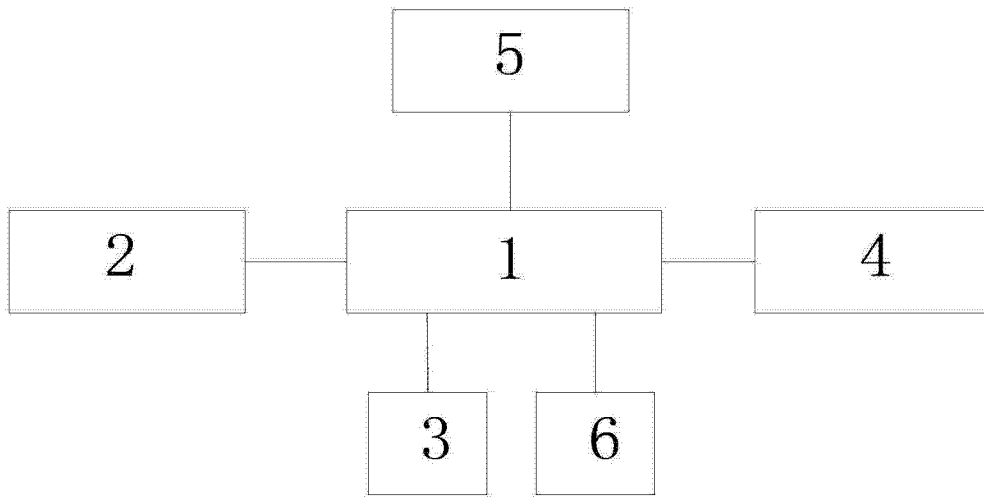


图 1

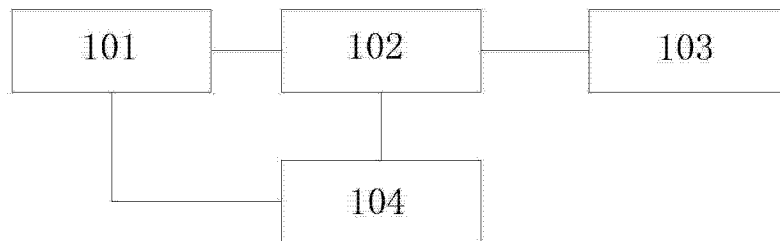


图 2