



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113765492 A

(43) 申请公布日 2021. 12. 07

(21) 申请号 202111023210.9

(22) 申请日 2021.09.01

(71) 申请人 中国航空工业集团公司西安航空计
算技术研究所

地址 710000 陕西省西安市锦业二路15号

(72) 发明人 车炯晖 呼明亮 於二军 李阳
刘夏青

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008
代理人 张昕

(51) Int. Cl.
H03F 3/68 (2006.01)

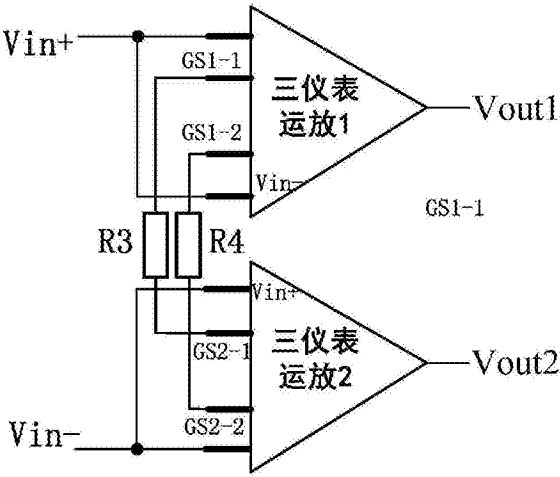
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种航空高精度模拟量采集系统的全增益
放大电路

(57) 摘要

本发明公开一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,包括:两个相同的三仪表运放,两个增益电阻;其中,每个三仪表运放的输入正端与输入负端短接,其中一个运放的输入为全增益放大电路的输入正端,另一个运放的输入为全增益放大电路的输入负端;全增益放大电路具有两路输出,为两个三仪表运放的输出;两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,使得全增益放大电路的两路输出增益倍数由两个增益电阻共同实现。本发明的技术方案,解决了现有三运放仪表放大器的增益系数范围较为有限,使得很多高精度的应用场景无法使用的问题。



CN 113765492 A

1. 一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,包括:两个相同的三仪表运放,两个增益电阻;

其中,每个所述三仪表运放的输入正端与输入负端短接,其中一个三仪表运放的输入为全增益放大电路的输入正端,另一个运放的输入为全增益放大电路的输入负端;所述全增益放大电路具有两路输出,为两个三仪表运放的输出;

所述两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,使得所述全增益放大电路的两路输出增益倍数由所述两个增益电阻共同实现。

2. 根据权利要求1所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,每个所述三仪表运放包括第一增益配置引脚和第二增益配置引脚;两个三仪表运放分别包括第一仪表运放和第二仪表运放,两个增益电阻为第一增益电阻 (R3) 和第二增益电阻 (R4);

所述两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,是指:

第一增益电阻 (R3) 的一端连接在第一仪表运放的第一增益配置引脚,另一端连接第二仪表运放的第一增益配置引脚;

第二增益电阻的一端连接在第一仪表运放的第二增益配置引脚,另一端连接第二仪表运放的第二增益配置引脚。

3. 根据权利要求2所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,每个所述三仪表运放包括第一输入级运放 (A1)、第二输入级运放 (A2) 和一个输出级运放 (A3),第一输入级运放 (A1) 的输出端连接到输出级运放 (A3) 的输入负端,第二输入级运放 (A2) 的输出端连接到输出级运放 (A3) 的输入正端;

第一增益电阻 (R3) 的两端分别连接在两个三仪表运放的第一输入级运放 (A1),第二增益电阻 (R4) 的两端分别连接在两个三仪表运放的第二输入级运放 (A2);使得每个三仪表运放的每个输入级运放分别与全增益放大电路的输入正端和输入负端达到深度负反馈状态,使得反馈通路上电流几乎为0,从而反馈通路中的电压损耗接近为0。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,

所述全增益放大电路的两个输出互为相反数,且增益倍数相同。

5. 根据权利要求4所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,每个所述三仪表运放的第一输入级运放 (A1) 的输出端串联有第一电阻 (R1),第二输入级运放 (A2) 的输出端串联有第二电阻 (R2),且 $R1=R2=R$;

所述第一增益电阻 (R3) 与第一仪表运放连接处的电压 (V1),以及第二增益电阻 (R4) 与第一仪表运放连接处的电压 (V1') 均与全增益放大电路的输入正端的电压值 (V_{in+}) 相等;

所述第一增益电阻 (R3) 与第二仪表运放连接处的电压 (V3),以及第二增益电阻 (R4) 与第二仪表运放连接处的电压 (V3') 均与全增益放大电路的输入负端的电压值 (V_{in-}) 相等。

6. 根据权利要求5所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,在 V_{REF} 和 V_{in-} 均为0V的情况下,全增益放大电路的两个输出分别为:

$$\begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases};$$

在 V_{REF} 和 V_{in+} 均为0V的情况下,全增益放大电路的两个输出分别为:

$$\begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = -(V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = (V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases};$$

其中, V_2 为第一仪表运放中第一输入级运放(A1)的输出端电压, V_2' 为第一仪表运放中第二输入级运放(A2)的输出端电压; V_4 为第二仪表运放中第一输入级运放(A1)的输出端电压, V_4' 为第二仪表运放中第二输入级运放(A2)的输出端电压。

7. 根据权利要求6所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,根据 V_{REF} 和 V_{in-} 均为0V情况下、以及 V_{REF} 和 V_{in+} 均为0V情况下的全增益放大电路的两个输出,得到所述全增益放大电路在任意情况下的两个输出为:

$$\begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases}^{\circ}$$

8. 根据权利要求7所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,其特征在于,所述全增益放大电路的输出增益为: $R/R_3 - R/R_4$;

通过调整第一增益电阻(R3)和第二增益电阻(R4)的电阻值,所述全增益放大电路的增益倍数为从负无穷到正无穷的数值。

一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路

技术领域

[0001] 本发明涉及但不限于机载模拟量采集技术领域,尤其涉及一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路。

背景技术

[0002] 飞机机电系统中包含大量温度、湿度、流量、压力、液位、转速等模拟量信号,对其测量精度、采集速度和数据稳定性的要求越来越高。

[0003] 模拟电路中仪表运放具有高共模抑制比、高输入阻抗、低噪声、低线性误差、低失调电压、低输入偏置电流等优点,在航空机电系统模拟电路中占有非常重要的位置。高精度、增益范围大的放大电路是提高机电系统信号监测精度所必须的。

[0004] 目前通常使用的三运放仪表放大器具有高共模抑制比、高输入阻抗、低噪声、低线性误差、低失调电压、低输入偏置电流等优点。然而,三运放仪表放大器的增益系数范围较为有限,使得很多高精度的应用场景不得不用普通运算放大器来实现,该普通运算放大器不具备仪表运放的各项优点。

发明内容

[0005] 本发明的目的:为了解决背景技术中的问题,本发明实施例提出一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,以解决现有三运放仪表放大器的增益系数范围较为有限,使得很多高精度的应用场景无法使用的问题。

[0006] 本发明的技术方案:本发明实施例提出一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,包括:两个相同的三仪表运放,两个增益电阻;

[0007] 其中,每个所述三仪表运放的输入正端与输入负端短接,其中一个三仪表运放的输入为全增益放大电路的输入正端,另一个运放的输入为全增益放大电路的输入负端;所述全增益放大电路具有两路输出,为两个三仪表运放的输出;

[0008] 所述两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,使得所述全增益放大电路的两路输出增益倍数由所述两个增益电阻共同实现。

[0009] 可选地,如上所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路中,每个所述三仪表运放包括第一增益配置引脚和第二增益配置引脚;两个三仪表运放分别包括第一仪表运放和第二仪表运放,两个增益电阻为第一增益电阻(R3)和第二增益电阻(R4);

[0010] 所述两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,是指:

[0011] 第一增益电阻(R3)的一端连接在第一仪表运放的第一增益配置引脚,另一端连接第二仪表运放的第一增益配置引脚;

[0012] 第二增益电阻的一端连接在第一仪表运放的第二增益配置引脚,另一端连接第二仪表运放的第二增益配置引脚。

[0013] 可选地,如上所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路中,每个所述三仪表运放包括第一输入级运放(A1)、第二输入级运放(A2)和一个输出级运放(A3),第一

输入级运放 (A1) 的输出端连接到输出级运放 (A3) 的输入负端, 第二输入级运放 (A2) 的输出端连接到输出级运放 (A3) 的输入正端;

[0014] 第一增益电阻 (R3) 的两端分别连接在两个三仪表运放的第一输入级运放 (A1), 第二增益电阻 (R4) 的两端分别连接在两个三仪表运放的第二输入级运放 (A2); 使得每个三仪表运放的每个输入级运放分别与全增益放大电路的输入正端和输入负端达到深度负反馈状态, 使得反馈通路上电流几乎为0, 从而反馈通路中的电压损耗接近为0。

[0015] 可选地, 如上所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路中,

[0016] 所述全增益放大电路的两个输出互为相反数, 且增益倍数相同。

[0017] 可选地, 如上所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路中, 每个所述三仪表运放的第一输入级运放 (A1) 的输出端串联有第一电阻 (R1), 第二输入级运放 (A2) 的输出端串联有第二电阻 (R2), 且 $R1 = R2 = R$;

[0018] 所述第一增益电阻 (R3) 与第一仪表运放连接处的电压 (V_1), 以及第二增益电阻 (R4) 与第一仪表运放连接处的电压 (V_1') 均与全增益放大电路的输入正端的电压值 (V_{in+}) 相等;

[0019] 所述第一增益电阻 (R3) 与第二仪表运放连接处的电压 (V_3), 以及第二增益电阻 (R4) 与第二仪表运放连接处的电压 (V_3') 均与全增益放大电路的输入负端的电压值 (V_{in-}) 相等。

[0020] 可选地, 如上所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路中,

[0021] 在 V_{REF} 和 V_{in-} 均为0V的情况下, 全增益放大电路的两个输出分别为:

$$[0022] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases};$$

[0023] 在 V_{REF} 和 V_{in+} 均为0V的情况下, 全增益放大电路的两个输出分别为:

$$[0024] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = -(V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = (V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases};$$

[0025] 其中, V_2 为第一仪表运放中第一输入级运放 (A1) 的输出端电压, V_2' 为第一仪表运放中第二输入级运放 (A2) 的输出端电压; V_4 为第二仪表运放中第一输入级运放 (A1) 的输出端电压, V_4' 为第二仪表运放中第二输入级运放 (A2) 的输出端电压。

[0026] 可选地, 如上所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路中,

[0027] 根据 V_{REF} 和 V_{in-} 均为0V情况下、以及 V_{REF} 和 V_{in+} 均为0V情况下的全增益放大电路的两个输出, 得到所述全增益放大电路在任意情况下的两个输出为:

$$[0028] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases}^{\circ}$$

[0029] 可选地, 如上所述的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路中, 所述全增益放大电路的输出增益为: $R/R_3 - R/R_4$;

[0030] 通过调整第一增益电阻 (R3) 和第二增益电阻 (R4) 的电阻值, 所述全增益放大电路的增益倍数为从负无穷到正无穷的数值。

[0031] 本发明的有益效果: 本发明实施例提出一种航空高精度模拟量采集系统的全增益

放大电路,通过两个相同的三仪表运放和两个增益电阻形成全增益放大电路,其中,每个三仪表运放的输入正端与输入负端短接,且两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,使得形成的全增益放大电路的两路输出增益倍数由这两个增益电阻共同实现;最终可以通过调整第一增益电阻(R3)和第二增益电阻(R4)的电阻值,实现该全增益放大电路的增益倍数为从负无穷到正无穷的数值。采用本发明实施例提供的全增益放大电路,实现航空机电系统模拟量采集系统运放电路的归一化,高精度化,BIT方法更为简洁,仅需将两个运放的输出相加即可;另外,在不干扰正常采集功能的情况下,实现了更高的检测覆盖率。

附图说明:

[0032] 图1为本发明实施例提出一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路的结构示意图;

[0033] 图2为图1所示实施例提供的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路的具体结构示意图。

具体实施方式:

[0034] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0035] 在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行。并且,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。

[0036] 上述背景技术中已经说明,目前通常使用的三运放仪表放大器虽然具有高共模抑制比、高输入阻抗、低噪声、低线性误差、低失调电压、低输入偏置电流等优点。但是,现有普通三运放仪表放大器的增益系数范围较为有限,使得很多高精度的应用场景不得不用普通运算放大器来实现,该普通运算放大器不具备仪表运放的各项优点。

[0037] 针对上述普通三运放仪表放大器的问题,本发明实施例提供一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,以解决现有三运放仪表放大器的增益系数范围较为有限,使得很多高精度的应用场景无法使用的问题,并且可以实现模拟量采集系统放大电路通用、高精度和高增益范围,在增加了放大电路的精度同时减少运算放大器的种类。

[0038] 本发明提供以下几个具体的实施例可以相互结合,对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0039] 图1为本发明实施例中一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路的结构示意图。本发明实施例提供的全增益放大电路可以包括:两个相同的三仪表运放,两个增益电阻。

[0040] 如图1所示全增益放大电路的结构中,每个三仪表运放的输入正端(V_{in+})与输入负端(V_{in-})短接,其中一个三仪表运放的输入为全增益放大电路的输入正端,如图1中的三仪表运放1的输入正端(V_{in+}),另一个运放的输入为全增益放大电路的输入负端,如图1中的三仪表运放2的输入负端(V_{in-})。上述采用两个三仪表运放形成的全增益放大电路具有

两路输出,具体为两个三仪表运放的输出。

[0041] 本发明实施例提供的全增益放大电路中,两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,从而使得全增益放大电路的两路输出增益倍数由两个增益电阻共同实现。

[0042] 需要说明的是,本发明实施例的全增益放大电路采用两路输出的输出形式,即图1中的Vout1和Vout2,可以采用一路输出作为另一路输出的监控电路,即BIT电路,不需要额外增加硬件电路,通过将两个运放的输出叠加即可。

[0043] 参照图1所示全增益放大电路的结构中,每个三仪表运放包括第一增益配置引脚和第二增益配置引脚;两个三仪表运放分别包括第一仪表运放和第二仪表运放,两个增益电阻为第一增益电阻(R3)和第二增益电阻(R4)。

[0044] 本发明实施例中,两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上的具体跨接方式为:

[0045] 第一增益电阻(R3)的一端连接在第一仪表运放的第一增益配置引脚(GS1-1),另一端连接第二仪表运放的第一增益配置引脚(GS2-1);

[0046] 第二增益电阻(R4)的一端连接在第一仪表运放的第二增益配置引脚(GS1-2),另一端连接第二仪表运放的第二增益配置引脚(GS2-2)。

[0047] 可选地,图2为图1所示实施例提供的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路的具体结构示意图,图2中示意性表示出每个三仪表运放的具体结构。如图2所示全增益放大电路的结构中,每个三仪表运放包括第一输入级运放(A1)、第二输入级运放(A2)和一个输出级运放(A3);并且,在每个三仪表运放中,第一输入级运放(A1)的输出端连接到输出级运放(A3)的输入负端,第二输入级运放(A2)的输出端连接到输出级运放(A3)的输入正端。

[0048] 如图2所示,第一增益电阻(R3)的两端分别连接在两个三仪表运放的第一输入级运放(A1),第二增益电阻(R4)的两端分别连接在两个三仪表运放的第二输入级运放(A2);使得每个三仪表运放的每个输入级运放分别与全增益放大电路的输入正端和输入负端达到深度负反馈状态,使得反馈通路上电流几乎为0,从而反馈通路中的电压损耗接近为0。

[0049] 需要说明的是,本发明实施例提供的全增益放大电路中,两个输出(即Vout1和Vout2)互为相反数,且增益倍数相同。

[0050] 如图2所示全增益放大电路的结构中,每个三仪表运放的第一输入级运放(A1)的输出端串联有第一电阻(R1),第二输入级运放(A2)的输出端串联有第二电阻(R2),且 $R1 = R2 = R$ 。

[0051] 另外,第一增益电阻(R3)与第一仪表运放连接处的电压(V1),以及第二增益电阻(R4)与第一仪表运放连接处的电压(V1')均与全增益放大电路的输入正端的电压值(Vin+)相等。

[0052] 第一增益电阻(R3)与第二仪表运放连接处的电压(V3),以及第二增益电阻(R4)与第二仪表运放连接处的电压(V3')均与全增益放大电路的输入负端的电压值(Vin-)相等。

[0053] 基于上述全增益放大电路的电路结构,以及电路中的电压值和电阻设置,该全增益放大电路具有以下特性:

[0054] 在 V_{REF} 和Vin-均为0V的情况下,全增益放大电路的两个输出分别为:

$$[0055] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases}; \quad (1)$$

[0056] 在VREF和Vin+均为0V的情况下,全增益放大电路的两个输出分别为:

$$[0057] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = -(V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = (V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases}; \quad (2)$$

[0058] 上述公式中, V_2 为第一仪表运放中第一输入级运放(A1)的输出端电压, V_2' 为第一仪表运放中第二输入级运放(A2)的输出端电压; V_4 为第二仪表运放中第一输入级运放(A1)的输出端电压, V_4' 为第二仪表运放中第二输入级运放(A2)的输出端电压。

[0059] 进一步地,根据 V_{REF} 和 V_{in-} 均为0V情况下、以及 V_{REF} 和 V_{in+} 均为0V情况下的全增益放大电路的两个输出,即根据上述(1)式和(2)式,得到全增益放大电路在任意情况下的两个输出为:

$$[0060] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases}^{\circ} \quad (3)$$

[0061] 需要说明的是,根据上述可知,本发明实施例提供的全增益放大电路的输出增益具体为: $R/R_3 - R/R_4$ 。

[0062] 由于已知全增益放大电路的输出增益的计算方式,通过调整第一增益电阻(R3)和第二增益电阻(R4)的电阻值,可以实现全增益放大电路的增益倍数为从负无穷到正无穷的数值。

[0063] 本发明实施例提出一种航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路,通过两个相同的三仪表运放和两个增益电阻形成全增益放大电路,其中,每个三仪表运放的输入正端与输入负端短接,且两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上,使得形成的全增益放大电路的两路输出增益倍数由这两个增益电阻共同实现;最终可以通过调整第一增益电阻(R3)和第二增益电阻(R4)的电阻值,实现该全增益放大电路的增益倍数为从负无穷到正无穷的数值。采用本发明实施例提供的全增益放大电路,实现航空机电系统模拟量采集系统运放电路的归一化,高精度化,BIT方法更为简洁,仅需将两个运放的输出相加即可;另外,在不干扰正常采集功能的情况下,实现了更高的检测覆盖率。

[0064] 以下通过一个具体实施示例对本发明实施例提供的航空高精度模拟量采集系统的全增益放大电路的具体实施方式进行说明。

[0065] 参考图2所示全增益放大电路的结构,该电路具体包括:两个相同的三仪表运放,两个增益电阻。其中,每个三仪表运放的输入正端(V_{in+})与输入负端(V_{in-})短接,其中一个三仪表运放的输入为全增益放大电路的输入正端,另一个运放的输入为全增益放大电路的输入负端,且两个增益电阻分别跨接在两个三仪表运放的增益配置引脚上;具体的,两个增益电阻分别连接两个三仪表运放内部输入级运放,使得每个三运放仪表运放的每个输入级运放分别与输入正端和输入负端达到深度负反馈状态。再分别通过两个三仪表运放的输出级运放输出模拟信号。该电路的具体连接方式上述实施例中已经说明,故在此不再赘述。另外,对于有参考端的三仪表运放,需要将参考端接地。

[0066] 以AD620型三仪表运放为例进行说明,图2中R1和R2相等、且均等于24.7k Ω ;设定

V_{REF} 和 V_{in-} 为0V,则可得:

[0067] $V_1=V_1'=V_{in+}$, $V_3=V_3'=V_{in-}=0$ 。令 $R_1=R_2=R$,因此,可以得到:

$$[0068] \quad \begin{cases} V_2 = (V_{IN+}) \times (R_3 + R) / R_3 \\ V_2' = (V_{IN+}) \times (R_4 + R) / R_4 \\ V_4 = -(V_{IN+}) \times R / R_3 \\ V_4' = -(V_{IN+}) \times R / R_4 \end{cases}; \quad (4)$$

[0069] V_{REF} 和 V_{in-} 为0V,由上述式(4)可以计算出两个三运放仪表运放的输出,令上面三仪表运放1的输出为 V_{out1} ,下面三仪表运放2的输出为 V_{out2} ,则可以得到输出的计算公式为:

$$[0070] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases}; \quad (1)$$

[0071] 由两个三仪表运放的对称性可知,当 V_{REF} 和 V_{in+} 为0V时,得到输出的计算公式为:

$$[0072] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = -(V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = (V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases}; \quad (2)$$

[0073] 再根据叠加定理,将公式(1)、公式(2)叠加可得公式(3),当 V_{REF} 为0V时,得到输出的计算公式为:

$$[0074] \quad \begin{cases} V_{out1} = V_2 - V_2' = (V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \\ V_{out2} = V_4 - V_4' = -(V_{IN+} - V_{IN-})(R/R_3 - R/R_4) \end{cases} \circ \quad (3)$$

[0075] 由于 R 等于24.7k Ω ,通过选择 R_3 及 R_4 的大小,该电路的增益倍数可从负无穷到正无穷。例如选择 R_3 为49.4k Ω , R_4 为24.7k Ω ,则得到放大倍数 ± 0.5 。

[0076] 本发明实施例得到的该结论对于其他类型的三仪表运放同样成立。对于不同型号的三仪表运放,内部的 R_1 和 R_2 阻值等于其他数值时,需要按照前面的公式重新简单计算即可得到两个增益电阻的阻值。

[0077] 该电路具有两路完全相反的输出,这两路输出可以用于BIT检测。在做BIT检测时,仅需将两路输出转化成AD码值,并将两个码值进行相加,小于允许误差则认为测试通过,否则认为测试失败。

[0078] 虽然本发明所揭露的实施方式如上,但所述的内容仅为便于理解本发明而采用的实施方式,并非用以限定本发明。任何本发明所属领域内的技术人员,在不脱离本发明所揭露的精神和范围的前提下,可以在实施的形式及细节上进行任何的修改与变化,但本发明的专利保护范围,仍须以所附的权利要求书所界定的范围为准。

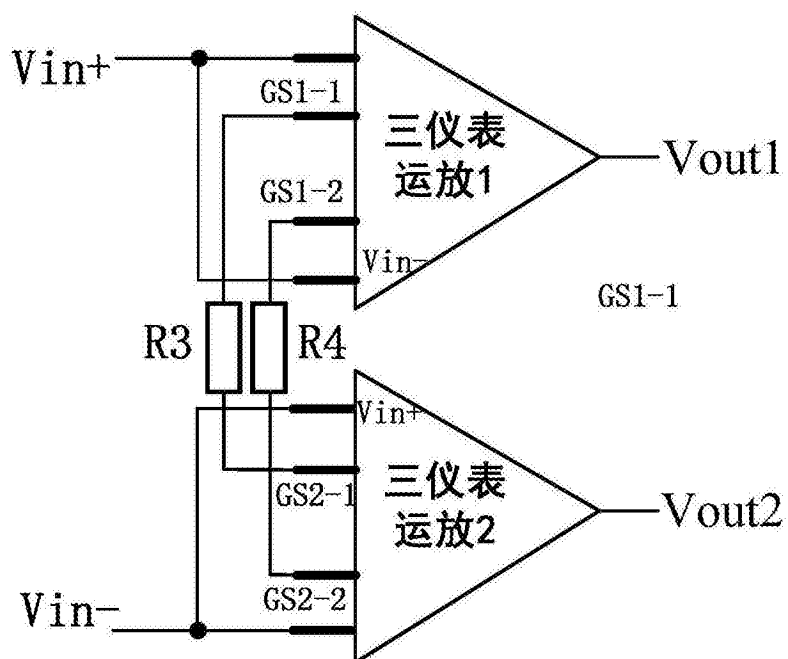


图1

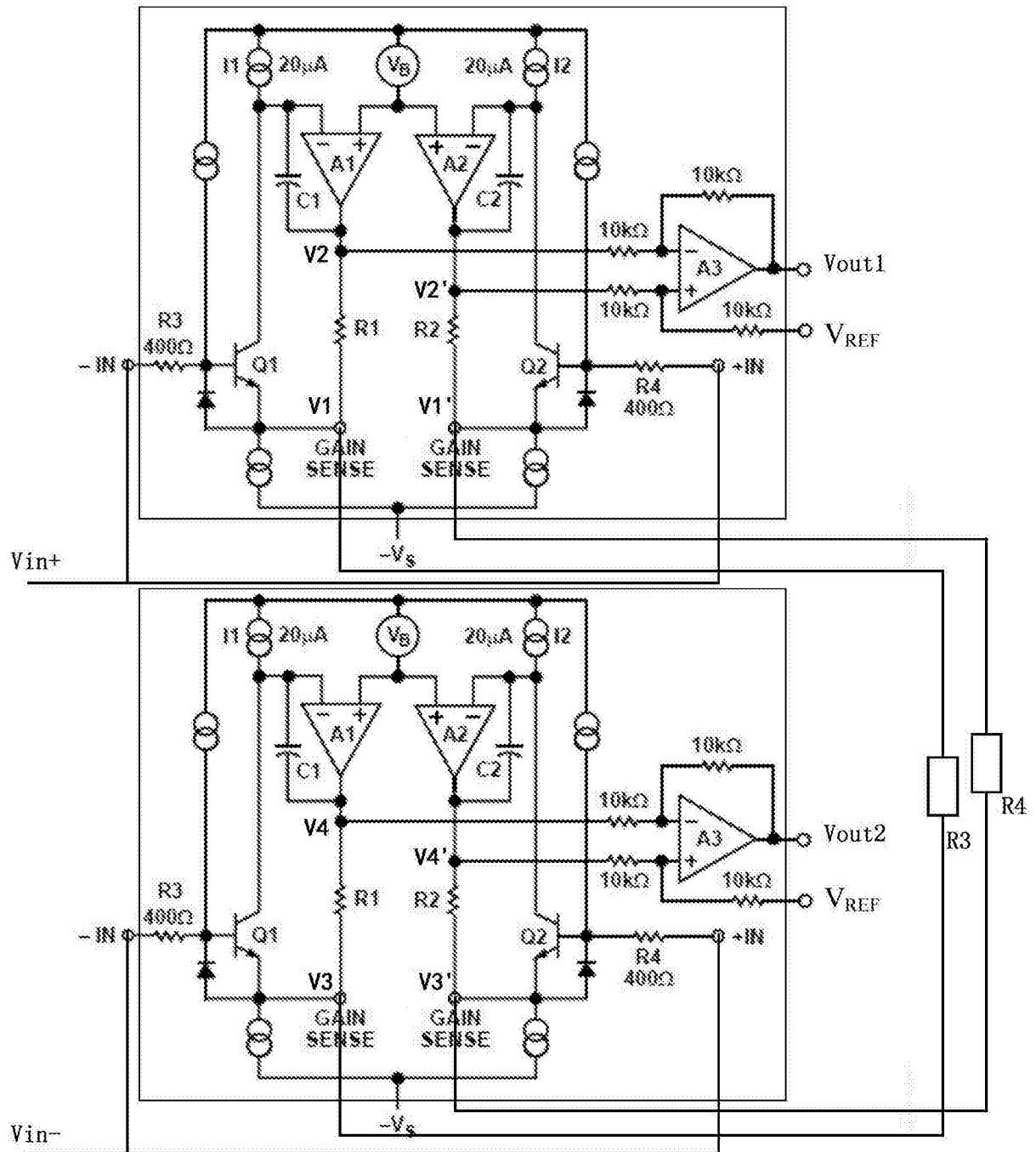


图2