



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104022747 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201410222406. 4

(22) 申请日 2014. 05. 23

(71) 申请人 湖北三江航天红峰控制有限公司

地址 432000 湖北省孝感市孝南区北京路特
8号

(72) 发明人 丁俊 唐辉 李家君 郭昊

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 廖盈春

(51) Int. Cl.

H03F 3/68 (2006. 01)

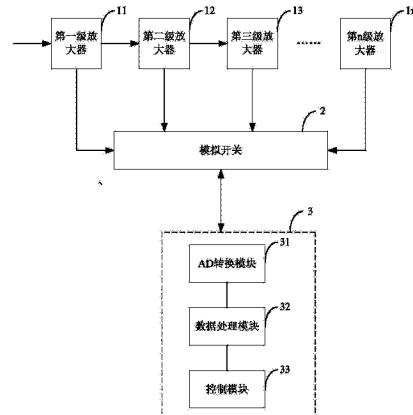
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于多级放大电路的数据自适应测量方
法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于多级放大电路的数据自适应测量方法,包括步骤(1)通过模拟开关选通第j级放大器的输出信号,对第j级放大器的输出信号进行模数转换处理;其中j的初始值为n;n为大于等于2的正整数;(2)对模数转换处理后的数据进行数值处理并输出计算值;(3)判断计算值是否等于满偏值,若是则令j=j-1,并返回至步骤(1);若否则转入步骤(4);(4)根据计算值和第j级放大器的总放大倍数获得待测数据的测量值。本发明采用模拟开关智能切换分时选通多级放大输出信号,通过A/D芯片进行处理,利用运算放大器是否满偏溢出特性自动采集最佳放大输出信号,实现自适应采集;可应用于对较宽范围的数据进行自适应采集。使用方便,运用范围广,可靠性高。



1. 一种基于多级放大电路的数据自适应测量方法,其特征在于,包括下述步骤:

(1) 通过模拟开关选通第 j 级放大器的输出信号,对所述第 j 级放大器的输出信号进行模数转换处理;

其中 j 的初始值为 n ;n 为大于等于 2 的正整数;

(2) 对模数转换处理后的数据进行二进制到十进制转换并输出计算值,所述计算值为第 j 级放大器的输出信号所对应的十进制数;

(3) 判断所述计算值是否等于满偏值,若是,则令 $j=j-1$,并返回至步骤(1);若否,则转入步骤(4);

(4) 根据所述计算值和第 j 级放大器的总放大倍数获得待测数据的测量值。

2. 如权利要求 1 所述的数据自适应测量方法,其特征在于,第 j 级放大器的满偏值等于第 j 级放大器的供电电源 VDD 的值; $j=1,2,\dots,n$ 。

3. 如权利要求 1 所述的数据自适应测量方法,其特征在于,第 j 级放大器的放大倍数 A_j 为大于 1 的数, $j=1,2,\dots,n$ 。

4. 一种基于三级放大器的数据自适应测量方法,其特征在于,包括下述步骤:

(1) 对第三级放大器的输出信号进行模数转换处理后,进行二进制到十进制转换并输出第三计算值,判断所述第三计算值是否等于第三满偏值,若是,则转入步骤(2);若否,则根据所述第三计算值和第三级放大器的总放大倍数 $A_1*A_2*A_3$ 获得待测数据的测量值;

(2) 对第二级放大器的输出信号进行模数转换处理后,进行二进制到十进制转换并输出第二计算值,判断所述第二计算值是否等于第二满偏值,若是,则转入步骤(1);若否,则根据所述第二计算值和第二级放大器的总放大倍数 A_1*A_2 获得待测数据的测量值;

(3) 对第一级放大器的输出信号进行模数转换处理后,进行二进制到十进制转换并输出第一计算值,并根据所述第一计算值和第一级放大器的放大倍数 A_1 获得待测数据的测量值。

5. 如权利要求 4 所述的数据自适应测量方法,其特征在于,所述第一级放大器的放大倍数 A_1 根据待测信号和第一满偏值确定,所述第一计算值小于所述第一满偏值。

6. 如权利要求 4 或 5 所述的数据自适应测量方法,其特征在于,第一级放大器的第一满偏值等于第一级放大器的供电电源的值;所述第二满偏值等于第二级放大器的供电电源的值;所述第三满偏值等于第三级放大器的供电电源的值。

一种基于多级放大电路的数据自适应测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于电子设备测试应用领域,更具体地,涉及一种基于多级放大电路的数据自适应测量方法。

背景技术

[0002] 在电路设计过程中常需要对数据进行采集,而数据采集一般都要用到信号放大电路,因此信号放大电路的设计对于数据采集是否精确至关重要。在数据采集电路中一般采用单级运算放大,然而在选定配置电阻后单级放大电路放大倍数固定,因此只适合针对特定范围的数据进行放大采集,对于超出该范围的数据可导致放大采集的数据不精确或满偏溢出;另一种常用方法是采用多级运算放大,尽管可通过调整放大器级联数来满足对微弱信号进行放大采集,但是在各级选定配置电阻后放大倍数固定,导致对大信号放大采集时就满偏溢出。因此以上两种方法不能兼顾对微弱信号或较大信号进行精确测量,因此对较宽范围的数据进行采集时并不适用。

发明内容

[0003] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于提供一种基于多级放大电路的数据自适应测量方法,旨在解决现有技术中对一定范围数据采集的范围窄、精度低、不够灵活的技术问题。

[0004] 本发明提供了一种基于多级放大电路的数据自适应测量方法,包括下述步骤:

[0005] (1) 通过模拟开关选通第 j 级放大器的输出信号,对所述第 j 级放大器的输出信号进行模数转换处理;

[0006] 其中 j 的初始值为 n ;n 为大于等于 2 的正整数;

[0007] (2) 对模数转换处理后的数据进行二进制到十进制转换并输出计算值,所述计算值为第 j 级放大器的输出信号所对应的十进制数;

[0008] (3) 判断所述计算值是否等于满偏值,若是,则令 j=j-1,并返回至步骤 (1);若否,则转入步骤 (4);

[0009] (4) 根据所述计算值和第 j 级放大器的总放大倍数获得待测数据的测量值。

[0010] 其中,第 j 级放大器的满偏值等于第 j 级放大器的供电电源 VDD 的值 ;j=1、2……n。

[0011] 其中,第 j 级放大器的放大倍数 A_j 为大于 1 的数, $j=1、2……n$ 。

[0012] 本发明还提供了一种基于三级放大器的数据自适应测量方法,包括下述步骤:

[0013] (1) 对第三级放大器的输出信号进行模数转换处理后,进行二进制到十进制转换并输出第三计算值,判断所述第三计算值是否等于第三满偏值,若是,则转入步骤 (2);若否,则根据所述第三计算值和第三级放大器的总放大倍数 $A_1*A_2*A_3$ 获得待测数据的测量值;

[0014] (2) 对第二级放大器的输出信号进行模数转换处理后,进行二进制到十进制转换

并输出第二计算值，判断所述第二计算值是否等于第二满偏值，若是，则转入步骤(1)；若否，则根据所述第二计算值和第二级放大器的总放大倍数 $A_1 \times A_2$ 获得待测数据的测量值；
[0015] (3) 对第一级放大器的输出信号进行模数转换处理后，进行二进制到十进制转换并输出第一计算值，并根据所述第一计算值和第一级放大器的放大倍数 A_1 获得待测数据的测量值。

[0016] 其中，所述第一级放大器的放大倍数 A_1 是根据待测信号和第一满偏值来选定，所述第一计算值应小于所述第一满偏值。

[0017] 其中，第一级放大器的第一满偏值等于第一级放大器的供电电源的值；所述第二满偏值等于第二级放大器的供电电源的值；所述第三满偏值等于第三级放大器的供电电源的值。

[0018] 本发明提供的基于多级放大电路的数据自适应测量方法，通过将多级放大信号同时作为输出端，兼顾了对弱信号和较大信号的同时测量，通过从后级向前级输出依次进行满偏比较，选定不满偏一级作为最优信号。因此本发明测量范围更宽、测试精度更高、同时使用简单，可方便移植到其它设备。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明实施例提供的基于多级放大电路的数据自适应测量装置的模块结构示意图；

[0020] 图 2 是本发明实施例提供的基于多级放大电路的数据自适应测量装置的具体电路图；

[0021] 图 3 是本发明实施例提供的基于多级放大电路的数据自适应测量方法实现流程图。

具体实施方式

[0022] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0023] 针对现有测量方法不足，本发明提供了一种多级放大电路自适应测量方法，由于将多级放大器的输出端同时作为 A/D 的输入端，并通过从后级依次向前级进行自动判别各级输出是否满偏，因此实现了对较宽范围的数据进行自适应采集，从而保证所采集的数据更精确、更可靠。图 1 示出了本发明实施例提供的基于多级放大电路的数据自适应测量装置的模块结构。

[0024] 本发明提供的数据自适应测量方法是基于多级放大电路的数据自适应测量装置，该测量装置包括 n 个放大器，依次为第一级放大器 11、第二级放大器 12、第三级放大器 13……第 n 级放大器 1n；模拟开关 2 和控制器 3；其中控制器 3 包括依次连接的 AD 转换模块 31、数据处理模块 32 和控制模块 33；其中第一级放大器的输入端用于连接待测量的数据，第 j 级放大器的输入端连接至第 $j-1$ 级放大器的第一输出端，第 $j-1$ 级放大器的第二输出端与模拟开关的第 $j-1$ 输入端连接，第 n 级放大器的输出端与所述模拟开关的第 n 输入端连接； $j = 2, 3, \dots, n$ 。

[0025] 本发明由 n 级运算放大器构成, 输入信号为 V_x , 第一级到第 n 级的放大倍数依次分别为 A_1, A_2, \dots, A_n , 第一级到第 n 级的输出分别为 $U_{o1}, U_{o2}, \dots, U_{on}$, 则各级放大器的输出信号分别为: $U_{o1} = A_1 * V_x ; U_{o2} = A_2 * U_{o1} ; \dots ; U_{on} = A_n * U_{on-1} ;$ 则可以得出 $U_{o1} = A_1 * V_x ; U_{o2} = A_2 * A_1 * V_x ; U_{o3} = A_3 * A_2 * A_1 * V_x ; \dots ; U_{on} = A_n * A_{n-1} * \dots * A_1 * V_x$ 。

[0026] 当各级输出分别满偏时可计算出所对应的 V_x , 此时的 V_x 即为各级所能进行放大采集的最大输入信号, 分别用 $V_{x1}, V_{x2}, \dots, V_{xn}$ 表示。由于各级放大器的满偏值等于各级放大器所选用的供电电源 VDD 的值, 第一级到第 n 级的供电电源分别为 $VDD1, VDD2, \dots, VDDn$, 则上述值即为各级放大器的满偏值。因此可得 $V_{x1} = VDD1/A_1 ; V_{x2} = VDD2/(A_2 * A_1) ; \dots ; V_{xn} = VDDn/(A_n * A_{n-1} * \dots * A_1)$ 。由于常用的 VDD 一般为 3V、3.3V、5V, 所以各级满偏值很接近, 并且在对同一组放大器中常采用一种供电电源, 而放大倍数一般却相差很大, 因此可明显看出 $V_{x1} > V_{x2} > \dots > V_{xn}$ 。采用第一级到第 n 级放大器可测量的最大范围依次为 $(0, V_{x1}), (0, V_{x2}), \dots, (0, V_{xn})$, 由于前一级测量范围均包含后一级测量范围, 但是所测得精度并不一样, 比如第 n 级可测量范围为 $(0, V_{xn})$, 由于第 n 级的总放大倍数远大于第一级的总放大倍数, 如果将该范围用第一级放大采集, 所获得的数据必定没有采用第 n 级精确。因此为了采集到最佳测试放大输出信号, 利用控制器来自适应选择被测信号采用哪一级进行放大, 从而计算出最优被测信号。处理器处理流程如图 3 所示。处理器首先控制模拟开关将第 n 级放大输出信号输入 A/D 芯片, 然后通过驱动代码控制 A/D 完成模数转换并在处理器内部完成数值计算, 然后将计算所得值与满偏值进行比较, 判断是否满偏, 如果没有满偏则认为该级输出为最优放大级, 再将计算值除以采用第 n 级的总放大倍数 $A_n * A_{n-1} * \dots * A_1$ 进行倍数还原, 最后将结果输出; 如果满偏则控制模拟开关将第 n-1 级放大输出信号输入 A/D 芯片, 进行上述同样处理, 如此迭代下去, 直到出现不满偏一级为止, 这样从第一级到第 n 级放大器可测量的最大范围依次变为 $(V_{x2}, V_{x1}), (V_{x3}, V_{x2}), \dots, (V_{xn}, V_{xn-1}), (0, V_{xn})$, 这样通过自动判别实现了自适应测量。

[0027] 图 2 为基于多级放大电路的数据自适应测量装置的具体电路图, 为了便于说明, 仅示出了与本发明实施例相关的部分, 详述如下:

[0028] 从 A、B 两端输入被测信号; 第一级运算放大器 U1 的放大属性由电阻 R1 和 R2 构成, 其放大倍数为 $2R1/R2$ 。运算放大器采用 +3V 供电, 电压基准源 $Vref$ 为 1V。输出信号通过 R8 和 C8 后接入模拟开关和第二级运算放大器。第一级运算放大器输出电压为 U_{o1} , $U_{o1} = Vref + (2R1/R2) * V_x$; 其中 V_x 即为 A、B 两端的电压。第二级运算放大器 U2A 的放大属性由电阻 R4、R5、R6、R7 构成, 运算放大器采用 +3V 供电, 输出信号通过 R3 和 C7 后接入模拟开关和第三级运算放大器。第二级运算放大器输出电压为 U_{o2} , $U_{o2} = U_{o1} * [R7 / (R6+R7)] * [(R4+R5) / R5] - R4 / R5$ 。第三级运算放大器 U2B 的放大属性由电阻 R9、R10 构成, 输出信号通过 R12 和 C9 后接入模拟开关。第三级运算放大器输出的电压 U_{o3} , $U_{o3} = U_{o2} * [(R9+R10) / R10]$ 。最终三级放大信号通过模拟开关分时接入 A/D 芯片进行转换。

[0029] 通过第一、二、三级的电压输出 U_{o1}, U_{o2}, U_{o3} , 可分别计算出被测信号 V_x 如下:

$$[0030] V_x = (U_{o1} - Vref) / (2R1/R2) ;$$

$$[0031] V_x = \{ (U_{o2} + R4/R5) / \{ [R7 / (R6+R7)] * [(R4+R5) / R5] \} - Vref \} * R2 / 2R1 ;$$

$$[0032] V_x = \{ [U_{o3} * R5 * R10 * (R6+R7) + R4 * (R6+R7) * (R9+R10)] / [R7 * (R4+R5) * (R9+R10)] - Vref \} * (R2 / 2R1) ;$$

[0033] 当 U_{o1} 、 U_{o2} 、 U_{o3} 分别达到满偏值时, 满偏值为放大器所选的供电电压, 此实施例中供电电源均为 3V。通过上述公式可得出各级可用于放大被测信号的最大值 V_{x1} 、 V_{x2} 、 V_{x3} 如下:

$$[0034] V_{x1} = R_2/R_1;$$

$$[0035] V_{x2} = R_2 * [R_4 * R_6 + 3R_5 * R_6 + 2R_5 * R_7] / [2R_1 * R_7 * (R_4 + R_5)];$$

$$[0036] V_{x3} = [3R_2 * R_5 * R_6 * R_{10} + 2R_2 * R_5 * R_7 * R_{10} + R_2 * R_4 * R_6 * R_9 + R_2 * R_4 * R_6 * R_{10} - R_2 * R_5 * R_7 * R_9] / 2R_1 * R_7 * (R_4 + R_5) * (R_9 + R_{10});$$

[0037] 采用第一、二、三级放大器可测量的最大信号值依次为 V_{x1} 、 V_{x2} 、 V_{x3} , 为了采集到最佳测试放大输出信号, 利用模拟开关依次选通第三级、第二级、第一级电压信号输出给 A/D 芯片, 通过处理将未达到满偏溢出的一级作为最佳采集信号输出, 实现当被测信号在 $V_{x2} < V_x < V_{x1}$ 、 $V_{x3} < V_x < V_{x2}$ 、 $0 < V_x < V_{x3}$ 三个不同范围时分别采用第一、二、三级放大器的输出信号作为最终采集信号, 智能实现采集最优化。

[0038] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明。本发明提供了一种多级放大电路自适应测量方法, 测量范围宽、测试精度高、使用简单, 可方便移植到其它设备。

[0039] 图 2 中, 放大器的第一级选用芯片 AD8553, 支持单电源和双电源输入, 工作电源范围为 $+1.8V \sim +5V$, 失调电压为 $20\mu V$, 失调电压漂移为 $0.1\mu V/^\circ C$, 电压噪声仅为 $0.7\mu V$ 。通过调整电阻 R_1 和 R_2 的阻值可调整第一级的放大倍数 A_1 , $A_1 = 2R_2/R_1$ 。在第一级采用的基准电源 V_{ref} 为 1V, 因此第一级的输出 $U_{o1} = V_{ref} + (2R_1/R_2) * V_x$, 其中 V_x 为 A、B 两端的电压。第二级和第三级放大器选用芯片 OPA2333, 单电源工作范围为 $+1.8V \sim +5V$, 静态电流为 $17\mu A$, 功耗低、零漂移。本电路中将第二级放大器设计成同相比例运算电路, 1V 电压通过 R_5 接入反相端, 同时 1V 反相端信号输入可直接抵消第一级引入的 1V 基准电压, 简化后续计算。通过 R_4 引入负反馈, 第一级的输出通过 R_6 、 R_7 分压后引入第二级的正向端, 通过计算可得输出电压 $U_{o2} = U_{o1} * [R_7 / (R_6 + R_7)] * [(R_4 + R_5) / R_5] - R_4 / R_5$, 通过配置各电阻可计算出第二级放大倍数 A_2 。将第三级放大器设计成同向比例运算电路, 第二级输出通过 R_{11} 接入正向端, 负向端通过 R_{10} 接地, 通过 R_9 引入负反馈。经过计算可得第三级运算放大器 $U_{o3} = U_{o2} * [(R_9 + R_{10}) / R_{10}]$, 通过配置各电阻可计算出放大倍数 A_3 。模拟开关 MAX4638 通过 MCU 的简单控制将三级放大信号分别输入 A/D 芯片, 当被测信号 V_x 分别为 V_{x1} 、 V_{x2} 、 V_{x3} 时, 放大器的第三、二、一级的放大信号 U_{o1} 、 U_{o2} 、 U_{o3} 分别达到满偏 3V。因此利用模拟开关依次选通第三级、第二级、第一级电压信号输出给 A/D 芯片, 通过处理将未达到满偏溢出的一级作为最佳采集信号输出, 实现 $V_{x2} < V_x < V_{x1}$ 、 $V_{x3} < V_x < V_{x2}$ 、 $0 < V_x < V_{x3}$ 三个不同范围时分别采用第一、二、三级放大器的输出信号作为最终采集信号, 达到采集最优化。本发明实现了针对宽范围的测试信号进行自适应的测量。

[0040] 本领域的技术人员容易理解, 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

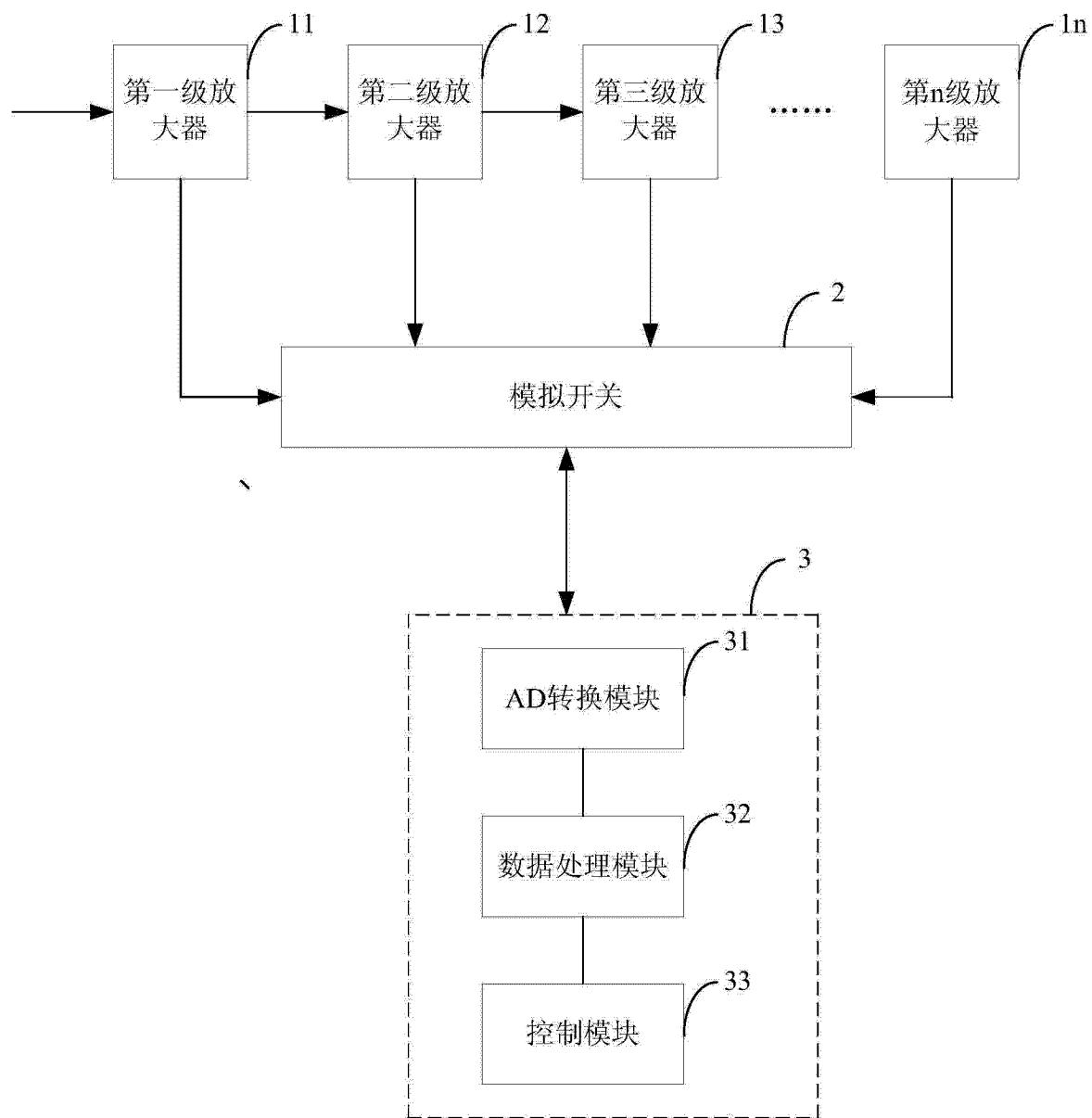


图 1

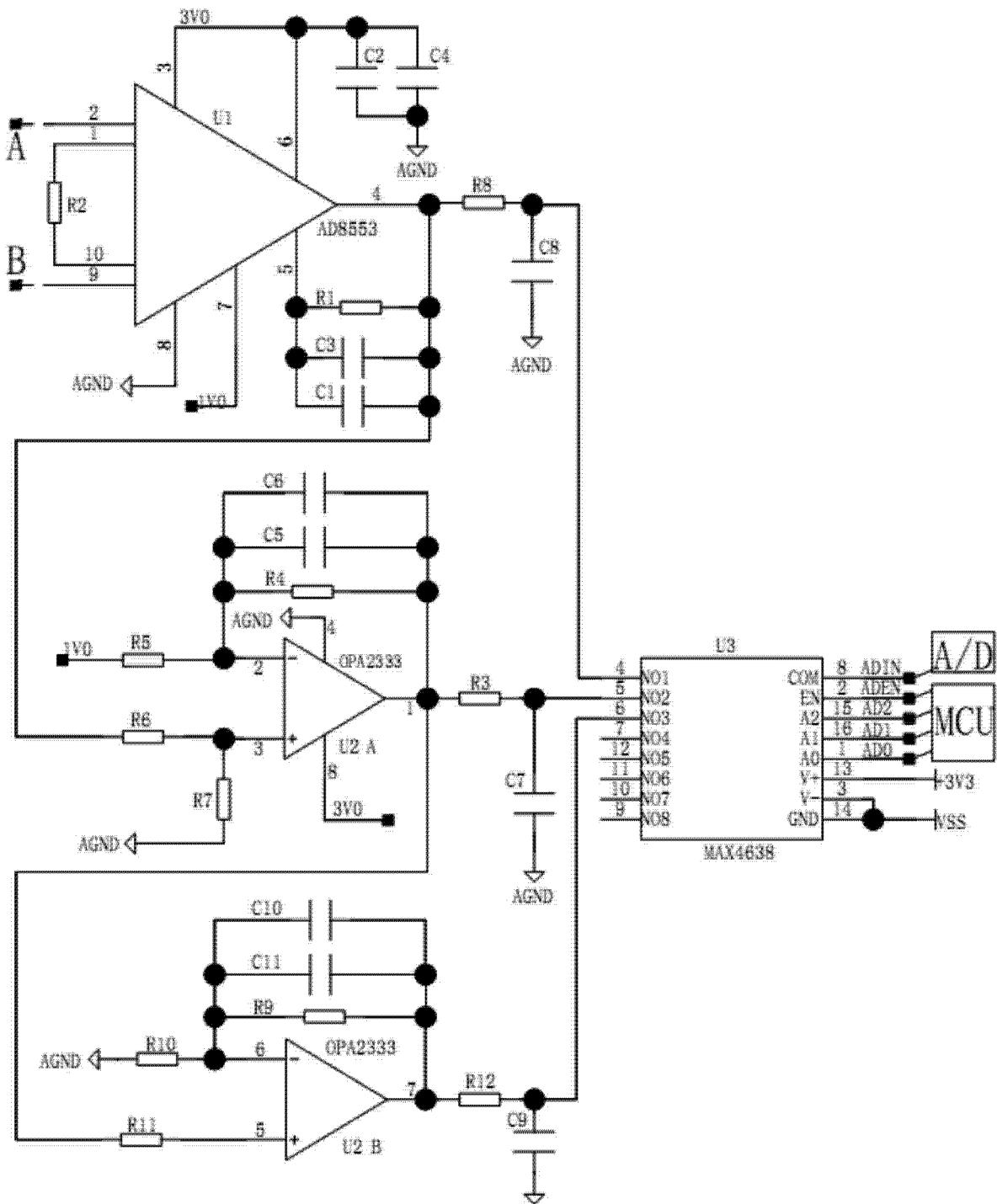


图 2

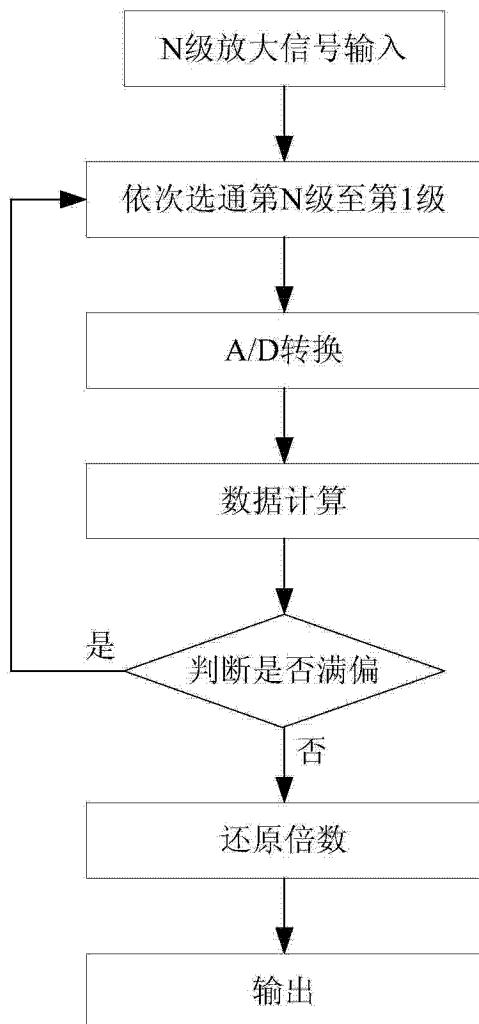


图 3