



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116647197 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 25

(21) 申请号 202310416536.0

(22) 申请日 2023.04.17

(71) 申请人 中北大学

地址 030051 山西省太原市尖草坪区学院路3号

(72) 发明人 李凯 张永杰 边瑞卿 南博龙 高添泉 翟宇 庞存锁 聂鹏飞 苏新彦 韩焱

(74) 专利代理机构 太原智慧管家知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 14114

专利代理师 马俊平

(51) Int. Cl.

H03F 1/32 (2006.01)

H03G 3/20 (2006.01)

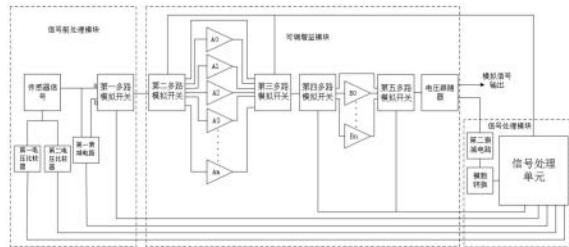
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种动态周期信号的多级调理系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及信号处理领域,公开了一种动态周期信号的多级调理系统和方法,一种动态周期信号的多级调理系统,包括信号前处理模块、可调增益模块和信号处理模块;信号前处理模块在输入的周期模拟信号幅值超过可调增益模块输入范围时对其进行衰减;可调增益模块受信号处理模块控制改变放大倍数;信号处理模块实现模数转换、增益控制和数据解算。本发明中可调增益模块通过调整放大倍数将输出信号幅值控制在运算放大器供电电压的α倍到β倍之间,避免了信号过小无法观察和信号过大出现失真,获取最佳观测电压;本发明可以实现对随时间幅值和频率变化的信号实现无失真采集,对周期模拟信号的分析处理具有重要意义。



CN 116647197 A

1. 一种动态周期信号的多级调理系统,其特征在于:包括信号前处理模块、可调增益模块和信号处理模块;

所述信号前处理模块在输入的周期模拟信号幅值超过可调增益模块输入范围时对其进行衰减;所述可调增益模块受信号处理模块控制改变放大倍数;所述信号处理模块实现模数转换、增益控制和数据解算。

2. 根据权利要求1所述的一种动态周期信号的多级调理系统,其特征在于:所述可调增益模块输出信号幅值位于 $\alpha$ 倍到 $\beta$ 倍的运算放大器供电电压的范围内,波形不会因为过小而失真和因为输出过大导致信号削顶,可以获取无失真波形。

3. 根据权利要求1所述的一种动态周期信号的多级调理系统,其特征在于:所述信号前处理模块内部包括第一电压比较器、第二电压比较器、第一多路模拟开关和第一衰减电路;

若输入模拟信号整个周期中电压值大小不超过 $\gamma$ 伏,无需对该信号进行缩小;反之则控制该信号经过第一衰减电路后再进入可调增益模块;

所述信号处理模块的信号处理单元根据第一电压比较器和第二电压比较器的输出反馈控制输入模拟信号是否经过第一衰减电路。

4. 根据权利要求1所述的一种动态周期信号的多级调理系统,其特征在于:所述可调增益模块由两级放大电路级联构成,通过切换第二、第三、第四、第五多路模拟开关的通道改变放大倍数,最后输出信号通过电压跟随器提高信号输出能力。

5. 根据权利要求4所述的一种动态周期信号的多级调理系统,其特征在于:所述的可调增益模块第一级放大电路由第二多路模拟开关、第三多路模拟开关和 $m$ 个运算放大器组成;第二级放大电路由第四多路模拟开关、第五多路模拟开关和 $n$ 个运算放大器组成;要求 $m > n$ ,第一级放大电路为主增益挡位切换路,第二级放大电路为辅增益切换路;在控制改变增益挡位时,优先调节第二级放大电路的增益挡位。

6. 根据权利要求5所述的一种动态周期信号的多级调理系统,其特征在于:为了实现幅值变化的动态信号经可调增益模块后输出信号幅值处于 $\varepsilon \sim \gamma$ 中,需要设置不同的放大倍数对信号进行放大,最大放大倍数为 $\gamma \times 10^6$ ,最小为1,增益挡位按照放大倍数从大到小排序,要求相邻两个增益挡位的放大倍数比值 $\leq \frac{\beta}{\alpha}$ ,通过两级放大电路级联使最大放大倍数到最小放大倍数中间划分合适的挡位。

7. 根据权利要求1所述的一种动态周期信号的多级调理系统,其特征在于:所述信号处理模块包括衰减电路、模数转换模块和信号处理单元,衰减电路通过对可调增益模块输出信号进行衰减与模数转换模块模拟信号输入电平范围进行适配,模数转换模块与信号处理单元使用通信接口进行连接,将模数转换模块转换结果送入信号处理单元;信号处理单元对采集数据进行分析,控制可调增益模块的多路模拟开关的选通端来调节放大倍数,使可调增益模块输出信号幅值处于设定阈值范围内,并对信号前处理模块输出电平进行监测,通过控制模拟电子开关决定是否对输入模拟信号进行衰减。

8. 一种动态周期信号的多级调理方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:多级调理系统上电,信号处理模块控制可调增益模块的增益倍数为1,关闭第一多路模拟开关使能端使所有通道处于关断状态;此时可调增益模块处于最小增益状态,禁止输入模拟信号进入可调增益模块;

S2: 启动信号前处理模块, 信号处理单元对N时间长度范围内的电压比较器的比较结果反馈电平进行分析, 根据比较器模块反馈结果选通第一多路模拟开关, 第一多路模拟开关选通后进入步骤S3, 同时信号处理单元维持对电压比较器输出结果进行监测, 实时控制第一多路模拟开关的选通端口;

S3: 信号处理模块对采集到的数字信号进行处理, 比较N时间长度中所有数据的绝对值, 找出其中最大的绝对值记为 $\lambda$ , 进入步骤S4;

S4: 信号处理模块控制可调增益模块的多路模拟开关来改变增益挡位, 根据 $\lambda$ 取值分为以下三种情况:

(1)  $\frac{\varepsilon}{L} \leq \lambda \leq \frac{Y}{L}$ , 则不调整增益挡位, 进入步骤S5;

(2)  $\lambda < \frac{\varepsilon}{L}$ , 则增益挡位提高一档, 进入步骤S3;

(3)  $\lambda > \frac{Y}{L}$ , 则增益挡位降低一档, 进入步骤S3;

S5: 继续对每N时间长度中采集到的数字信号数据进行分析, 若所有数据中的最大绝对值 $\lambda$ 发生改变, 进入步骤S4。

9. 根据权利要求8所述的一种动态周期信号的多级调理方法, 其特征在于: 放大倍数受信号处理单元进行控制, 每个转化后的数字信号的放大倍数已知, 信号处理单元对采集数据进行解算, 通过下式计算输入模拟信号大小S:

$$S = \frac{B \cdot L \cdot K}{A}$$

式中, B为输入模拟信号最终转换的数字信号, K为第一衰减电路的衰减倍数, L为第二衰减电路的衰减倍数, A为可调增益模块的放大倍数。

## 一种动态周期信号的多级调理系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及信号处理领域,特别是涉及一种动态周期信号的多级调理系统和方法。

### 背景技术

[0002] 电子设备对于物理信息的获取需要使用传感器,传感器能感受到被测量的信息,并能将检测感受到的信息按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出,对于传感器获取的信号,在某些场景中会是周期性信号,信号的频率可以反应出所测物理量的重要信息,对实时获取其信号的频率大小具有重要意义,并且每个周期内信号波形特征也反应了测量物理量的一些含义。

[0003] 被测物理量会随着时间发生变化,传感器获取信号其频率和大小出现对应变化,实时获取传感器信号的正确波形才能分析出其物理信号特征。对信号进行放大时,输入信号电压幅值超过运算放大器的规定输入电压则输出结果会失真,输入电压过小会导致输出信号过小不利于观测。若想要获取传感器输出模拟信号对应的数字信号,需要针对传感器信号选择合适放大倍数,由于采集过程中传感器信号大小可能出现较大变化,需要即时对放大倍数进行调整,从而避免放大信号失真,获取无失真信号。由此需要高范围增益自适应调理方法,以适应宽范围幅值的输入信号,在提高放大精度、信号处理等方面都有重要意义。

### 发明内容

[0004] 鉴于此,本发明的目的在于,提供一种动态周期信号的多级调理系统和方法,能够解决输入动态变化周期模拟信号的数字信号无失真采集的问题。

[0005] 为了达到上述发明目的,进而采取的技术方案如下:

[0006] 一种动态周期信号的多级调理系统,包括信号前处理模块、可调增益模块和信号处理模块;

[0007] 所述信号前处理模块在输入的周期模拟信号幅值超过可调增益模块输入范围时对其进行衰减;所述可调增益模块受信号处理模块控制改变放大倍数;所述信号处理模块实现模数转换、增益控制和数据解算。

[0008] 作为本发明的进一步改进,所述可调增益模块输出信号幅值位于 $\alpha$ 倍到 $\beta$ 倍的运算放大器供电电压的范围内,波形不会因为过小而失真和因为输出过大导致信号削顶,可以获得无失真波形。

[0009] 作为本发明的进一步改进,所述信号前处理模块内部包括第一电压比较器、第二电压比较器、第一多路模拟开关和第一衰减电路;

[0010] 若输入模拟信号整个周期中电压值大小不超过 $\gamma$ 伏,无需对该信号进行缩小;反之则控制该信号经过第一衰减电路后再进入可调增益模块;

[0011] 所述信号处理模块的信号处理单元根据第一电压比较器和第二电压比较器的输

出反馈控制输入模拟信号是否经过第一衰减电路。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述可调增益模块由两级放大电路级联构成,通过切换第二、第三、第四、第五多路模拟开关的通道改变放大倍数,最后输出信号通过电压跟随器提高信号输出能力。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述的可调增益模块第一级放大电路由第二多路模拟开关、第三多路模拟开关和m个运算放大器组成;第二级放大电路由第四多路模拟开关、第五多路模拟开关和n个运算放大器组成;要求 $m > n$ ,第一级放大电路为主增益挡位切换路,第二级放大电路为辅增益切换路;在控制改变增益挡位时,优先调节第二级放大电路的增益挡位。

[0014] 作为本发明的进一步改进,为了实现幅值变化的动态信号经可调增益模块后输出信号幅值处于 $\varepsilon \sim \gamma$ 中,需要设置不同的放大倍数对信号进行放大,最大放大倍数为 $\gamma \times 10^6$ ,最小为1,增益挡位按照放大倍数从大到小排序,要求相邻两个增益挡位的放大倍数比值 $\leq \frac{\beta}{\alpha}$ ,通过两级放大电路级联使最大放大倍数到最小放大倍数中间划分合适的挡位。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述信号处理模块包括衰减电路、模数转换模块和信号处理单元,衰减电路通过对可调增益模块输出信号进行衰减与模数转换模块模拟信号输入电平范围进行适配,模数转换模块与信号处理单元使用通信接口进行连接,将模数转换模块转换结果送入信号处理单元;信号处理单元对采集数据进行分析,控制可调增益模块的多路模拟开关的选通端来调节放大倍数,使可调增益模块输出信号幅值处于设定阈值范围内,并对信号前处理模块输出电平进行监测,通过控制模拟电子开关决定是否对输入模拟信号进行衰减。

[0016] 一种动态周期信号的多级调理方法,包括以下步骤:

[0017] S1:多级调理系统上电,信号处理模块控制可调增益模块的增益倍数为1,关闭第一多路模拟开关使能端使所有通道处于关断状态;此时可调增益模块处于最小增益状态,禁止输入模拟信号进入可调增益模块;

[0018] S2:启动信号前处理模块,信号处理单元对N时间长度范围内的电压比较器的比较结果反馈电平进行分析,根据比较器模块反馈结果选通第一多路模拟开关,第一多路模拟开关选通后进入步骤S3,同时信号处理单元维持对电压比较器输出结果进行监测,实时控制第一多路模拟开关的选通端口;

[0019] S3:信号处理模块对采集到的数字信号进行处理,比较N时间长度中所有数据的绝对值,找出其中最大的绝对值记为 $\lambda$ ,进入步骤S4;

[0020] S4:信号处理模块控制可调增益模块的多路模拟开关来改变增益挡位,根据 $\lambda$ 取值分为以下三种情况:

[0021] (1)  $\frac{\varepsilon}{L} \leq \lambda \leq \frac{\gamma}{L}$ ,则不调整增益挡位,进入步骤S5;

[0022] (2)  $\lambda < \frac{\varepsilon}{L}$ ,则增益挡位提高一档,进入步骤S3;

[0023] (3)  $\lambda > \frac{\gamma}{L}$ ,则增益挡位降低一档,进入步骤S3;

[0024] S5:继续对每N时间长度中采集到的数字信号数据进行分析,若所有数据中的最大

绝对值 $\lambda$ 发生改变,进入步骤S4。

[0025] 作为本发明的进一步改进,放大倍数受信号处理单元进行控制,每个转化后的数字信号的放大倍数已知,信号处理单元对采集数据进行解算,通过下式计算输入模拟信号大小S:

$$[0026] \quad S = \frac{B \cdot L \cdot K}{A}$$

[0027] 式中,B为输入模拟信号最终转换的数字信号,K为第一衰减电路的衰减倍数,L为第二衰减电路的衰减倍数,A为可调增益模块的放大倍数。

[0028] 本发明的有益效果是:

[0029] (1)本发明中可调增益模块通过调整放大倍数将输出信号幅值控制在了运算放大器供电电压的 $\alpha$ 倍到 $\beta$ 倍之间,避免了信号过小无法观察和信号过大出现失真,获取最佳观测电压;

[0030] (2)本发明可以对幅值在 $\pm 1\mu\text{V}$ 至 $\pm 100\text{V}$ 范围内动态变化的周期信号进行有效采集,可以实现对随时间幅值和频率变化的信号实现无失真采集,避免了动态变化信号在固定增益电路中放大结果产生失真,对周期模拟信号的分析处理具有重要意义。

## 附图说明

[0031] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0032] 图1是本发明的总体结构示意图;

[0033] 图2是本发明的工作原理流程图;

[0034] 图3是本发明的数据处理流程图。

## 具体实施方式

[0035] 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组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0036] 为了使本技术领域的人员更好地理解本申请方案,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本申请保护的范围。

[0037] 图1是本发明的总体结构示意图,一种动态周期信号的多级调理方法,包括信号前处理模块、可调增益模块和信号处理模块。

[0038] 本发明输入信号可以为幅值与频率变化的周期信号,要求输入信号的频率高于1Hz,要求输入信号幅值在 $\pm 1\mu\text{V}$ 至 $\pm 100\text{V}$ 范围内。

[0039] 本发明中N时间长度表示输入模拟信号多个周期所占的时间长度。

[0040] 可调增益模块中运算放大器的供电电压为M伏,由于运算放大器要求输入信号电压范围小于供电电压并且输入信号电压过大会损坏运放芯片,在运算放大器实际使用过程中因为输出轨的影响输出放大后的信号幅值也往往达不到供电电源电压,所以也需要避免

信号放大后幅值接近电源电压而使输出波形相对原波形产生失真,控制可调增益模块输出信号幅值为 $\alpha$ 倍到 $\beta$ 倍的供电电压的范围内, $\alpha$ 和 $\beta$ 的取值参考公式(1),使输出波形不会因为过小而失真无法观察也不会因为输出过大导致信号削顶,可以获取无失真波形,由于可调增益模块的最小放大倍数为1,无法对输入信号进行缩小,所以需要控制信号前处理模块使可调增益模块输入信号电压幅值小于等于 $\gamma$ 伏。

$$[0041] \quad \begin{cases} 0.1 \leq \alpha < \beta \leq 0.8 \\ \varepsilon = \alpha \cdot M \\ \gamma = \beta \cdot M \\ K_1 = \frac{100}{\gamma} = \frac{100}{\beta \cdot M} \end{cases} \quad (1)$$

[0042] 若可调增益模块输出信号电压幅值小于0.1M伏,则输出信号过小,信号容易失真,不利于对信号的分析,所以 $\alpha$ 最小取值为0.1;若可调增益模块输出信号电压幅值大于0.8M伏,此时输出信号幅值接近电源,采集到的信号会产生失真,使采集结果有误,所以当输出信号出现大于0.8M伏情况时,应及时降低增益倍数,所以 $\beta$ 最大取值为0.8;

[0043] 若输入模拟信号幅值大于 $\gamma$ 伏时需要对该信号进行衰减,由于本发明最大允许输入信号幅值为100伏,将电压衰减为原来的 $K_1$ 倍即可保证衰减后的电压不超过 $\gamma$ 伏。

[0044] 信号前处理模块内部包括第一电压比较器、第二电压比较器、第一多路模拟开关、第一衰减电路。

[0045] 第一电压比较器正相输入端接输入信号,反相输入端接 $\gamma$ 伏直流电压电压作为比较电压;第二电压比较器正相输入端接输入信号,反相输入端接 $-\gamma$ 伏直流电压作为比较电压;电压比较器输出端使用上拉电阻接信号处理模块电源。第一电压比较器输出高电平表示输入模拟信号幅值大于 $\gamma$ 伏,低电平表示输入模拟信号小于 $\gamma$ 伏;第二电压比较器输出高电平表示输入模拟信号大于 $-\gamma$ 伏,低电平表示输入模拟信号极小值小于 $-\gamma$ 伏,即幅值大于 $\gamma$ 伏。将第一电压比较器和第二电压比较器的比较结果反馈至信号处理单元。第一多路模拟开关为二选一导通的电子开关,具有通道选通端和使能端,可以使用信号处理单元控制模拟开关的选通接口来操控两个通道的通断。第一衰减电路将信号缩小至输入信号的 $K_1$ 倍,保证缩小后的信号幅值小于 $\gamma$ 伏。

[0046] 信号处理单元根据第一电压比较器和第二电压比较器的输出结果来控制输入模拟信号进入可调增益模块前是否经过第一衰减电路。若在N时间长度中第一电压比较器反馈电平都为低且第二电压比较器的反馈电平都为高,则信号处理单元控制第一多路模拟开关的a通道开通,b通道关断;只要出现第一电压比较器反馈电平为高或第二电压比较器反馈电平为低,信号处理单元立即控制第一多路模拟开关的a通道关断,b通道开通;第一多路模拟开关的a通道关断,b通道开通后,若在N时间长度中第一电压比较器反馈电平都为低且第二电压比较器的反馈电平都为高,信号处理单元再次控制第一多路模拟开关的a通道开通,b通道关断;

[0047] 信号前处理模块的电压缩小倍数K,以输入模拟信号电压幅值为W伏为例。当 $W \leq \gamma$ 时,无需对输出信号进行缩小,此时 $K=1$ ;当 $W > \gamma$ 时,第一衰减电路缩小倍数 $K=K_1$ , $K_1$ 值可由公式(1)计算得出。

[0048] 信号前处理模块实现对可调增益模块输入信号进行预处理,使可调增益模块的输

入信号为输入模拟信号的  $\frac{1}{K}$  倍, 确保输入模拟信号电平符合可调增益模块输入范围。

[0049] 如图1所示, 可调增益模块由多路模拟开关、运算放大器和电压跟随器组成, 通过切换第二、第三、第四、第五多路模拟开关的通道改变放大倍数, 最后输出信号通过电压跟随器提高信号输出能力; 为了实现幅值大小变化的电压都可以放大结果幅值处于  $\varepsilon \sim \gamma$  伏中, 需要设置不同的放大倍数对信号进行放大, 最大放大倍数为  $\gamma \times 10^6$ , 最小为1, 增益挡位按照放大倍数从大到小排序, 要求相邻两个增益挡位的放大倍数比值  $\leq \frac{\beta}{\alpha}$ ; 若相邻两个增益挡位的放大倍数比值  $> \frac{\beta}{\alpha}$ , 会出现增益挡位调节前可调增益模块输出信号幅值小于  $\varepsilon$  伏, 提高一个增益挡位后输出信号幅值大于  $\gamma$  伏的情况, 此时本系统无法选择合适增益对其进行放大。

[0050] 第一级放大电路由第二多路模拟开关、第三多路模拟开关和  $m$  个运算放大器组成, 第二多路模拟开关和第三多路模拟开关对应通道之间连接一根导线和  $m$  个运算放大器, 信号直接通过导线表示增益倍数为1,  $m$  个运算放大器分别取其他放大倍数, 运算放大器  $A_0$  至  $A_m$  增益倍数从小到大递增; 使用信号处理单元同时控制第二多路模拟开关和第三多路模拟开关的选通端来控制不同增益倍数的切换;

[0051] 第二级放大电路由第四多路模拟开关、第五多路模拟开关和  $n$  个运算放大器组成, 第四多路模拟开关和第五多路模拟开关对应通道之间连接一根导线和  $n$  个运算放大器, 信号直接通过导线表示增益倍数为1,  $n$  个运算放大器分别取其他放大倍数, 运算放大器  $B_0$  至  $B_n$  增益倍数从小到大递增; 使用信号处理单元同时控制第四多路模拟开关和第五多路模拟开关的选通端来控制不同增益倍数的切换;

[0052] 通过两级放大电路级联有  $(m+1) \times (n+1)$  种增益组合, 在增益倍数1至  $\gamma \times 10^6$  之间划分合适的增益挡位;

[0053] 取  $\alpha$  值为0.3, 取  $\beta$  值为0.8, 以运算放大器供电电压使用  $\pm 5$  伏为例,  $\gamma = 4$ , 要求相邻两个增益挡位的放大倍数比值  $\leq \frac{8}{3}$ , 在增益倍数1至  $4 \times 10^6$  之间划分合适的增益挡位; 可调增益模块运算放大器  $A_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $B_0$ 、 $B_1$  放大倍数分别配置为10、100、1000、10000、100000、1000000、2、4,; 第一级放大电路增益倍数可选1、10、100、1000、10000、100000、1000000; 第二级放大电路增益倍数可选1、2、4; 通过两级运放电路级联有21种放大倍数组合, 此时相邻两个增益挡位的放大倍数比值为有2和2.5, 都小于  $\frac{8}{3}$ , 符合要求。

[0054] 设置  $m > n$ , 第一级放大电路为主增益挡位切换路, 第二级放大电路为辅增益切换路; 在控制改变增益挡位时, 优先先调节第二级放大电路的增益挡位;

[0055] 假设可调增益模块输出电压幅值为  $\xi$  伏, 增益挡位切换流程如下:

[0056] 当  $\xi < \varepsilon$  时, 则提高可调增益模块的增益挡位, 第一级放大电路增益挡位保持不变, 提高第二级放大电路增益挡位, 直至  $\xi \geq \varepsilon$  后停止调节增益挡位, 若第二级放大电路增益挡位调至最大后, 仍然  $\xi < \varepsilon$ , 则控制第一级增益挡位提高一档同时第二级放大电路增益重置为最小挡位, 然后重复上述操作, 直至  $\xi \geq \varepsilon$ ;

[0057] 当  $\xi > \gamma$  时, 则降低可调增益模块的增益挡位, 第一级放大电路增益挡位保持不变,



降低第二级放大电路增益挡位,直至 $\xi \leq \gamma$ 后停止调节增益挡位,若第二级放大电路增益挡位调至最小后,仍然 $\xi > \gamma$ ,则控制第一级增益挡位降低一档同时第二级放大电路增益重置为最大挡位,然后重复上述操作,直至 $\xi \leq \gamma$ ;

[0058] 使用信号处理模块控制信号前处理模块和可调增益模块可以实现输入幅值范围 $1\mu\text{V} \sim 100\text{V}$ 的周期模拟信号经调理系统后输出幅值范围为 $\varepsilon \sim \gamma$ 伏的模拟信号。

[0059] 第二级放大电路输出接电压跟随器提高信号输出能力,然后分为两路输出;一路为模拟信号输出,可以直接使用示波器进行观察波形,从波形种可以获取输入模拟信号的频率等信息;另一路接信号处理模块,获取数字信号,由于放大倍数已知,结合放大倍数对信号进行还原,可实现对输入模拟信号的还原。

[0060] 信号处理模块包括第二衰减电路、模数转换模块和信号处理单元,第二衰减电路通过对可调增益模块输出信号进行衰减与模数转换模块模拟信号输入电平范围进行适配,模数转换模块与信号处理单元使用常用通信协议进行连接,将模数转换模块转换结果送入信号处理单元;信号处理单元对采集数据进行分析,控制可调增益模块的多路模拟开关的选通端来调节放大倍数,使可调增益模块输出信号幅值处于设定阈值范围内,并对信号前处理模块输出电平进行监测,通过控制模拟电子开关决定是否对输入模拟信号进行衰减。

[0061] 第二衰减电路的电压缩小倍数为 $L$ ,以信号处理模块供电电压为 $P$ 伏为例。当 $P \geq M$ 时,无需对输出信号进行缩小,此时 $L=1$ ;当 $P < M$ 时,则设定衰减电路电压缩小倍数为 $\frac{M}{P}$ ,此时

$L = \frac{M}{P}$ 。经信号处理模块的输入信号缩小为可调增益模块输出的 $\frac{1}{L}$ 。输入电压 $\varepsilon$ 伏对应的输出电压为 $\frac{\varepsilon}{L}$ 伏,输入电压 $\gamma$ 伏对应的输出电压为 $\frac{\gamma}{L}$ 伏。

[0062] 参考图2,多级调理系统的工作流程如下:

[0063] S1:多级调理电路系统上电,信号处理模块控制可调增益模块的总放大倍数为1,关闭第一多路模拟开关使能端使所有通道处于关断状态;此时可调增益模块处于最小增益状态,禁止输入模拟信号进入可调增益模块;

[0064] S2:启动信号前处理模块,信号处理单元对 $N$ 时间长度范围内的电压比较器的比较结果反馈电平进行分析,根据比较器模块反馈结果选通第一多路模拟开关。第一多路模拟开关选通后进入步骤S3,同时信号处理单元维持对电压比较器输出结果进行监测,实时控制第一多路模拟开关的选通端口;

[0065] S3:信号处理模块对采集到的数字信号进行处理,比较 $N$ 时间长度中所有数据的绝对值,找出其中最大的绝对值记为 $\lambda$ ,进入步骤S4;

[0066] S4:信号处理模块控制可调增益模块的多路模拟开关来改变增益挡位,根据 $\lambda$ 取值分为以下三种情况:

[0067] (1)  $\frac{\varepsilon}{L} \leq \lambda \leq \frac{\gamma}{L}$ ,则不调整增益挡位,进入步骤S5;

[0068] (2)  $\lambda < \frac{\varepsilon}{L}$ ,则增益挡位提高一档,进入步骤S3;

[0069] (3)  $\lambda > \frac{\gamma}{L}$ ,则增益挡位降低一档,进入步骤S3;

[0070] S5:继续对每 $N$ 时间长度中采集到的数字信号数据进行分析,若所有数据中的最大

绝对值 $\lambda$ 发生改变,进入步骤S4;

[0071] 参考图3,信号处理单元采集到了输入模拟信号转换后的数字信号,由于放大倍数受信号处理单元进行控制,每个转化后的数字信号的放大倍数已知,对采集数据进行解算,可以真实还原信号放大前的实际大小,通过公式(2)进行输入模拟信号大小S计算。

$$[0072] \quad S = \frac{B \cdot L \cdot K}{A} \quad (2)$$

[0073] 公式(2)中,B为输入模拟信号最终转换的数字信号,K为第一衰减电路的衰减倍数,L为第二衰减电路的衰减倍数,A为可调增益模块的放大倍数。

[0074] 采集到的所有数字信号B通过公式(2)解算还原为数字信号S后,使用绘图软件对数字信号S进行绘图,最终得到输入模拟信号的波形图像。

[0075] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进、部件拆分或组合等,均应包含在本发明的保护范围之内。

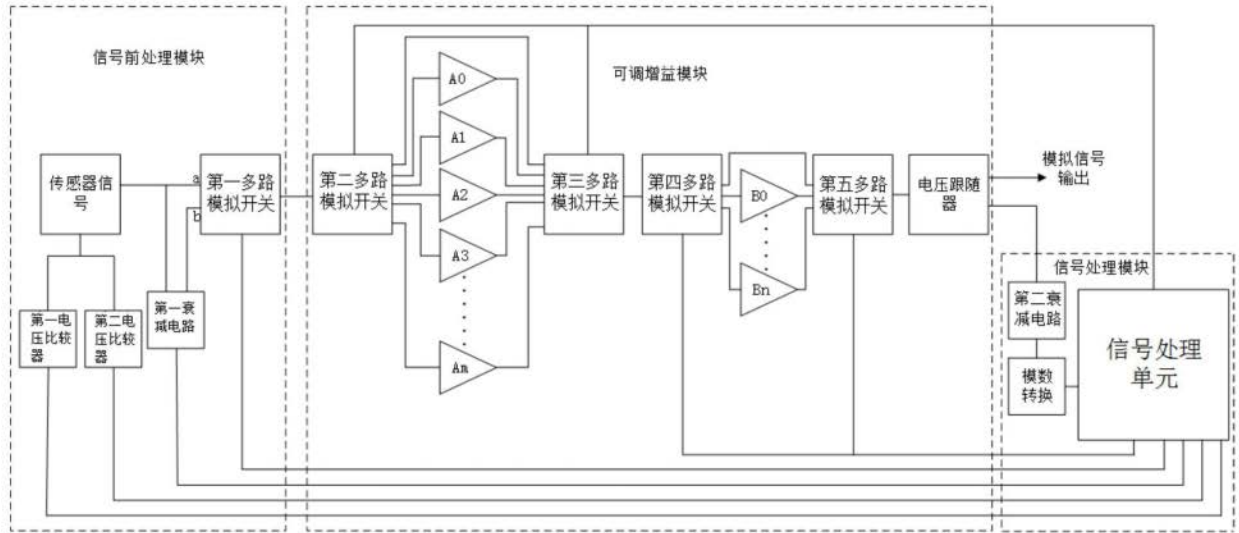


图1

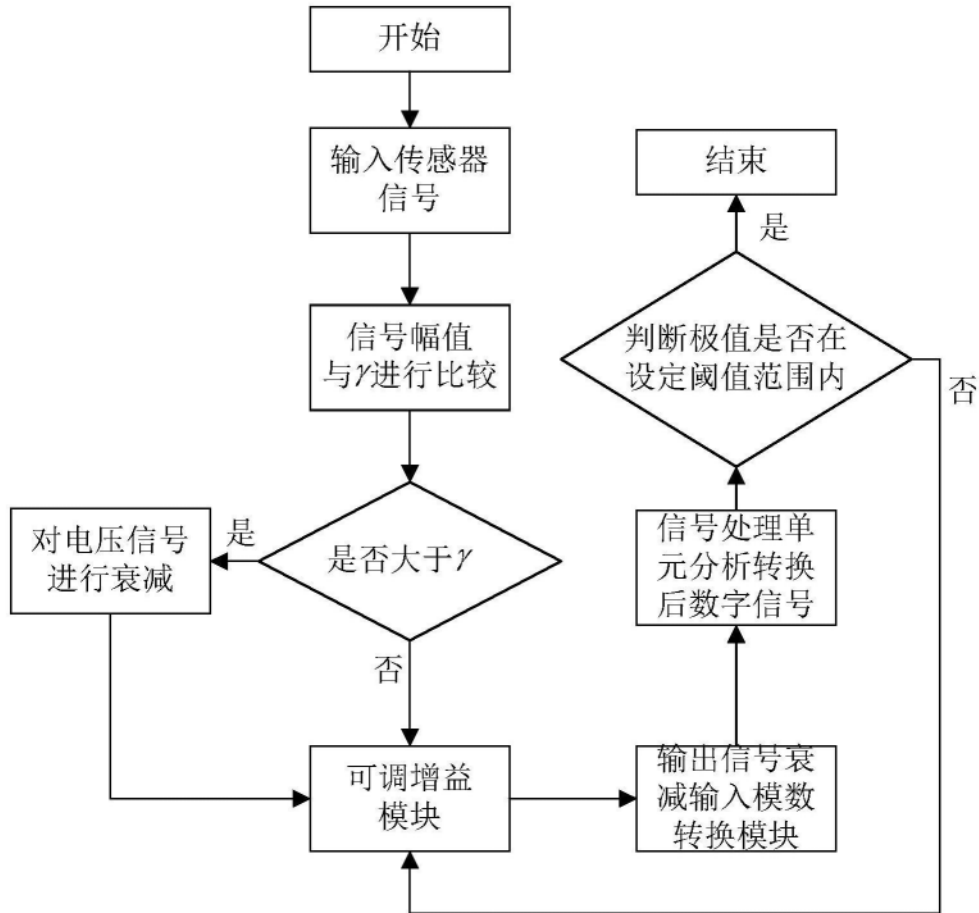


图2

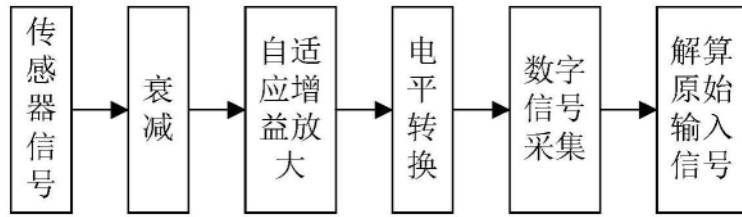


图3