



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03121988.8

[43] 公开日 2003年10月22日

[11] 公开号 CN 1450739A

[22] 申请日 2003.4.21 [21] 申请号 03121988.8

[71] 申请人 徐忠义

地址 050018 河北省秦皇岛市海港区建兴里
小区2-1-5号

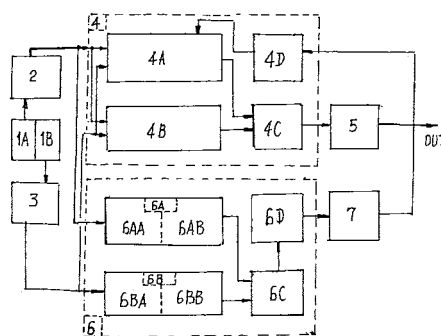
[72] 发明人 徐忠义 李秀萍

权利要求书3页 说明书8页 附图2页

[54] 发明名称 语音背景噪声抑制装置

[57] 摘要

本发明涉及一种语音背景噪声抑制装置的新设计，所在设计中采取同性单向的两个麦克风反向设置，利用两个射随放大线路取出两路含有语音和环境噪声的音频信号。采取了高共模抑制度的差分放大电路做为消除噪声的基本电路，并将其中一路差分放大电路设置在语言控制之下，使无语音时两路差分放大电路达到反相平衡静音，有语音时使差分放大并迭加后结果使语音信噪比达50dB以上。即使在84dB的环境噪音下电路输出的语音信噪比在最差的频段也不低于30dB。



ISSN 1008-4274

1、语音背景噪声抑制装置，结构中包括相反向设置的同性单向式麦克风话筒（1A、1B），及相对应的差分放大式消噪电路，其特征在于该装置包括，两个射随放大器（2、3），受控复合式差分放大电路组成的背景噪声抑制器（4），低通滤波器（5），语音控制信号提取电路（6），抗干扰电路（7），语音控制信号触发电路（8），其中两个射随放大电路（2、3）的输入信号均来自于所跟随的麦克风回路（1A、1B）中的音频信号，从射随放大器（2、3）输出的信号分为两路，一路引入复合式的差分放大电路组成的背景噪声抑制器（4），一路引入语音控制信号提取电路（6），由（6）输出的语音脉冲信号，通过抗干扰电路（7）隔离及触发电路（8）加在背景噪声抑制器（4）中的受控差分放大电路4A中的电子开关（4D）上，滤噪后的语音信号从（4）引出经低通滤波器（5）输出。

2、根据权利要求1所说的语音背景噪声抑制装置，其特征在于背景噪声抑制器（4）是由两个共模抑制性能指标一致的两个带有浮动地的复合式差分放大器（4A、4B）组成，其中差分放大器（4A）是一个受语音信号脉冲触发可实现均衡与失衡状态转换的差分放大电路。两个差分放大电路（4A、4B）输出的语音及噪声信号在可变电阻 W_1 组成的相加器（4C）上汇集合成后由 W_1 中间调整臂上引出语音信号至低通滤波器（5）。

3、根据权利要求2所说的语音背景噪声抑制器，其特征在于带浮动地的受控差分放大电路（4A）中的差分放大器平衡匹配阻抗电阻 R_{26} 与电子转换开关（4D）的短路调控线相连接形成可转换式差分放大电路，其中电子开关（4D）的触发端与语音控制的触发器（8）输出端相连。

4、根据权利要求1所说的语音背景噪声抑制装置，其特征在于语音控制信号提取电路(6)由两路脉冲信号转换电路(6A、6B)和语音脉冲信号提取电路(6C)组成，从射随放大器(2、3)引出的两路音频信号分别输入两路音频信号脉冲转换电路(6A、6B)转化为两路音频脉冲信号后汇合进入语音脉冲提取电路(6C)，从中再引出的语音脉冲信号送入抗干扰电路(7)经隔离去噪后接至语音脉冲信号控制的触发电路(8)，由该触发电路(8)发出控制信号接电子开关(4D)的触发端。

5、根据权利要求1所说的语音背景噪声抑制电路，其特征在于麦克风1A和1B连接的射随放大电路(2、3)可由两个运算放大器(U_{1A} 、 U_{2B})及外围阻容元件 $R_1\sim R$ ， $C_1\sim C_2$ 搭接组成。

6、根据权利要求1或2所说的语音背景噪声抑制装置，其特征在于带有浮动地的复式差分放大电路组成的消噪器(4)是由4运放集成块($U_{2A}-U_{2D}$)和外围阻容元件 $R_8\sim R_{16}$ ， C_3 、 C_7 及4道放集成块($U_{3A}-U_{3D}$)及外围的阻容元件 $R_{19}\sim R_{26}$ ， $C_{11}\sim C_{12}$ 组成，其中电子开关(4D)的两条短路控制线接在电阻 R_{26} 的两端组成受控差分放大电路(4A)，两个差分放大电路(4A、4B)的输出端接在相加器(4C)即可变电阻 W_1 的两端上从而组成消噪电路，电子开关(4D)的触发端引至语音信号控制的单稳态触发器(8)输出端上，可变电阻 W_1 的自由臂接低通滤波器(5)上。

7、根据权利要求1或4所说的语音背景噪声抑制装置，其特征在于音频信号转换为脉信号电路(6A或6B)是由运算放大器(U_{1C})和触发门电路(U_{5A})及配套阻容元件 $R_5\sim R_7$ ，电容 C_5 搭组成，音频信号从麦克风(1A、1B)后的射随放大电路(2或3)输出端引入，由脉冲信号脉冲门电路(U_{5A})输出。至语音脉冲提取电路(6C)。

8、根据权利要求1或4所说语音背景噪声抑制装置，其特征在于语音

脉冲的提取电路(6C)是一个由异或门组成的逻辑判断电路,两路音频脉冲信号由6A和6B输出至异或门输入端,选出的语音脉冲信号输至脉冲抗干扰电路(7),抗干扰电路(7)是由 $U_5C\sim U_5F$ 触发器,和由二级管D1,电阻 R_{27} ,电容 C_{10} 搭成的高频滤波器组成,输出信号至触发电路(8)。

9、根据权利要求1所说的语音背景噪声抑制装置,其特征征在于触发器(8)是采取集成块Cd4098及外围阻容元件 C_{13} 、 C_{14} 、 R_{30} 搭接而成的单稳态电路,语音触发脉冲自抗干扰电路(7)中输出至集成电路块的输入端,输出端接电子开关(U_7A)的触发端。

10、根据权利要求1所说的语音背景噪声抑制装置,其特征征在于所说的低通滤波器(7)是由运算放大器(U_4A)及其外围阻容元件 R_{27} 、 R_{28} 、 C_8 、 C_9 、 C_4 搭接而成,输入的语音信号自合成可调电阻W1的自由臂上引出,语音输出信号自运放(U_4A)输出端经电容 C_4 引出。

语音背景噪声抑制装置

技术领域

本发明属于语音通信传输领域，特别是适合于背景噪声较强的环境中用于语音信号转化为高保真电讯信号的场合。

背景技术

通讯水平已成为现代化的一个标志，语言信息也成为现代社会交流的主要手段，用语音控制的电子设备也成为高精尖技术选用的方案，所以高保真度语音的传输已成为十分重要的科学技术领域，特别是环境噪声不可避免的场合如何抑制噪声，使语音信息准确无干扰的传至受访方已成为十分迫切的课题，除喉头麦克风之外，其它各种各样抗干扰式麦克风在环境噪声电平超过 70dB 情况下情况十分不理想。为解决这一问题借助计算机技术利用复杂的软件管理以微处理器做平台对各种噪音进行分类、识别、处理形成人工智能耳技术。虽然效果良好但技术复杂、成本高，并不适用于民用产品和普通的通讯行业。有效抗击背景噪音的干扰需要成本低廉且效果明显的产品以适应普通用户的需要。

为此本发明人曾经设计过一种简易抗噪话筒的设计方案（见 L97212892.1 号专利文献），该文献中所采用的两个单向话筒反向设置，通过低通滤波器和高共模抑制比的差分放大电路组成消噪装置，虽然有一定的效果，但电路设计过于简单，在抑制多反射环境中的噪声干扰时，效果较差。因为在我们生活的空间中，很多物体和建筑物的尺寸和语音、环境噪声信号的波长相当，所以直射波和反射波的叠加，会改变理论上计算出

的同一种波在空间相邻两点的强度，以单音频为环境噪声进行实际测量，在相距 10mm 的两个点在语音频段内所测得的强度差最坏的情况为-5dB(差值应越小越好)，在 30cm 以内对原设计的麦克风进行模拟语音的单频测量，最坏的情况亦为-5dB(差值越大越好)如果出现这样的情况，以前的设计抑制噪声能力将变得很差。

发明内容

本发明的目的是提供一种对噪声有高抑制性能的装置，以适应在 80dB 的干扰环境噪声下传输出语音信噪比大于 30dB 以上。

本发明的关键在于消噪电路设计。在差分放大器中拟增加浮动地，进一步提高了差分放大器的共模抑制比，增加了可控差分放大器、语音信号识别、无语音信号时环境噪声零输出、语音控制脉冲的形成和滤除干扰等电路，性能指标、先进性和实用性都特优于过去的申请专利。

从语音的频谱分析可知，能量强度最高的频带为 300-500HZ，高于 500HZ 频率的强度逐渐降低，从 300HZ 开始强度以每倍频程 6dB 的斜率下降。如果在语音中去掉 2KHZ 以下的频率，就无法听懂语音的意思；而去掉 2KBZ 以上的频率，却不会影响对语音的理解。再从听觉掩蔽的角度来看，语音和干扰噪声同时出现，相互掩蔽会对人的听觉阈限形成影响。如果用语音去掩蔽环境干扰噪声，在输出端语音信号一定要高于噪声信号 20dB。也就是说，输出语音的信噪比要大于 20 dB 环境噪声才不会引起听觉的厌烦。如果没有语音信号掩蔽，40 dB 的噪声听起来就很清楚，所以我们可以用语音控制脉冲来控制电路，实现没有语音信号时的零噪声输出。

从频率上分析，低频对高频的掩蔽远大于高频对低频的掩蔽。也就是说，低频噪声对语音的干扰远大于高频噪声对语音的干扰。所以抑制语音噪声干扰重点应考虑低频率噪声对语音的干扰。在抑制噪声的过程中，即是语音信号高端频率造成损失，也不会影响对语音的判断和理解。

如前所述,我们采用特殊的结构,保证双向麦克风取出的两路语音信号最小差值为-8 dB;环境噪声的最大差值为-5 dB。电路中的语音、噪声信号识别,根据这两种信号不小于3 dB的门限差,通过两个高性能线性放大器和两个施密斯触发器来实现。为了方便计算,两个麦克风的距离按10mm计算。对远声源的噪声信号来讲,这两点的相对幅度差可近似用下面公式计算: $S=1-\cos 360L/a$ 其中L为两只麦克风之间的相对距离,a为该频率的波长。这样我们可计算出在相距10mm的两点3.4KHZ的相对幅度差为20%、2KHZ的相对幅度差为6.7%、1KHZ的相对幅度差为1.7%、500HZ的相对幅度差为0.42%、300KHZ的相对幅度差为0.15%。差分放大器对噪声的抑制度 $L=20\log S(\text{dB})$ 。即3.4KHZ为14dB,3KHZ为16.5dB,2KHZ为23dB,1KHZ为35dB,500HZ为47.5dB,300HZ为56.5dB。由此可见,两只麦克风的距离可对语音频率的高端噪声抑制度造成影响。幸好影响语音信号的强度、清晰度、信噪比等指标都由语音信号中2KHZ以下的频率决定。所以用低通滤波器滤除高于3.4KHZ以上的语音和干扰噪声,有利于提高语音背景噪声的抗干扰性能。

本发明的关键在于根据以上理论分析所设计的消噪电路,是在两个同性单向麦克风,反背向设置后一个用做语音送话,另一个做为反相位差分放大消噪的参照话筒。而消噪装置结构中包括两个射随放大器,由代浮动地的复式差分放大电路组成的背景噪声抑制器、低通滤波器、语音信号控制信号换取电路和语音控制信号触发电路组成。其中两个射随放大器的输入信号来自两个数向设置的麦克风采集到的音频信号,从射随放大器引出的音频信号分两路,一路引入复式代浮动地的差分放大电路形反相信号后选加组合成背景噪声抑制器,另一路关入语音控制信号提取电路,所输出语音控制脉冲经抗干扰电路送至触发电路,由触发电路发出控制信号送入复式差分放大电路中的一个放大器组成为受控差分放大电路,在无语音

输出时实现噪音完全抵消，只有有语音时使受控的差分放大电路转变为失衡态下的差分放大电路，以提高语音信噪比。

按以上原则设计的电路计算一下背景噪声在 84dB，近距以正常强度对麦克风讲话（30dB 左右）在语音频带几个代表性频率段内语音信噪比。在 300HZ-3.4KHZ 之间语音输出的最差的信噪比也有 30dB 以上。

下面结合附图给出的实施例中原理图进一步说明本发明的目的是如保实现的。

附图说明

图 1 为本发明的结构框图。

图 2 为音频信号放大电路

图 3 为复式带浮动地的差分放大电路、迭加电路和抗干扰电路

图 4 语音控制信号提取电路原理图

图 5 低通滤波器电原理图，图 6 为触发器电路。

其中 1 代表音频传感电路，1A、1B 代表两个单、同性并且反向调协的麦克风，2、3 代表射随放大电路，4 代表复式带浮动地的差分放大电路，组成的背景噪声抑制器。4A、4B 代表两个带浮动的差分放大电路，4C 代表反相音频信号机加器，4D 代表电子开关，5 代表低通滤波器，6 代表语音控制信号提取电路，6A、6B 为两路相同的音频信号转脉冲信号转换电路，6AA 和 6BA 为音频模拟信号线性放大器，6AB 和 6BB 为模拟信号转脉冲信号电路，6C 为语音脉冲信号提取电路，7 为抗干扰电路，8 为语音脉冲信号触发器，R 为电阻标志，C 为电容标志， $U_1 \sim U_4$ 均为四运放标志， U_5 为触发器， U_6 代表异或门， U_7 代表电子开关， U_8 是 Cd4098 集成块，D 代表二极管。

具体实施方式

本发明的背景噪声抑制器 4 所采取的具全电路中是两个性能相同的带

浮动地的高共模抑制度的差分放大电路（4A、4B）组成，其中一个差分放大器 4A 是特殊设计的受语音信号控制（语音脉冲信号触发）的一个可转换差分放大器，它按语音的有无来控制 4A，由不平衡的差分放大器转换为差分放大器，这两个基本相同电路所输出的音频信号（语音和噪音）在所设置的相加器（4C），即一个可变电阻器 W_1 上汇合相加，由可变电阻 W_1 的滑动臂上取出相加后的语音信号通过滤波电路（5）输出。这样的差分电路。这样的设计可以在没有语音传入时从基本上相互抵消噪音电平达到静音的境界。而有强音信号时，可从可变电阻 W_1 上取出清晰的语音信号，在没有语音信号时亦可使背景噪声基本上完全消除，听起来象不处在噪声环境下，这正是本发明形成的明显特点之一。那么下步设计的关键就是如何用语音信号来完成对消噪电路的自动切换。

对可控差分放大电路 4A 的控制是加设了电子转换开关（4D），利用电子转换开关上的两条短路接线，连接在差分放大电路的平衡电阻 R_{26} 两端，当电子开关（4D）导通时 R_{26} 短路差分放大电路 4A 变成普通放大电路，使语音信号有效放大，并以语音的高增益掩蔽背景噪声，取得良好的通信效果，而当电子开关 4D 开路，即没有语音输入时可以微调 W_1 ，使得噪声背景基本抵消从而获得理想的通话环境取得听觉上“干净”。

语音控制信号的提取电路（6）中包括由两路非常一致的音频信号处理通道。即是脉冲信号转换电路（6A、6B）。两路输出的信号经过触发电路（6AB、6BB）成为脉冲信号。以上电路与语音脉冲信号提取电路（6C）实现语音脉冲的提取。从两个麦克风（1A、1B）后的射随放大器（2、3）引出的两路音频模拟信号分别输入两个对称设计的电路（6A、6B），利用触发器（6AB、6BB）很容易将两路模拟信号转换为两路音频脉冲信号，由于两路音频信号中，语音幅度差最小为 8dB，噪音幅度差最大为 5dB，所以把触发器的门限设为 1.8V，电源设定为 3.3V，这样很容易把幅度小于 5dB 噪声

信号转换为有相位差的脉冲信号，而把幅度差大于 8dB 的语音信号转换为一路脉冲信号，这两路信号通过以异或门为语音脉冲提取电路 6C 的主要电路时优选出语音脉冲信号。由于噪声的幅度差而引入的脉冲相位差，以及高于语音频率的噪声均可以在下一级抗干扰电路 7 时被滤损而剩下单一的语音脉冲信号。剩下单一的语音脉冲信号在下级触发电路 (8) 中可得到进一步加宽，从而保证语音中语言的连续性。这样就从音频中取出了控制差分放大电路 4A 语音脉冲信号。

从图 2~图 5 所给出的是电路的实施例，其中从图 1 可以看出麦克风 (1A、1B) 的音频射随放大电路 (2、3) 是由两个运算放大器 (U_1A 、 U_1B) 和外围阻容元件： $R_1\sim R_4$ ， $C_1\sim C_2$ 搭接而成。由麦克风 (1A、1B) 所采集的语言及噪声经线性放大后由射随放大器输出。

图 2 给出了消噪器电路，低通电路的实施例。消噪电路是两个共模抑制制度基本相同的带浮动地的复式差分放大电路 (4A、4B) 和相加器 4C。图中给出了该电路是由两个四运放集成块 (U_2 、 U_3) 及外围的阻容元件 $R_{19}\sim R_{26}$ 电容 $C_{11}\sim C_{12}$ 搭接组成，其中 4A 是一个受控差分放大电路，电子开关 4D 的两条短路线接在平衡电阻 R_{26} 的两端，从而形成受控可转换的差分放大电路 (4A)，两个带浮动地的差分放大电路 (4A、4B) 的输出端接在相加器 (4C)，即一个可变滑动电阻器 W_1 两端，由于其相位相反而噪声电平可以调至零，形成无语音时的静音效果。电子开关 4D 的触发端引至触发器 (8) 的输出端，实际上受语音脉冲的控制。当语音脉冲存在时 R_{26} 短路，4A 由差分放大至失衡态下的差分放大器，换后语音信号通过它所获得增益使输出语音信号的幅度差加大，所以在相加器 4C 上迭加压后产生对噪声背景更强的抵了制度即语音信噪比达 30dB 以上，基础噪音的抑制达到理论论证的理想指标。

图 4 给出的是语音控制信号提取电路的电原理图，其中包括由将由两

个麦克风采集并放大的音频电路，按两路通道进行处理形成脉冲信号转换电路（6A、6B），两个电路完全一样，包括一个由运算放大器 U_{1C} 及外围元器件 $R_5 \sim R_7$ 电容 C_5 组成的线性放大电路，放大后的信号送入触发门电路 U_{5A} 转换为脉冲信号，两路音频信号即转换为两路脉冲信号，将两路脉冲信号送入提取电路 4C，即是由异或门 U_{6A} 后所输出的即是语音脉冲信号，将该信号送入抗干扰电路 7。

该抗干扰电路（7）具体是由触发门电路 $U_{5B} \sim U_{5D}$ 及由二极管 D_1 电阻 R_{27} 电容 10 组成高频滤波器，搭串而成的隔离电路，使音频中的语音脉冲信号顺利通过送至触发电路 8。

触发电路 8 具体可由集成块 Cd4098 及外围阻容元件 C_{13} 、 C_{14} 、 R_{20} 搭接而成的单稳态电路、语音触发脉冲自抗干扰电路 7 中引出至该集成块的触发端、输出触发信号接电子开关 4D 的触发端。

图 5 给出的是低通滤波器 5 的电原理图，该低通滤波器由运算放大器 U_{4A} 和外围阻容元件 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 R_{25} 、 R_{29} 搭接组成，从 W_1 滑动臂上取出的音频信号经电阻 28、29 输入运算放大器可滤过 3.4KHz 以上的噪声信号。

图 2 至图 5 的实施例可以组成一个完整的语音背景噪声抑制装置。

由于麦克风 1A、1B 得到的两路语音信号和噪声信号，分别通过 U_{1A} 、 U_{1B} 构成的射随进行阻抗匹配，使麦克风电路同时输入到两个差分放大器和两个线性放大器而相互之间互不影响。运算放大器 U_2 、 U_3 分别用个自内部的四个独立单元，及其外围器件分别组成了具有较高共模抑制比性能的两个差分放大器，其中 U_3 构成的差分放大器平衡输入电阻 R_{26} 受语音控制脉冲的控制可使 U_3 进行差分到普通放大之间的转换。由于 U_2 、 U_3 的输入信号相位相反，所以它们的输出也是幅度相等、相位相反的信号，在没有语音控制脉冲时，相加器 W_1 不但可使 U_2 、 U_3 的输出相互隔离，而且微调中心抽头的位置可消除由于器件参数离散而引起的 U_2 、 U_3 的放大量差

异而增大噪声的输出。在有语音控制脉冲时，可从 W1 中心抽头输出语音信号。U_{1C}、U_{1D} 及其外围器件构成了两只线性放大器，对从麦克风组取出的信号进行线性放大后，再通过触发器 U_{5A}、U_{5B} 转变为控制脉冲信号。由于噪声信号的幅度差可能达到 5dB，会引入 U_{5A}、U_{5B} 输出脉冲的相位差，导致异或门 U_{6A} 输出有大量的干扰脉冲；另外，在噪声频率高于语音最高频率时，也会引入干扰脉冲。这些干扰严重影响了电路的正常工作，必须用 U_{5C}、U_{5D}、D₁、R₂₇ 组成的抗干扰电路加以滤除，而得到单一的语音控制脉冲。U_{8A} 及其外围器件构成了脉冲展宽电路，把语音控制脉冲展宽，以保证电路输出的语音连续、流畅。U_{4A} 及其外围器件组成了低通滤波器，滤除 3.4KHZ 以上的所有信号，即能保证了语音的清晰度，不会因为该装置对 3.4KHZ 以上的噪声抑制制度变低，而使输出语音信号的信噪比变坏。

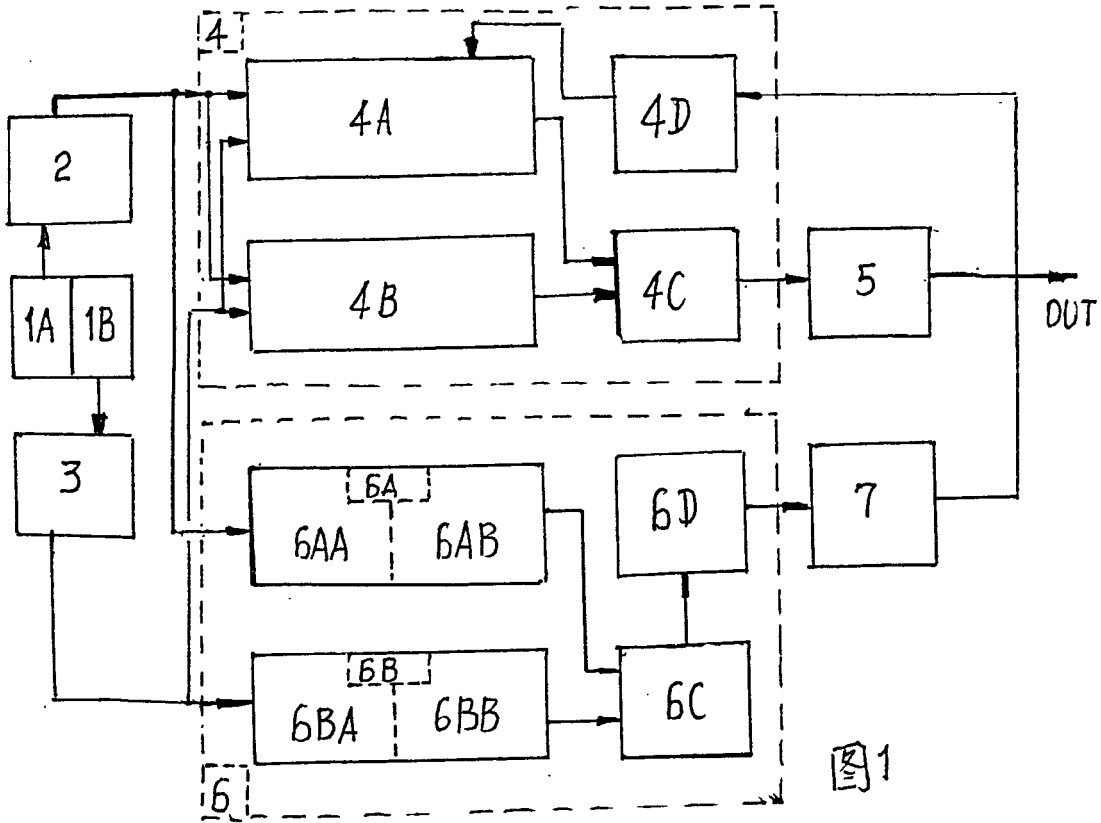


图1

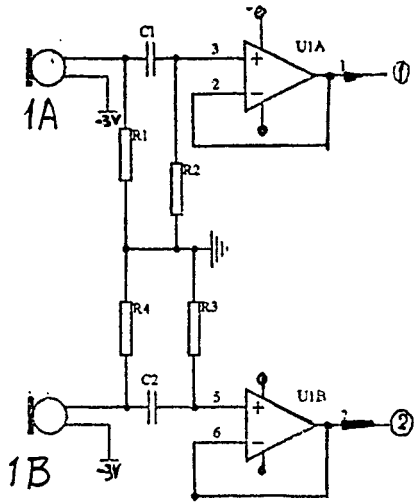


图2

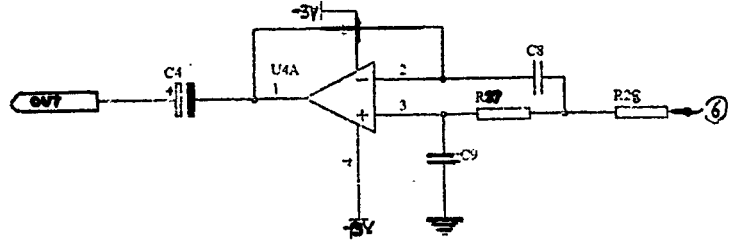


图5

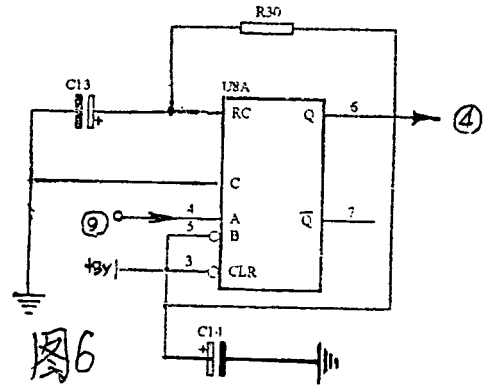


图6

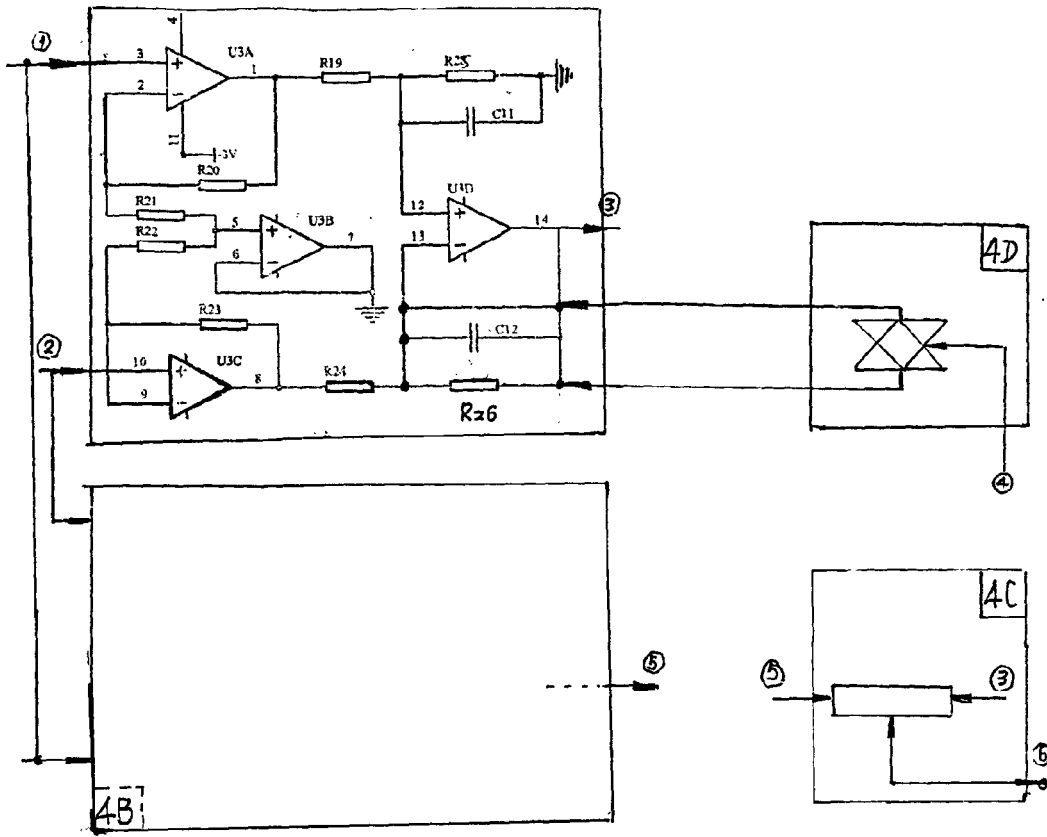


图3

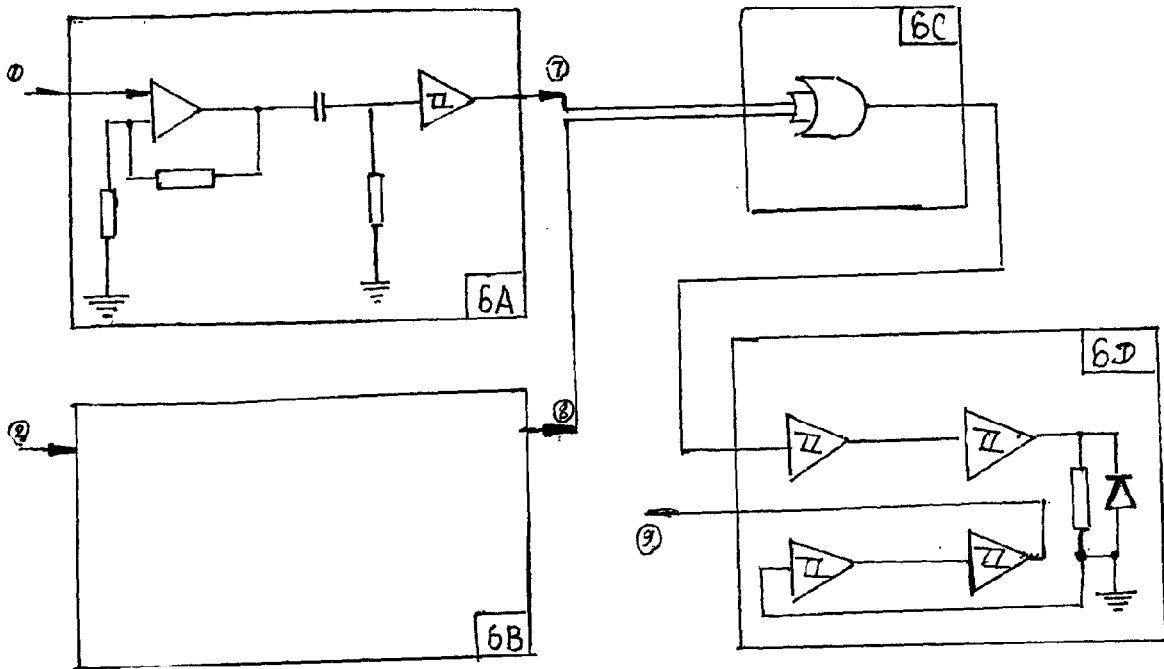


图4