



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02818392.4

[43] 公开日 2004年12月22日

[11] 公开号 CN 1557080A

[22] 申请日 2002.3.20 [21] 申请号 02818392.4

[30] 优先权

[32] 2001.10.8 [33] RU [31] 2001127207

[32] 2001.10.8 [33] RU [31] 2001127206

[86] 国际申请 PCT/RU2002/000102 2002.3.20

[87] 国际公布 WO2003/032594 俄 2003.4.17

[85] 进入国家阶段日期 2004.3.16

[71] 申请人 伊哥·玻利索维奇·多尼夫

地址 俄罗斯莫斯科地区希姆基镇

[72] 发明人 伊哥·玻利索维奇·多尼夫

莱奥尼德·艾历克谢耶夫·莱托诺夫

[74] 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司

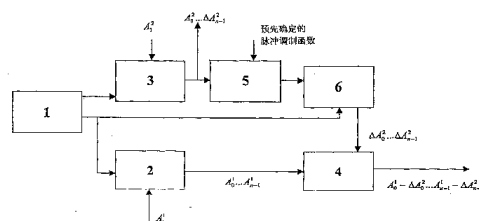
代理人 陈燕娴 郑小粤

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称 信息传输方法

[57] 摘要

使用本发明可提高现有通讯线路的传输率或其容量。方法是在传输侧，从第一与第二序列数字信息取样形成第一与第二模拟信号，第一模拟信号是用第一序列的数字信息取样的值与从第一序列的数字信息取样的点上所取的第二序列的数字信息取样的值的差来形成的，第二模拟信号是用从第二序列的数字信息取样的点上所取的第二序列的数字信息取样，即处于第一序列的数字信息取样的点之间的取样来形成的；将第一与第二模拟信号相加，将相加的模拟信号传输至通讯线路；在接收侧，先用时钟脉冲频率从相加后的模拟信号中取样，还原第一序列的数字信息取样，然后用预先确定的脉冲调制函数将第一序列的数字信息取样转换成第一序列的模拟信号；从相加的模拟信号中减去上述第一序列的模拟信号；从所得的模拟信号差还原第二序列的数字信息取样。



1. 一种信息传输方法，包括下列步骤：

在传输侧：

---用预先确定的脉冲调制函数从一个序列的离散数字信息取样形成模拟信号；

---将形成的模拟信号传输至通讯线路；

5 在接收侧：

---从通讯线路接收模拟信号；

---用预先确定的脉冲调制函数从模拟信号还原数字信息取样序列，

其特征是上述方法包括如下步骤：

在传输侧：

10 ---从第一与第二序列离散数字信息取样形成第一与第二模拟信号；

---第一模拟信号是用第一序列的数字信息取样的值与从第一序列的数字信息取样的点上所取的第二序列的数字信息取样的值的差来形成的；

---第二模拟信号是用从第二序列的数字信息取样的点上所取的第二序列的数字信息取样，即处于第一序列的数字信息取样的点之间的取样来形成的；

15 ---将第一与第二模拟信号相加，将相加的模拟信号传输至通讯线路；

在接收侧：

---用时钟脉冲频率从相加后的模拟信号中取样，还原第一序列的数字信息取样；

---用预先确定的脉冲调制函数将第一序列的数字信息取样转换成第一序列的模拟信号；

20 ---从相加的模拟信号中减去上述第一序列的模拟信号；

---从所得的模拟信号差还原第二序列的数字信息取样。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征是第一与第二取样序列是用初步脉冲调制函

数形成的，其所用的函数形式为  $\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}$ ，其中  $x = 2\pi F_u$ ， $F_u$  是被传输的信号频

谱中最高的频率， $n$  是所用的频率分量的数目。

25 3. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征是预先确定的脉冲调制函数用函数形式

$$\left( \frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}} \right)^2, \text{ 其中 } x = 2\pi F_u, F_u \text{ 是被传输的信号频谱中最高的频率,}$$

n (大于 1 的整数) 是所用的频率分量的数目。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征是预先确定的脉冲调制函数用函数形

$$\text{式 } \frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right) \left( 1 - \cos \frac{x}{n} \right)^k}{2n \sin \frac{x}{n} \cdot 2^k}, \text{ 其中 } x = 2\pi F_u, F_u \text{ 是被传输的信号频谱中最高的频}$$

5 率, n (大于 1 的整数) 是所用的频率分量的数目, K (大于 1 的整数) 表明了预先确定的脉冲调制函数的舍位的程度。

5. 根据权利要求 5 所述的方法, 其特征是 K 是整数, K=1-20。

6. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征是第二序列的取样点形成于第一序列的取样点之间。

10 7. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征是数字信息取样的第一与第二序列是从单一的信息源或两个不同的信息源提供的。

## 信息传输方法

发明领域

本发明涉及信息的传输与接收方法，能用于通讯与测量系统。

背景技术

- 5 在通讯线路上传输离散信息时有一个传输速度受限制的问题。  
一条通讯线路的最高传输速度  $C$  可用香农公式算出：

$$C = \Pi \cdot \log_2 \frac{P_c + P_{\Pi}}{P_{\Pi}}, \quad (1)$$

式中  $\Pi$  为通讯线路的带宽 KHz;  $P_c$  是传输的信号功率 dB;  $P_{\Pi}$  是通讯线路的干扰功率 dB。

- 10 一条带宽为  $\Pi$  3.1 KHz (300 Hz – 3.4 KHz) ,  $P_c$  与  $P_{\Pi}$  的比  $P_c/P_{\Pi} = 10000$  (相当于 40dB) 的电话线路, 其离散信息的最高理论传输(与接收)速度为

$$C = 3.1 \cdot 10^3 \cdot \log_2 10000 = 40 \text{ Kbit/s.}$$

- “机器人”与“摩托罗拉”公司的现代电话调制解调器能保证信息传输与接收速度在  $P_c/P_{\Pi} = 10000$  (相当于 40 dB) 时达到 33.6 Kbit/s, 表明了实际传输速度已接近按香农公式  
15 算出的最高可能速度。

已知的信息传输方法包括下列步骤：在传输侧，用预先确定的脉冲调制函数将一个序列的离散数字信息取样转换成模拟信号，从而形成模拟信号，将形成的模拟信号传输至通讯线路；在接收侧，从通讯线路接收传输来的模拟信号，将其还原成原来的离散数字信息取样(日本专利 10-098497 A, 国际专利分类 H04L 27/10, 1998 年 4 月 14 日)。

- 20 这种信息传输方法的信息传输与接收速度取决于在传输侧将一个序列的离散数字信息取样转换成模拟信号的方法，以及在接收侧将模拟信号还原成原来的离散数字信息取样的方法，并且该速度要受已有的通讯线路中的脉冲代码调制(PCM)设备最高能力的限制。

如在单一的通讯线路上同时传输两个同样功率的模拟信号  $P_{C_1} = P_{C_2}$  (即解压成两个同样功率)，则方程式(1)可改写成：

$$C = \Pi \cdot \log_2 \frac{P_{C_1} + P_{\Pi}}{P_{\Pi}} + \Pi \cdot \log_2 \frac{P_{C_2} + P_{\Pi}}{P_{\Pi}}$$

- 25 因此，在预先确定的功率  $P = \frac{P_{C_1}}{2} + \frac{P_{C_2}}{2}$  (即  $P_{C_1} = P_{C_2}$  时)，最高信息传输与接收

速度便为  $C = 3.1 \cdot 10^3 \cdot \log_2 5000 + 3.1 \cdot 10^3 \cdot \log_2 5000 \approx 73 \text{ Kbit/s}$ 。所以，在电话线中如解压成两个功率便可提高信息传输与接收速度，实现现有的脉冲代码调制(PCM)设备的最高能力 64 Kbit/s。

## 5 发明内容

本发明的任务是开发出一种解压成两个功率的信息传输方法，提高离散信息的传输速度，或以同样速度传输更多的信息，——两者其实是一样的。

本发明的技术结果是它保证了用现有的通讯信道(不改变其参数)同时输送至少两个模拟信号而不是一个模拟信号。

- 10 为完成上述任务，对于包括下述步骤的信息传输方法，即在传输侧，用预先确定的脉冲调制函数将一个序列的离散数字信息取样转换成模拟信号，从而形成模拟信号，将形成的模拟信号传输至通讯线路；在接收侧，从通讯线路接收传输来的模拟信号，用预先确定的脉冲调制函数将其还原成原来的离散数字信息取样序列，——本发明的方法则包括如下步骤：在传输侧，从第一与第二序列离散数字信息取样形成第一与第二模拟信号，第一
- 15 模拟信号是用第一序列的数字信息取样的值与从第一序列的数字信息取样的点上所取的第二序列的数字信息取样的值的差来形成的，第二模拟信号是用从第二序列的数字信息取样的点上所取的第二序列的数字信息取样，即处于第一序列的数字信息取样的点之间的取样来形成的；将第一与第二模拟信号相加，将相加的模拟信号传输至通讯线路；在接收侧，
- 20 先用时钟脉冲频率从相加后的模拟信号中取样，还原第一序列的数字信息取样，然后用预先确定的脉冲调制函数将第一序列的数字信息取样转换成第一序列的模拟信号；从相加的模拟信号中减去上述第一序列的模拟信号；从所得的模拟信号差还原第二序列的数字信息取样。

本发明的方法的另一个特征是第一与第二取样序列是用初步脉冲调制函数形成的，

其所用的函数形式为 
$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}$$
，其中  $x = 2\pi F_u$ ， $F_u$  是被传输的信号频谱中最高

- 25 的频率， $n$  是所用的频率分量的数目，预先确定的脉冲调制函数用函数形式

$$\left( \frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}} \right)^2$$
，或函数形式 
$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right) \left( 1 - \cos \frac{x}{n} \right)^k}{2n \sin \frac{x}{n} \cdot 2^k}$$
，其中  $x = 2\pi F_u$ ， $F_u$

是被传输的信号频谱中最高的频率， $n$  (大于1的整数)是所用的频率分量的数目， $K=1-20$ 表明了预先确定的脉冲调制函数的舍位的程度。另外，第二序列的取样点形成于第一序列的取样点之间，数字信息取样的第一与第二序列是从单一的信息源或两个不同的信息源提供的。

5

### 附图说明

图1是传输侧数字信息取样的第一与第二序列的框图；

图2是在传输侧形成相加模拟信号的框图；

图3是接收侧通讯系统的框图；

10 图4表示脉冲调制函数 
$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}};$$

图5表示图4所示的脉冲调制函数的频谱；

图6是传输侧形式为 
$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}$$
 的预先确定的脉冲调制函数发生器的框图。

### 具体实施方式

15 本发明的信息传输方法是在通讯系统中实现的，其传输侧与接收侧的框图分别见图1、2与3。

传输侧数字信息取样的第一与第二序列的处理框图(见图1)包括时钟脉冲频率发生器1，第一2与第二3数字-模拟转换器，减法器4，包络形成器5以及模拟-数字(A/D)转换器6。

20 时钟脉冲频率发生器1在其首次输出时形成数字脉冲频率的偶数信号，在其第二次输出时形成时钟脉冲频率奇数信号。时钟脉冲频率发生器1的首次输出与第一数字-模拟(D/A)转换器2的输入相联，发生器1的第二次输出与第二数字-模拟(D/A)转换器3的输入相联。上述D/A转换器2与3将离散数字信息取样的原始序列转换成具有与各离散数字取样的幅值同样幅值的矩形信号序列。

25 第一D/A转换器2的输入接收了离散数字信息取样的第一序列 $A^1_i$ ，这里 $i$ 是数字信息取样的索引号， $i=0, 1, \dots, n-1$ ，该序列被与时钟脉冲频率发生器1的时钟脉冲频率偶数信号相对应的信号转换成D/A转换器2的信息与输出的矩形数字取样的第一序列 $A^1_0$ 。

$A^1_1, \dots, A^1_{n-2}, A^1_{n-1}$ 。实施例的方法中  $n=4$ 。

第二 D/A 转换器 3 的输入接收了离散数字信息取样的第二序列  $A^2_i$ ，这里  $i=0, 1, \dots, n-1$ ，该序列被与时钟脉冲频率发生器 1 的时钟脉冲频率奇数信号相对应(即与时钟脉冲频率相对应)的信号转换成 D/A 转换器 3 的信息与输出的矩形数字取样的第二序列  $A^2_0, A^2_1, \dots, A^2_{n-2}, A^2_{n-1}$ 。

数字信息取样的第一与第二序列可来自两个独立的信息源，也可来自单一的信息源。如为后者，用现有技术将原信息的数字取样序列一分为二，分别发送，供图 1 的单元 2 与 3 的独立信息输入。

第一 D/A 转换器 3 的输出与减法器 4 的输入相联。第二 D/A 转换器 3 的输出与包络形成器 5(乘法器)的输入相联，还向相加模拟信号形成单元输出信息的矩形数字取样的第二序列  $A^2_0, A^2_1, \dots, A^2_{n-2}, A^2_{n-1}$ 。包络形成器 5 第二次输入的是脉冲调制函数发生器的脉冲调制函数。该脉冲调制函数下面就称为预先确定的脉冲调制函数，其形式为  $\frac{\sin x}{x}$  或

$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}$$

。包络形成器 5 的输出与模拟-数字(A/D)转换器 6 的第一次输入相联。

在包络形成器 5 输出时形成数字信息取样的第二序列的包络，供模拟-数字(A/D)转换器 6 的第一次输入，对它第二次输入的是时钟脉冲频率发生器 1 第一次输出的偶数时钟脉冲频率信号。

模拟-数字(A/D)转换器 6 的输出与减法器 4 的输入相联。A/D 转换器 6 对第一序列的取样点的数字信息取样的第二序列的取样值进行计算(取样)，这将以矩形信号序列  $\Delta A^2_i$ ； $\Delta A^2_0, \Delta A^2_1, \dots, \Delta A^2_{n-2}, \Delta A^2_{n-1}$  的形式供减法器 4 的第二次输入。减法器 4 将 A/D 转换器 6 取样(计算)出来的相应的值  $\Delta A^2_i$ ； $\Delta A^2_0, \Delta A^2_1, \dots, \Delta A^2_{n-2}, \Delta A^2_{n-1}$  从矩形数字取样的第一序列  $A^1_0, A^1_1, \dots, A^1_{n-2}, A^1_{n-1}$  中减去。

数字信息取样的差的序列  $A^1_0 - \Delta A^2_0, \dots, A^1_{n-1} - \Delta A^2_{n-1}$ ，以及转换成了矩形脉冲的数字信息取样的第二序列  $A^2_0, A^2_1, \dots, A^2_{n-2}, A^2_{n-1}$  分别供传输侧的相加模拟信号形成单元(见图 2)的输入。

在数字信息取样的序列  $A^2_0, A^2_1, \dots, A^2_{n-2}, A^2_{n-1}$  与取样  $A^1_0 - \Delta A^2_0, \dots, A^1_{n-1} - \Delta A^2_{n-1}$  到达相加模拟信号形成单元(见图 2)前，用现有方法，用串-并转换器(图中未表示出)将它们转换为并联编码。

传输侧相加模拟信号形成单元的框图(见图 2)由预先确定的脉冲调制函数形成器 7 构

成, 该形成器包括第一(初步)脉冲调制函数发生器 8, 第二(预先确定的)脉冲调制函数发生器 9 以及其输入与脉冲调制函数发生器 8 与 9 的输出相联, 并且其输出即预先确定的脉冲调制函数形成器 7 的输出的预先确定的脉冲调制函数乘法器 10。

此外, 传输侧还包括两组乘法器 11-14 与 15-18, 每组都有  $n$  个(图 2 所示的例中  $n=4$ ) 预先确定的脉冲调制函数乘法器以及一个数字信息取样序列, 该序列是供乘法器信息输入的。乘法器 11-14 与 15-18 的基准输入与预先确定的脉冲调制函数形成器 7 的输出相联系。

乘法器 11-14 与 15-18 的信息输入分别是第一序列与第一序列取样  $A^1_0 - \Delta A^2_0, \dots, A^1_{n-1} - \Delta A^2_{n-1}$  的点的数字取样的数字信息取样的差的序列, 以及数字信息取样的第二序列  $A^2_0, A^2_1, \dots, A^2_{n-2}, A^2_{n-1}$ 。

各乘法器 11-14 与 15-18 的输出通过相应的延迟元件 19-22 与 23-26 分别与第一包络形成器 27 与第二包络形成器 28 相联。这两个包络形成器 27 与 28 的输出与加法器 29 的输入相连接, 加法器的输出分别直接以及通过  $90^\circ$  相移器 30 与第一与第二输出乘法器 31 与 32 的信息输入相联, 对它们的基准输入分别提供载波频率  $f_0$  的  $90^\circ$  相移的基准波形  $\cos\omega_0 t$  与  $\sin\omega_0 t$ , 其中  $\omega_0 = 2\pi f_0$ 。乘法器 31 与 32 的输出与加法器 33 的输入相联, 加法器的输出与通讯信道(图中未表示出), 例如无线通讯的输入相联。

在图 2 的框图中, 延迟元件 19-22 与 23-26 保证: 模拟信号输入, 从 0 到  $(n-1)\pi$  的预先确定的脉冲调制函数的相位变换, 以及形成包络成分(段)的各种时间延迟。第一组的第一延迟元件 19 延迟模拟信号的输入 0 秒(信号不延迟), 即该元件画在图 2 中只是为了整齐。此后的各延迟元件, 从 20-22, 各有与其之前的元件的延迟时间不同的模拟信号的延迟时间, 相差一个数字信息取样序列  $T_c = 1/F_u$  的重复周期的值, 这里的  $F_u$  是所传输的模拟信号频谱中最高的频率。第二组的延迟元件 23-26 也适用同样的规则, 只是其第一延迟元件 23 有延迟时间  $T_c/2$ 。

$90^\circ$  相移器 30 保证模拟信号输入时(对载波  $f_0$ )相位变换  $\pi/2$ 。

通讯系统的接收侧包括(见图 3)  $90^\circ$  相移器 34, 其输入与第一输入乘法器 35 的信息输入是连在一起的, 并与通讯信道(图中未表示出)的输出相联,  $90^\circ$  相移器 34 的输出与第二输入乘法器 36 的信息输入相联。如同传输侧一样, 对第一与第二输入乘法器 35 与 36 的基准输入分别提供载波频率  $f_0$  的  $90^\circ$  相移的基准波形  $\cos\omega_0 t$  与  $\sin\omega_0 t$ 。输入乘法器 35 与 36 的输出分别与减法器 37 的输入相联, 减法器的输出与时钟脉冲频率提取器 38, 第一模拟-数字(A/D)转换器 39 的输入, 以及减法器 40 的首次输入相联。第一 A/D 转换器 39 的一次输出与包络形成器 41 的首次输入相联, 形成器的第二次输入则输入具有与传输侧的预先确定的脉冲调制函数同样形式的预先确定的脉冲调制函数, 上述形成器 41 的

一次输出与减法器 40 的第二次输入相联。时钟脉冲频率提取器 38 的直接与倒相输出分别与第一 A/D 转换器 39 及第二 A/D 转换器 42 的时钟脉冲输入相联,这两个转换器的输出分别为数字信息取样的第一序列的输出 43 与数字信息取样的第二序列的输出 44。

90° 相移器 34 保证相加模拟信号输入时(对载波  $f_0$ )相位变换  $\pi/2$ 。

5 时钟脉冲频率提取器 38 可以是任何已知的这种提取器,只要能保证根据时钟脉冲信号是如何插入传输中的相加模拟信号的,便可从输入到接收侧的相加模拟信号获得时钟脉冲频率信号。在图 3 中,时钟脉冲频率提取器 38 的倒相输出用一个点标出。

初步脉冲调制函数发生器 8 形成第一个脉冲调制函数时,可用已知的函数  $\frac{\sin x}{x}$ , 其

10 中  $x = 2\pi F_u$ ,  $F_u$  是被传输的模拟信号频谱中最高频率。但是,为了减少在实际的带载波的通讯信道中传输离散信息取样时的失真,最好选择下面的函数作为第一(初步)脉冲调制函数:

$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}, \quad (2)$$

15 其中  $x = 2\pi F_u$ ,  $F_u$  为被传输的模拟信号频谱中最高频率,  $n$  是大于 1 的整数,等于在模拟信号频谱中所用的频率分量的数。 $n$  的值根据公式  $n = T/T_c$  确定,这里的  $T$  是特定的处理间隔(预先确定的脉冲调制函数的周期),在目前的例中为 10.66667ms,  $T_c$  是数字信息取样序列的重复周期。

上述初步脉冲调制函数具有图 4 所示的形式(所示的是  $n=16$  时的函数)以及图 5 所示的频谱。

20 图 6 所示的是这种初步脉冲调制函数的发生器的框图。该发生器包括串联在一起的 8 个独立的转换单元 45.1-45.8。每个转换单元包括第一 46 与第二 47 两个乘法器,90° 相移器 48,以及加法器 49。在图 6 中,所用的 8 个转换单元中的每一个都标了 45.j,  $j$  表示该转换单元的索引号。相应的转换单元中的每个元件也有一个两部分组成的编号,后一部分的数字表示具有该元件的转换单元 45 的号码。在各转换单元 45 中,90° 相移器 48 的输出与第二乘法器 47 的信息输入相联,两个乘法器 46 与 47 分别与加法器 49 的输入相连接。90° 相移器 48 的输出与第一乘法器 46 的信息输入相联,为该转换单元 45 的信息输入,加法器 49 的输出是该转换单元 45 的输出。

第一与第二转换单元 45.1 与 45.2 的第一乘法器 46.1 与 46.2 的基准输入与第二乘法器 47.1 与 47.2 的基准输入分别相联,是整个发生器的双倍脉冲调制频率,即相当于表达

式(2)中  $4X$  值的频率的  $90^\circ$  相移基准波形的输出 50 与 51。第三与第四转换单元 45.3 与 45.4 的第一乘法器 46.3 与 46.4 的基准输入与第二乘法器 47.3 与 47.4 的基准输入分别相联,是整个发生器的脉冲调制频率,即相当于表达式(2)中  $2X$  值的频率的  $90^\circ$  相移基准波形的输出 52 与 53。最后,第五至第八转换单元 45.5, 45.6, 45.7 与 45.8 的第一乘法器 46.5, 46.6, 46.7 与 46.8 的基准输入与第二乘法器 47.5, 47.6, 47.7 与 48.8 的基准输入分别相联,是半倍脉冲调制频率,即相当于表达式(2)中  $X$  值的频率的  $90^\circ$  相移基准波形的输出 54 与 55。第一转换单元 45.1 的信息输入是发生器的信息输入 56, 第八转换单元 45.8 的输出是初步脉冲调制函数发生器的输出 57。

每个转换单元 45 中的  $90^\circ$  相移器 48 保证信号输入时(对传输中的模拟信号频谱中的最高频率  $F_u$ )相位变换  $\pi/2$ 。

为发生初步脉冲调制函数,初步脉冲调制函数发生器输入的是具有频率  $F_u$  (传输中的模拟信号频谱中的最高频率)的单位幅值的矩形脉冲。从能形成双倍、单倍与半倍脉冲调制频率的  $90^\circ$  相移的基准波形的外部的脉冲发生器将  $90^\circ$  相移的基准波形分别输入初步脉冲调制函数发生器。

由预先确定的脉冲调制函数形成器 7 的发生器 9 发生的第二(预先确定的)脉冲调制函数可有各种形式。下面对发生器 9 输出的两种不同形式的第二脉冲调制函数:

$$\sqrt{\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}} \quad (3)$$

与  $\frac{\left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)^k}{2^k}, \quad (4)$

举出实施本发明的方法的实例,式中  $k = 1-20$ , 表明了预先确定的脉冲调制函数的舍位的程度。在第二脉冲调制函数发生器 9 发生上述函数中由表达式(3)定义的第一种时,接收侧的减法器 37 在其输出端有带(3)型脉冲响应特征的数字过滤器。

本发明的信息传输方法是按下述说明在图 1、2 与 3 所示的通讯系统中实现的。

将从同一信息源或两个不同信息源接收到的,具有相同的数字信息取样序列重复周期  $T_c = 1/F_u$  (其中  $F_u$  是被传输的模拟信号频谱中最高的频率)的两个(第一  $A^1_i$  与第二  $A^2_i$ ) 独立离散数字信息取样序列,同时分别输入第一(2)与第二(3)D/A 转换器。在 D/A 转换器 2 与 3 之后,转换后的数字取样的走向是:数字信息取样的第一序列  $A^1_0, A^1_1, \dots, A^1_{n-2}$ ,

$A_{n-1}^1$  被输入减法器 4, 数字信息取样的第二序列  $A_0^2, A_1^2, \dots, A_{n-2}^2, A_{n-1}^2$  被输入包络形成器 5, 第二序列的每个取样并通过串-并转换器作为相应的信息输入送至相加模拟信号形成单元的乘法器 15-18(图 2)。因为第一 D/A 转换器 2 输入的是从时钟脉冲频率发生器来的偶数信号, 第二 D/A 转换器 3 输入的是奇数信号, 因此 D/A 转换器 3 之后的第二序列 5 的数字信息取样  $A_0^2, A_1^2, \dots, A_{n-2}^2, A_{n-1}^2$  将从第二序列的数字信息取样的点上来取, 这在第一序列的数字信息取样的点之间。

在包络形成器 5 进行下列步骤: 用预先确定的脉冲调制函数在第二序列的数字取样的点上形成数字信息取样的第二序列, 确定第一序列的数字取样点上数字取样的值, 然后形成从第一序列的数字取样点上取的数字信息取样的第二序列:  $\Delta A_0^2, \Delta A_1^2, \dots, \Delta A_{n-2}^2, \Delta A_{n-1}^2$ 。该数字信息取样序列被输入减法器 4, 在减法器中, 将从第一序列的数字取样点上取的第二序列数字信息取样的值  $\Delta A_0^2, \Delta A_1^2, \dots, \Delta A_{n-2}^2, \Delta A_{n-1}^2$  从第一序列数字信息取样  $A_0^1, A_1^1, \dots, A_{n-2}^1, A_{n-1}^1$  的值中减去, 将其数字信息取样形式的差  $A_0^1 - \Delta A_0^2, \dots, A_{n-1}^1 - \Delta A_{n-1}^2$  作为信息输入, 通过串-并转换器分别输入到相加模拟信号形成单元的乘法器 11-14。

15 初步脉冲调制函数发生器 8(图 2)按  $T_c = 10.66667 \text{ ms}$  的周期形成由表达式(2)定义的第一脉冲调制函数。发生器 9 发生由表达式(3)或(4)定义的第二、预先确定的脉冲调制函数。这样, 预先确定的脉冲调制函数形成器 7 的乘法器 10 的输出就根据第二脉冲调制函数的特定类型, 形成了如下类型的信号

$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}} \cdot \sqrt{\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}} \quad (5)$$

20 或 
$$\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right) \left( 1 - \cos \frac{x}{n} \right)^k}{2n \sin \frac{x}{n} \cdot 2^k}, \quad (6)$$

式中  $k$  表示预先确定的脉冲调制函数的舍位程度, 例如  $k=16$ 。

该预先确定的脉冲调制函数被送到所有的乘法器 11-14 与 15-18 的基准输入中(图 2)。

各数字信息取样  $A_0^1 - \Delta A_0^2, \dots, A_{n-1}^1 - \Delta A_{n-1}^2$  被从数字信息取样的第一与第二序列 25 的处理单元送到第一组乘法器 11-14 的信息输入中, 各数字信息取样  $A_0^2, A_1^2, \dots, A_{n-2}^2, A_{n-1}^2$  被从数字信息取样的第一与第二序列的处理单元送到第二组乘法器 15-18 的信息输

入中(最好第二序列  $A^2_0, A^2_1, \dots, A^2_{n-2}, A^2_{n-1}$  的取样点在第一序列取样点的中间)。

这样的结果是各第一组乘法器 11-14 的输出就根据第二、预先确定的脉冲调制函数的特定类型,形成了如下类型的模拟信号(其中的  $i$  是数字信息取样的索引号,  $i=0, 1, \dots, n-1$ ):

$$(A^1_i - \Delta A_i^2) \cdot \frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}} \cdot \sqrt{\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}},$$

5 或 
$$(A^1_i - \Delta A_i^2) \cdot \frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right) \left( 1 - \cos \frac{x}{n} \right)^k}{2n \sin \frac{x}{n} \cdot 2^k}.$$

在第一组乘法器 11-14 之后的各延迟元件 19-22 进行输出时,将按下列表达式,考虑到 0 至  $(n-1)\pi$  的相位移动,定义模拟信号:

$$(A^1_i - \Delta A_i^2) \cdot \frac{\sin(x - i\pi) \left[ \cos \left( \frac{x - i\pi}{n} - 1 \right) \right]}{2n \cdot \sin \frac{x - i\pi}{n}} \cdot \sqrt{\frac{\sin(x - i\pi) \left[ \cos \left( \frac{x - i\pi}{n} - 1 \right) \right]}{2n \cdot \sin \frac{x - i\pi}{n}}},$$

或 
$$(A^1_i - \Delta A_i^2) \cdot \frac{\sin(x - i\pi) \left[ \cos \left( \frac{x - i\pi}{n} - 1 \right) \right] \left[ 1 - \cos \left( \frac{x - i\pi}{n} \right) \right]^k}{2n \cdot \sin \frac{x - i\pi}{n} \cdot 2^k}.$$

10

在各第二组乘法器 15-18 进行输出时,将形成下列类型的模拟信号:

$$A^2_i \cdot \frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}} \cdot \sqrt{\frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right)}{2n \sin \frac{x}{n}}},$$

或 
$$A^2_i \cdot \frac{\sin x \left( \cos \frac{x}{n} - 1 \right) \left( 1 - \cos \frac{x}{n} \right)^k}{2n \sin \frac{x}{n} \cdot 2^k}.$$

在第二组乘法器 15-18 之后的各延迟元件 23-26 进行输出时,将按下列表达式,考虑

到  $0$  至  $(n-1)\pi$  的相位移动, 定义模拟信号:

$$A_i^2 \cdot \frac{\sin\left(x - \frac{\pi}{2} - i\pi\right) \left[ \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} - 1\right) \right]}{2n \cdot \sin\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n}} \left| \frac{\sin\left(x - \frac{\pi}{2} - i\pi\right) \left[ \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} - 1\right) \right]}{2n \cdot \sin\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n}} \right|,$$

$$\text{或 } A_i^2 \cdot \frac{\sin\left(x - \frac{\pi}{2} - i\pi\right) \left[ \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} - 1\right) \right] \left[ 1 - \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n}\right) \right]^k}{2n \cdot \sin\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} \cdot 2^k}.$$

在形成器 27 输出时, 第一包络  $a^1(x)$  用下列表达式描述:

$$5 \quad a^1(x) = \sum_{i=0}^{n-1} (A_i^1 - \Delta A_i^2) \cdot \frac{\sin(x - i\pi) \left[ \cos\left(\frac{x - i\pi}{n} - 1\right) \right]}{2n \cdot \sin\frac{x - i\pi}{n}} \left| \frac{\sin(x - i\pi) \left[ \cos\left(\frac{x - i\pi}{n} - 1\right) \right]}{2n \cdot \sin\frac{x - i\pi}{n}} \right|,$$

$$\text{或 } a^1(x) = \sum_{i=0}^{n-1} (A_i^1 - \Delta A_i^2) \cdot \frac{\sin(x - i\pi) \left[ \cos\left(\frac{x - i\pi}{n} - 1\right) \right] \left[ 1 - \cos\left(\frac{x - i\pi}{n}\right) \right]^k}{2n \cdot \sin\frac{x - i\pi}{n} \cdot 2^k}.$$

在形成器 28 输出时, 第二包络  $a^2(x)$  用下列表达式描述:

$$a^2(x) =$$

$$= \sum_{i=0}^{n-1} A_i^2 \cdot \frac{\sin\left(x - \frac{\pi}{2} - i\pi\right) \left[ \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} - 1\right) \right]}{2n \cdot \sin\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n}} \left| \frac{\sin\left(x - \frac{\pi}{2} - i\pi\right) \left[ \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} - 1\right) \right]}{2n \cdot \sin\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n}} \right|,$$

$$\text{或 } a^2(x) = \sum_{i=0}^{n-1} A_i^2 \cdot \frac{\sin\left(x - \frac{\pi}{2} - i\pi\right) \left[ \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} - 1\right) \right] \left[ 1 - \cos\left(\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n}\right) \right]^k}{2n \cdot \sin\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} \cdot 2^k}$$

在上面的两个表达式中，不管所用的预先确定的脉冲调制函数的特定类型如何，取样点  $x = i\pi$  上的包络  $a^2(x)$  具有下列值： $a^2(x) = \Delta A^2_0$  当  $i = 0$ ， $a^2(x) = \Delta A^2_1$  当  $i = 1, \dots$ ， $a^2(x) = \Delta A^2_{n-1}$  当  $i = n - 1$ 。

- 5 在加法器 29 输出时，会提供一个模拟信号  $a^1(x) + a^2(x)$ ，该信号取第一模拟信号的取样点上的第一包络的值，被送至单元 30-33 进行一侧波带调制以将相加模拟信号  $a^1(x) + a^2(x)$  转到载波频率  $f_0$ 。因此，相加模拟信号  $a^1(x) + a^2(x)$  被直接送到第一输出乘法器 31，通过  $90^\circ$  相移器 30 送到第二输出乘法器 32。乘法器 31 与 32 将直接的以及用载波频率  $90^\circ$  相移波形进行相位移动的相加模拟信号  $a^1(x) + a^2(x)$  相乘，接着，乘得的结果由输出
- 10 加法器 27 相加，这样形成的相加模拟信号被送到通讯线路。

接收侧(图 3)接收到的相加模拟信号通过单元 34-39 进行与传输侧的单元 30-33 所进行的转换相反的转变，即接收到的相加模拟信号被分别直接及通过  $90^\circ$  相移器 34 送到第一与第二输入乘法器 35 与 36，这两个乘法器的基准输入是与传输侧的乘法器 31 与 32 同样的载波频率  $f_0$  的  $90^\circ$  相移的基准波形。

- 15 这样的结果是，第一与第二输入乘法器 35 与 36 的输出形成接收到的相加模拟信号的  $90^\circ$  相移分量。

这些  $90^\circ$  相移分量在减法器 37 中做减法，如第二、预先确定的脉冲调制函数发生器 9 发送的是(3)型函数，减法器的输出与带(3)型脉冲响应特征的数字过滤器相连接。在这个实例中，带数字过滤器的减法器输出时形成模拟信号  $a^1_r(x) + a^2_r(x)$ ，其成分以下列表

20 达式描述：

$$a^1_r(x) = \sum_{i=0}^{n-1} (A^1_i - \Delta A_i^2) \cdot \left( \frac{\sin(x - i\pi) \cdot \left( \cos\frac{x - i\pi}{n} - 1 \right)}{2n \cdot \sin\frac{x - i\pi}{n}} \right)^2,$$

$$a^2_r(x) = \sum_{i=0}^{n-1} A^1_i \cdot \left( \frac{\sin\left(x - \frac{\pi}{2} - i\pi\right) \cdot \left( \cos\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n} - 1 \right)}{2n \cdot \sin\frac{x - \frac{\pi}{2} - i\pi}{n}} \right)^2.$$

如第二、预先确定的脉冲调制函数发生器 9 形成(4)型的预先确定的脉冲调制函数, 则减法器 37 输出过滤器就没有必要了。减法器 37 输出时形成信号  $a^1_r(x) + a^2_r(x)$ , 其  $90^\circ$  相移分量可用与传输侧(图 2)加法器 29 输出的分量  $a^1(x) + a^2(x)$  同样的表达式描述。

5 时钟脉冲频率提取器 38 从该相加模拟信号中提取带时钟脉冲频率(传输侧的取样频率)的信号, 该时钟脉冲频率用于给第一 39 与第二 42A/D 转换器定时, 这两个 A/D 转换器的定时都是反相进行的。模拟信号  $a^1_r(x)$  的值来自第一 A/D 转换器 39 在给第一序列的数字信息取样定时, 即与传输侧第一序列的数字信息取样的取样点相对应的时刻所作的输出。这些数字信息取样以被用时钟脉冲频率对相加模拟信号取样后还原的原始的数字信息取样的第一序列  $A^1_i$  的形式到达输出 43。

10 上述还原的数字信息取样的第一序列被送至包络形成器 41 的输入, 形成器用预先确定的脉冲调制函数将此转换成第一序列的模拟信号  $a^1_r(x)$ , 该信号接着被送至减法器 40 的第二次输入, 减法器的第一次输入的是加法器 37 输出的相加模拟信号  $a^1_r(x) + a^2_r(x)$ 。减法器 40 将第一序列的模拟信号  $a^1_r(x)$  从相加模拟信号  $a^1_r(x) + a^2_r(x)$  中减去, 结果是减法器 40 的输出形成模拟信号, 该模拟信号是模拟信号  $a^2_r(x)$ , 在取样点值为:  $x = i\pi: a^2_r(x) = \Delta A^2_0$  当  $i = 0, a^2_r(x) = \Delta A^2_1 f$  当  $i = 1, \dots, a^2_r(x) = \Delta A^2_{n-1}$  当  $i = n - 1$ 。该模拟信号被送至  
15 以反相时钟脉冲频率(即对第一 A/D 转换器 39 的定时输入信号而言相移动了  $\pi$ )定时的第二 A/D 转换器 42 的输入。第二 A/D 转换器 36 输出的是从接收到的差模拟信号  $a^2_r(x)$  还原的数字信息取样  $A^2_i$  的第二序列, 它被送至输出 44。这样, 在接收侧的输出 43 与 44, 就在通讯线路上有了未改变参数的还原的数字信息取样的第一与第二序列, 也就是说进行  
20 了解码。

因此, 本发明的信息传输方法能保证用现有的通讯信道同时输送至少两个模拟信号而不是一个模拟信号, 即能提高传输接收线路的信息传输率或信息容量。

本发明可用于通讯技术, 测量以及其他任何需要传输或转换信息的应用领域。如应用本发明, 本发明提出的方法能保证提高传输接收线路的信息传输率或信息容量。

25 虽然本发明是参照具体的实施例进行说明的, 该实施例并不对发明范围进行限制, 发明范围要根据权利要求, 并考虑可能的等同物来确定。

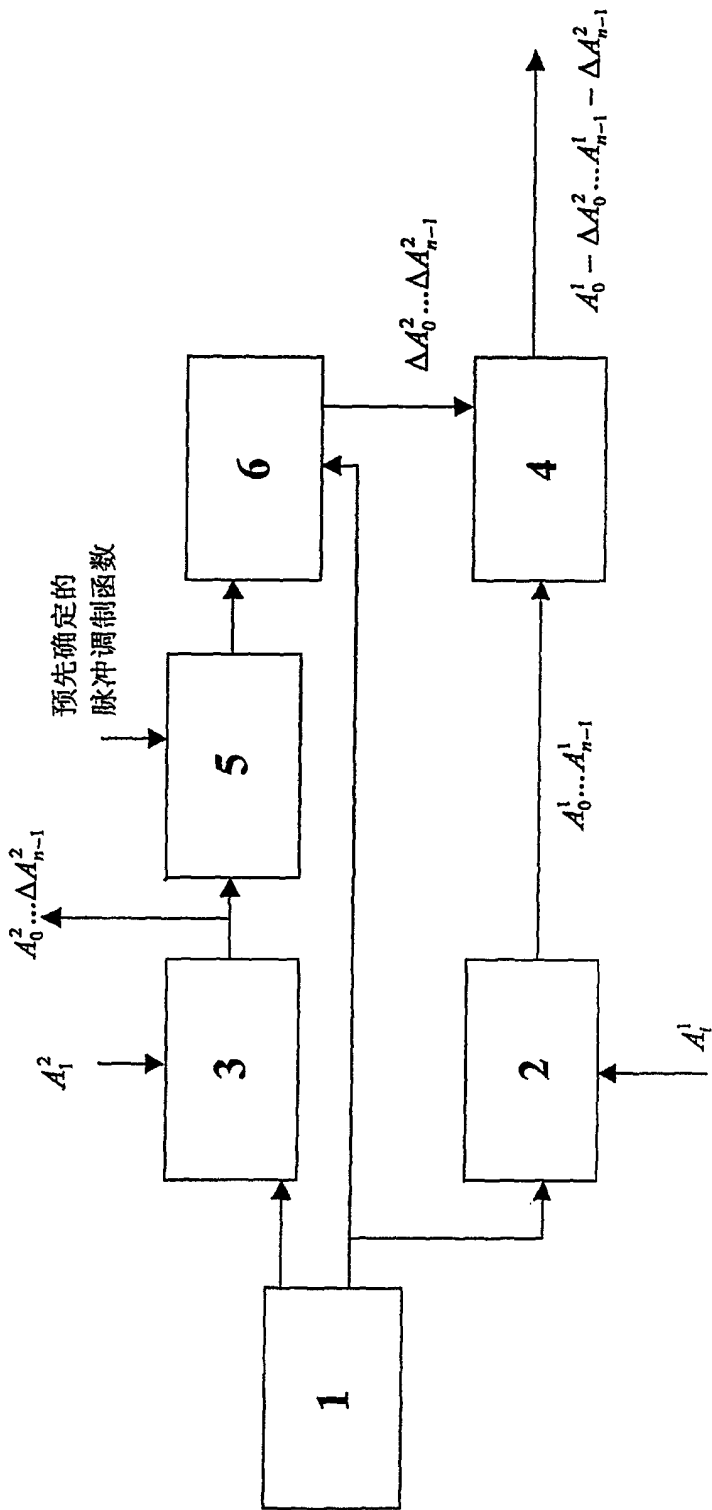


图 1

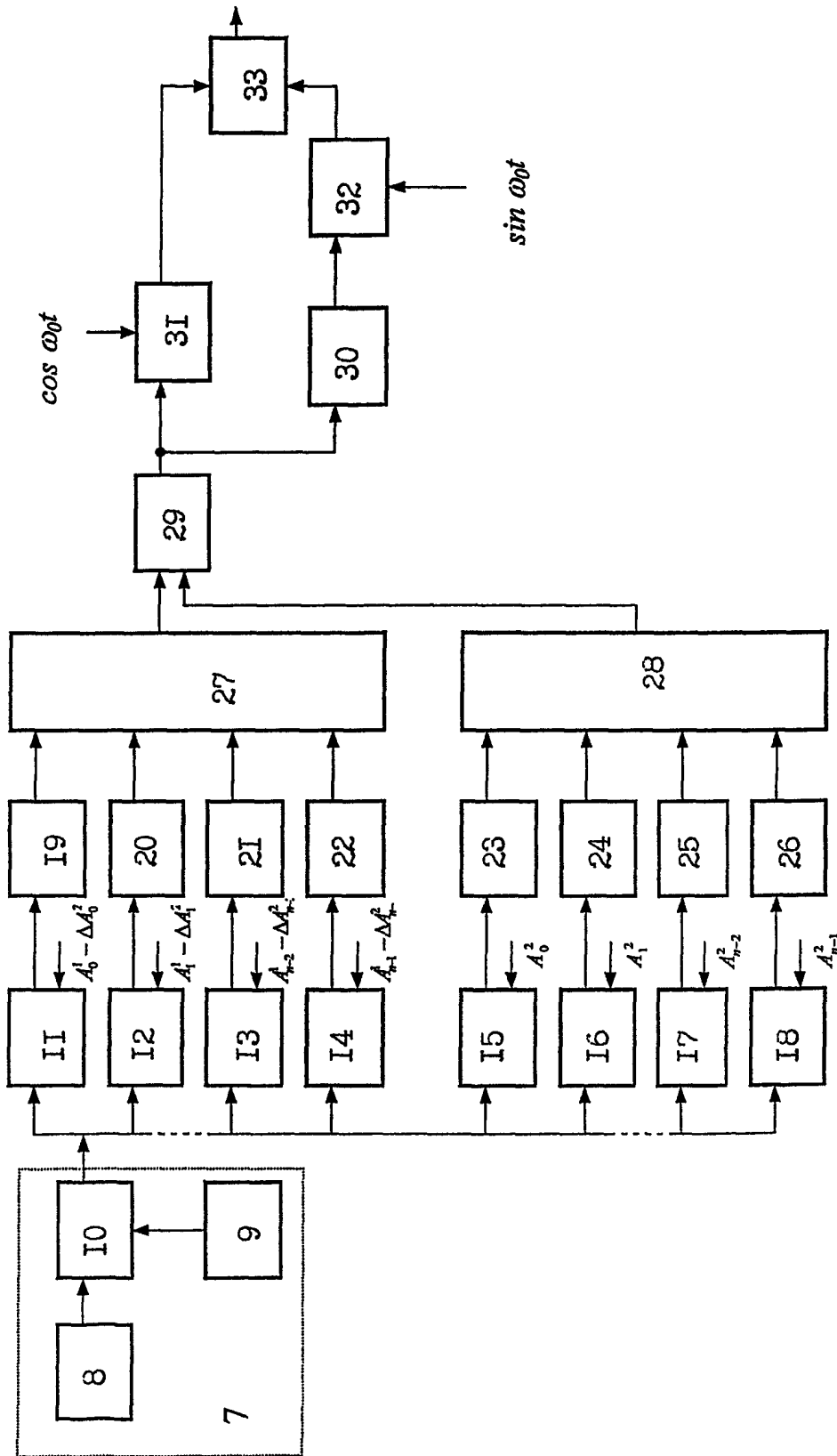


图 2

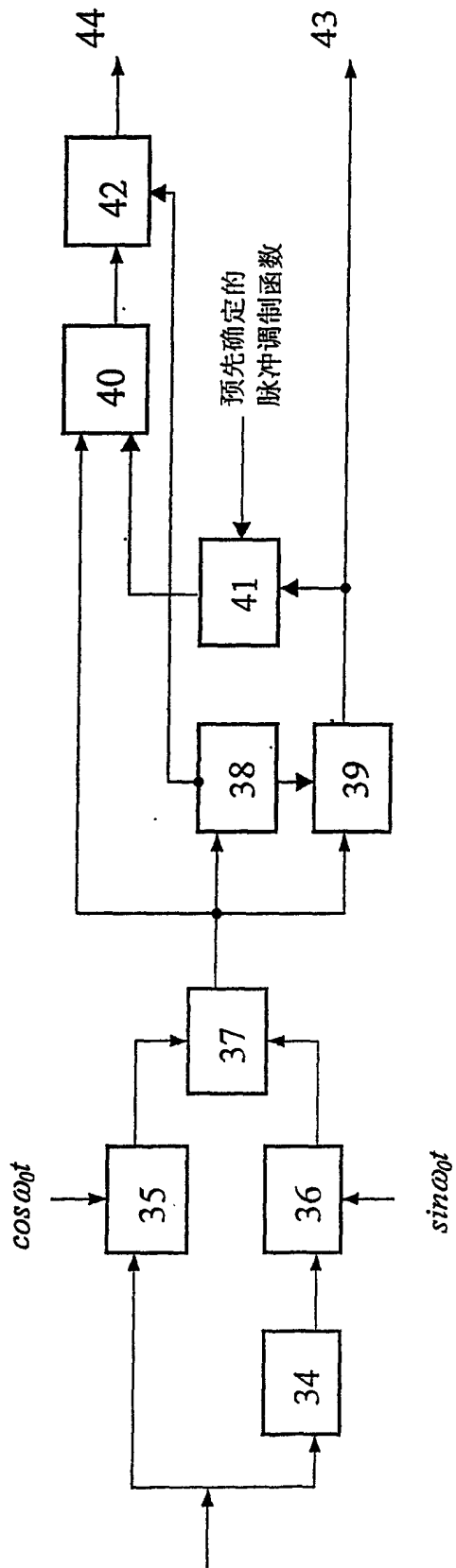


图 3

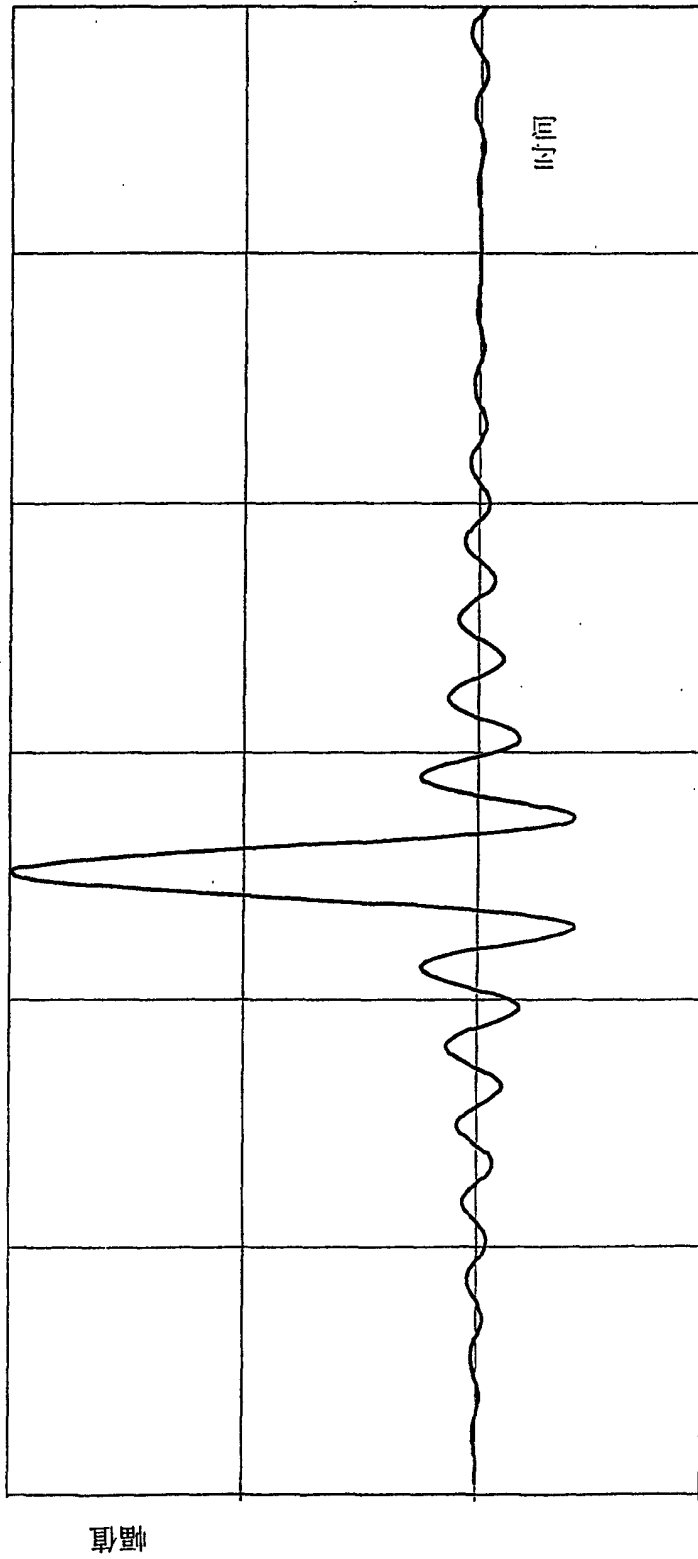


图 4

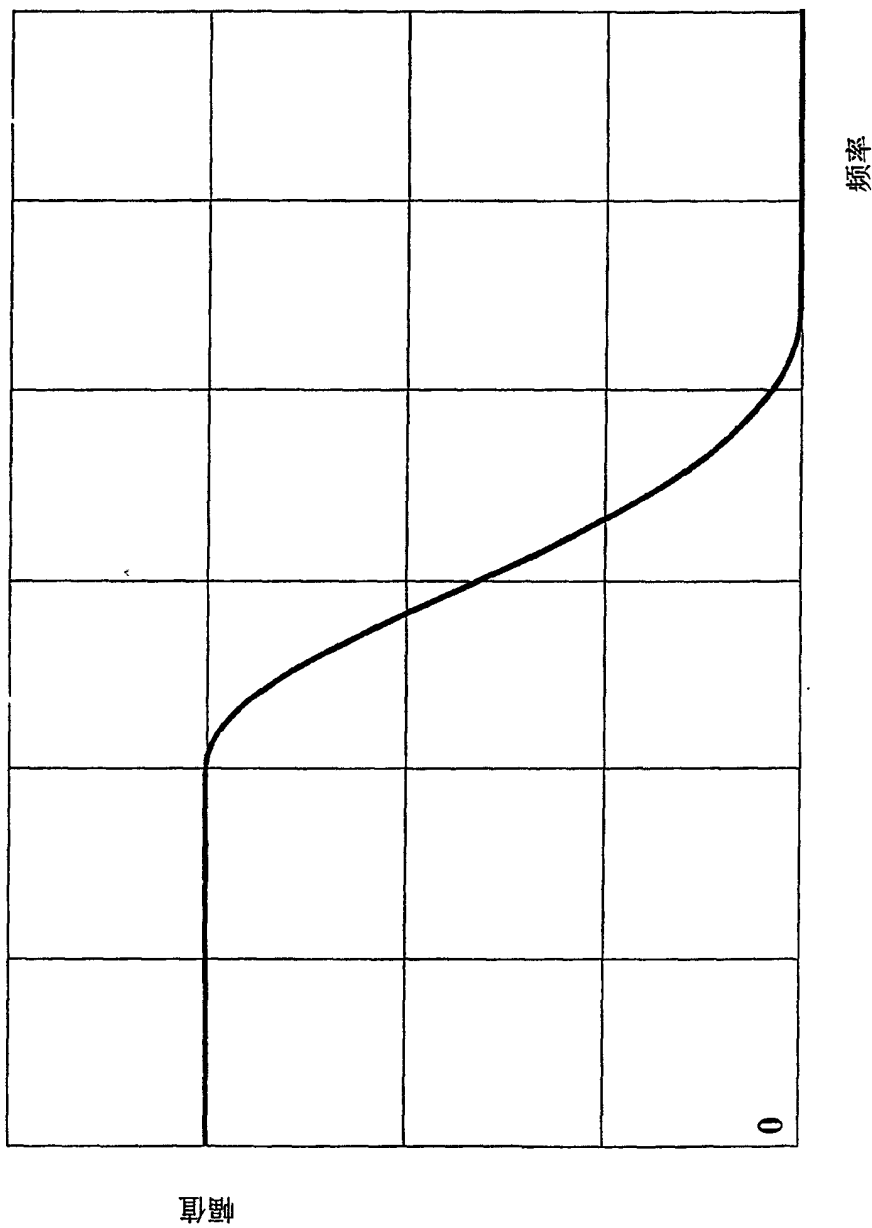


图 5

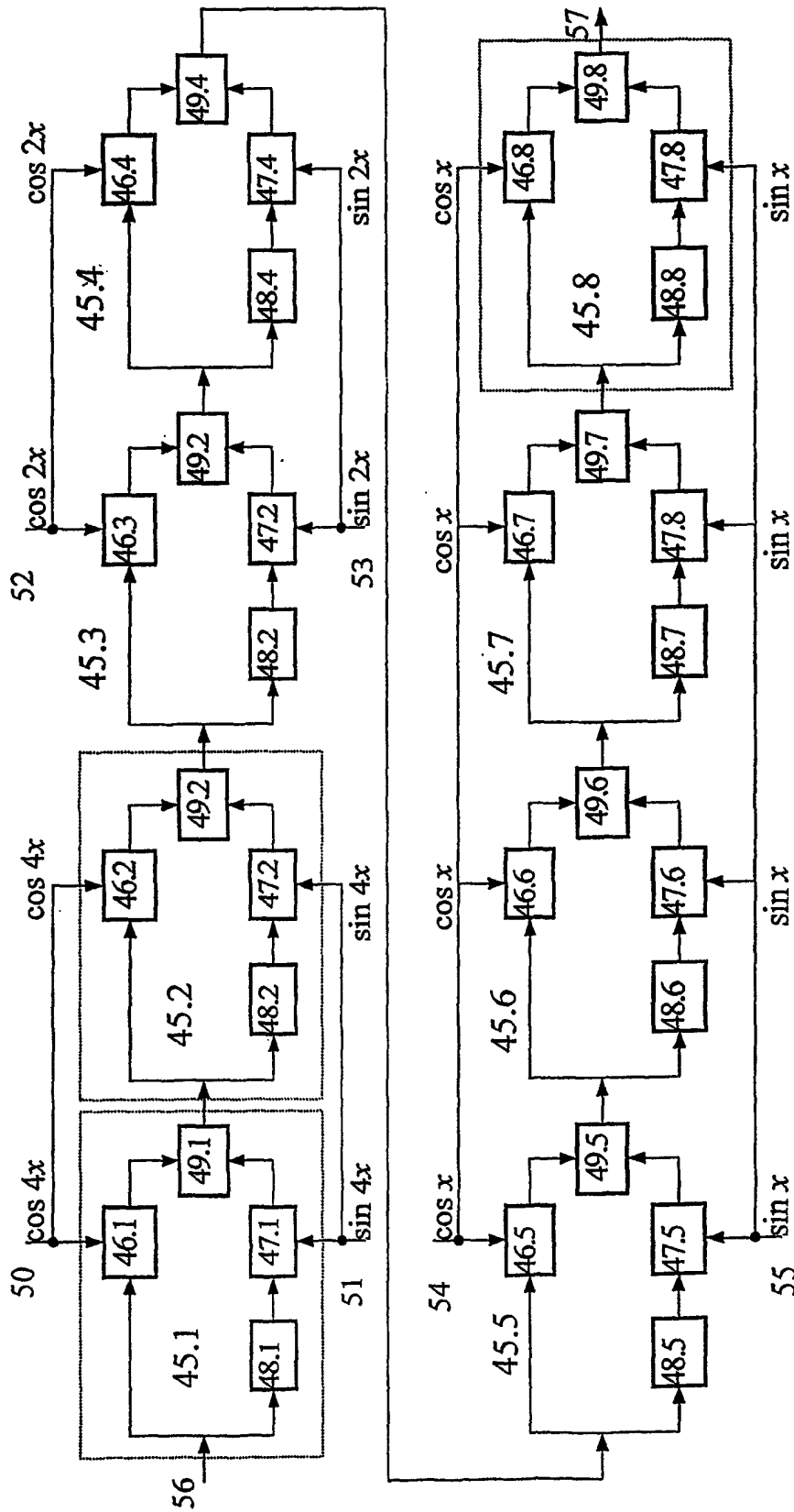


图 6