



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110212929 A

(43)申请公布日 2019.09.06

(21)申请号 201910435569.3

(22)申请日 2019.05.23

(71)申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

(72)发明人 王科平 周于浩

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司
32206

代理人 杜静静

(51) Int. Cl.

H04B 1/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种谐波抑制发射机

(57)摘要

本发明公开了一种谐波抑制发射机,包括:数据调制器,环形振荡器,移相器,谐波抑制边沿耦合器,功放电路和天线;其中数据调制器,用于接收待发射数字基带信号,并对所述待发射信号进行调制,产生低频已调制信号;环形振荡器,用于根据所述数据调制器提供的低频已调制信号,输出一组等相位间隔的低频信号;移相器,用于对所述低频信号进行移相处理,分别产生第二组和第三组低频信号;谐波抑制边沿耦合器,用于对所述的三组低频信号进行边沿耦合,输出高频阶梯波。本实施例的谐波抑制发射机,环形振荡器和移相器均工作于低频,降低电路功耗;能够输出近似正弦信号的阶梯波,具备谐波抑制功能,无需电感电容网络,减小电路面积。

1. 一种谐波抑制发射机,其特征在于,所述发射机包括数据调制器、环形振荡器、移相器、谐波抑制边沿耦合器、功放电路以及天线;

所述数据调制器用于接收待发射数字基带信号,并对所述待发射信号进行调制,产生低频已调制信号;

所述环形振荡器,用于根据所述数据调制器提供的低频已调制信号,产生一组N路($N \geq 3$,且N为奇数,下同)的等相位间隔的低频信号;

所述移相器,用于对所述第一组低频信号进行移相处理,分别产生第二组和第三组N路低频信号;

所述谐波抑制边沿耦合器用于低频信号分别进行边沿耦合,输出N倍频阶梯波;

所述功放电路,用于对所述N倍频阶梯波进行功率放大,提高发射机输出功率;

所述天线,用于发射特定频率的电磁脉冲信号。

2. 根据权利要求1所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述移相器包括相位粗调电路和相位细调电路;其中,所述相位粗调电路,用于实现相位的粗略调整;所述相位细调电路,用于实现相位的精确调整。

3. 根据权利要求2所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述谐波抑制边沿耦合器包括边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3,用于对所述的第一、第二和第三组低频信号分别进行边沿耦合,输出N倍频阶梯波。

4. 根据权利要求2或3所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述环形振荡器输出的N路低频信号中相邻信号的相位差为 $(180+180/N)^\circ$ 。

5. 根据权利要求4所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述移相器对第一组N路低频信号分别移相 $(45/N)^\circ$ 和 $(90/N)^\circ$ 后,得到第二组和第三组N路低频信号。

6. 根据权利要求5所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述谐波抑制边沿耦合器具备谐波抑制功能,能够输出N倍频阶梯波,三次和五次谐波抑制度可达47.1dBc和48.3dBc,相比方波信号分别提高36.5dB和34.3dB。

7. 根据权利要求6所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3均由开关MOS管组成,每个边沿耦合器电路包含N路输入信号,1路输出信号。

8. 根据权利要求7所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3的中开关MOS管的跨导之比为 $1: \sqrt{2}: 1$ 。

9. 根据权利要求8所述的谐波抑制发射机,其特征在于,所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3的输入信号分别为第一组、第二组和第三组N路低频信号;其输出端通过并联结构汇集电流,共享负载。

一种谐波抑制发射机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发射机,具体涉及一种谐波抑制发射机,属于电路与系统技术领域。

背景技术

[0002] 无线射频发射机在通信领域中的应用十分广泛,现有技术中的无线射频发射机,其前端电路由锁相环、混频器和功率放大器组成。

[0003] 无线射频发射机在工作过程中,由锁相环产生的高频信号与基带信号通过混频器实现调制过程,混频器输出的已调制射频信号通过功率放大器后发射。

[0004] 上述类型的无线射频发射机,锁相环、混频器和功率放大器都工作在高频,导致系统功耗较高。此外,基带的相关部件的供电,需要从电源到地的供电电流,导致无线射频发射机会消耗较大的电流,这对于无线射频发射机的低功耗性能要求不利。

[0005] 一种基于注入锁定和边沿耦合的低功耗发射机在Jagdish Pandey等人的论文中示出,该论文题为“A Sub-100 μ W MICS/ISM Band Transmitter Based on Injection-Locking and Frequency Multiplication”,in IEEE Journal of Solid-State Circuits,vol.46,no.5,pp. 1049-1058,May 2011.虽然该电路结合注入锁定和边沿耦合技术降低了发射机功耗,但是发射机需要借助片内或片外LC滤波网络滤除谐波分量,这会增加芯片面积或片外元件。此外,一旦发射机频率发生变化,那么LC网络也需要相应地变化,这给发射机的宽带应用带来不便。

[0006] 为了省去发射机中的LC网络并解决宽带应用中的不便,如今的无线通信系统中开始采用谐波抑制发射机,这类发射机采用多路移相合成技术。然而,目前的谐波抑制发射机中振荡器、移相器和功率放大器也都工作在高频,这使得发射机功耗较高。

[0007] 因此,现有技术中的无线射频发射机,存在功耗较大和电路面积较大的缺陷;而现有的谐波抑制发射机,虽然无需LC网络抑制谐波分量,但是仍存在功耗较大的问题。

发明内容

[0008] 本发明正是针对现有技术中存在的问题,提供一种谐波抑制发射机,该技术方案该谐波抑制发射机在无需LC网络的情况下,能够抑制谐波分量,降低电路功耗,减小电路面积。

[0009] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下,一种谐波抑制发射机,其特征在于,所述发射机包括数据调制器、环形振荡器、移相器、谐波抑制边沿耦合器、功放电路以及天线;

[0010] 所述数据调制器用于接收待发射数字基带信号,并对所述待发射信号进行调制,产生低频已调制信号;

[0011] 所述环形振荡器,用于根据所述数据调制器提供的低频已调制信号,产生一组N路的等相位间隔的低频信号;

[0012] 所述移相器,用于对所述第一组低频信号进行移相处理,分别产生第二组和第三组 N路低频信号;

[0013] 所述谐波抑制边沿耦合器用于低频信号分别进行边沿耦合,输出N倍频阶梯波;

[0014] 所述功放电路,用于对所述N倍频阶梯波进行功率放大,提高发射机输出功率;

[0015] 所述天线,用于发射特定频率的电磁脉冲信号。

[0016] 作为本发明的一种改进,所述移相器包括相位粗调电路和相位细调电路;其中,所述相位粗调电路,用于实现相位的粗略调整;所述相位细调电路,用于实现相位的精确调整。

[0017] 作为本发明的一种改进,所述谐波抑制边沿耦合器包括边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3,用于对所述的第一、第二和第三组低频信号分别进行边沿耦合,输出N倍频阶梯波。

[0018] 作为本发明的一种改进,环形振荡器输出的N路低频信号中相邻信号的相位差为 $(180+180/N)^\circ$ 。

[0019] 作为本发明的一种改进,所述移相器对第一组N路低频信号分别移相 $(45/N)^\circ$ 和 $(90/N)^\circ$ 后,得到第二组和第三组N路低频信号。

[0020] 作为本发明的一种改进,所述谐波抑制边沿耦合器具备谐波抑制功能,能够输出N倍频阶梯波,三次和五次谐波抑制度可达47.1dBc和48.3dBc,相比方波信号分别提高36.5dB和34.3dB,所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3均由开关MOS管组成,每个边沿耦合器电路包含N路输入信号,1路输出信号。

[0021] 作为本发明的一种改进,所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3的中开关MOS管的跨导之比为 $1:\sqrt{2}:1$ 。

[0022] 作为本发明的一种改进,所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3的输入信号分别为第一组、第二组和第三组N路低频信号;其输出端通过并联结构汇集电流,共享负载。

[0023] 相对于现有技术,本发明具有如下优点,1) 该技术方案中振荡器和移相器均工作于低频,降低电路功耗;具备谐波抑制功能,且无需片内LC网络,减小芯片面积;2) 该技术方案采用谐波抑制边沿耦合器,在实现边沿耦合倍频的同时实现谐波抑制,降低振荡器和移相器的工作频率,从而降低功耗;在抑制三次和五次谐波分量的同时,无需片外LC网络,减少片外元件;3) 该技术方案属于无电感设计,不仅可以应用于窄带系统,对各个频段的无线通信系统应用均具备适用性,为宽带通信系统中的谐波抑制提供可能的解决方案。

附图说明

[0024]

[0025] 图1是本发明实施例提供的谐波抑制发射机的结构示意图;

[0026] 图2是移相器的结构示意图;

[0027] 图3是谐波抑制边沿耦合器的结构示意图;

[0028] 图4是单个边沿耦合器的工作原理示意图(以N=9为例);

[0029] 图5是谐波抑制边沿耦合器部分工作原理示意图。

具体实施方式：

[0030] 为了加深对本发明的理解，下面结合附图对本实施例做详细的说明。

[0031] 实施例1：如图1所示，一种谐波抑制发射机，所述发射机包括数据调制器、环形振荡器、移相器、谐波抑制边沿耦合器、功放电路以及天线；

[0032] 所述数据调制器用于接收待发射数字基带信号，并对所述待发射信号进行调制，产生低频已调制信号；

[0033] 所述环形振荡器，用于根据所述数据调制器提供的低频已调制信号，产生一组N路的等相位间隔的低频信号；

[0034] 所述移相器，用于对所述第一组低频信号进行移相处理，分别产生第二组和第三组 N路低频信号；所述谐波抑制边沿耦合器用于低频信号分别进行边沿耦合，输出N倍频阶梯波；

[0035] 所述功放电路，用于对所述N倍频阶梯波进行功率放大，提高发射机输出功率；

[0036] 所述天线，用于发射特定频率的电磁脉冲信号；

[0037] 所述移相器包括相位粗调电路和相位细调电路；其中，所述相位粗调电路，用于实现相位的粗略调整；所述相位细调电路，用于实现相位的精确调整；

[0038] 所述谐波抑制边沿耦合器包括边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3，用于对所述的第一、第二和第三组低频信号分别进行边沿耦合，输出N倍频阶梯波，环形振荡器输出的N路低频信号中相邻信号的相位差为 $(180+180/N)^\circ$ ；

[0039] 所述移相器对第一组N路低频信号分别移相 $(45/N)^\circ$ 和 $(90/N)^\circ$ 后，得到第二组和第三组N路低频信号；

[0040] 所述谐波抑制边沿耦合器具备谐波抑制功能，能够输出N倍频阶梯波，三次和五次谐波抑制度可达47.1dBc和48.3dBc，相比方波信号分别提高36.5dB和34.3dB；

[0041] 所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3均由开关MOS管组成，每个边沿耦合器电路包含N路输入信号，1路输出信号；

[0042] 所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3的中开关MOS管的跨导之比为1： $\sqrt{2}$ ：1，所述边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3的输入信号分别为第一组、第二组和第三组N路低频信号；其输出端通过并联结构汇集电流，共享负载。

[0043] 应用实施例：一种谐波抑制发射机，为简化电路，本具体实施例以N=9为例。

[0044] 本实施例提供的谐波抑制发射机的结构示意图参见图1所示，包括：数据调制器、环形振荡器、移相器、谐波抑制边沿耦合器、功放电路以及天线；

[0045] 数据调制器，用于接收待发射数字基带信号，并对所述待发射信号进行调制，输出低频已调制信号；

[0046] 所述环形振荡器，用于根据所述数据调制器提供的低频已调制信号，输出一组9路的等相位间隔的低频信号；

[0047] 本实施例中的谐波抑制发射机采用9级环形振荡器作为本地振荡器，产生9路的低频信号，提供给移相器作为输入信号，同时这9路低频信号也是作为谐波抑制边沿耦合器中边沿耦合器1的输入信号。

[0048] 在上述谐波抑制发射机中，所述环形振荡器输出的9路低频信号中相邻信号的相位差为 200° 。

[0049] 所述移相器,用于根据所述环形振荡器提供的9路低频信号,对9路信号分别移相 5° 和 10° ,得到第二组和第三组N路低频信号,分别作为边沿耦合器2和边沿耦合器3的输入信号。

[0050] 如图2所示为本实施例谐波抑制发射机中的移相器的结构示意图,移相器包括相位粗调电路和相位细调电路,分别实现信号相位的粗略调整和精确调整。所述谐波抑制边沿耦合器的结构示意图参见图3所示,谐波抑制边沿耦合器由边沿耦合器1、边沿耦合器2和边沿耦合器3组成;它们的结构相同,均由开关MOS管组成,其开关MOS管的跨导之比为 $1:\sqrt{2}:1$;每个边沿耦合器电路包含N路输入信号,1路输出信号,其输入信号分别为第一组、第二组和第三组N路低频信号;其输出端通过并联结构汇集电流,共享负载。单个边沿耦合器可以实现将N路低频信号合成N倍的高频方波输出信号。边沿耦合器的工作原理示意图参见图4(以 $N=9$ 为例)。谐波抑制边沿耦合器的工作原理参见图5(图中 V_N 表示谐波抑制边沿耦合器的输出信号), V_N 为高频阶梯波输出,其信号频谱中三次和五次谐波抑制度可达47.1dBc和48.3dBc,相比方波信号分别提高36.5dB和34.3dB。

[0051] 通过上述介绍可知,本实施例的谐波抑制发射机,采用谐波抑制边沿耦合器,在实现边沿耦合倍频的同时实现谐波抑制,降低振荡器和移相器的工作频率,从而降低功耗,提高发射机的性能;在抑制谐波分量的同时,无需LC网络,减小电路面积,且使得电路结构简单,有利于谐波抑制发射机的电路设计和实现。该技术方案属于无电感设计,不仅可以应用于窄带系统,对各个频段的无线通信系统应用均具备适用性,为宽带通信系统中的谐波抑制提供可能的解决方案。

[0052] 需要说明的是上述实施例,并非用来限定本发明的保护范围,在上述技术方案的基础上所作出的等同变换或替代均落入本发明权利要求所保护的范围内。

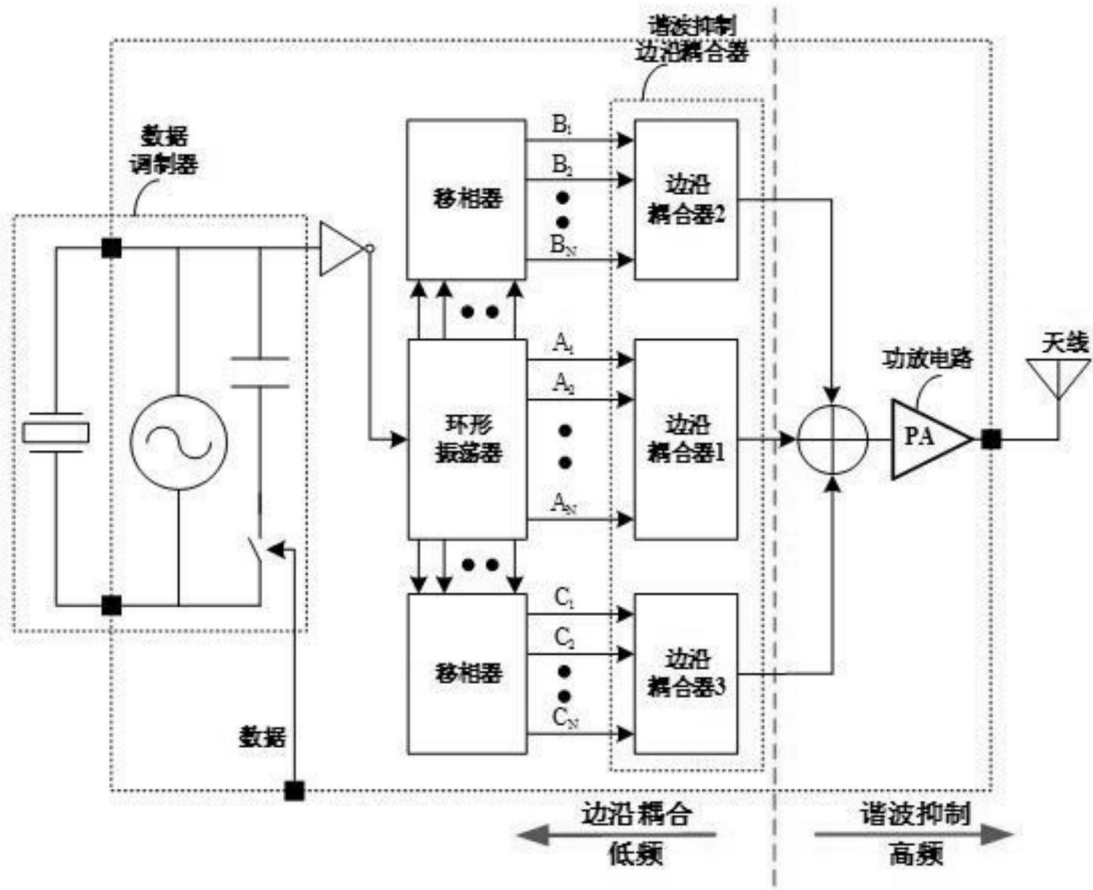


图1

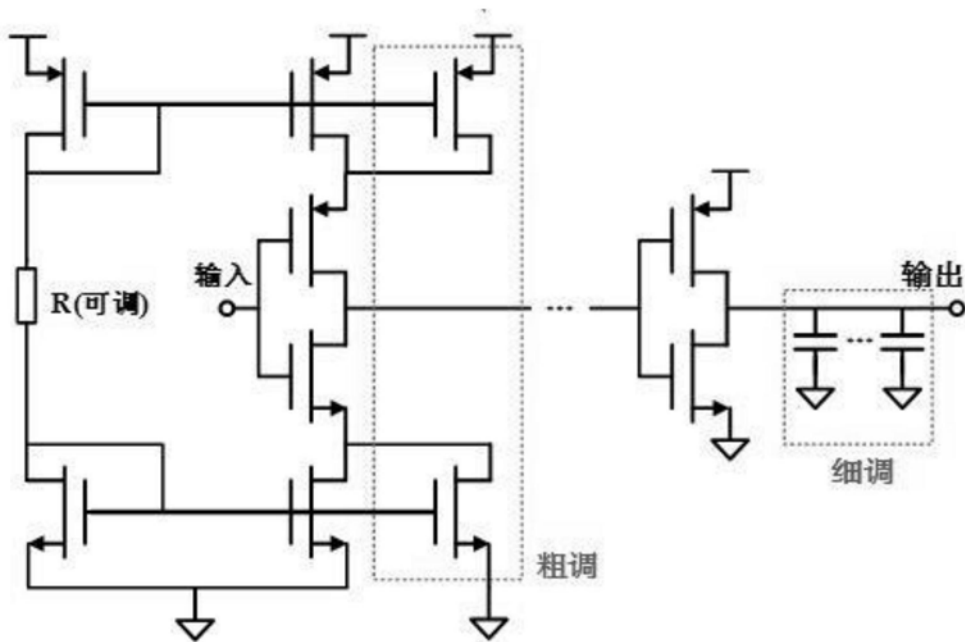


图2

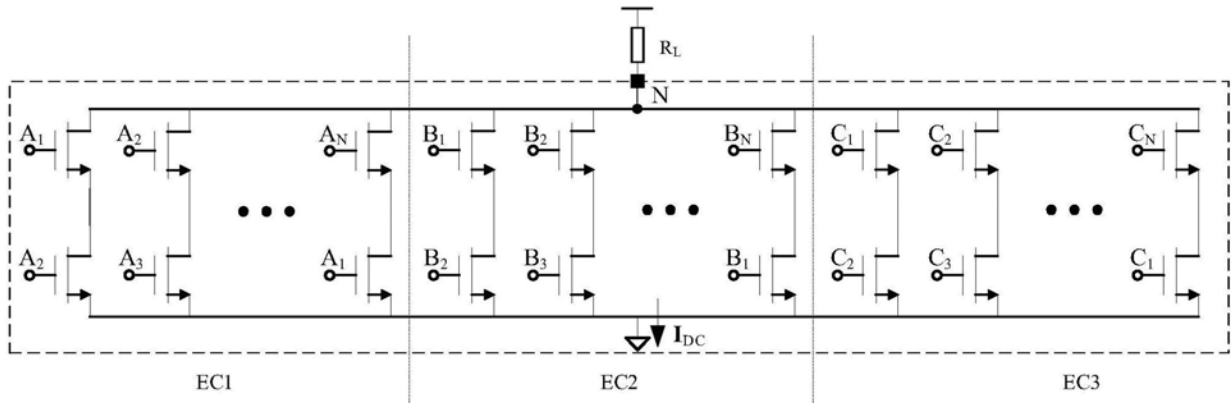


图3

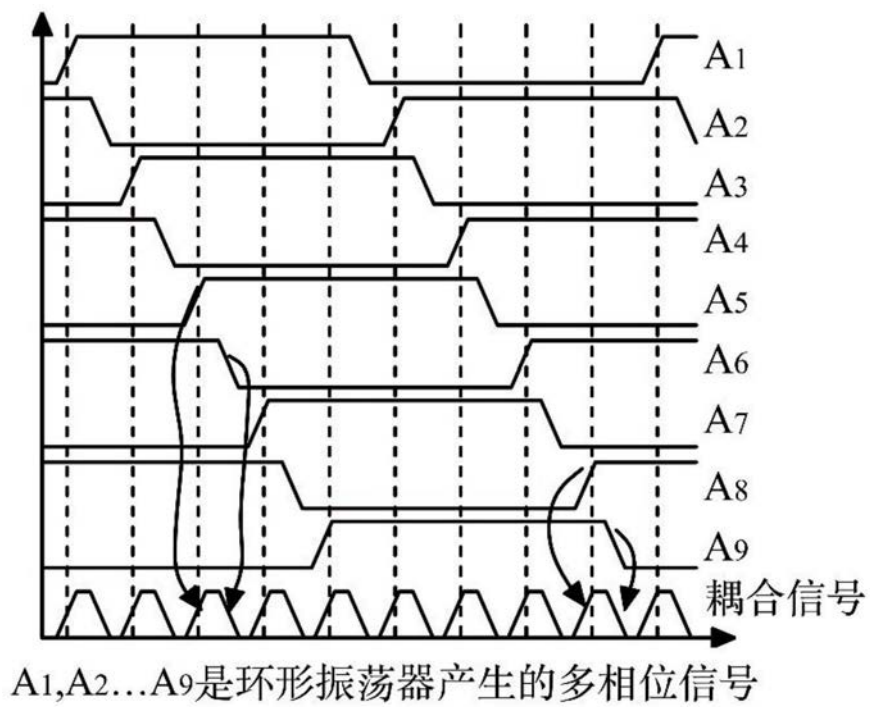


图4

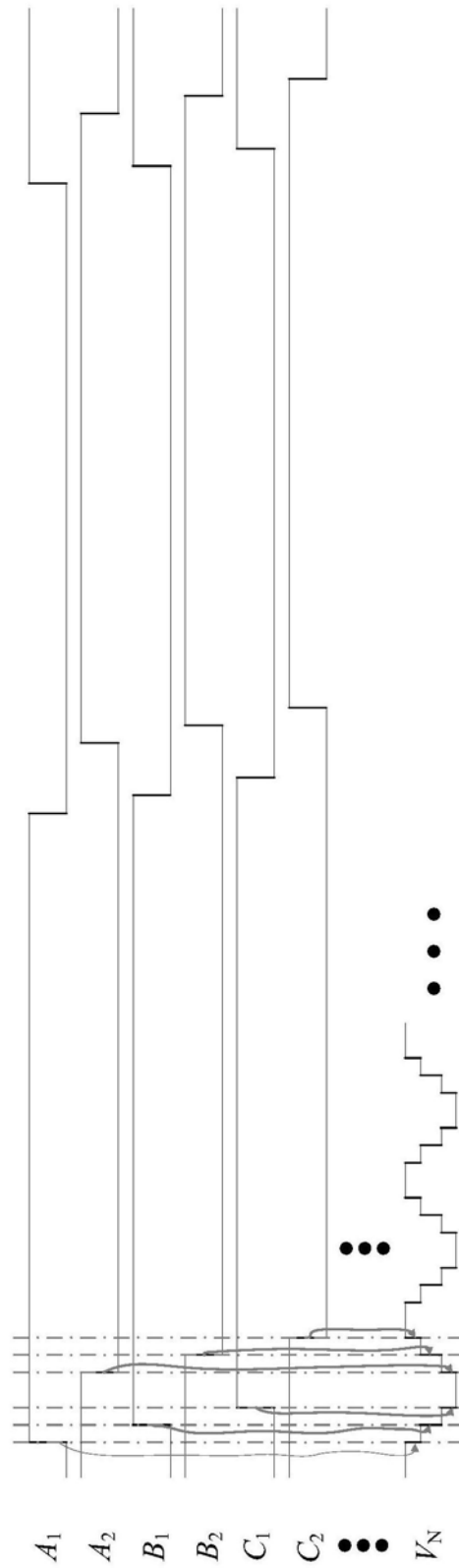


图5