

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102435808 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201110308425. 5

(22) 申请日 2011. 10. 12

(71) 申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)西
源大道 2006 号

(72) 发明人 蒋俊 叶芑 曾浩 杨扩军

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 温利平

(51) Int. Cl.

G01R 13/02(2006. 01)

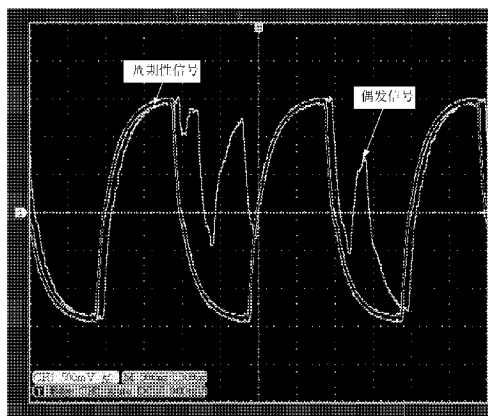
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种数字三维示波器的波形显示方法

(57) 摘要

本发明公开了一种数字三维示波器的波形显示方法,在显示处理系统中,将在时刻 T 和幅度 A 条件下出现的统计次数 $N(T, A)$ 进行取反运算,即 $C(T, A) = N_{max} - N(T, A)$,得到运算结果 $C(T, A)$ 作为乘以波形强度档位 L 对应的比例值 p_L ,得到最终的波形显示颜色值 $D(T, A)$ 。这样,当波形强度档位 L 确定时,即 p_L 一定时,波形显示颜色值 $D(T, A)$ 随 $N(T, A)$ 的增大而减小,相当于将波形颜色深浅和信号概率高低的对应关系反向,结果使得原统计次数小,即出现概率低的波形颜色更深,统计次数大,即出现概率高的波形颜色更浅,避免低概率的偶发信号波形被高概率的重复周期性信号波形湮没,克服了现有技术数字三维示波器不能够直观和方便地观测偶发信号波形,充分发挥数字三维示波器高波形捕获率和三维波形显示的作用的缺陷。



1. 一种数字三维示波器的波形显示方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1)、在多幅波形映射过程中,采用 a 位二进制数来统计一定时间间隔内波形在时刻 T 和幅度 A 条件下出现的统计次数 $N(T, A)$,统计次数 $N(T, A)$ 最大值为:

$$N_{\max} = 2^a - 1$$

其中, a 的大小根据实际情况进行设置;

(2)、在显示处理系统中,如果统计次数 $N(T, A) \geq 1$,则按照如下公式运算:

$$C(T, A) = N_{\max} - N(T, A);$$

(3)、根据当前用户设置的波形强度档位 L,将运算结果 $C(T, A)$ 乘以波形强度档位 L 对应的比例值 p_L ,得到最终的波形显示颜色值 $D(T, A)$,并进行波形显示。

2. 根据权利要求 1 所述的数字三维示波器的波形显示方法,其特征在于,在步骤 (3) 中:

针对用户关心的统计次数 $N(T, A)$ 为 n 的某个信号波形,在进行波形显示,将统计次数 $N(T, A)$ 对应的波形显示颜色值 $D(T, A)$ 赋给 LCD 显示器的 R、G、B 对应位时,选择与该通道波形基色不同的 R、G、B 位,使该信号以不同于该通道波形基色的其他色系直观突出地显示,更加方便用户的观测。

3. 根据权利要求 1 所述的数字三维示波器的波形显示方法,其特征在于,步骤 (2) 中,计算公式为:

$$C(T, A) = \begin{cases} N_{\max} - N(T, A) & \text{当 } 1 \leq N(T, A) \leq N_{\text{set}} \text{ 时} \\ N(T, A) & \text{当 } N_{\text{set}} < N(T, A) \text{ 时} \end{cases},$$

其中, N_{set} 为设定阈值。

一种数字三维示波器的波形显示方法

技术领域

[0001] 本发明属于数字三维示波器技术领域,更为具体地讲,涉及一种数字三维示波器的波形显示方法。

背景技术

[0002] 数字三维示波器 (Digital Three-dimensional Oscilloscope,简称 DT0) 是指不仅能捕获和显示信号的时间-幅度(事件)信息,而且能够以不同的辉度或颜色等级显示不同事件出现概率的数字存储示波器 (Digital Storage Oscilloscope,简称 DSO)。数字三维示波器通常具有较高的波形捕获率。而示波器的波形捕获率是指单位时间内示波器所能捕获并显示的波形幅数,通常以波形幅数/秒 (wfms/s) 表示(摘自《GB/T 15289-2009 数字存储示波器通用规范》中的定义)。

[0003] 从波形捕获率的定义可知,示波器的波形捕获能力同时包含了波形捕获和波形显示两个方面。单纯提高示波器的波形捕获速度,忽略波形显示是不能有效提高示波器的波形捕获率的。

[0004] 在数字存储示波器的采集系统中,未知信号经过模拟通道进行幅度调整,然后经模数转换器 (ADC) 采样、量化并编码后,输出一定位数与信号幅度相关的二进制数据,称之为输入信号的采样值。后端数据处理器件,如 FPGA、DSP 等按照一定规则将采样值转化为直观的波形图像显示在显示屏,现在主要是液晶显示屏,即 LCD 上,用户就可以直接从 LCD 上观察到信号所携带的信息。

[0005] 在数字存储示波器的数据处理机制中,波形显示只提供了输入信号的幅度及时间的二维信息,没有第三维信息(幅度随时间变化关系)的累加,LCD 上的波形显示效果只有“有”和“无”颜色两个状态,没有“有”并且“多深”的信息。因此,数字存储示波器的波形显示方法较为简单。

[0006] 而数字三维示波器的数据处理系统将 ADC 高速采样得到的波形采样值经过多次映射,将多幅波形累加成为一幅包含输入信号三维信息,即幅度、时间、幅度随时间变化关系的图像送到 LCD 显示。此时 LCD 上显示的是包含了信号概率信息的图像,一般即在信号出现概率高的地方波形会以较深的颜色表征出来,反之,信号出现概率低的地方波形表征颜色就较浅。因此,数字三维示波器的波形显示方法较一般的数字存储示波器复杂。

[0007] 数字三维示波器进行波形显示处理时,通常是采用将三维数据库中统计数据(概率信息)按照一定比例放大或者缩小转化为相应的 LCD 三原色 (RGB) 值的方法来确定波形颜色。假设波形在时刻 T , 幅度 A 出现的次数为 $N(T, A)$, 最终显示在 LCD 上对应的颜色值为 $D(T, A)$, 对应于当前波形强度档位 L 的比例值为 p_L , 则有以下关系:

$$[0008] \quad D(T, A) = p_L \cdot N(T, A)$$

[0009] 一般在数据采集系统中,波形强度档位 L 都采用百分比 (1%~100%) 的方式来标识。对于捕获的同样概率的信号波形,波形强度档位 L 越大,波形颜色越深。即 $N(T, A)$ 一定的前提下, $D(T, A)$ 随 L 增大而增大。

[0010] 例如,在用数字三维示波器观测连续复现的周期性信号中可能存在的偶发信号时,由于数字三维示波器通常具有较高的波形捕获率,它捕获到偶发信号的概率远比数字存储示波器高。但是,在将捕获到的偶发信号和重复周期性信号共同显示时,却由于偶发信号出现的概率远远低于周期性信号连续复现的概率,导致在通常的波形强度档位下,用户将很难观察到颜色很浅的偶发信号波形。此时,数字三维示波器可采用调节波形强度档位的办法来改善波形显示效果。其处理方法是在保持屏幕波形原有颜色深浅层次的前提下,按照一定的比例加深波形颜色。这样做不仅保持了不同概率信号波形的显示颜色对比,而且方便了用户对低概率信号波形的观测。然而,即使是这样,仍然存在一个问题:如果低概率的偶发信号总是夹杂在大量高概率的重复周期性信号当中时,根据现有技术的数字三维示波器的波形显示方法和强度调节机制,低概率信号永远比高概率信号的波形颜色浅,浅色波形必然会被深色波形所湮没,从而无法区分和观察。事实上,在通常的电路检测中,用户真正想要捕捉和观察的异常信号大都属于偶发信号,往往都夹杂在大量重复周期性信号当中,因此很容易出现上述互相湮没的现象。可见,数字三维示波器单纯通过波形强度调节,无法满足所有情况下对信号的观测,有可能出现“捕的到,显不出”的现象,无法体现高波形捕获率的价值。对用户而言,则可能错过了真正关心的偶发信号。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种数字三维示波器的波形显示方法,以便于能够更加直观和方便地观测偶发信号波形,充分发挥数字三维示波器高波形捕获率和三维波形显示的作用。

[0012] 为实现上述发明目的,本发明数字三维示波器的波形显示方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0013] (1)、在多幅波形映射过程中,采用 a 位二进制数来统计一定时间间隔内波形在时刻 T 和幅度 A 条件下出现的统计次数 $N(T, A)$, 统计次数 $N(T, A)$ 最大值为:

$$[0014] \quad N_{\max} = 2^a - 1$$

[0015] 其中, a 的大小根据实际情况进行设置;

[0016] (2)、在显示处理系统中,如果统计次数 $N(T, A) \geq 1$, 则按照如下公式运算:

$$[0017] \quad C(T, A) = N_{\max} - N(T, A);$$

[0018] (3)、根据当前用户设置的波形强度档位 L, 将运算结果 $C(T, A)$ 乘以波形强度档位 L 对应的比例值 p_L , 得到最终的波形显示颜色值 $D(T, A)$, 并进行波形显示。

[0019] 作为本发明的进一步改进,本发明数字三维示波器的波形显示方法,在步骤(3)中:

[0020] 针对用户关心的统计次数 $N(T, A)$ 为 n 的某个信号波形,在进行波形显示,将统计次数 $N(T, A)$ 对应的波形显示颜色值 $D(T, A)$ 赋给 LCD 显示器的 R、G、B 对应位时,选择与该通道波形基色不同的 R、G、B 位,使该信号以不同于该通道波形基色的其他色系直观突出地显示,更加方便用户的观测。

[0021] 这样可以根据需要,将用户真正关心的偶发信号,从色系上加以区别并突出显示。

[0022] 本发明的发明目的是这样实现的:

[0023] 本发明数字三维示波器的波形显示方法,在显示处理系统中,将在时刻 T 和幅度

A 条件下出现的统计次数 $N(T, A)$ 进行取反运算, 即 $C(T, A) = N_{\max} - N(T, A)$, 得到运算结果 $C(T, A)$ 作为乘以波形强度档位 L 对应的比例值 p_L , 得到最终的波形显示颜色值 $D(T, A)$ 。这样, 当波形强度档位 L 确定时, 即 p_L 一定时, 波形显示颜色值 $D(T, A)$ 随 $N(T, A)$ 的增大而减小, 相当于将波形颜色深浅和信号概率高低的对应关系反向, 结果使得原统计次数小, 即出现概率低的波形颜色更深, 统计次数值大, 即出现概率高的波形颜色更浅, 避免低概率的偶发信号波形被高概率的重复周期性信号波形湮没, 克服了现有技术数字三维示波器不能够直观和方便地观测偶发信号波形, 充分发挥数字三维示波器高波形捕获率和三维波形显示的作用的缺陷。

附图说明

[0024] 图 1 是采用现有技术的数字三维示波器观测偶发信号的波形图;

[0025] 图 2 是采用本发明方法的数字三维示波器观测偶发信号的波形图;

[0026] 图 3 是采用本发明进一步改进方法的数字三维示波器观测偶发信号的波形图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行描述, 以便本领域的技术人员更好地理解本发明。需要特别提醒注意的是, 在以下的描述中, 当已知功能和设计的详细描述也许会淡化本发明的主要内容时, 这些描述在这里将被忽略。

[0028] 实施例

[0029] 在数字三维示波器数据采集和显示处理系统中, 多幅波形映射过程实质是累加统计了一定时间间隔内波形在特定时刻 T 和幅度 A 条件下出现的次数 $N(T, A)$ 。然后, 根据当前用户设置的波形强度档位 L, 将次数值 $N(T, A)$ 乘以比例值 p_L , 得到最终的波形显示颜色值 $D(T, A)$ 。在现有技术中, 上述过程一般是通过在 FPGA 中构造专门的查找表, 快速查表实现, 如 2011 年 05 月 25 日公布的、公布号为 CN102075774A、名称为“一种数字三维示波器显示波形亮度的快速调节方法”的中国发明专利申请公布的实现方法, 或者是通过 FPGA 中高速乘法器资源实时运算完成。

[0030] 上述数据处理过程中, 当波形强度档位 L 确定时, 从统计次数值 $N(T, A)$ 到显示颜色值 $D(T, A)$ 的转化所遵循的规则, 即为本发明的关键。在现有数字三维示波器的显示处理机制中, 一般都遵循统计次数值大, 即概率高的波形颜色深, 统计次数值小, 即概率低的波形颜色浅的规则, 即在式 $D(T, A) = p_L \cdot N(T, A)$ 中, 当 p_L 一定时, $D(T, A)$ 随 $N(T, A)$ 增大而增大。这样的显示处理规则, 虽然使用户能够简单的通过波形颜色深浅, 获取捕获信号的第三维, 即概率信息。但是, 由于低概率信号永远比高概率信号的波形颜色浅, 就必然出现浅色波形被深色波形所湮没, 从而无法区分和观测的问题。

[0031] 而本发明数字三维示波器的波形显示方法, 其重点就是改进从统计次数 $N(T, A)$ 到波形显示颜色值 $D(T, A)$ 的转化规则。

[0032] 其方法是构造如下公式:

[0033]
$$C(T, A) = N_{\max} - N(T, A)$$

[0034] 其中, N_{\max} 为统计次数 $N(T, A)$ 的最大值。

[0035] 由于数字三维示波器在多幅波形映射过程中, 一般采用 a 位二进制数来统计一定

时间间隔内波形在时刻 T 和幅度 A 条件下出现的统计次数 $N(T, A)$, 即 $N(T, A)$ 最大值:

$$[0036] \quad N_{\max} = 2^a - 1$$

[0037] 其中, a 的大小根据实际情况进行设置。则运算结果 $C(T, A)$ 等效于将统计次数 $N(T, A)$ 取反。再令:

$$[0038] \quad D(T, A) = p_L \cdot C(T, A)$$

[0039] 则当 p_L 一定时, 波形显示颜色值 $D(T, A)$ 随统计次数 $N(T, A)$ 的增大而减小。这样的显示处理机制, 相当于将波形颜色深浅和信号概率高低的对应关系反向, 结果使得原统计次数值小的波形颜色更深, 统计次数值大的波形颜色更浅, 恰恰与数字三维示波器一贯的波形显示效果相反。通过这样的改进, 可使低概率信号波形在显示时拥有比高概率信号波形更深的颜色, 避免发生前述例子中的偶发信号波形湮没在重复周期性信号波形当中的问题。同时, 波形显示颜色仍然具有不同的深浅层次, 用户依然可以直观的获得信号的第三维, 即概率信息。只不过, 此时的概率高低和颜色深浅的对应关系恰恰和改进前相反而已。

[0040] 此外, 对于用户真正关心的某个偶发信号波形, 还可实时根据需要, 从色系上加以区别并突出显示, 使观测能够更加直观和方便。作为改进, 针对用户感兴趣的统计次数 $N(T, A)$ 为 n 的某个信号波形, 在进行波形显示, 将统计次数 $N(T, A)$ 对应的波形显示颜色值 $D(T, A)$ 赋给 LCD 显示器的 R、G、B 对应位时, 选择与该通道波形基色不同的 R、G、B 位, 即可使该信号以不同于该通道波形基色的其他色系直观突出的显示。例如, 数字三维示波器的某通道波形显示基色为黄色, 由于在 LCD 显示的配色机理中, 黄色是由红色和绿色共同“调和”而成, 因此, 在显示处理系统就会将波形显示颜色值 $D(T, A)$ 的值同时赋给 LCD 的 R 和 G 位, 从而根据不同的波形显示颜色值 $D(T, A)$, 得到深浅层次不同的黄色波形。此时, 针对用户关心的统计次数 $N(T, A)$ 为 n 的信号波形, 显示处理系统可单独改变其色系, 例如采用红色系, 加以区分和突出显示。具体实现方法是: 当且仅当统计次数 $N(T, A) = n$ 时, 将统计次数 $N(T, A)$ 对应的波形显示颜色值 $D(T, A)$ 的值赋给 LCD 的 R 位, 而不赋给 G 位, 从而可在多幅叠加的深浅层次不同的黄色波形中, 直观观测到该统计次数 $N(T, A) = n$ 的红色波形。事实上, 对于大多数的偶发信号而言, $n = 1$ 。运用此方法后, 上述例子中, 偶发信号波形不但不会被重复周期性信号波形所湮没, 而且能够以醒目的颜色区别显示, 方便用户的观测。

[0041] 本发明数字三维示波器的波形显示方法可作为数字三维示波器的一种显示模式, 专门用于对偶发信号的观测, 尤其是针对数字存储示波器难以捕获到的小概率偶发信号, 不但能够捕获到, 而且能和其他信号区分, 并获得更加直观突出的显示效果, 方便用户对此类信号的观测。运用本发明数字三维示波器的波形显示方法后, 数字三维示波器真正做到了“捕的到, 显的出”, 可充分发挥高波形捕获率和三维波形显示的作用。

[0042] 作为本发明的近一步改进, 在步骤 (2) 中, 仅对统计次数 $N(T, A) \geq 1$ 而小于设定阈值 N_{set} 的进行取反运算, 即:

[0043]

$$C(T, A) = \begin{cases} N_{\max} - N(T, A) & \text{当 } 1 \leq N(T, A) \leq N_{\text{set}} \text{ 时} \\ N(T, A) & \text{当 } N_{\text{set}} < N(T, A) \text{ 时} \end{cases}$$

[0044] 这样可以兼顾周期信号的显示, 同时兼顾偶发信号的显示。

[0045] 实例

[0046] 在本实例中, 将本发明数字三维示波器的波形显示效果方法应用于两通道数字三

维示波器中,作为一种显示模式,用于观测偶发信号。该数字三维示波器在多幅波形映射过程中,采用 8 位二进制数来统计一定时间间隔内波形在时刻 T 和幅度 A 条件下出现的统计次数 $N(T, A)$, 即:

$$[0047] \quad a = 8$$

[0048] 则统计次数 $N(T, A)$ 的最大值:

$$[0049] \quad N_{\max} = 2^a - 1 = 255$$

[0050] 则统计次数 $N(T, A)$ 的取反值:

$$[0051] \quad C(T, A) = N_{\max} - N(T, A) = 255 - N(T, A)$$

[0052] 最终波形显示颜色值:

$$[0053] \quad D(T, A) = p_L \cdot C(T, A) = p_L \cdot (255 - N(T, A))$$

[0054] 通过以上显示处理,波形颜色深浅和信号概率高低的对应关系被反向,结果使得原统计次数值小,即概率低的波形颜色更深,统计次数值大,即概率高的波形颜色更浅,避免了低概率的偶发信号波形被高概率的重复周期性信号波形湮没的问题。同时,波形显示颜色仍然具有不同的深浅层次,用户依然可以直观的获得信号的第三维,即概率信息。

[0055] 在本实例中,将一带随机干扰信号的重复周期性信号送入的数字三维示波器的通道 1,该通道的基色为黄色,采用现有技术和本发明方法的波形显示在波形强度档位为 50% 的效果对比如图 1、图 2 所示。

[0056] 如图 1 所示,采用现有技术的数字三维示波器观测偶发信号,偶发信号部分被重复周期性信号湮没,几乎观测不到。

[0057] 如图 2 所示,采用本发明方法的数字三维示波器观测偶发信号,偶发信号部分清晰可见。

[0058] 图 3 是采用本发明进一步改进方法的数字三维示波器观测偶发信号的波形图。

[0059] 如图 3 所示,进一步,假设用户关心的偶发信号是夹杂在重复周期性信号中统计次数 $N(T, A) = n = 1$ 的偶发信号,显示处理系统单独采用红色显示该偶发信号,以便和黄色的重复周期性信号加以区分,并突出偶发信号。即当且仅当 $N(T, A) = n = 1$ 时,将原本应同时赋值给 LCD 的 R 位和 G 位的对应的波形显示颜色值 $D(T, A)$, 只赋值给 LCD 的 R 位,而不赋给 G 位,从而就可多幅叠加的深浅层次不同的黄色波形中,直观观测到红色的偶发信号波形。

[0060] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

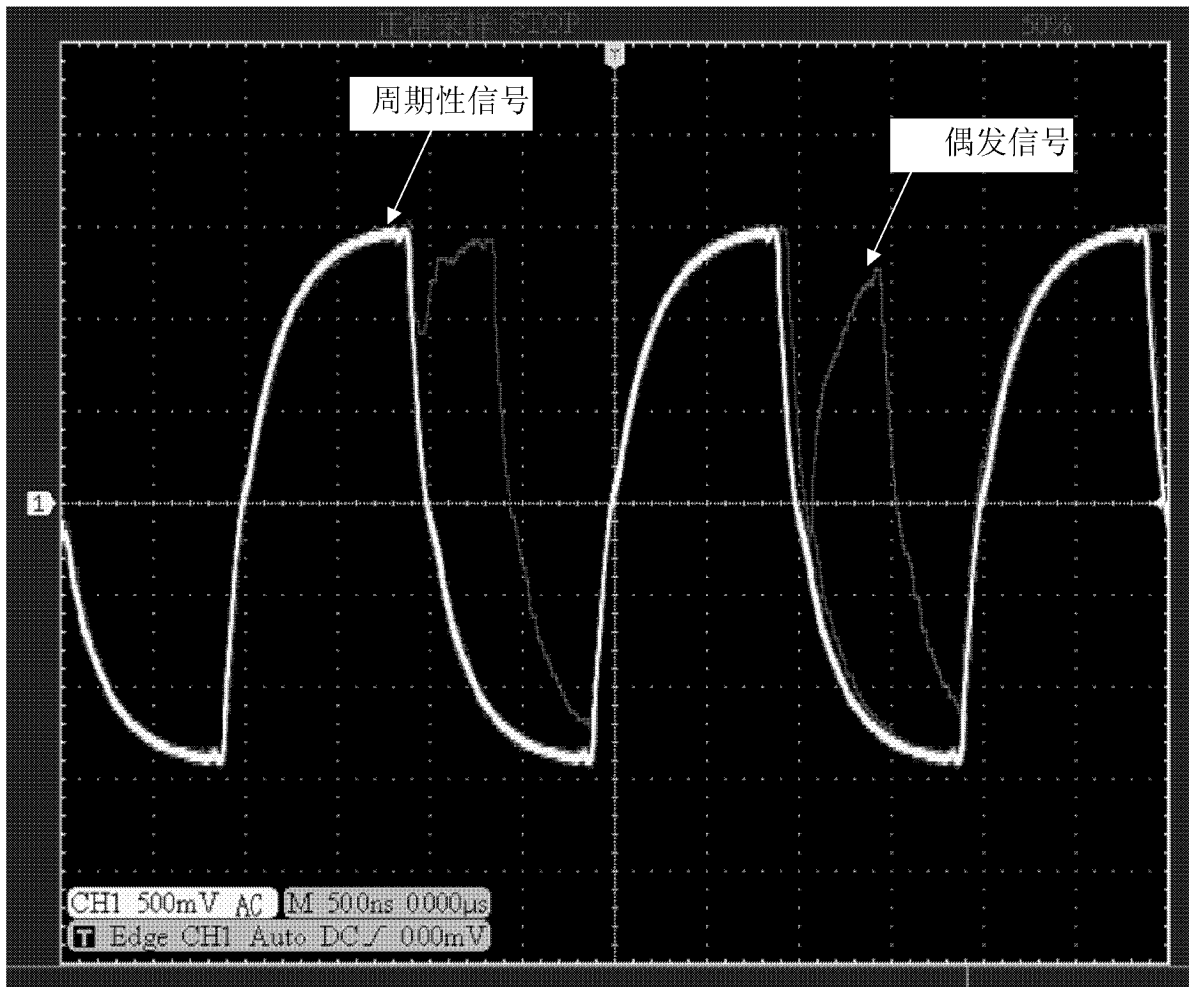


图 1

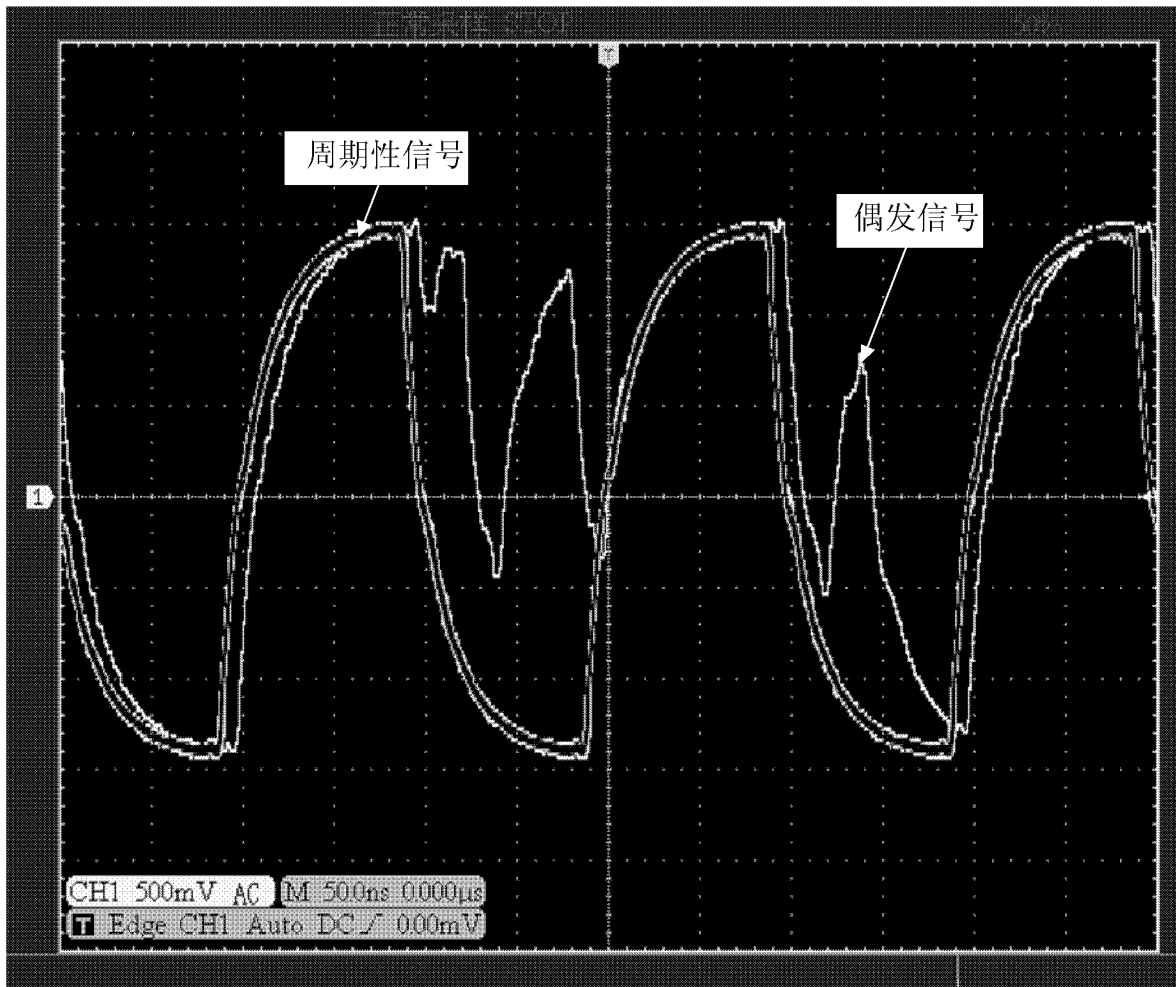


图 2

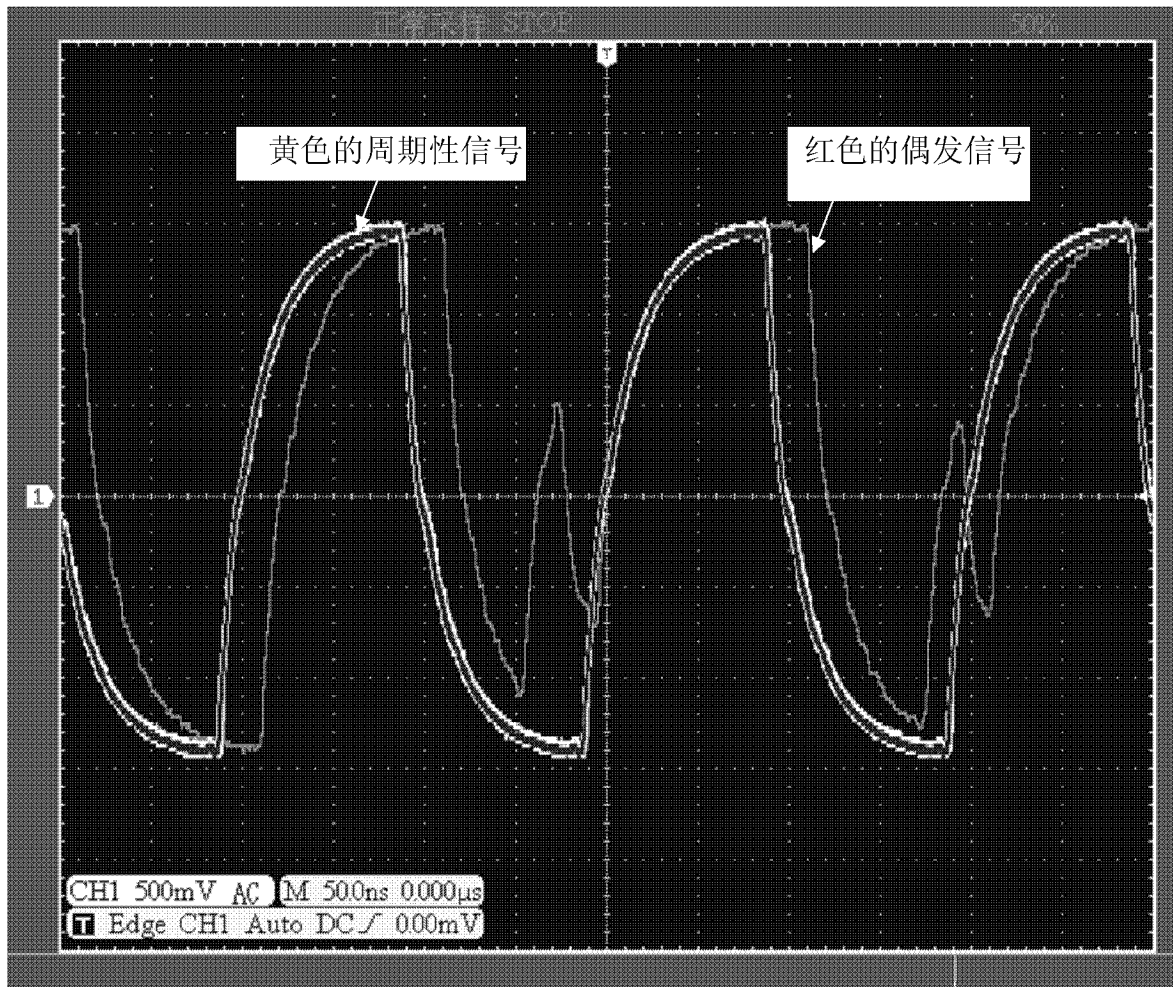


图 3