

生物实验用全数字式脉冲信号发生器

刘浩坤 张名魁 孙复川

(中国科学院上海生理研究所)

由于生物实验的特点, 作为刺激信号源或控制信号源经常需要用到周期性(单次触发或外触发)的单个脉冲、双脉冲或能预置脉冲个数的脉冲信号发生器, 而且要求脉冲信号的周期复盖范围很广(从毫秒级到数百秒, 甚至更长), 脉宽可调范围也很大(从 0.1 毫秒到近百秒, 甚至更长), 因此, 一般模拟式定时线路如单稳态、双稳态、多谐波等, 都很难在如此广泛的范围内同时达到较好的稳定性及准确度。我们试用国产的 MOS 器件: 二—十进制计数器、可预置数为 $1/N$ 的减法计数器、JK 触发器、D 型触发器和与、或、非门等数字集成电路构成的脉冲信号发生器, 很方便地达到了上述要求, 并且所有的可调参数, 如总周期、时迟、小周期(或称分周期)、脉宽(或称脉宽)和脉冲个数, 全部可用数字拨盘预置和直读。时钟脉冲由一个石英晶体振荡器分频而得, 故各参量精确度很容易达到 10^{-5} , 超过各种生物实验的精度要求, 可用于控制刺激光源或其他换能器, 也可在附加刺激隔离器(或电源浮置)后作为生物刺激器, 并且其中任意一个分频端直接引出信号都可作为高精度的时标信号。我们用于有关实验中效果满意。

一、工作原理简述

发生器框图如图 1。石英晶体振荡器产生高稳定的、达到一定精度要求的振荡频率。振荡出来的方波经分频器, 使分频后的脉冲达到预定的波宽和周期。本仪器选用波宽为 $50\mu\text{s}$, 周期分别为 0.1ms、1ms、10ms、0.1s、1s 等作为基本的调节单位(时钟脉冲)。总周期的调节线路是由几块计数器串接成的 N 分频器。总周期

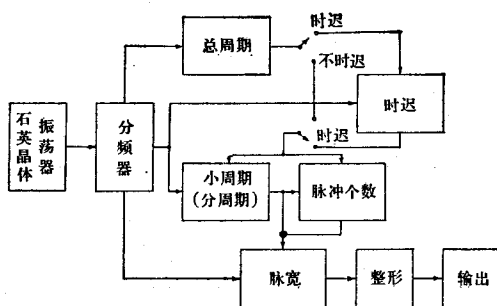


图 1

的调节取决于输入的基本调节单位和 N 分频器的预置数。小周期、时迟、波宽和脉冲个数的调节线路也都是由计数器组成的, 不同的地方是它们本身所作的 N 分频器都受到另一个 N 分频器分频脉冲的控制。

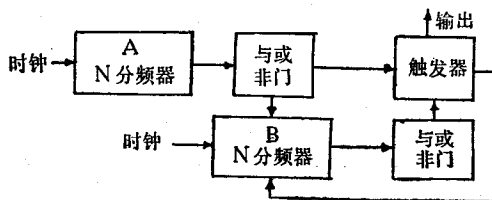


图 2

由图 2 可看出, A 分频器分频脉冲经与或非门不但控制着触发器, 还控制着 B 分频器的分频, B 分频器的分频除了受到时钟脉冲作用外, 还受到 A 分频器输出的作用和触发器输出脉冲的作用, 它产生的分频脉冲经与或非门再去控制触发器, 触发器的第一次翻转是由 A 输出脉冲引起的, B 输出脉冲引起触发器的第二次翻转, 使触发器回到初始状态, 这样在触发器输出端就得到受 A 和 B 分频器控制的脉冲波形。值得在此提一下的是脉冲串的脉冲个数与

波宽。脉冲个数一般用一个与门,对二个不同周期的信号相与而得,也就是在一个较宽的波宽除以窄脉冲的周期所得的整数倍即为脉冲个数,可是这种方法并不可能出现全部整倍数,出现余数的机会大大存在,在脉冲串的最后一个脉冲很可能出现较前面窄的脉冲,而本方法不可能出现这种情况,能保证最后一个脉冲的波宽与前面的一样,它是先得到一个确定的脉冲个数,然后这个脉冲个数再去控制产生波宽的分频器,这样就得到我们需要的脉冲个数和确定的波宽,避免了脉冲串最后一个脉冲与前面的不一致性。

最后,对这些脉冲波形进行整形、放大、极性变换等,以便得到较好的波形和一定的电压输出。

二、主要技术指标

按图 3 所示:

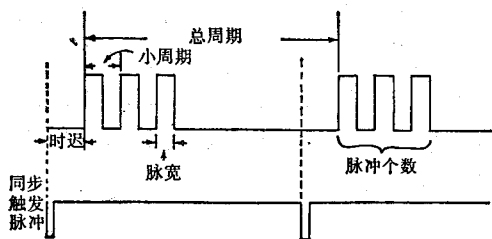


图 3

(一) 总周期: 1ms—999s。分 1ms、10ms、0.1s、1s 四档切换,每档都可从 1—999 任意调节。

(二) 时迟: 0—99.9s。分 0.1ms、1ms、10ms、0.1s 四档切换,每档都可从 1—999 任意调节。

(三) 小周期: 0.2ms—99.9s。分 0.1ms、1ms、10ms、0.1s 四档切换,每档都可从 1—999 任意调节。

(四) 波宽: 0.1ms—99.9s。分 0.1ms、1ms、10ms、0.1s 四档切换,每档都可从 1—999 任意调节。

(五) 脉冲个数: 从 1—999 个任意调节。

(六) 电压输出幅度: 0—±50V。分 10 档

连续可调。

(七) 波形输出的前后沿: 均小于 $1\mu s$ 。

(八) 触发选择: 自动(内触发)、单次和外触发(同步输入)。

(九)、输出波形: 能输出时迟或不时迟、正或负极性的单个脉冲、双脉冲或预置数为 1—999 个任意调节的脉冲串。

三、讨 论

(一) 使用中应注意在输出单个脉冲时,脉宽与时迟的总和应小于总周期;在输出脉冲串时,除脉宽应小于周期外,脉冲个数与小周期的乘积再加上时迟总和也应小于总周期;在闲置的各单元中,避免置于“0”,因为元件在“0”分频时是没有意义的状态。

(二) 最小的时钟脉冲选用周期为 0.1ms、波宽为 0.05ms 而不选脉宽更窄、频率更高的脉冲,是受国产元件工作频率的限制和考虑到元件的通用性。而且 0.1ms 作为调节的最小单位已可满足一般生物实验的要求。

(三) 仪器全部由国产数字集成电路组成,精度高,结构简单,数字直读、准确、调试方便,规格统一,便于更大规模集成。

(四) 经过一些适当的波形变换或波形形成,还可作为特殊波形发生器或多波形发生器。

(五) 电源部分为输出幅度要求专门设计正负直流电源(±50V)。由于采用一般性通用电路,故不阐述。

参 考 文 献

- [1] 上海无线电十四厂情报资料室:《电子实践》,1978年,1月,第8、10期。
- [2] 上海元件五厂情报资料室:《半导体器件》,1979年,5月,第1册。
- [3] 魏景汉:《生物化学与生物物理进展》,1979年,第2期。
- [4] 电气刺激装置 ELECTRONIC STIMULATOR model SEN-7103 SEN-3201 (1979年日本在上海的展出产品)。
- [5] IEEE Transection of Biomedical Engineering, 1976, 1.
- [6] Kandel, E. R. and Spencer, W. A.: *Physiological Review*, Vol. 48, pp65—134, 1968.
- [7] Colbum, T. R. and Schwartz, E. A.: *Med. Biol.*, Vol. 10, pp504—509, 1972.

[本文于 1981 年 9 月 13 日收到]