



——脉宽调制设计

本节任务

- 了解PWM的概念及原理
- 掌握脉冲发生器的原理
- 掌握LED通过PWM调节亮度的方法
- 掌握呼吸灯原理及实现方法
- 完成脉冲发生器、LED亮度调节和呼吸灯的程序设计

概述

脉宽调制

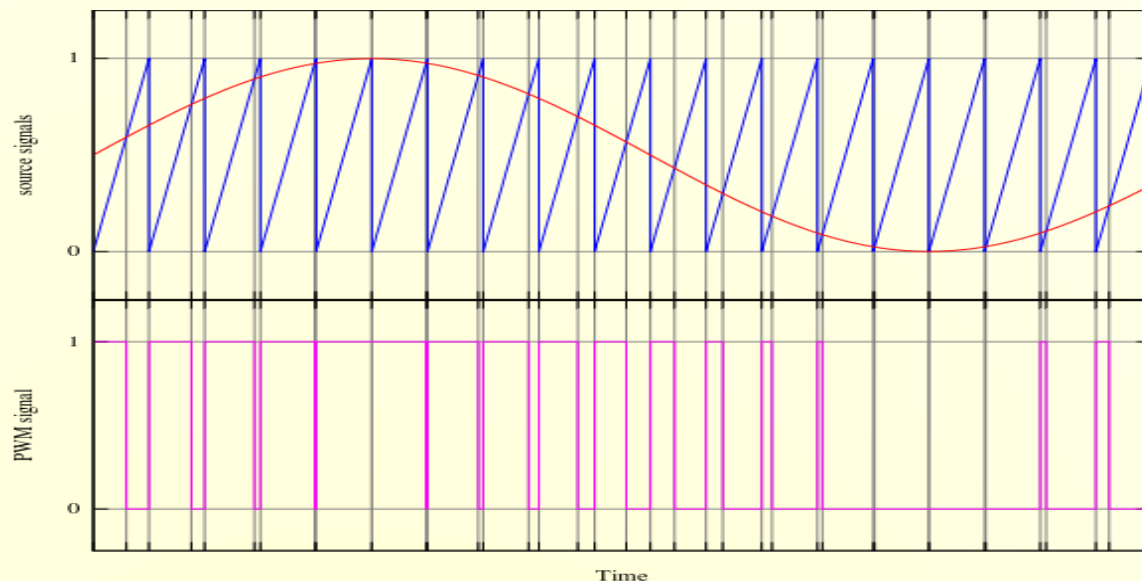
- 脉宽调制，全称脉冲宽度调制，简称PWM；
- 是一种对模拟信号进行数字编码的方法，是利用微处理器的数字输出对模拟电路进行控制的一种非常有效的技术；
- 一般采用周期固定，脉冲的占空比依模拟信号大小改变；
- 广泛应用在从测量、通信到功率控制与变换的许多领域中；
- 优点：控制简单灵活，抗干扰能力强

简单脉宽调制原理示意

红色：调制信号

蓝色：载波信号

紫色：已调制信号

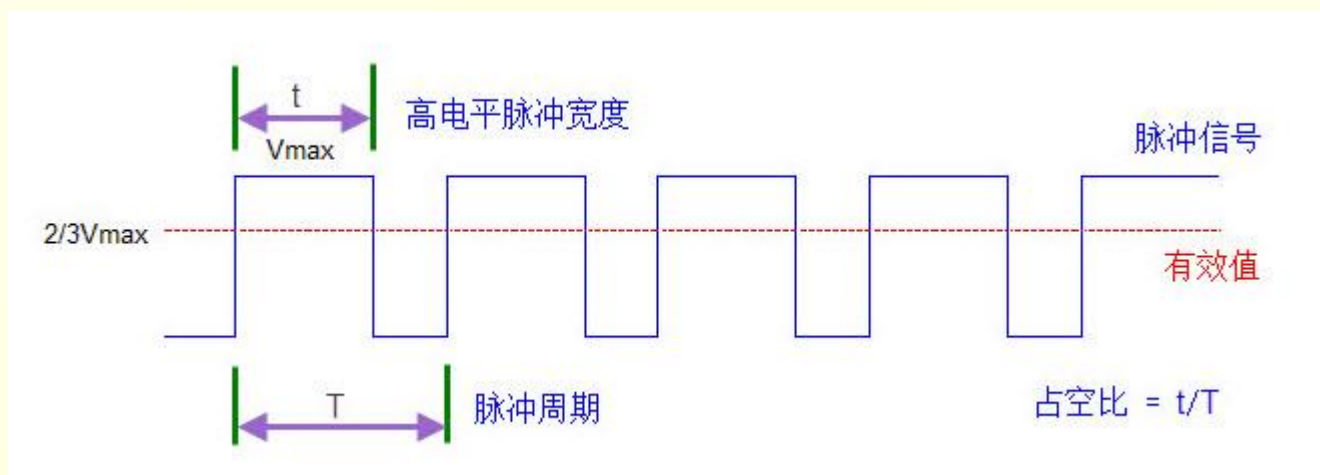


最简单可以产生一个脉冲宽度调制信号的方式是交集性方法 (intersective method),

这个方法只需要使用锯齿波或三角波以及一个比较器。

当参考的信号值(红色波)比锯齿波(蓝色波)大, 则脉冲调制后的结果会在高状态, 反之, 则在低状态。

脉冲发生器概念

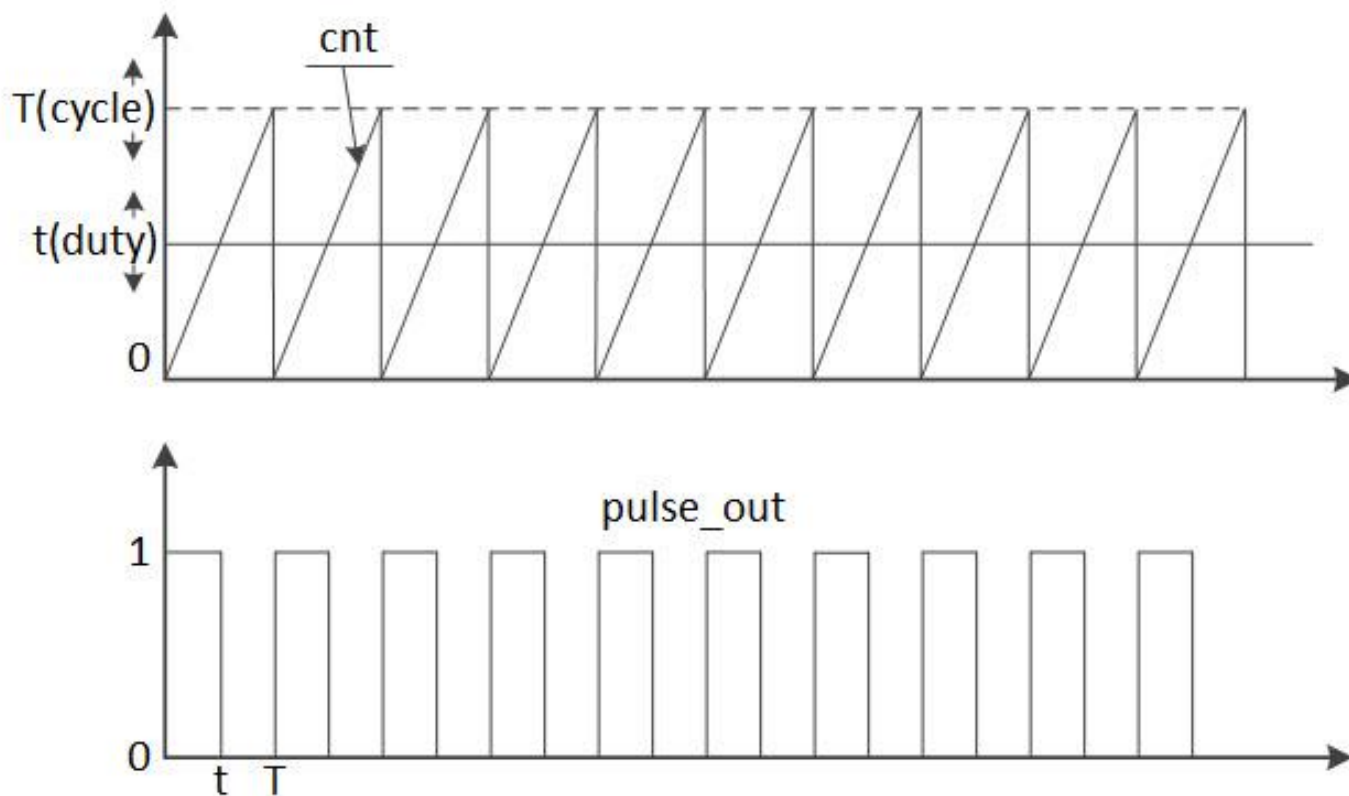


脉冲发生器是信号发生器的一种，是周期和占空比均可调的矩形脉冲的发生器。

周期：在数字信号的领域中是信号变化的过程中，某段波形重复出现，其某一次开始至结束的这段时间就称为“周期”。

占空比：是在一串理想的脉冲系列中，正脉冲的持续时间与脉冲周期的比值。例如在下图中 t 为正脉冲的持续时间， T 为脉冲周期，占空比为 t/T 。

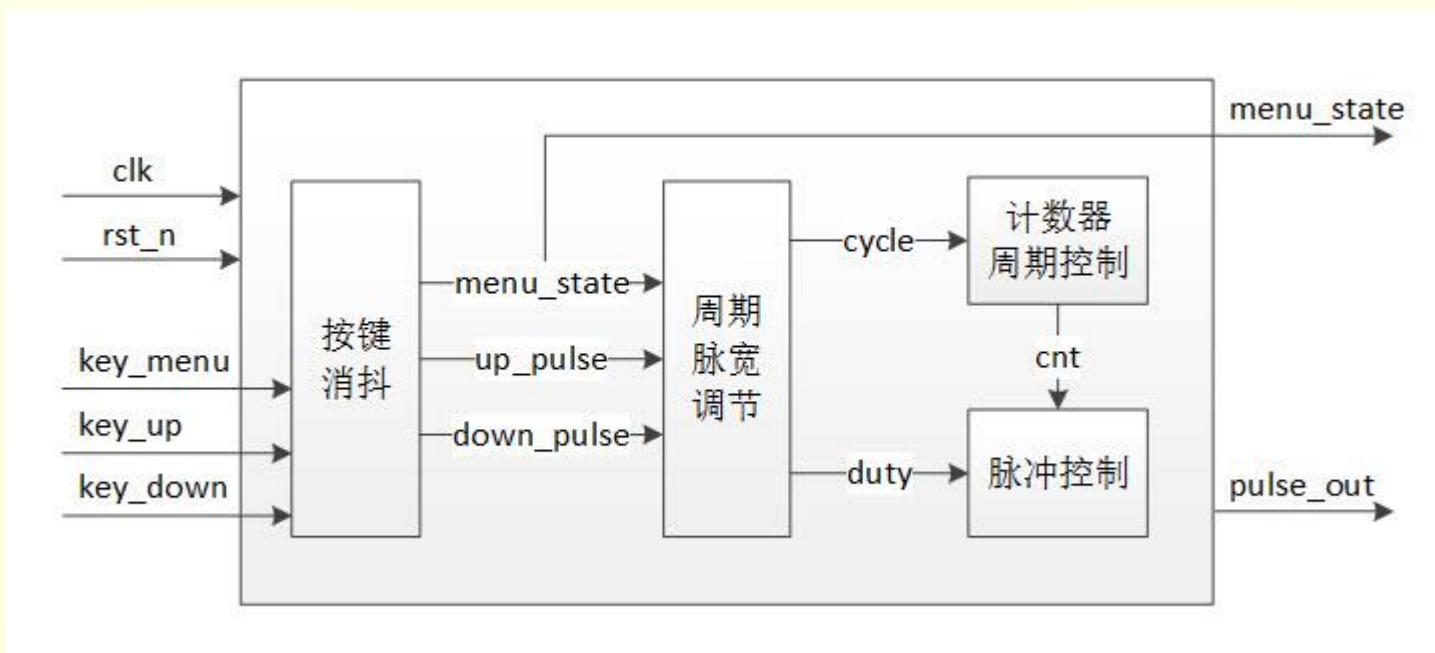
脉冲生成原理



调制信号为固定值，与锯齿波比较，调制出固定占空比的脉冲信号

改变锯齿波的周期和调制信号的值，可以调节脉冲信号的周期及占空比

脉冲发生器原理框图



我们使用三个按键控制脉冲发生器的周期及脉宽参数

- ❑ key_menu: 控制周期和脉宽调节模式的切换
- ❑ key_up: 依据所处的模式控制周期或脉宽参数的增加
- ❑ key_down: 依据所处的模式控制周期或脉宽参数的减小

按键消抖模块

关于按键消抖模块，在按键处理章节中有详细说明，这里不再赘述，直接调用按键消抖模块，

三个按键，在调用消抖模块时将KEY_WIDTH重新定义为3，

```
parameter      KEY_WIDTH = 3;
```


脉冲生成模块

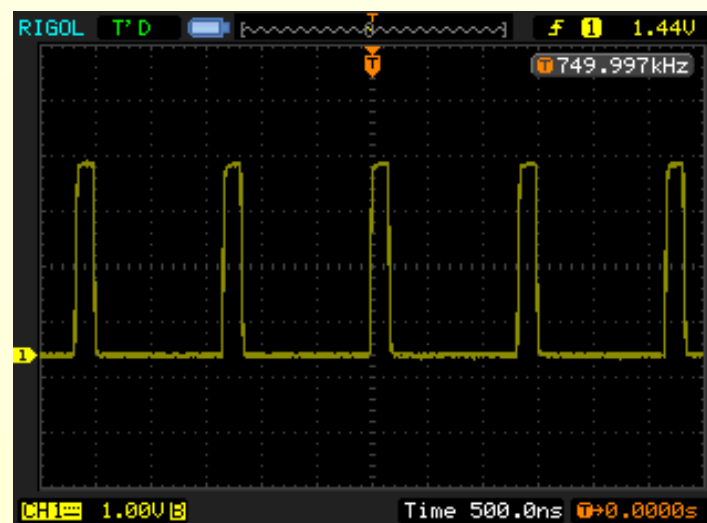
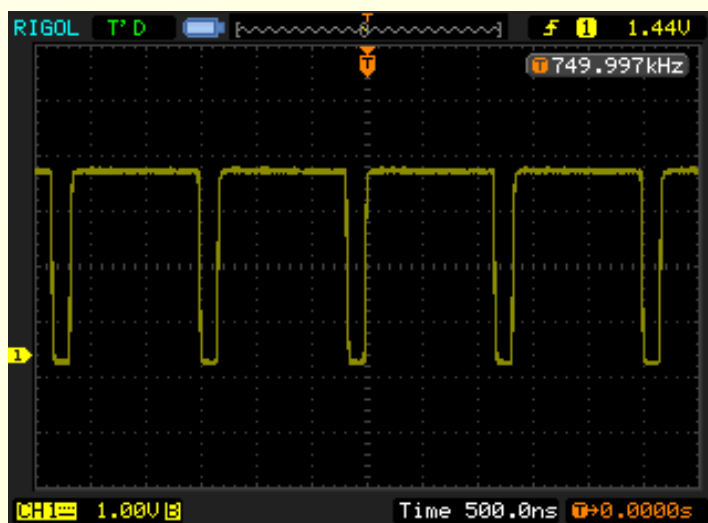
脉冲生成模块，包含计数器周期控制和脉冲控制两个部分
是脉冲生成最常用的方法

计数器计数到要产生的脉冲的周期cycle时清零完成计数
脉冲控制部分产生输出的脉冲信号，根据计数器值和duty的
比较结果输出1或者0

脉冲调节模块

根据按键调节脉冲信号的两个参数，cycle和duty，这样就可以产生简单的任意脉冲信号
控制duty总是小于cycle， $0\% < \text{占空比} < 100\%$

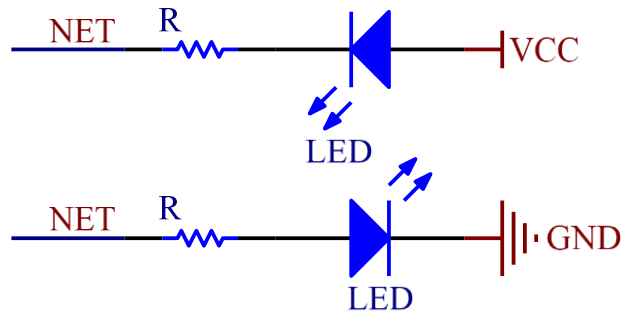
运行结果



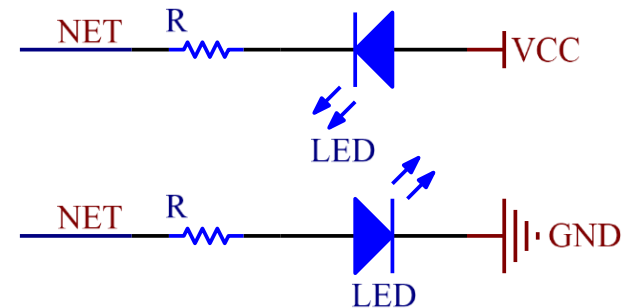
下载程序，通过示波器测量最终脉冲输出管脚，
按动按键调节周期及脉宽，可以得到不同的脉冲信号

LED灯亮度调节原理

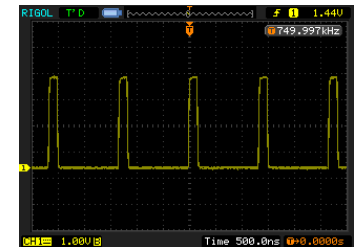
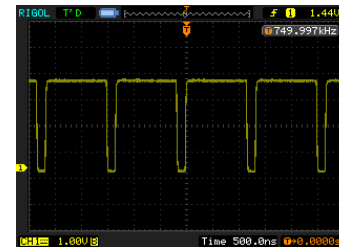
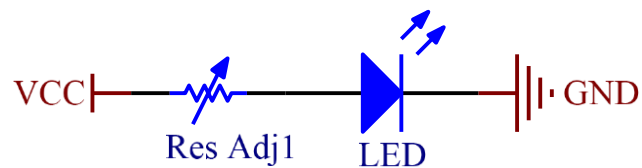
改变NET端的模拟电压值



使用脉宽调制信号控制亮度
改变NET端脉冲信号的占空比



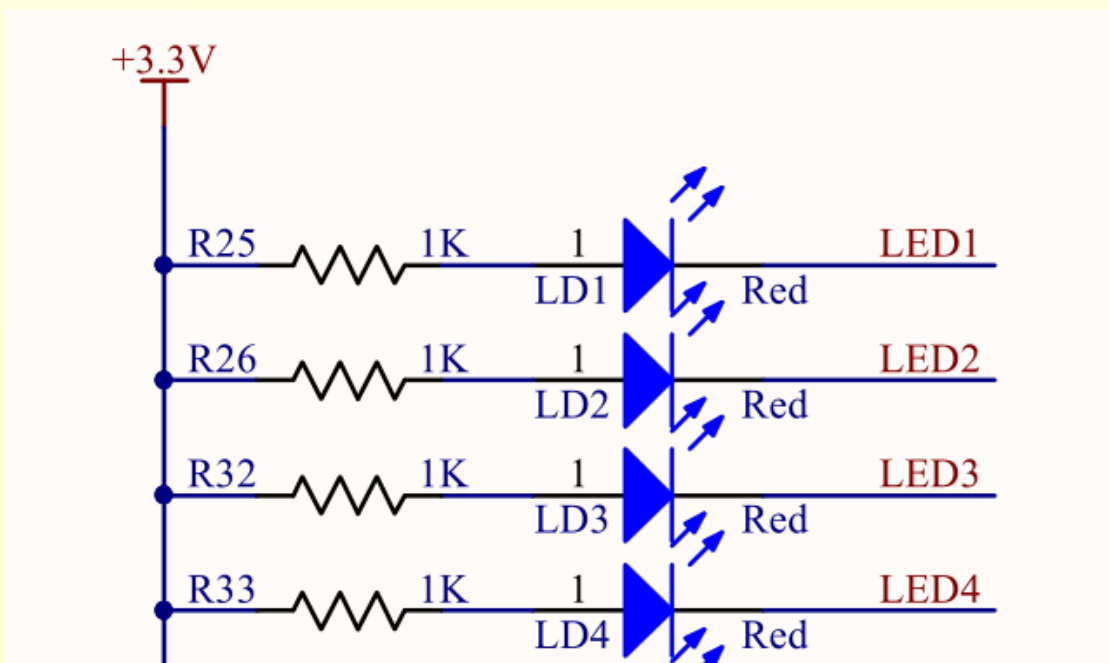
改变可调电阻的电阻值



LED灯亮度调节

脉冲发生器的程序，将脉冲输出的管脚分配给LED的控制端，通过调节脉冲信号的占空比控制LED的亮度。

注：根据开发平台上LED的硬件连接方式可知，**占空比越大LED灯亮度越低，占空比越小LED灯亮度越高。**

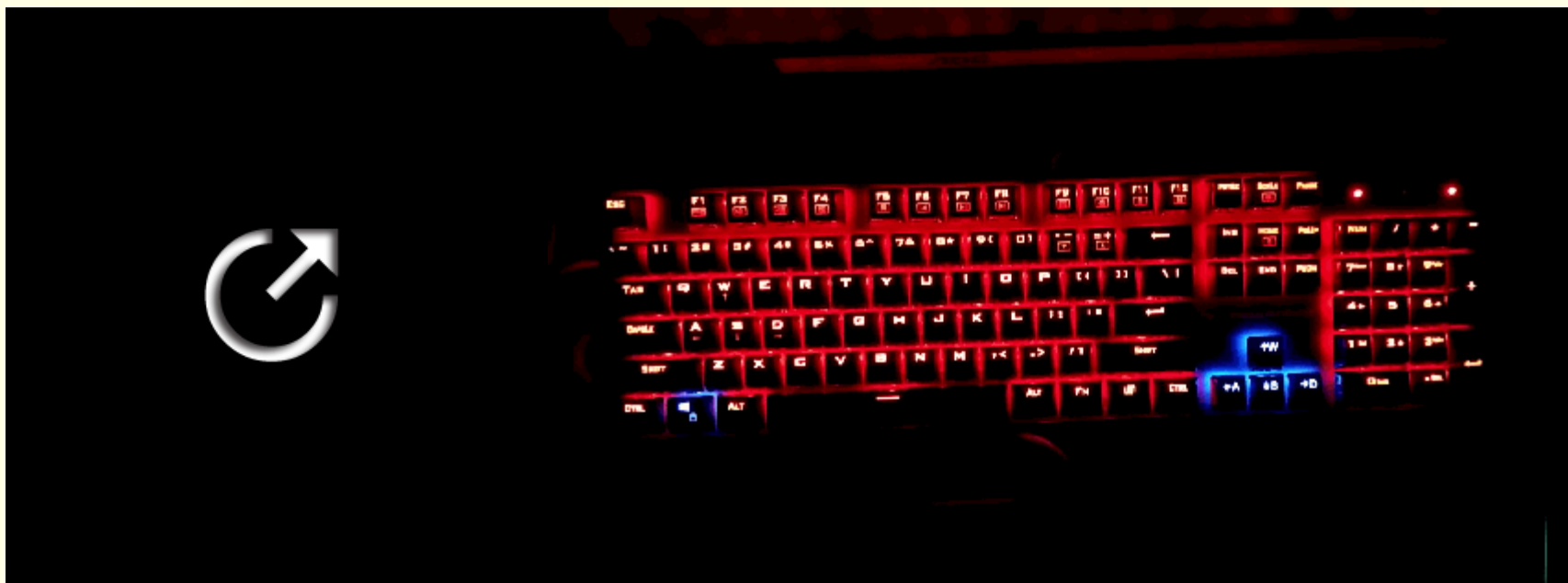


呼吸灯概念

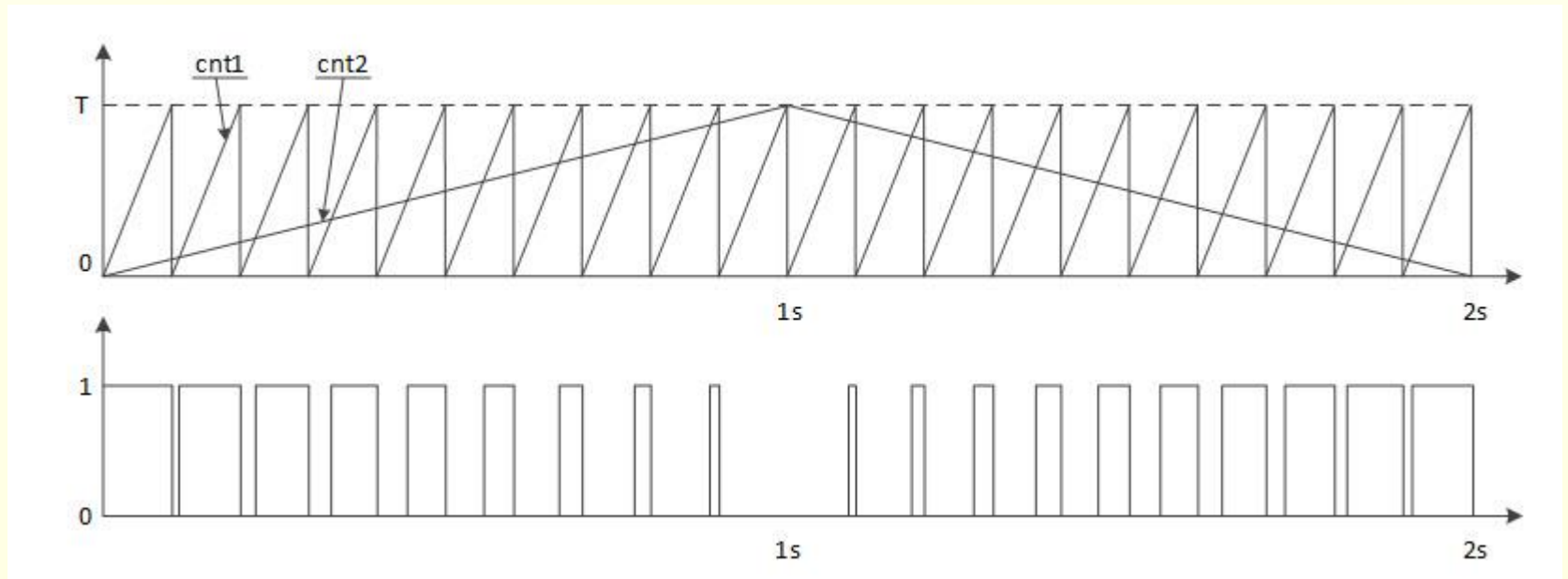
呼吸灯：

顾名思义，灯光的亮度在控制下不断的在亮和灭之间逐渐变化，感觉好像是人在呼吸。

接下来我们使用PWM原理，通过程序自动调整数字信号的占空比来控制LED灯的亮度，实现呼吸灯效果。



呼吸灯原理

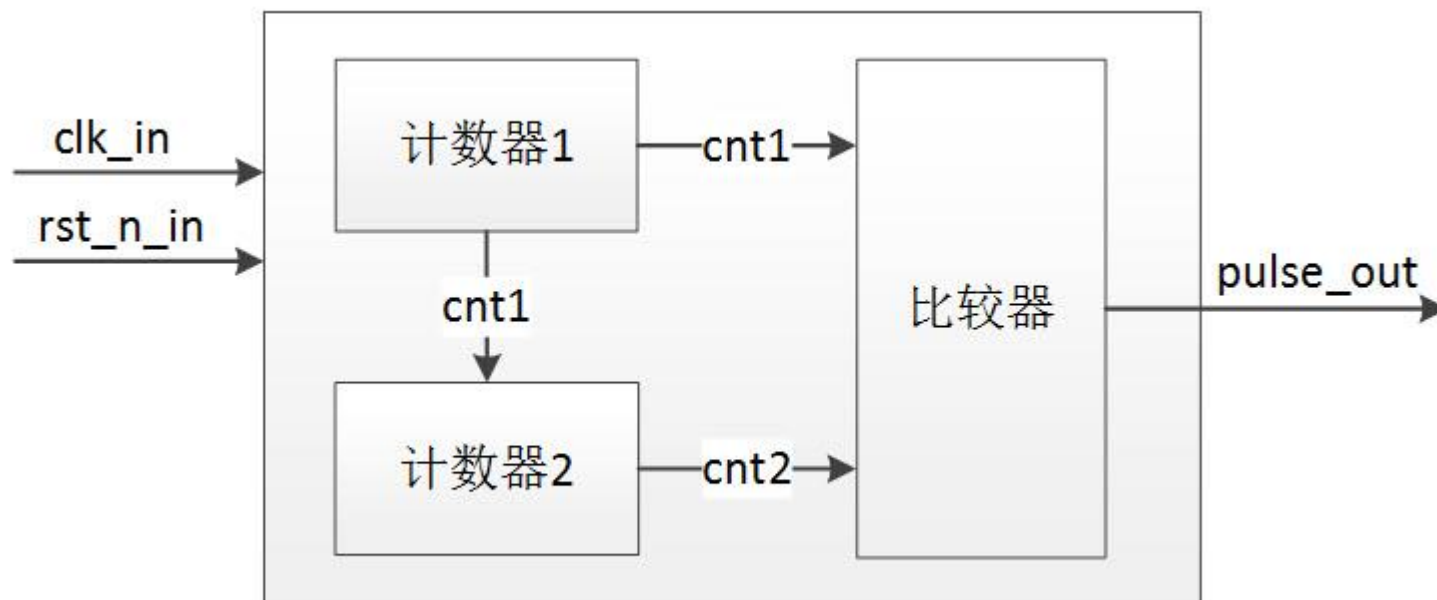


通过PWM实现呼吸灯的原理：

调制信号为三角波，对应脉冲信号的占空比（100% → 0% → 100%），对应LED灯的亮度（最暗 → 最亮 → 最暗），实现呼吸灯的设计

调制信号的周期对应呼吸灯的周期

呼吸灯设计框图



计数器cnt1实现载波信号（锯齿波）的实现，

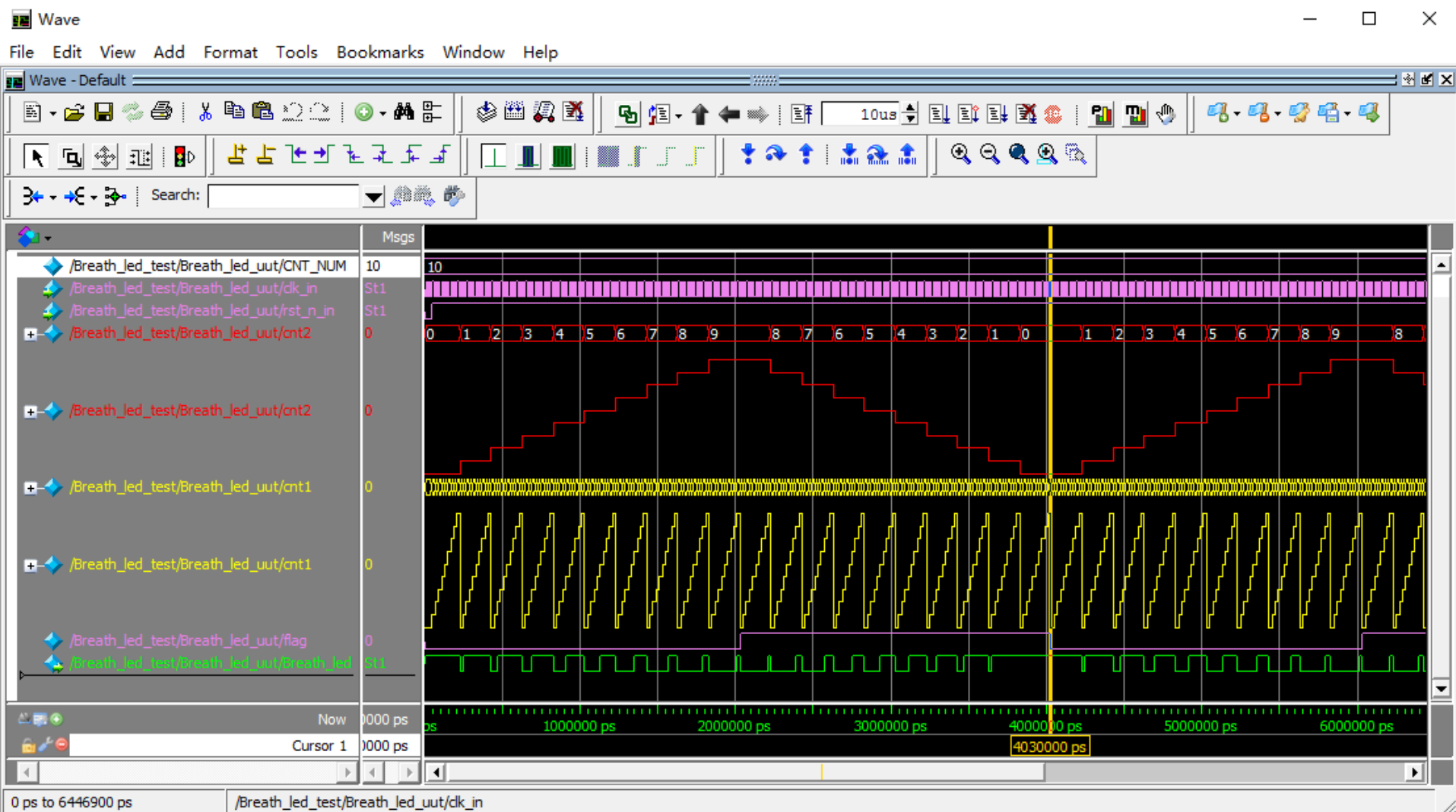
计数器cnt2实现调制信号（三角波）的实现，

比较器实现交集性调制方法

调制信号产生模块

计数器cnt2首先从零自加，达到最大值CNT_NUM-1（呼吸周期决定），而后自减至零，循环往复，实现三角波信号

呼吸灯设计仿真结果



软件编程配合硬件电路

请务必保证：
程序设计和硬件电路的对应性