

电子设计综合训练题目（数字部分）

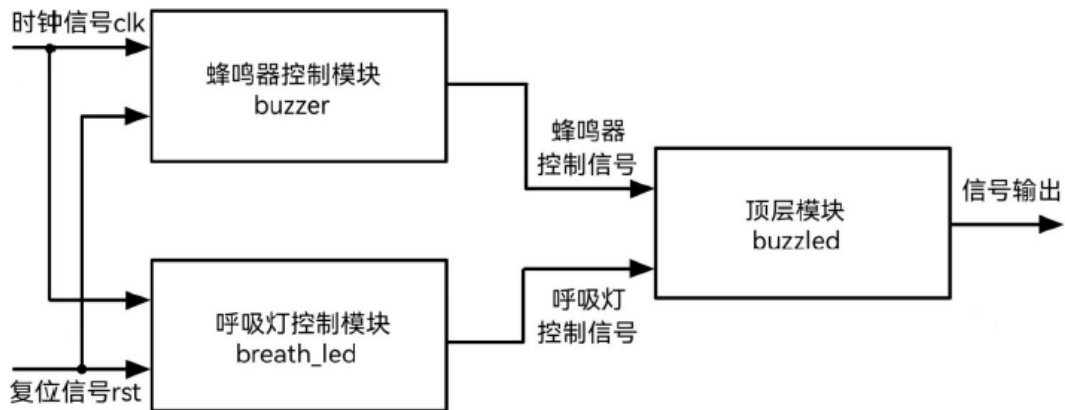
题目三：带呼吸灯的电动车报警器设计与实现

一、实验内容

用 FPGA 设计一个模拟电动车报警器声音的电路，伴随音调的高低 LED 灯由亮变暗又变亮，周而复始。

二、实验原理

整体框图



1、呼吸灯原理

占空比调控原理

由于 PWM 波只能对脉冲的宽度进行调控，不能改变其幅值，我们就需要改变思路，通过调控占空比的方式来控制输出信号的功率大小，来调控 LED 灯的亮度。

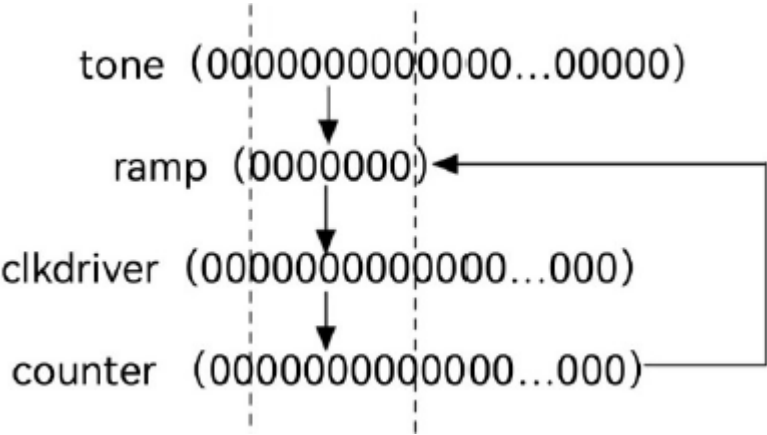
可以使用两个不同的变量来调节占空比的大小，具体方法如下。首先设置一个秒计数器，然后再设置一个毫秒计数器，以及一个微秒计数器。因为 FPGA 默认时钟频率为 50MHz，频率过高不易使用所以设置微秒级计数器提供了整套占空比调节系统的最小时间单位。由于秒和毫秒，毫秒和微秒之间的进位计数次数是一样的，都是 1000 次。我们可以在毫秒计数器的数值小于等于秒计数器的数值时向 led 灯输出低电平，反之输出高电平。这样随着毫秒计数器进位，秒计数器数值不断变大，在一秒的时间内，输出高电平的时钟周期占比就越来越大。在秒计数器计满后，当毫秒计数器的数值大于秒计数器的数值时向 led 灯输出低电平，反之输出高电平，随着秒计数器数值不断变大，在一秒的时间内，输出低电平的时钟周期占比就越来越大。以此实现对占空比的调控。

2、蜂鸣器音调变化原理

频率调控原理

为实现频率的均匀变化，我们可以通过以下方法来进行控制：设置 28 位变量 tone，7 位变量 ramp，其中当 tone[26]为 1 时 ramp 为 tone[25:19]，为 0 时 ramp 为 ~tone[25:19]。以及 15 位 clkdriver，由 {2'b01,ramp,6'b000000}形式组合而成。最后设 15 位计数器。工作过程位 tone 从零开始计数。clkdriver 控制计数器的计时时长。每当计时器归零就载入新的 remp 数值。remp 值改变影响 clkdriver，进而影响计数器计时时长。tone 和 ramp 的设计能够保证 ramp 是一

个从 0 到最大值，再从最大值归零的过程。对应了频率的从高到低，再到高的过程。



通过调整 tone 在 ramp 后的位数就可以调控警笛声音大周期的时长。

tone										ramp							
22	21	...	16	15	14	...	7	6	...	0	21	20	19	18	17	16	15
0	0	...	0	0	0	...	0	0	...	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	...	0	0	0	...	0	0	...	1	1	1	1	1	1	1	1
...										...							
0	0	...	0	0	1	...	1	1	...	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	...	0	1	0	...	0	0	...	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	...	0	1	0	...	0	0	...	1	1	1	1	1	1	1	0
...										...							
0	0	...	0	1	1	...	1	1	...	1	1	1	1	1	1	1	0
...										...							
0	1	...	1	1	1	...	1	1	...	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	...	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0
...										...							
1	0	...	0	1	0	...	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	1
...										...							
1	1	...	1	1	1	...	1	1	...	1	1	1	1	1	1	1	1

ramp 的数字变化规律