

Implementación de señales PWM en FPGA

Victor Santamaría, Yarelis Rodríguez

Universidad Latina de Panamá, Av Ricardo J. Alfaro Tumba Muerto, Ciudad de Panamá

victor.santamaria1997@gmail.com

yaca_211@hotmail.com

Resumen- El siguiente proyecto busca demostrar de manera interactiva y visual el comportamiento de las señales PWM la cual es un tipo de señal de voltaje utilizada para enviar información o para modificar la cantidad de energía que se envía a una carga. En este caso el uso que le daremos a esta señal será el de accionar mediante un switch un abanico y una bocina. A su vez 3 switches accionarán 3 leds y variarán su frecuencia de parpadeo, con esto se busca demostrar cómo o para qué pueden usarse este tipo de señales.

I. INTRODUCCIÓN

La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de pulse-width modulation) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga. En nuestro caso llevaremos a cabo la construcción de un prototipo, donde se busca demostrar el funcionamiento de dichas señales con dispositivos que permitan la visualización del comportamiento de estas mismas.

II. DESARROLLO

En la actualidad existen muchos circuitos integrados en los que se implementa la modulación PWM, además de otros muy particulares para lograr circuitos funcionales que puedan controlar fuentes conmutadas, controles de motores,

controles de elementos termoelectrónicos, choppers para sensores en ambientes ruidosos y algunas otras aplicaciones.

A continuación, se describirán los pasos realizados para la creación del dispositivo:

A. Investigación

Lo primero a realizar fue conocer el funcionamiento de una señal PWM y cómo se podía implementar en un FPGA's. La modulación de ancho de pulso (PWM) se usa comúnmente en circuitos digitales para controlar la velocidad de los motores, así como el brillo de las luces (por ejemplo, en la luz de fondo de las pantallas LCD). Finalmente, haremos uso de PWM para controlar el color de los LED RGB.

En la literatura actual se encuentran trabajos que utilizan FPGAs de Xilinx, para la generación de PWM trifásicos aplicado a inversores, para control de velocidad de motores de inducción utilizando lenguaje VHDL (también se puede utilizar Verilog), para controladores PID basado en el principio de los moduladores PWM, para la realización de controladores SVPWM, para control digital realimentado de inversores PWM, para PWM de inversores de cascada multinivel.

B. Materiales

Para el desarrollo del dispositivo en la parte física se necesitaron los siguientes materiales:

- Tablero Arty Digilent
- Cable micro USB para programar y alimentar la placa Arty.
- Xilinx Vivado instalado (incluidos los archivos de la placa Digilent)
- Ventilador de PC 12 V
- Bocina de 2" 5V
- 5 switches
- 3 Pilots led

C. Programación

Comenzamos usando un contador simple para encender y apagar un LED. La placa Arty tiene un oscilador incorporado de 100 MHz. El oscilador proporciona una fuente de reloj que utilizamos en todos nuestros diseños. Un reloj de 100 MHz tiene un tiempo de ciclo de 10 nanosegundos (ns): esta será la unidad de tiempo básica para nuestros diseños.

Pero para efecto del proyecto variamos la frecuencia para controlar la velocidad de encendido y apagado de leds, utilizamos señales pwm para controlar la velocidad de encendido y apagado de leds y la velocidad de un fan(abanico) y emitir sonidos por una bocina.

Programación de PWM

```
`timescale 1ns / 1ps
```

```
module top(
    input CLK,

    output reg [3:0] out

);
    reg [32:0] counter;

    always @ (posedge CLK)

begin
```

```
    counter <= counter + 1;

    out[0] <= counter[23];

    out[1] <= counter[24];

    out[2] <= counter[25];

    out[3] <= counter[18];

end
```

```
endmodule
```

Programación de pines del Arty

```
## Clock signal
```

```
set_property -dict {PACKAGE_PIN E3
IOSTANDARD LVCMOS33} [get_ports
{CLK}];#IO_L12P_T1_MRCC_35
Sch=gclk[100]
```

```
create_clock -add -name sys_clk_pin -period
10.00 -waveform {0 5} [get_ports {CLK}];
##Pmod Header JB
```

```
set_property -dict { PACKAGE_PIN E15
IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
out[0] }]; #IO_L11P_T1_SRCC_15 Sch=jb_p[1]
```

```
set_property -dict { PACKAGE_PIN E16
IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
out[1] }]; #IO_L11N_T1_SRCC_15 Sch=jb_n[1]
```

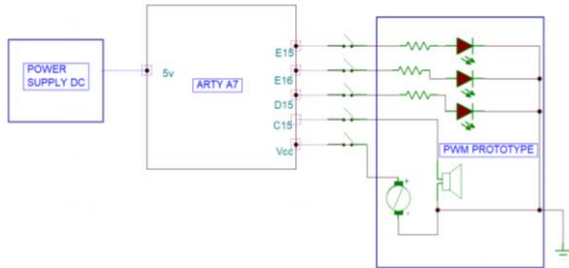
```
set_property -dict { PACKAGE_PIN D15
IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
out[2] }]; #IO_L12P_T1_MRCC_15 Sch=jb_p[2]
```

```
set_property -dict { PACKAGE_PIN C15
IOSTANDARD LVCMOS33 } [get_ports {
out[3] }]; #IO_L12N_T1_MRCC_15 Sch=jb_n[2]
```

III. Diagrama y resultados

La metodología que usamos para el desarrollo de este prototipo fue en primer punto, realizar investigaciones de aplicaciones de un FPGA's, luego de

encontrar el tema de la señal PWM procedimos a la creación del código Verilog e implementación en la tarjeta. Una vez el código está listo se procede al montaje de los demás dispositivos y se realizan las pruebas finales.



F1. Diagrama del circuito utilizado para la realización del proyecto



F2. Vistas del proyecto

IV. Conclusiones

Mediante la construcción de este prototipo, se busca demostrar el funcionamiento de dichas señales con dispositivos que permitan la visualización del comportamiento de dichas señales.

Una opción a la hora de diseñar un circuito digital que permita ahorrar tiempo sin depender de soluciones comerciales, que normalmente necesitan de licencia y encarecen los costos del proyecto, consiste en la utilización de herramientas que compilen, simulen, sinteticen e implementen el diseño en un dispositivo lógico-programable. En el caso de circuitos secuenciales, se convierte en la clave de la solución, y la herramienta, generando un código VHDL que se programa en el CPLD o FPGA.

Podemos concluir reconociendo la importancia del uso de las señales PWM y como encontrarlas en nuestro entorno. También la importancia del aprendizaje obtenido durante el periodo de clase el cual nos llevo a la realización de este proyecto.

V. Bibliografía

J. M. Ulmeher, «Sistemas Ibertronica,» Ibertrónica, [En línea]. Available: <https://www.ibertronica.es/blog/tutoriales/funcion-pwm/>. [Último acceso: 2019 Abril 3]

«SISTEMA DE CONTROL Y GENERADOR PWM,» [En línea]. Available: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hedrick_s_gg/capitulo2.pdf. [Último acceso: 2019 Abril 3]