
CAPÍTULO 5

Programación en VHDL de un FPGA para el control de los elementos de conmutación.

5.1 Introducción.

En este capítulo se da un breve descripción de la estructura de un programa VHDL, se simula los tiempos para generar la frecuencia de salida y los pulsos para la conmutación de los interruptores de potencia. La forma de control digital generada debe ser igual a la obtenida en el capítulo anterior, además se desarrolla un programa en el software Active VHDL de Aldec, con la limitante de manejar tiempos máximos de 10 microsegundos ya que es una versión de muestra para ser evaluada por el usuario, por lo que es necesario usar tiempos del orden de nanosegundos para tener el equivalente en milisegundos con solo cambiar ns por ms.

5.2 Programa VHDL para generar los pulsos para la conmutación.

En la actualidad, el lenguaje de descripción hardware más utilizado a nivel industrial es VHDL (Hardware Description Language), que apareció en la década de los ochentas, como un lenguaje estándar, capaz de soportar el proceso de diseño de sistemas electrónicos complejos, con propiedades para reducir el tiempo de diseño y los recursos tecnológicos requeridos.

Tal como lo indica sus siglas VHDL es un lenguaje orientado a la descripción o modelado de los sistemas digitales; es decir, se trata de un lenguaje mediante el cual se puede describir, analizar y evaluar el comportamiento de un sistema digital[11].

VHDL es un lenguaje poderoso que permite la integración de sistemas digitales sencillos o complejos en dispositivo lógico programable (PLD), sea de baja capacidad de integración como un arreglo lógico genérico (GAL), o de mayor capacidad como los CPLD y FPGA apéndice A.

La estructura general de un programa VHDL esta formado por módulos o unidades de diseño, cada uno de ellos compuesto por un conjunto de declaraciones e instrucciones que definen,

describen, estructuran, analizan y evalúan el comportamiento del sistema digital.

Existen cinco tipos de unidades de diseño VHDL:

- Entity declaration (declaración de entidad).
- Architecture (arquitectura).
- Configuration (configuración).
- Package declaration (declaración de paquete).
- Package body (cuerpo del paquete).

El desarrollo de programas en VHDL pueden utilizarse o no tres de los cinco módulos, pero la entidad y arquitectura son indispensables en la estructuración del programa.

Las declaraciones de entidad, paquete y configuración se consideran unidades de diseño primarias, mientras que la arquitectura y el cuerpo del paquete son unidades de diseño secundarias porque dependen de una unidad primaria que se deben analizar antes que ellas.

Para este trabajo, la Fig.5.1 muestra los pasos necesarios para la programación de un FPGA O CPLD, que generan los pulsos para el control de la conmutación de los IGBT o CMOS en un convertidor multinivel.

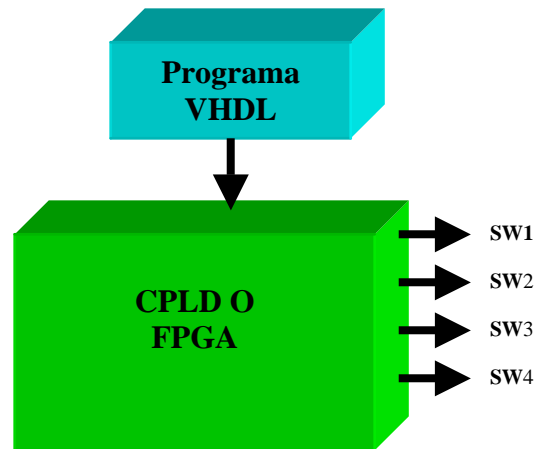


Fig.5.1. Salida de CPLD o FPGA para los pulsos de control para los interruptores de potencia.


```
pulsos: process
begin

inc<='1','0' after 1570 ns;
wait for 1670 ns;
end process;
incinv <= not inc;

aum<= not dossw2;

inicio2 <= unosw2 or aum or incinv;
sw2 <= inicio2 and carrier;           --sw2 con portadora
sw4<=not inicio2 and carrier;       --sw4 con portadora

end salida;
```

5.4 Simulación usando software ACTIVE.VHDL

Después de correr el programa anterior se obtiene la pantalla mostrada en la fig.5.2. donde los pulsos para el control de la conmutación sw1,sw2,sw3,sw4 son iguales a los propuestos en el control digital simulado en el capítulo 5, con la ventaja de poder controlar las siguientes características.

- Los tiempos de paso por cero de la señal portadora.
- La frecuencia de la señal moduladora podemos seleccionarla con alta precisión dada las características de retardo del FPGA.
- El ciclo de trabajo de la señal portadora con precisión.
- Puede o no incluirse la portadora como entrada ya que puede definirse en la entidad del programa VHDL como entrada o generarse dentro del mismo programa, logrando con esto último la necesidad de implementar un reloj externo que puede presentar variaciones por el uso de componentes externos.

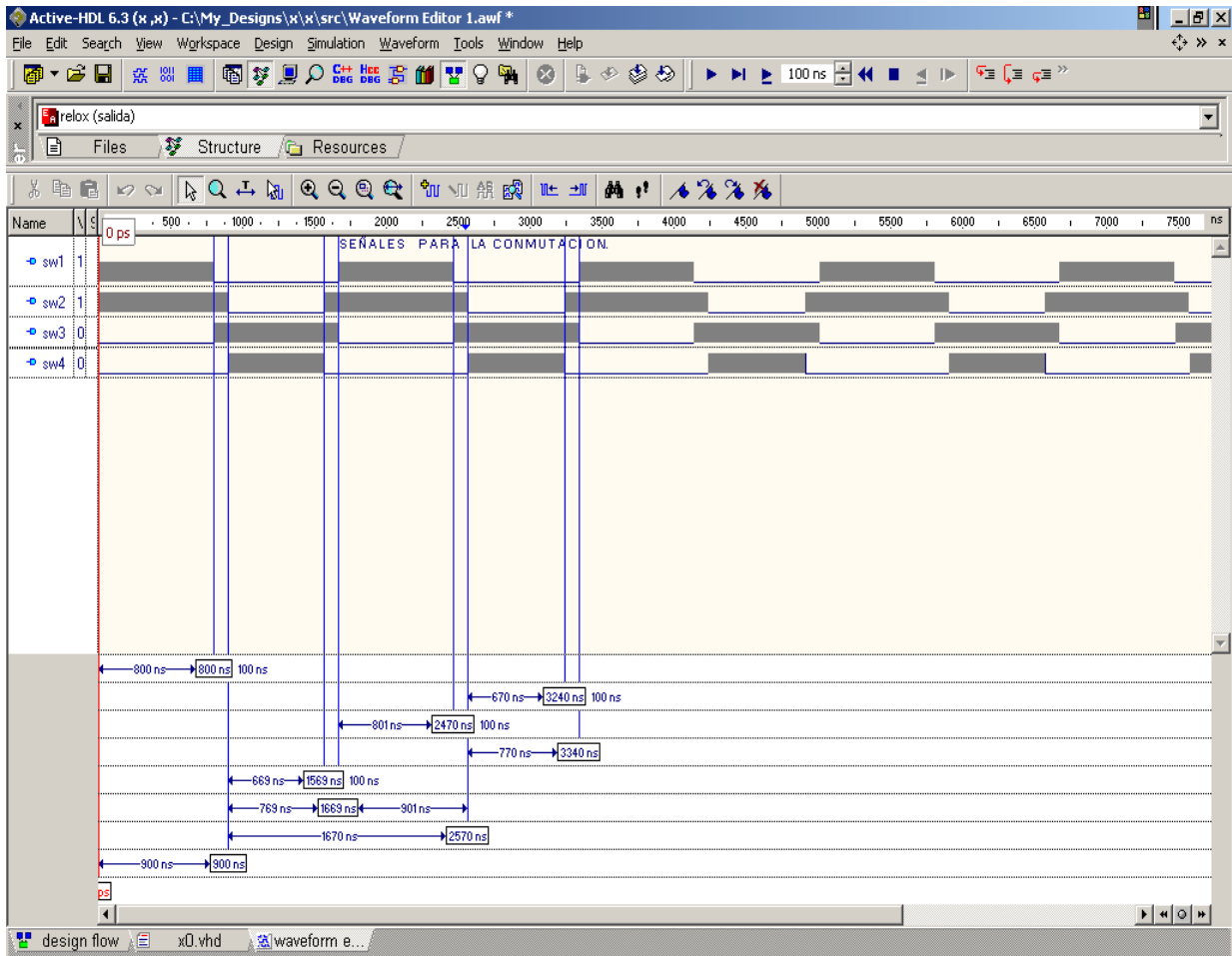


Fig.5.2. Pulsos de Control para la conmutación de interruptores incluyendo la señal moduladora.

La fig.5.3. presenta a detalle la señal portadora, donde solo se visualiza un medio ciclo de la frecuencia de salida, la señal portadora tiene un ciclo de trabajo del 50 por ciento.

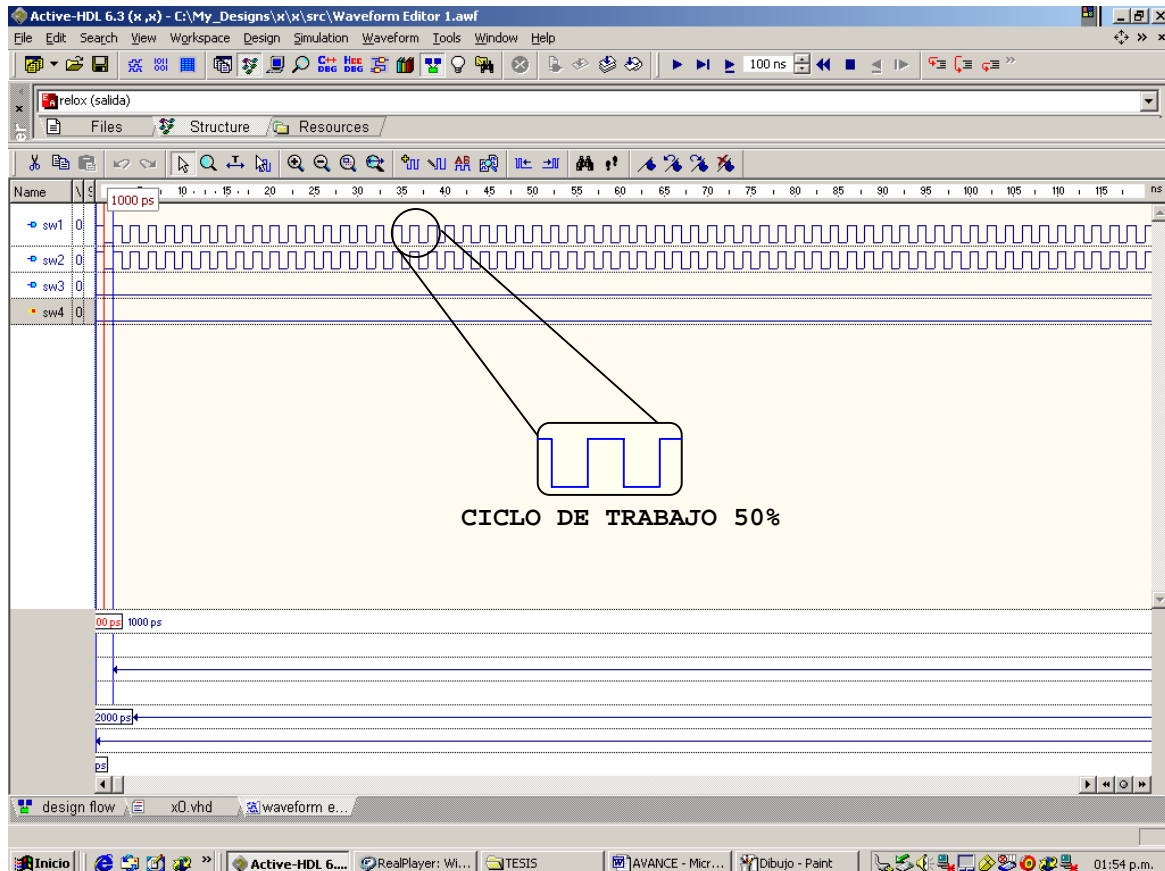


Fig.5.3.Pulsos para la conmutación de los interruptores de potencia.

Es conveniente aclarar que este programa no se puede sintetizar, es decir solo sirve para demostrar que si se puede programar en lenguaje VHDL.

Dada la tendencia actual en el desarrollo de los sistemas digitales, la herramienta mas actual es utilizar FPGA o CPLD para integrar procesos digitales complejos, por lo que esta tecnología es aplicable a los sistemas de control de los interruptores de potencia como se muestra en la fig.5.3.