

Sintetizador de teclado Basys 3 (Abril 2018)

Abstract—

This project will tell you how to make a synthesizer using VHDL and a Basys 3 plate. A synthesizer is basically a keyboard that emits different tones when producing different frequencies. Create these frequencies by vibrating a speaker, which in turn creates areas of high and low pressure that our ears pick up as noise. More vibrations per second leads to less space between the high and low pressure areas, which are perceived by our ears as higher notes. In contrast, less vibration per second causes more space between the high and low pressure areas and creates lower notes. To make the loudspeaker vibrate, fast high and low voltage sequences must be sent. Obtaining sound waves that are perceptible by the human ear requires frequencies between 20 Hz and 20 kHz, or 20 to 20,000 cycles per second.

Este proyecto dirá cómo hacer un sintetizador utilizando VHDL y una placa Basys 3. Un sintetizador es básicamente un teclado que emite diferentes tonos al producir diferentes frecuencias. Crea estas frecuencias al vibrar un altavoz, que a su vez crea áreas de alta y baja presión que nuestros oídos captan como ruido. Más vibraciones por segundo lleva a menos espacio entre las áreas de alta y baja presión, que son percibidas por nuestros oídos como notas más altas. En contraste, menos vibraciones por segundo causa más espacio entre las áreas de alta y baja presión y crea notas más bajas. Para hacer que el altavoz vibre, se debe enviar sucesiones rápidas de alta y baja tensión. La obtención de ondas de sonido que son perceptibles por el oído humano requiere frecuencias entre 20 Hz y 20 kHz, o 20 a 20,000 ciclos por segundo.

I. INTRODUCCIÓN

El Vivado® Design Suite ofrece un entorno de desarrollo SoC resistencia, centrada en IP y centrada en el sistema, de última generación que se ha construido desde cero para hacer frente a los cuellos de botella de la productividad en la integración e implementación a nivel de sistema. La suite Vivado Design es una generación por delante de la productividad global, facilidad de uso y capacidades de integración a nivel de sistema.

Vivado compatible con los siguientes dispositivos: familias UltraScale, Virtex-7, Kintex-7, Artix-7, y Zynq -7000

Implementación Aceleración

4X Implementación más rápida

20% Mejor Diseño Densidad

II. DESCRIPCION DEL FPGA

Los dispositivos FPGA son circuitos digitales que permiten al diseñador realizar una alta gama de aplicaciones digitales, los FPGA están dentro de los llamados dispositivos de lógica programable no pueden ser considerados como microprocesadores o microcontroladores. En el caso de los microcontroladores se ejecuta un código y esto corresponde a un circuito secuencial exclusivamente gobernado por una señal de reloj, mientras que en los FPGA el código se utiliza para diseñar un circuito digital y configurarlo dentro del FPGA, cuando el FPGA esta funcionando no se esta ejecutando lineas de código, sino se obtiene la respuesta de un circuito físico armado dentro. EL diagrama en bloque de un microcontrolador se define en el momento de su diseño y fabricación, el diseñador de sistemas basados en microcontrolador no puede cambiar su

estructura interna; a lo que me refiero es que un diseñador de sistemas digitales no puede hacer un microcontrolador tenga un modulo determinado basado en sus necesidades; mientras que el diagrama en bloque del FPGA no es un diagrama de funcionalidad, mas bien es un diagrama de componentes internos encargados de realizar la configuración de la lógica deseada. En la siguiente figura se muestra un diagrama de un FPGA muy básico pero que reúne los principales elementos, en la medida en que avanzamos en el estudio de esta tecnología veremos que los actuales FPGA además de contar con los bloques básicos cuentan con otros bloques mas especializados.

III. BASYS 3 (CARACTERISTICAS)



El Basys 3 es una placa de desarrollo de FPGA de nivel de entrada diseñada exclusivamente para Vivado Design Suite, que presenta la arquitectura Xilinx Artix-7 FPGA. Basys 3 es la incorporación más reciente a la popular línea Basys de tableros de desarrollo FPGA, y es ideal para estudiantes o principiantes que recién comienzan con la tecnología FPGA. Basys 3 incluye las características estándar que se encuentran en todas las placas Basys: hardware completo listo para usar, una gran colección de dispositivos de E / S incorporados, todos los circuitos de soporte de FPGA requeridos, una versión gratuita de herramientas de desarrollo y un alumno -nivel de precio punto.

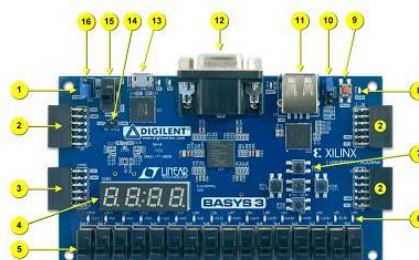
La tarjeta BASYS 3 es una plataforma de desarrollo bastante completa basada en el FPGA ARTIX-7 de la empresa XILINX. La tarjeta

cuenta con: un FPGA de alto rendimiento (XC7A35T-1CPG236C), varios puertos (USB y VGA). Con esta tarjeta se puede implementar los principales diseños combinaciones y secuenciales. Una de sus principales características es que cuenta con: 16 interruptores (SW), 5 botones pulsadores (push boton), 16 led, una pantalla de 7 segmentos de 4 dígitos y 4 conectores de expansión PMOD; suficientes para realizar una gran variedad de pruebas sin la necesidad de construir hardware adicional. Con los 4 conectores PMOD se pueden utilizar para agregar hardware adicional y darle nuevas características a la tarjeta aumentando las capacidades.

El FPGA ARTIX-7 instalado en la BASYS 3 esta optimizado para ofrecer un alto rendimiento y mejores características que los modelos anteriores, las principales características de este dispositivo son:

- 33,280 celdas lógicas en 5200 partes (cada parte tiene 4 LUTs de 6 entradas y 8 flip-flop)
- Bloque de memoria RAM de alta velocidad de 1800Kbits
- 5 administradores de reloj con lazo seguidor de fase (PLL)
- 90 sectores dedicados para DSP
- Reloj interno de 450MHz
- Convertidor analógico a digital incorporado en el FPGA.

Los principales componentes de la tarjeta de desarrollo BASYS 3 se muestran en la figura.



IV. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La BASYS 3 es una tarjeta que puede ser alimentada por medio de una de dos entradas de energía; una es por medio del conector microUSB etiquetado como J4 y la otra es por medio de una fuente de alimentación externa cuya entrada es el jumper etiquetado como J6; el jumper JP2 se utiliza para seleccionar cual de las dos posibles fuentes de alimentación se utilizara para suministrar energía a la BASYS 3, el interruptor etiquetado como SW16 activa o desactiva todas las fuentes de alimentación en la tarjeta y el LED LD20 indica que los niveles de voltajes y corrientes son los apropiados, este LED es controlado por un pin del regulador LTC3633. En la figura se muestra un circuito esquemático conceptual para ejemplificar los distintos niveles de voltaje disponibles en la BASYS 3.

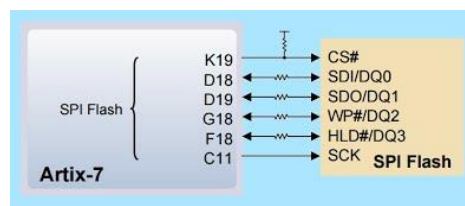
V. CONFIGURACIÓN POR MEDIO DE USB-JTAG

Las herramientas de Xilinx normalmente se comunican con los FPGA utilizando el puerto de pruebas o la arquitectura Boundary-Scan comúnmente conocida como JTAG. Durante la programación por el JTAG el archivo bitstream se transfiere desde la computadora al FPGA utilizando el circuito USB-JTAG de DIGILENT el cual esta disponible en el puerto microUSB etiquetado como J4 o por el conector externo de JTAG etiquetado como J5 (para configurar desde este conector se requiere un cable adicional que vende DIGILENT llamado JTAG HS2). La configuración por medio del USB-JTAG se puede hacer en cualquier momento siempre y cuando el FPGA ya se encuentra configurado, no se puede hacer una configuración nueva si actualmente se encuentra un proceso activo de configuración desde otra fuente (memoria SPI FLASH o memoria USB). Para configurar desde el USB-JTAG no importa en que estado se encuentre los jumper de selección del modo de configuración, el usuario debe recordar que cada vez que se crea una configuración nueva la anterior se borra y se pierde; al menos que este almacenada en un dispositivo de memoria no volátil.

La configuración de la BASYS 3 por medio del USB-JTAG con un archivo bitstream sin compresión puede tardar unos 5 segundos. La configuración se puede hacer por medio del servidor de hardware de VIVADO. El proyecto de demostración disponible en el sitio web de DIGILENT puede ayudar al lector a comprender mejor la forma de programar su tarjeta.

VI. MEMORIA

La tarjeta BASYS 3 contiene una memoria FLASH SPI de 32Mb (4MB) que esta conectada QUAD. Las conexiones y asignaciones de pines entre el FPGA y la memoria FLASH se muestran en la figura. Es en esta misma memoria donde se guardan los archivos de configuración cuyo numero de parte es: Spansion S25FL032, el espacio que puede ocupar un archivo de configuración es de 2MB, lo que deja cerca de 48% del espacio total de memoria para uso del usuario, en los que puede almacenar datos.



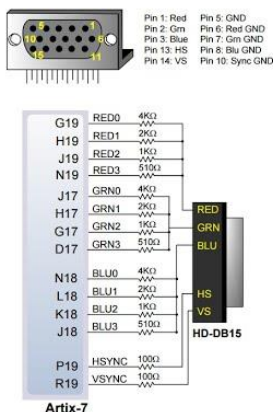
NOTA: Consulte las hojas de datos del fabricante y los diseños de referencia publicados en el sitio web de Digilent para obtener más información sobre los dispositivos de memoria.

VII. PUERTO VGA

La BASYS 3 cuenta con un puerto VGA para ofrecer capacidad a la tarjeta de poder controlar un monitor RGB, la profundidad del color que pueden ser generados es de 12bits (4 bits rojo, 4 bits verde y 4 bits azules) es por eso que el FPGA tiene disponible 12 señales conectadas al conector VGA por medio de resistencias que tienen la función de crear un sumador ponderado y que a su vez genera una señal analógica gracias a que internamente en el monitor debe haber una resistencia de 75 ohms; además de las señales de color están las señales de sincronización vertical (VSYNC) y horizontal (HSYNC). La señal analógica generadas para los

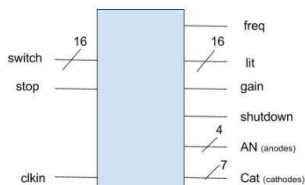
colores varia entre 0V y 0.7V, con 12 bits para generar colores se pueden crear 4096 colores

Para facilitar el uso del puerto VGA se le recomienda al usuario consultar la información del funcionamiento de monitores de tubos de rayos catódicos (CRT), también recomendamos al lector a consultar el manual de referencia de la BASYS 3 en donde encontrara una mayor información.



VIII. METODOLOGÍA

El diagrama de la caja de bloques superior muestra las entradas y salidas. El sintetizador toma tres entradas (switch, stop, clkIn) y tiene seis salidas (freq, lit, gain, shutdown, an, cat). "Switch" es un bus de 16 bits que determina qué frecuencia se usa (es decir, qué nota / sonido se reproduce). "Detener" es un botón que cuando se presiona, detiene la reproducción del sonido. "ClkIn" es el reloj del sistema desde la placa, que funciona a 100 megahercios.



La salida de sonido es "freq", que alterna entre x

alta y baja cantidad de veces por segundo, calculada dividiendo 100 MHz (del reloj del sistema) por las frecuencias de nota que elegimos de la "Tabla de frecuencia de notas" arriba, y

dividiendo que por dos (ver ejemplo de cálculo de recuento de alternar arriba). "Encendido" muestra un LED encendido que corresponde con el interruptor que está encendido. "Ganancia" cuando se establece alta es una ganancia de 12 dB y cuando se establece baja es una ganancia de 6 dB. El apagado eliminará prácticamente toda la corriente permitida al altavoz si se establece en alto. Finalmente, los ánodos y los cátodos se utilizan en la pantalla de 7 segmentos para mostrar qué nota se está reproduciendo. Para que uno de los segmentos se ilumine, tanto el ánodo como el cátodo correspondiente al segmento deben configurarse en "0". Los ánodos y cátodos se muestran arriba (abajo a la izquierda).

Pasos a seguir

Se adjuntan los siguientes: el código principal del sintetizador que usa Vivado, el archivo de restricciones (cómo se conectaron las señales a la placa real) y la versión comentada del código (los comentarios se escriben en rojo y describen la función de las partes del código). Si desea saber más sobre cómo funciona el sintetizador, lea el código y use los comentarios como guía.

IX. CONCLUSIÓN

En este proyecto pudimos aprender la producción de sonidos transformando valores de frecuencia en números binarios.

X. BIBLIOGRAFIA:

<https://store.digilentinc.com/basys-3-artix-7-fpga-trainer-board-recommended-for-introductory-users/>

<https://www.instructables.com/id/Basys-3-KeyBoard-Synthesizer/>