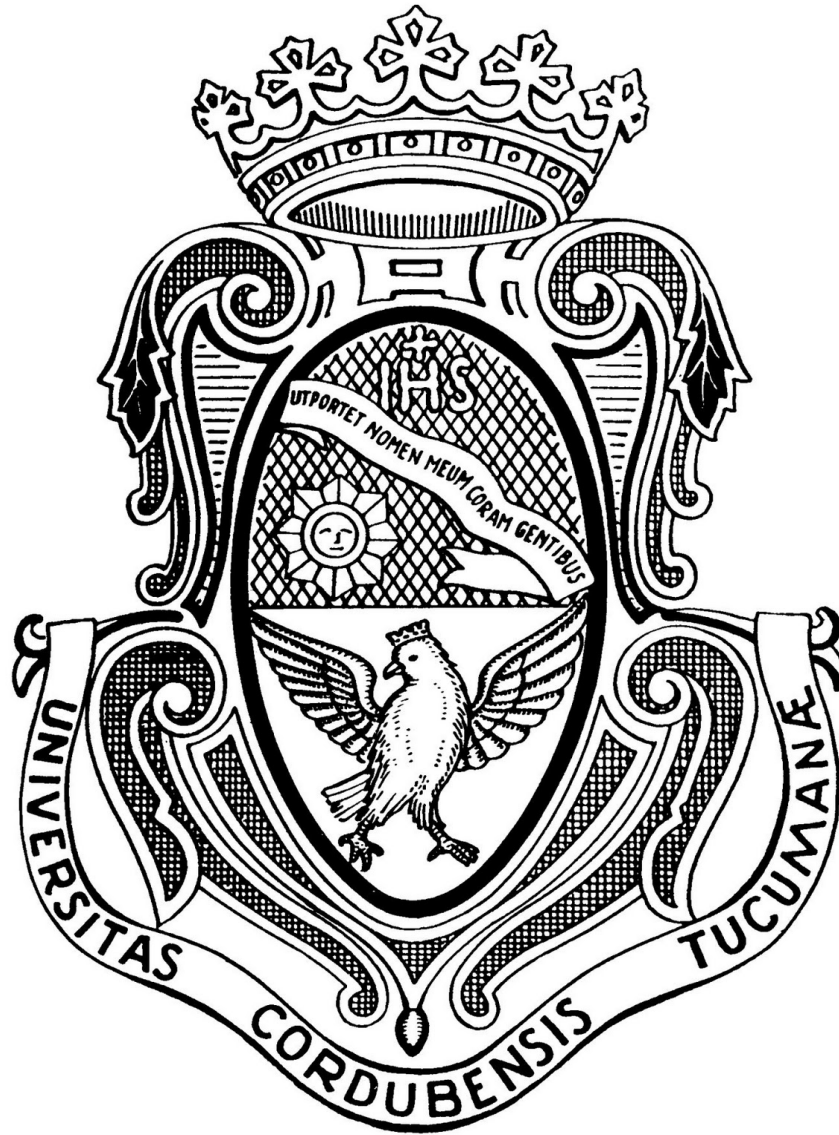


Trabajo Práctico N° 1: FPGA-ALU



Profesor: Pereyra, Martín

Alumnos:

- Ciordia Cantarella, Francisco | francisco.ciordia@mi.unc.edu.ar | 41.642.397
- Gil, Juan Manuel | juan.manuel.gil@mi.unc.edu.ar | 41.592.940

FPGA-ALU

12 Septiembre 2022

Índice

[Índice](#)

[Introducción](#)

[Objetivo](#)

[Desarrollo](#)

[Caja Negra](#)

[Código](#)

[Módulo ALU](#)

[Módulo de pruebas \(TestBench\)](#)

[Diagrama de bloques de la arquitectura](#)

[Imágenes de la simulación](#)

[Anexo](#)

Introducción

En el siguiente documento usted encontrará información del desarrollo de la construcción de una ALU (Arithmetic Logic Unit) en una FPGA Basys 3. Se configuró utilizando el lenguaje Verilog y se desarrolló y probó en el entorno de Vivado.

Objetivo

El objetivo es configurar una FPGA para que se comporte como una ALU que soporte las siguientes operaciones:

Operación	Código
ADD	100000
SUB	100010
AND	100100
OR	100101

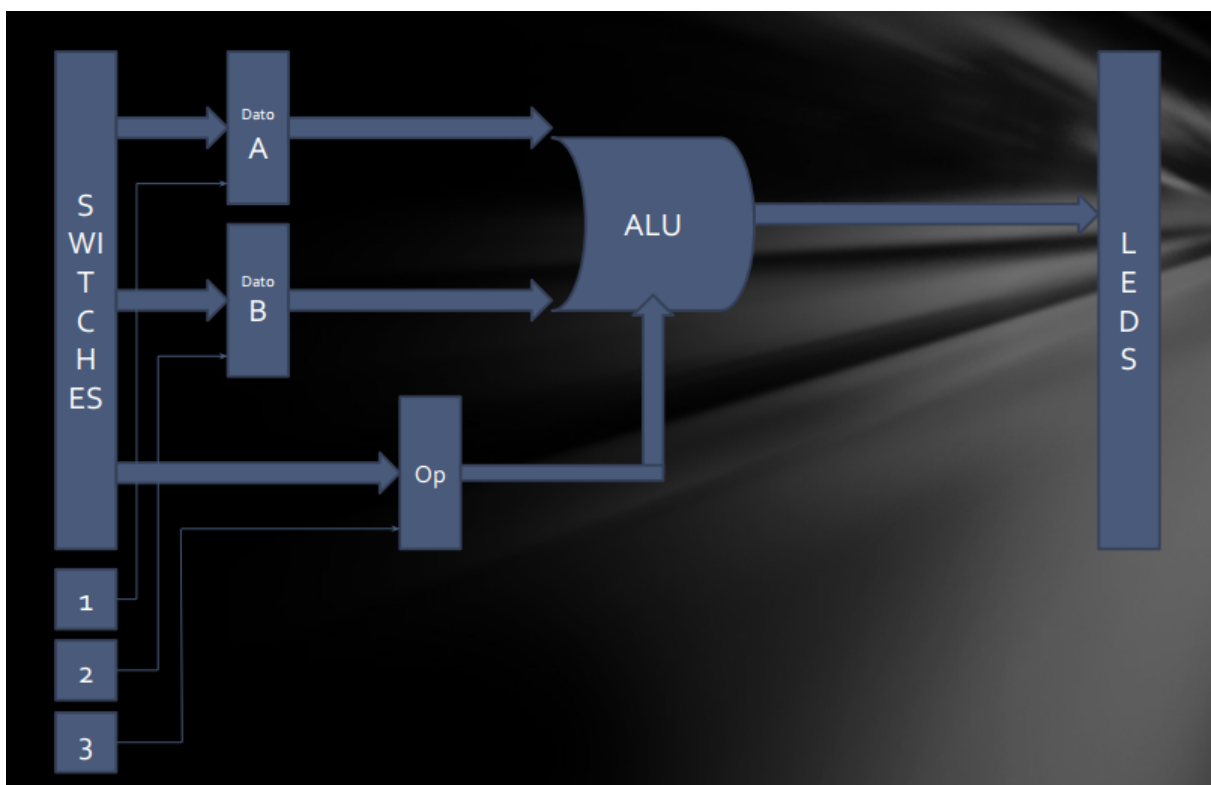
XOR	100110
SRA	000011
SRL	000010
NOR	100111

La misma debe soportar parametrización, para poder escalarla en futuros trabajos. Además debe contar con un bit para el carry y otro para las operaciones que den cero.

Desarrollo

El trabajo consistió de dos etapas, por un lado tenemos la construcción del módulo de la ALU propiamente dicha y por otro teníamos el testbench para comprobar que lo hecho fue correcto. Comencemos observando la caja negra de lo propuesto

Caja Negra



Podemos observar que por un lado vamos a tener las distintas entradas, el Dato A, el Dato B y un código de operación para que la ALU sepa qué debe hacer. Además de eso tenemos 3 bits de enable, los mismos permitirán que el dato ingresado sea leído por la ALU solo si hay

un 1 en el bit correspondiente. Por último tenemos una salida dónde vamos a tener los bits de datos, y por otro tendremos los de flag, a nivel de código ambos estarán contenidos en un solo array.

Código

A nivel de configuración como se mencionó anteriormente tenemos la parte del módulo y la del testbench.

Módulo ALU

El módulo posee 4 bus parametrizables, uno para el dato A, otro para el dato B, uno para el código de operación, y uno para los leds de salida. A su vez se cuenta con dos salidas, una para el bit de carry y otra para el bit de zero.

Se crea un registro del tamaño del bus de salida más un bit extra que se utiliza para el carry.

Luego se procede a hacer la asignación de los cables de salida que va a ser result pero solo del bit 7 al 0. Luego se asigna el carry al bit 8 del result, también un cable. Por último se asigna el bit de zero que es igual a la negación de una operación bit a bit del bus de salida.

Se utiliza un bloque always para una implementación procedural que consiste en un switch para identificar la operación y luego proceder a realizar la lógica de la misma.

1. Suma: se le concatena un bit extra a cada operando (para el carry) y se realiza la suma.
2. Sustracción: al operando A se le resta el operando B sin más preámbulo.
3. AND Lógica: se realiza la and entre el operando A y B con el operador (“ & ”) sin ningún otro proceso.
4. OR Lógica: ídem anterior, solo que con el operador or (“ | ”).
5. XOR Lógica: ídem anterior, solo que con el operador xor (“ ^ ”).
6. SRA (Shift Right Arithmetic): se deben desplazar todos los bits hacia la derecha, el bit menos significativo pasa a ser el más significativo, el más significativo pasa a ser el segundo más significativo y así sucesivamente. Esto se consiguió con un juego de concatenaciones de bits.
7. SRL (Shift Right Logic): se ingresa un cero por la izquierda para desplazar todos los bits hacia la derecha, esto se puede conseguir con el operador (“ >> ”).
8. Logical NOR: se realiza una OR normal con el operador (“ | ”) y se niega el resultado.
9. Se define la suma como operación default.

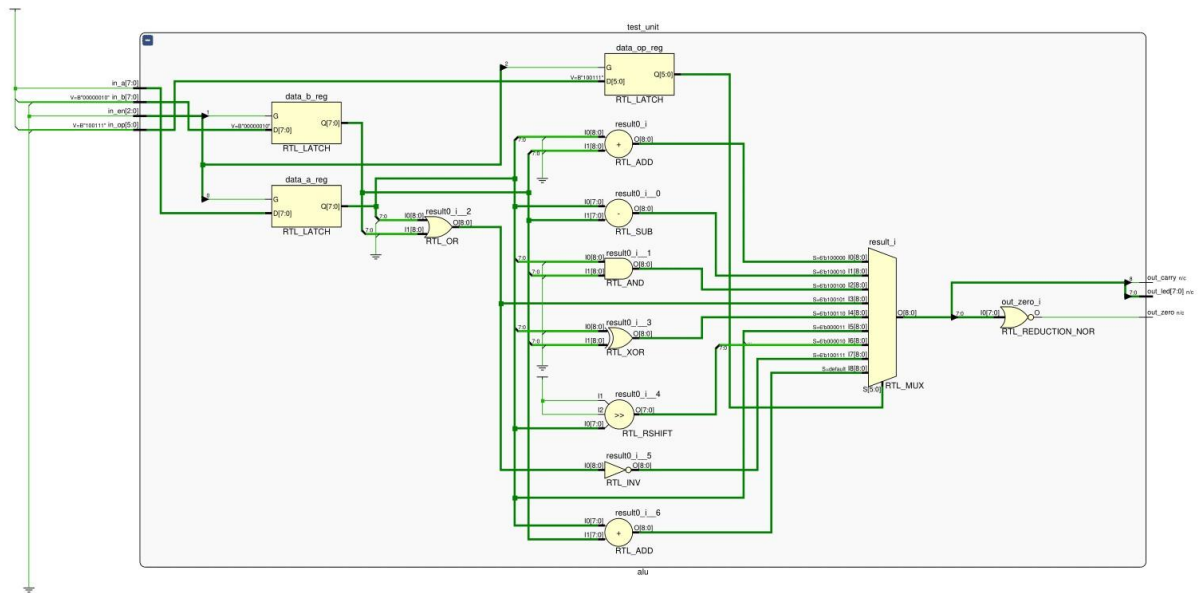
Módulo de pruebas (TestBench)

Para corroborar el correcto funcionamiento del módulo ALU se configura un módulo de pruebas, el mismo recibe las mismas entradas y salidas que un módulo ALU, de esta manera puede crear una instancia del mismo.

Definimos un valor “mocked” para el dato A, el dato B y el código de operación, luego llamamos a cada operación realizando una espera de unos pocos milisegundos entre ellas para que puedan ser observadas en la simulación.

Diagrama de bloques de la arquitectura

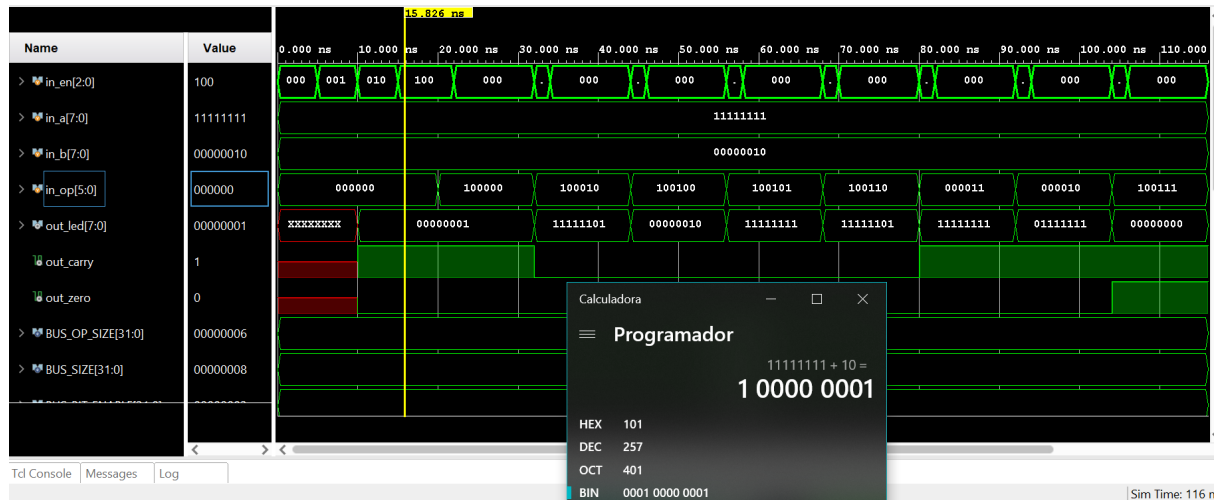
El diagrama de bloques de la arquitectura lo obtenemos con la herramienta vivado, a continuación se adjunta la imagen



Notar como se autogeneran algunos módulos de hardware que vivado interpretó, como es el caso de los latch.

Imágenes de la simulación

A continuación se adjuntan imágenes de la simulación en vivo como resultado del testbench



Se puede observar que el carry es igual a 1 en la suma dado que $255 + 2$ excede la representación en 8 bits. A su vez podemos apreciar que el bit de zero se pone en 1 cuando ejecutamos la operación de NOR ya que el resultado de los dos operandos es justamente cero.

Notar que los cambios de operación se van a dar a medida que vamos colocando en 1 el bit más significativo del enable que es el que se corresponde con el bus de operaciones, es decir, el valor será seteado en el momento que ese bit sea puesto a 1.

Las demás operaciones marcan los resultados esperados y pueden ser comprobados con una calculadora de programador.

Anexo

Repositorio en GitHub: [GitHub/FPGA-ALU](https://github.com/FPGA-ALU)