



LABORATORIO 02: COMPUERTAS LÓGICAS

OBJETIVO

Conocer y comprobar el funcionamiento de las compuertas lógicas implementando circuitos digitales básicos utilizando circuitos integrados y el kit de desarrollo de la FPGA.

EQUIPOS

Digilent Nexys 4 DDR / CoolRunner II Board
Compuertas Lógicas: 7400, 7408, 7420, ...
Transistor BJT NPN 2N3904 o similar.
Resistencias de 1K, 3K, 470, 560 ohm.
Fuente DC.
Diodo LED.
Multímetro Digital.
Project Board.
Cables (jumpers)

PRELIMINAR

Utilizar fuente de 5 voltios para las compuertas lógicas TTL/CMOS y fuente de 10 voltios para el circuito controlador de encendido del LED.
Las tierras o referencia de todos los circuitos deben estar unidas debidamente.

DISCUSIÓN

¿Qué son los FPGAs?

Los Field Programmable Gate Arrays (FPGA) son chips de lógica digital reprogramables. El FPGA está compuesto de bloques de lógica preconstruidos y redes de conexiones internas programables con los cuales se puede implementar (en hardware) casi cualquier sistema/circuito digital combinacional y/o síncrono.

En general, éstos son los pasos que se siguen cuando se trabaja con FPGAs:

- Se utiliza una PC para describir los circuitos/funciones que se desean implementar (utilizando VHDL/Verilog u otro lenguaje o método de captura de esquemáticos).
- Se sintetiza el circuito/función lógica en la PC (utilizando el software que provee el vendedor del FPGA). Este proceso comienza con la síntesis (interpretación del circuito diseñado a la lógica/componentes disponibles en el FPGA) luego la implementación y finalmente la generación de un archivo binario (bitstream) que le indica al FPGA todas las conexiones y configuraciones internas para poder implementar el diseño sintetizado.
- Finalmente, se utiliza un cable y software de programación que descarga el bitstream al FPGA.

¿Cómo usar el Digilent Nexys 4 DDR FPGA?

Los kits de aprendizaje que utilizaremos en el laboratorio son los Digilent Nexys 4 DDR FPGA (Nexys A7) Boards. Éstos tienen un FPGA Xilinx Artix-7 en el cual implementarán sus diseños. Para utilizarlos necesitan:

- Digilent Nexys4 DDR FPGA Board.
- Cable Micro-USB Digilent para programación JTAG (disponible en el laboratorio).
- Xilinx Vivado instalado.

En general, el kit de aprendizaje Digilent Nexys 4 DDR FPGA se muestra en la Figura 1.

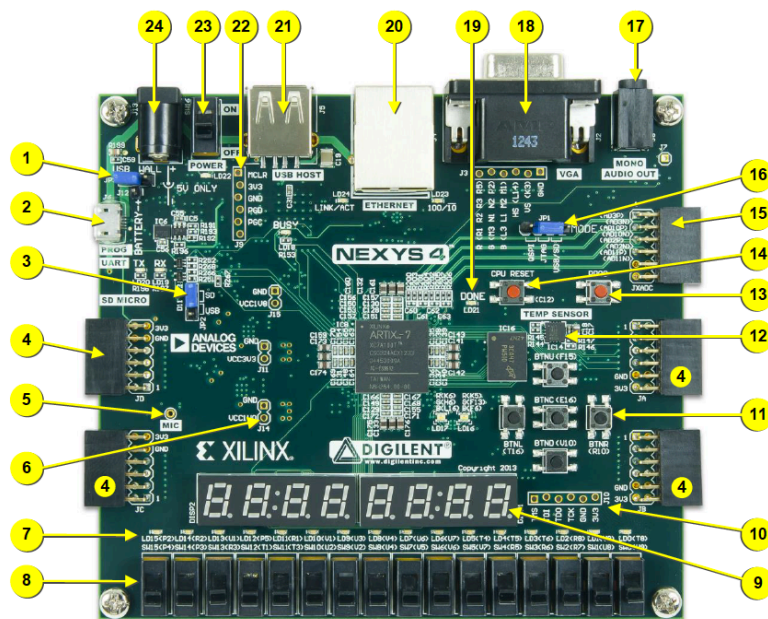


Figura 1 - Tarjeta Nexys 4 DDR (Nexys A7)

Callout	Component Description	Callout	Component Description 3
1	Power select jumper and battery header	13	FPGA configuration reset button
2	Shared UART/ JTAG USB port	14	CPU reset button (for soft cores)
3	External configuration jumper (SD / USB)	15	Analog signal Pmod port (XADC)
4	Pmod port(s)	16	Programming mode jumper
5	Microphone	17	Audio connector
6	Power supply test point(s)	18	VGA connector
7	LEDs (16)	19	FPGA programming done LED
8	Slide switches	20	Ethernet connector
9	Eight digit 7-seg display	21	USB host connector
10	JTAG port for (optional) external cable	22	PIC24 programming port (factory use)
11	Five pushbuttons	23	Power switch
12	Temperature sensor	24	Power jack

INDICACIONES

Arme el siguiente circuito en un project board e implemente su funcionalidad en el kit de desarrollo de la FPGA. Note que la parte del circuito de control lógico que activará el transistor será implementada utilizando las diferentes configuraciones presentadas a continuación para un total de 8 diferentes configuraciones. Una vez escrito el código VHDL proceda a sintetizar, implementar y crear el flujo de bits (bitstream) que deberá cargar a la tarjeta de desarrollo para probar su circuito.

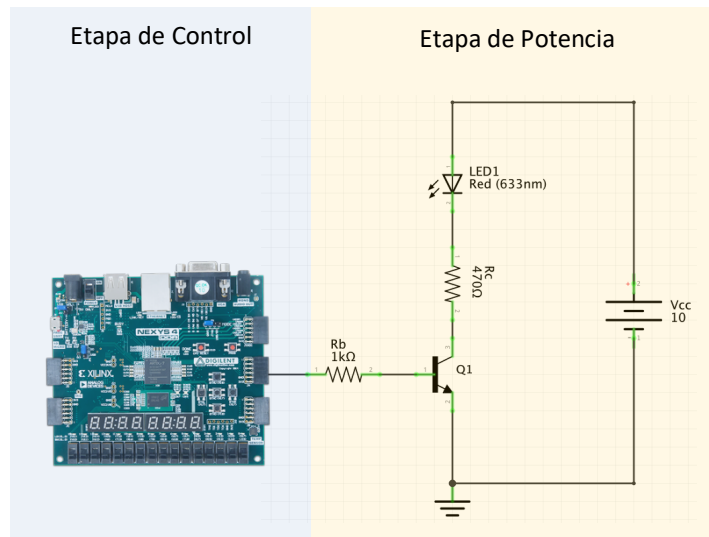
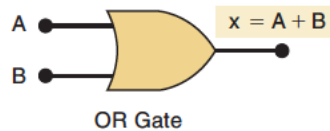


Figura 2 - Sistema de control para encendido de un LED

A continuación, los circuitos lógicos a implementar para la etapa de control del circuito presentado en la figura 2.

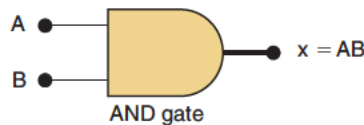
A)

OR		
A	B	$x = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

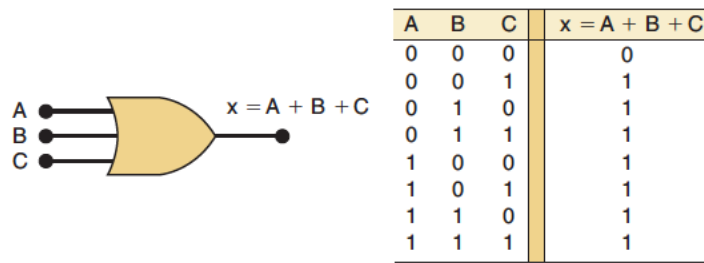


B)

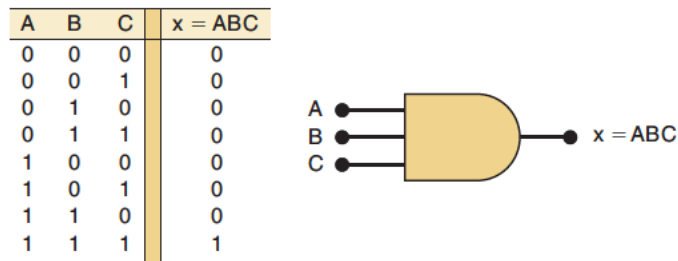
AND		
A	B	$x = A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



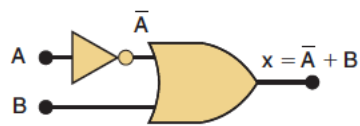
C)



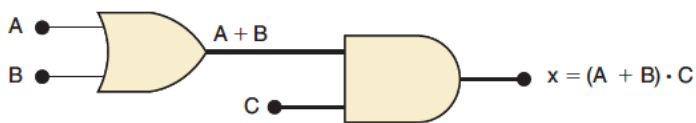
D)



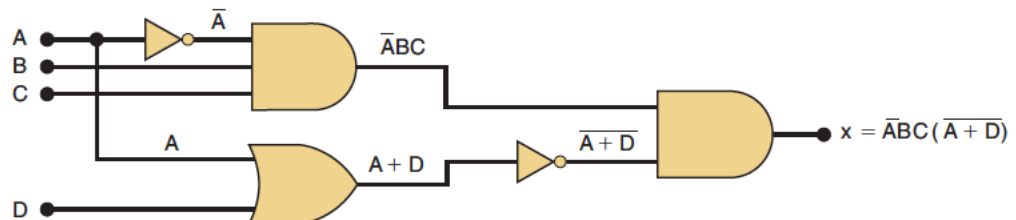
E)



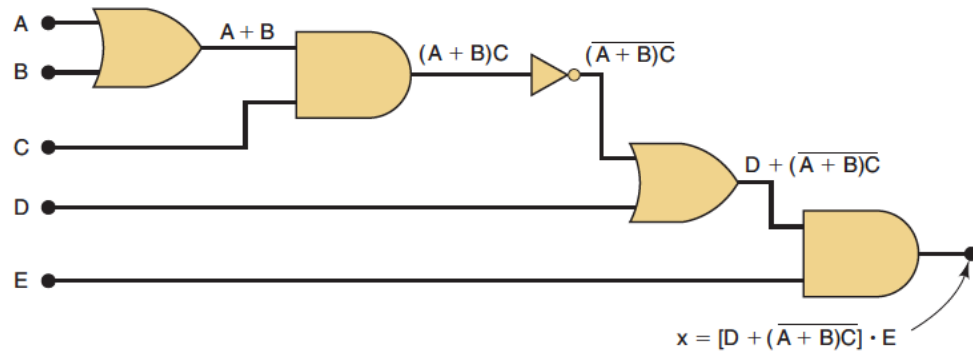
F)



G)



H)



PROCEDIMIENTO

Prepare su cuaderno de laboratorio: escriba el título y una breve descripción del laboratorio.

Dibuje un esquemático que incluye los componentes que son parte de este laboratorio. Específicamente, incluya todos los componentes de la etapa digital (compuertas) y la etapa de potencia (transistor y led).

En su entrega debe adjuntar las hojas de datos (datasheets) en formato PDF de las compuertas lógicas y del transistor utilizados.

Finalmente debe de realizar un vídeo en donde se muestre el circuito funcionando correctamente.

CONCLUSIÓN

Escriba un pequeño resumen de lo que hizo en el laboratorio, lo que aprendió y que sugeriría que pudiera mejorarse del diseño utilizado.