

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

Laboratorio de Circuitos Digitales

Proyecto Integrador de Aprendizaje: Comparador de 4 bits con
compuertas lógicas

Grupo 033

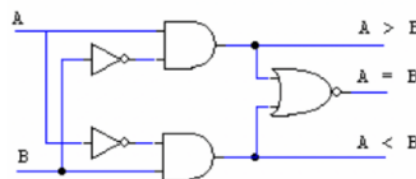
Docente: María del Refugio Lara Chávez

Alumno: Juan Carlos Díaz González

ID: 1963196

12-10-2021

Circuito de un comparador de 1 bit implementado en puertas lógicas:



Introducción

El comparador es un circuito lógico combinacional que compara dos cantidades binarias de entrada y genera salidas para indicar cuál tiene la mayor magnitud.

El comparador funciona de manera que nosotros le damos dos números (en este caso serán de 4 bits) y este los comparará determinando cual es mayor, menor o igual.

¿Qué quiere decir que un comparador sea de 4 bits?, esto quiere decir que se compararán dos números de 4 bits, o sea, un número constará de $A_3A_2A_1A_0$ y el otro será de $B_3B_2B_1B_0$. Como son números de 4 bits nuestro límite será comparar dos números decimales de 0 a 15.

El comparador de 4 bits ya existe como circuito integrado, es el comparador 74LS85, pero en está proyecto, se realizará el comparador de 4 bits pero mediante compuertas lógicas.

Objetivo

- Lograr realizar un comparador de 4 bits utilizando compuertas lógicas.

Material

Como este proyecto fue realizado de manera digital en su totalidad, el único objeto físico utilizado fue:

- Computadora

El software utilizado fue

- Constructor Virtual y Simulador de Circuitos Digitales

Dentro del Constructor Virtual y Simulador de Circuitos Digitales se usó:

- Compuertas AND, OR, NOT, NOR
- Leds
- Switches
- Protoboards
- Cables

Marco Teórico

Un circuito digital comparador realiza la comparación de dos números A y B de n bits (en este caso 4) tomadas como un número entero sin signo e indica si son iguales o si una es mayor que otra en tres salidas $A = B$, $A > B$ y $A < B$. Solo una de estas salidas estará a 1 y las demás estarán a 0 dependiendo de los valores de las entradas.

Para entender un poco cómo funcionan los comparadores tenemos la tabla de verdad de un comparador de 1 bit, su aplicación de álgebra booleana y cómo quedaría el circuito de estas mediante compuertas lógicas, que es lo que se quiere lograr pero usando 4 bits.

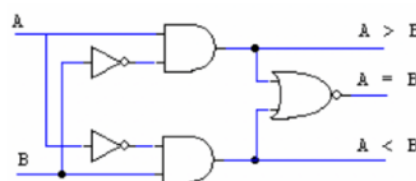
A	B	$A = B$	$A > B$	$A < B$
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	1	1	0	0

$$(A = B) = \overline{A \oplus B} = \overline{A \bar{B} + \bar{A} B}$$

$$(A > B) = A \bar{B}$$

$$(A < B) = \bar{A} B$$

Circuito de un comparador de 1 bit implementado en puertas lógicas:



Procedimiento

Se empezará a plantear el problema. Se tienen dos números de 4 bits

$$A = A_3A_2A_1A_0$$

$$B = B_3B_2B_1B_0$$

Los comparadores realizan 3 funciones, nos dicen si $A=B$, si $A<B$ o si $A>B$.

Por cómo funcionan los números en binario, podemos deducir que si $A=B$, entonces

$$A_3=B_3, A_2=B_2, A_1=B_1, A_0=B_0$$

Para $A>B$ tenemos un caso especial ya que si $A_3 > B_3$, $A>B$. Pero qué pasa si $A_3=B_3$, entonces se compararán A_2 y B_2 , y si $A_2 > B_2$, $A>B$. Pero qué pasa si $A_3=B_3$ y $A_2=B_2$, entonces se compararán A_1 y B_1 , y si $A_1 > B_1$, $A>B$. ¿Y si $A_3=B_3$, $A_2=B_2$ y $A_1=B_1$?, entonces se compararán A_0 y B_0 , y si $A_0 > B_0$, $A>B$.

Para $A<B$ tenemos un caso parecido que con $A>B$, ya que si $B_3 > A_3$, $A<B$. Pero qué pasa si $A_3=B_3$, entonces se compararán A_2 y B_2 , y si $B_2 > A_2$, $A<B$. Pero qué pasa si $A_3=B_3$ y $A_2=B_2$, entonces se compararán A_1 y B_1 , y si $B_1 > A_1$, $A<B$. ¿Y si $A_3=B_3$, $A_2=B_2$ y $A_1=B_1$?, entonces se compararán A_0 y B_0 , y si $B_0 > A_0$, $B>A$.

Ahora se toma la tabla de verdad de XOR y XNOR

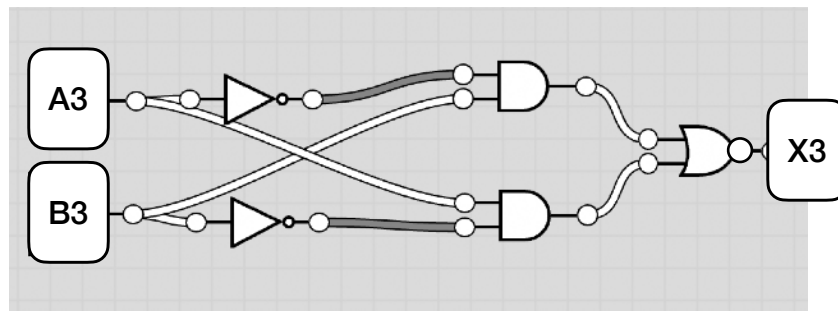
x	y	XOR	XNOR
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Podemos ver cómo para nuestra comparación de $A=B$ la compuerta XNOR funciona. La expresión de XOR es la siguiente:

$$F = \bar{x}y + x\bar{y}$$

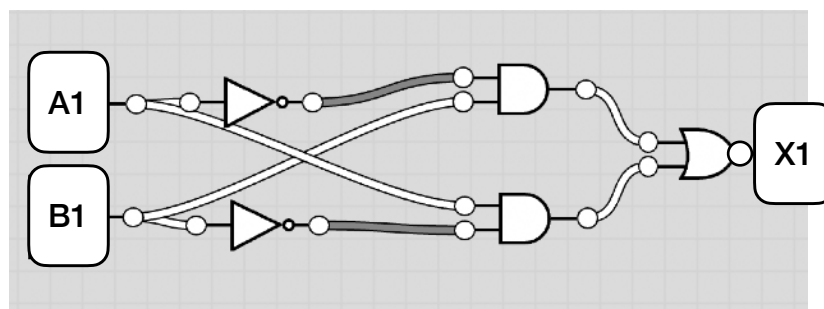
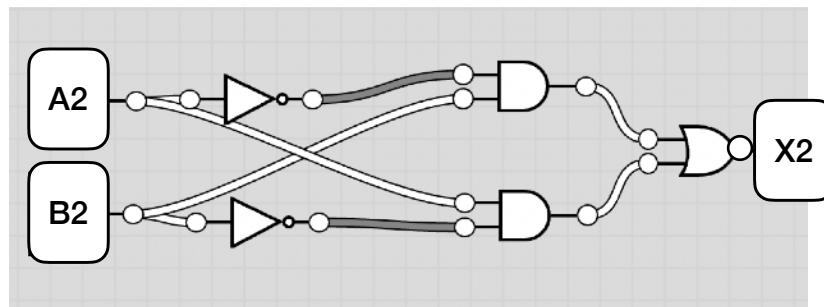
La expresión XNOR es la negación de XOR así que quedaría como:

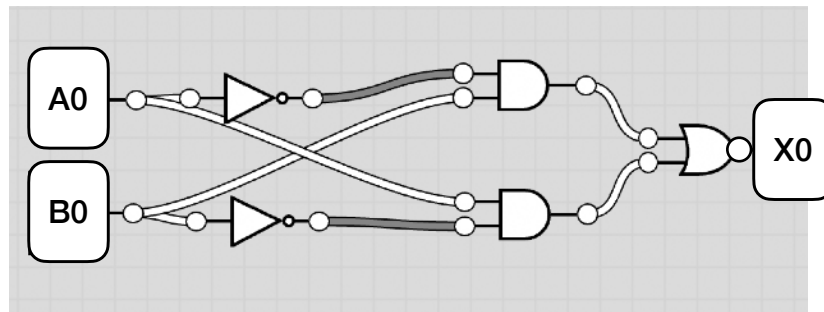
$$F = \overline{\bar{x}y + x\bar{y}}$$



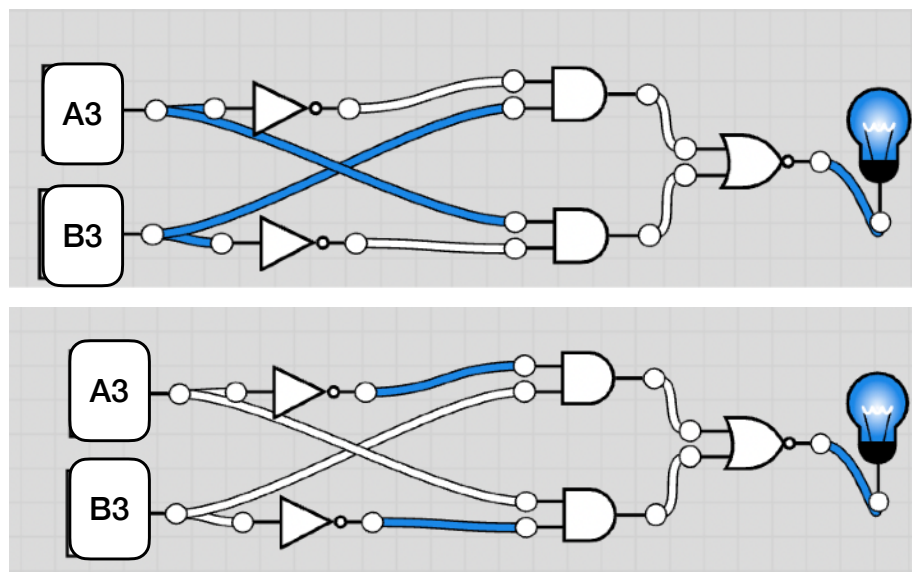
(Los circuitos están hechos en logic.ly)*

Como ya se había dicho, esto aplica para los 4 bits de cada número:





Mediante los circuitos debemos tener que si $A_3 = B_3$, $X_3 = 1$ y que si $A_2 = B_2$, $X_2 = 1$, y así para los 4 bits de los dos números. Se comprueba mediante el circuito.



Se comprueba que cuando $A_3 = B_3$, $X_3 = 1$

Para que $A = B$ los siguientes casos se deben cumplir:

$$A_3 = B_3, X_3 = 1$$

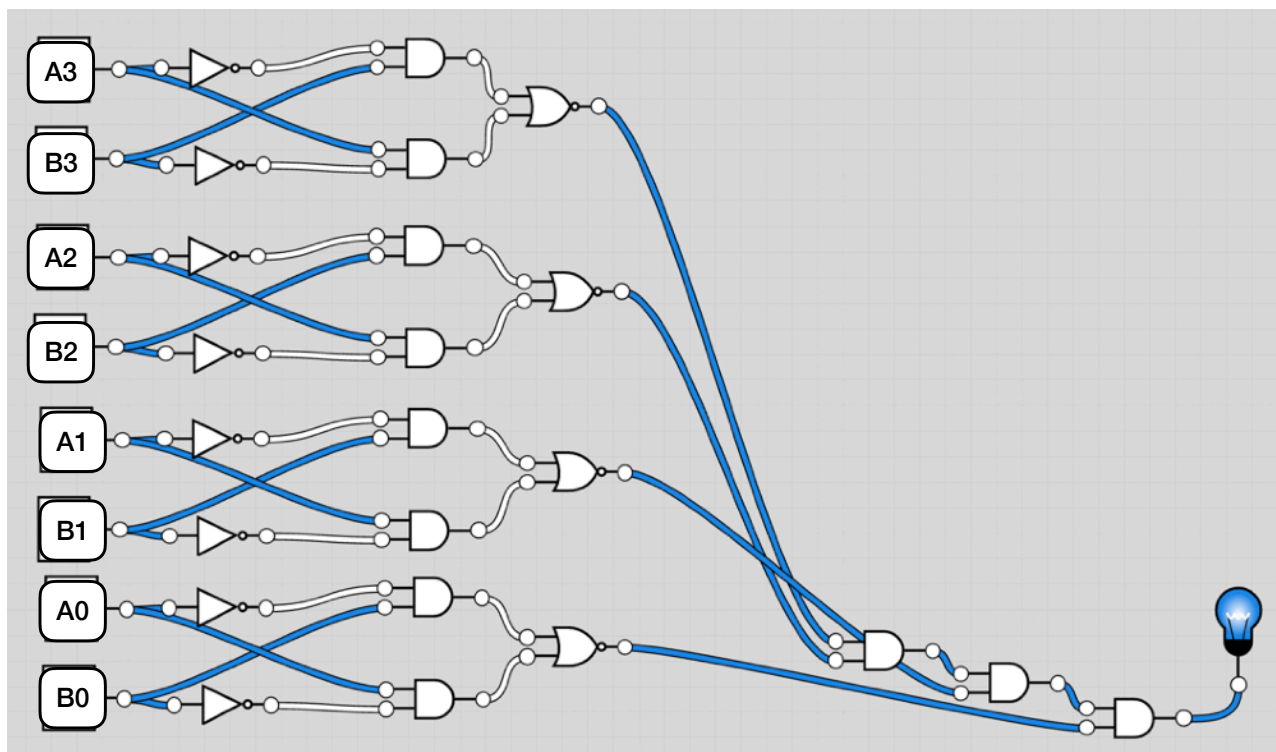
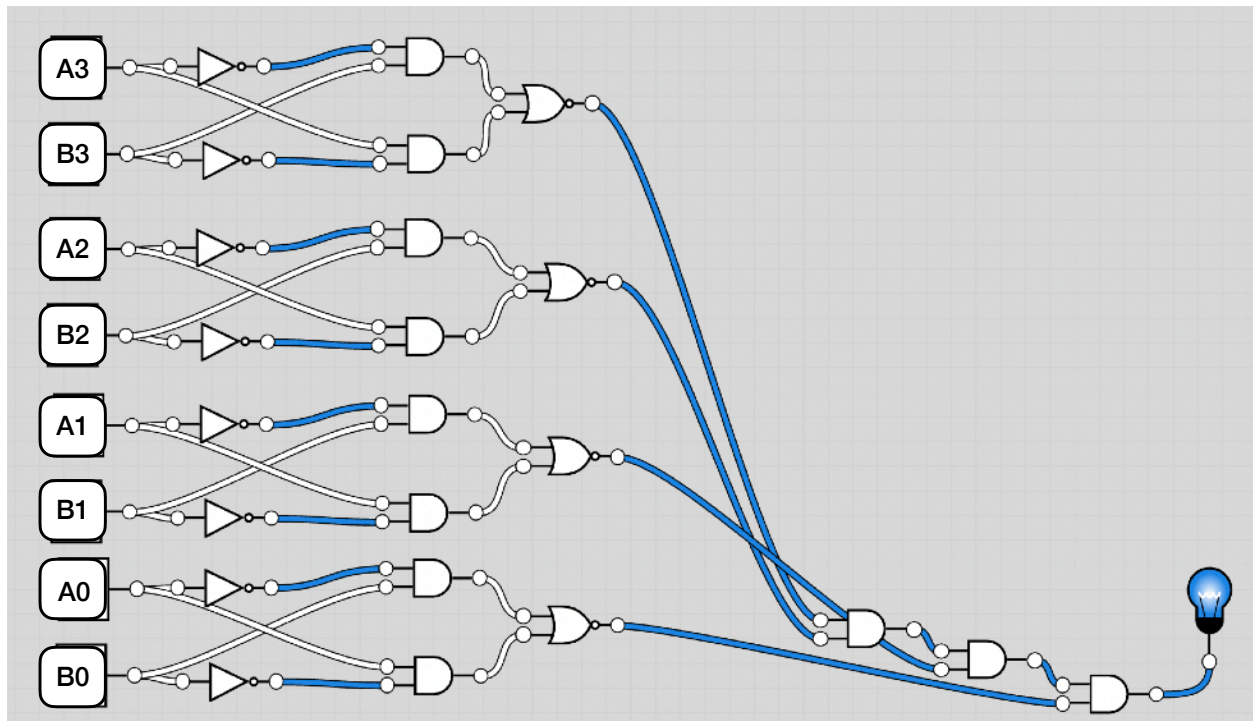
$$A_2 = B_2, X_2 = 1$$

$$A_1 = B_1, X_1 = 1$$

$$A_0 = B_0, X_0 = 1$$

Entonces se puede resumir a que $A = B$ si $X_3 * X_2 * X_1 * X_0$

Y se puede ver en el circuito



Para que $A > B$ tiene que pasar alguno de los siguientes casos:

A_3 tiene que ser 1 y B_3 0

X_3 tiene que ser 1, A_2 tiene que ser 1 y B_2 0

X_3 tiene que ser 1, X_2 tiene que ser 1, A_1 tiene que ser 1 y B_1 0

X_3 tiene que ser 1, X_2 tiene que ser 1, X_1 tiene que ser 1, A_0 tiene que ser 1 y B_0 0

Que como expresión quedaría como

$$A > B = A_3\bar{B}_3 + X_3A_2\bar{B}_2 + X_3X_2A_1\bar{B}_1 + X_3X_2X_1A_0\bar{B}_0$$

Y para $A < B$ tiene que pasar alguno de los siguientes casos:

A_3 tiene que ser 0 y B_3 1

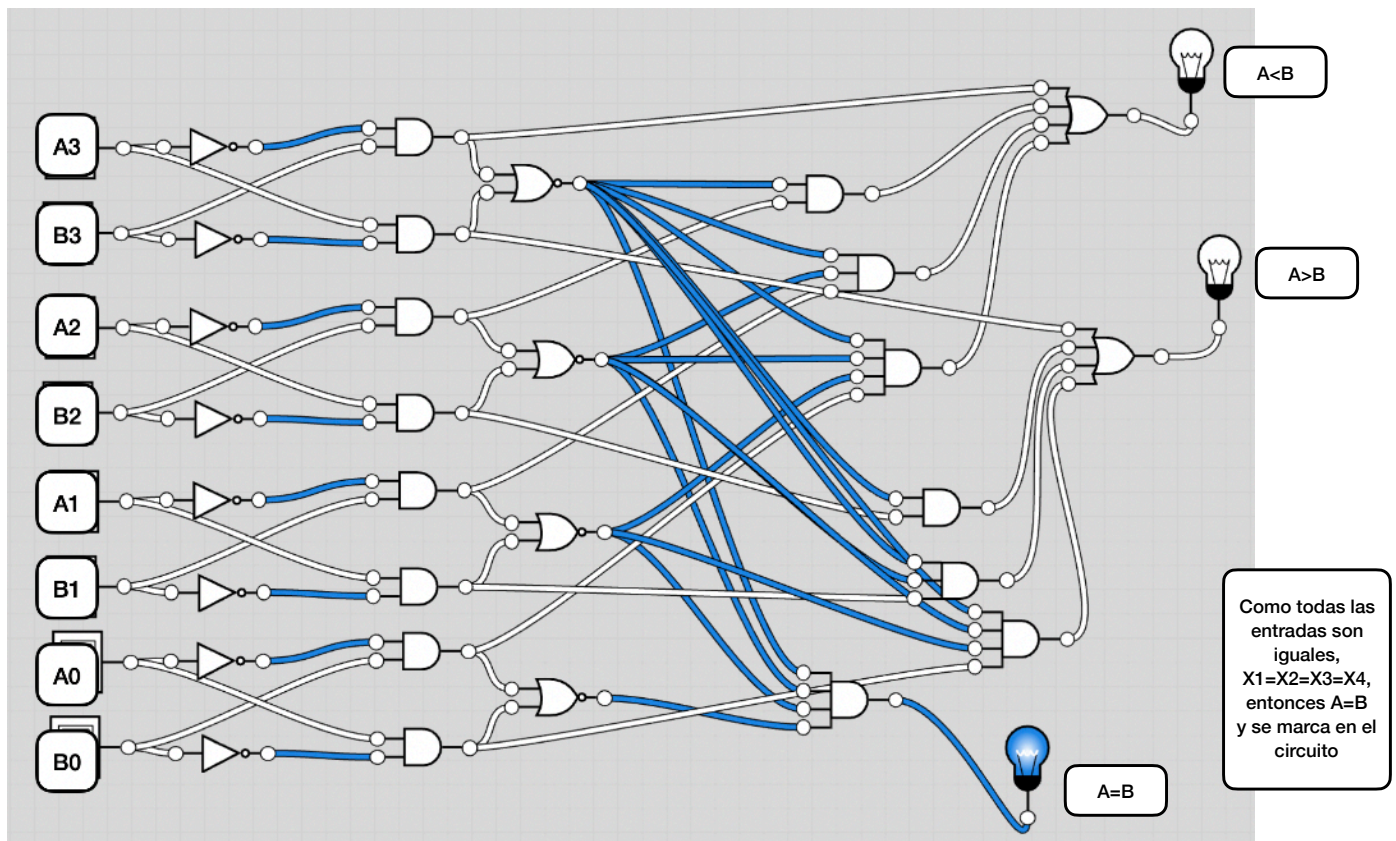
X_3 tiene que ser 1, A_2 tiene que ser 0 y B_2 1

X_3 tiene que ser 1, X_2 tiene que ser 1, A_0 tiene que ser 0 y B_1 1

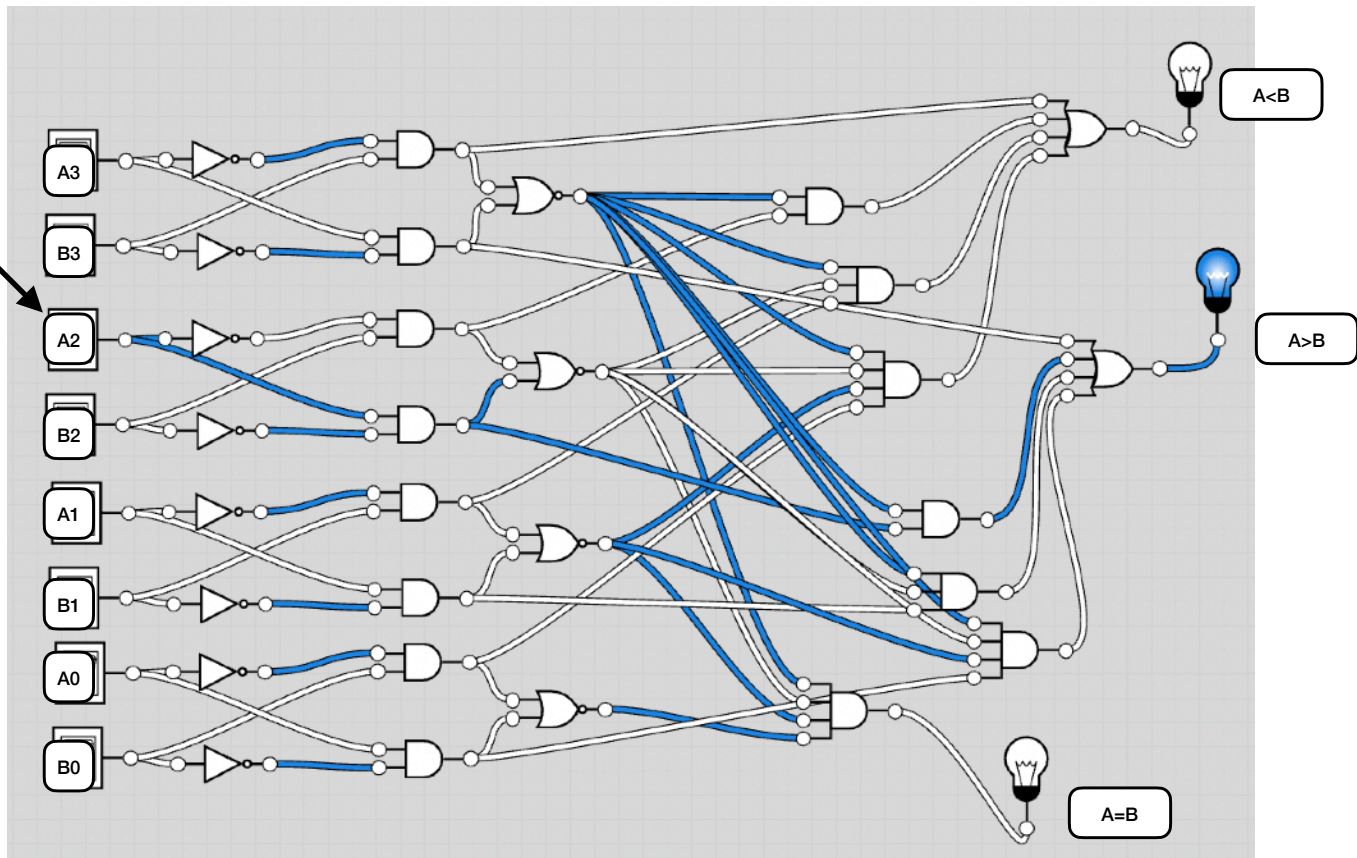
X_3 tiene que ser 1, X_2 tiene que ser 1, X_1 tiene que ser 1, A_0 tiene que ser 0 y B_0 1

Que como expresión quedaría como

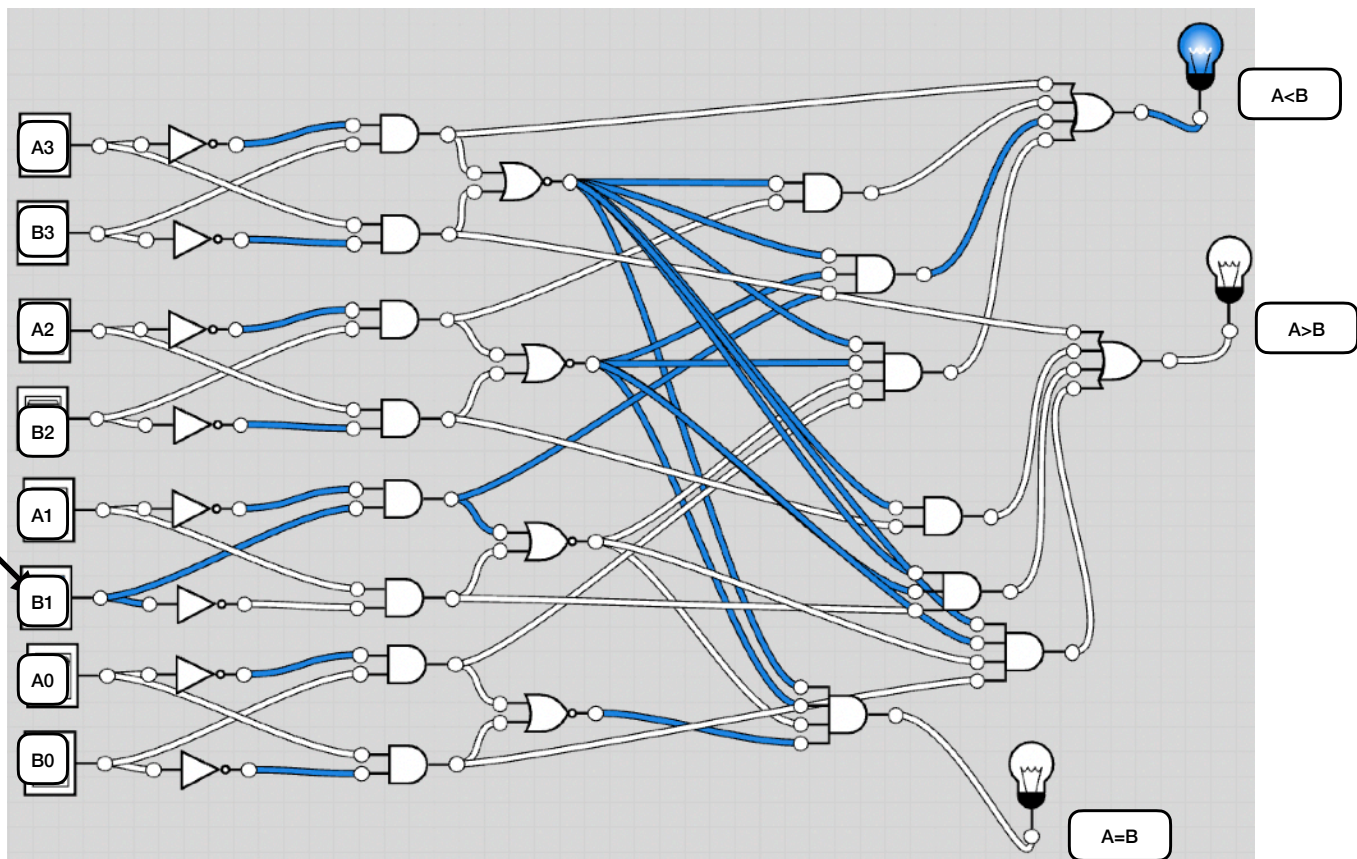
$$A < B = \bar{A}_3B_3 + X_3\bar{A}_2B_2 + X_3X_2\bar{A}_1B_1 + X_3X_2X_1\bar{A}_0B_0$$



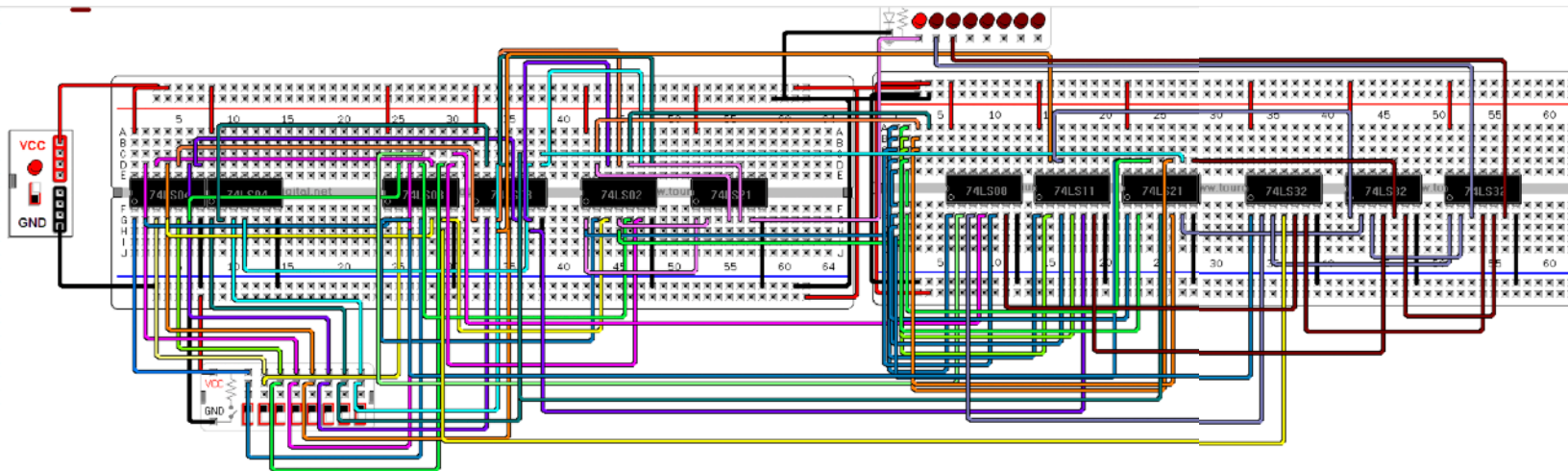
A2 = 1
Como A2 es mayor a B2 y X= 1, A3=B3 y se enciende A>B



B1=1
Como B1>A1, X3=1, y X2=1, A<B y el circuito lo marca



Y en el protoboard queda de la siguiente manera:



En este ejemplo como $A3=B3$, $A2=B2$,
 $A1=B1$, $A0=B0$, entonces $A=B$ y se enciende el
foco de que son iguales.

Conclusión

¿Por qué complicarnos la vida haciendo un comparador con compuertas lógicas cuando ya existe un circuito integrado que lo hace?, pues porque la persona que lo diseñó no tenía un circuito integrado para usarlo. El acercamiento que se le da al comparador usando compuertas lógicas me ayudó mucho a entender cómo funcionan y también me ayuda entender que las cosas en la electrónica siempre tienen un porqué, por ejemplo, nosotros usamos nuestras computadoras infiriendo que esta va a encender y que va a funcionar y ya estamos tan acostumbrados a eso que ignoramos totalmente que detrás de la computadora hay todo un mecanismo y circuitos que hacen que esta funcione, pero ¿qué quiero decir con esto?, que hemos alcanzado un nivel impresionante en la tecnología y hay cosas como el circuito integrado del comparador, pero este no apareció de la nada, está fundamentado con compuertas lógicas y a ese punto quiero llegar, tantas cosas que podemos realizar en una computadora, celular, y al final lo digital se reduce a bits y a medida que vamos avanzando se van simplificando, como con el caso del comparador que en vez de usar el circuito con compuertas para cada vez que se ocupe un comparador, alguien creó un circuito integrado que nos facilita la vida.

Bibliografía

- Instructables. (2017, 1 octubre). Digital Logic Gates (Part 1). Recuperado 19 de octubre de 2021, de <https://www.instructables.com/Digital-Logic-Gates-Part-1/>
- M. (2015, 25 septiembre). How to use Logic gate in Breadboard circuit? Physics Forums | Science Articles, Homework Help, Discussion. Recuperado 19 de octubre de 2021, de <https://www.physicsforums.com/threads/how-to-use-logic-gate-in-breadboard-circuit.834229/>
- CS 250 Lab 1. (s. f.). prdue.edu. Recuperado 19 de octubre de 2021, de <https://www.cs.purdue.edu/homes/cs250/lab1-nand3/>
- León, Á. M. (s. f.-b). Comparador | Electrónica digital. angelmicelti. Recuperado 19 de octubre de 2021, de <https://angelmicelti.github.io/4ESO/EDI/comparador.html>
- COMPUERTA LÓGICA «XOR» - COMPUERTAS DIGITALES. (s. f.). ovaselectronica. Recuperado 19 de octubre de 2021, de <https://sites.google.com/site/ovaselectronica/CONTENIDOS/compuerta-XOR>
- Electrónica FP. (2019, 11 diciembre). COMPARADORES de 4 bits [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=MSCCc-BAeUk&ab_channel=Electr%C3%B3nicaFP