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

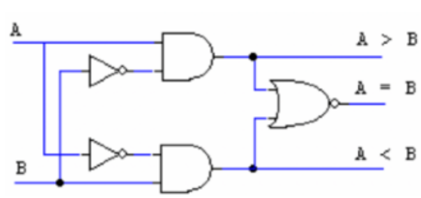
Docente: María del Refugio Lara Chávez

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 A3A2A1A0 y el otro será de B3B2B1B0. 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
- Protoboard

Marco Teórico

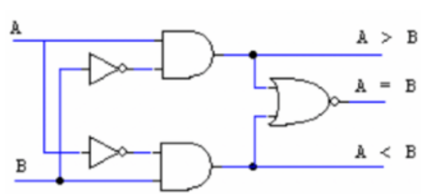
Un circuito digital comparador realiza la comparación de dos números A y B de n bits (en este caso 4) tomadas como un número entero sin signo e indica si son iguales o si una es mayor que otra en tres salidas A = B, A > B y A < B. Solo una de estas salidas estará a 1 y las demás estarán a 0 dependiendo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

Para entender un poco cómo funcionan los compradores 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

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

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

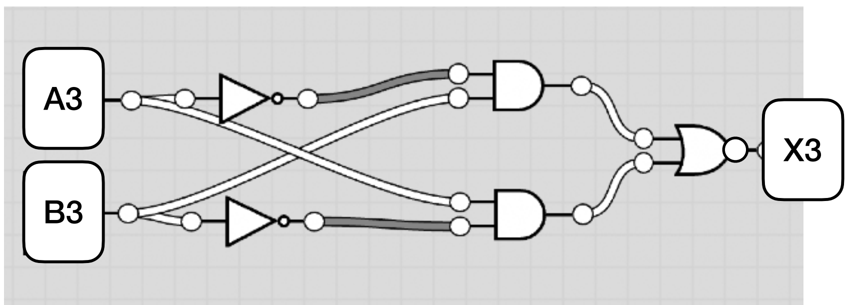
x	y	XOR	XNOR
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Podemos ver cómo para nuestra comparación de A=B la compuerta XNOR funciona. La expresión de NOR es la siguiente:

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

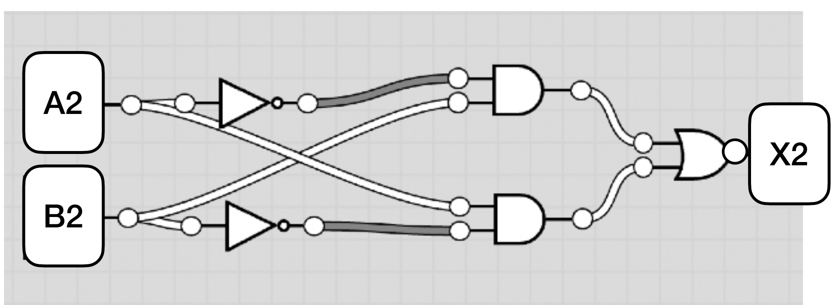
La expresión XNOR es la negación de NOR así que quedaría como:

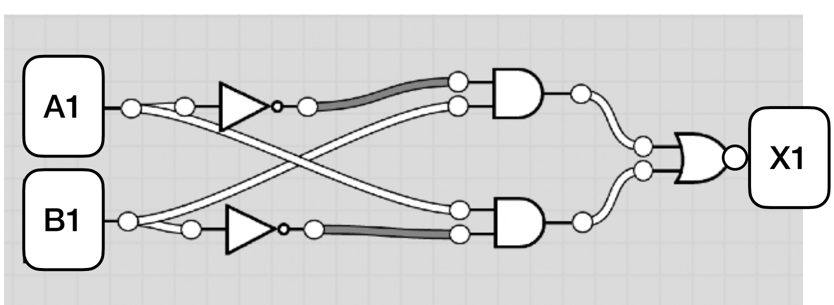
$$F = \overline{\bar{x}y + x\bar{y}}$$

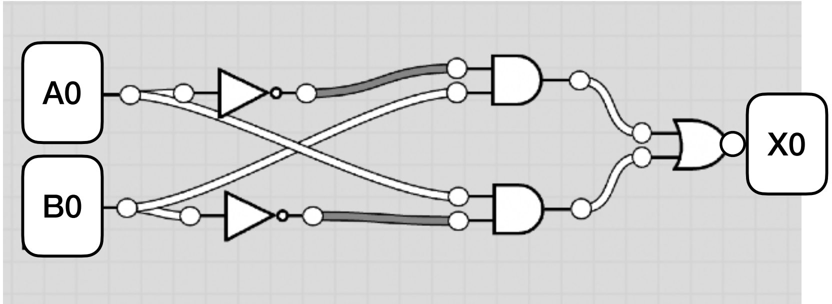


(Los circuitos están hechos en logic.ly)*

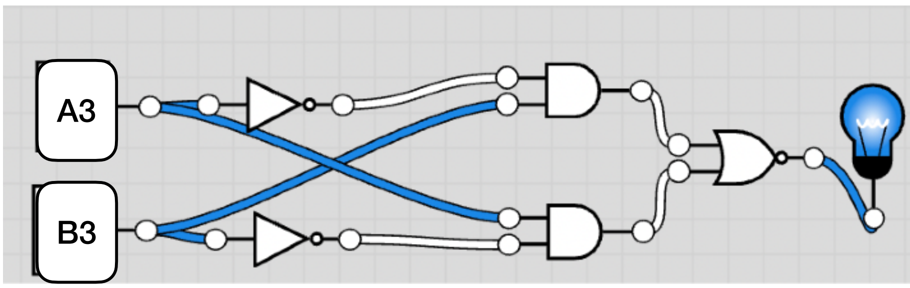
Como ya se había dicho, esto aplica para los 4 bits de cada número:

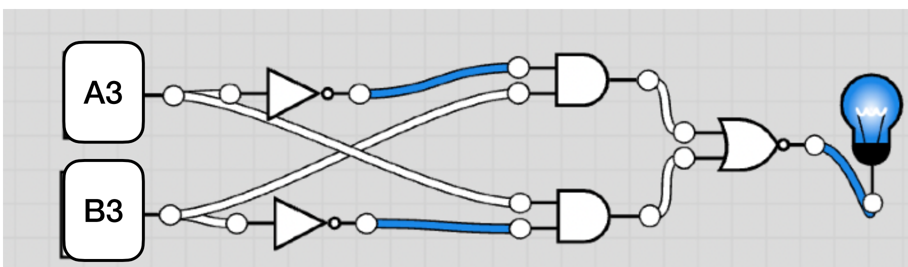






Mediante los circuitos debemos tener que si $A3 = B2$, $X3 = 1$ y que si $A2 = B2$, $X2 = 1$, y así para los 4 bits de los dos números. Se comprueba mediante el circuito.



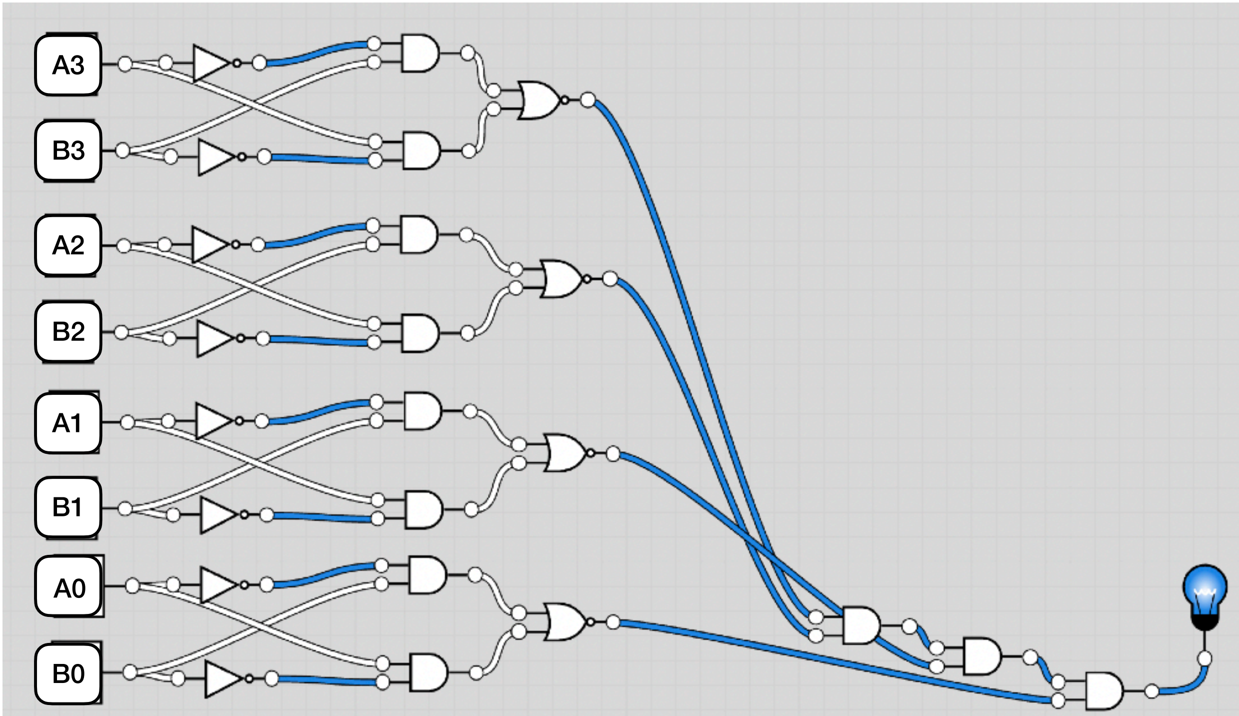


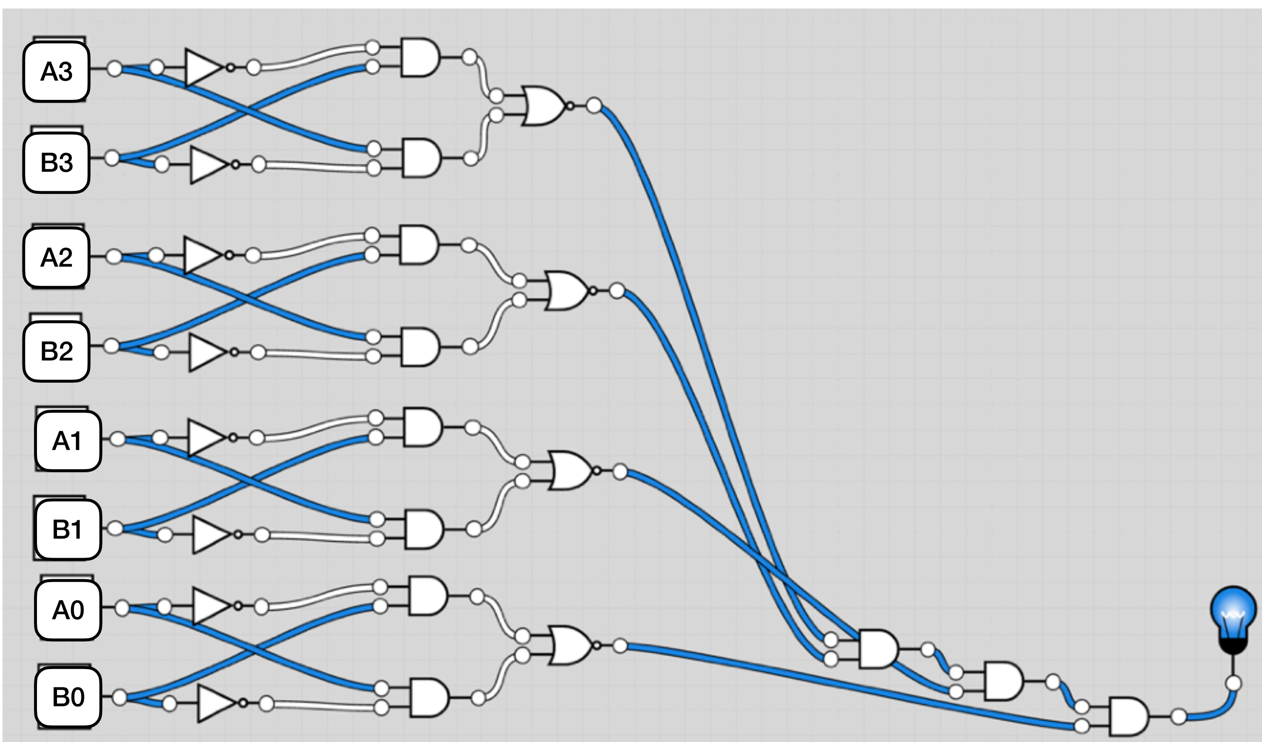
Se comprueba que cuando $A3 = B3$, $X3 = 1$

Para que $A = B$ los siguientes casos se deben cumplir:
$A3 = B3$, $X3 = 1$
$A2 = B2$, $X2 = 1$
$A1 = B1$, $X1 = 1$
$A1 = B1$, $X3 = 1$

Entonces se puede resumir a que $A = B$ si $X3*X2*X1*X0$

Y se puede ver en el circuito





Para que A>B tiene que pasar alguno de los siguientes casos:
A3 tiene que ser 1 y B3 0
X3 tiene que ser 1, A2 tiene que ser 1 y B2 0
X3 tiene que ser 1, X2 tiene que ser 1, A1 tiene que ser 1 y B1 0
X3 tiene que ser 1, X2 tiene que ser 1, X1 tiene que ser 1, A0 tiene que ser 1 y B0 0

Que como expresión quedaría como

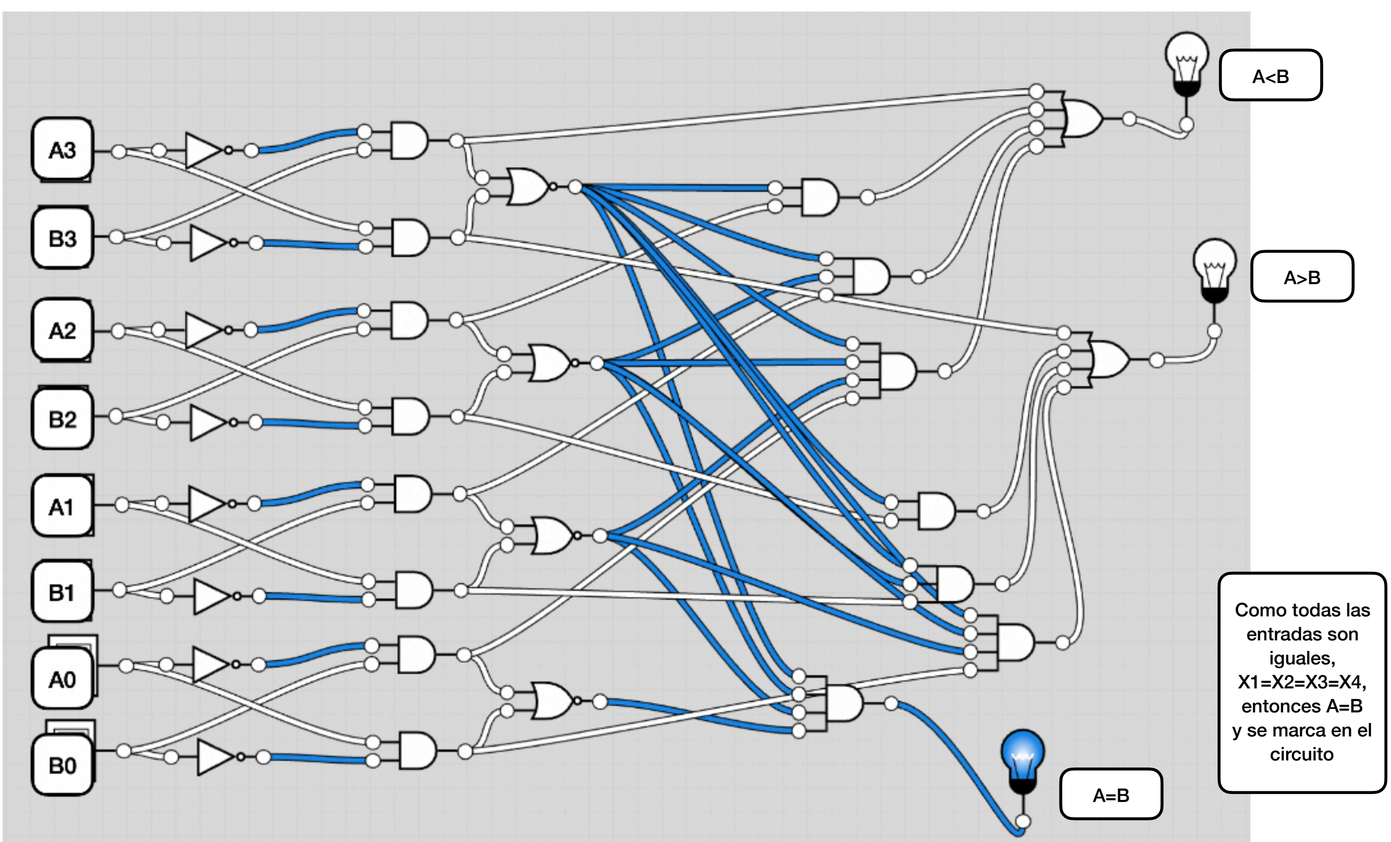
$$A > B = A3\bar{B}3 + X3A2\bar{B}2 + X3X2A1\bar{B}1 + X3X2X1A0\bar{B}0$$

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

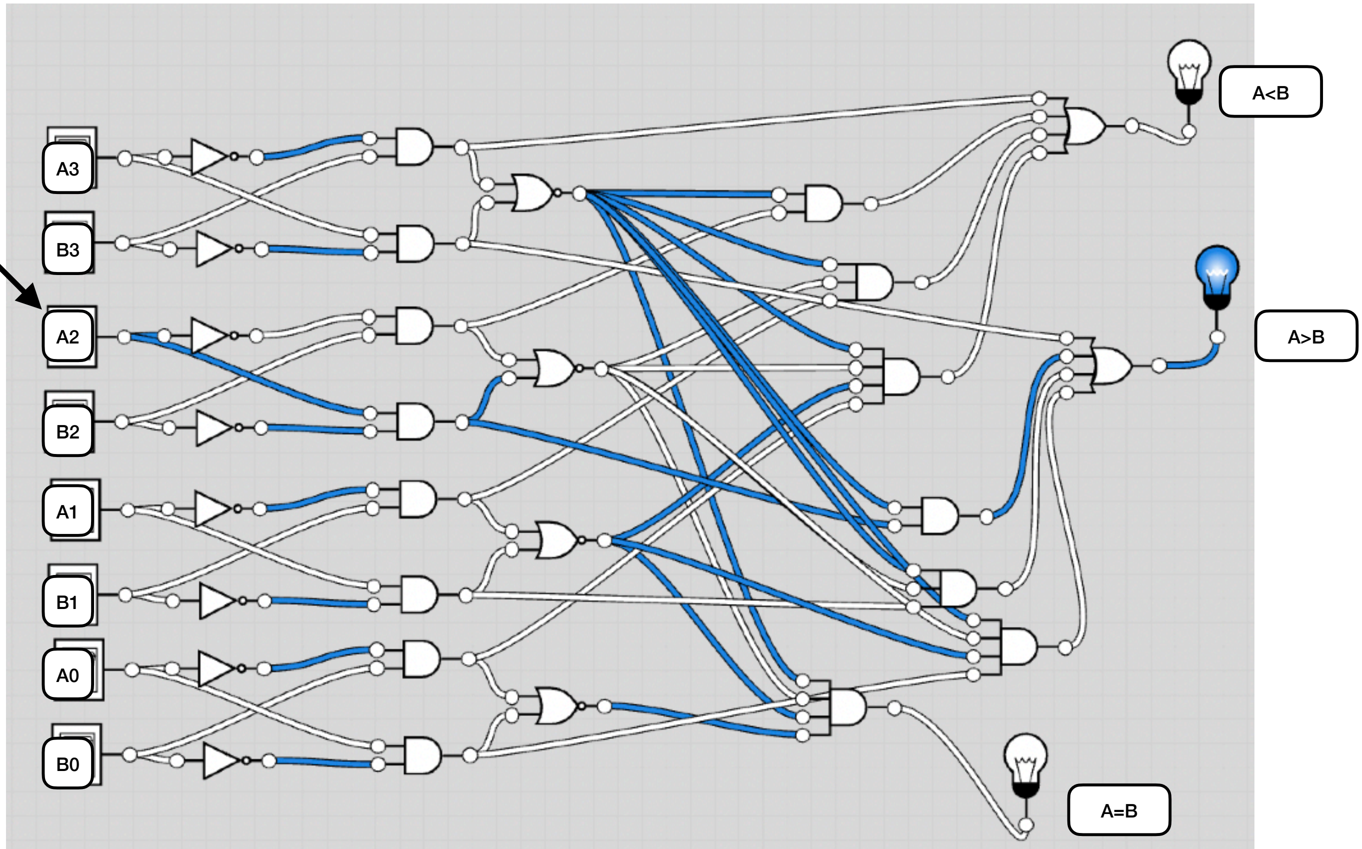
A3 tiene que ser 0 y B3 1
X3 tiene que ser 1, A2 tiene que ser 0 y B2 1
X3 tiene que ser 1, X2 tiene que ser 1, A0 tiene que ser 0 y B1 1
X3 tiene que ser 1, X2 tiene que ser 1, X1 tiene que ser 1, A0 tiene que ser 0 y B0 1

Que como expresión quedaría como

$$A < B = \bar{A}3B3 + X3\bar{A}2B2 + X3X2\bar{A}1B1 + X3X2X1\bar{A}0B0$$



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