NIVEL PREGRADO

Matemática Discreta y Álgebra

GUÍA N°1: CIRCUITOS LÓGICOS

Unidad: Circuitos Lógicos

Curso: 1° A y B

Docentes: Andrea Campos y Víctor Palazzesi

AÑO LECTIVO 2022

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos del hombre es el de manipular, almacenar, recuperar y transportar la información que tenemos del mundo en el que vivimos, lo que nos permite ir progresando poco a poco, cada vez con más avances tecnológicos que facilitan nuestra vida y que nos permiten encontrar respuestas a preguntas que antes no se podían responder. Ahora estamos viviendo un momento en el que esa capacidad de manipulación, almacenamiento, recuperación y transporte de la información está creciendo exponencialmente. Con la aparición de la electrónica las posibilidades para desarrollar esas capacidades aumentaron considerablemente.

En esta guía de estudio se trabajará una aplicación de la lógica: **las compuertas lógicas**, que son la base de la construcción de los sistemas digitales que conforman equipos electrónicos y de la cibernética.

Un **sistema digital** es un conjunto de dispositivos destinados a la generación, transmisión, procesamiento o almacenamiento de señales digitales, es decir que sólo puede tomar valores discretos.

Todos los sistemas digitales se construyen utilizando **compuertas lógicas**. Una compuerta lógica está compuesta por un "circuito eléctrico". A esta compuerta están conectadas dos o más entradas $(x, y, z, \ldots)$ y tiene una única salida (S).

Un sistema digital funciona, en cada instante, mediante el procesamiento de las señales de entrada en cada una de las compuertas que lo conforman y a través de las salidas que dichas compuertas generan.

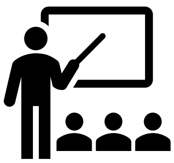
Cada señal de entrada está asociada a un dígito binario, **0**, si la señal es de **0 volt** y al dígito binario**, 1,** si la señal tiene un valor distinto de **0 Volt**.

Del mismo modo, la señal de salida está asociada al dígito binario **0**, si la señal es de **0 volt** y al dígito binario **1**, si es un valor **distinto** de **0 volt**.

El análisis de una compuerta lógica, por lo tanto, consiste en determinar qué valores adoptará la salida (0 ó 1) según la combinación de valores presentes en la señal de entrada (0 ó 1).

George Boole (1815 – 1864) fue el creador de un sistema algebraico para el estudio sistemático de la lógica, que se utiliza en los sistemas digitales. Dicho sistema recibe el nombre de **Álgebra de Boole** y proporciona un modelo para determinar la respuesta (señal de salida) de un circuito lógico. A mediados del siglo XX el Álgebra de Boole resultó de una gran importancia, que se ha ido incrementando hasta nuestros días, en el manejo de información digital.

ÁLGEBRA DE BOOLE



En primera instancia vamos a abordar el Álgebra de Boole tal cual él la concibió, para ello es necesario distinguir entre operaciones binarias y unitarias:

- ✓ ***Operaciones binarias***: Una operación binaria definida en un conjunto A, distinto del conjunto vacío, designada con el símbolo *, es una función que relaciona un par de elementos a y b de dicho conjunto con otro elemento del mismo conjunto que es el resultado de $a * b$.

- ✓ ***Operaciones unitarias***: Una operación unitaria definida en un conjunto A, distinto del conjunto vacío, designada con el símbolo $\sim$, es una función que relaciona un elemento de dicho conjunto con otro elemento del mismo conjunto que es el resultado de $\sim$.

El Álgebra de Boole es una estructura algebraica definida por dos operaciones binarias $*$ y $\#$ en un conjunto cualquiera, A, distinto del conjunto vacío y que cumple con los siguientes postulados:

<u>Postulados de los elementos neutros</u>

a) Existe un elemento neutro con respecto a la operación $*$, designado por **0**, que cumple que:

$a * 0 = a$ para todo elemento a que pertenece al conjunto A

b) Existe un elemento neutro con respecto a la operación **#,** designado por **1**, que cumple que:

$a \# 1 = a$ para todo elemento a que pertenece al conjunto A

<u>Propiedad Conmutativa</u>

a) Para todo $a, b \in A$ se cumple que $a * b = b * a$

b) Para todo $a,b \in A$ se cumple que $a\#b = b\#a$

Propiedad Distributiva

a) Para todo $a,b \in A$ se cumple que $a\#(b * c) = (a\#b) * (a\#c)$

b) Para todo $a,b \in A$ se cumple que $a * (b\#c) = (a * b)\#(a * c)$

Postulados de los complementos

a) Para cada elemento $a \in A$, existe un elemento a' tal que se cumple que: $a * a' = 1$

b) Para cada elemento $a \in A$, existe un elemento a' tal que se cumple que: $a\#a' = 0$

La lógica proposicional binaria, que hemos estudiado en el curso de ingreso, es una estructura algebraica que se corresponde con un Álgebra de Boole. Si consideramos el conjunto A formado por sólo dos elementos V (verdadero), F (falso), las dos operaciones binarias: la disyunción $(\vee)$ y la conjunción $(\wedge)$ y una operación unitaria $(\sim)$ que equivale a la negación.

Veamos:

Sea $A = \{V, F\}$, el conjunto formado por los dos valores de verdad posible de una proposición dada. La conjunción y la disyunción de proposiciones son operaciones binarias y la negación de proposiciones es una operación unitaria.

- ¿Cuál sería el elemento neutro q para la conjunción y la disyunción de proposiciones?

  Es decir,

  $$p \wedge q \Leftrightarrow p \qquad \text{y} \qquad p \vee q \Leftrightarrow p$$

  (Observe que en lógica proposicional no se utiliza el símbolo "=" sino que lo abordamos desde la *equivalencia lógica*).

  Si se tienen en cuenta las tablas de verdad estudiadas en el Curso de Ingreso:

- Una proposición q cuyo valor de verdad es V, es elemento neutro para la conjunción de proposiciones.

p	$\wedge$	q	$\Leftrightarrow$	p
V	V	V	**V**	V
F	F	V	**V**	F

- Una proposición q cuyo valor de verdad es F, es elemento neutro para la disyunción de proposiciones.

p	$\vee$	q	$\Leftrightarrow$	p
V	V	F	**V**	V
F	F	F	**V**	F

- ¿Son conmutativas la conjunción y la disyunción de proposiciones?

Es decir:

$$p \wedge q \Leftrightarrow q \wedge p$$
$$p \vee q \Leftrightarrow q \vee p$$

Analicemos si se cumplen estas equivalencias lógicas…

p	q	$p \wedge q$	$\Leftrightarrow$	$q \wedge p$
V	V	V	V	V
V	F	F	V	F
F	V	F	V	F
F	F	F	V	F

p	q	$p \vee q$	$\Leftrightarrow$	$q \vee p$
V	V	V	V	V
V	F	V	V	V
F	V	V	V	V
F	F	F	V	F

Luego, la conjunción y la disyunción son conmutativas.

Queda como tarea verificar que estas operaciones verifican el resto de postulados del Álgebra de Boole.

Para que el Algebra de Boole se torne realmente útil de cara a la electrónica y a la computación, esta debe plantearse como un álgebra bivalente donde los valores posibles sean 1 y 0.

Definimos así un Algebra de Boole, en un conjunto $A = \{0,1\}$, dos operaciones binarias: la suma lógica $(+)$ y producto lógico $(\cdot)$, y una operación unitaria, llamada complemento $(\overline{\ })$ cuyas "tablas de verdad" sean equivalentes a las tablas de verdad de la disyunción, la conjunción y la negación respectivamente y los valores 0 y 1 sean equivalentes a Falso y Verdadero, respectivamente.

Así las tablas serían las siguientes:

Suma Lógica

x	y	$x+y$
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Producto Lógico

x	y	$x \cdot y$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Complemento

x	$\bar{x}$
1	0
0	1

COMPUERTAS LÓGICAS

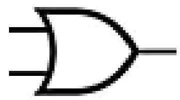
Las compuertas lógicas pueden ser materializadas mediante elementos físicos de diferentes tipos que admiten entradas lógicas y que devuelven una respuesta (salida) también lógica.

Estas compuertas, son las que permiten el diseño, y la ulterior implementación, de los circuitos de cualquier computadora considerando el **1** como presencia de Tensión y **0** como ausencia de Tensión.

Operan de acuerdo a las tres conectivas básicas de la lógica proposicional **AND (*conjunción*)**, **OR (*disyunción*)** y **NOT (*negación*)**, y cada una está relacionada a una de las tres operaciones binarias básicas del Álgebra de Boole que hemos definido.

Compuerta OR

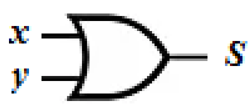
La compuerta OR, está asociada a la operación OR (disyunción de la lógica proposicional)

Su representación simbólica es: 

La salida S de esta compuerta será 1, si por lo menos una de las entradas corresponde a 1. La operación asociada del algebra binaria de Boole es la suma lógica: $+$

La siguiente expresión: $S = x + y$, denominada **expresión booleana,** representa la suma lógica para las entradas x y y

Representación gráfica



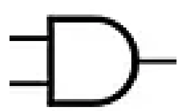
Expresión booleana

$S = x + y$

x	y	$x+y$
1	1	**1**
1	0	**1**
0	1	**1**
0	0	**0**

Compuerta AND

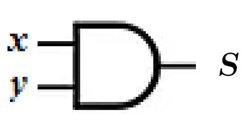
La compuerta AND, está asociada a la operación AND (conjunción de la lógica proposicional)

Su representación simbólica es: 

La salida S de esta compuerta será 1 si todas las entradas corresponden a 1. La operación asociada del algebra binaria de Boole es el producto lógico**.**

La siguiente expresión booleana: $S = x \cdot y$ representa el producto lógico para las entradas x y y

Representación gráfica



Expresión booleana

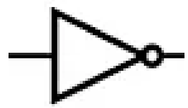
$S = x \cdot y$

x	y	$x \cdot y$
1	1	**1**
1	0	**0**
0	1	**0**
0	0	**0**

Compuerta NOT

(También llamada INVERSOR)

La compuerta NOT, está asociada a la operación NOT (negación de la lógica proposicional)

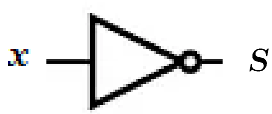
Su representación simbólica es: 

La salida S de dicha compuerta será 1 si la única entrada de dicha compuerta es 0 y la salida será 0 si la entrada es 1.

La operación asociada del álgebra binaria de Boole es el complemento: $\overline{}$

La siguiente expresión booleana representa la salida de un inversor: $S = \overline{x}$

Representación gráfica



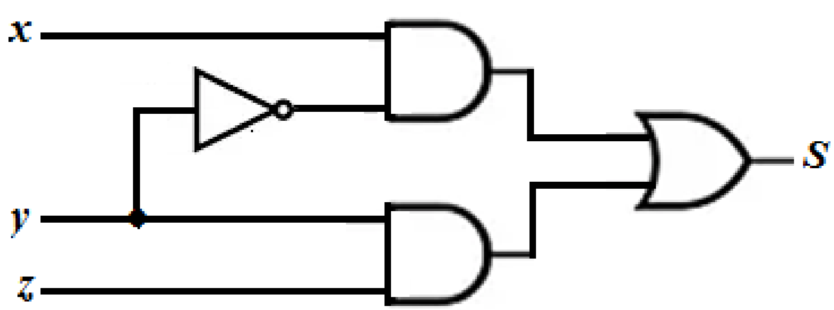
Expresión booleana

$$S = \overline{x}$$

x	$\overline{x}$
1	**0**
0	**1**

La aplicación más directa de las compuertas lógicas es la combinación entre dos o más de ellas para formar **CIRCUITOS LÓGICOS** que responden a una expresión booleana.

Ejemplo: La expresión booleana $S = (x \cdot \overline{y}) + (y \cdot z)$ puede ser representada por el siguiente circuito

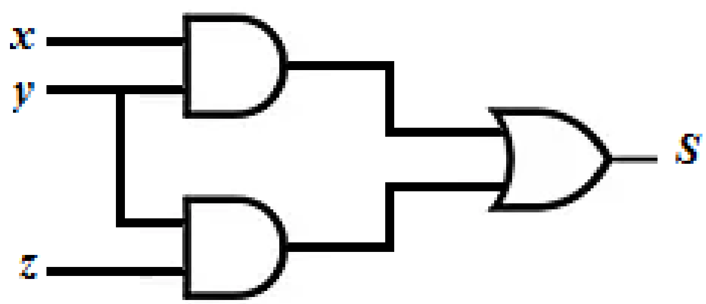


La tabla que determina los posibles valores de la salida S según los valores de las entradas x, y y z es la siguiente:

x	y	z	$\overline{y}$	$(x \cdot \overline{y})$	$(y \cdot z)$	$(x \cdot \overline{y}) + (y \cdot z)$
1	1	1	0	0	1	**1**
1	1	0	0	0	0	**0**
1	0	1	1	1	0	**1**
1	0	0	1	1	0	**1**
0	1	1	0	0	1	**1**
0	1	0	0	0	0	**0**
0	0	1	1	0	0	**0**
0	0	0	1	0	0	**0**

Actividad 1

Dado el siguiente circuito:



determine:

a) la expresión booleana para la salida del circuito lógico.

b) los posibles valores de las entradas x, y y z de modo que el valor de salida en S sea 1

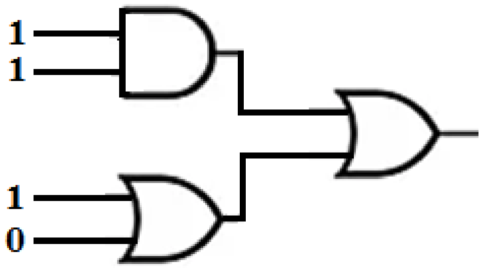
Actividad 2

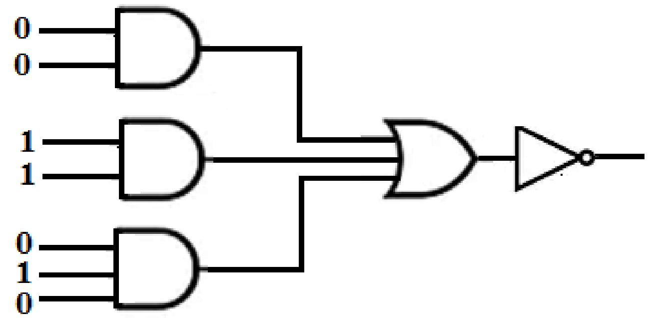
a) Represente un circuito con compuertas lógicas que responda a la siguiente expresión booleana: $S = (A \cdot \overline{B}) + (\overline{A} \cdot \overline{B})$

b) Para el circuito del ítem a), determine el valor de salida S si los valores de entrada de A y de B son 1 y 0, respectivamente.

Actividad 3

Determine el valor de salida para los siguientes circuitos lógicos:



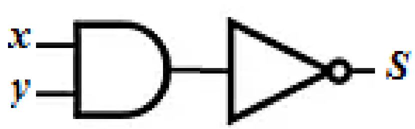


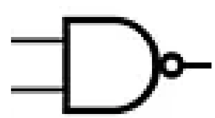
OTRAS COMPUERTAS LÓGICAS

Las compuertas lógicas básicas, se pueden combinar y forman otras compuertas. Ejemplos de estas son las siguientes:

Compuerta NAND

Consiste en una compuerta AND seguida de una compuerta NOT

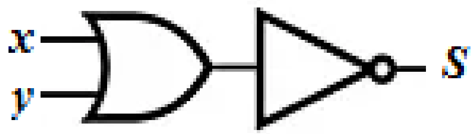


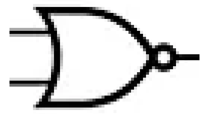
La representación simbólica de esta compuerta es: 

La salida de esta compuerta toma el valor lógico 0 si y solo si todas las entradas valen 1.

Compuerta NOR

Consiste en una compuerta **OR** seguida de una compuerta **NOT**



La representación simbólica de esta compuerta es: 

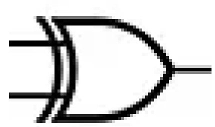
La salida de esta compuerta toma el valor lógico 1 si y solo si todas las entradas valen 0.

Compuerta XOR

(OR EXCLUSIVO)

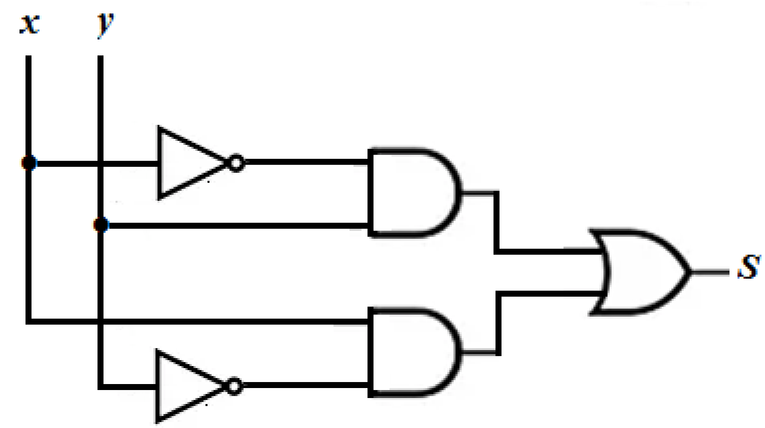
El símbolo de la operación asociada a esta compuerta es $\oplus$. Es una compuerta generada con una combinación de compuertas, cuya tabla es equivalente a la disyunción exclusiva, dicha tabla es la siguiente:

x	y	$x \oplus y$
1	1	**0**
1	0	**1**
0	1	**1**
0	0	**0**

La representación simbólica de esta compuerta es: 

La salida de esta compuerta toma el valor 1 cuando las entradas tienen distinto valor y 0 cuando tienen el mismo valor.

El circuito que genera la misma salida que la compuerta **XOR** consiste de dos compuertas **AND** y una compuerta **OR**.

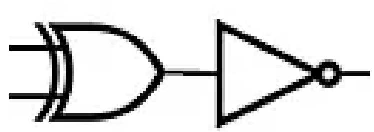


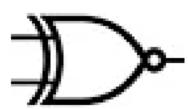
Actividad 4

Verifique que $x \oplus y = (\overline{x} \cdot y) + (x \cdot \overline{y})$

Compuerta XNOR

Consiste en una compuerta XOR seguida de una compuerta NOT



La representación simbólica de esta compuerta es: 

La salida de esta compuerta toma el valor lógico 1 si, y solo las entradas son iguales. Para las otras combinaciones la salida es 0.

Teorema de De Morgan

En lógica proposicional y álgebra de Boole, las **leyes de De Morgan** son un par de reglas de transformación que son ambas reglas de inferencia válidas. Suelen ser de gran utilidad a la hora de simplificar expresiones booleanas.

En lógica proposicional se enuncian de la siguiente manera:

- La negación de la disyunción entre dos proposiciones es equivalente a la conjunción de las negaciones de dichas proposiciones; y

- La negación de la conjunción entre dos proposiciones es equivalente a la disyunción de las negaciones de dichas proposiciones.

$$\sim (p \vee q) \Leftrightarrow \sim p \wedge \sim q \qquad \text{y} \qquad \sim (p \wedge q) \Leftrightarrow \sim p \vee \sim q$$

Sus equivalentes en el Álgebra de Boole son:

$$\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B} \qquad \text{y} \qquad \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

Actividad 5

a) Verifique que se cumplen las leyes de De Morgan.

b) Realice un listado con todas las leyes del Álgebra de Boole.

Planteo y solución de un problema

Se desea instalar un sistema de alarmas en una vivienda, compuesto por dos sensores (a y b) en ambas ventanas, y un interruptor de la alarma (c). Cuando el sistema está activado (se cerrará el interruptor), un timbre deberá sonar al abrir alguna o ambas ventanas. Si el sistema no está activado, el timbre no sonará, aunque se abra alguna de las ventanas.

Se quiere implementar un circuito electrónico para el control del sistema:

Se identifican tres entradas a, b y c, donde:

- a: ventana 1 (1 si está abierta y 0 si está cerrada)
- b: ventana 2 (1 si está abierta y 0 si está cerrada)
- c: interruptor de la alarma (1 si está activado y 0 si está desactivado)

La salida S será el timbre de la alarma (1 si suena y 0 si no suena)

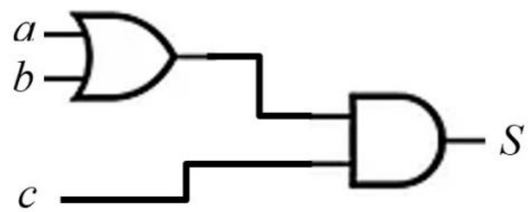
Realizando la traducción simbólica:

- La alarma sonará al abrir **alguna "o" ambas ventanas**, **"y" el interruptor esté activado**.

  Entonces, la expresión booleana será:

$$S = a + b \cdot c$$

Y la representación gráfica del circuito:



Otra forma es pensando en la tabla de posibles valores:

a	b	c	$a+b$	$S=a+b\cdot c$
1	1	1	1	1
1	1	0	1	0
1	0	1	1	1
1	0	0	1	0
0	1	1	1	1
0	1	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	0	0

De donde se observa que la salida es 1 cuando se da alguna de las siguientes combinaciones de valores de las entradas:

$$\left.\begin{array}{l} \circ \quad a=1,\ b=1 \text{ y } c=1 \\ \circ \quad a=1,\ b=0 \text{ y } c=1 \\ \circ \quad a=0,\ b=1 \text{ y } c=1 \end{array}\right\} \Rightarrow S=(a\cdot b\cdot c)+(a\cdot \overline{b}\cdot c)+(\overline{a}\cdot b\cdot c)$$

Si se aplican propiedades del Álgebra de Boole, puede simplificarse la expresión para luego diseñar un circuito más simple, como el obtenido en el primer análisis:

$$\begin{aligned} S &= (a\cdot b\cdot c)+(a\cdot \overline{b}\cdot c)+(\overline{a}\cdot b\cdot c) \\ &= (a\cdot c\cdot b)+(a\cdot c\cdot \overline{b})+(\overline{a}\cdot b\cdot c) \quad (1) \\ &= ((a\cdot c)+(b\cdot \overline{b}))+(\overline{a}\cdot b\cdot c) \quad (2) \\ &= (a\cdot c)+(\overline{a}\cdot b\cdot c) \quad (3) \\ &= (a+(\overline{a}\cdot b))\cdot c \quad (4) \\ &= ((a+\overline{a})\cdot(a+b))\cdot c \quad (5) \\ &= (a+b)\cdot c \quad (6) \end{aligned}$$

(1) Propiedad conmutativa del producto lógico

(2) Propiedad distributiva de la suma lógica respecto al producto lógico

(3) $b\cdot\overline{b}=0$ (cualquiera sea b) y 0 es elemento neutro para la suma lógica

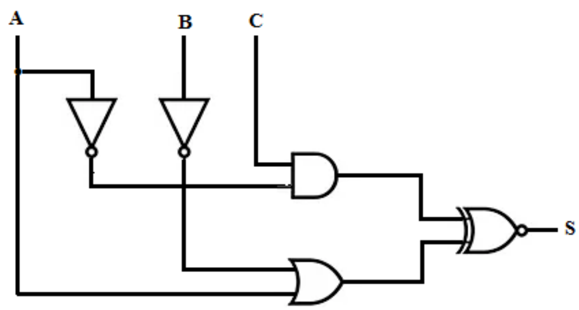
(4) Propiedad distributiva del producto lógico respecto a la suma lógica

(5) Propiedad distributiva de la suma lógica respecto al producto lógico

(6) $a+\overline{a}=1$ (cualquiera sea $\overline{a}$) y 1 es elemento neutro respecto al producto lógico

Ejercicios y Problemas

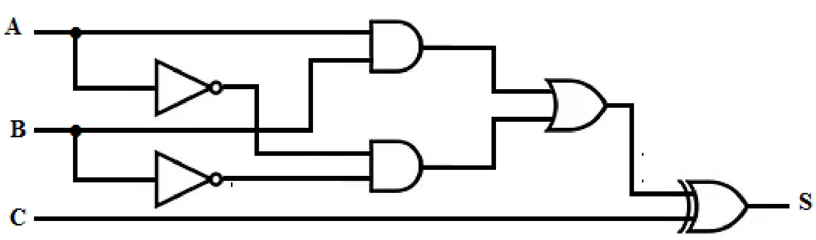
1) Dado el siguiente circuito lógico:



a) determine la expresión booleana de la salida S .

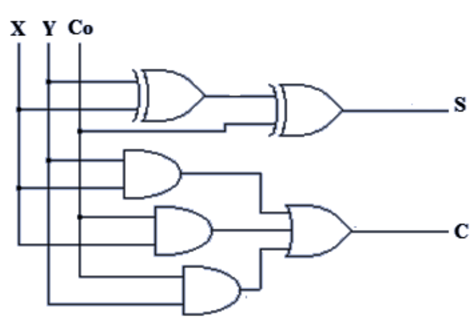
b) indique qué valores pueden adoptar las entradas A, B y C para que la salida sea **0.**

2) De acuerdo al siguiente circuito complete la tabla con los valores de la Salida según los valores de las entradas A, B, C



A	B	C	Salida
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

3) Dado el siguiente circuito, con dos salidas S y C, encuentra la expresión booleana para cada una.



4) Represente el circuito lógico correspondiente a cada una de las siguientes expresiones booleanas y determine para cada uno el valor de salida de acuerdo a los valores de entrada.

a) $S = A \cdot B + C$

b) $S = A + B \cdot C$

c) $S = (A \cdot B) + (A \cdot \overline{B})$

d) $S = A \cdot B + A \cdot \overline{B}$

e) $S = A + (A \cdot B) + (A \cdot C)$

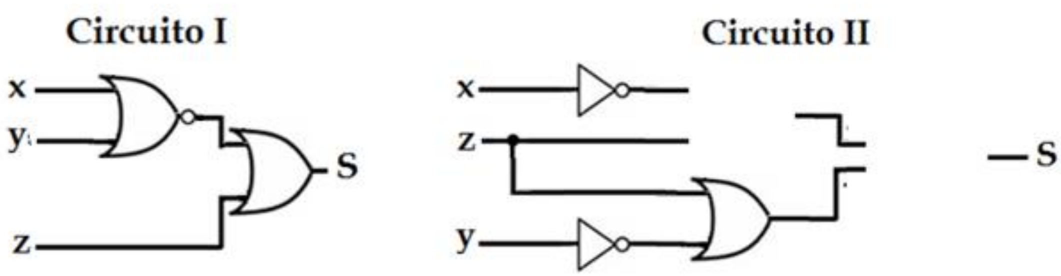
f) $S = \overline{(A + B) \cdot C + D}$

g) $S = \overline{A \oplus B} + C$

5) Represente gráficamente un circuito lógico de dos entradas A y B de modo tal que la salida sea $S = \overline{A \cdot B} \oplus (\overline{A} + \overline{B})$ y determine qué valores de entrada deben tener A y B para que la salida sea **1**.

6) Diseñe un circuito lógico que responda al siguiente juego:
"En el mismo instante cada uno de dos jugadores, A y B, tiene bajo su control una señal de entrada. Si los dos dan la misma señal gana A y si hacen lo contrario gana B. El circuito tiene que ser tal que la salida final sea 1 cuando gana A.

7) Complete el circuito II con dos compuertas lógicas para que los dos circuitos sean equivalentes. (*Dos circuitos son equivalentes si y sólo si tienen las mismas salidas para las mismas combinaciones de entradas)*



8) Una determinada instalación fabril está protegida contra incendios mediante una línea de extintores. La apertura de los extintores se produce por la acción de un cilindro neumático y puede realizarse desde el exterior de la instalación abriendo exactamente dos de las tres válvulas "A", "B" o "C", y por razones de seguridad, sólo es posible la puesta en funcionamiento del sistema de extinción si la válvula "B" permanece abierta.

a) Realice la tabla de la verdad correspondiente al funcionamiento del sistema de extinción.

b) Escriba la expresión booleana correspondiente.

c) Realice el circuito que representa la situación.

9) **(<u>Nivel Minecraft</u>)** Se quiere diseñar un circuito de redstone que abra una puerta automatizada, que permite el ingreso a un almacén y la salida del mismo. El jugador necesita lo siguiente: de cada lado de la puerta (interior y exterior) se tiene una palanca. Al activar la palanca del exterior para abrir la puerta y entrar, debe activar la del interior para cerrarla. Para abrir la puerta nuevamente, para salir, desactiva la de dentro y una vez que salió desactiva la de afuera para cerrarla. Diseñe un circuito lógico que solucione este problema. No olvide dejar asentado cómo nombra a las entradas y qué representan los valores **0** y **1** para dichas entradas y para la salida.

10) ¿Qué candado o candados deben abrirse para poder abrir la puerta?

Plantee un circuito empleando las compuertas estudiadas en donde con 0 se representa el estado del candado cerrado y 1 el candado abierto. Por su parte la salida será 1 si se abre la puerta y 0 si permanece cerrada.

Para cada uno de los problemas Nivel Dios que están a continuación deberá:

- Especificar el significado de 0 y 1 para cada variable que se defina y para la Salida.
- Obtener la tabla de valores posibles.
- Determinar la expresión booleana que corresponde a esa tabla.
- Diseñar el circuito lógico que responde a dicha expresión booleana.

11) Se desea diseñar el circuito de control de una planta de montaje encargado de dar la señal de aviso de evacuación. El sistema dispone de tres sensores: A (sensor de encendido), B (sensor de humedad) y C (sensor de presión). Los materiales con los que se trabaja son inflamables y sólo toleran unos niveles mínimos de presión y humedad de forma conjunta. Estos niveles se encuentran programados en los sensores correspondientes. El circuito a diseñar debe activar una señal de alarma cuando exista riesgo para los operarios de la planta.

12) En un automóvil con capacidad para 4 pasajeros se quiere instalar un sistema que indique si los 2 viajeros delanteros tienen puesto el cinturón de seguridad. Para conseguirlo, en cada asiento delantero, se instalan dos sensores de peso (A y C) que indican si está el viajero en el asiento. Otros dos sensores (B y D) informan si los correspondientes cinturones están abrochados. La salida del sistema será 1 en el caso de que el sistema detecte cuando un viajero no lleve el cinturón abrochado.

13) Una planta de manufactura necesita tener un sonido de bocina que indique el momento de parar. La bocina se debe activar cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- ✓ Son las 5 de la tarde y todas las maquinas están apagadas.
- ✓ Es viernes, la corrida de producción para el día está terminada y todas las máquinas están apagadas.

14) Se quiere diseñar el circuito de apertura de la puerta de un garaje que consta de 4 entradas: A: detector de coche en la entrada, B: llave de apertura fuera del garaje, C: detector de coche dentro, D: llave de apertura dentro del garaje. El circuito posee 5 salidas: M: Motor de la puerta, R1, V1: Luces rojas y verdes de la entrada del garaje, R2, V2: Luces rojas y verdes del interior del garaje.

Las condiciones de funcionamiento son las siguientes:

- ✓ La puerta se tiene que abrir si hay un coche en la entrada y acciona la llave de entrada (siempre y cuando no haya nadie dentro) o si hay alguien en el interior del garaje y acciona la llave.
- ✓ La luz roja R1 ha debe encenderse si hay alguien dentro que quiera salir y por lo tanto acciona la llave de apertura de dentro del garaje.
- ✓ La luz V1 ha de encenderse si hay alguien fuera y dentro no hay nadie.
- ✓ La luz roja R2 ha de encenderse si hay alguien fuera que quiere entrar y por consiguiente acciona la llave de apertura fuera del garaje.
- ✓ La luz V2 ha de encenderse si hay alguien dentro y fuera no hay nadie.
- ✓ Si hay dos coches (en la entrada y en el interior) y accionan la llave a la vez, las luces deben indicar que la preferencia es para el coche que sale, abriéndose la puerta.

RESPUESTAS

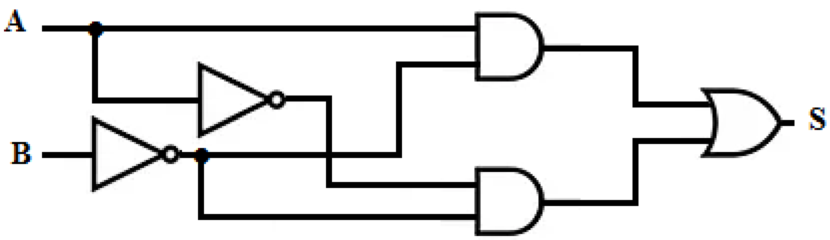
Actividad 1:

a) $S = (x \cdot y) + (y \cdot z)$.

b) La Salida será igual a **1**, cuando $x = 1$ y $y = 1$ o cuando $y = 1$ y $z = 1$.

Actividad 2:

a)



b) $S = 1$

Actividad 3:

$S_1 = 1$ y $S_2 = 0$

Ejercicios y Problemas

1)

a) $S = \left(\overline{(\overline{A} \cdot C) \oplus (\overline{B} + A)} \right)$

b) La Salida será igual a **0** cuando $A = 0$, $B = 0$ y $C = 1$ o $A = 0$, $B = 1$ y $C = 0$

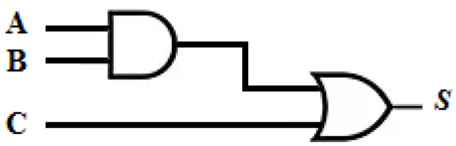
2) $S = ((A \cdot B) + (\overline{A} \cdot \overline{B})) \oplus C$

A	*B*	*C*	*S*
0	0	1	**1**
0	0	0	**0**
0	1	1	**0**
0	1	0	**1**
1	0	1	**0**
1	0	0	**1**
1	1	1	**1**
1	1	0	**0**

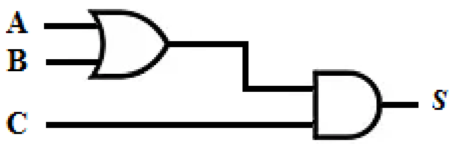
3) $S = (X \oplus Y) \oplus C_0$ y $C = (X \cdot Y) + (X \cdot C_0) + (Y \cdot C_0)$

4)

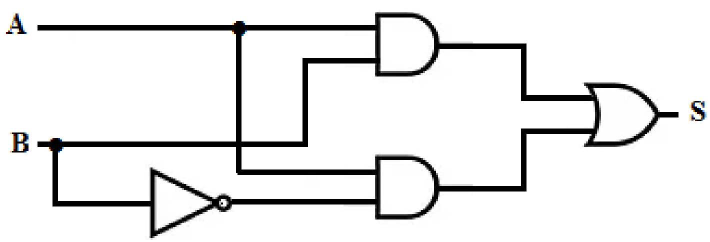
a)



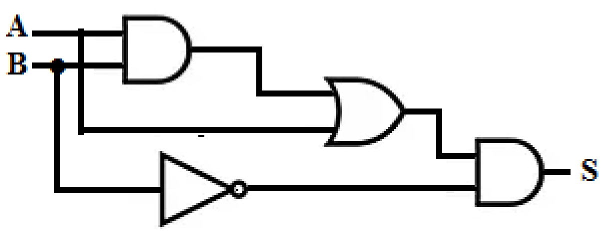
b)



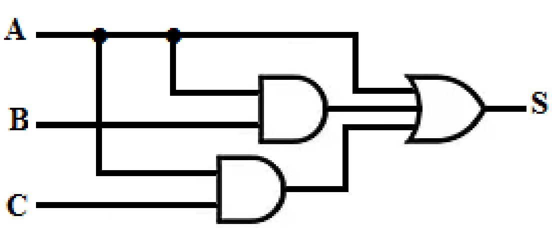
c)



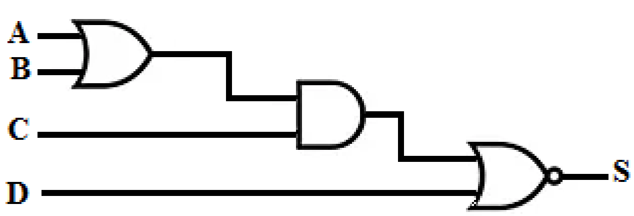
d)

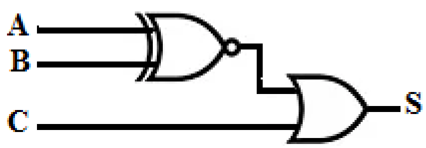


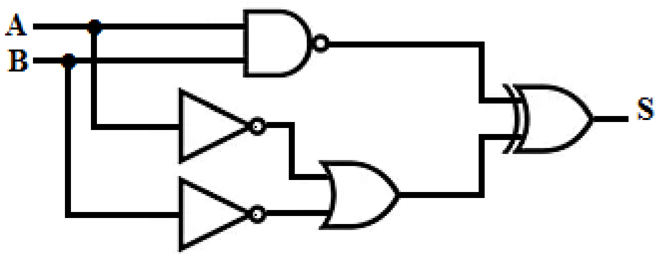
e)



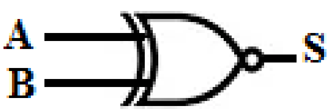
f)

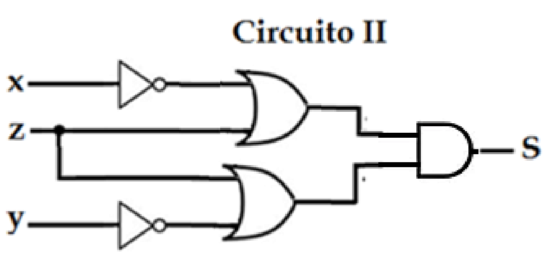


g) 

5) 

No existe ningún valor de A y B que hagan $S=1$

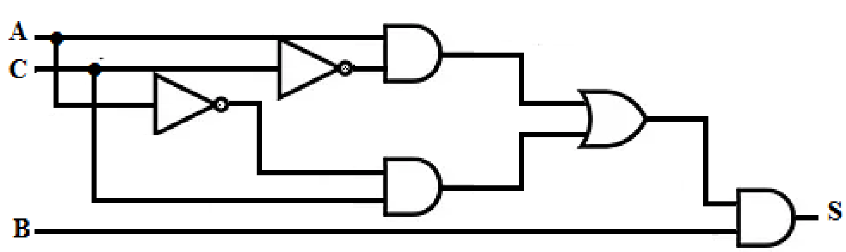
6) 

7) 

8)

a)

A	B	C	S
0	0	1	**0**
0	0	0	**0**
0	1	1	**0**
0	1	0	**1**
1	0	1	**0**
1	0	0	**0**
1	1	1	**1**
1	1	0	**0**

c) 

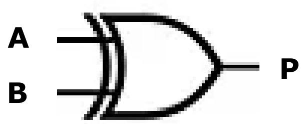
b) $(A \oplus C) \cdot B$

9) A y B palancas. 0 palanca desactivada y 1 palanca activada.

P: puerta. 0 puerta cerrada y 1 puerta abierta.

$P = A \oplus B$

A	B	$A \oplus B$
1	1	**0**
1	0	**1**
0	1	**1**
0	0	**0**



10) A, B, C, D, E y F candados. 0 candado cerrado y 1 candado abierto.

P: puerta. 0 puerta cerrada, 1 puerta abierta

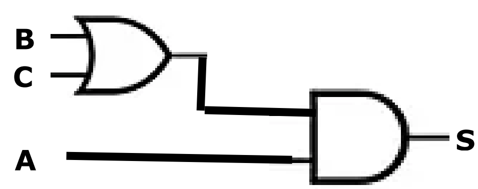
$P = A + B + C + D + E + F$

11)

1) A, B y C sensores. A vale 0 cuando el sensor está apagado y 1 cuando está prendido. B y C valen 0 cuando están desactivados y 1 cuando están activados:

S: alarma. 1 suena, 0 no suena.

$S = A \cdot (B + C)$

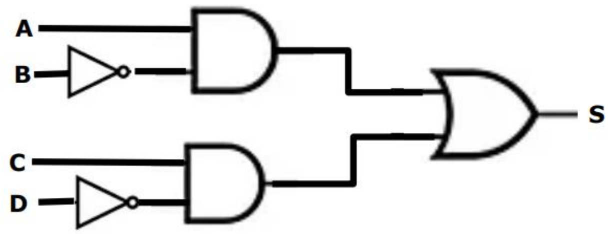


A	B	C	S
1	1	1	**1**
1	1	0	**1**
1	0	1	**1**
1	0	0	**0**
0	1	1	**0**
0	1	0	**0**
0	0	1	**0**
0	0	0	**0**

12) A y C valen 0 si no hay pasajero en el asiento, 1 indica que hay pasajero en el asiento. B y D valen 0 si el cinturón está desabrochado, 1 si está abrochado.

S vale 1 cuando suena el aviso, 0 si no suena

$$S = (A \cdot \overline{B}) + (C \cdot \overline{D})$$



A	B	C	D	S
1	1	1	1	0
1	1	1	0	1
1	1	0	1	0
1	1	0	0	0
1	0	1	1	1
1	0	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
0	1	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	0	0	0
0	0	1	1	0
0	0	1	0	1
0	0	0	1	0
0	0	0	0	0

13) A vale 1 si son las 5 de la tarde, 0 caso contrario.

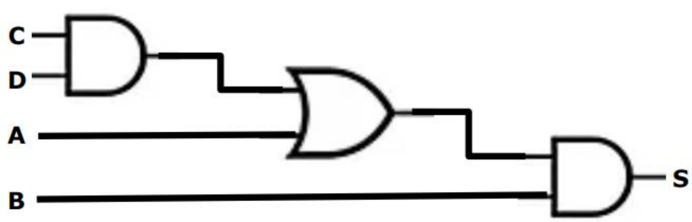
B vale 1 si todas las máquinas están apagadas, 0 caso contrario.

C vale 1 si es viernes, 0 caso contrario.

D vale 1 si la producción diaria está terminada, 0 caso contrario.

S vale 1 si la bocina suena, 0 caso contrario.

$$S = (A + (C \cdot D)) \cdot B$$



A	B	C	D	S
1	1	1	1	**1**
1	1	1	0	**1**
1	1	0	1	**1**
1	1	0	0	**1**
1	0	1	1	**0**
1	0	1	0	**0**
1	0	0	1	**0**
1	0	0	0	**0**
0	1	1	1	**1**
0	1	1	0	**0**
0	1	0	1	**0**
0	1	0	0	**0**
0	0	1	1	**0**
0	0	1	0	**0**
0	0	0	1	**0**
0	0	0	0	**0**

14) A vale 1 si hay un coche en la entrada, 0 caso contrario.

B vale 1 si se acciona la llave de afuera del garaje, 0 caso contrario.

C vale 1 si hay un coche dentro del garaje.

D vale 1 si se acciona la llave de adentro del garaje, 0 caso contrario.

R1, R2, V1, V2 valen 1 cuando están prendidas, 0 apagadas.

M vale 1 si el motor se activa, 0 caso contrario.

A	*B*	*C*	*D*	*M*	*R1*	*V1*	*R2*	*V2*
1	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$M = (A \cdot B) \cdot \overline{C} + C \cdot D$$

$$R_1 = C \cdot D$$

$$V_1 = A \cdot \overline{C} \qquad R_2 = A \cdot B \cdot \overline{C \cdot D} \qquad V_2 = C \cdot \overline{A}$$

Para ver circuito combinado inserte la tabla en Logisim.