Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Jujuy

TÉCNICAS Y ESTRUCTURAS DIGITALES

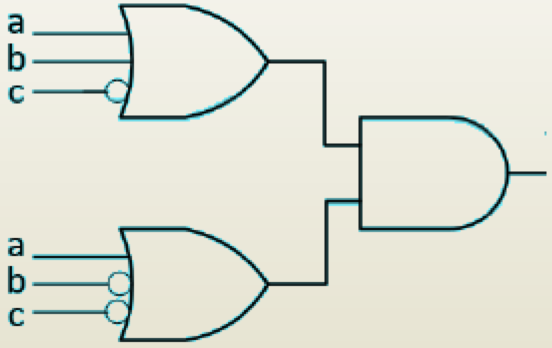
Práctica de Circuitos Combinacionales

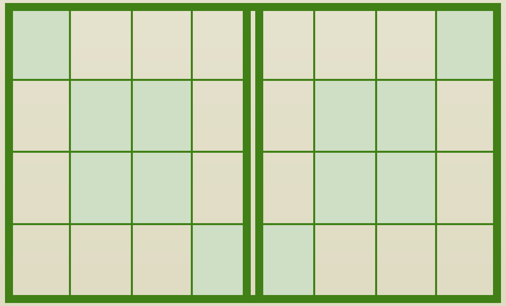
Circuitos Lógicos

- Álgebra Binaria
  - Leyes del Álgebra Binaria
  - Representación de funciones lógicas
- Funciones Canónicas
  - Suma de productos
  - Producto de sumas
- Minimización
  - Método Algebraico
  - Karnaugh
  - Quine-Mc Cluskey

$$\mathbf{F(a,b,c)} = \overline{\overline{\mathbf{a} \oplus \overline{\mathbf{b.c} + \mathbf{c}}} + \overline{\mathbf{a.b.c}}}$$

a	b	c	d	F
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1





¿Qué es una circuito combinacional?

- Son circuitos lógicos cuyas **salidas** dependen únicamente del valor que tomen sus **entradas** en un momento determinado.

Diseño Combinacional

- Proceso de Análisis
  - Definir el objetivo del circuito
  - Identificar las variables de entrada
  - Identificar las variables de salida
- Técnicas de Diseño
  - Síntesis Directa
  - Tabla de Verdad

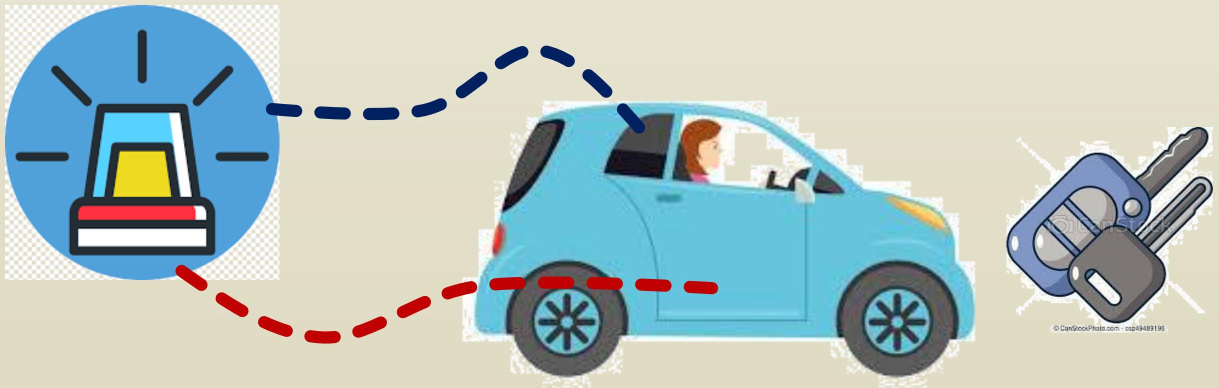
Proceso de Análisis (1)

Objetivo

Var. Entrada

Var. Salida

- *Ejemplo*: Diseñe un circuito combinacional que controle la activación de la alarma de un automóvil.
  Para ello, considere que el vehículo cuenta con 2 sensores: cristales y puertas. El primer sensor detecta la rotura de los cristales mientras que el segundo detecta la apertura de las puertas o el baúl.
  Si la llave de mando no está habilitada entonces cualquiera de los sensores que se active dispara la alarma. Por el contrario, si la llave de mando está habilitada, sólo la rotura de cristales activará la alarma.



Proceso de Análisis (2)

- Objetivo del circuito
  - Activar la alarma del vehículo
- Variables de Entrada
  - **Sensor de Cristales**
    - SC=1 cuando se detecta la rotura de cristales
    - SC=0 estado normal
  - **Sensor de Puertas**
    - SP=1 cuando se detecta la apertura de puertas
    - SP=0 estado normal
  - **Llave de Mando**
    - LM=1 llave de mando habilitada
    - LM=0 llave de mando no habilitada
- Variables de Salida
  - **Alarma**
    - A=1 alarma encendida
    - A=0 alarma apagada

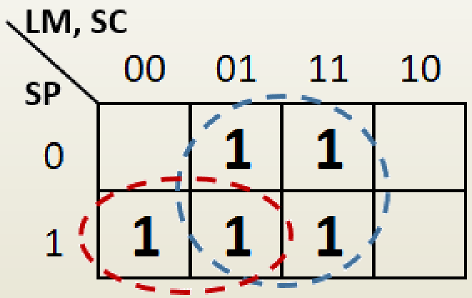
Técnicas de Diseño (1)

- Por Tabla de Verdad (TV)

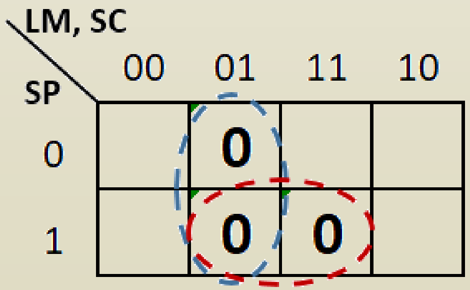
$$A(LM, SC, SP) = \overline{LM} \cdot \overline{SC} \cdot SP + \overline{LM} \cdot SC \cdot \overline{SP} + \overline{LM} \cdot SC \cdot SP + LM \cdot SC \cdot \overline{SP} + LM \cdot SC \cdot SP$$

$$A(LM, SC, SP) = (LM + SC + SP) \cdot (\overline{LM} + SC + SP) \cdot (\overline{LM} + SC + \overline{SP})$$

LM	SC	SP	A
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1



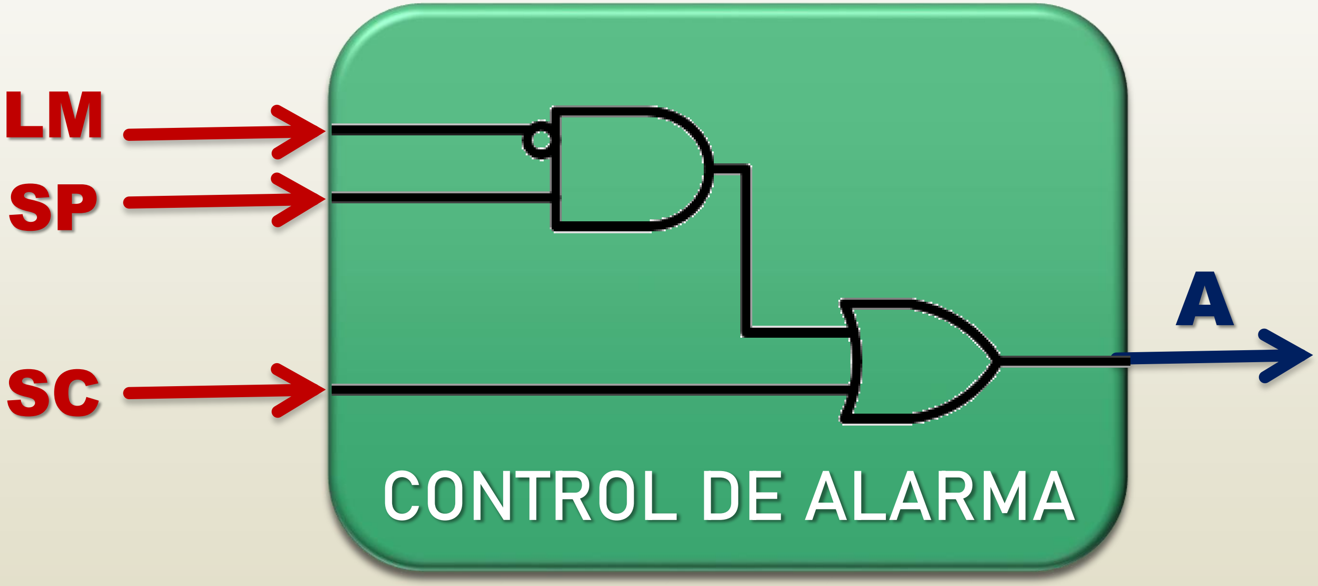
$$A(LM, SC, SP) = SC + \overline{LM} \cdot SP$$



$$A(LM, SC, SP) = (\overline{LM} + SC) \cdot (SC + SP)$$

Técnicas de Diseño (2)

- Por Tabla de Verdad (TV)



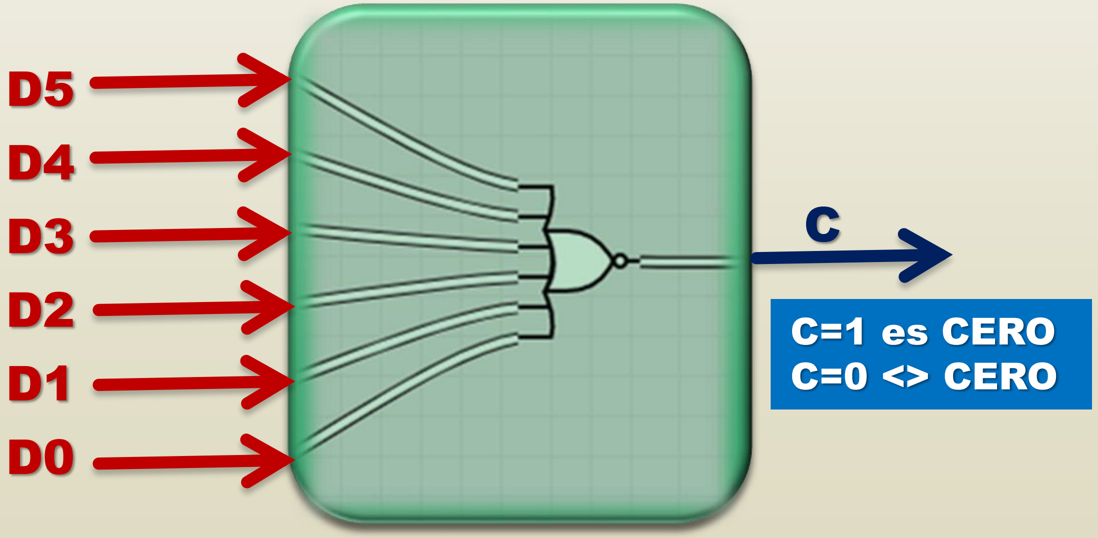
Técnicas de Diseño (3)

- Por Síntesis Directa
  - Se aplica cuando la relación entre las variables de entradas y las variables de salida del circuito combinacional es simple y puede deducirse del análisis del problema sin necesidad de evaluar cada combinación de los valores de entrada.
  - Por ejemplo: Diseñe un CC que detecte si un valor del sistema $(2, 4, 2)_{CS}$ es cero o no.

Objetivo: detectar valor cero

Entrada: un número de 6 bits
Variables: 6 (una por dígito)

Salida: resultado de la detección
Variables: 1 (detección)



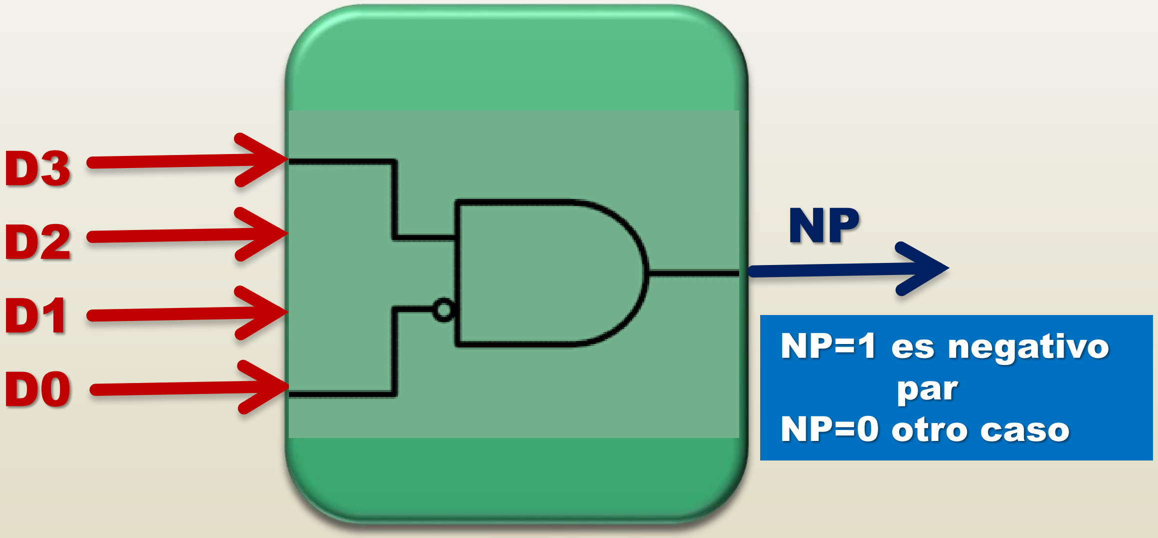
Técnicas de Diseño (4)

- Por Síntesis Directa
  - Por ejemplo: Diseñe un CC que detecte si un número binario de 4 bits es negativo y par.

Objetivo: detectar valores negativos y pares

Entrada: un número de 4 bits
Variables: 4 (una por dígito)

Salida: resultado de la detección del negativo par
Variables: 1 (detección)



Ejemplos (1)

- Diseñe un circuito combinacional que determine si un número de 3 bits es positivo, negativo o cero.

Objetivo: identificar números negativos, positivos y cero.

Entrada: un número de 3 bits
Variables: 3 (una por dígito)

OPCIÓN 1
Salida: identificación del número ingresado.
*** Opción 1**
Variables: 3 C (cero), P (positivo), N (negativo)

X	Y	Z	N	P	C
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0

Ejemplos (2)

X	Y	Z	N
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$N(x, y, z) = x$$

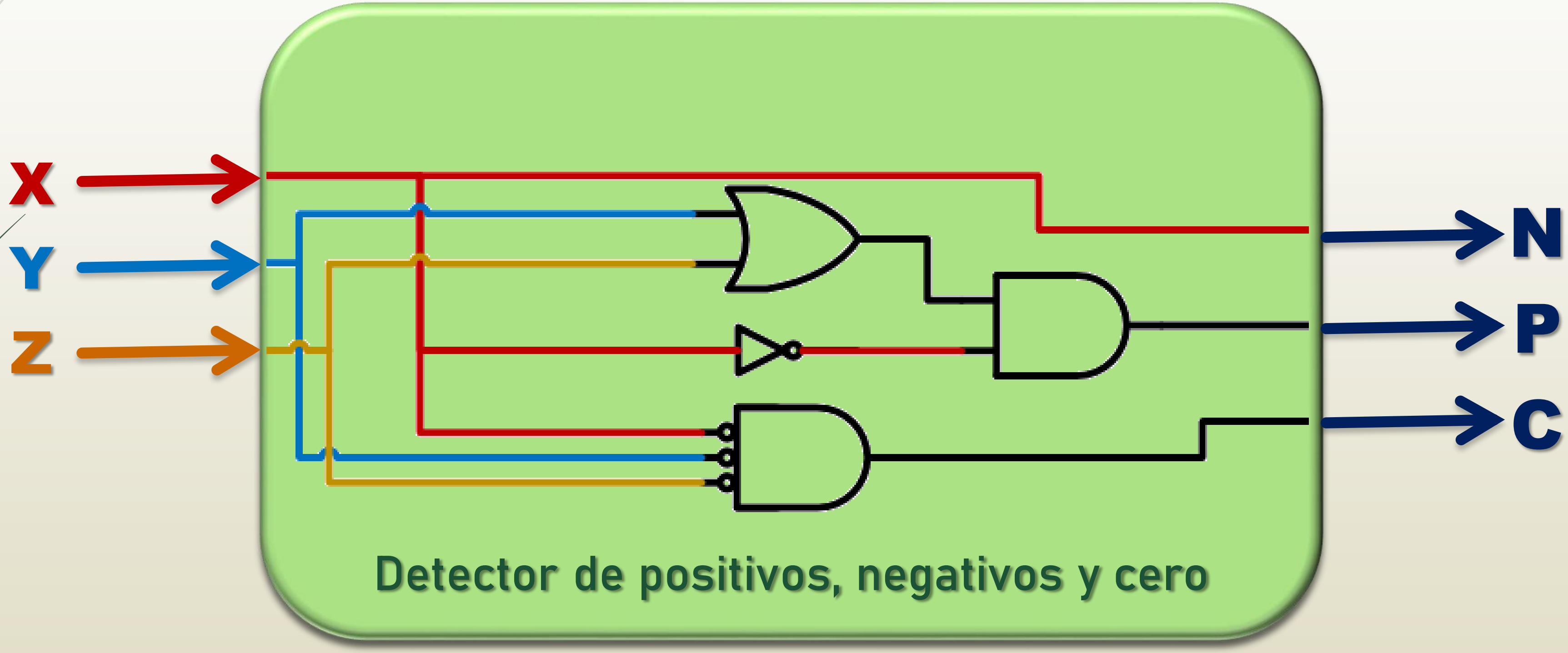
X	Y	Z	P
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$$P(x, y, z) = \bar{x} \cdot (y + z)$$

X	Y	Z	C
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$$C(x, y, z) = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$$

Ejemplos (3)



Ejemplos (4)

- Diseñe un circuito combinacional que determine si un número de 3 bits es positivo, negativo o cero.

Objetivo: identificar números negativos, positivos y cero.

Entrada: un número de 3 bits
Variables: 3 (una por dígito)

OPCIÓN 2
Salida: identificación del número ingresado.
Variables: 2 (F1, F2)
F1=0, F2=0 -> cero
F1=0, F2=1 -> positivo
F1=1, F2=0 -> negativo
F1=1, F2=1 -> no usado

X	Y	Z	F1	F2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	0

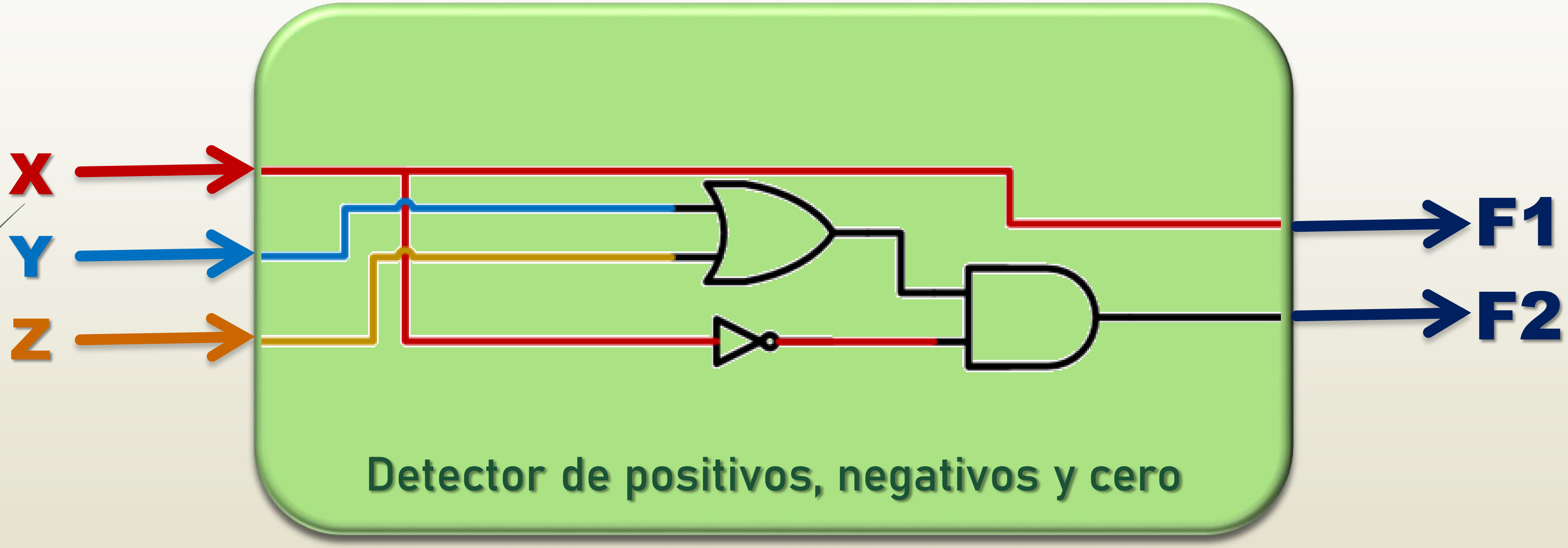
Ejemplos (5)

X	Y	Z	F1
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

X	Y	Z	F2
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

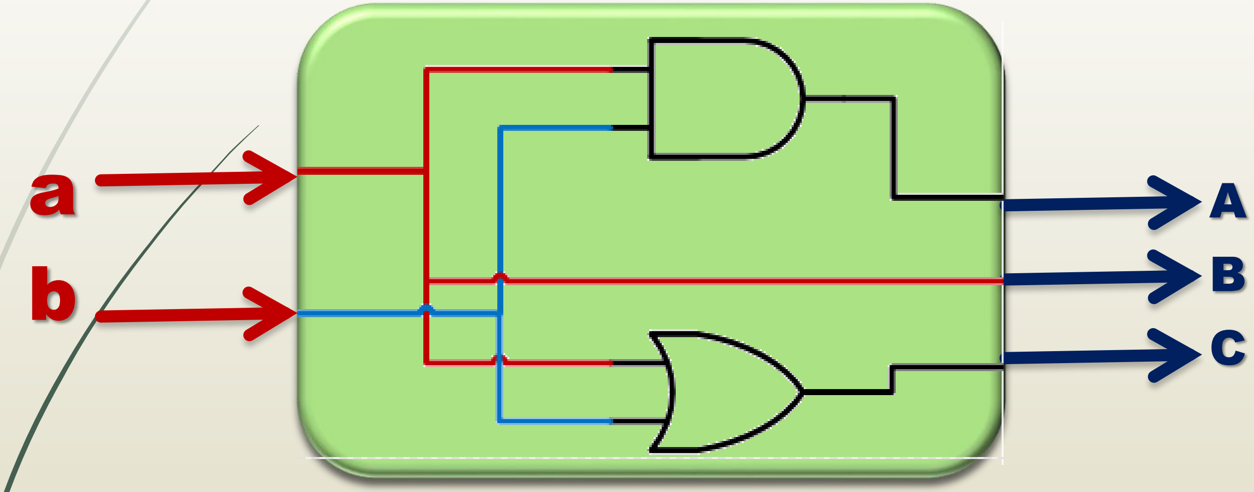
$$F1(x,y,z) = x \qquad F2(x,y,z) = \overline{x} \cdot (y+z)$$

Ejemplos (6)



Ejemplo (7)

- Analice el siguiente circuito combinacional y determine su propósito.



a	b	A	B	C
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	1
1	1	1	1	1

Binario Natural → **Código Johnson**