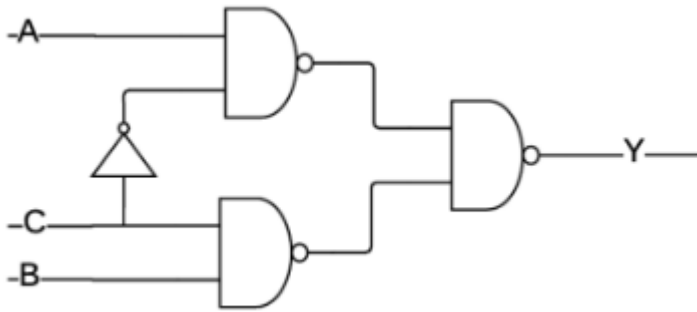


# Timing

<b>1. Diagramas temporales con <math>t_g = 1\text{nseg}</math></b>	<b>1</b>
a)	1
b)	2
<b>2. Entrada con pulso cuadrado de 1MHz</b>	<b>2</b>
<b>3)</b>	<b>3</b>
a)	3
b)	4
c)	4
d)	4
<b>4.</b>	<b>5</b>
a)	5
b)	5
c)	6
d)	6

# 1. Diagramas temporales con $t_g = 1\text{nseg}$

a)



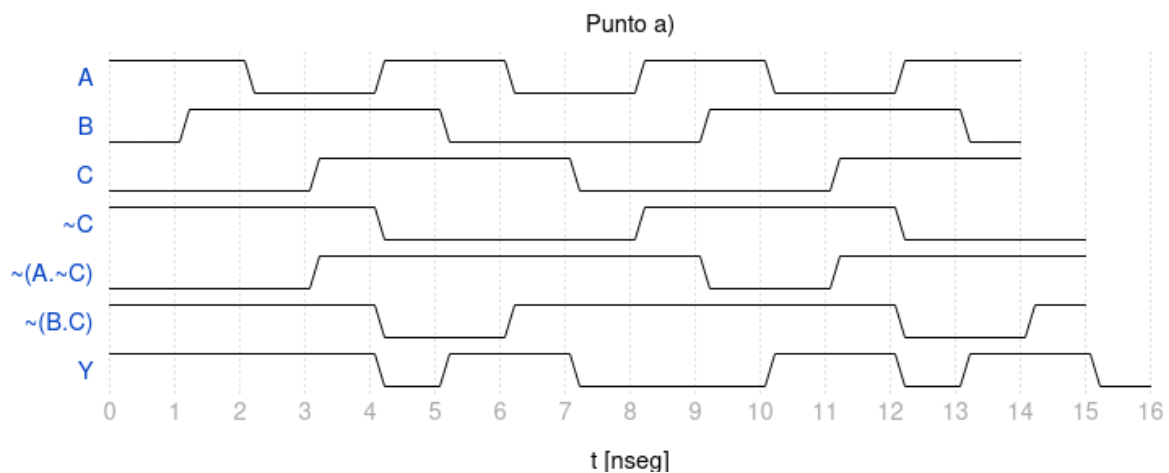
Código de WaveDrom:

```
{ signal: [
  { name: "A",          wave: "1.0.1.0.1.0.1.",      period: 1 },
  { name: "B",          wave: "01...0...1...0",      period: 1 },
  { name: "C",          wave: "0..1...0...1..",      period: 1 },
  { name: "~C",         wave: "1...0...1...0..",      period: 1 },
  { name: "~(A.~C)",    wave: "0..1....0.1...",      period: 1 },
  { name: "~(B.C)",     wave: "1...0.1.....0.1",     period: 1 },
  { name: "Y",          wave: "1...01.0..1.01.0",     period: 1 }
],

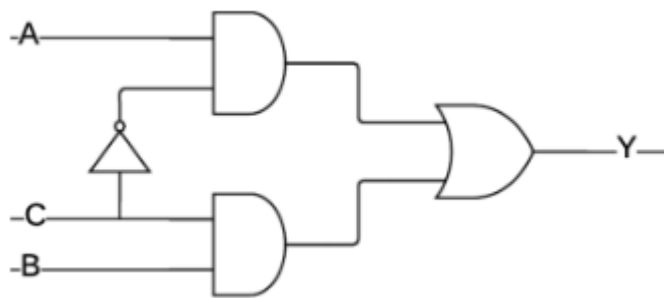
  config: { hscale: 1 }, //Tamaño del grafico

  foot: { tick: 0, text: "t [nseg]"}, //

  head: { text: "Punto a)" } //
}
```

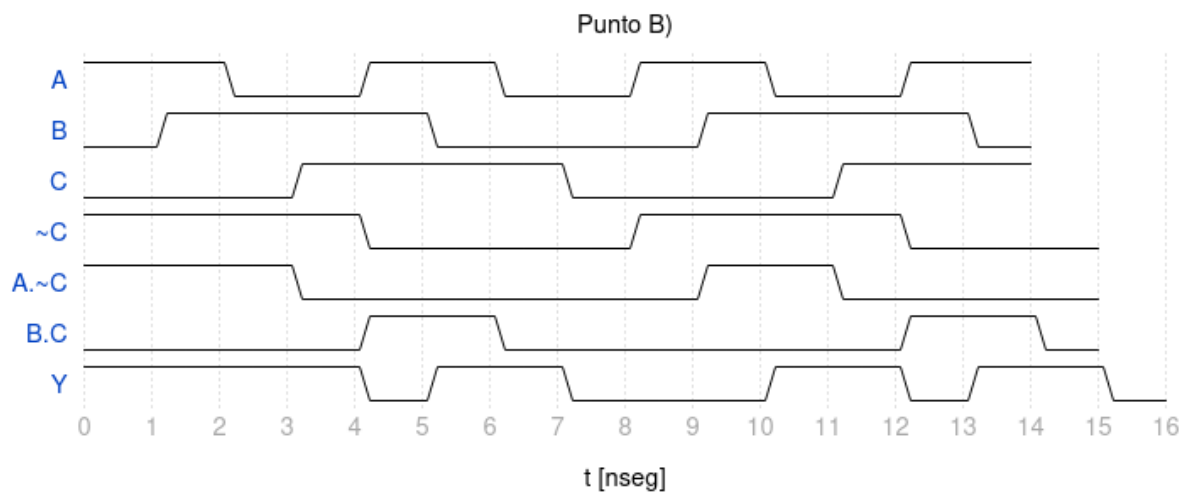


b)



Código de WaveDrom:

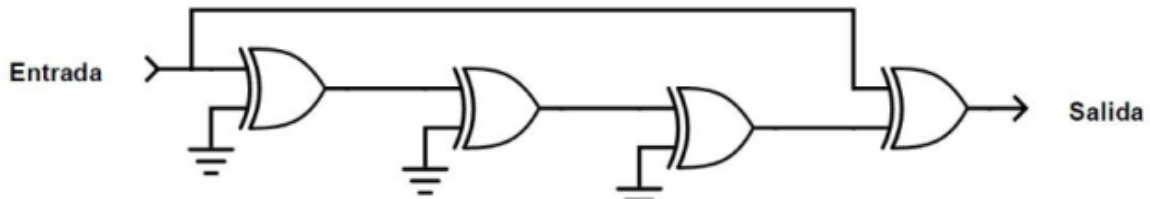
```
{ signal: [
  { name: "A",      wave: "1.0.1.0.1.0.1.",      period: 1 },
  { name: "B",      wave: "01...0...1...0",      period: 1 },
  { name: "C",      wave: "0..1...0...1..",      period: 1 },
  { name: "~C",     wave: "1...0...1...0..",      period: 1 },
  { name: "A.~C",   wave: "1..0....1.0...",      period: 1 },
  { name: "B.C",    wave: "0...1.0....1.0",      period: 1 },
  { name: "Y",      wave: "1...01.0..1.01.0",     period: 1 }
],
  config: { hscale: 1 }, //Tamaño del gráfico
  foot: { tick: 0, text: "t [nseg]"}, //
  head: { text: "Punto B)" } //
}
```



## 2. Entrada con pulso cuadrado de 1MHz

$$f = 1\text{MHz} \Rightarrow T = 1\mu\text{seg} = 1000\text{ nseg}$$

$$tg = 1\text{ns}$$



Sean las salidas de las XOR: A, B, C y Salida, en ese orden.

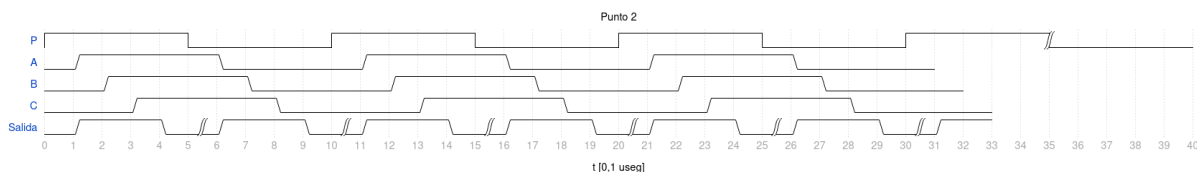
Código de Wavedrom:

```
{ signal: [
  { name:"P",          wave: "p..|",      period: 10    },
  { name:"A",          wave: "01....0....1....0....1....0....",
period: 1    },
  { name:"B",          wave: "0.1....0....1....0....1....0....",
period: 1    },
  { name:"C",          wave: "0..1....0....1....0....1....0....",
period: 1    },
  { name:"Salida",     wave: "01..0|1..0|1..0|1..0|1..0|1..0|1.",
period: 1    }
],
  config: { hscale: 1 }, //Tamaño del grafico
  foot: {tick: 0, text:"t [0,1 useg]"}, //
  head: {text: "Punto 2"} //
```

Si bien el eje de tiempo está en 0.1 useg, el desplazamiento que hay entre el comienzo del pulso y entre pulsos es de 1 nseg. Por ejemplo, para la primera parte, el pulso ocurre a  $t = 0$ , A se levanta en  $t = 1\text{nseg}$ , B se levanta a  $t = 2\text{nseg}$  y C se levanta a  $t = 3\text{nseg}$ .

Luego la bajada de los pulsos ocurre para A en  $t = 501\text{nseg}$ , B en  $t = 502\text{nseg}$ , C en  $t = 503\text{nseg}$ .

Salida cambia a alto en  $t=1\text{nseg}$ , y luego baja en  $t=4\text{nseg}$ , y luego se levanta en  $t=501\text{nseg}$ , y se baja en  $t=504\text{nseg}$ .



3)

a)

$$T_{\min} = t_{cqA-\text{Max}} + t_{g-\text{Max}} + t_{\text{slack}-s} + t_{sB-\text{Max}} - t_{sk-\text{Min}}$$

$$T_{\min} = 3 + 2 + 0 + 4 - 0 \text{ [ns]}$$

$$T_{\min} = 9\text{ns}$$

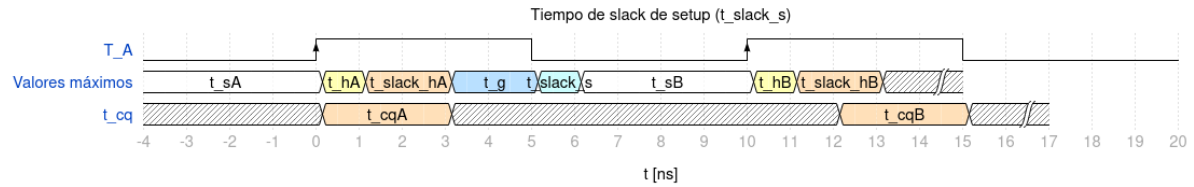
$$F_{\max} = \frac{1}{T_{\min}} = 111,11 \text{ MHz}$$

b)

$$t_{slack-s} = T_{min} - (t_{cqA-Max} + t_{g-Max} + t_{sB-Max} - t_{sk-Min})$$

$$t_{slack-s} = \frac{1}{100E6} - (3 + 2 + 4 - 0) * 1E - 9$$

$$t_{slack-s} = 1ns$$

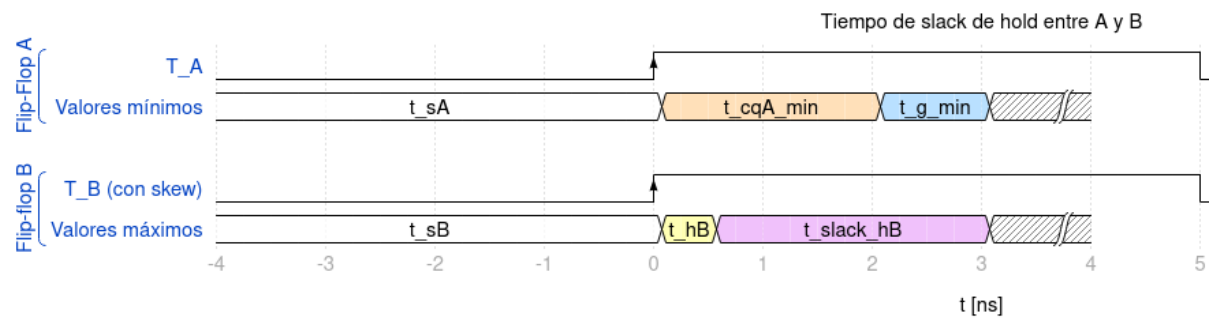


Nota: por la escala del gráfico, el  $t_{hA}$  y el  $t_{hB}$  tardan 1ns en vez de 0.5, tiempo que se le sustrae al  $t_{slack\_hA}$  y  $t_{slack\_hB}$ .

$$t_{slack-hAB} = t_{cqA-Min} + t_{g-Min} - t_{hB-Max} - t_{sk-Max}$$

$$t_{slack-hAB} = 2 + 1 - 0.5 - 0 [ns]$$

$$t_{slack-hAB} = 2.5 ns$$



c)

El skew máximo debe ser tal que los slacks sean positivos.

$$t_{slack-hAB} > 0$$

$$2 + 1 - 0.5 - t_{sk-Max} > 0$$

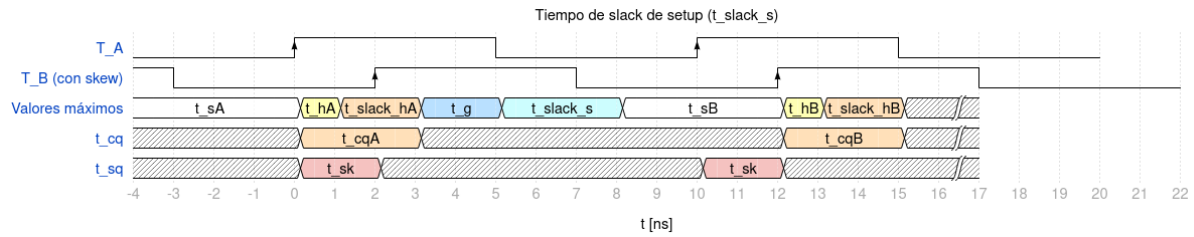
$$t_{sk-Max} < 2.5$$

d)

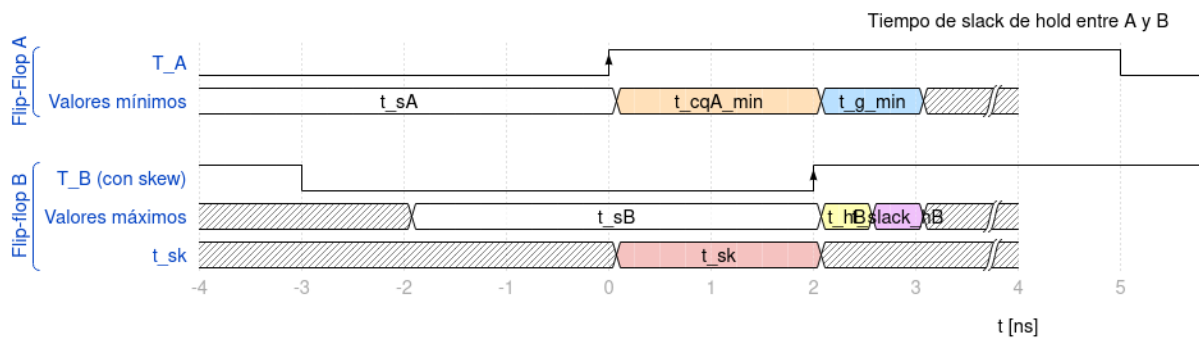
$$t_{slack-s} = 3ns$$

$$t_{slack-hAB} = 0.5 ns$$

En el primer gráfico vemos cómo el agregar un skew positivo “retrasa” al segundo flip-flop. Lo que se traduce en que ahora ese “retraso” es tiempo extra para enviarle la señal.



En el segundo gráfico, vemos que como ahora el segundo flip-flop está atrasado, tiene menos tiempo para “alcanzar” al primer flip-flop y leer su valor, antes de que cambie su valor por el nuevo que le corresponde al próximo ciclo. Puede verse además, que de haber aumentado el  $t_{sk} = 2.5$  ns, el slack se hubiese hecho 0.



4.

a)

$$T_{min} = t_{cqA-Max} + t_{g-Max} + t_{slack-s} + t_{sB-Max} - t_{sk-Min}$$

$$T_{min} = 2 + 2 + 0 + 4 - 0 [ns]$$

$$T_{min} = 8ns$$

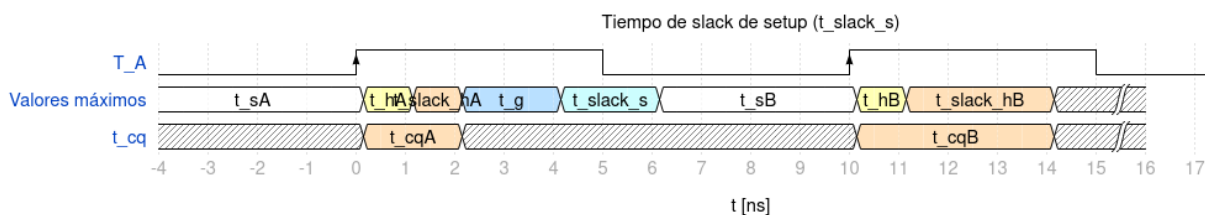
$$F_{max} = \frac{1}{T_{min}} = 125 MHz$$

b)

$$t_{slack-s} = T_{min} - (t_{cqA-Max} + t_{g-Max} + t_{sB-Max} - t_{sk-Min})$$

$$t_{slack-s} = \frac{1}{100E6} - (2 + 2 + 4 - 0) * 1E - 9$$

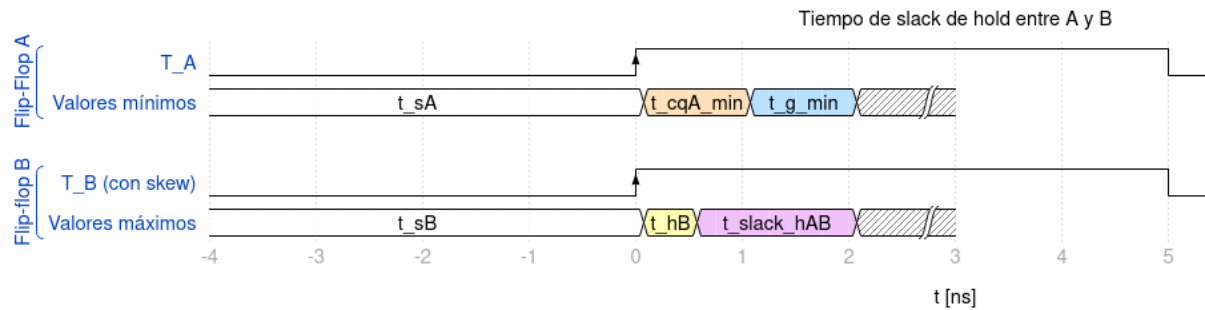
$$t_{slack-s} = 2ns$$



$$t_{slack-hAB} = t_{cqA-Min} + t_{g-Min} - t_{hB-Max} - t_{sk-Max}$$

$$t_{slack-hAB} = 1 + 1 - 0.5 - 0 [ns]$$

$$t_{slack-hAB} = 1.5 ns$$



c)

$t_{sk-max} = 1.5ns$ , tal que el slack de hold se haga cero. (Incrementa el de setup).

d)

$$t_{slack-s} = 4ns$$

$$t_{slack-hAB} = -0.5ns$$

