JULIO - 2012.

1 Cuestiones teóricas:

a) La ley de acción de masas describe la relación entre el número de portadores intrínsecos y de las impurezas, en un equilibrio dinámico a una cierta temperatura T.

Sea $R(T)$ la recombinación de pares electrón-hueco, y sea $G(T)$ la generación de los mismos pares.

$R(T) \propto n \cdot p \xrightarrow[T]{\text{a una temperatura}} R(T) = r(T) \cdot n \cdot p = G(T) = ctte(T)$. Si tomamos a esta temperatura que: $n = p = n_i(T)$, obtenemos $n \cdot p = ctte = n_i^2(T)$, donde $n_i(T)$ es la función que refleja el número de portadores intrínsecos a una temperatura determinada.

b) Sea $n(T) = p(T) = n_i(T)$.

$$N_c \cdot e^{\frac{-(E_c - E_i)}{KT}} = N_v \cdot e^{\frac{-(E_i - E_v)}{KT}} \; ; \; \frac{N_c}{N_v} = e^{\frac{E_c - E_i}{KT}} \cdot e^{\frac{-E_i + E_v}{KT}} = e^{\frac{E_c + E_v - 2E_i}{KT}}$$

Tomamos logaritmos: $\log\left|\frac{N_c}{N_v}\right| = \frac{E_c + E_v - 2E_i}{KT}$; $KT \log\left|\frac{N_c}{N_v}\right| = E_c + E_v - 2E_i$;

$E_i = \frac{E_c + E_v}{2} - \frac{KT}{2} \log\left|\frac{N_c}{N_v}\right|$ Si $N_c \simeq N_v \simeq 10^{19}$, $E_i = \frac{E_c + E_v}{2} = \frac{E_g}{2}$

No es exacto debido a que tomamos una aproximación entre N_c y N_v, de manera que $\log\left|\frac{N_c}{N_v}\right| = 0$.

3. Obtén las formas normales en MINTERMS Y MAXTERMS.

a) $F(x,y,z) = xy + z = xy(z+\bar{z}) + (\bar{x}+x)(y+\bar{y})z = xyz + xy\bar{z} + (\bar{x}y + \bar{x}\bar{y} + xy + x\bar{y})z =$

$= xyz + xy\bar{z} + \bar{x}yz + \bar{x}\bar{y}z + xyz + x\bar{y}z = xyz + xy\bar{z} + \bar{x}yz + \bar{x}\bar{y}z + x\bar{y}z$

x	y	z	m
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

$F(x,y,z) = m_7 + m_6 + m_3 + m_1 + m_5 = \Sigma_3(1,3,5,6,7)$

$\overline{F(x,y,z)} = \Sigma_3(0,2,4)$

$\overline{\overline{F(x,y,z)}} = \overline{m_0 + m_2 + m_4} = (\overline{\bar{x}\bar{y}\bar{z}}) \cdot (\overline{\bar{x}y\bar{z}}) \cdot (\overline{x\bar{y}\bar{z}}) =$

$= (x+y+z) \cdot (x\bar{y}z) \cdot (\bar{x}yz) = M_0 \cdot M_5 \cdot M_3$

$F(x,y,z) = \Sigma_3(1,3,5,6,7) = \Pi_3(0,3,5)$.

b) $F(a,b,c) = (a+b)(c+a) + bc = ac + a + bc + ba + bc = a(1+c+b) + bc = a + bc =$

$= a(b+\bar{b})(c+\bar{c}) + \cancel{b}(a+\bar{a})bc = (ab+a\bar{b})(c+\bar{c}) + abc + \bar{a}bc =$

$= abc + ab\bar{c} + a\bar{b}c + a\bar{b}\bar{c} + abc + \bar{a}bc = abc + ab\bar{c} + a\bar{b}c + a\bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc.$

$F(a,b,c) = m_7 + m_6 + m_5 + m_4 + m_3 = \sum_3 (3,4,5,6,7).$

$\overline{F(a,b,c)} = \sum_3 (0,1,2).$

$\overline{\overline{F(a,b,c)}} = \overline{m_0 + m_1 + m_2} = (\overline{\bar{a}\bar{b}\bar{c}}) \cdot (\overline{\bar{a}\bar{b}c}) \cdot (\overline{\bar{a}b\bar{c}}) =$

$= (a+b+c) \cdot (a+b+\bar{c}) \cdot (a+\bar{b}+c);$

$F(a,b,c) = M_0 + M_1 + M_2 = \prod_3 (0,1,2).$

4. Demuestra el teorema de expansión de Shannon para $f(x,y,z)$.

$f(x,y,z) = x f(1,y,z) + \bar{x} f(0,y,z)$

$f(1,y,z) = y f(1,1,z) + \bar{y} f(1,0,z)$

$f(0,y,z) = y f(0,1,z) + \bar{y} f(0,0,z)$

$f(1,1,z) = z f(1,1,1) + \bar{z} f(1,1,0)$

$f(1,0,z) = z f(1,0,1) + \bar{z} f(1,0,0)$

$f(0,1,z) = z f(0,1,1) + \bar{z} f(0,1,0)$

$f(0,0,z) = z f(0,0,1) + \bar{z} f(0,0,0)$

$f(1,y,z) = y(z f(1,1,1) + \bar{z} f(1,1,0)) + \bar{y}(z f(1,0,1) + \bar{z} f(1,0,0))$

$f(0,y,z) = y(z f(0,1,1) + \bar{z} f(0,1,0)) + \bar{y}(z f(0,0,1) + \bar{z} f(0,0,0))$

$f(x,y,z) = x(y(z f(1,1,1) + \bar{z} f(1,1,0)) + \bar{y}(z f(1,0,1) + \bar{z} f(1,0,0)) + \bar{x}(y(z f(0,1,1) + \bar{z} f(0,1,0)) + \bar{y}(z f(0,0,1) + \bar{z} f(0,0,0$

$= xyz f(1,1,1) + xy\bar{z} f(1,1,0) + x\bar{y}z f(1,0,1) + x\bar{y}\bar{z} f(1,0,0) + \bar{x}yz f(0,1,1) + \bar{x}y\bar{z} f(0,1,0) + \bar{x}\bar{y}z f(0,0,1) + \bar{x}\bar{y}\bar{z} f(0,0,0)$

$= \bar{x}\bar{y}\bar{z} f(0,0,0) + \bar{x}\bar{y}z f(0,0,1) + \bar{x}y\bar{z} f(0,1,0) + \bar{x}yz f(0,1,1) + x\bar{y}\bar{z} f(1,0,0) + x\bar{y}z f(1,0,1) + xy\bar{z} f(1,1,0) + xyz f(1,1,1)$

Junio - 2013.

1. Cuestiones teóricas:

c) Demuestra el teorema de expansión de Shannon para 2 variables.

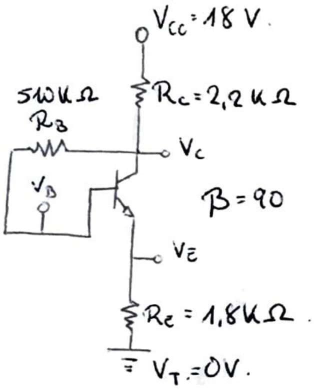
$$f(x,y) = x f(1,y) + \bar{x} f(0,y).$$

$$f(1,y) = y f(1,1) + \bar{y} f(1,0)$$

$$f(0,y) = y f(0,1) + \bar{y} f(0,0)$$

$$f(x,y) = x\left(y f(1,1) + \bar{y} f(1,0)\right) + \bar{x}\left(y f(0,1) + \bar{y} f(0,0)\right) = xy f(1,1) + x\bar{y} f(1,0) + \bar{x} y f(0,1) + \bar{x}\bar{y} f(0,0) =$$
$$= \bar{x}\bar{y} f(0,0) + \bar{x} y f(0,1) + x\bar{y} f(1,0) + xy f(1,1).$$

2. Circuito:



¿ $I_B, I_C, I_E, V_B, V_{CE}$? ¿ Activa o saturación ? Razonar la respuesta

$$\begin{cases} V_{CC} - V_T = I_E (R_C + R_E) + V_{CE} \\ V_{CC} - V_T = I_E (R_C + R_E) + V_{BE}^{act} + I_B R_B \\ I_E = I_C + I_B \\ I_C = \beta I_B \end{cases}$$

$$\begin{cases} 18 = I_E (2{,}2 + 1{,}8) + V_{CE} \\ 18 = I_E (2{,}2 + 1{,}8) + 0{,}7 + 510 I_B \\ I_E = I_C + I_B \\ I_C = 90 I_B \end{cases} \Rightarrow I_E = 91 I_B$$

$$18 = 91 I_B (4) + 0{,}7 + 510 I_B = 874 I_B + 0{,}7$$

$$\boxed{I_B = \frac{18 - 0{,}7}{874} = 0{,}01979\,mA = 19{,}79\,\mu A}$$

$$\boxed{I_C = 90 \cdot 0{,}01979 = 1{,}7811\,mA}$$

$$\boxed{I_E = 1{,}7811\,mA + 0{,}01979\,mA = 1{,}8009\,mA}$$

$$18 = 1{,}8009 \cdot 4 + V_{CE}\,;\quad \boxed{V_{CE} = 18 - 1{,}8009 \cdot 4 = 10{,}7964\,V.}$$

$$V_{CC} - V_C = I_E \cdot R_C\,;\quad V_C = V_{CC} - I_E R_C = 18 - 2{,}2 \cdot 1{,}8009 = 14{,}038\,V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E\,;\quad V_E = V_C - V_{CE} = 14{,}038\,V - 10{,}7964\,V = 3{,}2416.$$

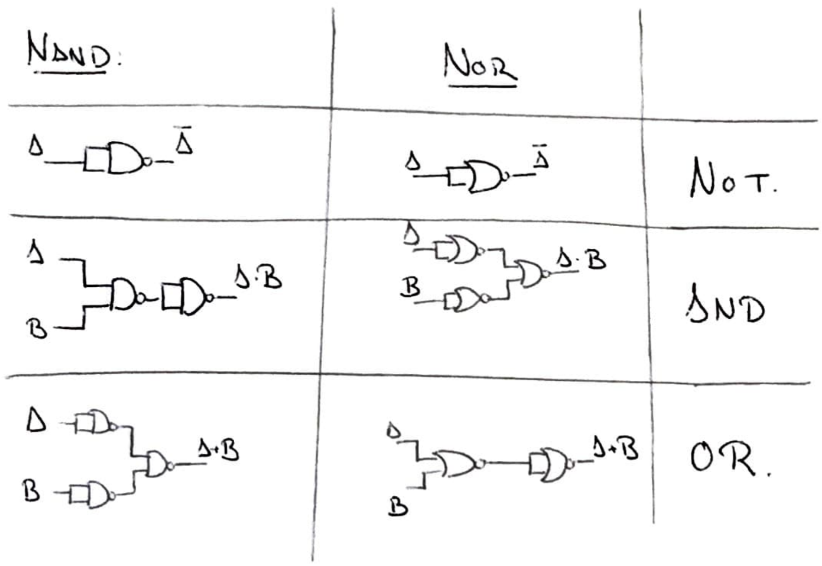
$$V_{BE}^{act} = V_B - V_E\,;\quad \boxed{V_B = V_{BE}^{act} + V_E = 0{,}7 + 3{,}2416 = 3{,}9416\,V}$$

$$I_C^{sat} = \frac{V_{CC} - V_{CE}^{sat}}{R_C} = \frac{18 - 0{,}2}{2{,}2} = 8{,}0909\,mA$$

$$I_B^{máx} = \frac{I_C^{sat}}{\beta} = \frac{8{,}0909}{90} = 0{,}0899\,mA = 89{,}9\,\mu A.$$

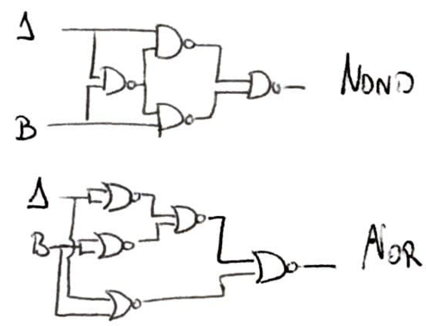
Dado que $I_B < I_B^{máx}$, nos encontramos en la región de activa

4. Demostración de NAND - NOR Universales.



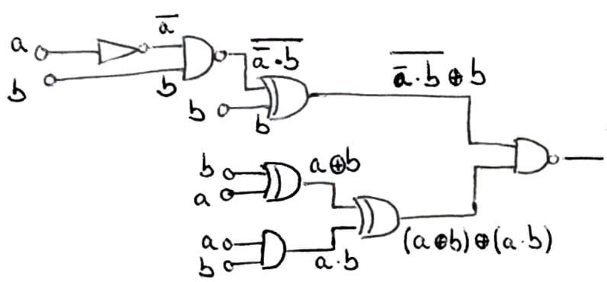
Son universales porque podemos construir cualquier puerta con estas dos.

XOR



LABORATORIO

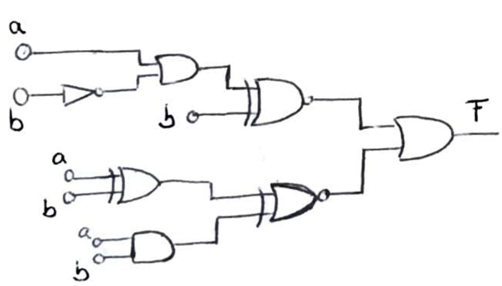
I).



$$F.\ \overline{[(\overline{\bar{a}\cdot b})\oplus b]\cdot[(a\oplus b)\oplus(a\cdot b)]}$$

$$\overline{[(\overline{\bar{a}\cdot b})\oplus b]}+\overline{[(a\oplus b)\oplus(a\cdot b)]}$$

$$\overline{[(a+\bar{b})\oplus b]}+\overline{[(a\oplus b)\oplus(a\cdot b)]}$$



a	b	$a+\bar{b}$	$(a+\bar{b})\oplus b$	$\overline{(a+\bar{b})\oplus b}$	$a\cdot b$
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1.

a	b	$a\oplus b$	$(a\oplus b)+(a\cdot b)$	$a\cdot b$	$\overline{(a\oplus b)\oplus(a\cdot b)}$
0	0	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0

$\bar{a}$	$\bar{b}$	$\bar{a}\cdot\bar{b}$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Luego $F=(a\cdot b)+(\bar{a}\cdot\bar{b})$

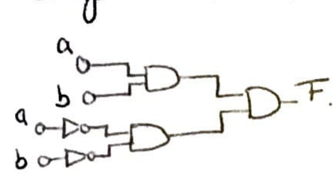
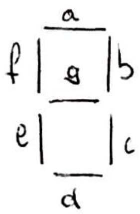


Tabla de Verdad de un BCD 7 segmentos.



1 { b = 1, c = 1 — demás = 0.

2 { a = 1, b = 1, g = 1, e = 1, d = 1 — demás = 0.

3 { a = b = 1, g = 1, c = d = 1 — demás = 0.

4 { f = g = 1, b = c = 1 — demás = 0

5 { a = f = 1, g = 1, c = d = 1

6 { f = 1, g = 1, e = 1, c = 1, d = 1

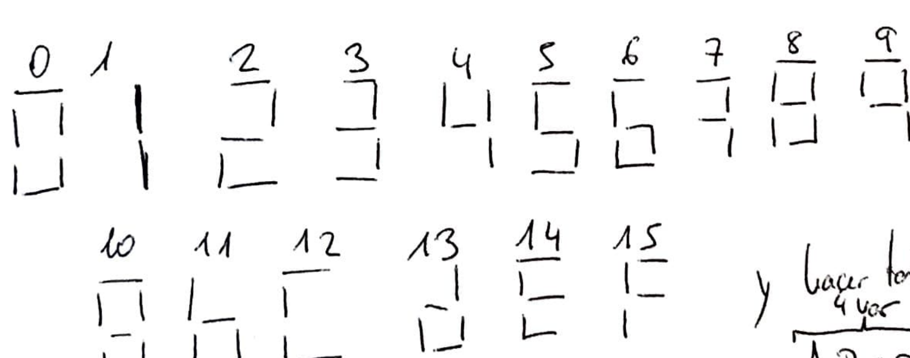
7 { a = 1, b = 1, g = 1, c = 1

8 { todos = 1.

9 { a = b = 1, f = g = 1, c = 1.

g	a	b	c	d	e	f	Salida LED
0	0	1	1	0	0	0	1
1	1	1	0	1	1	0	2
1	1	1	1	1	0	0	3
1	0	1	1	0	0	1	4
1	1	0	1	1	0	1	5
1	0	0	1	1	1	1	6
1	1	1	1	0	0	0	7
1	1	1	1	1	1	1	8
1	1	1	1	0	0	1	9
X	X	X	X	X	X	X	10, 11, 12, 13, 14, 15

Método:



LED

y hacer tabla para ver

A, B, C, D, BI, Nº y

a, b, c, d, e, f, g

diodos display.

Ver TB BCD 7 segmentos (Word.

JUNIO - 2013

Lab.

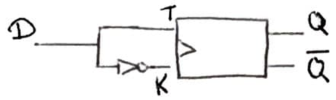
(II).

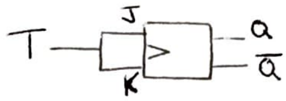
Biestable D

D	Q(t+1)
0	0
1	1

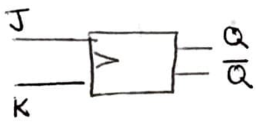
Biestable T

T	Q(t+1)
0	Q(t)
1	$\overline{Q(t)}$





El biestable J-K es:



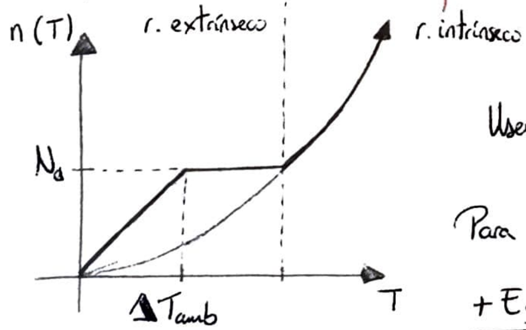
con tabla

J	K	Q(t+1)
0	0	Q(t)
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q(t)}$

JUNIO - 2014.

1. Cuestiones teóricas

b) Calcula la concentración de portadores intrínsecos en un semiconductor dopado a T>> Tamb.



Usemos la fórmula $n_i(T)^* = \sqrt{N_c N_v}\, e^{\frac{-E_g}{2KT}}$

Para temperaturas T >> Tamb, $e^{\frac{-E_g}{2KT}} = \dfrac{1}{e^{\frac{+E_g}{2KT}}}$; cuyo exponente es $\dfrac{+E_g}{2KT}$. Si la temperatura es mucho mayor, el exponente tenderá hacia 0; y si el exponente tiende hacia 0, $e^{\frac{E_g}{2KT}}$ tenderá hacia 1, y nuestro factor tenderá también a 1.

Nos quedaremos entonces con que:

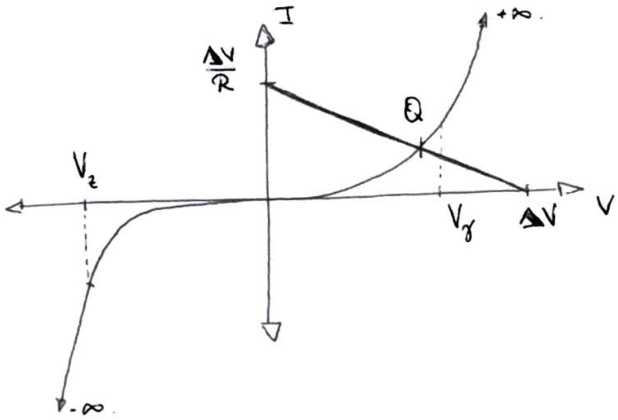
$$n_i^*(T) \simeq \sqrt{N_c N_v}$$

~~Nuestra concentración de portadores intrínsecos será:~~

Julio - 2015.

1. Cuestiones teóricas: cayó en 2018

a) Dibujar la caract. I-V de un diodo y explicar el funcionamiento del dispositivo según la tensión aplicada.



Donde $\begin{cases} V_\gamma: \text{tensión umbral} \\ V_z: \text{tensión de ruptura.} \end{cases}$

Cuando nuestro ΔV es negativo, decimos que el diodo está polarizado en inversa, mientras que si es positivo, estará polarizado en directa. En función de como vayamos variando V, o la intensidad I, nuestro ~~transistor~~ diodo presentará más o menos resistencia, de modo que para ciertos valores, superiores a V_γ, o inferiores a V_z, nuestra característica IV tendrá un comportamiento asintótico, y nuestro diodo dejará de transmitir señal (intensidad), o se mantendrá encendido (es decir, mientras la tensión sea menor que V_γ, nuestro diodo permanecerá "apagado", y cuando la supere, empezará a transmitir intensidad de corriente.).

b) Demostrar que la concentración de portadores intrínsecos a temperatura T depende exponencialmente de la temperatura.

Tomemos un intervalo de temperatura $(E, E+dE)$. Sea $Z(E)$ el nº de estados disponibles por unidad de energía; siendo entonces $Z(E)\cdot dE$ el nº de estados disponibles para el intervalo, obtenemos:

$$dn = Z(E)\cdot dE \cdot f(E).$$

Donde $f(E)$ es la probabilidad de ocupación, de un fermión, de un estado de energía E.

Tomemos la siguiente integral:

$$n(T) = \int_{n_0}^{n_F} dn = \int_{E_0}^{E_F} Z(E)\cdot f(E)\cdot dE.$$

Obtenemos entonces:

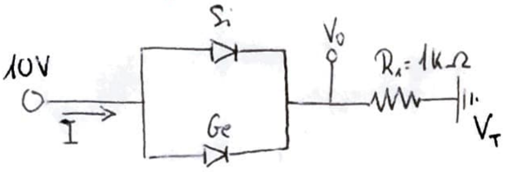
$$\begin{cases} n(E) = \int_{E_0}^{E_F} Z(E)\cdot f(E)\cdot dE \\ p(E) = \int_{E_0}^{E_F} Z(E)\cdot(1-f(E))\cdot dE \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} n(T) = N_c\, e^{\frac{-(E_c-E_F)}{KT}} \\ p(T) = N_v\, e^{\frac{-(E_F-E_V)}{KT}} \end{cases}$$

Siendo $n_i^2(T) = n\cdot p$, tenemos:

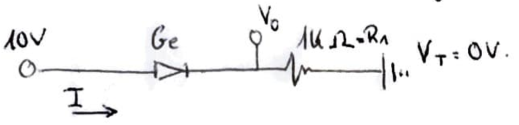
$$n_i^2(T) = \left[N_c e^{\frac{-(E_c-E_F)}{KT}}\right]\left[N_v e^{\frac{-(E_F-E_V)}{KT}}\right] = N_c N_v\, e^{\frac{-(E_c-E_V)}{KT}} = N_c N_v\, e^{\frac{-E_g}{KT}};$$

$$n_i(T) = \sqrt{N_c N_v}\, e^{\frac{-E_g}{2KT}}$$

2. Para los siguientes circuitos, calcula V_0, V_{02} e I_{Ge}

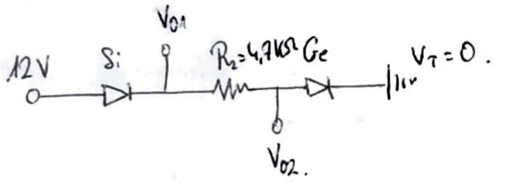


Dado que $V_{Ge} = 0{,}2V$ y $V_{Si} \approx 0{,}7V$, podemos simplificar el circuito a:



$$\Delta V = I \cdot R + V_{Ge} \ , \ 10 - V_T = I \cdot R_1 + V_{Ge} \ ; \ 10 = I + 0{,}2 \ ; \ I = 9{,}8\,mA$$

$$10 - V_0 = I \cdot 0 + V_{Ge} \ ; \ V_0 = 10 - V_{Ge} = 9{,}8V.$$



$$\Delta V = I\,R + V_{\gamma_{Diodo}} \ ; \ 12 - V_{01} = I \cdot 0 + V_{Si} \ ; \ V_{01} = 12 - 0{,}7 = 11{,}3V.$$

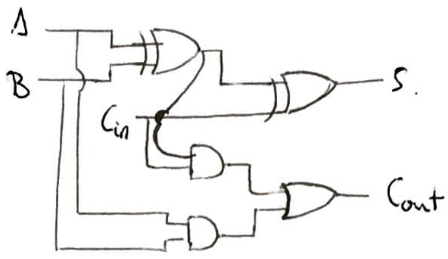
$$\Delta V = I \cdot R \ ; \ V_{01} - V_{02} = I \cdot R_2 \ ; \ V_{02} = 11{,}3 - 4{,}7I \ ; \ I = \frac{11{,}3 - 0{,}2}{4{,}7} = 2{,}3617\,mA$$

$$\Delta V = I \cdot R + V_{\gamma_{Diodo}} \ , \ V_{02} - V_T = I \cdot 0 + V_{Ge} \ ; \ V_{02} = V_{Ge} = 0{,}2V.$$

cayó en 2018

TABLA DE VERDAD DE UN SUMADOR.

A	B	Cin	S	Cout
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

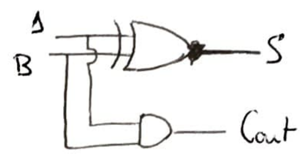


FUNC. BOOLEANAS DE UN SEMISUMADOR.

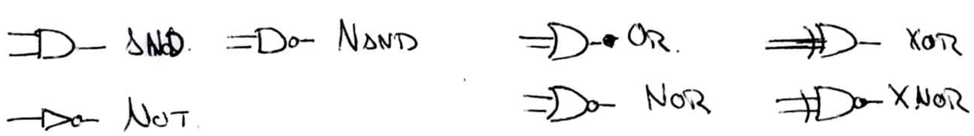
A	B	S	Cout
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

$C_{out} = A \cdot B$

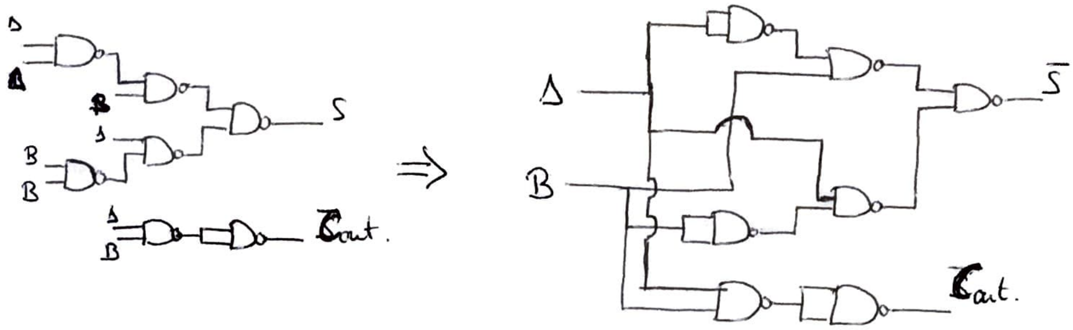
$S = A \oplus B$



PUERTAS LÓGICAS.



Semisumador con NAND.



Rango de complemento a dos con 4 bit.

rango: $(2^{n-1}, 2^{n-1}-1) \cup \{0\}$. rango: $(2^{n-1}, 0, 2^{n-1}-1)$
negativos cero. positivos

$n = 4$

rango: $(2^3, 0, 2^3-1) = (8, 0, 7)$.

$4+3$

Como $M \geq N$, el carry es despreciable.

$4-3$

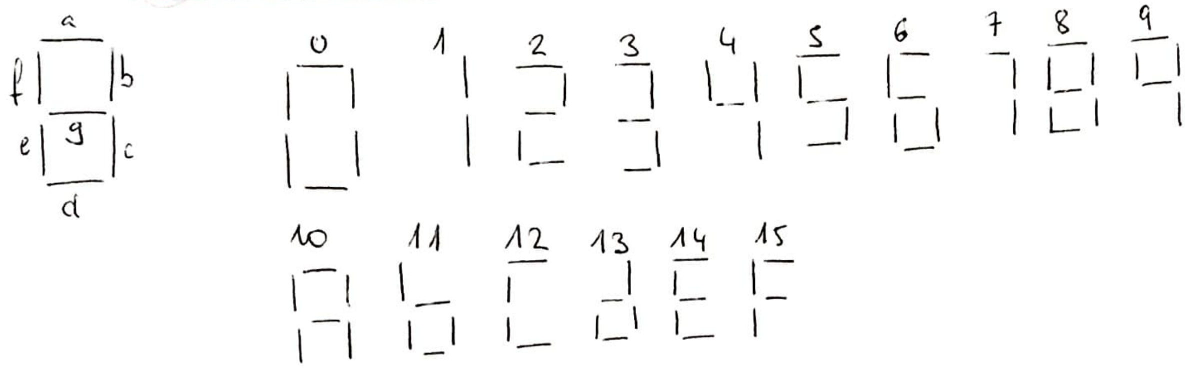
4: 0100
3: 0011
-3: 1101

$$\begin{array}{r} 4: 0100 \\ +\;3: 0011 \\ \hline 7: 0111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4: 0100 \\ +\;-3: 1101 \\ \hline 1: \cancel{1}0001 \end{array} \rightarrow 0001.$$

carry despreciable.

TABLA BCD 7SEGMENTOS



nº	BI	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1
10	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
11	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
12	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
13	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
14	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

2018