

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
LABORATORIO ELECTRÓNICA DIGITAL
PRE-INFORME PRÁCTICA # 1
APLICACIÓN DE LAS COMPUERTAS UNIVERSALES
SUBGRUPO: 01 PUESTO: 08
18/03/2024

Nicolas Andrés Yate Vargas
20212201267
Valeria Trujillo Ángel
20212201160

a) Para la función lógica dada obtener el respectivo circuito digital con la compuerta universal indicada y escribir la tabla de verdad lógica y de tensiones para dicho circuito.
Funciones lógicas:

$$X = A'B + BC \text{ con NAND}$$

Fig.1.Funcion lógica a desarrollar

Se plantea la tabla de la verdad indicando la A como la MSB y la C como la LSB.

A	B	C	A'	A'B	BC	X
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	1

Tabla 1. Tabla de verdad del circuito

ENTRADAS(V)			SALIDAS PARCIALES (V)			SALIDA FINAL
A	B	C	A'	A'B	BC	X
0.8	0.8	0.8	2.7	0.5	0.5	0.5
0.8	0.8	2.0	2.7	0.5	0.5	0.5
0.8	2.0	0.8	2.7	2.7	0.5	2.7
0.8	2.0	2.0	2.7	2.7	2.7	2.7
2.0	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
2.0	0.8	2.0	0.5	0.5	0.5	0.5
2.0	2.0	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
2.0	2.0	2.0	0.5	0.5	2.7	2.7

Tabla 2. Tabla de tensiones TTL

ENTRADAS(V)			SALIDAS PARCIALES (V)			SALIDA FINAL
A	B	C	A'	A'B	BC	X
1.5	1.5	1.5	4.9	0.1	0.1	0.1
1.5	1.5	3.5	4.9	0.1	0.1	0.1
1.5	3.5	1.5	4.9	4.9	0.1	4.9
1.5	3.5	3.5	4.9	4.9	4.9	4.9
3.5	1.5	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1
3.5	1.5	3.5	0.1	0.1	0.1	0.1
3.5	3.5	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1
3.5	3.5	3.5	0.1	0.1	4.9	4.9

Tabla 2.1 Tabla de tensiones CMOS

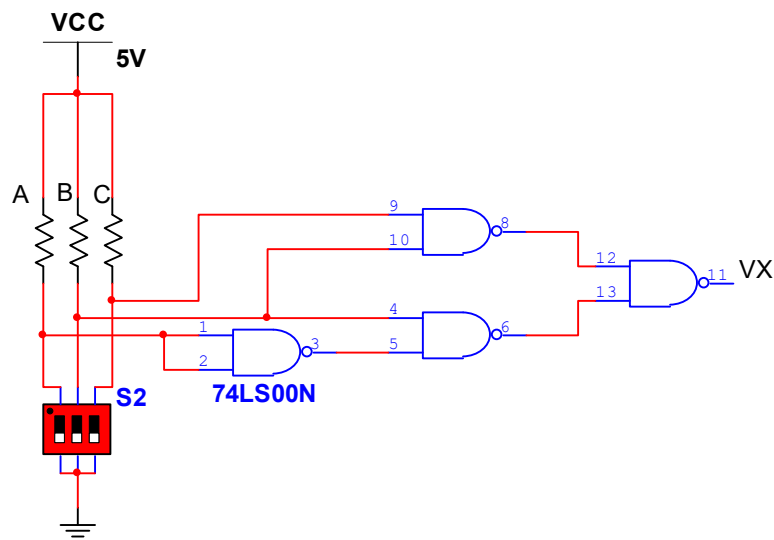


Fig 2. Circuito A con TTL

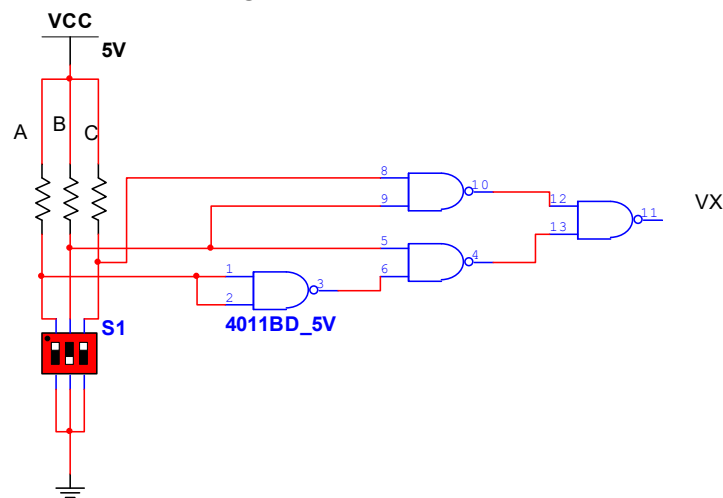


Fig 3. Circuito A con CMOS

b) Para visualizar el estado de la salida final del circuito digital y conocer el efecto que la carga (visualizador) produce en el perfil de tensión de salida de la compuerta, se usarán las siguientes conexiones del visualizador a la salida del circuito digital. Se deben calcular las resistencias RB, RC, RH, RL y las resistencias de entrada del circuito.

Cálculo de resistencias de entrada para TTL y CMOS:

Estas resistencias se utilizarán en la configuración PULL UP y se deben escoger de tal manera que al tener la máxima corriente de entrada en alto ($20\mu A$), la caída de voltaje en dicha resistencia no sea tan grande para evitar que el voltaje de entrada de la compuerta sea menor al $V_{IH\ min}$ (2V). Como el VCC de los TTL es de 5V, el máximo voltaje que puede caer en dicha resistencia es de 3V:

$$R1 = \frac{VCC - V_{IH}}{I_{IH}} = \frac{5V - 2V}{20\mu A} = 150k\Omega$$

Calculamos nuevamente el valor de las resistencias de entrada para CMOS con VDD de 5v, donde la I_{IH} es considerablemente menor en este caso, dado que se compone de transistores CMOS que, idealmente, no presentan corriente de entrada.

$$R2 = \frac{VCC - V_{IH}}{I_{ih}} = \frac{5v - 3.5v}{1\mu A} = 1.5M\Omega$$

Para el circuito B, que es donde encontramos RB y RC tenemos un transistor, aquí se realizara los cálculos para TTL y CMOS.

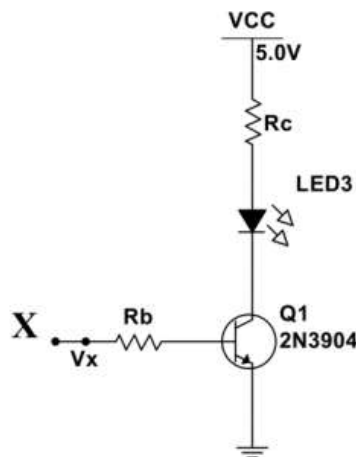


Fig 4. Circuito B

$$\begin{aligned} -V_{CE} - V_{LED} - V_{RC} + V_{CC} &= 0 \\ -0.2v - 2.2v - (R_c * I_c) + 5v &= 0 \end{aligned}$$

$$RC = \frac{2,6v}{20mA} = 130\Omega$$

Resultado1.RC para TTL

Para Rc en CMOS sigue siendo el mismo análisis, por ende, es el mismo valor de la resistencia.

VCE = Voltaje colector emisor en saturación

VLED = Voltaje que cae en el LED

Ahora calcularemos la resistencia de RB, para esta resistencia necesitamos la corriente de saturación del transistor la cual es de 20mA con un hfe de 100.

$$IB = \frac{ICsat}{Hfe} = \frac{20mA}{100} = 0.2mA$$

$$RB = \frac{VOH - VBEsat}{IB} = \frac{3.6v - 0.8v}{0.2mA} = 14kohm$$

Resultado2.RB para TTL

Para CMOS ya que se utiliza el mismo transistor lo único que variará será el VOH.

$$RB = \frac{5V - 0.8V}{0.2mA} = 21K\Omega$$

Resultado4.RB para CMOS

Para Rb se tiene en cuenta los perfiles de corriente de las compuertas TTL y CMOS.

En el circuito C, se encontrará lo que es RH.

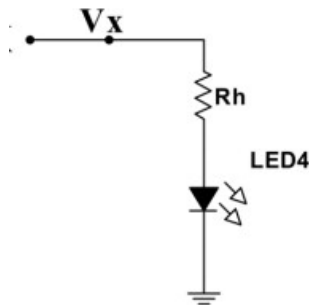


Fig 5. Circuito C

$$RH = \frac{Voh - Vled}{Iled} = \frac{3.6v - 2.2v}{20mA} = 70\Omega$$

Resultado5.RH para TTL

$$R_H = \frac{V_{oh} - V_{led}}{I_{led}} = \frac{5v - 2.2v}{20mA} = 140\Omega$$

Resultado6.RH para CMOS

Por último, se calcula la resistencia RL del ultimo circuito

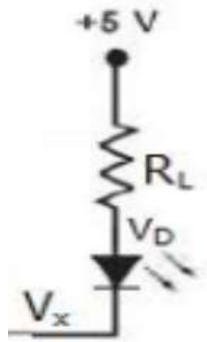


Fig 6. Circuito D

$$R_L = \frac{V_{cc} - V_{LED} - V_{OL}}{20mA} = \frac{5v - 2,2V - 0,4V}{20mA} = 120\Omega$$

Resultado6.RL para TTL

VOL = Voltaje Típico de Salida en Bajo para TT

$$R_L = \frac{V_{oh} - V_{led}}{I_{led}} = \frac{5v - 2.2v}{20mA} = 140\Omega$$

Resultado7.RL para CMOS

c) Con respecto a los circuitos anteriores, calcular y escribir los voltajes propuestos en la tabla.

Los cálculos se llevaron a cabo para determinar los voltajes de VX, VB, VC y VD. Para las compuertas TTL y CMOS, se estableció un Vce de 4.2 V. Sin embargo, si VE es igual a cero, entonces Vc será igual a VCE.

$$V_C = V_{CE} - V_E$$

$$V_D = V_{LED} + V_{CE} + V_E$$

$$V_B = V_{BE} ; V_{be} = 0 \text{ en corte} ; V_{be} = V_{OH} - I_B * R_B$$

Se deben tener en cuenta los siguientes parámetros, los cuales varían entre las compuertas TTL y CMOS.

$$V_{BE} = 3.5V - 0.2mA * 14k\Omega = 0.7V$$

$$V_{BE} = 5V - 0.2mA * 21k\Omega = 0.8V$$

CIRCUITO	VX(V)		VB(V)		VC(V)		VD(V)	
	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS
CIRCUITO a en alto	2,7	4,9						
CIRCUITO a en bajo	0,5	0,1						
CIRCUITO b en alto	2,7	4,9	0,7	0,8	0,2	0,2	2,4	2,4
CIRCUITO b en bajo	0,5	0,1	0	0	4,2	4,2	5	5
CIRCUITO c en alto	2,7	4,9					2,2	2,2
CIRCUITO c en bajo	0,5	0,1					0	0
CIRCUITO d en alto	2,7	4,9					0	0
CIRCUITO d en bajo	0,5	0,1					2,2	2,2

Tabla 3. Voltajes de salida calculados de los circuitos

d) Con los valores de las resistencias y los voltajes de la tabla anterior calcular y escribir lo que se pide en la tabla.

Para realizar los cálculos de corriente, es crucial considerar el tipo de compuerta que se utilizará, ya que tanto la corriente máxima como la mínima pueden variar significativamente entre diferentes tipos de compuertas, como CMOS y TTL.

$$I_B = \frac{V_{OH} - V_{BEsat}}{R_B} = \frac{3.5 - 0.8}{14k\Omega} = 3.499\mu A$$

Resultado 8. I_B para TTL

$$I_B = \frac{V_{OH} - V_{BEsat}}{R_B} = \frac{5 - 0.8}{21k\Omega} = 4.999\mu A$$

Resultado 9. I_B para CMOS

CIRCUITO	IB(μA)		IC(mA)		IOH(μA)		IOL(mA)		VLED(V)		VCE(SAT)(V)	
	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS
CIRCUITO b en alto	3.499μA	4.999μA	20	20					2,2	2,2	0,2	0,2
CIRCUITO c en alto					400	400			2,2	2,2		
CIRCUITO d en bajo							8mA	0,4mA	2,2	2,2		

Tabla 4. Corrientes de salida calculadas de los circuitos

Una vez que contamos con los valores de las resistencias, procederemos a revisar las opciones comerciales y seleccionaremos aquellas que se utilizarán, como se muestra en la siguiente tabla:

Resistencias	TTL		CMOS	
	calculada	Comercial	calculada	Comercial
Rpull - up	150k Ω	10k Ω	1.5 M Ω	100k Ω
Rc	130 Ω	120 Ω	130 Ω	120 Ω
Rb	14k Ω	10k Ω	21k Ω	12k Ω
Rh	70 Ω	68 Ω	140 Ω	120 Ω
RL	120 Ω	120 Ω	140 Ω	120 Ω

Tabla 5. Tabla de Resistencias

Para concluir, contamos con las simulaciones de los circuitos que se practicarán en el laboratorio.

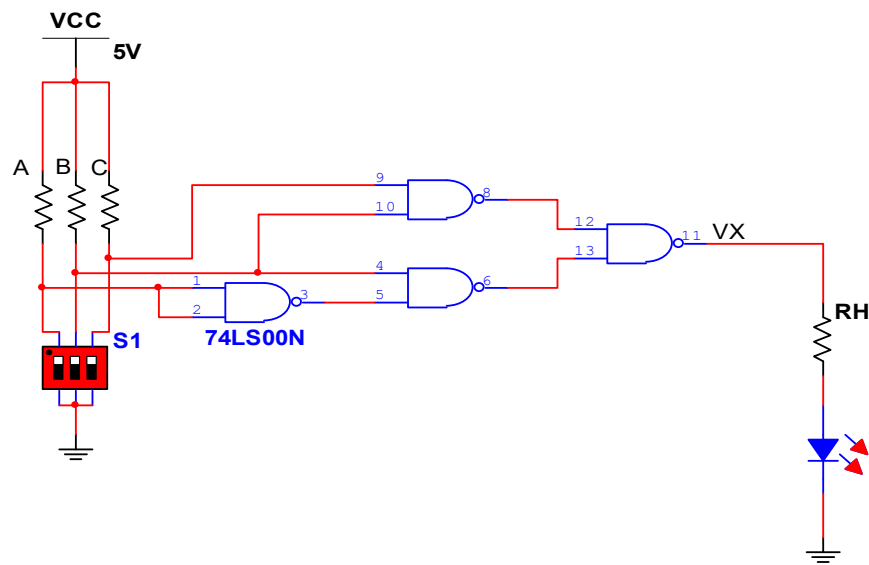


Fig 7. Circuito C con TTL

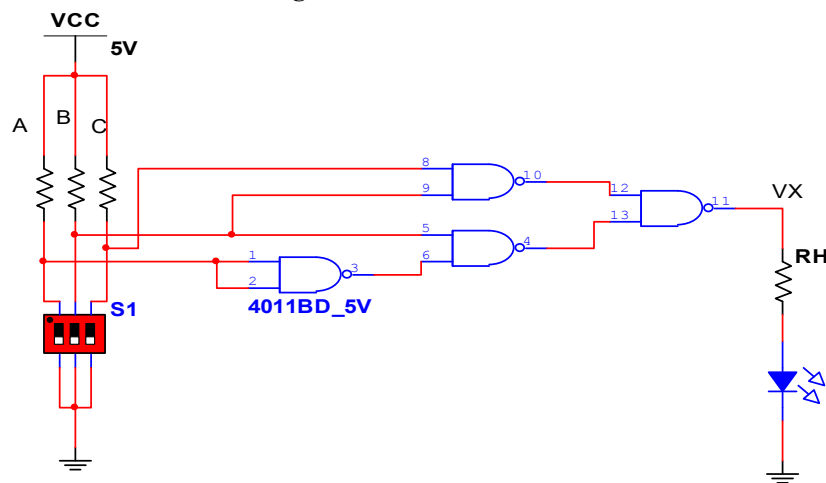


Fig 8. Circuito C con CMOS

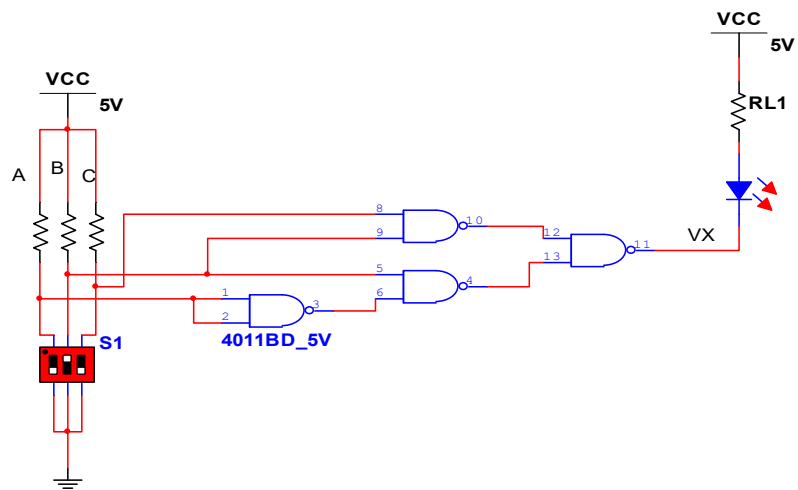


Fig 9. Circuito D con CMOS