



**b) Cálculo de los valores de las resistencias ( $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_L$ ,  $R_H$  y las resistencias que se conectan en las entradas de las compuertas).**

Se procede a calcular  $R_b$ , para este cálculo, necesitamos la corriente de saturación del transistor, que es de 20 mA, junto con un  $h_{fe}$  de 100, esto quiere decir que se necesita un  $h_{fe}$  mínimo de 100.

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}} = \frac{20 \times 10^{-3}}{100} = 200 \mu A$$

Ahora que se calculó  $I_B$  se procede a calcular  $R_b$ .

$$R_b = \frac{V_{OH} - V_{BESAT}}{I_B}$$

$$R_b = \frac{3.6v - 0.8v}{200 \times 10^{-6}} = 14k\Omega$$

Asimismo, se procedió a calcular  $R_C$ .

$$\begin{aligned} -V_{CE} - V_{LED} - V_{RC} + V_{CC} &= 0 \\ -0.2v - 2.2v - (R_C * I_C) + 5v &= 0 \\ 5v - 0.2v - 2.2v &= (R_C * I_C) \\ 5v - 0.2v - 2.2v &= (R_C * I_C) \\ 2.6v &= (R_C * I_C) \\ \frac{2.6v}{I_C} &= R_C, \quad I_C = 20mA \\ \frac{2.6v}{20 \times 10^{-3}} &= R_C \\ R_C &= 130\Omega \end{aligned}$$

### **Análisis teórico para circuito CMOS**

Se procede a calcular  $R_b$ , y para ello necesitamos la corriente de saturación del transistor, que es de 20 mA, y un  $h_{fe}$  de 100, lo que indica que se requiere un  $h_{fe}$  mínimo de 100. En el caso de CMOS, como se emplea el mismo transistor, lo único que cambiará será el  $V_{OH}$ .

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}} = \frac{20 \times 10^{-3}}{100} = 200 \mu A$$

Ahora que se calculó  $I_B$  se procede a calcular  $R_b$ .

$$R_b = \frac{V_{OH} - V_{BESAT}}{I_B}$$

$$R_b = \frac{5v - 0.8v}{200 \times 10^{-6}} = 20.75k\Omega \approx 21k\Omega$$

Para el caso de  $R_C$  es el mismo calculo.

$$R_C = 130\Omega$$

### **Cálculos Circuito C**

En el circuito C, se procederá a calcular  $R_h$ , para encontrar el valor de  $R_h$ , usamos las leyes de los voltajes de Kirchhoff de la cual se despeja esta ecuación.

### **Análisis teórico para circuito TTL**

$$R_h = \frac{V_{OH} - V_{LED}}{I_{LED}}$$

$$R_h = \frac{3.6v - 2.2v}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_h = 70\Omega$$

### Análisis teórico para circuito CMOS

$$R_h = \frac{V_{OH} - V_{LED}}{I_{LED}}$$

$$R_h = \frac{5 - 2.2v}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_h = 140\Omega$$

### Cálculos Circuito D

Por último, se procede a calcular la resistencia RL del último circuito.

### Análisis teórico para circuito TTL

$$R_L = \frac{V_{CC} - V_{LED} - V_{OL}}{I_{LED}}$$

$$R_L = \frac{5v - 2.2V - 0.4V}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_L = 120\Omega$$

### Análisis teórico para circuito CMOS

$$R_L = \frac{V_{OH} - V_{LED}}{I_{LED}}$$

$$R_L = \frac{5 - 2.2v}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_L = 140\Omega$$

c) datos técnicos solo eléctricos del transistor y del LED.

### LED

Información diodo led			
Color	Tensión (V)	Tensión Máxima (V)	Corriente (mA)
Rojos	1.8	2.2	20
Verde	2	3.5	20
Azul	2.5	3.5	20
Amarillo	2	3.5	20

### Transistor 2N3904

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta=25 °C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Collector Cut-off Current	$I_{CEN}$	$V_{CE}=30V, V_{EB}=3V$	-	-	50	nA
Base Cut-off Current	$I_{BL}$	$V_{CE}=30V, V_{EB}=3V$	-	-	50	nA
Collector-Base Breakdown Voltage	$V_{(BR)CBO}$	$I_C=10\mu A, I_E=0$	60	-	-	V
Collector-Emitter Breakdown Voltage *	$V_{(BR)CEO}$	$I_C=1mA, I_B=0$	40	-	-	V
Emitter-Base Breakdown Voltage	$V_{(BR)EBO}$	$I_E=10\mu A, I_C=0$	6.0	-	-	V
DC Current Gain	*	$h_{FE}(1) \quad V_{CE}=1V, I_C=0.1mA$	40	-	-	
		$h_{FE}(2) \quad V_{CE}=1V, I_C=1mA$	70	-	-	
		$h_{FE}(3) \quad V_{CE}=1V, I_C=10mA$	100	-	300	
		$h_{FE}(4) \quad V_{CE}=1V, I_C=50mA$	60	-	-	
		$h_{FE}(5) \quad V_{CE}=1V, I_C=100mA$	30	-	-	
Collector-Emitter Saturation Voltage *	*	$V_{CE(sat)1} \quad I_C=10mA, I_B=1mA$	-	-	0.2	V
		$V_{CE(sat)2} \quad I_C=50mA, I_B=5mA$	-	-	0.3	
Base-Emitter Saturation Voltage *	*	$V_{BE(sat)1} \quad I_C=10mA, I_B=1mA$	0.65	-	0.85	V
		$V_{BE(sat)2} \quad I_C=50mA, I_B=5mA$	-	-	0.95	
Transition Frequency	$f_T$	$V_{CE}=20V, I_C=10mA, f=100MHz$	300	-	-	MHz
Collector Output Capacitance	$C_{ob}$	$V_{CB}=5V, I_E=0, f=1MHz$	-	-	4.0	pF
Input Capacitance	$C_{ib}$	$V_{BE}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$	-	-	8.0	pF
Input Impedance	$h_{ie}$	$V_{CE}=10V, I_C=1mA, f=1kHz$	1.0	-	10	k $\Omega$
Voltage Feedback Ratio	$h_{re}$		0.5	-	8.0	x10 <sup>-4</sup>
Small-Signal Current Gain	$h_{fe}$		100	-	400	
Collector Output Admittance	$h_{oe}$		1.0	-	40	$\mu S$
Noise Figure	NF	$V_{CE}=5V, I_C=0.1mA, R_g=1k \Omega, f=10Hz \sim 15.7kHz$	-	-	5.0	dB

ENTRADAS		SALIDAS PARCIALES	SALIDA FINAL
A	B	(A+B)	$\overline{(A + B)}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

**Tabla 1.** Tabla de verdad del circuito

ENTRADAS		SALIDAS PARCIALES	SALIDA FINAL
A	B	(A+B)	$\overline{(A + B)}$
0.8	0.8	0.5	2.7
0.8	2	2.7	0.5
2	0.8	2.7	0.5
2	2	2.7	0.5

**Tabla 2.** Tabla de tensiones TTL

ENTRADAS		SALIDAS PARCIALES	SALIDA FINAL
A	B	(A+B)	$\overline{(A + B)}$
1.5	1.5	0.05	4.95
1.5	3.5	4.95	0.05
3.5	1.5	4.95	0.05
3.5	3.5	4.95	0.05

**Tabla 3.** Tabla de tensiones CMOS

Circuito	Vx (V)		Vb(V)		Vc(V)		Vd(V)	
	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS
Circuito a en alto	2.7	4.95						
Circuito a en bajo	0.4	0.05						
Circuito b en alto	2.7	4.95	0.758	0.756	0.170	0.2	1.83	1.83
Circuito b en bajo	0.4	0.05	0	0	4.25	4.22	0.746	0.750
Circuito c en alto	2.7	4.95					1.87	1.83
Circuito c en bajo	0.4	0.05					0	0
Circuito d en alto	2.7	4.95					0	0
Circuito d en bajo	0.4	0.05					1.83	1.84

Circuito	I <sub>B</sub> (μA)		I <sub>C</sub> (mA)		I <sub>OH</sub> (μA)		I <sub>OL</sub> (mA)		V <sub>LED</sub> (V)		V <sub>CE</sub> (SAT) (V)	
	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS
Circuito b en alto	3.499uA	4.999uA	23.1	22.8					1.83	1.83	0.170	0.2
Circuito c en alto					400	400			1.87	1.87		
Circuito d en bajo							8	0.04	1.83	1.83		

## Tablas practica.

### 1. Medidas salidas parciales de compuertas lógicas.

ENTRADAS				SALIDAS PARCIALES						SALIDA FINAL	
A		B		X1		X2		X3		X	
CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL

### 2. Voltajes de cada circuito.

Circuito	V <sub>x</sub> (V)		V <sub>b</sub> (V)		V <sub>c</sub> (V)		V <sub>d</sub> (V)	
	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS
Circuito a en alto								
Circuito a en bajo								
Circuito a en alto								
Circuito a en bajo								
Circuito a en alto								
Circuito a en bajo								
Circuito a en alto								
Circuito a en bajo								

### 3. Corrientes calculadas y voltajes

Circuito	I <sub>B</sub> (μA)		I <sub>C</sub> (mA)		I <sub>OH</sub> (μA)		I <sub>OL</sub> (mA)		V <sub>LED</sub> (V)		V <sub>CE</sub> (SAT) (V)	
	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS	TTL	CMOS
Circuito b en alto												
Circuito c en alto												
Circuito d en bajo												

### 4. Medidas de resistencias.

Resistor	R <sub>b</sub>	R <sub>c</sub>	R <sub>h</sub>	R <sub>l</sub>
Valor(TTL)				
Valor(CMOS)				