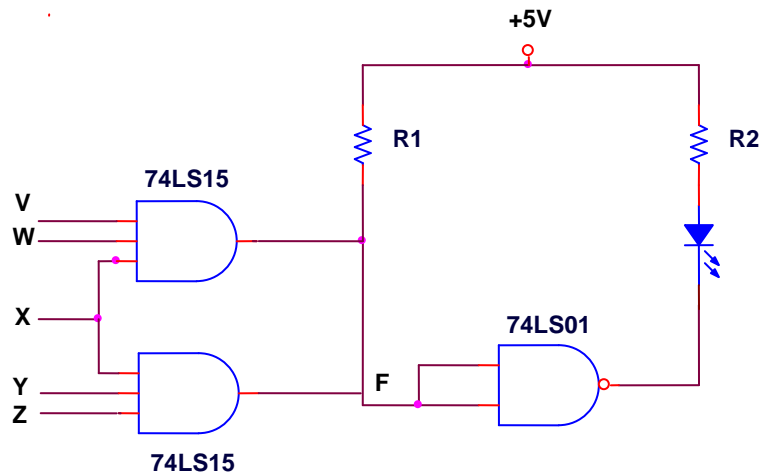


### TEMA 3 – Introducción a las familias lógicas – Ejercicios de conexión y compatibilidad

1. El circuito siguiente utiliza puertas con salida en colector abierto (circuitos integrados 74LS01 y 74LS15) para implementar "lógica cableada" y para activar el LED de salida.



A. Escriba la expresión lógica para la función implementada por el circuito en la señal F.

F es la AND cableada de las salidas de las dos puertas AND:

$$F = (V \cdot W \cdot X) \cdot (X \cdot Y \cdot Z) = V \cdot W \cdot X \cdot Y \cdot Z$$

B. Cuando F = '1', ¿el LED está apagado o encendido?

Cuando F = '1', la salida de la puerta NAND es '0' ( $V_{OL} \leq 0.5V$ ), por lo que el LED estará **encendido**.

C. Diseñe R2, suponiendo que la corriente por el LED encendido es  $I_{LED} = I_{OLmax}$  y que  $V_{LED} = 1.2V$ .

De forma general, la intensidad I que circule por la resistencia R2 y por el LED debe ser no inferior a la corriente mínima necesaria por el LED para lucir ( $I_{LED}$ ), y no superior a la máxima corriente soportada por la salida de la puerta (en este caso,  $I_{OLmax}$ ). Es decir:

$$I_{LED} \leq I \leq I_{OLmax}$$

Como  $I_{LED} = I_{OLmax}$ ,  $I = I_{OLmax}$ . Por tanto:

$$I = \frac{5V - (V_{OLmax} + V_{LED})}{R2} = \frac{5V - (0.5V + 1.2V)}{R2} = \frac{3.3V}{R2} = I_{OLmax} = 7mA$$

$$R2 = \frac{3.3V}{7mA} = 0.471k\Omega = 471\Omega$$

### TEMA 3 – Introducción a las familias lógicas – Ejercicios de conexión y compatibilidad

D. Teniendo en cuenta las siguientes características para los circuitos integrados 74LS01 y 74LS15, calcule el rango de valores permitido para R1:

V <sub>CC</sub>	V <sub>IHmin</sub>	V <sub>ILmax</sub>	V <sub>OLmax</sub>	I <sub>IHmax</sub>	I <sub>OHmax</sub> (fugas)	I <sub>OLmax</sub>	I <sub>ILmax</sub>
5 V	2.5V	0.8 V	0.5 V	20 $\mu$ A	100 $\mu$ A	7 mA	-0.36 mA

Si F = '0':

$$I_{OL} = I + 2 \times I_{ILmax} = \frac{5V - V_{OLmax}}{R1} + 2 \times 0.36mA = \frac{5V - 0.5V}{R1} + 0.72mA = \frac{4.5V}{R1} + 0.72mA \leq I_{OLmax} = 7mA$$
$$R1 \geq \frac{4.5V}{7mA - 0.72mA} = \frac{4.5V}{6.28mA} = 0.72k\Omega$$

Si F = '1':

$$I = 2 \times I_{OHmax} + 2 \times I_{IHmax} = 2 \times 0.1mA + 2 \times 0.02mA = 0.24mA$$
$$V_{OH} = 5V - I \times R1 = 5V - 0.24mA \times R1 \geq V_{IHmin} = 2.5V$$
$$R1 \leq \frac{5V - 2.5V}{0.24mA} = \frac{2.5V}{0.24mA} = 10.41k\Omega$$

$$0.72k\Omega \leq R1 \leq 10.41k\Omega$$

## TEMA 3 – Introducción a las familias lógicas – Ejercicios de conexión y compatibilidad

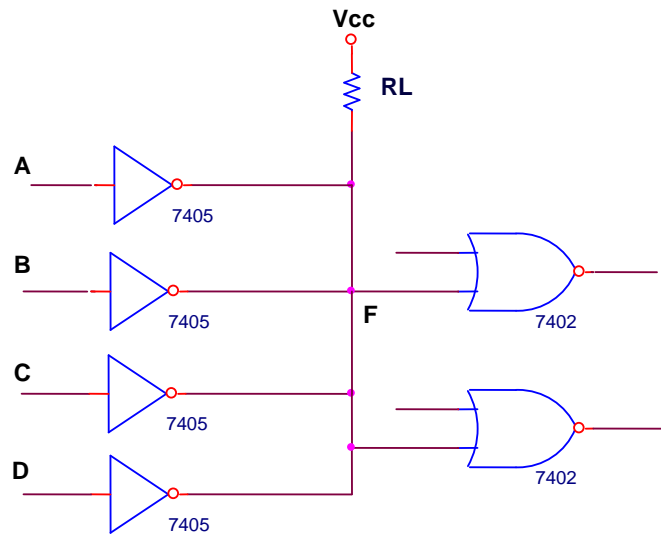
2. Sea un circuito TTL con 4 puertas NOT 7405 con salida en colector abierto conectadas entre sí, unidas a su vez a 2 puertas NOR 7402, según puede verse en la figura adjunta. Determine el rango de valores permitido para la resistencia de *pull-up*  $R_L$ .

### 7405

$$\begin{aligned} V_{CC} &= 5V \\ V_{OLmax} &= 0.4V \\ I_{OHmax} &= 0.25mA \\ I_{OLmax} &= 16mA \end{aligned}$$

### 7402

$$\begin{aligned} V_{CC} &= 5V \\ V_{IHmin} &= 2.4V \\ I_{IHmax} &= 40\mu A \\ I_{ILmax} &= -1.6mA \end{aligned}$$



Si  $F = '0'$ :

$$I_{OL} = I + 2 \times I_{ILmax} = \frac{5V - V_{OLmax}}{R_L} + 2 \times 1.6mA = \frac{5V - 0.4V}{R_L} + 3.2mA = \frac{4.6V}{R_L} + 3.2mA \leq I_{OLmax} = 16mA$$

$$R_L \geq \frac{4.6V}{16mA - 3.2mA} = \frac{4.6V}{12.8mA} = 0.36k\Omega$$

Si  $F = '1'$ :

$$I = 4 \times I_{OHmax} + 2 \times I_{IHmax} = 4 \times 0.25mA + 2 \times 0.04mA = 1.08mA$$

$$V_{OH} = 5V - I \times R_L = 5V - 1.08mA \times R_L \geq V_{IHmin} = 2.4V$$

$$R_L \leq \frac{5V - 2.4V}{1.08mA} = \frac{2.6V}{1.08mA} = 2.4k\Omega$$

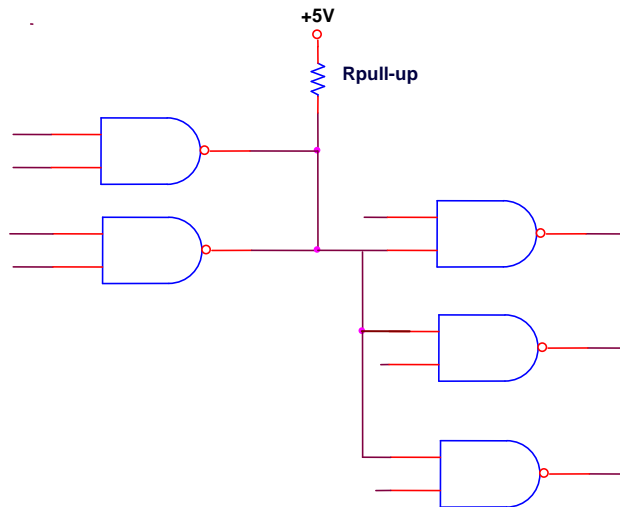
$$0.36k\Omega \leq R_L \leq 2.4k\Omega$$

### TEMA 3 – Introducción a las familias lógicas – Ejercicios de conexión y compatibilidad

3. Se quiere realizar la conexión de la figura. Basándose en los parámetros del fabricante, diseñe los elementos necesarios para llevarla a cabo.

#### Parámetros:

$$\begin{aligned}V_{OHmin} &= 2.4V \\V_{OLmax} &= 0.4V \\I_{OHmax} &= 0.25 \text{ mA} \\I_{IHmax} &= 40 \mu A \\I_{OLmax} &= 16 \text{ mA} \\I_{ILmax} &= -1.6 \text{ mA}\end{aligned}$$



Si  $F = '0'$ :

$$\begin{aligned}I_{OL} &= I + 3 \times I_{ILmax} = \frac{5V - V_{OLmax}}{R_{pull-up}} + 3 \times 1.6mA = \frac{5V - 0.4V}{R_{pull-up}} + 4.8mA = \frac{4.6V}{R_{pull-up}} + 4.8mA \leq I_{OLmax} = 16mA \\R_{pull-up} &\geq \frac{4.6V}{16mA - 4.8mA} = \frac{4.6V}{11.2mA} = 0.41k\Omega\end{aligned}$$

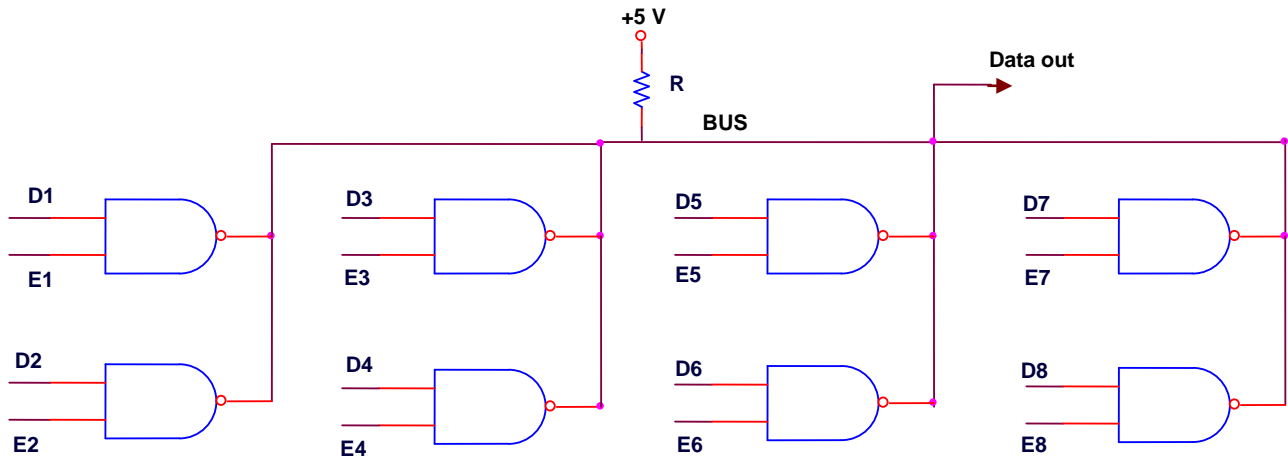
Si  $F = '1'$ :

$$\begin{aligned}I &= 2 \times I_{OHmax} + 3 \times I_{IHmax} = 2 \times 0.25mA + 3 \times 0.04mA = 0.62mA \\V_{OH} &= 5V - I \times R_{pull-up} = 5V - 0.62mA \times R_{pull-up} \geq V_{IHmin} = 2.4V \\R_{pull-up} &\leq \frac{5V - 2.4V}{0.62mA} = \frac{2.6V}{0.62mA} = 4.19k\Omega\end{aligned}$$

$$0.41k\Omega \leq R_{pull-up} \leq 4.19k\Omega$$

### TEMA 3 – Introducción a las familias lógicas – Ejercicios de conexión y compatibilidad

4. La figura muestra 8 salidas en drenador abierto conectadas a un bus. En un momento dado, solo una puerta es habilitada, permaneciendo las otras con un nivel alto en la salida. Atendiendo a las especificaciones de las puertas, indique el valor máximo y mínimo de la resistencia de *pull-up* R.



- [A]  $0.5K \leq R \leq 4.7K$   
 [B]  $0.5K \leq R \leq 10K$   
 [C]  $1.5K \leq R \leq 3.3K$   
 [D]  $1.17K \leq R \leq 29K$

#### Especificaciones puertas:

$$I_{OLmax} = 4mA,$$

$$V_{OLmax} = 0.33V$$

$$V_{OHmin} = 3.84V$$

$$I_{OHmax} = 5\mu A \text{ (corrientes de fuga en el nivel alto de salida)}$$

Si F = '0':

$$I = I_{OL} = \frac{5V - V_{OLmax}}{R} = \frac{5V - 0.33V}{R} = \frac{4.67V}{R} \leq I_{OLmax} = 4mA$$

$$R \geq \frac{4.67V}{4mA} = 1.17k\Omega$$

Si F = '1':

$$I = 8 \times I_{OHmax} = 8 \times 0.005mA = 0.04mA$$

$$V_{OH} = 5V - I \times R = 5V - 0.04 \times R \geq V_{OHmin} = 3.84V$$

$$R \leq \frac{5V - 3.84V}{0.04mA} = \frac{1.16V}{0.04mA} = 29k\Omega$$