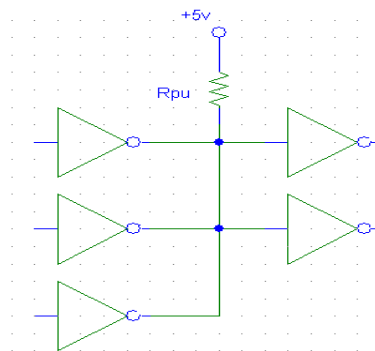


Diseño de Resistencia de *Pull-up*. Ejercicio resuelto

Dado el circuito de la figura, que incluye salidas en colector abierto, y los parámetros característicos siguientes, diseñe el valor de la resistencia de *pull-up*.

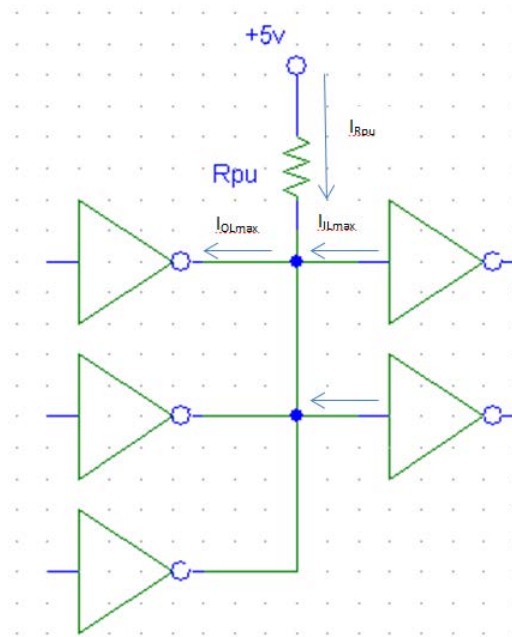
| V_{IHmin} | V_{ILmax} | V_{OHmin}^* | V_{OLmax} |
|-------------|-------------|--------------------|-------------|
| 2.5 V | 0.8 V | 3.0 V | 0.5 V |
| I_{IHmax} | I_{ILmax} | $I_{OHmax(fugas)}$ | I_{OLmax} |
| 300 μA | -0.36 mA | 100 μA | 7 mA |

*: La V_{OHmin} proporcionada, corresponde a la de las puertas inversoras que aparecen al final del circuito (*receivers*) ya que, en las puertas con salida en colector (drenador) abierto, no se especifica ese parámetro (ver, por ejemplo, las especificaciones del circuito SN74XX05, utilizado en la práctica 6).



A nivel bajo:

Se ha de considerar el caso **más desfavorable**, que es cuando el "0" lo pone una única salida a nivel bajo. En este caso, se ha de cumplir que la suma de corrientes entrantes no supere la especificación de I_{OLmax} (corriente saliente). Si hubiera varias salidas a "0", el caso no sería tan crítico porque se podrían repartir la corriente entre ellas. Planteando la ecuación del nudo, se tiene:



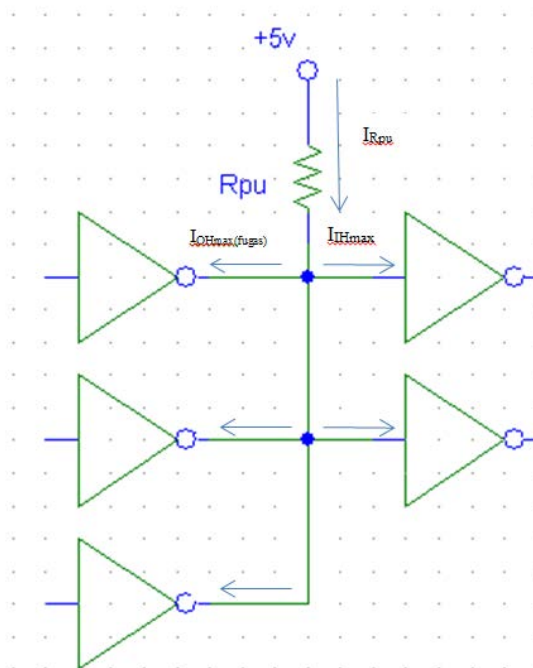
$$|I_{OLMAX}| \geq 2|I_{ILMAX}| + I_{Rpu}$$

$$7mA \geq 2 * 0.36mA + \frac{5V - V_{OLmax}}{R_{pu}}$$

$$R_{pu} \geq \frac{5V - V_{OLmax}}{7mA - 2 * 0.36mA} = \frac{5V - 0.5V}{7mA - 0.72mA} = 0.72k\Omega$$

A nivel alto:

Considerando que, aunque las salidas en colector abierto se corresponden con transistores cortados (alta impedancia), el fabricante nos especifica una **corriente de fugas** $I_{OHmax(fugas)}$ positiva (entra por la salida de la puerta), la ecuación del nudo en este caso quedaría:



$$I_{R_{pu}} = \frac{5V - V_{OH\min}}{R_{pu}} = 3|I_{OHMAX(fugas)}| + 2|I_{IHMAX}|$$

En este caso, hemos de procurar que la salida se mantenga por encima de la tensión $V_{OH\min}$, para así asegurar el nivel lógico alto. Lo que quiere decir es que si la R_{pu} fuera muy grande, la caída de potencial en la resistencia ($I_{R_{pu}} * R_{pu}$) pondría en peligro el nivel alto. Despejando $V_{OH\min}$, se tiene:

$$5V - R_{pu} * (3|I_{OHMAX(fugas)}| + 2|I_{ILMAX}|) = V_{OH\min} \geq 3V$$

Esta inecuación supone un límite al valor máximo que puede tomar la resistencia de pull-up (R_{pu}):

$$R_{pu} \leq \frac{5V - 3V}{(3|I_{OHMAX(fugas)}| + 2|I_{ILMAX}|)} = \frac{5V - 3V}{3 * 100\mu A + 2 * 300\mu A} = 2.22kohm$$

En resumen se tiene:

$$0.72kohm \leq R_{pu} \leq 2.22kohm$$