

Ejercicio 1

En esta sección se implementaron compuertas *not* a partir de transistores BJT (de sus siglas en inglés, *bipolar junction transistor*). Particularmente, se decidió utilizar BJTs de tipo NPN, formando circuitos de dos familias distintas:

- RTL (*resistor-transistor logic*): utiliza resistencias en la malla de entrada y transistores como *switch*.
- TTL (*transistor-transistor logic*): utiliza transistores tanto para el *switching* como para la amplificación.

De estas definiciones surge que en TTL se requiere mayor cantidad de transistores por compuerta, pero se disipará menos potencia en resistencias pues las corrientes serán menores. Para comparar otros factores de su funcionamiento, se armaron los siguientes circuitos:

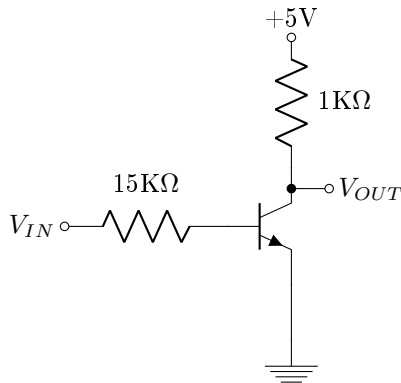


Figura 1.1: Compuerta *not* RTL

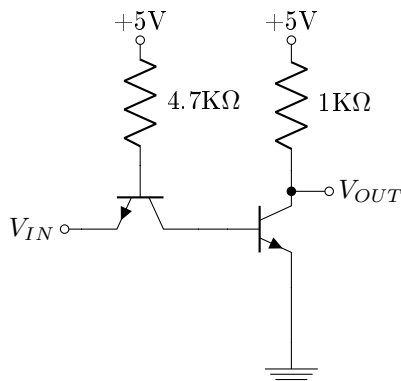


Figura 1.2: Compuerta *not* TTL

Se utilizaron transistores BC547 y resistencias de metal-film, y los circuitos se armaron en una *printed circuit board*.

1.1 Análisis de resultados

Las mediciones se realizaron el circuito con ondas cuadradas de 5V de amplitud, con el nivel bajo en 0V. Las tensiones necesarias para calcular el margen de ruido se midieron utilizando el modo XY del osciloscopio, mientras que para los tiempos el modo *single*. Todas las mediciones se realizaron en dos condiciones para cada compuerta: en vacío, y con un capacitor de 1nF como carga. Al cargar la compuerta, se pudo hacer además una medición adicional: la

Los resultados de las mediciones se encuentran en las tablas 1.1 y 1.2. Las magnitudes medidas fueron:

- HLIV (*high-level input voltage*): máxima tensión de entrada con la cual la pendiente de $V_{IN}(V_{OUT}) = -1$, es decir, la mínima con la que se interpreta un 1 en la entrada.
- LLIV (*low-level input voltage*): mínima tensión de entrada con la cual la pendiente de $V_{IN}(V_{OUT}) = -1$, es decir, la máxima con la que se interpreta un 0 en la entrada.
- HLOV (*high-level output voltage*): tensión de salida cuando $V_{IN} = HLIV$, es decir, la mínima con la cual puede considerarse que hay un 1 en la salida.
- LLIV (*low-level output voltage*): tensión de salida cuando $V_{IN} = LLIV$, es decir, la mínima con la cual puede considerarse que hay un 1 en la salida.
- Noise margin: diferencia entre el *high/low level input y output voltage*, es decir rango de tensiones que pueden hallarse a la entrada pero no a la salida (pero que tienen comportamiento definido para la salida) para cada nivel lógico.
- PD (*propagation delay*): tiempo que transcurre entre que la tensión de entrada está al 50% entre su valor bajo y alto, y que lo opuesto ocurre en la salida.
- TT (*transition time*): tiempo que tarda la salida en transicionar de un 10% a un 90% de la tensión alta.

- Max. out. curr (*maximum output current*): corriente de salida máxima, que por ser la carga puramente capacitiva, se calculó como $i_c = C \cdot \frac{dV_C}{dt}$, obteniendo esta derivada a través de las funciones matemáticas del osciloscopio.

Cabe destacar que el transition time medido en el caso de la compuerta TTL con carga, resultante en 10ns, no puede ser tomado como tal: debe considerarse que esto era respuesta a una señal generada por un dispositivo que no asegura poder generar señales con un rise time menor a 13ns, con lo cual este es el límite inferior de lo que se puede medir en lo que a esta magnitud respecta.

RTL	En vacío	Con carga
HLIV (V)	0.80	0.8
LLIV (V)	0.57	0.57
HLOV (V)	4.80	4.80
LLOV (V)	0.27	0.27
Noise margin H (V)		
Noise margin L (V)		
PD (H-L) (ns)	0.05	4380
PD (L-H) (ns)	3.66	140
TT (H-L) (ns)	0.08	224
TT (L-H) (ns)	0.56	3860
Max. out. curr. (mA)	-	51

Tabla 1.1: Mediciones para la compuerta RTL

TTL	En vacío	Con carga
HLIV (V)	0.63	0.63
LLIV (V)	0.55	0.55
HLOV (V)	4.85	4.85
LLOV (V)	0.21	0.21
Noise margin H (V)		
Noise margin L (V)		
PD (H-L) (μs)	804	0.07
PD (L-H) (μs)	10	3.54
TT (H-L) (μs)	<13	0.20
TT (L-H) (μs)	115	3.14
Max. out. curr. (mA)	-	51

Tabla 1.2: Mediciones para la compuerta TTL