

8. Circuitos

Tal y como se ha presentado en capítulos anteriores, las puertas lógicas no son mas que circuitos analógicos. A continuación se presentan algunos ejemplos de estos circuitos para las series TTL estándar y CMOS:

8.1. Circuitos Inversores. Salida tótem-pole.

La Figura 1 muestra un inversor TTL estándar.

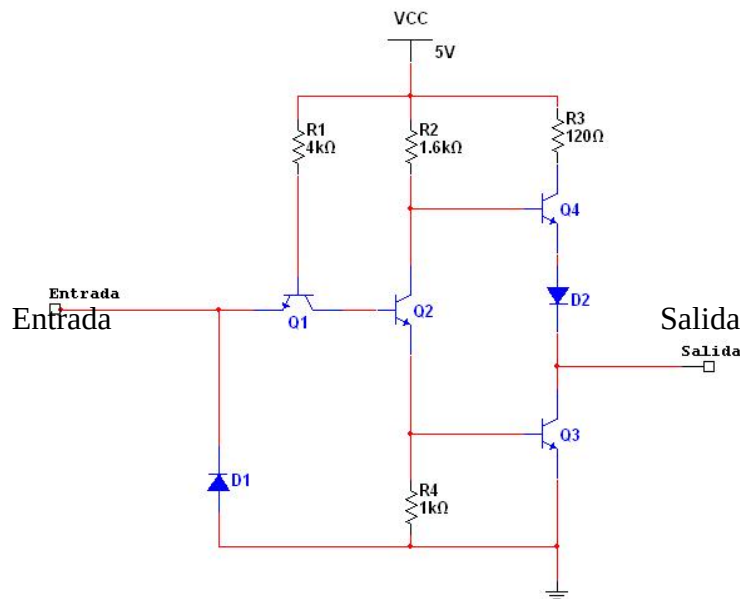


Figura 1

El circuito de salida compuesto por los transistores Q_3 y Q_4 se denomina *totem-pole*. Si Q_3 está en corte y Q_4 en saturación, la salida estará a nivel alto y si Q_4 está en corte Q_3 en saturación, entonces la salida estará a nivel bajo.

Las salidas *tótem-pole* no se pueden interconectar entre sí, ya que si unas están a H y otra a L, se produce un camino de baja impedancia entre V_{cc} y 0V, originándose una corriente excesiva que podría dañar el integrado.

La Figura 2 muestra un inversor CMOS estándar. Si se aplica un nivel alto en la entrada, Q_1 quedará en corte y Q_2 en conducción, obteniendo en la salida un nivel bajo. Si por el contrario, se aplica en la entrada un nivel bajo, entonces Q_2 quedará en corte y Q_1 en conducción, obteniendo en la salida un nivel alto.

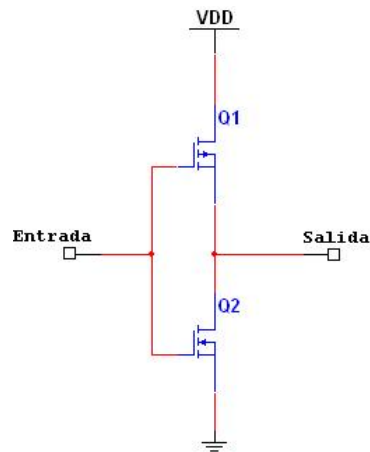


Figura 2

8.2. Puertas colector abierto

Los circuitos TTL, pueden disponer otra configuración de salida denominada en Colector Abierto, a parte de la salida totem-pole. El nombre se deriva del hecho de que la salida de la puerta se obtiene directamente a partir del colector del transistor de salida (Figura 3). Para obtener los niveles lógicos alto y bajo en la salida es necesaria una resistencia, denominada resistencia pull-up a V_{cc} desde el colector de salida (Figura 4).

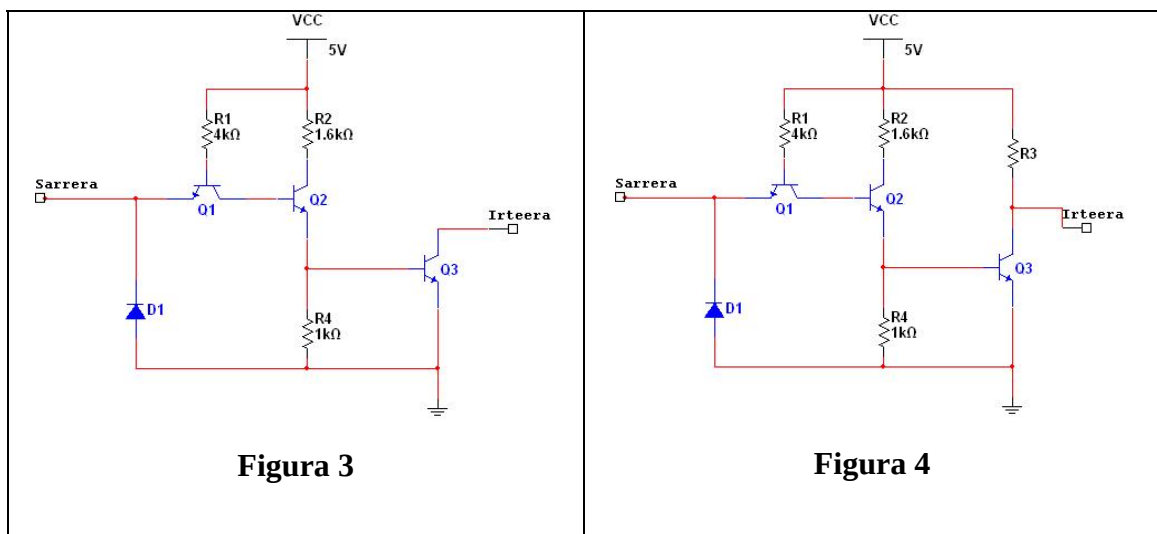


Figura 3

Figura 4

El símbolo estándar que identifica a una puerta con configuración de salida en colector abierto es el de la Figura 5

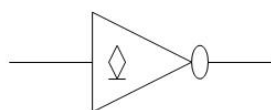
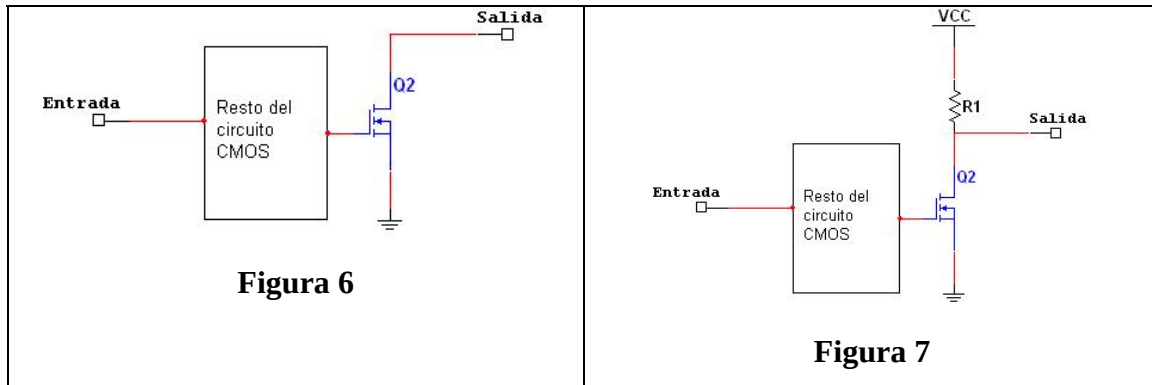


Figura 5

8.3. Puertas drenador abierto

Es el concepto equivalente a drenador abierto, pero en tecnología CMOS: la salida de la puerta se obtiene directamente a partir del drenador del transistor de salida (Figura 6). Para obtener los niveles lógicos alto y bajo en la salida también es necesaria una resistencia pull-up a Vcc desde el colector de salida (Figura 7).



Este tipo de puertas, permite unir directamente las salidas de diversas puertas en drenador abierto, obteniendo la función de una puerta AND, sin tener que utilizar dicha puerta AND. El punto de unión debe cablearse a Vcc a través de una resistencia pull-up. Supongamos que se debe implementar la siguiente función:

$$X = \overline{A}.\overline{B}.\overline{C}.\overline{D}.$$

Para ello, se pueden utilizar inversores y una puerta AND de cuatro entradas o inversores en drenador abierto y una configuración AND-cableada tal y como se muestra en la Figura 8

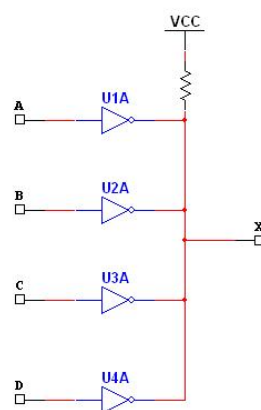


Figura 8

8.4. Puertas Triestado

Son puertas que en su salida pueden presentar tres estados: Bajo (L), Alto (H) y Alta impedancia (Hi-Z). Para conseguir el modo Hi-Z en la salida se debe seleccionar este

modo de operación a través de una entrada de habilitación. El efecto de este tercer estado es que la salida se desconecta del resto del circuito. En la Figura 9 se ilustra este funcionamiento.

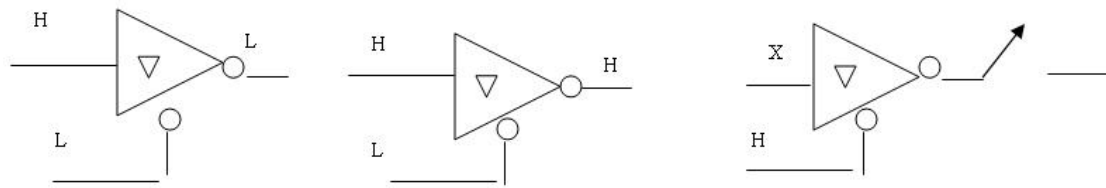


Figura 9

La simbología que indica una puerta triestado es el triángulo. Las hojas de características de este tipo de puertas presentan un parámetro adicional relativo a la corriente que circula en estado de Hi-Z: I_{OZH} e I_{OZL}

8.5. Circuitos buffers

Son circuitos que proporcionan en su salida el mismo estado lógico de la entrada, pero con baja impedancia de salida. Suponen cierta amplificación de corriente y se utilizan como circuito separador entre el circuito lógico y la salida como se muestra en la Figura 10.

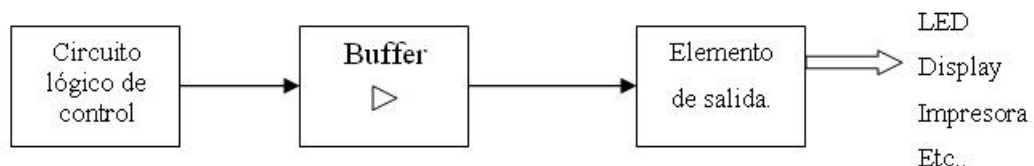


Figura 10

8.6. Buses

Conjunto de líneas por las cuales pueden transitar diferentes datos de forma bidireccional.

Una práctica común es la combinación de los circuitos triestado y los buses de datos, conectando las múltiples salidas a una misma línea de bus, siempre y cuando sólo una de las salidas esté habilitada en cada momento y las restantes se mantengan en estado de Hi-Z. Un ejemplo sería el representado en la Figura 54, donde se utilizan buffers triestado.

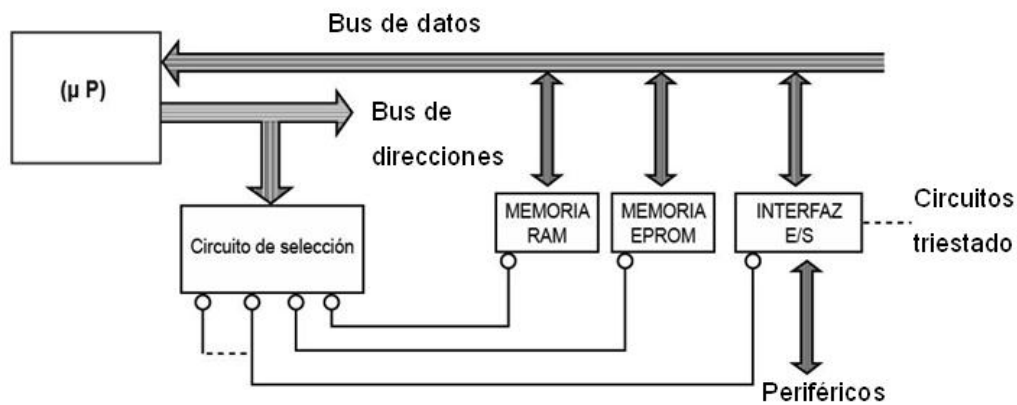


Figura 11

En un determinado instante, sólo uno de los dispositivos puede aplicar datos en el bus compartido, pero puede haber varios destinatarios de los datos.

Utilizando buffer tri-estado se obtienen diversas ventajas:

- Aumenta la cargabilidad de salida (*fan-out*) en los buses. $\Rightarrow$ posibilidad de conectar muchos circuitos.
- Se obtienen líneas de salida con suficiente corriente para la activación de dispositivos de salida.
- Protegen (separan) los buses del sistema microprocesador frente a sobrecargas en los puertos de entrada-salida.

8.7. Circuitos con función *trigger-schmit*

Circuitos con entrada con histéresis, que presenta dos tensiones de conmutación (V_{T+} , V_{T-}). Su función de transferencia y simbología se representan en la Figura 12

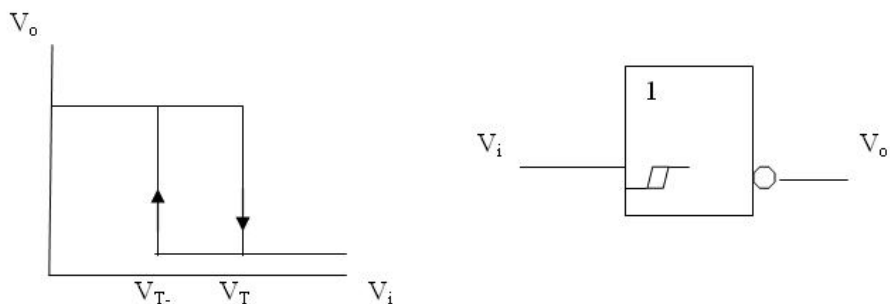


Figura 12

La diferencia entre las dos tensiones umbrales de denomina histeresis:

$$V_H = V_{T+} - V_{T-}$$

Se utilizan para evitar las conmutaciones indeseadas (glitches) que se producen en las entradas. Por ejemplo, para generar señales lógicas limpias, partiendo de señales no lógicas, deformadas debido al ruido y como antirrebotes en los contactos, así como generador de impulsos. En general producen una salida tipo rectangular, tal y como muestra la Figura 13

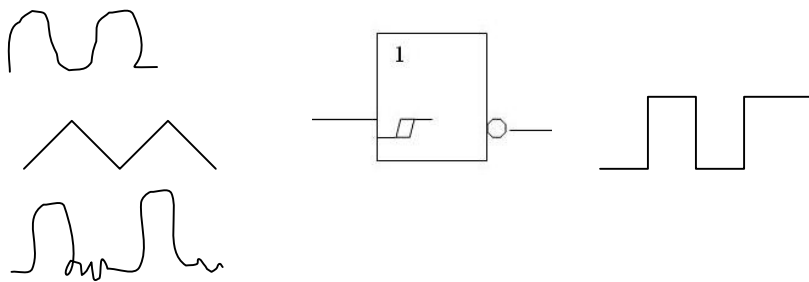


Figura 13

La característica de la función de transferencia es lo que determina la forma cuadrada de cualquier señal de entrada tal y como se resume en la Figura 14

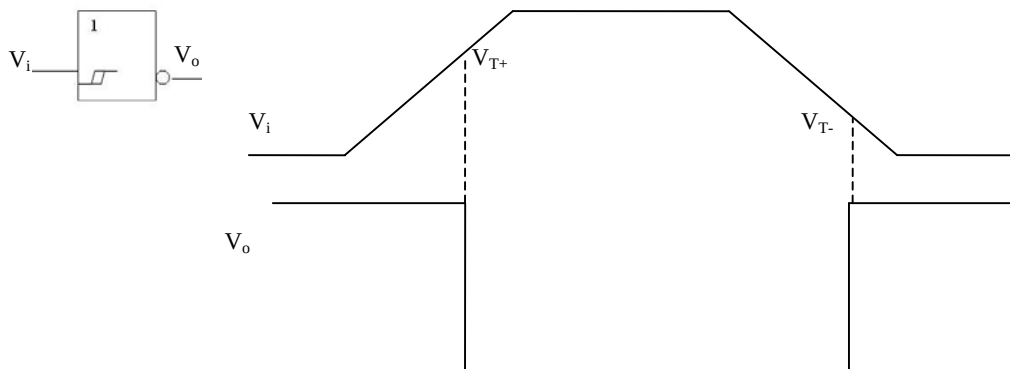


Figura 14

8.8. Interruptores analógico-digitales (CMOS)

Son circuitos que se comportan como un interruptor cuyo estado (ON-OFF) se controla a través de una entrada de control.

Un interruptor analógico consiste en un transistor FET que se lleva a corte o a saturación mediante una señal de control digital. Accionando este control, el interruptor pasa al estado ON y la tensión de salida es idéntica a la de entrada.

Se dice que es un interruptor bidireccional, si deja pasar las señales en ambos sentidos.

En la parte superior de la Figura 15 se ilustra el símbolo normalizado de este tipo de interruptores y en la parte inferior el símbolo normalizado.

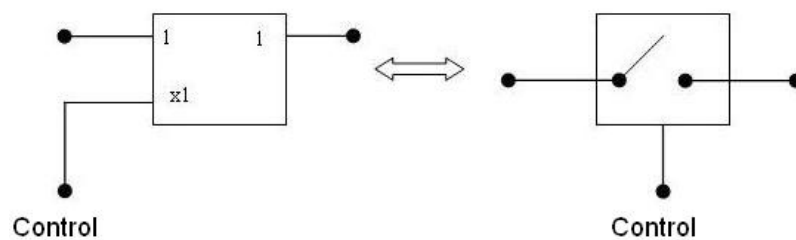


Figura 15