

A.1. Actividades de Simulación Asociadas al Tema 1: Exigencias Computacionales del Procesamiento Digital de la Información

En este primer tema estudiamos la representación binaria de las variables y los operadores lógicos, su minimización y el concepto clave de conjunto completo de operadores lógicos. Sólo con puertas NAND o sólo con NOR podemos sintetizar cualquier función lógica combinacional. La comprensión de estos conceptos no suele plantear problemas. Recomendamos la realización de ejercicios relacionados con la minimización, el análisis y la síntesis de circuitos. Es decir, dada una expresión lógica, ¿cuál es el circuito mínimo que la implementa?. Inversamente, dado un circuito formado por varias puertas del mismo o de distinto tipo y con varias entradas y salidas, ¿cuáles son las ecuaciones que describen su comportamiento?. Os aconsejamos también realizar cambios de representación (NAND \leftrightarrow NOR \leftrightarrow XOR, etc.).

El estudio de este tema no presenta gran dificultad. Sin embargo lo que suele resultar más complicado es la representación de las funciones lógicas mediante maxterms (términos máximos). Dado que en la representación mediante minterms (términos mínimos) no presentan gran dificultad, es conveniente tener presente que la representación mediante maxterms es dual a la representación por minterms. Se recomienda que el alumno dedique un tiempo a intentar entender la figura 1.18 del texto y que intente entender los ejercicios de las páginas 39 a 43.

A.1.1. Estudio de las puertas lógicas NAND (SN7400*), NOR (SN7402), INVERSOR (SN7404) y XOR (SN7486).

Para cada una de las puertas siga los pasos descritos anteriormente y compruebe la función que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta los siguiente puntos:

- 1) Al seleccionar las puertas conviene leer la descripción que hace el simulador en la ventana "Part Browser Advanced" en el recuadro "Description" para elegir la puerta adecuada. No deben seleccionarse puertas del tipo "open colector" ya que estas puertas tienen el transistor de salida con el colector abierto. Es decir, al transistor de salida le falta la resistencia de colector que va apoyada a la tensión de alimentación (vea las páginas 191 a 193 del texto). Para que estos circuitos funcionen correctamente hay que añadirle dicha resistencia de colector y la alimentación externamente. Por ejemplo, la puerta 74136 es XOR "open colector", mientras que la 7486 es XOR.
- 2) En la ventana "Part Browser Advanced" existen los componentes "LO" y "HI" que recomendamos usar cuando se quiere poner una entrada al valor fijo de "0" ("LO") en vez de ponerla a tierra y para ponerla al valor fijo de "1" ("HI") en vez de poner una fuente de alimentación continua de 5V.
- 3) Cuando diseñamos un circuito y lo implementamos en el Laboratorio con componentes reales para probar si cumple o no las especificaciones funcionales del diseño es imprescindible que carguemos dicho circuitos con la resistencia de carga (resistencia que se pone entre la salida y tierra). El valor de la resistencia de carga debe ser del orden de magnitud de la impedancia de entrada que le va a presentar el circuito o el dispositivo al que este circuito va a conectarse y entregarle su señal de salida. Por ejemplo, en el caso de que diseñemos un amplificador de audio para un equipo de música, al montar el amplificador de audio en el laboratorio para probarlo, hay que cargarlo con una resistencia de carga de un valor análogo al de la impedancia de entrada del altavoz al que se va a conectar. Así, en el laboratorio siempre hay que cargar los circuitos con la Resistencia de Carga, RL, y este es el motivo por el que las hemos puesto en los ejemplos del CV (para ser exhaustivos). Sin embargo, cuando **simulamos** un circuito digital con el PSpice (no ocurre lo mismo si el circuito es analógico, pero en esta asignatura todos

* NOTA: En el simulador desaparece el código SN antepuesto al número del circuito, por tanto aunque el circuito integrado se nombre por su código completo SNvxyz en el simulador deberán buscarse por el código vxyz.

FUNDAMENTOS DE SISTEMAS DIGITALES

los circuitos que vamos a simular son digitales) no hace falta poner esta resistencia de carga. Es más, el hecho de no poner dicha resistencia de carga simplifica bastante los cronogramas resultantes ya que aparecen todas las señales representadas en un único gráfico, una debajo de otra (no superpuestas). Como se puede observar, al quitar la resistencia de carga los voltios que aparecen en el eje vertical del cronograma pasan a ser ceros y unos. Es decir, aparecen los valores digitales que van tomando las distintas señales del circuito en los distintos instantes de tiempo cuando desplazamos los cursores del PROBE y que son los estados (de alta o de baja) de las señales en los puntos de interés del circuito. Por tanto, en estas simulaciones se dejan “al aire” los terminales de salida sobre los que ponemos las puntas de prueba, (V), para obtener el cronograma**.

- 4) Por error en el simulador la puerta 74128 aparece con el símbolo de XOR cuando en realidad es una puerta NOR como se puede comprobar si se simula y se obtiene su tabla de verdad.

A.1.2. Demostración mediante la simulación de la propiedad distributiva.

Simule los circuitos de la figura 1.6 del texto, obtenga las tablas de verdad correspondientes y compruebe que ambas salidas coinciden.

A.1.3. Demostración mediante la simulación de los Teoremas de Absorción, Adyacencia y De Morgan.

Simule los circuitos de las figuras 1.11, 1.13 y 1.15 del texto y compruebe las tablas de verdad correspondientes demostrando los distintos teoremas.

A.1.4. Función universal de dos variables (x_1 y x_2) en forma normal disyuntiva.

Simule el circuito de la figura 1.16 y obtenga las 16 funciones posibles resultantes de todas las posibles configuraciones de los coeficientes de control.

A.1.5. Función universal de dos variables (x_1 y x_2) en forma normal conjuntiva.

Simule el circuito de la función universal conjuntiva de dos variables y obtenga, de forma análoga a como se hizo en el apartado anterior, las 16 funciones posibles. Recuerde que la función universal en forma normal conjuntiva se representa como el producto de los distintos términos máximos (maxterms).

A.1.6. Cambio de representación

- a) Elija una función de tres variables, por ejemplo del tipo de la ecuación 1.63 y sintetice el circuito correspondiente con distintos tipos de puertas.
 - b) Represente esa función con sólo puertas NAND e impleméntela en el simulador.
 - c) Represente esa misma función con sólo puertas NOR e impleméntela en el simulador.
 - d) Compruebe que los tres circuitos simulados son equivalentes y, por tanto, compruebe que producen la misma respuesta ante las mismas entradas.
-