

Prefacio

El presente documento forma parte del programa de estudios de la materia Electrónica Digital ofrecida a sus estudiantes en el Instituto Universitario de Tecnología para la informática – Iutepi. Sirve de apoyo complementario bajo la modalidad de autoaprendizaje publicado en su campus virtual, a todos los alumnos que cursan la materia.

Contenido del programa de estudios

- Generalidades de la electrónica digital
- Nociones básicas de álgebra de boole
- Diseños de Circuitos lógicos
- Arquitectura de Computador

Generalidades sobre la Electrónica Digital

La electrónica digital se encarga de sistemas electrónicos en los cuales la información está codificada en dos únicos estados. A dichos estados se les puede llamar "verdadero" o "falso", o más comúnmente 1 y 0, refiriéndose a que en un circuito electrónico digital hay dos niveles de tensión.

La electrónica Digital, es una parte de la electrónica que se encarga de sistemas electrónicos en los cuales la información está codificada. Estudia la manipulación de dígitos binarios en función de administrar procesos automatizados o no y la implementación de circuitos digitales.

La electrónica digital es binaria, es decir, cada dígito admite solamente dos posibilidades, que solemos expresar con los símbolos 0 y 1, de forma que el sistema de numeración que le es propio es el sistema de base 2 (binario)

Nociones Básicas del Algebra de Boole

Los sistemas digitales se clasifican en dos grandes grupos:

Combinacionales

Las salidas en cualquier instante de tiempo dependen del valor de las entradas en ese mismo instante de tiempo (salvo los retardos propios de los dispositivos electrónicos). Son, por tanto, sistemas sin memoria.

Secuenciales

Las salidas del sistema van a depender del valor de las entradas en ese instante de tiempo y del estado del sistema; es decir, de la historia pasada del sistema. Son sistemas con memoria

Variable binaria

Es toda variable que solo puede tomar 2 valores, dos dígitos (dígitos=digital) que corresponden a dos estados distintos. Estas variables las usamos para poner el estado en el que se encuentra un elemento de maniobra o entrada (por ejemplo, un interruptor o un pulsador) y el de un receptor (por ejemplo una lámpara o un motor), siendo diferente el criterio que tomamos para cada uno. Veamos como son los estados en cada caso.

Receptores o elementos de salida

(Lámparas, motores, timbres, etc.): encendida (estado 1) o apagada (estado 0)

Elementos de Entrada

(Interruptor, pulsador, sensor, etc.): accionado (estado 1) y sin accionar (estado 0)

Operaciones Lógicas

Son las operaciones matemáticas que se usan en el sistema binario, sistema de numeración que solo usa el 0 y el 1.

Las Puertas Lógicas

Son componentes electrónicos representados por un símbolo con una o dos entradas (incluso pueden ser de más entradas) y una sola salida que realizan una función (ecuación con variables binarias), y que toman unos valores de salida en función de los que tenga en las de entrada.

Las puertas lógicas también representan un circuito eléctrico y tienen cada una su propia tabla de la verdad, en la que vienen representados todos los posibles valores de entrada que puede tener y los que les corresponden de salida según su función.

- Puerta Lógica Igualdad (función igualdad)
- puerta lógica NOT(Negación)
- Puerta OR(función suma, contactos en paralelo)
- Puerta AND(función multiplicación, contactos en serie)
- Puerta NAND(función producto invertido)

Diseño de Circuitos Lógicos

El progreso de la tecnología electrónica permitió en los 70's la realización de muchas funciones y multifunciones en un solo circuito integrado. Estos son los que se denominaron circuitos de escala de integración media (MSI). La combinación de estos circuitos con otros, incluso de carácter secuencial, generó bloques funcionales complejos que al ser integrados en un chip han dado lugar a los que se conocen como circuitos de gran escala de integración (LSI) y de muy gran escala de integración (VLSI).

Algunos bloques funcionales combinatoriales que se encuentran como circuitos integrados y cuyo conocimiento resulta imprescindible para diseñar circuitos digitales y comprender el funcionamiento de los más complejos a continuación:

- Codificadores
- Decodificadores
- Demultiplexores
- Multiplexores
- Detectores-generadores de paridad
- Sistemas combinatoriales programables.

Codificadores

Son sistemas digitales combinatoriales con: 2^n entradas y n salidas. Funcionamiento: Permite que se le introduzca en una de sus entradas un nivel activo que representa un dígito (decimal u octal). Lo convierte en una salida codificada (como BCD o binario) Estos circuitos pueden ser diseñados con prioridad o sin ella.

Multiplexor

Es un sistema digital que consta de varias entradas y una salida, y mediante un mecanismo de selección, una determinada entrada se transfiere a la salida. Una definición más formal de multiplexor sería la de un circuito combinacional con: $2n$ entradas de datos (k_0, k_1, k_2, \dots) n entradas de selección o control (a, b, \dots) Funcionamiento: permite elegir cuál es el canal de entrada cuya información aparece en el de salida. La selección del canal de entrada se realiza con el número binario puesto en la entrada de selección. La síntesis con puertas lógicas se realiza obteniendo la expresión lógica de la salida.

Demultiplexores

El funcionamiento es el contrario al del multiplexor, encauzando los datos desde una fuente común de entrada hacia uno de $2n$ destinos de salida. Por tanto, un demultiplexor es un circuito combinacional con: una entrada J n entradas de selección $2n$ salidas. La información J se puede hacer aparecer en cualquiera de las salidas aplicando a las entradas de selección la combinación binaria adecuada. Es importante comentar que los demultiplexores pueden trabajar como decodificadores

Generador Detector de Paridad

La función generadora de paridad impar/par para un mensaje de n bits más el bit de paridad P corresponde a la función : Si estudiamos el caso de 2 bits tenemos que : la salida toma valor 1 si el número de unos es impar y cero si es par. Siendo : P_0 : El bit de paridad impar que es la función XOR= OR-EXCLUSIVO de los bits que componen la palabra de código. El circuito detecta la paridad de una combinación binaria, y añade el bit obtenido a la combinación de n bits para lograr una combinación de $n+1$ bit cuya paridad es constante. Se utiliza para detectar errores en la transmisión de datos

Comparadores Binarios

Es un circuito combinacional que compara números binarios de una cierta cantidad de bits activando a su salida: G (great) si es mayor L (low) si es menor E (equal) si son iguales.

Arquitectura del Computador

El microprocesador determina si una afirmación es cierta o falsa mediante las reglas del álgebra de Boole. En la actualidad este componente electrónico está compuesto por millones de transistores, integrados en una misma placa de silicio.

El microprocesador tiene una arquitectura parecida a la computadora digital. En otras palabras, el microprocesador es como la computadora digital porque ambos realizan cálculos bajo un programa de control. Consiguientemente, la historia de la computadora digital ayuda a entender el microprocesador. Hizo posible la fabricación de potentes calculadoras y de muchos otros productos. El microprocesador utiliza el mismo tipo de lógica que es usado en la unidad procesadora central (CPU) de una computadora digital. El microprocesador es algunas veces llamado unidad microprocesadora (MPU). En otras palabras, el microprocesador es una unidad procesadora de datos. En un microprocesador se puede diferenciar diversas partes:

- Encapsulado: es lo que rodea a la oblea de silicio en sí, para darle consistencia, impedir su deterioro (por ejemplo, por oxidación por el aire) y permitir el enlace con los conectores externos que lo acoplaran a su zócalo de la placa base.
- Memoria caché: es una memoria ultrarrápida que emplea el procesador para tener alcance directo a ciertos datos que «predeciblemente» serán utilizados en las siguientes operaciones, sin tener que acudir a la memoria RAM, reduciendo así el tiempo de espera para adquisición de datos. Todos los micros compatibles con PC poseen la llamada caché interna de primer nivel o L1; es decir, la que está dentro del micro, encapsulada junto a él. Los micros más modernos (Core i3, Core i5, core i7, etc) incluyen también en su interior otro nivel de caché, más grande, aunque algo menos rápida, es la caché de segundo nivel o L2 e incluso los hay con memoria caché de nivel 3, o L3.
- Coprocesador matemático: unidad de coma flotante. Es la parte del micro especializada en esa clase de cálculos matemáticos, antiguamente estaba en el exterior del procesador en otro chip. Esta parte está considerada como una parte «lógica» junto con los registros, la unidad de control, memoria y bus de datos.
- Registros: son básicamente un tipo de memoria pequeña con fines especiales que el micro tiene disponible para algunos usos particulares. Hay varios grupos de registros en cada procesador. Un grupo de registros está diseñado para control del programador y hay otros que no son diseñados para ser controlados por el procesador pero que la CPU los utiliza en algunas operaciones, en total son treinta y dos registros.
- Memoria: es el lugar donde el procesador encuentra las instrucciones de los programas y sus datos. Tanto los datos como las instrucciones están almacenados en memoria, y el procesador las accede desde allí. La memoria es una parte interna de la computadora y su función esencial es proporcionar un espacio de almacenamiento para el trabajo en curso.
- Puertos: es la manera en que el procesador se comunica con el mundo externo. Un puerto es análogo a una línea de teléfono. Cualquier parte de la circuitería de la computadora con la cual el procesador necesita comunicarse, tiene asignado un «número de puerto» que el procesador utiliza como si fuera un número de teléfono para llamar circuitos o a partes especiales.

Operaciones

Desde el punto de vista lógico, singular y funcional, el microprocesador está compuesto básicamente por: varios registros, una unidad de control, una unidad aritmético lógica, y dependiendo del procesador, puede contener una unidad de coma flotante.

El microprocesador ejecuta instrucciones almacenadas como números binarios organizados secuencialmente en la memoria principal. La ejecución de las instrucciones se puede realizar en varias fases:

- Prefetch, prelectura de la instrucción desde la memoria principal.
- Fetch, envío de la instrucción al decodificador
- Decodificación de la instrucción, es decir, determinar qué instrucción es y por tanto qué se debe hacer.
- Lectura de operandos (si los hay).
- Ejecución, lanzamiento de las máquinas de estado que llevan a cabo el procesamiento.
- Escritura de los resultados en la memoria principal o en los registros.

Cada una de estas fases se realiza en uno o varios ciclos de CPU, dependiendo de la estructura del procesador, y concretamente de su grado de segmentación. La duración de estos ciclos viene determinada por la frecuencia de reloj, y nunca podrá ser inferior al tiempo requerido para realizar la tarea individual (realizada en un solo ciclo) de mayor coste temporal. El microprocesador se conecta a un circuito PLL, normalmente basado en un cristal de cuarzo capaz de generar pulsos a un ritmo constante, de modo que genera varios ciclos (o pulsos) en un segundo. Este reloj, en la actualidad, genera miles de megahercios.

En conclusión, el procesador se encarga de recolectar los datos suministrados por el usuario, traducirlos a lenguaje de máquina y dictar las órdenes necesarias a otros dispositivos del CPU, para que se finalice la tarea que ha seleccionado el usuario, es como el cerebro o el punto central del ordenador. Sin el procesador, sencillamente, el ordenador no funcionaría tal cual como lo conocemos, ya que habría que utilizar válvulas y tubos, que elevarían enormemente el tamaño del equipo, al tamaño de los primeros ordenadores, que eran verdaderos gigantes con poca velocidad de procesamiento de datos.

Conclusiones

Cuando decimos "accionado" quiere decir que cambia de posición comparándola cuando su posición era en reposo. Imaginemos un interruptor que su posición en reposo es abierto. Su estado sería 0. Si ahora le pulsamos y le cambiamos la posición, su nueva posición ahora sería un interruptor cerrado, y su nuevo estado sería 1. Podría ser al revés. Imagina que el interruptor está cerrado en reposo, pues el estado en reposo sería igualmente 0, pero el interruptor, en este caso para el estado 0 sería un interruptor cerrado y no abierto como antes. En el caso de los elementos de entrada los valores 0 y 1 no están asociados a que estén abiertos o cerrados, sino al cambio de estado de reposo a presionado o activado.

El estado solo quiere decir si el interruptor o pulsador se ha pulsado o no. Pulsado estado 1, sin pulsar estado 0. Cuando es un elemento de salida, por ejemplo, un motor o una lámpara, si están funcionando su estado sería 1 y si no están funcionando su estado sería 0.