CAPÍTULO 1

Circuitos combinacionales

Problema 1.1 En el código de Hamming los bits $b_7\ b_6\ b_5\ b_3$ corresponden al código BCD. El bit b_1 es el bit de paridad par de b_3, b_5 y b_7. El bit b_2 lo es de b_3, b_6 y b_7 y el bit b_4 de b_5, b_6 y b_7.

Corrija el error producido al recibir en código Hamming los siguientes números indicando qué número decimal es el correcto:

(a) 0110010 (b) 0101010 (c) 1001111 (d) 1011100

Problema 1.2 Los siguientes números vienen dados en complemento a 2.

(a) 10110011	(b) 01110101	(c) 10001011
(d) 00111100	(e) 10001000	(f) 01010101
(g) 11001010	(h) 11011100	(i) 01110011

Conviértalos a decimal con signo y magnitud.

Realice las operaciones siguientes utilizando los números en complemento a dos e indicar en qué casos el resultado de 8 bits no es válido y por qué.

a + e, b − f, g − c, d + h, b − c, b + c

Problema 1.3 En la conexión de dos equipos se transmiten datos en paralelo de 4 bits junto con el código detector de error.

Diseñe, por una parte, el circuito capaz de generar dicho código en el transmisor y, por otra, el circuito encargado de detectar el error en el receptor, explicando brevemente su funcionamiento.

Problema 1.4 Diseñe un circuito que corrija el dato recibido en una transmisión de números BCD de 4 bits. Establezca el código corrector de errores que debe acompañar a cada dígito en la transmisión. El circuito diseñado debe dar siempre el dato correcto y una señal E que con un 0 indica que el número se había recibido incorrectamente y que ha sido corregido.

Problema 1.5 Diseñe un restador binario de 8 bits que realice A–B ó B–A en función de una señal de control (C), utilizando el sumador 74283 y las puertas lógicas necesarias. Tanto A como B están en complemento a 2 y pueden tener cualquier signo.

Obtenga la función que detecte un error en el resultado del restador.

Problema 1.6 Un sistema digital recibe información en forma de palabras de 5 bits (ABCDE) en un código protegido contra errores, de tal forma que cualquier dato que se reciba debe contener 3 y solo 3 bits a 1.

Diseñe un circuito combinacional que proporcione una señal de error activa a nivel bajo cuando se reciba un dato incorrecto. Para ello se utilizará un multiplexor con el mínimo número de entradas y las puertas NOT necesarias.

Problema 1.7 Realice la siguiente función lógica utilizando un multiplexor de 8 a 1 con salida negada y el mínimo número de inversores necesarios.

$$Z = (A + \overline{B} + \overline{D})(\overline{A} + C + D)(A + B + \overline{C} + D).$$

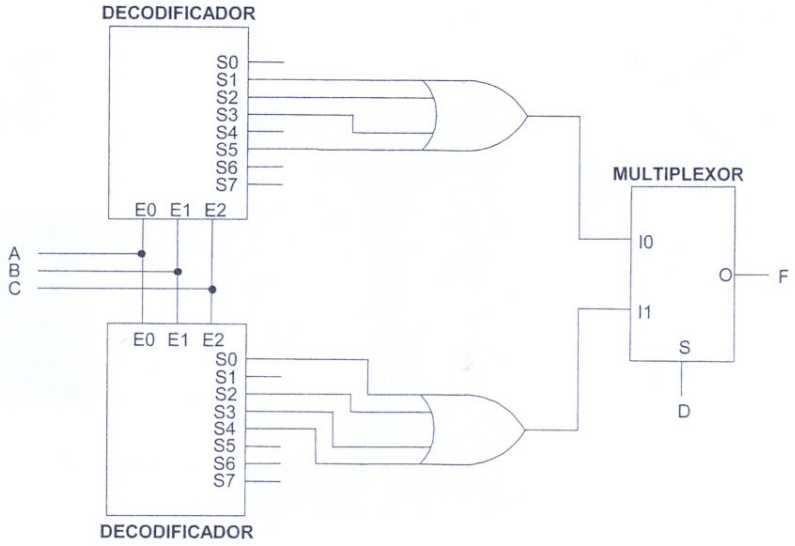
Problema 1.8 Escriba la tabla de verdad de un codificador de prioridad de 8 entradas con Ein, GS y Eout. Diseñe un codificador de prioridad de 10 entradas utilizando el codificador de prioridad de 8 entradas y el mínimo número de puertas AND, OR y NOT necesarias.

Problema 1.9 Diseñe un codificador de prioridad de cuatro entradas (I0, I1, I2 e I3) que disponga de una entrada de habilitación (E) y una salida de control (G) que indique si la salida de datos es correcta o no. Las señales de control serán activas a nivel bajo. Tanto las entradas como las salidas de datos (O0 y O1) serán activas a nivel alto.

La comunicación entre una serie de periféricos y un ordenador se realiza mediante un sistema de prioridades. Para atender el periférico de mayor prioridad se utiliza un sistema de codificadores de prioridad, indicando al ordenador el código binario de dicho

periférico. Utilizando el codificador de prioridad anterior, diseñe el sistema de prioridades del ordenador para seis periféricos mediante dos codificadores de prioridad y el mínimo número de puertas lógicas necesarias.

Problema 1.10 Analice el circuito de la figura y obtenga la función $F(A,B,C,D)$ de salida simplificada.



Problema 1.11 Diseñe un conversor BINARIO-BCD con 5 entradas en binario y 5 salidas en BCD.

Diseñe también un sumador de dos números binarios de 4 bits con salida en BCD, utilizando exclusivamente convertidores BINARIO-BCD como los diseñados y sumadores binarios de 4 bits (con C_{in} y C_{out}).

Problema 1.12 Se dispone de dos termómetros A y B. Cada uno de ellos entrega una señal binaria de 4 bits (A3 A2 A1 A0 y B3 B2 B1 B0). Los dos termómetros no siempre dan las mismas temperaturas, por lo que se debe realizar un circuito que realice 4 funciones definidas por las señales de control C1 y C0 según la siguiente tabla.

C1	C0	Función
0	0	Media redondeada por defecto
0	1	Temperatura mínima
1	0	Temperatura máxima
1	1	Media redondeada por exceso

Material disponible para el diseño del circuito:

- ► 1 CI 74283 Sumador binario de 4 bits.
- ► 2 CI 74153 Multiplexor doble 4:1
- ► 1 CI 7485 Comparador binario de 4 bits
- ► Puertas lógicas (las menos posibles)

Problema 1.13 Diseñe un multiplexor de dos datos de 4 bits a un dato de 4 bits utilizando buffers triestado y el mínimo número de puertas.

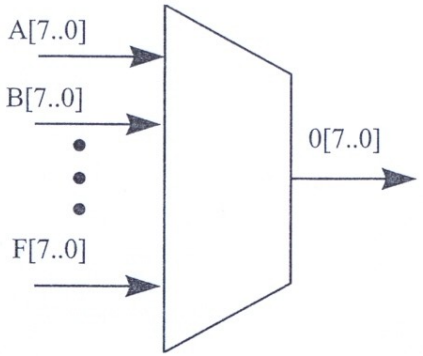
Problema 1.14 En un sistema microprocesador se necesita diferenciar los siguientes rangos de direcciones binarias (A5-A0):

000000-000011	010000-010011	100100-100111	110100-110111
000100-000111	010100-010111	101000-101011	111000-111011
001000-001011	011000-011011	101100-101111	111100-111111
001100-001111	011100-100011	110000-110011	

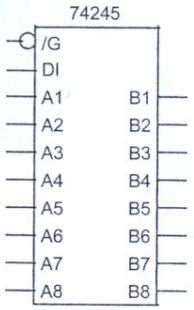
Se pide:

1. Diseñar un decodificador de 3 a 8 con señal de habilitación (activa por nivel bajo). El nivel activo de las salidas deberá corresponder con el 0.
2. Utilizando dos decodificadores como el diseñado y dos puertas lógicas, diseñar un circuito capaz de diferenciar los rangos de direcciones indicados activando una señal diferente para cada rango con nivel lógico bajo.

Problema 1.15 A partir de un multiplexor de 2 a 1 (bit) realice un multiplexor que permita seleccionar una de 6 entradas de datos de 8 bits, tal y como se muestra en la siguiente figura:



Problema 1.16 Utilizando buffers con salida triestado y el mínimo número de puertas, diseñe un buffer bidireccional con salidas triestado como el que aparece en la siguiente figura y cuyo funcionamiento queda definido mediante la tabla adjunta.



/G	DIR	OPERACION
L	L	Datos del bus B al bus A
L	H	Datos del bus A al bus B
H	X	Buses en alta impedancia

Problema 1.17 Realice un circuito que calcule la media de dos números binarios de 8 bits utilizando sumadores completos y el mínimo número de puertas elementales. Una señal denominada DEFECTO indicará a este circuito a nivel alto si el resultado de la media es por defecto, y a nivel bajo si el resultado de la media es por exceso.

Problema 1.18 Una pequeña empresa tiene 10 acciones distribuidas entre 4 accionistas con el siguiente reparto: A tiene 1 acción, B tiene 2 acciones, C tiene 3 acciones y D tiene 4 acciones.

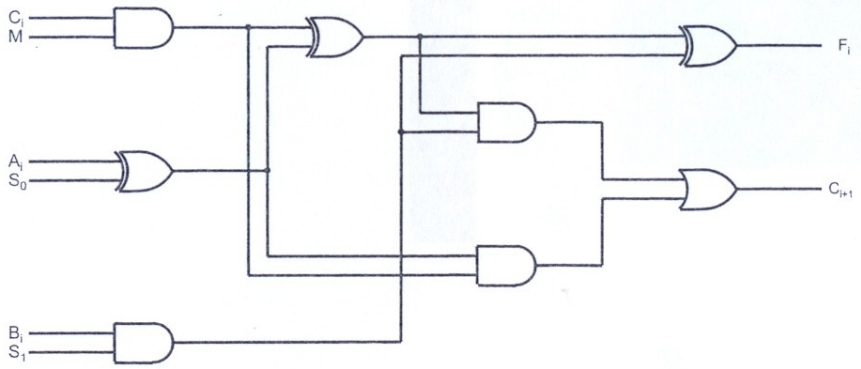
Cada una de estas acciones significa un voto para su propietario. En las juntas de accionistas cada uno de ellos tiene un interruptor que enciende cuando vota a favor y apaga cuando vota en contra. Utilizando exclusivamente el multiplexor más pequeño

posible, diseñe un circuito que indique con nivel alto que más de la mitad de los votos están a favor de una determinada moción.

Problema 1.19 Construya un sumador completo utilizando el circuito integrado 74HC153 y los inversores mínimos necesarios. Plantee la arquitectura general de un sumador de *n* bits basado en el bloque diseñado anteriormente. ¿De qué tipo es este último sumador?

Problema 1.20 Establezca la estructura de bits y las funciones lógicas necesarias para utilizar código Hamming en una comunicación de 6 bits.

Problema 1.21 Analice la funcionalidad del siguiente circuito que realiza funciones aritméticas y lógicas. Establezca la tabla de verdad y qué tipo de función realiza en cada momento. ¿Cuándo realiza funciones aritméticas y por qué?



Problema 1.22 Un sistema de alarma está controlado por un circuito electrónico al que llegan cinco entradas de diferentes sensores de circulación de fluido procedentes de otras tantas tuberías de llenado de un depósito. Cada uno de los sensores se activa cuando se detecta que por la tubería está circulando un determinado fluido. El valor de caudal es específico para cada una de las tuberías y está distribuido de la siguiente forma:

- Tubería A: 25 litros/s
- Tubería B: 10 litros/s
- Tubería C: 18 litros/s
- Tubería D: 22 litros/s
- Tubería E: 14 litros/s

La alarma se debe activar cuando el conjunto de los sensores indican que están circulando más de 34 litros/s. Se pide diseñar la tabla de verdad del sistema, obtener la ecuación simplificada del circuito en forma de suma de productos y dibujar el circuito resultante.

Problema 1.23 Dibuje el esquema electrónico de un sumador de 3 bits con llevada anticipada a partir de puertas lógicas elementales. Indique, para cada etapa, las variables G, P, S y C. Diseñe el esquema electrónico en el que se conecta este sumador a un display de 7 segmentos por medio de un conversor de código, indicando la tabla de verdad de dicho conversor. ¿Hay alguna limitación en la representación?

Problema 1.24 Realice las siguientes operaciones teniendo en cuenta que se utiliza complemento a dos para la representación de números con signo. Indicar y razonar qué resultados son erróneos teniendo en cuenta que las operaciones se realizan con registros de 8 bits.

01101101 + 11100110
00100010 + 10101010
11000001 + 10111001
10100010 + 11101110
01001010 + 00101010
01001100 + 01010100

Diseñe un circuito que detecte cuándo se produce error en la suma aritmética con números con signo, analizando previamente los posibles casos.

Problema 1.25 Diseñe un codificador de prioridad de 4 entradas con salida en código binario. El codificador debe disponer de una entrada de habilitación y dos salidas, una que indica que hay alguna entrada activa (grupo seleccionado, GS) y otra que habilita un codificador de menor prioridad (Eo). Diseñe un codificador de 5 entradas utilizando el diseño anterior como un bloque y la lógica necesaria para que el conjunto mantenga una señal GS y la salida en código binario.

Problema 1.26 El código BCD ponderado que más se utiliza es el BCD natural, en el cual los pesos de los distintos bits coinciden con el código binario natural, es decir, 8-4-2-1. Utilizando el mínimo número de multiplexores de 4 entradas, diseñe un circuito que indique a nivel alto cuándo un número de 4 bits no se corresponde con el código BCD. Para ello, realice los siguientes pasos:

1. Obtenga la tabla de verdad del circuito.
2. Dibuje el esquema electrónico utilizando los multiplexores.
3. Indique las ecuaciones minimizadas del circuito en forma de suma de productos y de producto de sumas.