

## Problemas del tema 1

1. Dados los números  $A=(36)_{10}$  y  $B=(54)_{10}$
- Determine el número de bits mínimo para representar A y B usando el convenio de complemento a 2.
  - Realice las operaciones  $A+B$  y  $A-B$  usando aritmética en complemento a 2. En cada caso indique razonadamente si se produce desbordamiento.
  - Expresar el resultado de  $A-B$  usando el convenio de complemento a 2 y codificación hexadecimal con 8 bits.

2. Dados siguientes números donde A y B están representados en hexadecimal, C y D en octal, E y F en binario:

$$A=FF; B=C2; C=073; D=154; E= 11101000; F= 01111111$$

- Suponiendo que todos están en el convenio de complemento a dos, resuelva las siguientes operaciones, operando en binario y complemento a 2 con 8 bits:  $A+F$ ;  $B-C$ ;  $-E-D$ . Indique si se produce desbordamiento (overflow). Indique el valor decimal del resultado en signo y magnitud para los casos en que no aparezca desbordamiento.
- Suponiendo E representado en complemento a uno, B en signo y magnitud, indique el valor decimal de ambos. Expresar  $E-B$  en BCD mostrando el resultado en magnitud y signo.

3. Sean  $A=00534$  y  $B=55423$  dos números enteros de cinco dígitos expresados en el sistema de base 6 con el convenio de complemento a la base. Operando en el mismo sistema en que están representados los datos, halle:

- El resultado de la operación  $(A-B)$
- El resultado de la operación  $(-A-B)$

Expresar los resultados en el mismo sistema y convenio que los datos.

4. Suponiendo que los siguientes números están en complemento a dos y expresados en hexadecimal, resuelva las siguientes operaciones (operando en complemento a 2):  $FF + 14$ ,  $14 - E4$ ,  $0A - F8$ ,  $7F * 0C$ . Indique el valor decimal del resultado en signo y magnitud para los casos en que no se produzca desbordamiento.

## Problemas del tema 2

5. Considere las siguientes funciones:  $f(x,y,z,w) = \sum m(0,3,8,12) + \sum d(11,13)$  y  $g(x,y,z,w) = (\text{NOT}(y) \bullet \text{NOT}(z)) + (x \bullet y \bullet z)$ . Obtenga  $h(x,y,z,w) = f \text{ XOR } g$  como producto de términos suma mínimo.

6. El ayuntamiento de Madrid quiere eliminar el peligro que suponen las fuentes ornamentales los días de fuerte viento para el tráfico que circula por los alrededores, para lo cual ha encargado un sistema digital que cumpla las siguientes especificaciones:

- Sensor de tráfico ( $T1, T0$ ): codificado según la tabla adjunta
- Sensor de viento ( $V1, V0$ ): codificado según tabla adjunta.

Siempre que la fuerza del viento sea alta se apaga la fuente ( $F = 0$ ). Siempre que no haya viento o la fuerza de éste sea pequeña se mantendrá la fuente encendida ( $F = 1$ ). Sólo en el caso de viento moderado y densidad de tráfico

media o alta se apagará la fuente. Escribir la tabla de verdad que refleja el funcionamiento del sistema.

T1	T0	Tráfico
0	0	Bajo
0	1	Medio
1	0	Alto

V1	V0	Fuerza del Viento
0	0	Sin viento
0	1	Pequeña
1	0	Moderado
1	1	Alta

T1	T0	V1	V0	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

**Problemas del tema 3**

6. Sea el circuito  $P(x,y,z)$  que implementa la expresión de conmutación:  $P(x,y,z) = \sum m(0,1,2,3,7)$ . Determine razonadamente si el módulo P constituye un conjunto universal de módulos.

7. Un sistema combinacional tiene dos entradas, X e Y, de un bit cada una. Tiene otra entrada C que determina si Z es igual al mayor de los dos números o al menor (si  $C=0$  Z vale lo mismo que el mayor de X e Y, y si  $C=1$  Z es el menor de X e Y). Obtener la implementación mínima de dos niveles para el circuito usando puertas AND, OR y NOT.

8. Un sistema combinacional tiene dos entradas, X e Y, de un bit cada una. Tiene otra entrada C que determina si Z es igual a la XOR de los dos números o a la OR (si  $C=0$  Z vale  $X \text{ xor } Y$ , y si  $C=1$  Z es  $X + Y$ ). Obtener la implementación mínima de dos niveles para el circuito usando puertas AND, OR y NOT.

9. Un sistema combinacional tiene dos entradas de 2 bits cada una  $X \in \{0,1,2,3\}$  e  $Y \in \{1,2\}$ , y una salida Z que realiza la función:

$$Z = 2 \cdot (X + Y - 1) / Y.$$

Realice la implementación de este sistema utilizando el menor número posible de puertas lógicas NAND.

10. Un sistema combinacional tiene dos entradas  $X \in \{0,1,2,3\}$  e  $Y \in \{1,2,3\}$ , y una salida Z que realiza la función:

$$Z = 2 \cdot X \cdot (Y - 1) / 2.$$

Realice la implementación de este sistema utilizando el menor número posible de puertas lógicas NAND.

**11.** Un sistema combinacional tiene como entrada un número BCD codificado en exceso 3 y una salida Z, de 2 bits. El más significativo vale 1 si la entrada es múltiplo de 3 y el menos significativo si es múltiplo de 4. Obtenga la tabla de verdad del sistema y realice la implementación de este sistema utilizando el menor número posible de puertas NAND.

**12.** Un sistema combinacional tiene como entrada un número BCD codificado en exceso 3 y una salida Z, de 2 bits. Z es el resto de dividir X entre 3. Obtenga la tabla de verdad del sistema y realice la implementación de este sistema utilizando el menor número posible de puertas NAND.

**13.** Se desea diseñar el control de un detector de situaciones de alarma en el hogar. El sistema tiene como entradas: FU (se activa cuando el detector de humos reconoce un fuego), IN (se activa cuando el detector de agua reconoce una inundación), AT (se activa cuando el detector de intrusos identifica movimiento en la terraza) y AP (se activa cuando el detector de intrusos identifica movimiento en la puerta). Las salidas que debe proporcionar el sistema son: PO (llama a la policía) y BO (llama a los bomberos):

- El sistema debe llamar a la policía cuando se detecta movimiento en la terraza o en la puerta pero no hay inundación ni fuego (ya que en estos casos los detectores de movimiento no son fiables)
- El sistema debe llamar a los bomberos cuando se detecte inundación o fuego

Implementar el sistema por medio de un circuito simplificado con dos niveles de puertas NAND.

**14.** Se quiere un diseñar un radar. El sistema recibirá como entrada el ángulo que forma el objeto con la horizontal. Los ángulos se miden en sentido antihorario a partir de las 3 horas con una resolución de 30°. Si un objeto se encuentra en la frontera entre dos cuadrantes se considera que pertenece al mayor de los dos.

La salida del radar estará compuesta por 3 bits (A,B,C):

- A se activa cuando la entrada está en el 1er o en el 3er cuadrante, no se activa en caso contrario.
- B se activa cuando la entrada está entre 0 y 29° o entre 60° y 119 ° o entre 210 y 299°, no se activa en caso contrario.
- C se activa cuando sólo se activa una de las salidas anteriores y sólo una.

Se pide:

a) Obtener la tabla de verdad de A, B, C.

b) Sintetizar la expresión de conmutación de cada una de las salidas del sistema requerido, mediante una red NAND de 2 niveles.

**15.** Un sistema de seguridad para 2 puertas consta de un lector de tarjetas y un teclado. Las salidas del sistema son señales que abren las puertas (P1 y P2) y encienden una alarma (A). Las entradas del sistema funcionan del siguiente modo:

- La entrada del lector de tarjetas (L) puede valer: activación puerta 1 y activación puerta 2.
- El teclado codifica las pulsaciones de las teclas en dos bits (T1T0).

El sistema de seguridad debe comportarse según la siguiente especificación:

- La puerta 1 se abrirá si el lector de tarjetas activa la puerta 1 y el código del teclado es 01, 10 ó 11.
- La puerta 2 se abrirá si el lector de tarjetas activa la puerta 2 y el código del teclado es 01, ó 11.
- La alarma se activará siempre que el código sea incorrecto para la puerta activada.

Conteste las siguientes preguntas:

- a) Especifique las funciones que gobiernan las puertas,  $P1(L,T1,T0)$  y  $P2(L,T1,T0)$ , y la alarma,  $A(L,T1,T0)$ , como suma canónica de productos.
- b) Implementar el circuito lógico para el sistema de seguridad usando un descodificador de tamaño adecuado para las funciones de las puertas ( $P1$  y  $P2$ ) y el menor número de puertas NAND para la alarma ( $A$ ).

**16.** Un sistema para el control de un paso a nivel de la vía férrea Madrid-Segovia tiene tres salidas: B indica si la barrera del paso a nivel está bajada o subida, y las otras dos indican si está verde o rojo el semáforo que permite pasar trenes en cada uno de los dos sentidos (si  $P_m$  es 1 pasan trenes desde Madrid y si  $P_s$  es 1 pasan trenes desde Segovia). El sistema debe garantizar que sólo pasa un tren a la vez y nunca está subida la barrera cuando pasa un tren.

El sistema tiene como entrada dos conjuntos de tres variables: las variables  $M_t$ ,  $M_m$  y  $M_r$  valen 1 cuando viene un talgo procedente de Madrid, viene un mercancías procedente de Madrid y cuando el tren que viene de Madrid está retrasado respectivamente (sólo vale 1 si viene algún tren y además está retrasado). Las variables  $S_t$ ,  $S_m$  y  $S_r$  tienen el mismo significado pero para los trenes procedentes de Segovia.

El funcionamiento del sistema cuando más de un tren quiere pasar es el siguiente: si sólo uno de los trenes lleva retraso pasa ese en primer lugar y espera el otro. En caso contrario, si sólo uno de los trenes es talgo, el talgo pasa primero; si ninguno es talgo, pasa primero el que va a Madrid y si ambos son talgo, primero pasa el que viene de Madrid.

Obtener una especificación binaria del sistema.

#### Problemas del tema 4

**17.** Dadas las siguientes funciones de conmutación, donde  $a$  es la variable de mayor peso:

$$f(a,b,c,d)=\sum m(0,1,6,7,9,13)$$

$$g(a,b,c,d)=\sum m(0,3,5,6,8,11,13,14)$$

$$h(a,b,c,d)=\sum m(4,5,6,7,9,11,12,14)$$

- a) Impleméntalas con el mínimo número posible de puertas NAND.
- b) Impleméntalas utilizando un decodificador 4 a 16 y puertas lógicas.
- c) Impleméntalas con una ROM de tamaño mínimo.
- d) Impleméntalas utilizando multiplexores de 4 a 1 y el mínimo número de puertas.

**18.** Dadas las siguientes funciones de conmutación:

$$Z1(x_3, x_2, x_1, x_0) = \sum m(1, 2, 3, 12, 14) + \sum d(6, 9, 10, 15)$$

$$Z0(x_3, x_2, x_1, x_0) = \sum m(0, 1, 3, 11) + \sum d(5, 7, 8).$$

Diseñe el sistema:

- Con un decodificador y las puertas lógicas necesarias.
- Con multiplexores de 4 a 1 y las puertas lógicas necesarias. Use las variables  $x_2 x_1$  como variables de control del multiplexor.
- Con un PAL de tamaño mínimo.

**19. Implemente la FC**

$$f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \sum m(1, 4, 5, 6, 13) + \sum d(7, 15)$$

utilizando:

- Un multiplexor de 4 a 1 e inversores.
- Un multiplexor de 8 a 1.
- Un decodificador y las puertas necesarias.

**20. Se desea implementar un conversor de números de 8 bits en binario puro a números en BCD mediante una memoria ROM:**

- Determine el tamaño mínimo necesario de la memoria, y el esquema de implementación. Indicando claramente el significado de las líneas de direcciones y salida de la ROM.
- Obtenga el contenido de la ROM para las palabras de dirección  $(41)_{10}$  y  $(2F)_{16}$

**21. Un sistema combinacional recibe como entrada un dígito decimal codificado en BCD. El sistema genera 2 salidas R y C, siendo C el cociente de dividir el dígito entre 3 y R el resto de dividir el dígito entre 3. Diseñe el sistema usando un PAL de tamaño mínimo.**

**22. Diseñar un circuito combinacional que reciba como entrada un número binario de 4 bits y genere dos salidas H y Z, de manera que H valga 1 cuando el número sea múltiplo de 5 y Z valga 1 cuando el número sea múltiplo de 3. Implementar el circuito usando un decodificador de 3 a 8 y las puertas lógicas necesarias**

**23. Un sistema combinacional recibe como entrada un número entero de 4 bits representado en el convenio de Signo-Magnitud y produce como salida el mismo número representado en el convenio de Complemento a 2. Se pide:**

- Hallar la tabla de verdad de las salidas.
- Implementar el sistema usando multiplexores de 4 a 1 (uno para cada salida) y el mínimo número de puertas lógicas.
- Implementar el sistema usando un PAL de tamaño mínimo.

**24. A los lados de un río hay un hombre (H), un Lobo (L), una oveja (V) y una col (C). El hombre no está hambriento, luego no tiene la menor intención de comer nada, pero además tampoco permite que ninguno de los demás coma. El lobo y la oveja sí que están hambrientos, pero el lobo (exclusivamente carnívoro) no podrá comerse a la oveja si el hombre está en su misma orilla y lo mismo le sucederá a la oveja (exclusivamente vegetariana) con la col (la col obviamente no comerá). Se pide:**

- a) Hallar la tabla de verdad de la función  $F_c(H,L,V,C)$  sabiendo que debe valer 1 si alguien ha comido a alguien o a algo y 0 en caso contrario. Sugerencia: codificar las variables con 1 para la orilla izquierda y 0 para la derecha.
- b) Materializar la función mediante un multiplexor de 3 entradas de selección y todas las puertas lógicas que se consideren necesarias.

**25.** Se desea implementar el mecanismo de control y aviso de una presa. El sistema tiene una entrada L que indica la cantidad de lluvia que está cayendo (ver tabla). Además tiene dos entradas que son dos sensores, uno a mitad de la presa M, que será igual a 1 cuando la presa esté completa al 50% o más. Y otro R, que será igual a 1 cuando el 90% de la presa o más esté completa. Se desea implementar un sistema de alarma con una salida A codificada (según tabla). Siempre que el nivel de la presa esté por debajo de la mitad y la lluvia no sea fuerte estaremos en alerta amarilla, y en caso de lluvia fuerte estaremos en el alerta naranja. Siempre que el nivel este por encima del 50% pero por debajo del 90% estaremos en alerta naranja si y sólo si la lluvia es moderada o fuerte, en cualquier otro caso estaremos en alerta amarilla. Siempre que el nivel esté por encima del 90% y haya lluvia estaremos en el alerta roja, si no, estaremos en alerta naranja. Además el sistema tiene un tiene una salida C que será igual a 1 cuando las compuertas de la presa estén abiertas, estas compuertas se abrirán siempre que estemos en las condiciones de la entrada que generan alerta roja, se abrirán también siempre que estemos por encima del 50%, con condiciones de alerta naranja y haya lluvia. Además en caso de que los sensores de nivel de la presa den señales inconsistentes se abrirán las compuertas y se fijará el nivel de alerta a amarillo.

- a) Escribir la tabla de verdad que describe el sistema.
- b) Implementar la salida C utilizando sólo puertas NAND.
- c) Implementar la salida  $A_0$  utilizando un multiplexor de 4 a 1 y las puertas lógicas necesarias.
- d) Implementar  $A_1$  utilizando sólo un descodificador y una puerta OR.

Entrada	$L_1L_0$
No llueve	00
Débil	01
Moderado	10
Fuerte	11

Salida	$A_1A_0$
Amarilla	01
Naranja	10
Roja	11

**26.** En un restaurante de la compañía FAST-FOOD se elaboran distintos platos de comida a partir de los componentes: ensalada de lechuga (E), patatas fritas (F), pescado (P) y carne (C). Estos componentes pesan 100, 150, 250 y 200 gramos, respectivamente. Las comidas se transportan por medio de una banda hasta una báscula. Si el peso indicado en la báscula es más de 350 gramos, entonces el cliente deberá pagar 3 euros de suplemento. No es posible que lleguen a la báscula ni platos vacíos, ni platos que sólo contengan ensalada y patatas, ni platos que contengan pescado y carne. Todas las demás combinaciones sí pueden llegar hasta la báscula.

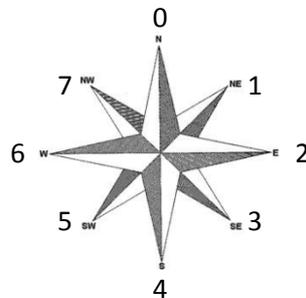
El sistema tiene 2 salidas: Suplemento (S), que vale 1 cuando debe pagar suplemento, y Báscula (B), que indica el peso del plato medido por la báscula.

Nota: la báscula mide de 50 en 50 gramos. Por ejemplo, si un plato pesa 300gr la salida Báscula vale 6.

Se pide:

- Obtenga la tabla de verdad de la salida S, que calcula el suplemento y de la salida B, que indica el peso.
- Minimice S haciendo uso de las condiciones irrelevantes. Realice el circuito mediante inversores y puertas NAND.
- Implemente el bit menos significativo de B con un multiplexor de 4 a 1 y los demás con un decodificador. Se puede usar el mínimo número de puertas lógicas en cada caso.

**27.** Se desea diseñar un sistema que descodifique el rumbo de un barco. El sistema recibe el rumbo actual por cuatro entradas, N, S, E y W, que se activan cuando el barco lleva el rumbo correspondiente, de manera que, por ejemplo, la entrada NSEW=1010 se corresponde con el rumbo noreste (NE). Si todas las entradas valen cero la salida apunta al norte (N). La salida del sistema debe mostrar el rumbo de la siguiente forma codificado en binario puro:



- Especifique el sistema mediante una tabla de verdad y obtenga las expresiones de conmutación simplificadas como suma de productos.
- Implemente el sistema usando un multiplexor 8 a 1 para el bit más significativo, un multiplexor 4 a 1 para el siguiente bit y un decodificador para el resto. Se pueden usar puertas lógicas si es necesario.
- Implemente el sistema usando una PAL o una PLA.

**28.** Un sistema combinacional para controlar el aparcamiento de una empresa de transportes tiene 4 entradas y 3 salidas. Las entradas indican las características del vehículo: C (1=Camión; 0=Furgoneta), F (1=Aislamiento con cámara frigorífica; 0=Aislamiento convencional), R (1 = Remolque mayor de 5 metros de longitud; 0=Remolque reducido o no remolque), P (1=mercancías peligrosas; 0=mercancías convencionales). Las salidas indican la seguridad, lugar de aparcamiento y turno en función de estas características descritas: Z (1=Zona amplia; 0=Zona convencional), S (1=Seguridad reforzada; 0=Seguridad convencional). T (1=Turno de salida prioritario, 0=Turno de acuerdo al programa). Las condiciones que debe de cumplir el sistema son las siguientes:

- Los vehículos pesados (camiones con o sin remolque y furgonetas con remolque mayor de 5 metros) se aparcan en zona amplia siempre que no transporten mercancías peligrosas. El resto en zona convencional.
- Para los vehículos que transporten mercancías peligrosas la seguridad se verá reforzada. También si el vehículo considerado es un camión y

lleva un remolque mayor de 5 metros, además de cámara frigorífica. El resto llevará seguridad convencional.

- Todos los vehículos cuya seguridad esté reforzada, estén aparcados en zona convencional y tengan cámara frigorífica saldrán de forma prioritaria. El resto de vehículos saldrá de acuerdo al programa.

Se pide:

- a) Obtenga una especificación del sistema en forma de tabla de verdad.
- b) Obtenga la implementación como suma de productos mínima.
- c) Implemente el sistema usando multiplexores 4 a 1 y puertas lógicas. Use como variables de control C y F.

**29.** Un operador de avionetas para rutas turísticas desea instalar un climatizador inteligente, para lo cual añade a los aeroplanos un sistema de calefacción (C) y un sistema de refrigeración (R) y los siguientes sensores: un sensor de temperatura (T) con la codificación que muestra la tabla, un altímetro que indica si la altura es superior a 350 metros (A = 1) y un interruptor que enciende la calefacción (I=1). El operador encarga al fabricante las siguientes especificaciones:

- La calefacción se encenderá automáticamente cuando haya temperaturas inferiores a 15° y el altímetro sea superior a 350 metros.
- La refrigeración se encenderá automáticamente cuando haya temperaturas superiores a 25° si el avión vuela con una altura inferior a 350 metros.
- El interruptor de calefacción deshabilita la refrigeración (en su caso) y enciende la calefacción si la temperatura es inferior a 25°.

Temperatura	Menos de 5°	De 5° a 15°	De 16° a 25°	Más de 25 °
T	00	01	10	11

- a) Halle la tabla de verdad que describe el funcionamiento del circuito.
- b) Implemente el sistema utilizando el menor número posible de puertas NAND.
- c) Implemente el sistema usando un multiplexor 4 a 1 para C y otro para R. Use las puertas necesarias en cada caso.

**30.** Diseñar un sistema inteligente que controla el encendido de las luces de los semáforos de un cruce entre una avenida y una calle. El sistema recibe como entradas el valor de cuatro señales (A, B, C, D) que indican lo siguiente:

- A: pasan coches por la avenida,
- B: quieren pasar peatones por la calle,
- C: quieren pasar peatones por la avenida,
- D: pasan coches por la calle

El sistema tiene además un interruptor general, E, que permite o no su funcionamiento: si E vale 0 el sistema funciona y si vale 1 el sistema no funciona.

El sistema de control debe generar tres salidas: avenida, calle e intermitente.

- Cuando la salida avenida vale 1, se pone el semáforo de la avenida en rojo; cuando la salida calle vale 1, se pone en rojo el semáforo de la

calle y, cuando intermitente está activo, se ponen intermitentes ambos semáforos.

- El semáforo de la calle se pone rojo si pasan coches por la avenida o si quieren pasar peatones por la calle y no quieren pasar peatones por la avenida.
- El semáforo de la avenida se pone rojo si no pasan coches por la avenida o si quieren pasar peatones por la avenida y no por la calle.
- Ambos semáforos se ponen intermitentes si pasan coches por la calle y no quieren pasar peatones por la calle o si no pasan coches por la calle y o bien quieren pasar peatones por la calle y por la avenida o bien si no quieren pasar peatones por la avenida pero pasan coches por la avenida.

Realizar el diseño:

- con multiplexores de 4 a 1 y el mínimo número de puertas lógicas.
- con una PLA de las dimensiones adecuadas.

**31.** Obtener razonadamente una especificación de un sistema para controlar la temperatura de una sala de computadores. El sistema tiene las siguientes entradas:

$$Verano = \begin{cases} 1 & \text{verano} \\ 0 & \text{invierno} \end{cases}$$

$$Día = \begin{cases} 1 & \text{día} \\ 0 & \text{noche} \end{cases}$$

Temperatura °C	t <sub>1</sub> t <sub>0</sub>
de 5 a 14°	00
de 15 a 24°	01
de 25 a 34°	11
de 35 a 44°	10

Además el sistema tiene una entrada que indica si debe funcionar en modo ahorro de energía o no.

$$Ahorro = \begin{cases} 1 & \text{ahorro} \\ 0 & \text{no} \end{cases}$$

El sistema tiene dos salidas. Una enciende el aire acondicionado y otra enciende la calefacción. La salida Enfriar sólo puede valer 1 en verano y la salida Calentar sólo en invierno.

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

- Si está en modo ahorro de energía sólo enfría si  $T \geq 35^\circ$  y sólo calienta si es de día y  $T < 15^\circ$ .
  - Si no está en modo ahorro de energía, el sistema debe garantizar que la temperatura se mantiene entre 5 y  $34^\circ$  por la noche y entre 15 y  $24^\circ$  por el día.
- Realizar el diseño con multiplexores de 4 a 1 y el mínimo número de puertas lógicas. Se puede utilizar la entrada Enable de los multiplexores para simplificar el diseño.
  - Explicar cuales serían las dimensiones de una PLA y una PAL para este diseño.

**32.** Se desea diseñar un sistema combinacional para controlar el motor de un reproductor de cintas de audio. El circuito dispone de 5 entradas y 3 salidas.

Las señales de entrada son las siguientes:

- PL, vale 1 cuando se pulsa el botón de reproducción.
- RE, vale 1 cuando se pulsa el botón de rebobinado.
- FF, vale 1 cuando se pulsa el botón de avance rápido.
- ST, vale 1 cuando se pulsa el botón de parada.
- M es una señal que proviene de un sensor especial de música que detecta música en la actual posición de la cinta.

Las salidas son:

- P, si vale 1 la cinta avanza
- R, si vale 1 se rebobina
- F, si vale 1 se avanza rápido.

Sólo puede haber una salida activa y cuando las 3 valen 0, el motor está parado.

Especificaciones de diseño:

- Si se pulsa el botón de reproducción, el reproductor reproduce la cinta.
- Si estando pulsado el botón de reproducción se pulsa el de rebobinado, el reproductor de cintas rebobinará si estamos en medio de una canción. Si no, reproducirá la cinta
- Si estando pulsado el botón de reproducción se pulsa el de avance rápido, el reproductor de cintas avanzará rápido si estamos en medio de una canción. Si no, reproducirá la cinta
- Si se presiona el botón de avance rápido o el de rebobinado estando el botón de reproducción sin apretar, el reproductor rebobinara o avanzara rápido.
- Si se pulsa el botón de parada, se detiene el reproductor de cintas

Se pide:

- a) Obtener una implementación simplificada con puertas NOT, AND, OR.
- b) Ídem con puertas NAND.
- c) Ídem con multiplexores de 4 entradas y el menor número posible de puertas.

**32.** Sea un sistema que controla el riego automático de un parque. El sistema tiene como entradas las señales E y D que provienen de un reloj-calendario y la señal L que viene de un sensor de lluvia, tales que:

$$E = \begin{cases} 1 & \text{si es verano} \\ 0 & \text{si no es verano} \end{cases} \quad D = \begin{cases} 0 & \text{si es por la mañana} \\ 1 & \text{si es mediodía} \\ 2 & \text{si es por la tarde} \\ 3 & \text{si es por la noche} \end{cases} \quad L = \begin{cases} 1 & \text{llueve} \\ 0 & \text{no llueve} \end{cases}$$

El sistema tiene una única salida Z que vale 1 cuando el riego debe activarse y 0 cuando debe desactivarse. Dicha salida viene determinada de la siguiente manera:

- Si es invierno y mediodía, el riego se activa
- Si es verano, el riego se activa por la mañana, mediodía y noche
- Si llueve, el riego se desactiva

Implemente el sistema utilizando:

- Un decodificador 3 a 8 y las puertas lógicas OR necesarias
- Un multiplexor de 4 a 1 y el menor número de puertas posibles

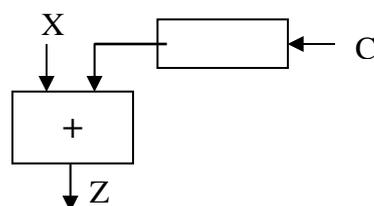
**33.** Un sistema combinacional para controlar una carrera de regatas tiene 4 entradas y 2 salidas. Las entradas indican las características del barco: B (1=extranjero; 0=nacional), E (1=eslora mayor de 8 metros; 0=eslora menor o igual a 8 metros), M (1=manga mayor de 5 metros; 0=manga menor o igual a 5 metros), S (1=equipamiento superior; 0=equipamiento convencional). Las dos salidas indican la categoría en la que participa el barco en función de sus características: C (1=clase I; 0=clase II), I (1=instrucciones de tipo A; 0=instrucciones de tipo B). Para organizar a los barcos se usan las siguientes condiciones:

- Los barcos de bandera extranjera y eslora mayor de 8 metros navegan en Clase II junto a los de bandera española. Los demás navegan en Clase I.
- Para los barcos pertenecientes a Clase II el conjunto de instrucciones depende del tipo de equipamiento: los barcos con equipamiento superior usan el conjunto de instrucciones A, mientras que los de equipamiento convencional usan el conjunto de instrucciones B.
- Todos los barcos de Clase I usan el conjunto de instrucciones B, salvo que tengan una manga mayor de 5 metros o equipamiento superior, en cuyo caso usan el conjunto de instrucciones A.

Se pide:

- Obtenga una especificación del sistema en forma de tabla de verdad.
- Obtenga la implementación como suma de productos mínima.
- Implemente el sistema usando un decodificador y puertas lógicas.

**34.** Un sistema combinacional recibe una entrada X de 4 bits y genera una salida Z de 4 bits. Tanto la entrada como la salida son números binarios con signo en complemento a 2. El sistema tiene otra entrada de control C que determina la función del sistema de acuerdo con la siguiente tabla:



C	Z
0	X+1
1	X+2
2	X-1
3	X-2

Diseñe el circuito de acuerdo con el diagrama de la figura usando un sumador binario de 4 bits, multiplexores e inversores únicamente. Se valorará que el número de multiplexores sea el menor posible y que su tamaño sea lo menor posible.

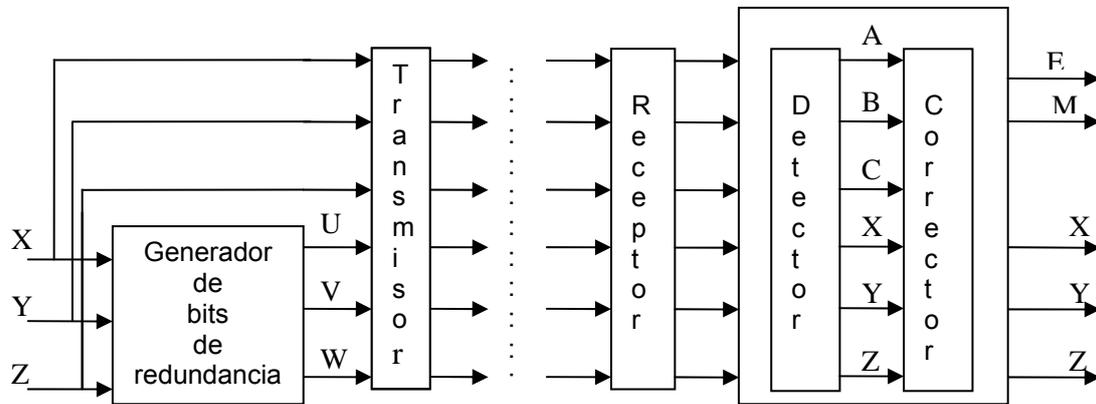
**35.** Se desea realizar un transmisor/receptor con detección y recuperación de errores. Para la transmisión de una palabra de 3 bits con detección y corrección de un error es necesario introducir una redundancia de tres bits de paridad, ya

que para un solo bit de datos se requieren dos bits de comprobación. De esta manera, siendo U, V y W los bits de comprobación (redundancia) y X, Y y Z los bits de información, la palabra que se envía es: UVXYZ. Los bits de redundancia los se generan de la siguiente manera:

$$U = X \text{ OR-EX } Y$$

$$V = X \text{ OR-EX } Z$$

$$W = Y \text{ OR-EX } Z$$



En recepción se realiza la siguiente comprobación:

- Si  $U \neq X \text{ OR-EX } Y$ ; el bit A vale 1
- Si  $V \neq X \text{ OR-EX } Z$ ; el bit B vale 1
- Si  $W \neq Y \text{ OR-EX } Z$ ; el bit C vale 1

De manera, que:

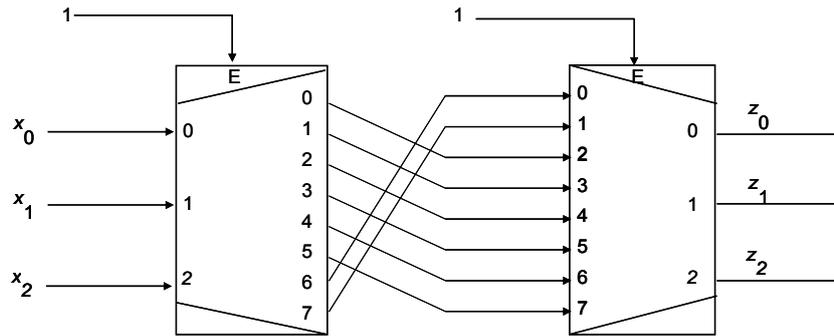
- Si  $A = B = C = 0$  no se ha producido error.
- Si sólo uno de los bits A, B o C vale 1, se ha producido error en el bit de redundancia correspondiente (si  $A = 1$ , el bit que ha cambiado es U, si  $B = 1$  el bit que ha cambiado es V y si  $C = 1$  el bit que ha cambiado es W).
- Si dos de los bits valen 1, y el otro 0, se ha producido error en un bit de datos (si  $A = B = 1$ , el bit que ha cambiado es X, si  $B = C = 1$  el bit que ha cambiado es Z y si  $C = A = 1$  el bit que ha cambiado es Y).
- Si  $A = B = C = 1$  no se ha producido un error múltiple que no se puede corregir.

Especificar e implementar el Detector/Corrector de errores, de manera que la salida E valga 1 si se han producido errores múltiples (más de 1 error), mientras que las salidas X, Y, Z den la palabra transmitida libre de errores (bien porque no se ha transmitido un error o porque se ha dado un error que se ha logrado corregir). La salida M debe indicar si ha habido recuperación del error.

NOTA: Los bits de comprobación se generan como sigue:

- $A = U \text{ OR-EX } X \text{ OR-EX } Y$
- $B = V \text{ OR-EX } X \text{ OR-EX } Z$
- $C = W \text{ OR-EX } Y \text{ OR-EX } Z$

**36.** Dado el circuito de la figura obtenga la especificación de Z en función de X. Justifique la respuesta.



**37.** Analice el siguiente circuito y obtenga la función de salida como:

- Suma de canónica de productos.
- Producto de términos suma simplificado.

