

# CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DIGITALES

## GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA – TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS

---

### BOLETÍN DE PROBLEMAS 4

---

1.- Indique cuántos bits son necesarios, como mínimo, para representar cada uno de los siguientes números decimales: 50, 1.000, 5.000, 100.000 y 1.000.000.

2.- Determine la magnitud representada por las siguientes representaciones:

- a)  $534_{(8)}$
- b)  $111010_{(2)}$
- c)  $3A_{(16)}$
- d)  $1101,110_{(2)}$
- e)  $23,42_{(8)}$

3.- Represente en la base correspondiente las siguientes magnitudes:

- a) 52 en binario
- b) 38 en hexadecimal
- c) 23 en octal
- d) 41,5 en binario
- e) 12,75 en octal
- f) 125,32 en hexadecimal

4.- Represente la magnitud 6 en los siguientes casos:

- Código Gray asumiendo que se representa el rango [0, 7].
- Código Gray asumiendo que se representa el rango [0, 9].
- Código Gray asumiendo que se representa el rango [0, 15].
- Código BCD.
- Código 7 Segmentos.
- Binario con 7 bits incluyendo bit de paridad par.
- Binario con 7 bits incluyendo bit de paridad impar

5.- Represente todos los dígitos de la base 10 en código Gray. Añade un bit de paridad par a las representaciones de los dígitos del 0 al 5, y un bit de paridad impar al resto.

6.- Obtenga las formas normales en suma de productos y producto de sumas de las siguientes expresiones:

- a)  $F = (AB + AC)AB$
- b)  $F = XY(V + W)[(X + Y)V]$
- c)  $F = X + YZ$

$$d) F = (A + B + C)(D + A) + BC + AC$$

7.- Represente las siguientes funciones mediante tablas de verdad, mapas de Karnaugh, circuitos y código Verilog:

$$a) F = (B\bar{C} + \bar{A}D)(A\bar{B} + C\bar{D})$$

$$b) F = \bar{B}D + \bar{A}B\bar{C} + AC D + \bar{A}BC$$

$$c) F = [(A\bar{B})A][(\bar{A}B)B]$$

$$d) F = A\bar{B} + \bar{C}\bar{D}$$

$$e) F = (AB + AC)AB$$

$$f) F = XY(V + W)[(X + Y)V]$$

$$g) F = X + YZ$$

$$h) F = (A + B + C)(D + A) + BC + AC$$

8.- Obtenga la tabla de verdad de las siguientes expresiones:

$$a) F = WYZ + XY + WY$$

$$b) F = (W + X + Y)(X + Z)(W + X)$$

9.- Determine y exprese en forma de mintérminos y maxtérminos las funciones:

$$a) F_1 + F_2$$

$$b) F_1 \cdot F_2$$

Siendo:

$$F_1 = \Pi(1, 2, 3, 5, 6, 7, 13, 14, 15)$$

$$F_2 = \Sigma(0, 4, 8, 9, 10, 14, 15)$$

Repetir para:

$$a) \text{XOR}(F_1, F_2)$$

$$b) \text{NEXOR}(F_1, F_2)$$

10.- Obtenga los mapas de las siguientes funciones:

$$a) F = \Sigma(5, 6, 7, 12) + d(1, 3, 8, 10)$$

$$b) F = \Pi(10, 13, 14, 15) \cdot d(0, 1, 2, 8, 9)$$

$$c) F = \Sigma(1, 2, 3, 8, 12) + d(17)$$

11.- Escriba las siguientes funciones como suma de mintérminos y producto de maxtérminos:

$$a) F(A, B, C) = A + \bar{B} + C$$

$$b) F(A, B, C) = \overline{(\bar{A} + \bar{B})(B + C)}$$

$$c) F(A, B, C, D) = \overline{(\bar{A}B + BC\bar{D})} + \bar{A}C\bar{D}$$

$$d) F(A, B, C, D) = (\bar{A} + C)D + \bar{B}D$$

$$e) F(X, Y, Z) = \overline{(\bar{X}Y + Z)}(Y + XZ)$$

$$f) F(A, B, C) = \overline{(\bar{A}\bar{B}C + AB\bar{C})}$$

$$g) F(A, B, C) = (A\bar{B} + C(\bar{A} + B))(B + C)$$

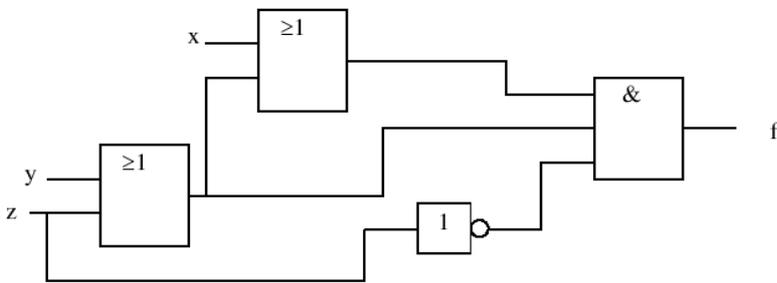
12.- A partir de las tablas de verdad de las siguientes funciones, obtenga las expresiones algebraicas de dichas funciones y los circuitos lógicos que las realizan:

| X | Y | F1 | F2 | F3 |
|---|---|----|----|----|
| 0 | 0 | 1  | 0  | 1  |
| 0 | 1 | 0  | 1  | 1  |
| 1 | 0 | 1  | 1  | 1  |
| 1 | 1 | 0  | 0  | 0  |

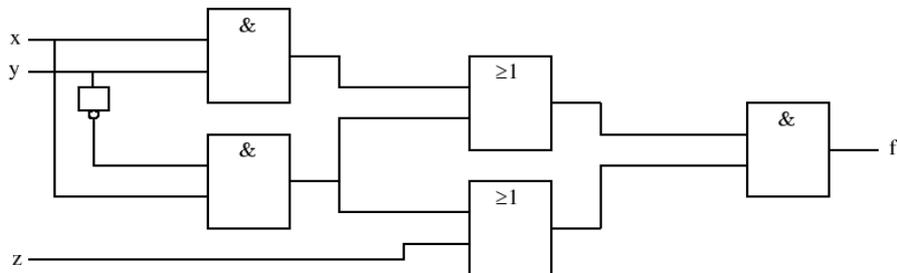
| X | Y | Z | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 |
|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 0 | 0 | 1 | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |
| 0 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 0 | 1 | 1 | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 1 | 0 | 0 | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 1 | 0 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  |
| 1 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  |

13.- Analice los siguientes circuitos:

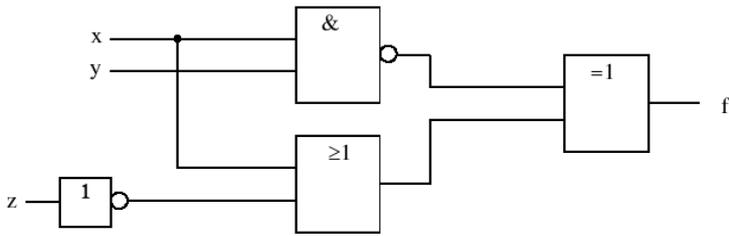
a)



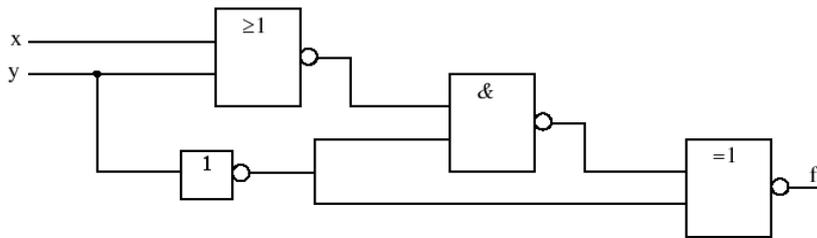
b)



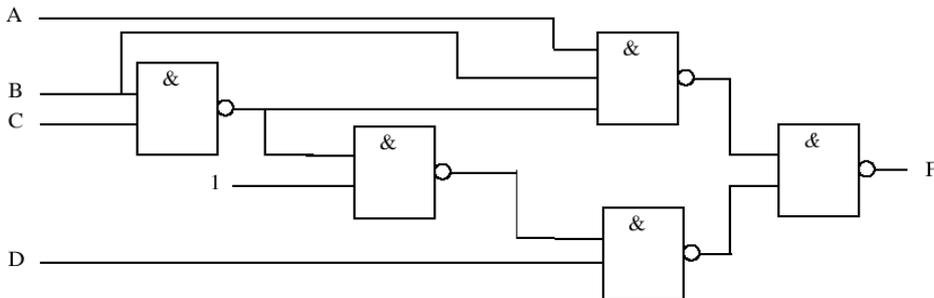
c)



d)



14.- En el circuito de la figura, todas las puertas poseen el mismo retraso de valor  $\Delta$ .

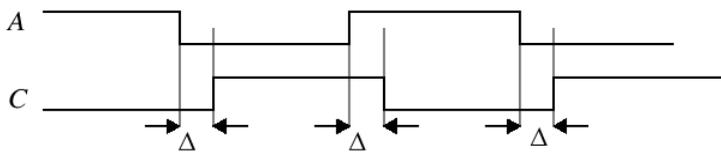


a) Obtenga el mapa de  $F(A, B, C, D)$ .

b) Considerando el retraso, determine la forma de onda de  $F$  si  $A = B = D = 1$  y  $C$  cambia periódicamente.

c) Igual que (b), si  $A = C = D = 1$  y  $B$  cambia periódicamente.

d) Igual que (b), si  $B = D = 1$  y  $A$  y  $C$  son como las representadas:



e) Interpretar los resultados obtenidos en los apartados (b), (c) y (d).

15.- Utilizando el mapa de Karnaugh, determine las relaciones mínimas en suma de productos y producto de sumas de las siguientes funciones. Implemente igualmente, un circuito mínimo en dos niveles.

a)  $F(X, Y, Z, U) = \Sigma(3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14)$

b)  $F(X, Y, Z, U) = \Sigma(0, 4, 6, 7, 10, 12, 13, 14)$

c)  $F(A, B, C, D) = \Pi(3, 5, 7, 11, 13, 15)$

d)  $F(X, Y, Z, U) = \Sigma(0, 1, 3, 6, 9, 11, 12, 13, 15)$

e)  $F(X, Y, Z, U) = \Sigma(0, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15)$

$$f) F(A, B, C, D) = \Pi(0, 3, 4, 6, 7, 11, 13, 14, 15)$$

$$g) F(A, B, C, D, E) = \Sigma(0, 2, 5, 7, 13, 15, 16, 18, 26, 29, 31)$$

$$h) F(X, Y, Z, U) = \Sigma(0, 1, 2, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 14)$$

**16.-** Diseñe de forma óptima, un circuito que genere la función F y cuya realización sea en dos niveles:

$$a) F = \Sigma(1, 2, 7, 8, 19, 20, 25) + d(10, 11, 12, 13, 14, 15, 26, 27, 28)$$

$$b) F = \Sigma(1, 2, 5, 6, 9) + d(10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

$$c) F = \Sigma(0, 2, 5, 7, 13, 15, 16, 18, 26, 29, 31) + d(20, 24, 28)$$

$$d) F = \Sigma(13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 29, 30, 31) + d(1, 2, 12, 24)$$

$$e) F = \Sigma(0, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 22, 26, 28, 30, 31)$$

f)

$$F = V \bar{X} Y Z + V W X \bar{Y} + V W Y \bar{Z} + \bar{V} W X \bar{Y} + V W \bar{X} Y + \bar{V} \bar{W} \bar{X} Y + \bar{V} X Y \bar{Z} + V W \bar{X} \bar{Y}$$

$$g) F = \Sigma(0, 3, 5, 8, 10, 11, 14)$$

$$h) F = \Pi(2, 3, 6, 13, 15, 19, 20, 22, 25, 26, 27, 28, 29) \cdot d(0, 7, 12, 18, 24)$$

**17.-** Las normas de seguridad de los modernos aviones exigen que para señales de vital importancia para la seguridad del aparato, los circuitos deben estar triplicados para que el fallo de uno de ellos no produzca una catástrofe. En caso de que los tres circuitos no produzcan la misma salida, ésta se escogerá mediante votación. Diseñe el circuito “votador” que ha de utilizarse para obtener como resultado el valor mayoritario de las tres entradas.

**18.-** Sea F una función de un dígito BCD y de una entrada de control X. F vale “1” en los siguientes casos:

1) Si  $X = 1$  y el número BCD es múltiplo de 3.

2) Si  $X=0$  y el número BCD tiene una cantidad impar de unos.

Implemente F como un circuito en dos niveles utilizando puertas NAND.

**19.-** Se pretende diseñar un circuito combinacional que tenga como entrada un número BCD natural y como salida la parte entera del cociente de su división por 3. Se pide:

a) Expresé las funciones mínimas de salida como suma de productos y como productos de sumas.

b) Obtenga las expresiones correspondientes a cada una de las anteriores, realizadas con un sólo tipo de puerta y represente el circuito correspondiente a la mínima de estas expresiones.

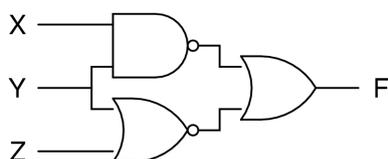
**20.-** Realice la función F:

$$F = A \bar{B} C D + A B \bar{C} E + A \bar{B} C E + \bar{A} B \bar{C} E + \bar{A} \bar{B} C \bar{E} + \bar{A} B C \bar{D} + A \bar{B} \bar{C} E$$

a) Con puertas NAND.

b) Con puertas NOR.

**21.-** Rediseñe el circuito de la figura sólo con puertas NAND:



22.- Suponga que los números entre 0 y 15 están representados en binario con cuatro bits: X3-X0, donde X3 es el bit más significativo. Diseñe un circuito que de salida Z = 1 si y sólo si el número X3-X0 es primo. Base su diseño en la obtención de una expresión mínima en dos niveles para Z.

23.- Las cuatro líneas de entrada de un circuito combinacional corresponden a un número natural codificado en binario natural. Diseñe un circuito en dos niveles que sirva para detectar cuándo un número es una potencia de dos.

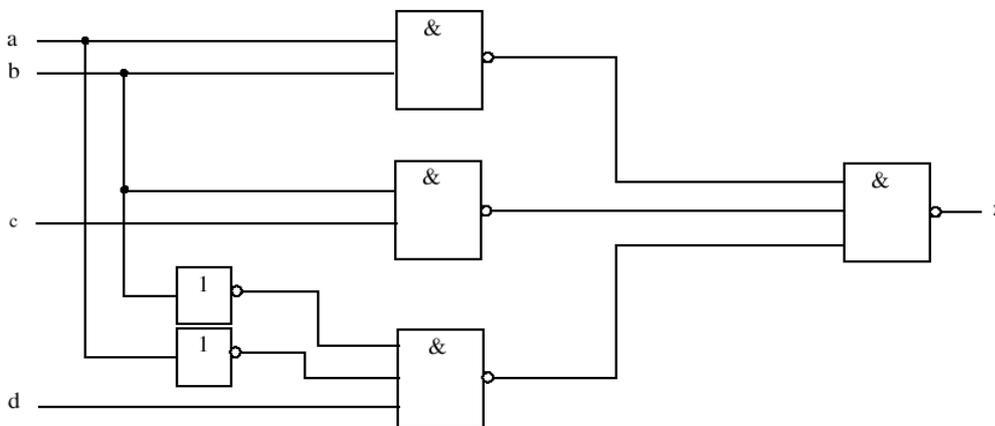
24.- Se tiene una palabra de 5 bits: los 4 últimos bits representan un dígito BCD y el primero es un bit de paridad impar. Obtenga la tabla de verdad (o el K-mapa) de las funciones siguientes:

- F1; se hará "1" para valores de entrada que no correspondan con dígitos BCD.
- F2; se hará "1" para palabras con paridad incorrecta.

25.- En el diseño de la función:

$$F = \Pi(4, 5, 6, 7, 8, 9) \cdot d(0, 2, 13, 15)$$

Se ha dado como solución el circuito de la figura (las variables están en único raíl):



a) Determine, si los hay, todos los errores de la solución y corríjalos.

b) Para el circuito de la figura, dibuje la forma de onda de salida si b es una señal periódica de frecuencia 20 MHz y acd = 011 se mantienen constantes, suponiendo que todas las puertas poseen un tiempo de retraso de 5ns.

26.- Diseñe, de manera eficiente, un circuito que reciba como entrada un número entero entre 2 y 20 y que genere las siguientes salidas a partir del mismo (activas en alto):

- La salida T debe activarse si el número es múltiplo de 3.
- La salida P debe activarse si el número es primo.

Por último, añada al diseño anterior la circuitería necesaria para dotarlo de 2 salidas más (activas en bajo):

- La salida I debe activarse si el número es impar.
- La salida C debe activarse si el número es múltiplo de 4.

27.- Considere la función:

$$f(X, Y, Z, T) = (Y + Z + T) \cdot ZT + (X + Y + T) \cdot X + Y + Z$$

- Represente la función mediante un K-mapa.
- Expresé la función como suma de mintérminos.
- Expresé la función como producto de maxtérminos.

- d) Exprese la función como suma de productos mínima.
- e) Exprese la función como producto de sumas mínimo.
- f) Diseñe un circuito que implemente la función utilizando puertas lógicas.

**28.-** Se pide diseñar un circuito combinacional que reciba cuatro entradas (a, b, c, d) y genere dos salidas (f, g) de la siguiente forma:

- Si  $a = 0$   $f = 0$ ;  $g = 1$ .

- Si  $a = 1$   $f =$  paridad impar (b, c, d);  $g =$  mayoría (b, c, d).

Diseñar el circuito con puertas lógicas.

**29.-** La directiva de un equipo de fútbol está compuesta por 4 miembros: el presidente y 3 directivos. Las decisiones se toman por mayoría; siendo el voto del presidente decisivo en caso de empate. Por último, la esposa del presidente tiene la potestad de cambiar la decisión de la directiva si lo desea. Diseñe un circuito combinacional óptimo que resuelva dicha votación utilizando puertas.