

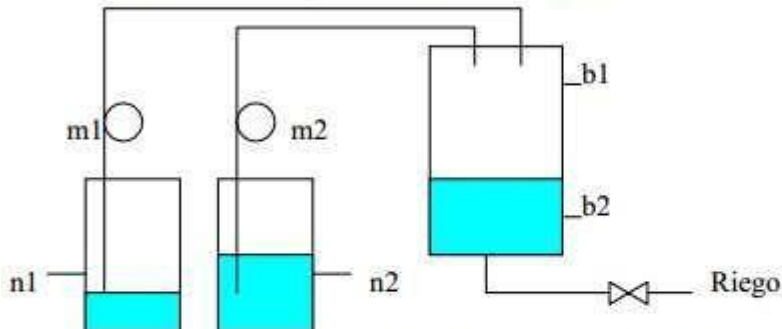
# EL-3307 Diseño Lógico

## Práctica diseño Lógico Combinacional

Prof. Ing. Ronny García Ramírez

### Problema 1[1]:

Mediante dos bombas (m1 y m2) se controla el nivel de un depósito. El depósito tiene dos boyas (b1 y b2). Cuando el nivel está por debajo de la boya el contacto correspondiente está abierto. Las bombas sacan agua de dos pozos. Si no hay agua en el pozo la bomba no funciona. Para controlar esto, cada pozo lleva un sensor (n1,n2).

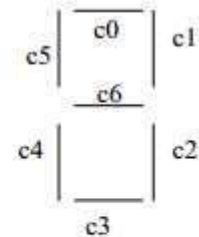


El sistema funciona de la siguiente forma:

- Si el nivel del depósito supera la boya b1, las bombas están paradas.
  - Si el nivel del depósito está entre la boya b1 y la b2, funciona la bomba m1, si hay agua suficiente en el pozo 1. Si no hay agua en el pozo 1 pero la hay en el 2, funciona la bomba m2.
  - Si el nivel del depósito está por debajo de la boya b2, se activa la bomba m2, además de la m1.
- a) Determinar las funciones lógicas de m1 y m2.
  - b) Dibujar el circuito en puertas lógicas para su control.
  - c) Dibujar el circuito eléctrico de control.
  - d) Programa equivalente en lista de instrucciones.
  - e) Dibujar el circuito eléctrico de control

### Problema 2 [1]:

Un depósito es alimentado por cuatro bombas (m1, m2, m3 y m4). Cada una de ellas lleva asociado un contacto que se cierra cuando tiene problemas de sobrecalentamiento. En un display de 7 segmentos se indica que bomba está fallando. En caso de fallo de varias bombas simultáneamente en el display se indica la bomba cuyo ordinal sea mayor (Ej: si falla m1 y m3 simultáneamente en el display sólo aparece 3; cuando deje de fallar 3 y sigue fallando m1, en el display aparecerá 1). Si no falla ninguna bomba el display indica 0.



- a. Obtener las ecuaciones lógicas del control de los segmentos c0, c1, c2 y c5 del display simplificando por KARNAUGH si es necesario.
- b. Implantar mediante puertas lógicas el control de los segmentos c0 y c5.

### Problema 3 [1]:

Un depósito es alimentado con cuatro bombas de 5, 10, 15 y 20 l/s. A la salida del depósito hay 4 válvulas de 5, 10, 20 y 20 l/s. Puede haber cualquier combinación de bombas paradas y arrancadas. Diseñar la lógica de control de las válvulas, para que siempre se cumpla:

1. El caudal de salida del depósito debe ser mayor que el de entrada.
  2. Se debe abrir el menor número de válvulas para que se cumpla el punto 1. En caso, de varias posibilidades, se tomará si es posible, aquella que tenga menor caudal de salida. Si no es posible, se tomará una de ellas al azar.
- a. Obtener las ecuaciones lógicas del control de las válvulas, simplificando por Karnaugh.
  - b. Implantar mediante puertas.
  - c. Implantar mediante diagrama de contactos.
  - d. Escribir el programa equivalente en lista de instrucciones.

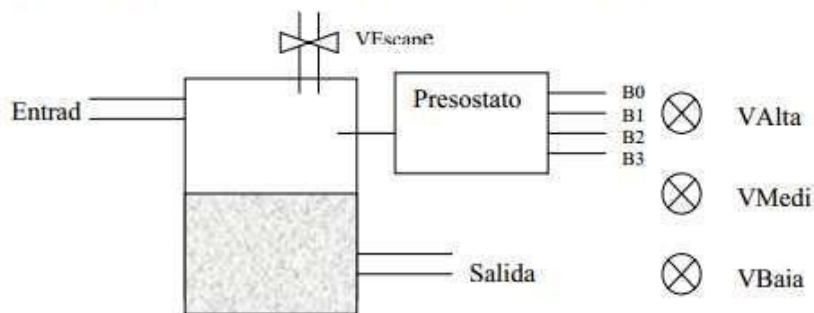
### Problema 4 [1]:

Un depósito es alimentado con cuatro bombas de 5, 10, 15 y 20 l/s. A la salida del depósito hay 4 válvulas de 5, 10, 20 y 20 l/s. Puede haber cualquier combinación de bombas paradas y arrancadas. Diseñar la lógica de control de las válvulas, para que siempre se cumpla:

1. El caudal de salida del depósito debe ser mayor que el de entrada.
  2. Se debe abrir el menor número de válvulas para que se cumpla el punto 1. En caso, de varias posibilidades, se tomará si es posible, aquella que tenga menor caudal de salida. Si no es posible, se tomará una de ellas al azar.
- a. Obtener las ecuaciones lógicas del control de las válvulas, simplificando por Karnaugh.
  - b. Implantar mediante puertas.
  - c. Implantar mediante diagrama de contactos.
  - d. Escribir el programa equivalente en lista de instrucciones.

### Problema 5 [1]:

El dibujo de la figura representa un depósito de enfriamiento de un líquido que desprende gases no nocivos. El líquido entra por la tubería de Entrada y sale por la de Salida. En condiciones



normales el enfriamiento se realiza con la válvula de escape (VEscape) cerrada. La presión del depósito es vigilada por un presostato que da una salida binaria comprendida entre 0 y 10 (el presostato no utiliza los valores comprendidos entre 11 y 15). Se dispone además de tres pilotos para clasificar la presión indicada por el presostato:

- VAlta se enciende si la presión indicada por el presostato supera el valor 8.
- VMedi se enciende si la presión está entre 5 y 8, ambos inclusive.
- VBaja se enciende si la presión está por debajo de 5.

[illegible]

- Rellenar la siguiente tabla con la tabla de la verdad del control de los pilotos y la válvula.
- Obtener las ecuaciones lógicas del control de los tres pilotos y de la válvula de escape simplificando por **KARNAUGH**.
- Implantar mediante puertas lógicas el control del piloto VAlta.
- Implantar mediante diagrama de contactos el control del piloto VBaja.
- Implantar mediante lista de instrucciones el control de la válvula VEscape.

### Problema 6 [2]:

Un proceso químico posee tres sensores de temperatura que nos proporcionan tres señales eléctricas (X, Y, Z) que adoptan dos niveles de tensión bien diferenciados (0 y 1), según la temperatura del proceso ( $T_p$ ) sea menor o mayor-igual que  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ , respectivamente ( $T_1 < T_2 < T_3$ ). Se asigna el valor cero lógico a cada variable (X, Y, Z) cuando la temperatura del proceso sea menor al valor prefijado correspondiente ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) y el valor uno en caso contrario. Se desea generar una señal que adopte el valor lógico uno cuando la temperatura del proceso esté comprendida entre  $T_1$  y  $T_2$ , o sea mayor o igual que  $T_3$ ; en caso contrario, la señal de salida debe ser cero. Implementar el circuito.

### Problema 7 [2]:

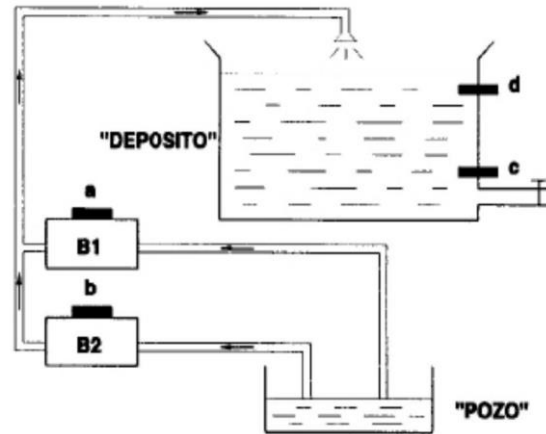
Se desea controlar dos bombas B1 y B2 de acuerdo con el nivel de líquido existente en un depósito. Su funcionamiento ha de ser tal como se muestra:

a. Cuando el nivel de líquido se encuentra comprendido entre los dos sensores "c" y "d" debe funcionar la bomba B1 o la B2 si la temperatura del motor de la bomba B1 excede de cierto límite prefijado, y se parará cuando se active el sensor "d".

b. Si el nivel de líquido se encuentra por debajo de "c" se deben activar las dos Bombas.

c. En caso funcionamiento anormal de los sensores del depósito ("d" cuando no lo esté "c"), ambas Bombas se pararán.

d. Además ambas bombas cuentan con sensores de temperatura "a" y "b" para B1 y B2 respectivamente, de tal forma que si la temperatura de su motor supera un cierto límite, el detector se activará y la correspondiente bomba se parará.



### Problema 8 [2]:

Para controlar la apertura o cierre de una válvula de presión de un tanque de reacción química, existen cuatro dispositivos que realizan cálculos en paralelo. La decisión de apertura o cierre de la válvula se toma por mayoría simple entre las respuestas afirmativas o negativas de los cuatro dispositivos. En caso de igualdad decide la respuesta de uno de los dispositivos que trabaja como maestro. Especificar el sistema de decisión mediante una función lógica, cuyas entradas "a,b,c,d" sean las respuestas afirmativas o negativas de los dispositivos y teniendo en cuenta que "a" es la respuesta del dispositivo maestro. La salida "t" será afirmativa si la válvula debe abrirse. Implementar el circuito.

### Problema 9 [2]:

Para entrar en un recinto hay que pasar dos puertas, P1 y P2. Para entrar por P1 hay que introducir un dígito BCD mayor o igual que 6 y para pasar por la puerta P2 hay que introducir un número que esté entre tres unidades por arriba o por debajo de la mitad del número introducido en la puerta P1. Por ejemplo, si introducimos 8, entramos por P1 y debemos meter un número entre 1 (4-3) y 7 (4+3). Diseñar el circuito lógico correspondiente, una vez simplificado implementar con compuertas NAND.

### Problema 10 [2]:

Diseñar un circuito combinacional que controle el sistema de climatización de un recinto de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- a) Cuando la temperatura interior sea superior a 25 °C se debe poner en marcha la refrigeración.
- b) Cuando la temperatura interior sea inferior a 18 °C se debe poner en marcha la calefacción.
- c) Si la temperatura exterior es inferior a la interior en el primer caso (refrigeración), o superior a la interior en el segundo caso (calefacción) además del sistema correspondiente (refig./calef.), se deben poner en marcha los ventiladores de entrada de aire exterior.
- d) En días inhábiles el sistema debe estar parado en cualquier condición.

### Problema 11 [3]

Diseñar un detector de magnitud relativa, que tome dos números binarios de 3 bits, ( $A = a_2a_1a_0$  y  $B = b_2b_1b_0$ ), determine si son iguales, y si no lo son, cuál de ellos es el mayor. Nuestro bloque funcional dispone de 6 entradas que corresponden a los tres dígitos de cada uno de los números, y tres salidas definidas por:

- $M=1$  si y solo si los dos  $n^\circ$  son iguales
- $N=1$  si y solo si  $A > B$
- $P=1$  si y solo si  $B > A$

### Problema 12 [3]

Diseñar el circuito lógico que implemente un multiplicador, donde disponemos de 4 entradas, dos para cada uno de los dos números de 2 bits ( $A = a_1a_0$  y  $B = b_1b_0$ ) que vamos a multiplicar, y 4 salidas, donde aparecerá el producto en forma de  $n^\circ$  binario ( $Z = z_3z_2z_1z_0$ )

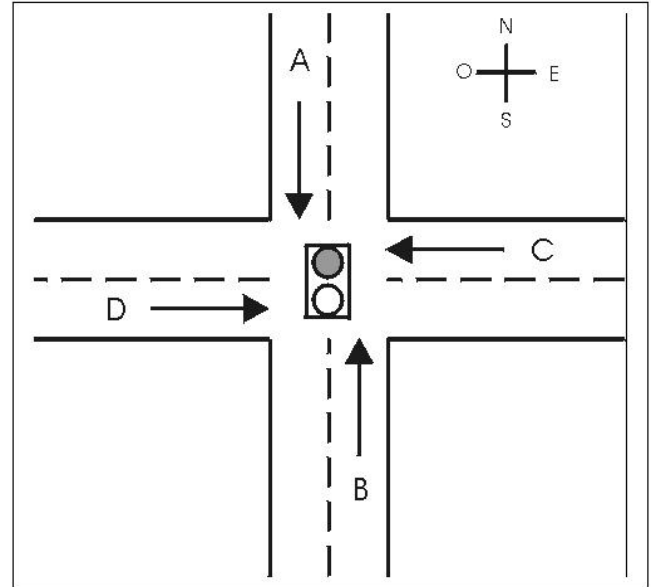
### Problema 13 [3]

La figura adjunta, muestra el cruce de una autopista principal con un camino de acceso secundario. Se colocan sensores de detección de vehículos a lo largo de los carriles C y D (camino principal) y en los carriles A y B (camino de acceso). Las salidas del sensor son BAJA cuando no pasa ningún vehículo, y ALTA cuando pasa algún vehículo.

El semáforo del cruce se controlará de acuerdo a la siguiente lógica:



- El semáforo E-O (Este-Oeste) estará en verde siempre que C y D estén ocupados
- El semáforo E-O (Este-Oeste) estará en verde siempre que C ó D estén ocupados pero A y B no estén ocupados
- El semáforo N-S (Norte – Sur) estará en verde siempre que los carriles A y B estén ocupados pero C y D no lo estén
- El semáforo N-S también estará en verde cuando A o B estén ocupados en tanto que C y D estén vacíos.
- El semáforo E-O estará en verde cuando NO haya vehículos transitando.



Utilizando las salidas de los sensores A.B.C. y D como entradas, diseñe un circuito lógico para controlar el semáforo. Debe haber 2 salidas N/S, y E/O que pasen a Alto cuando la luz correspondiente se pone en verde.

#### Problema 14 [3]

- Diseñar un circuito combinacional que permita obtener el código de Hamming correspondiente al BCD natural.
- Diseñar el circuito que determine si ha habido un error y en tal caso, que genere el n° binario correspondiente a la posición que ocupa ese error.

#### Problema 15 [3]

Un proceso químico posee tres indicadores de la temperatura del punto P cuyas salidas  $T_1$ ,  $T_2$ , y  $T_3$  adoptan dos niveles de tensión bien diferenciados según la temperatura sea menor, o mayor-igual a  $t_1$ ,  $t_2$ , ó  $t_3$  respectivamente ( $t_1 < t_2 < t_3$ ).

Se asigna el valor cero al nivel de tensión correspondiente a una temperatura inferior a  $t_1$ , y el valor uno al nivel correspondiente a una temperatura superior o igual a  $t_1$ .

Se desea generar una señal que:

- Adopte un nivel de tensión alto (1 lógico) si la temperatura está comprendida entre  $t_1$  y  $t_2$
- Adopte un nivel de tensión alto si la temperatura es superior o igual a  $t_3$
- Adopte un nivel de tensión bajo en cualquier otro caso diferente a los descritos anteriormente.

Diseñar esa función lógica usando:

- puertas NAND y NOR
- con un decodificador y puertas NAND
- con un multiplexor

### **Problema 16 [3]**

Realizar la síntesis de una función de 4 variables  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , y  $d$  que tome el valor 1 cuando el nº de variables que están en estado uno es superior al de las que se encuentran en estado cero.

Nunca puede haber más de tres variables en estado 1 simultáneamente.

Para ello, obtener la tabla de verdad, las expresiones mínimas de términos canónicos, y a partir de ahí, implementar el circuito:

- con puertas NAND y NOR
- con un multiplexor
- con un decodificador

### **Problema 17 [3]**

Disponemos de tres números de 8 bits codificados en binario natural. Diseñar un circuito combinacional que realice la suma de los dos mayores de los tres.

### **Problema 18 [3]**

Diseñar un circuito combinacional que calcule el valor absoluto de la diferencia de dos números de  $n$  bits.

### **Problema 19 [3]**

Dados dos números de 4 bits, implementar un circuito digital que consiga realizar la suma y la resta, según seleccione el usuario y además active una alarma cuando el resultado obtenido en la operación sea erróneo.

### **Problema 20 [3]**

Implementar el circuito digital “Convertidor que Código” que permita obtener el nº decimal sobre un display, si en la entrada del bloque sistema disponemos de ese número decimal escrito en código BCD exceso a 3.

### **Problema 21 [3]**

Se pretende diseñar un sistema de control digital para una parte de una operación de tratamiento de madera de una fábrica de muebles. Este sistema debe controlar cuatro motores ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  y  $M_4$ ) que ponen en marcha una cinta transportadora, su bomba de lubricación, una sierra de cinta y una sierra de corte, respectivamente.

El sistema utiliza cuatro interruptores manuales on/off ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  y  $S_4$ ), para controlar cada uno de los cuatro motores. Al activar (desactivar) el interruptor  $S_i$  se pone en marcha (se para) el motor  $M_i$ .

Cuando la cinta transportadora esté funcionando, el motor que controla la lubricación de la cinta transportadora debe funcionar. El motor que controla a la cinta transportadora debe funcionar sólo cuando los interruptores  $S_1$  y  $S_2$  están activados.

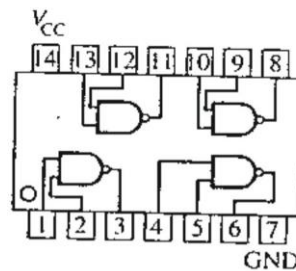
Los motores de las sierras no requieren lubricación, pero nunca deben funcionar al mismo tiempo. Si los interruptores S3 y S4 se activan al mismo tiempo, el sistema debe pararse por completo, incluyendo los motores de la cinta transportadora y de lubricación.

Tampoco pueden funcionar al tiempo la cinta transportadora y la sierra de corte.

La lógica de control del circuito debe controlar los motores para evitar que se produzca cualquier condición no permitida debido a la manipulación incorrecta de los interruptores. Ese control se realiza parando completamente el sistema.

Diseñar el circuito digital de control:

- a) utilizando exclusivamente circuitos integrados 74LS00.
- b) utilizando multiplexores.
- c) utilizando decodificadores.



**Circuito integrado 74LS00.**

### Problema 22 [3]

Un desplazador de bloque es un circuito combinacional con  $n$  entradas,  $E_1 \dots E_n$ , y  $n$  salidas,  $S_1 \dots S_n$ . Funciona de manera que  $S_i = E_{i+d}$ , siendo  $d$  el desplazamiento, que puede ser positivo o negativo. Las salidas que quedan sin correspondencia con alguna entrada se ponen a un valor fijo (0 o 1). Utilizando componentes combinacionales, diseñar un desplazador de bloque con  $n=8$  y  $d=4$ , y con cuatro entradas de control,  $c_1 \dots c_4$ . Con  $c_1c_2$  se codifica el desplazamiento según la tabla adjunt a. Con  $c_3$  se codifica el signo de  $d$ . Con  $c_4$  se codifica si los lugares vacantes se rellenan con ceros o unos.

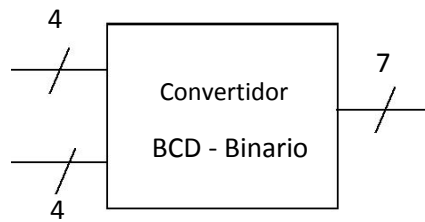
$c_1c_2$	$d$
00	1
01	2
10	3
11	4



### Problema 23 [3]

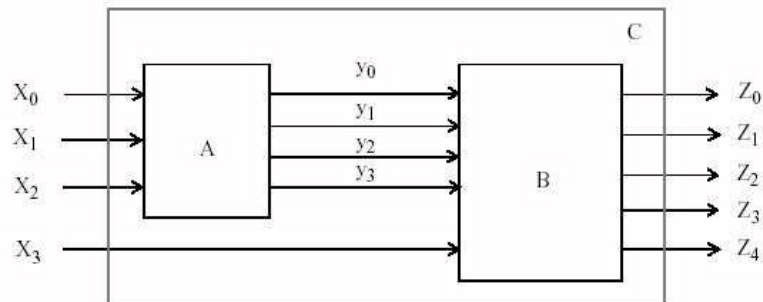
Diseñar un circuito que convierta un número de 2 dígitos BCD a código binario.  
Ejemplo

Decimal	BCD	Binario
23	0010 0011	0010111



### Problema 24 [3]:

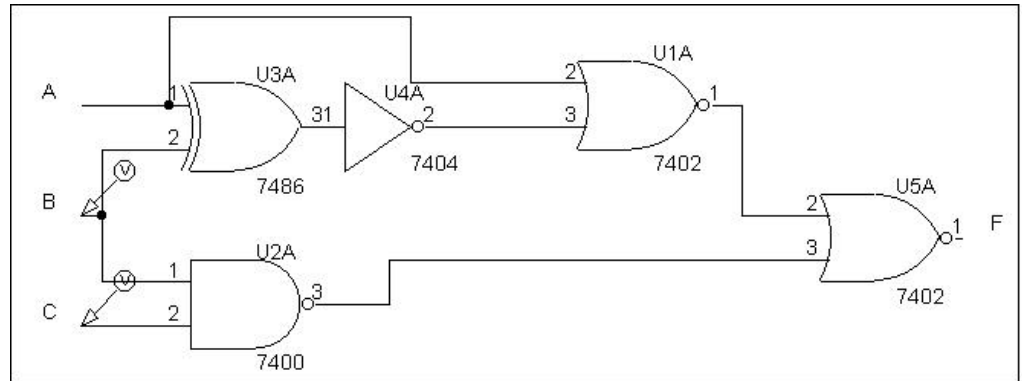
El bloque A de la figura pone su salida  $y_k=1$  si y sólo si hay  $k$  entradas a 1. Diseñe la unidad B para que el bloque completo C ponga  $z_j=1$  si y sólo si hay  $j$  entradas a 1. Utilice sólo MUX 2:1.



### Problema 25 [3]:

En el circuito siguiente se realiza un test para comprobar su funcionamiento, obteniendo los resultados de la tabla adjunta. Los posibles fallos pueden ser debidos a una o más líneas cortocircuitadas a "1" ó a "0" lógicas. Detectar donde se pueden encontrar dichos cortocircuitos.

ABC	F
000	0
001	0
010	0
011	1
100	0
101	0
111	1



### Problema 26 [3]

Diseñar, utilizando exclusivamente multiplexores, un circuito combinacional capaz de realizar el complemento a 2 de un número de 3 bits o el complemento a 1 o dejarlo como está en función de un par de señales S1 y S0 de la forma siguiente:

S1	S0	Función
0	0	N
0	1	Complemento a 2 de N
1	0	Complemento a 1 de N
1	1	Sin definir

### Problema 27 [3]

- Diseñe un circuito capaz de hallar la media del valor absoluto de dos números enteros con signo de 8 bits que se encuentran en código de complemento a dos.
- Usando el circuito anterior construir un esquema que sea capaz de hallar la media de 4 valores en las mismas circunstancias.
- ¿Existe otra solución alternativa que mejore a esta última?

Para todos los apartados: diagrama de bloques, descomposición de cada tipo de bloque utilizado hasta nivel de puertas lógicas, tablas de verdad, funciones lógicas.

**Problema 28 [3]**

Diseñar, empleando únicamente multiplexores y sumadores totales, una unidad aritmético lógica que realice las siguientes funciones sobre dos números A y B de cuatro dígitos. Las operaciones aritméticas se realizan en complemento a 2.

S <sub>0</sub>	Lógica (M=0)	Aritmética (M=1)
0	Complemento a 2 de A	2*A
1	A XOR B	A – B – 1

**Problema 29 [3]:**

Diseñar un circuito que realice la suma aritmética del mayor y el menor de tres números dados. Los números están representados en código complemento a 2. Se debe realizar lo siguiente:

- Diseñar un circuito comparador de dos números de tres dígitos en complemento a 2.
- Utilizando el circuito anterior construir un comparador de dos números en complemento a 2 de 6 dígitos.
- Diseñar el circuito que sume los dos números indicados anteriormente, de 6 bits.