

# Organización del Computador 1

## Práctica 1: Representación de la información

1er cuatrimestre 2022

### Índice

1. Ejercicio 1	2
2. Ejercicio 2	3
3. Ejercicio 3	3
4. Ejercicio 4	3
5. Ejercicio 5	4
6. Ejercicio 6	4
7. Ejercicio 7	4
8. Ejercicio 8	4
9. Ejercicio 9	5
10.Ejercicio 10	6
11.Ejercicio 11	6
12.Ejercicio 12	6
13.Ejercicio 13	6
14.Ejercicio 14	6

# 1. Ejercicio 1

## 1.a.

$$\begin{aligned} 33 &= 16 \times 2 + 1 \\ 16 &= 8 \times 2 + 0 \\ 8 &= 4 \times 2 + 0 \\ 4 &= 2 \times 2 + 0 \\ 2 &= 0 \times 2 + 1 \\ \Rightarrow 33_{10} &= 10001_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 33 &= 11 \times 3 + 0 \\ 11 &= 3 \times 3 + 2 \\ 3 &= 1 \times 3 + 0 \\ 1 &= 0 \times 3 + 1 \\ \Rightarrow 33_{10} &= 1020_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 33 &= 6 \times 5 + 3 \\ 6 &= 1 \times 5 + 1 \\ 1 &= 0 \times 5 + 1 \\ \Rightarrow 33_{10} &= 113_5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 100 &= 50 \times 2 + 0 \\ 50 &= 25 \times 2 + 0 \\ 25 &= 12 \times 2 + 1 \\ 12 &= 6 \times 2 + 0 \\ 6 &= 3 \times 2 + 0 \\ 3 &= 1 \times 2 + 1 \\ 1 &= 0 \times 2 + 1 \\ \Rightarrow 100_{10} &= 1100100_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 100 &= 33 \times 3 + 1 \\ 33 &= 11 \times 3 + 0 \\ 11 &= 3 \times 3 + 2 \\ 3 &= 1 \times 3 + 0 \\ 1 &= 0 \times 3 + 1 \\ \Rightarrow 100_{10} &= 10201_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 100 &= 20 \times 5 + 0 \\ 20 &= 4 \times 5 + 0 \\ 4 &= 0 \times 5 + 4 \\ \Rightarrow 100_{10} &= 400_5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1023 &= 511 \times 2 + 1 \\ 511 &= 255 \times 2 + 1 \\ 255 &= 127 \times 2 + 1 \\ 127 &= 63 \times 2 + 1 \\ 63 &= 31 \times 2 + 1 \\ 31 &= 15 \times 2 + 1 \\ 15 &= 7 \times 2 + 1 \\ 7 &= 3 \times 2 + 1 \\ 3 &= 1 \times 2 + 1 \\ 1 &= 0 \times 2 + 1 \\ \Rightarrow 1023_{10} &= 1111111111_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1023 &= 341 \times 3 + 0 \\ 341 &= 113 \times 3 + 2 \\ 113 &= 37 \times 3 + 2 \\ 37 &= 12 \times 3 + 1 \\ 12 &= 4 \times 3 + 0 \\ 4 &= 1 \times 3 + 1 \\ 1 &= 0 \times 3 + 1 \\ \Rightarrow 1023_{10} &= 1101220_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1023 &= 204 \times 5 + 3 \\ 204 &= 40 \times 5 + 4 \\ 40 &= 8 \times 5 + 0 \\ 8 &= 1 \times 5 + 3 \\ 1 &= 0 \times 5 + 1 \\ \Rightarrow 1023_{10} &= 13043_5 \end{aligned}$$

## 1.b.

$$\begin{aligned} 1111_2 &= (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\ &= 8 + 4 + 2 + 1 \\ &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1111_3 &= (1 \times 3^3) + (1 \times 3^2) + (1 \times 3^1) + (1 \times 3^0) \\ &= 27 + 9 + 3 + 1 \\ &= 40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1111_5 &= (1 \times 5^3) + (1 \times 5^2) + (1 \times 5^1) + (1 \times 5^0) \\ &= 125 + 25 + 5 + 1 \\ &= 156 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CAFE}_{16} &= (12 \times 16^3) + (10 \times 16^2) + (15 \times 16^1) + (14 \times 16^0) \\ &= 49152 + 2560 + 240 + 14 \\ &= 51966 \end{aligned}$$

*Nota: a la derecha del igual se interpretan todos los números en base 10.*

## 1.c.

$$17_8 = (1 \times 8^1) + (7 \times 8^0) = (15)_{10}$$

$$\begin{aligned} 15 &= 3 \times 5 + 0 \\ 3 &= 0 \times 5 + 3 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 17_8 = 15_{10} = 30_5$$

$$BABA_{13} = (11 \times 13^3) + (10 \times 13^2) + (11 \times 13^1) + (10 \times 13^0) = (26010)_{10}$$

$$26010 = 4335 \times 6 + 0$$

$$4335 = 722 \times 6 + 3$$

$$722 = 120 \times 6 + 2$$

$$120 = 20 \times 6 + 0$$

$$20 = 3 \times 6 + 2$$

$$3 = 0 \times 6 + 3$$

$$\Rightarrow BABA_{13} = 26010_{10} = 320230_6$$

1.d.

$$(10 \ 01 \ 01 \ 10 \ 10 \ 10 \ 01 \ 01)_2 = 21122211_4$$

$$(001 \ 001 \ 011 \ 010 \ 100 \ 101)_2 = 113245_8$$

$$(1001 \ 0110 \ 1010 \ 0101)_2 = 96A5_{16}$$

## 2. Ejercicio 2

Consideramos que hubo acarreo en la operación cuando hay acarreo en la suma del bit más significativo. En estos casos el número ya no puede ser representado con el sistema de precisión fija.

$\begin{array}{r} 100001_2 \\ + 011110_2 \\ \hline 111111_2 \end{array}$	$\begin{array}{r} 111111 \\ 100001_2 \\ + 011111_2 \\ \hline 1000000_2 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1111 \\ 01111_2 \\ + 01111_2 \\ \hline 11110_2 \end{array}$	$\begin{array}{r} 9999_{16} \\ + 1111_{16} \\ \hline AAAA_{16} \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \ 1 \\ F0F0_{16} \\ + FOCA_{16} \\ \hline 1E1BA_{16} \end{array}$
--	---	---	---	---

No hubo acarreo.

Hubo acarreo.

No hubo acarreo.

No hubo acarreo.

Hubo acarreo.

## 3. Ejercicio 3

No puede haber acarreo mayor a 1. *Demostración pendiente.*

## 4. Ejercicio 4

En base  $b$  con  $k$  dígitos, el número más grande que se puede representar es  $b^k - 1$ . Consideremos 2 números tales que  $n = m = b^k - 1$ . Luego,  $n \times m = (b^k - 1) \times (b^k - 1) = (b^k - 1)^2 = b^{2k} - 2b^k + 1$ .

Queremos saber si este número se puede representar con  $2k$  dígitos. Es decir, si es menor o igual que  $b^{2k} - 1$ , el número más grande que se puede representar con  $2k$  dígitos.

$$b^{2k} - 2b^k + 1 \leq b^{2k} - 1 \iff b^k \geq 1 \text{ lo cual es verdadero ya que } k \geq 0.$$

## 5. Ejercicio 5

signo+magnitud	complemento a 2	sin signo
$0_{10} = (0000\ 0000)_2$	$0_{10} = (0000\ 0000)_2$	
$-1_{10} = (1000\ 0001)_2$	$-1_{10} = (1111\ 1111)_2$	
$-1_{10} = (1000\ 0000\ 0000\ 0001)_2$	$-1_{10} = (1111\ 1111\ 1111\ 1111)_2$	
	$255_{10} = (0000\ 0000\ 1111\ 1111)_2$	$255_{10} = (1111\ 1111)_2$
	$-128_{10} = (1000\ 0000)_2$	
	$-128_{10} = (1111\ 1111\ 1000\ 0000)_2$	
	$128_{10} = (0000\ 0000\ 1000\ 0000)_2$	$128_{10} = (1000\ 0000)_2$

## 6. Ejercicio 6

Numerales dados

$$r = 1011\ 1111_2$$

$$s = 1000\ 0000_2$$

$$t = 1111\ 1111_2$$

Complemento a 2

$$r = -65_{10}$$

$$s = -128_{10}$$

$$t = -1_{10}$$

Signo+magnitud

$$r = -63_{10}$$

$$s = 0_{10}$$

$$t = -127_{10}$$

## 7. Ejercicio 7

Representación en complemento a 2 con 4 bits:

$$2_{10} = 0010_2$$

$$-5_{10} = 1011_2$$

$$0_{10} = 0000_2$$

7.a.

Bits invertidos en el mismo sistema:

$$1101_2 = -3_{10}$$

$$0100_2 = 4_{10}$$

$$1111_2 = -1_{10}$$

7.b.

Dada la representación de un número en complemento a 2, para obtener la representación de su inverso aditivo (también en complemento a 2) podemos seguir estos pasos:

1. Invertir todos los bits.
2. Sumamos 1 e ignoramos el overflow (si es que hay).

## 8. Ejercicio 8

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
2	overflow	overflow	- - 1 0	- - 1 1	- - 0 0	- - 0 1	overflow	overflow
3	- 1 0 0	- 1 0 1	- 1 1 0	- 1 1 1	- 0 0 0	- 0 0 1	- 0 1 0	- 0 1 1
4	1 1 0 0	1 1 0 1	1 1 1 0	1 1 1 1	0 0 0 0	0 0 0 1	0 0 1 0	0 0 1 1

## 9. Ejercicio 9

Consideramos que hubo acarreo en la operación cuando hay acarreo en la suma del bit más significativo. Este acarreo puede o no ser overflow. En la representación complemento a 2 se puede utilizar la siguiente regla para detectar overflow: hay overflow si la suma de 2 números con el mismo signo produce un resultado con el signo opuesto. Dicho de otra forma más low level: hay overflow si el acarreo que entró al bit más significativo es distinto al acarreo que salió.

**No se produzca acarreo ni overflow**

$$\begin{array}{r} 0001_2 = 1_{10} \\ + 0010_2 = 2_{10} \\ \hline 0011_2 = 3_{10} \end{array}$$

**Se produzca acarreo pero no overflow**

$$\begin{array}{r} 111 \\ 0111_2 = 7_{10} \\ + 1110_2 = -2_{10} \\ \hline 0101_2 = 5_{10} \end{array}$$

**Se produzca acarreo y overflow**

$$\begin{array}{r} 1 \ 11 \\ 1011_2 = -5_{10} \\ + 1011_2 = -5_{10} \\ \hline 0110_2 = 6_{10} \neq -10_{10} \end{array}$$

**No se produzca acarreo pero sí overflow**

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \\ 0101_2 = 5_{10} \\ + 0101_2 = 5_{10} \\ \hline 1010_2 = -6_{10} \neq 10_{10} \end{array}$$

**Se produzca acarreo y el resultado sea cero**

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 1111_2 = -1_{10} \\ + 0001_2 = 1_{10} \\ \hline 0000_2 = 0_{10} \end{array}$$

**No se produzca acarreo y el resultado sea cero**

$$\begin{array}{r} 0000_2 = 0_{10} \\ + 0000_2 = 0_{10} \\ \hline 0000_2 = 0_{10} \end{array}$$

**El resultado sea negativo y se produzca overflow**

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0100_2 = 4_{10} \\ + 0100_2 = 4_{10} \\ \hline 1000_2 = -8_{10} \neq 8_{10} \end{array}$$

El resultado sea negativo y no se produzca overflow

$$\begin{array}{r}
 0001_2 = 1_{10} \\
 + \quad 1110_2 = -2_{10} \\
 \hline
 1111_2 = -1_{10}
 \end{array}$$

## 10. Ejercicio 10

Rangos de representación con  $k$  dígitos:

- Complemento a 2:  $[-2^{k-1}, 2^{k-1} - 1]$
- Signo+magnitud:  $[-2^{k-1} + 1, 2^{k-1} - 1]$

Podemos observar que en complemento a 2 tenemos 1 número más que podemos representar:  $-2^{k-1}$ .

## 11. Ejercicio 11

Utilizando el sistema de representación complemento a 2, podemos reasignar la representación del 0, es decir, el numeral compuesto de todos 0s, al número  $2^{k-1}$ .

De esta forma el rango de representación resulta  $[-2^{k-1}, 2^{k-1}] - \{0\}$ . Si bien no tenemos forma de representar el 0, podemos representar exactamente  $2^{k-1}$  números positivos y  $2^{k-1}$  números negativos.

El total de números representables resulta  $2^{k-1} + 2^{k-1} = 2^k$  y esta es exactamente la cantidad de numerales que se pueden formar con  $k$  dígitos, por lo tanto la representación es biyectiva.

## 12. Ejercicio 12

La afirmación es verdadera. Al tratarse de cadenas binarias, con  $k$  dígitos podemos obtener  $2^k$  numerales distintos. Observemos que este número es par. Luego, si asignamos uno de estos numerales al 0, nos quedan  $2^k - 1$  numerales para distribuir entre los números positivos y negativos. Como  $2^k - 1$  es impar, no podemos dividir esta cantidad en exactamente 2 partes iguales, y por lo tanto siempre va a resultar que vamos a tener 1 numeral extra, ya sea para los positivos o los negativos.

## 13. Ejercicio 13

*Pendiente*

## 14. Ejercicio 14

Rango de representación:  $[-2^{16}, 2^{16} - 1] = [-65536, 65535]$ . Reordenamos los términos para que las sumas parciales cada 2 términos no se vayan fueran del rango de representación.

$$\begin{array}{r}
 7744_{16} = (0111 \ 0111 \ 0100 \ 0100)_2 = 30532_{10} \\
 + \ 88BD_{16} = (1000 \ 1000 \ 1011 \ 1101)_2 = -30531_{10} \\
 + \ 6788_{16} = (0110 \ 0111 \ 1000 \ 1000)_2 = 26504_{10} \\
 + \ 9879_{16} = (1001 \ 1000 \ 0111 \ 1001)_2 = -26503_{10} \\
 + \ 5499_{16} = (0101 \ 0100 \ 1001 \ 1001)_2 = 21657_{10} \\
 + \ AB68_{16} = (1010 \ 1011 \ 0110 \ 1000)_2 = -21656_{10} \\
 \hline
 0003_{16} = (0000 \ 0000 \ 0000 \ 0011)_2 = 3_{10}
 \end{array}$$