Tema 2
Fonaments del maquinari

Representació digital de la informació

Informàtica 1
Informació i Documentació
Universitat de València

Francisco Grimaldo Moreno
Francisco.Grimaldo@uv.es

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA
OpenCourseWare

Guió del tema

- Representació binària de la informació
  - Definició
  - Agrupament dels bits
  - Conversió decimal - binari
- Unitats de mesura binàries
- Significat dels bits
  - Enters amb signe
  - Caràcters
  - Reals
- Representació hexadecimal
  - Definició
  - Conversió decimal - hexadecimal - binari
- Exercicis

Representació binària: Definició (1/2)

- Les computadores representen qualsevol tipus d'informació (text, imatges, so...) com un patró de bits que poden estar en dos estats possibles: encès (1) o apagat (0).

- El bit és la unitat mínima d'informació que pot processar un dispositiu digital.

- Un bit té un dels dos valors possibles: 0 ó 1.

- No obstant, un ordinador treballa amb informació diferent de zeros i uns.

Representació binària: Definició (2/2)

- Amb un bit podem representar només dos valors, 0 i 1.
- Per a representar o codificar més informació en un dispositiu digital, necessitem una major quantitat de bits.
- Per mitjà de seqüències de bits podrem representar qualsevol tipus d'informació.
- … es coneix com codificació

	
VALOR 1	VALOR 0

Agrupament dels bits

- Per exemple, si disposem de dos bits, podrem representar fins a quatre valors diferents, 2^2
- En general, tenint en compte que cada bit pot representar només dos valors (0 i 1) amb n bits podrem representar 2^n valors.
- Byte és un agrupament de 8 bits.
- Un byte pot representar fins a 256 (2^8) missatges diferents. Ex: 10010011.

0 0

0 1

1 0

1 1

- Sistemes de representació:
  - Alfabètic: lletres de l'abecedari de la “a” a la “z”.
  - Decimal (base 10): dígits numèrics del 0 al 9. Ex: 209.
  - Binari (base 2): dígits binaris 0 i 1. Ex: 11010001.
- Un número enter positiu qualsevol, representat en base decimal, es pot codificar com una suma de potències de 10. Ex: 325 = $3*10^2 + 2*10^1 + 5*10^0$.
- En general, un número **N** es pot codificar en base a un conjunt de ***B*** símbols de la manera següent:

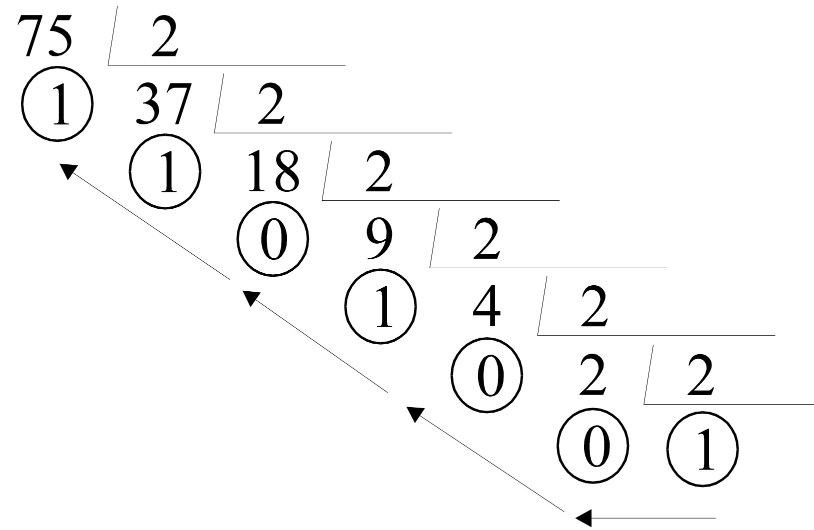
$$N = \sum_{i=0}^{n} a_i \cdot B^i$$

Conversió decimal – binari (2/4)

- La base amb què treballem habitualment és base 10 (B=10) i l'alfabet amb què escrivim normalment els números són els deu dígits {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}.
- El número 237 pot codificar-se mitjançant la seua base i els coeficients corresponents: $2*10^2+3*10^1+7*10^0$, és a dir, 2*100+3*10+7*1=237.
- Els ordinadors fan servir un alfabet format pels dígits 0 i 1 (dos símbols), de manera que la base a emprar serà la base binària (B=2).
- Com convertim un número en base 10 en un número en base 2 o binari?

Conversió decimal – binari (3/4)

- El canvi de base de decimal a binari es realitza per mitjà de divisions successives.
- Per exemple, per a passar 75 a binari realitzem la següent seqüència de divisions amb el que ens queda $75_{)10} = 1001011_{)2}$
- Una volta no podem dividir més el número, **la successió inversa des de l'últim quocient més les restes conformen el número binari.**



Conversió decimal – binari (4/4)

- Per a passar de binari a decimal, realitzarem la descomposició de la xifra en les successives potències segons la fórmula (B=2)

$$N=\sum_{i=0}^{n} a_i \cdot 2^i$$

- Per exemple, per a convertir el número 1001011 a base deu realitzarem la descomposició:

1001011 = $1*2^0+1*2^1+0*2^2+1*2^3+0*2^4+0*2^5+1*2^6$
= 1*1+1*2+0*4+1*8+0*16+0*32+1*64
= 1+2+8+64
= 75

- Representació binària de la informació
  - Definició
  - Agrupament dels bits
  - Conversió decimal - binari
- Unitats de mesura binàries
- Significat dels bits
  - Enters amb signe
  - Caràcters
  - Reals
- Representació hexadecimal
  - Definició
  - Conversió decimal - hexadecimal - binari
- Exercicis

Unitats de mesura binàries

- Byte: grup de 8 bits (ex. lletres o caràcters).
- KB (kilobyte o K): grup de 1024 bytes. Conté 2^{10} bytes = 1024 bytes ≈ 1000 bytes = 10^3.
- MB (megabyte o mega): grup de 1.048.576 bytes Conté 2^{20} bytes ≈ 1000000 bytes = 1000 KB = 10^6.
- GB (gigabyte o giga): 1024 MB ≈ 1000 MB.
- TB (terabyte): 1 milió de MB o bilió de bytes.
- PB (petabyte): 1024 TB o 1000 bilions de bytes.

- Exemples: 4 GB RAM, HDD 120 GB, MP3 3'5 MB.
- La transferència de dades es mesura en bits/s. Per tant, 1 Mb/s = 1.000 bits = 1/8 MB

Guió del tema

- Representació binària de la informació
  - Definició
  - Agrupament dels bits
  - Conversió decimal - binari
- Unitats de mesura binàries
- Significat dels bits
  - Enters amb signe
  - Caràcters
  - Reals
- Representació hexadecimal
  - Definició
  - Conversió decimal - hexadecimal - binari
- Exercicis

Significat dels bits: Enters (1/2)

- **Representació signe - magnitud:** consisteix a dedicar un espai per a indicar el signe del número.
  - El número 75 pot ser +75 ó -75.

- En la memòria de l'ordinador és impossible la representació del símbol + o del -, només es poden representar uns i zeros.

- El que farem serà dedicar un espai (bit) concret de la representació al signe, que també serà un zero o un ú, però que per estar en una certa posició no indicarà magnitud sinó signe.

- Si parlem d'un lloc determinat on estarà el signe, també haurem de parlar d'un nombre determinat d'espais per a poder localitzar el signe i la magnitud. Així, **d'ara en avant, qualsevol representació binària d'un número portarà parella el nombre de bits en què es va a realitzar la representació** (i al seu costat el mètode en què ha sigut representat).

Significat dels bits: Enters (2/2)

- Exemple: Representar els números $75_{)10}$ i $-75_{)10}$ en base binària, amb signe i magnitud en 8 bits (n=8)

$75_{)10} = 01001011_{)2SM}$

$-75_{)10} = 11001011_{)2SM}$

- Si al realitzar la representació aparegueren buits (caselles sense omplir) estes es deixaran sempre a la dreta del signe i a l'esquerra de la magnitud, i s'ompliran sempre amb zeros:

$8_{)10} = 0\underline{000}1000_{)2SM}$

$-8_{)10} = 1\underline{000}1000_{)2SM}$

- **Exercici**: convertir el número $-46_{)10}$ a binari amb 8 Bits SM.

Significat dels bits: Caràcters (1/5)

- La representació de caràcters alfanumèrics i numèrics es realitza mitjançant una correspondència entre els caràcters que volem representar i una sèrie de números binaris.
- La correspondència més coneguda i emprada és el codi ASCII (*American Estàndard Code for Information Interchange*) originàriament utilitzat per a comunicar informació entre màquines diferents.
- A més dels caràcters normals utilitzats en l'escriptura, pot representar una sèrie de caràcters especials amb un cert significat pels ordinadors, també coneguts com caràcters de control (Ex: enter, escape, …) .
- ASCII utilitza un *byte* (8 bits) per a representar cada caràcter.

Significat dels bits: Caràcters (2/5)

- El codi ASCII original emprava set bits per a la representació de la informació i el huité bit (bit de control d'errors) per a comprovar la correcció dels altres set, mitjançant la **paritat** dels bits (nombre parell o imparell d'uns del número binari).
  - Exemple: el número binari 0110101, té un nombre parell d'uns (4), per la qual cosa el bit de control seria 0, mentres que el número 0100101 tindria com a bit de control un 1.
- Amb els set bits hom pot representar fins a un màxim de $2^7 = 128$ caràcters.
- Actualment, arran de l'alta difusió del codi ASCII per a la representació de caràcters, s'han introduït nous caràcters internacionals: vocals accentuades, la ‘ñ', la ‘ç', etc. Esta **extensió del codi ASCII** empra el huité bit i és específica de cada país.

Significat dels bits: Caràcters (3/5)

Dec	Hex	Car	Dec	Hex	Car	Dec	Hex	Car	Dec	Hex	Car
0	00	NUL	32	20	SPC	64	40	@	96	60	`
1	01	SOH	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	02	STX	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	03	ETX	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	04	EOT	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	05	ENQ	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	06	ACK	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	07	BEL	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	08	BS	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	09	HT	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	0A	LF	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	0B	VT	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	0C	FF	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	0D	CR	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	0E	SO	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	0F	SI	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	DLE	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	DC1	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	DC2	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	DC3	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	DC4	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	NAK	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	SYN	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	ETB	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	CAN	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	EM	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	SUB	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	ESC	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	FS	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	GS	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	RS	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	US	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	DEL

Significat dels bits: Caràcters (4/5)

- A l'any 1991 apareix l'estàndard UNICODE.
- Unicode pretén codificar simultàniament els caràcters de múltiples idiomes.
- Unicode proveeix una codificació unica per a fer referència a cada caràcter de cada llengua coberta.
- Actualment, cobreix els sistemes de símbols de moltes llengües com ara l'arab, el birmà o l'hebreu.
- Suporta més de 100.000 caracters únics!

Significat dels bits: Caràcters (5/5)

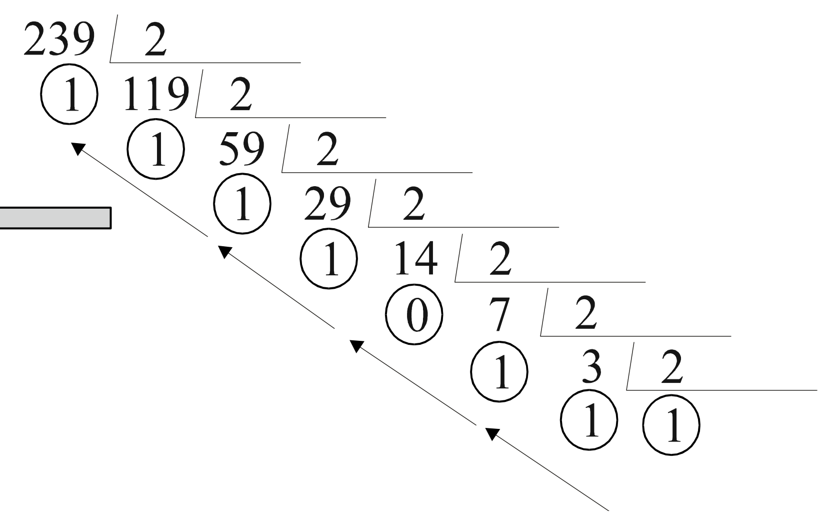
- UNICODE deixa la tasca de representació a l'aplicació que ha de mostrar els caràcters (Ex: Navegador Web).
- Unicode només assigna un codi únic a cada símbol de cada llengua.
- Cal un mètode d'assignació entre els codis i els símbols, una norma de transició.
- Hi ha diversos estàndards de mapatge (*mapeo*) entre els codis i els símbols. Per exemple:
  - UTF-8, UTF-16, UTF-32
  - UCF-2, UCF-4

Significat dels bits: Reals (1/6)

- **Representació en coma fixa:**
  - Per passar de decimal a binari un número real, s'ha de codificar d'una banda la part entera i d'una altra banda la part decimal:
    - 239'403 → 239 i 403.
  - La part entera es converteix com ja hem vist adés, és a dir, per mitjà de divisions successives.
  - La part decimal es converteix per multiplicacions successives, on cal agafar la part entera resultant de cada multiplicació.
  - **Important:** Un real (ex: 239'403) amb un nombre finit de decimals (403 són 3 decimals), pot no tindre un nombre finit de decimals en la seua representació binària!!.

Significat dels bits: Reals (2/6)

- **Representació en coma fixa (continuació):**
- Exemple: 239'403 a binari.
  - Primer codifiquem la part entera per divisions successives:
    - $239_{)10} = 11101111_{)2}$
  - Després convertim la part decimal per mitjà de multiplicacions successives:
    - $0'403_{)10} = 0'0110011_{)2}$
  - El número en binari serà:
    - $239'403_{)10} =$
      $=1101111'0110011_{)2}$



0’403 * 2 = 0’806 (Obtenim un 0)
0’806 * 2 = 1’612 (Obtenim un 1)
0,612 * 2 = 1’224 (Obtenim un 1)
0’224 * 2 = 0’448 (Obtenim un 0)
0’448 * 2 = 0’896 (Obtenim un 0)
0,896 * 2 = 1’792 (Obtenim un 1)
0’792 * 2 = 1’584 (Obtenim un 1)

Significat dels bits: Reals (3/6)

- **Representació en coma flotant:**
  - Consisteix a col·locar la coma en una posició determinada, de manera que la representació binària no haurà de preocupar-se per ella.
    - $239'403_{)10} = 0'239403 * 10^{3}$
  - El fet de moure la coma, suposarà l'aparició d'una base elevada a un exponent, que també s'ha de representar.
  - Qualsevol número real en qualsevol base pot posar-se en coma flotant movent la coma a l'esquerra de la primera xifra significativa del número i multiplicant-lo per la base elevada a l'exponent adequat.

$0'00000345_{)10} = 0'345 * 10^{-5}$

$11101111'011001_{)2} = 0'11101111011001 * 2^{8}$

Significat dels bits: Reals (4/6)

Representació en coma flotant (continuació I):

- Una vegada tenim el nombre binari en coma flotant la representació es realitzarà separant per un costat la representació del nombre que apareix despres de la coma (o mantissa) i de l'exponent que eleva la base.
- La mantissa s'escriu representant els valors que apareixen a la dreta de la coma (ja que el 0 i la coma romanen fixos).
- Com en la representació de enters, cal conéixer el nombre de bits que hem d'utilitzar per a la representació.
- La representació binària d'un nombre real en coma flotant sempre (o quasi sempre) estarà representada per:

Signe / mantissa / exponent

Significat dels bits: Reals (5/6)

- **Representació en coma flotant (continuació II):**
  - La representació del signe i la mantissa és semblant a la dels números enters.
  - Per tant, la forma habitual de representar-los és mitjançant signe i magnitud.
  - L'exponent és un nombre enter, de manera que qualsevol mètode de representació d'enters serviria per a representar l'exponent.
  - És habitual que en la representació de números reals en coma flotant l'exponent es represente amb "sesgo" (és a dir, amb un desplaçament o excés).

Significat dels bits: Reals (6/6)

- **Representació en coma flotant (continuació III):**

  - Exemple: Representació en coma flotant, amb 8 bits per a la mantissa (en signe-magnitud) i 5 bits per a l'exponent ("sesgado"), del número:

$239'403_{)10} = 11101111'0110011_{)2} = 0'111011110110011 * 2^{8}$

Magnitud = 1110111 10110011 15 bits !!

Mantissa = Signe Positiu (0) + 7bits (1110111) = 01110111

  - Com que el signe i la magnitud ocupen més de 8 bits, cal truncar (pèrdua d'informació menys significativa.) Només representem realment el 0'1110111, en comptes de 0'111011110110011.

Exponent: Valor: $8_{)10} = 1000_{)2}$
Sesgo (5 bits per al exponent → n = 5): $2^{n-1}{}_{)10} = 16 = 10000_{)2}$
Exponent amb sesgo serà (exp = exp + 2^{n-1}):
exp = 1000 + 10000 = 11000

  - **Finalment: $239'403_{)10}$ = 01110111/11000**

Guió del tema

- Representació binària de la informació
  - Definició
  - Agrupament dels bits
  - Conversió decimal - binari
- Unitats de mesura binàries
- Significat dels bits
  - Enters amb signe
  - Caràcters
  - Reals
- Representació hexadecimal
  - Definició
  - Conversió decimal - hexadecimal - binari
- Exercicis

Representació hexadecimal (1/2)

- Com en base binària els únics dígits que poden utilitzar-se són el zero i l'ú, normalment és molest i llarg escriure un número en base binària, encara que aquesta siga l'única base que realment utilitza l'ordinador.

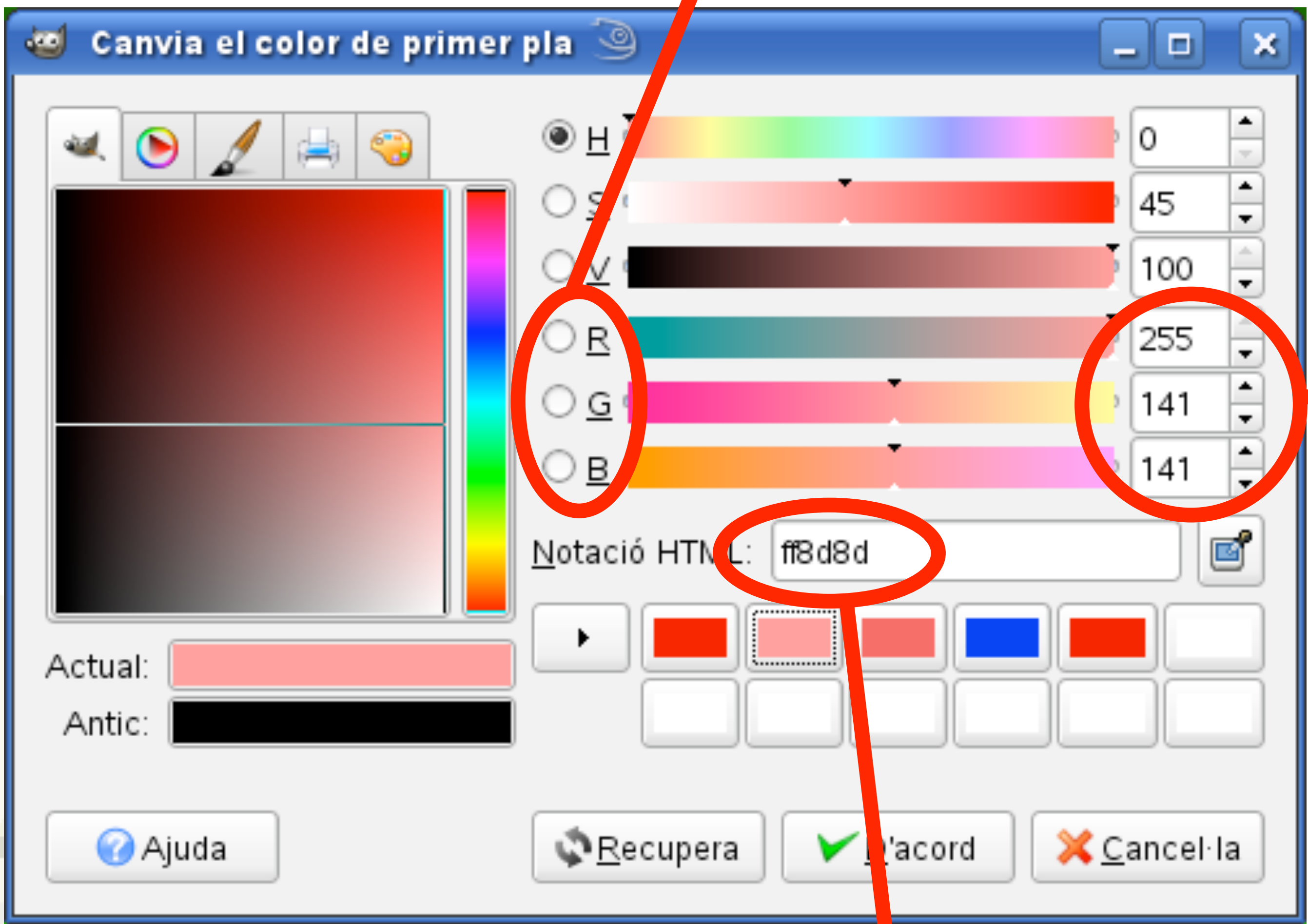
- Per a escriure números fàcilment convertibles a binari, però amb menor nombre de xifres s'utilitza un tipus de codificació intermèdia: la base hexadecimal.

- En la representació hexadecimal la base és setze i l'alfabet, que conté setze caràcters, està format pels dígits des del 0 fins el 9 (deu caràcters) més les lletres des de la A fins a la F (6 caràcters). **B** = 16

A = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F}

Representació hexadecimal (2/2)

Representació RGB: **R**ed, **G**reen, **B**lue

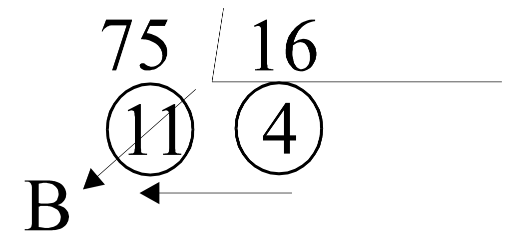


Representació binària

Representació hexadecimal

Conversió decimal - hexadecimal

- La manera de passar de base decimal a hexadecimal és semblant al pas a base binària, però dividint successivament per setze.



- Per exemple: $75_{10} = 4B_{16}$
- Per a canviar d'hexadecimal a decimal, aplicarem la fórmula de descomposició que ja coneixem:
  - Hexadecimal = suma de potències de 16
- Per exemple, per a passar $4B_{)16}$ a base decimal:

$$\mathbf{4B_{)16}} = B*16^0+4*16^1 = 11*1+4*16 = 11+64 \mathbf{= 75}$$

Conversió binari – hexadecimal

- La representació hexadecimal està basada en el setze, mentre que la binària està basada en el dos.
- Com que $16 = 2^4$ podem assumir que quatre xifres binàries fan una xifra hexadecimal.
- Així, el pas de binari a hexadecimal es reduïx a agrupar de quatre en quatre de dreta a esquerra les xifres binàries i a avaluar el seu valor decimal; tot i recordant que valors superiors a 9 són representats per mitjà de lletres (A=10, B=11, C=12, D=13, E=14 i F=15)

$$\mathbf{1001011_{)2}} = 0100\ 1011_{)2}$$

$$0100_{)2} = 4_{)16}$$

$$1011_{)2} = 11 = B_{)16}$$

$$= \mathbf{4B_{)16}}$$

Conversió hexadecimal - binari

- Una vegada vist el pas de binari a hexadecimal, la transformació inversa és òbvia.
- Només cal passar cadascun dels dígits hexadecimals a quatre xifres binàries.

$4B_{)16} = 0100\ 1011_{)2}$

$4_{)16} = 0100_{)2}$
$B_{)16} = 11 = 1011_{)2}$

Bin	Hex	Dec
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	A	10
1011	B	11
1100	C	12
1101	D	13
1110	E	14
1111	F	15

- Passeu a binari els següent números i lletres:
  - $-87_{)10}$ ---> $?_{)2SM}$
  - $01110000_{)2}$ --> $?_{)16}$ --> $?_{)ASCII-8}$
  - $t_{)ASCII-8}$ --> $?_{)16}$ --> $?_{)2}$
  - $166'386_{)10}$ --> $?_{)2}$
- Calculeu la representació hexadecimal o decimal dels colors:
  - Blanc : R(?), G(?), B(?)
  - Negre : R(?), G(?), B(?)
  - Gris : $969696_{)16} \rightarrow$ R(?), G(?), B(?)
  - Turq. : $22e0bf_{)16} \rightarrow$ R(?), G(?), B(?)

Prova individual

- Passeu a binari els següent números i lletres:
  - $+200_{)10}$ ---> $?_{)2SM}$
  - $1100110_{)2SM}$ --> $?_{)10}$
  - I&D $_{)ASCII-8}$ --> $?_{)2}$

- Calculeu la representació hexadecimal o decimal dels colors:
  - Groc : $eaf800_{)16} \rightarrow$ R(?), G(?), B(?)
  - Verd : $?_{)16} \rightarrow$ R(15), G(160), B(17)