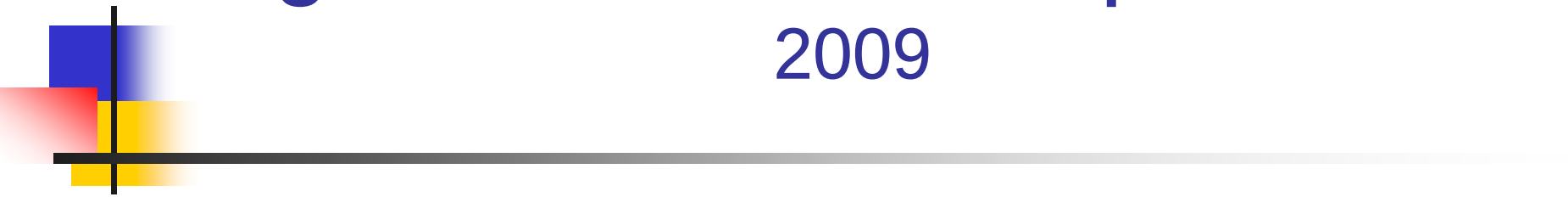


Organización de Computadoras
2009

Clase 2

Fechas importantes

REGIMEN INGRESANTES

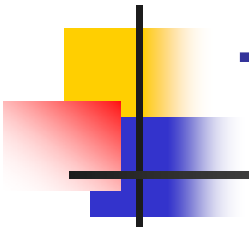
- 15 de MAYO - 1er PARCIAL (Prácticas 1, 2 y 3)
  - Para los que NO Aprobaron COC
  - Único Recuperatorio: 03 de JULIO
- 03 de JULIO - 2do PARCIAL (Prácticas 4 a 8)
  - Para los que Aprobaron COC ó 1er parcial
  - Recuperatorios: 14 y 21 de JULIO
- Se tomarán en su horario de práctica y con su ayudante.

Fechas importantes (2)

REGIMEN RECURSANTES

EVALUACION

- 02 de JULIO – 1er fecha
  - 16 de JULIO Recuperatorio 1
  - 23 de JULIO Recuperatorio 2



Temas de Clase

- Representación de datos
  - Números con signo
- Operaciones aritméticas
- Banderas de condición
- Representación de datos alfanuméricos

Representación en BCS

- Con n bits, 1 bit representa al signo y n-1 bits a la magnitud

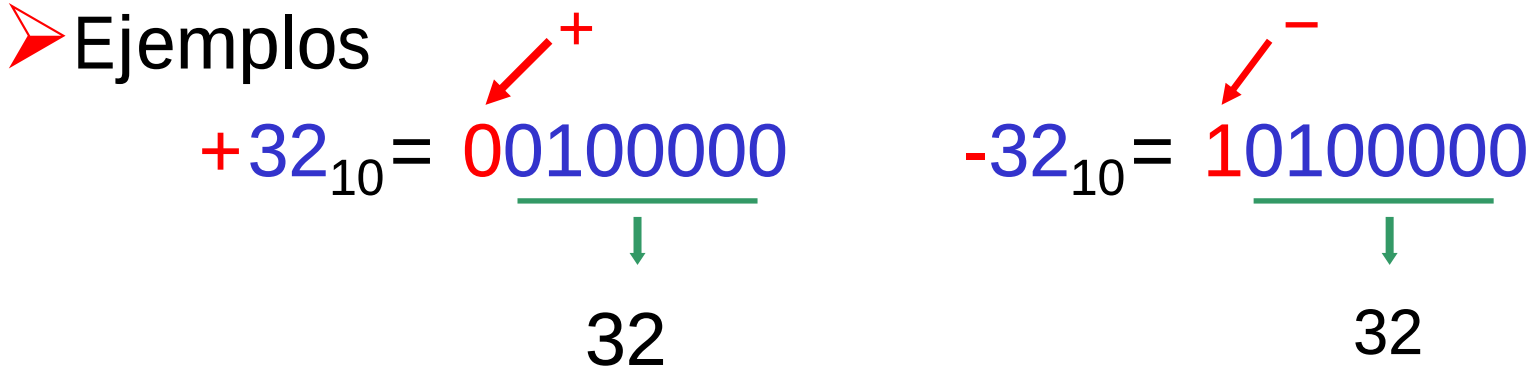
- El bit n-1 (extremo izquierdo) representa sólo al signo
- Los bits 0 a n-2 la magnitud

Binario con signo

- Un 0 en el bit de signo indica que el número es positivo
- Un 1 en el bit de signo indica que el número es negativo
- Los bits 0 $\longrightarrow$ n-2 representan el valor absoluto en binario
- El rango: $-(2^{n-1} - 1) \longrightarrow +(2^{n-1} - 1)$ con 2 ceros

Binario con signo (2)

- Ejemplos



$+7_{10}$=00000111

-7_{10}=10000111

$+41_{10}$=00101001

-41_{10}=10101001

Binario con signo (3)

- Ejemplo: n=8 bits

Números negativos:

11111111 ← $-(2^{n-1} - 1) = -127$

...

10000000 ← - 0

Números positivos:

01111111 ← $+(2^{n-1} - 1) = +127$

...

00000000 ← +0

Binario con signo (4)

- Ejemplo con n= 3 bits

$111 = -3 = -(2^{n-1} - 1)$

$110 = -2$

$101 = -1$

$100 = -0$

$011 = +3 = +(2^{n-1} - 1)$

$010 = +2$

$001 = +1$

$000 = +0$

Resumen: BCS

- ✓ El intervalo es simétrico
- ✓ El primer bit sólo indica el signo
- ✓ Los positivos empiezan con cero (0)
- ✓ Los negativos empiezan con uno (1)
- ✓ Hay dos ceros
- ✓ Números distintos: 2^n

Técnica de Complementos

- El complemento a un número N de un número A (A menor que N) es igual a la cantidad que le falta a A para ser N

  Complemento a N de A = N - A

- El complemento a un número N del número (N-A) es igual a A.

Complemento a N de (N-A) = N - (N-A) = A

Técnica de Complementos (2)

En un sistema con n dígitos podemos tener:

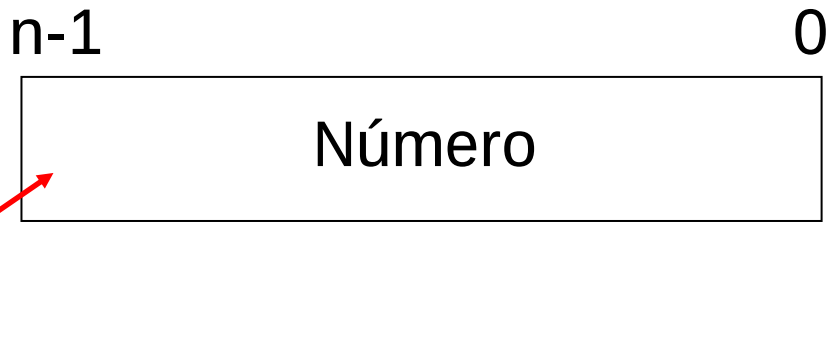
- Complemento a la base disminuida
  - si N= base^n – 1

  En sistema binario es Complemento a 1 ó Ca1
- Complemento a la base
  - si N= base^n

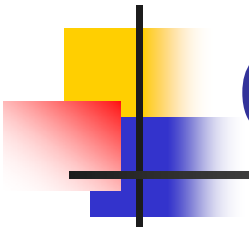
  En sistema binario es Complemento a 2 ó Ca2

Representación en Ca1

- Los n bits representan al número

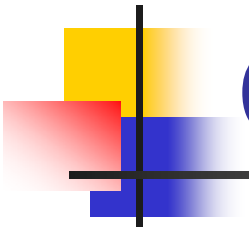


- Información del signo



Ca1

- Si el número es positivo, los n bits tienen la representación binaria del número (como siempre)
- Si el número es negativo, los n bits tienen el Ca1 del valor deseado.
- El Ca1 de un número en base 2 se obtiene invirtiendo todos los bits



Ca1

- Los positivos empiezan con cero (0)
- Los negativos empiezan con uno (1)
- El rango va desde

  $-(2^{n-1}-1)$ a $+(2^{n-1}-1)$

  con dos ceros

Ca1

- Ejemplos

$+32_{10} = 00100000$ $-32_{10} = 11011111$

$+7_{10} = 00000111$ $-7_{10} = 11111000$

$+41_{10} = 00101001$ $-41_{10} = 11010110$

Ca1

- Ejemplo: n=8 bits

Números negativos:

11111111 ← -0

...

10000000 ← $-(2^{n-1}-1)=-127$

Números positivos:

01111111 ← $+(2^{n-1}-1)=+127$

...

00000000 ← +0

Ca1

- Ejemplo con n= 3 bits

111 = -0

110 = -1

101 = -2

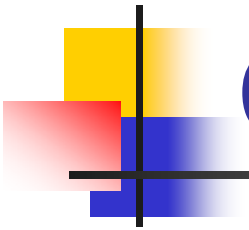
100 = -3= $-(2^{n-1} - 1)$

011 = +3 = $+(2^{n-1} - 1)$

010 = +2

001 = +1

000 = +0



Ca1

Dada una cadena de bits ¿qué número decimal representa si lo interpretamos en Ca1?

- Cuando es positivo:

$$01100000 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 = 64 + 32 = 96$$

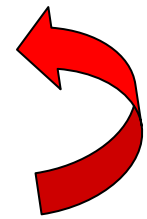
Como siempre

Ca1

- Cuando es negativo, puedo hacer dos cosas:
- ✓ Ca1 del número y obtengo el positivo

Ej.

11100000 = - 31



11100000 → 00011111 = +31

Ca1

- Otro método: el peso que tiene el primer dígito ahora es $-(2^{n-1} - 1)$ y el resto de los dígitos con pesos positivos *como siempre*

  $11100000 = -1x(2^7 - 1) + 1x2^6 + 1x2^5 =$

  $= -127 + 64 + 32 = -31$

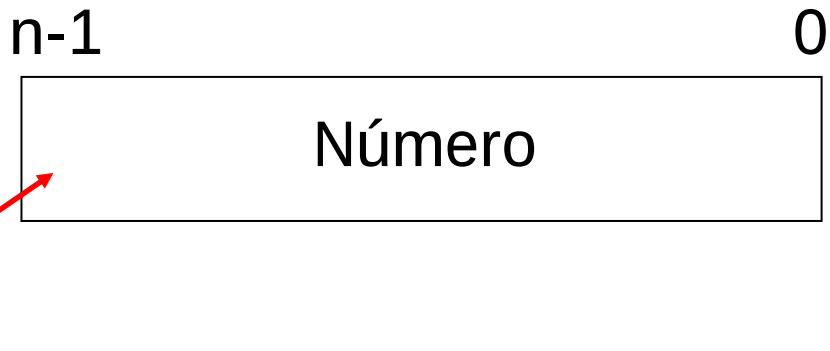
- O *por definición de Complemento a la base disminuida*
  - $Ca1 = (b^n - 1) - N^o$ ←

Resumen Ca1

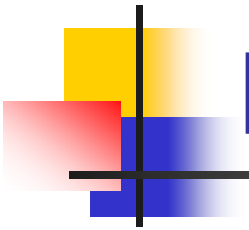
- El intervalo es simétrico
- Los n bits representan al número
- Los positivos empiezan con cero (0)
- Los negativos empiezan con uno (1)
- Hay dos ceros
- Números distintos 2^n

Representación en Ca2

- Los n bits representan al número



- Información del signo



Representación en Ca2

- Si el número es positivo, los n bits tienen la representación binaria del número (como siempre)
- Si el número es negativo, los n bits tienen el Ca2 del valor deseado.
- El Ca2 de un número (en base 2) se obtiene invirtiendo todos los bits (Ca1) y luego sumándole 1.

Ca2

- Otra forma: “mirando” desde la derecha se escribe el número (base 2) igual hasta el primer “1” uno inclusive y luego se invierten los demás dígitos
- Otra forma: *por definición de Complemento a la base*
  - $Ca2 = b^n - N^o$ ←

Ca2

- Los positivos empiezan con cero (0)
- Los negativos empiezan con uno (1)
- El rango es asimétrico y va desde

  $-(2^{n-1})$ a $+(2^{n-1}-1)$

- Hay un solo cero

Ca2

- Ejemplos

  $+32_{10}$= 00100000 ⇐ "mirando" desde la derecha

  -32_{10}= 11100000

- ✓ Los dígitos en rojo se copiaron igual
- ✓ Los dígitos en azul se invirtieron

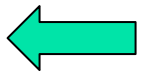
Ca2 (otra forma)

$+32_{10}=00100000$

1111

11011111 invierto todos los bits

\+ 1 le sumo 1

$-32_{10}=11100000$  en Ca2

Ca2 (otra forma)

- Ca2 = b^n – N^o = 2^8 – 32 = 256-32=224
- Hagamos la cuenta en base 2

```
          0  1 1
        1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0
   —
            0 0  1 0 0 0 0 0
  ---------------------------------
-32=      1 1  1 0 0 0 0 0   ⇐  en Ca2
```

Ca2

- Ejemplo : n=8 bits

Números negativos:

11111111 ← -1

...

10000000 ← $-(2^{n-1}) = -128$

Números positivos:

01111111 ← $+(2^{n-1} - 1) = +127$

...

00000000 ← +0

Ca2

- Ejemplo con n= 3 bits

111 = -1

110 = -2

101 = -3

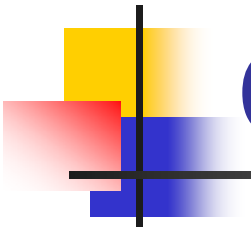
100 = -4= $-(2^{n-1})$

011 = +3 = $+(2^{n-1} - 1)$

010 = +2

001 = +1

000 = +0



Ca2

Dada una cadena de bits ¿qué número decimal representa si lo interpretamos en Ca2?

- Cuando es positivo:

$$01100000 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 = 64 + 32 = 96$$

Como siempre

Ca2

- Cuando es negativo, puedo hacer dos cosas:
- ✓ Ca2 el número y obtengo el positivo

Ej.

11100000 = - 32

11100000 → 00100000 = +32

Ca2

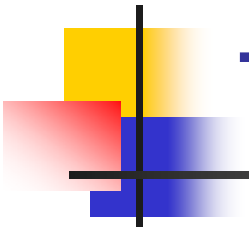
- Otro método: el peso que tiene el primer dígito ahora es $-(2^{n-1})$ y el resto de los dígitos con pesos positivos *como siempre*

$$11100000 = -1x(2^7) + 1x2^6 + 1x2^5$$

$$= -128 + 64 + 32 = -32$$

Resumen Ca2

- El intervalo es asimétrico, hay un - más
- Los n bits representan al número
- Los positivos empiezan con cero (0)
- Los negativos empiezan con uno (1)
- Hay un solo cero
- Números distintos 2^n



Técnica del Exceso

- La representación de un número A es la que corresponde a la SUMA del mismo y un valor constante E (o exceso).

  Exceso E de A = A + E

- Dado un valor, el número representado se obtiene RESTANDO el valor del exceso.

  A = (Exceso E de A) - E

- El signo del número A resulta de una resta
  - En binario, NO sigue la regla del bit mas significativo

Exceso 2^{n-1}

- Rango

$$-2^{(n-1)} \leq x \leq 2^{(n-1)}-1$$

si n=6 **Exceso 32**

$-2^{(6-1)} = 000000_2$ **= 0 - 32**

$2^{(6-1)}-1 = 111111_2$ **= 63 - 32 = 31**

$0_{10} = 100000_2$

= 32 - 32 = 0

Números en punto fijo (1)

- Se considera que todos los números a representar tienen exactamente la misma cantidad de dígitos y la coma fraccionaria está siempre ubicada en el mismo lugar.
- En sistema decimal: 0,23 ó 5,12 ó 9,11
  - En los ejemplos cada número tiene tres dígitos, y la coma está a la derecha del mas significativo

Números en punto fijo (2)

- En sistema binario:

  11,10 $(3,5)_{10}$ ó 01,10 $(1,5)_{10}$ ó 00,11 $(0,75)_{10}$

  - Hay 4 dígitos y la coma está entre el 2do y 3er dígito.

- La diferencia principal entre la representación en el papel y su almacenamiento en computadora, es que no se guarda coma alguna, se supone que está en un lugar determinado.

Punto Fijo: Rango y Resolución

Rango: diferencia entre el número mayor y el menor

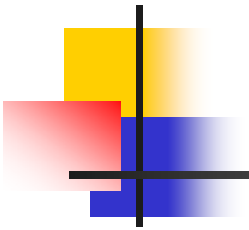
Resolución: diferencia entre dos números consecutivos

- Para el ejemplo anterior en sistema decimal

  Rango es de 0,00 a 9,99 ó [0,00…9,99]

  Resolución es 0,01

  2,32 - 2,31 = 0,01 o 9,99 - 9,98 = 0,01



Rango y Resolución(2)

- Notar que hay un compromiso entre rango y resolución.
- Si mantenemos tres dígitos y desplazamos la coma dos lugares a la derecha, el rango pasa a ser [0,..,999] y la resolución valdrá 1.

En cualquiera de los casos hay 10^3 números distintos

Ejemplo en BSS con 4 bits

4 parte ent. y 0 parte frac.

- - - -

Resolución

0001 – 0000 =

$0001_2 = 1_{10}$

Binario	Decimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

Ejemplo en ... (1)

3 parte ent. y 1 parte frac.

- - - , -

Resolución

000,1 – 000,0 =

$000,1_2 = 0,5_{10}$

Binario	Decimal
000,0	0
000,1	0,5
001,0	1
001,1	1,5
010,0	2
010,1	2,5
011,0	3
011,1	3,5
100,0	4
100,1	4,5
101,0	5
101,1	5,5
110,0	6
110,1	6,5
111,0	7
111,1	7,5

Ejemplo en ... (2)

2 parte ent. y 2 parte frac.

- - , - -

Resolución

00,01 – 00,00 =

$00{,}01_2 = 0{,}25_{10}$

Binario	Decimal
00,00	0
00,01	0,25
00,10	0,5
00,11	0,75
01,00	1
01,01	1,25
01,10	1,5
01,11	1,75
10,00	2
10,01	2,25
10,10	2,5
10,11	2,75
11,00	3
11,01	3,25
11,10	3,5
11,11	3,75

Ejemplo en ... (3)

1 parte ent. y 3 parte frac.

- , - - -

Resolución

0,001 – 0,000 =

$0{,}001_2 = 0{,}125_{10}$

Binario	Decimal
0,000	0
0,001	0,125
0,010	0,25
0,011	0,375
0,100	0,5
0,101	0,625
0,110	0,75
0,111	0,875
1,000	1
1,001	1,125
1,010	1,25
1,011	1,375
1,100	1,5
1,101	1,625
1,110	1,75
1,111	1,875

Ejemplo en ... (4)

parte ent. y 4 parte frac.

, - - - -

Resolución

,0001 – ,0000 =

$,0001_2 = 0,0625_{10}$

Binario	Decimal
,0000	0
,0001	0,0625
,0010	0,125
,0011	0,1875
,0100	0,25
,0101	0,3125
,0110	0,375
,0111	0,4375
,1000	0,5
,1001	0,5625
,1010	0,625
,1011	0,6875
,1100	0,75
,1101	0,8125
,1110	0,875
,1111	0,9375

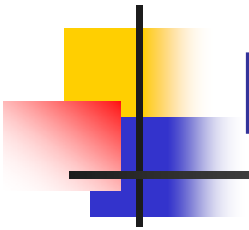
Representación y error

- Al convertir un número decimal a sistema binario tendremos 2 casos:
  - Sin restricción en la cantidad de bits a usar
    - $3{,}125_{10} = 11{,}001_2$
  - Con restricción, por ejemplo 3 bits para parte entera y 4 bits para parte fraccionaria
    - $3{,}125_{10} = 011{,}0010_2$

No cometemos error

Representación y error (2)

- Convertir $3{,}2_{10}$ con distintas restricciones
  - 3 bits para parte fraccionaria: $011{,}001_2 = 3{,}125_{10}$
    - Error = 3,2 – 3,125 = 0,075
  - 4 bits para parte fraccionaria: $011{,}0011_2 = 3{,}1875_{10}$
    - Error = 3,2 – 3,1875 = 0,0125
  - 5 bits para parte fraccionaria: $011{,}00111_2 = 3{,}21875_{10}$
    - Error = 3,2 – 3,21875 = - 0,01875
- El error más pequeño es 0,0125 entonces 3,1875 es la representación más cercana a 3,2 y podría utilizar sólo 4 bits para la parte fraccionaria.

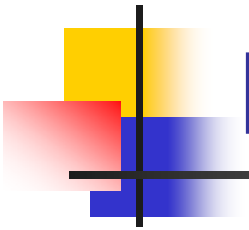


Bits de condición (banderas)

- Son bits que el procesador establece de modo automático acorde al resultado de cada operación realizada.
- Sus valores permitirán tomar decisiones como:
  - Realizar o no una transferencia de control.
  - Determinar relaciones entre números (mayor, menor, igual).

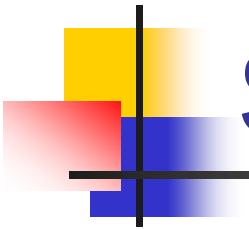
Banderas aritméticas

- Z (cero): vale 1 si el resultado de la operación son todos bits 0.
- C (carry): en la suma vale 1 si hay acarreo del bit más significativo; en la resta vale 1 si hay ‘borrow’ hacia el bit más significativo.
  - Cuando la operación involucra números sin signo, C=1 indica una condición fuera de rango.



Banderas aritméticas

- N (negativo): igual al bit más significativo del resultado.
  - Es 1 si el resultado es negativo
- V (overflow): en 1 indica una condición de fuera de rango (desborde) en Ca2.
  - El resultado no se puede expresar con el número de bits utilizado.



Suma en Ca2

- Para sumar dos números en Ca2 se suman los n bits directamente.
- Si sumamos dos números + y el resultado es – ó si sumamos dos – y el resultado es +

  hay overflow, en otro caso no lo hay.
- Si los Nºs son de distinto signo nunca puede haber overflow.

Resta en Ca2

- Para restar dos números en Ca2, se restan los n bits directamente. También se puede Ca2 el sustraendo y transformar la resta en suma.
- Si a un Nº + le restamos un Nº – y el resultado es – ó si a un Nº – le restamos un + y el resultado es +

  hay overflow en la resta.
- Si son del mismo signo nunca hay overflow

Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
0100 + 0010 = 0110	0000	+4 + +2 = +6	+4 + +2 = +6

✓ Los dos resultados son correctos.

Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
0101 + 0111 = 1100	1010	+5 + +7 = -4 overf.	+5 + +7 = +12

✓ Ca2 incorrecto, sin signo correcto.

Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
1101 + 0011	0101	-3 + +3	13 + 3
1⇦ 0000		0	carry 0

✓Ca2 correcto, sin signo incorrecto.

Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
1001 + 1100	0011	-7 + -4	9 + 12
1 ⇦ 0101		V +5	C 5

✓ Los dos resultados son incorrectos.

Bits de condición para la resta

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
1 ⇨ 0101	1001	+5	5
0111		+7	7
1110		-2	B 14

✓ Ca2 correcto, sin signo incorrecto.

Bits de condición para la resta

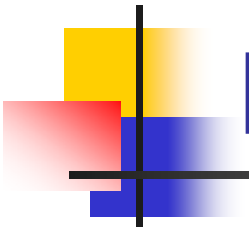
Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
1001	0010	-7	9
− 0100		− +4	− 4
0101		V +5	5

✓ Ca2 incorrecto, sin signo correcto.

Suma en BCS

$$\begin{array}{r} 1\ 001 \\ +\ 1\ 001 \\ \hline 1\ 010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -1 \\ +\ -1 \\ \hline -2 \end{array}$$

Para pensar.



Representación alfanumérica

- Letras (mayúsculas y minúsculas)
- Dígitos decimales (0, ..., 9)
- Signos de puntuación
- Caracteres especiales
- “Caracteres” u órdenes de control

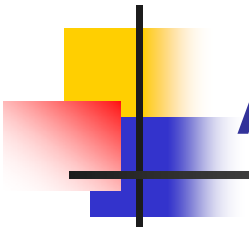
Ejemplo

A cada símbolo un código en binario

Ejemplo: x, y, α, β, #, @, [,]

- Ocho símbolos ¿Cuántos bits? ¿Por qué?

000	x	@	...
001	y	[	
010	α	α	
011	β	#	
100	#	β	
101	@	y	
110	[	x	
111	]	]	

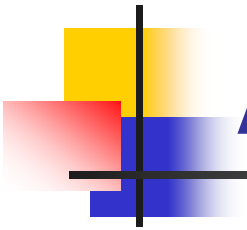


Algunos códigos

- FIELDATA
  - 26 letras mayúsculas + 10 dígitos + 28 caracteres especiales
  - Total 64 combinaciones $\Rightarrow$ Código de 6 bits
- ASCII

American Standard Code for Information Interchange

  - FIELDATA + minúsculas + ctrl
  - Total 128 combinaciones $\Rightarrow$ Código de 7 bits



Algunos códigos (2)

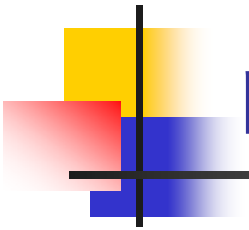
- ASCII extendido
  - ASCII + multinacional + semigráficos + matemática
  - Código de 8 bits
- EBCDIC - Extended BCD Interchange Code
  - similar al ASCII pero de IBM
  - Código de 8 bits

Tabla ASCII

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040		Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	(	(	72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051	)	)	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174			|
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177	&#127;	DEL

Una extensión al ASCII

128	Ç	144	É	160	á	176	▒	193	┴	209	╤	225	ß	241	±
129	ü	145	æ	161	í	177	▒	194	┬	210	╥	226	Γ	242	≥
130	é	146	Æ	162	ó	178	▓	195	├	211	╙	227	π	243	≤
131	â	147	ô	163	ú	179	│	196	─	212	╘	228	Σ	244	⌠
132	ä	148	ö	164	ñ	180	┤	197	┼	213	╒	229	σ	245	⌡
133	à	149	ò	165	Ñ	181	╡	198	╞	214	╓	230	µ	246	÷
134	å	150	û	166	ª	182	╢	199	╟	215	╫	231	τ	247	≈
135	ç	151	ù	167	º	183	╖	200	╚	216	╪	232	Φ	248	°
136	ê	152	ÿ	168	¿	184	╕	201	╔	217	┘	233	Θ	249	·
137	ë	153	Ö	169	⌐	185	╣	202	╩	218	┌	234	Ω	250	·
138	è	154	Ü	170	¬	186	║	203	╦	219	█	235	δ	251	√
139	ï	156	£	171	½	187	╗	204	╠	220	▄	236	∞	252	⁻
140	î	157	¥	172	¼	188	╝	205	═	221	▌	237	φ	253	²
141	ì	158	₧	173	¡	189	╜	206	╬	222	▐	238	ε	254	■
142	Ä	159	ƒ	174	«	190	╛	207	╧	223	▀	239	∩	255	
143	Å	192	└	175	»	191	┐	208	╨	224	α	240	≡		



mayor información ...

- Capítulo 8: Aritmética del computador (8.1., 8.2., 8.3.)
  - Stallings, 5ta Ed.
- Sistemas enteros y Punto fijo
  - Apunte 1 de Cátedra
- Capítulo 3: Lógica digital y representación numérica
  - Apuntes COC - Ingreso 2009