


Organización de Computadoras 2015

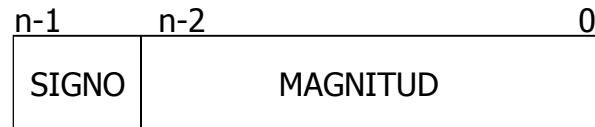
Clase 2

- 
- ## Temas de Clase
- Representación de datos
 - Números con signo
 - Operaciones aritméticas
 - Banderas de condición
 - Representación de datos alfanuméricos
- Notas de Clase 2
- 2



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 $0 \rightarrow n-2$ representan el valor absoluto en binario
- El rango: $-(2^{n-1} - 1) \rightarrow +(2^{n-1} - 1)$ con 2 ceros



Binario con signo (2)

➤ Ejemplos

$$+32_{10} = \overset{+}{\text{00100000}}$$

↓
32

$$-32_{10} = \overset{-}{\text{10100000}}$$

↓
32

$$+7_{10} = \text{00000111}$$

$$-7_{10} = \text{10000111}$$

$$+41_{10} = \text{00101001}$$

$$-41_{10} = \text{10101001}$$

Notas de Clase 2

5



Binario con signo (3)

➤ Ejemplo: $n=8$ bits

Números negativos {

$$\begin{array}{l} 11111111 \leftarrow -(2^{n-1} - 1) = -127 \\ \dots \\ 10000000 \leftarrow -0 \end{array}$$

Números positivos {

$$\begin{array}{l} 01111111 \leftarrow +(2^{n-1} - 1) = +127 \\ \dots \\ 00000000 \leftarrow +0 \end{array}$$

Notas de Clase 2

6



Binario con signo (4)

➤ Ejemplo con $n = 3$ bits

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

$$110 = -2$$

$$101 = -1$$

$$100 = -0$$

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

$$010 = +2$$

$$001 = +1$$

$$000 = +0$$

Notas de Clase 2

7



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

Notas de Clase 2

8



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

$$\text{Complemento a N de A} = N - A$$

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

$$\text{Complemento a N de (N-A)} = N - (N-A) = A$$



Técnica de Complementos (2)

En un sistema con n dígitos podemos tener:

- Complemento a la base disminuida

- si $N = \text{base}^n - 1$

En sistema binario es **Complemento a 1** ó **Ca1**

- Complemento a la base

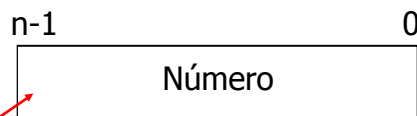
- si $N = \text{base}^n$

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.

$$11100000 = -31$$

$$11100000 \rightarrow 00011111 = +31$$

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*

$$11100000 = -1 \times (2^7 - 1) + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 = -127 + 64 + 32 = -31$$

- O por definición de Complemento a la base disminuida

$$\text{➤ } Ca1 = (b^n - 1) - N^o \quad \leftarrow$$

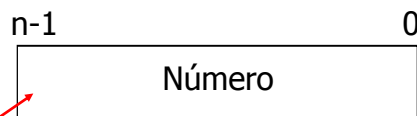
Resumen Ca1

- ❖ 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*

$$\text{Ca2} = b^n - N^o \quad \leftarrow$$



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

$$+32_{10} = 00100000 \leftarrow \text{"mirando" desde la derecha}$$

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

✓ 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

$$-32_{10} = 11100000 \leftarrow \text{en Ca2}$$



Ca2 (otra forma)

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

$$\begin{array}{r}
 011 \\
 \underline{110101000000} \\
 00100000 \\
 -32 = 11100000 \leftarrow \text{en Ca2}
 \end{array}$$

Notas de Clase 2

27



Ca2

➤ Ejemplo : $n=8$ bits

Números negativos	{	11111111	← -1
		...	
		10000000	← $-(2^{n-1}) = -128$
Números positivos	{	01111111	← $+(2^{n-1} - 1) = +127$
		...	
		00000000	← +0

Notas de Clase 2

28



➤ Ejemplo con $n = 3$ bits

$$111 = -1$$

$$110 = -2$$

$$101 = -3$$

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

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

$$010 = +2$$

$$001 = +1$$

$$000 = +0$$



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.

$$11100000 = -32$$

$$11100000 \rightarrow 00100000 = +32$$

Notas de Clase 2

31



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*

$$\begin{aligned} 11100000 &= -1 \times (2^7) + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 \\ &= -128 + 64 + 32 = -32 \end{aligned}$$

Notas de Clase 2

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).

$$\text{Exceso } E \text{ de } A = A + E$$

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

$$A = (\text{Exceso } E \text{ de } A) - E$$

- 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

$$\begin{aligned} -2^{(6-1)} &= 000000_2 \\ &= 0 - 32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2^{(6-1)}-1 &= 111111_2 \\ &= 63 - 32 = 31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0_{10} &= 100000_2 \\ &= 32 - 32 = 0 \end{aligned}$$



Nuevas 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 N^os son de distinto signo nunca puede haber overflow.

Notas de Clase 2

37



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 N^o $+$ le restamos un N^o $-$ y el resultado es $-$ ó si a un N^o $-$ le restamos un $+$ y el resultado es $+$ hay overflow en la resta.
- Si son del mismo signo nunca hay overflow

Notas de Clase 2

38



Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
-----------	------	-----	-----------

$$\begin{array}{r} + 0100 \\ + 0010 \\ \hline 0110 \end{array}$$

0000

$$\begin{array}{r} + +4 \\ + +2 \\ \hline +6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + +4 \\ + +2 \\ \hline +6 \end{array}$$

✓ Los dos resultados son correctos.

Notas de Clase 2

39



Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
-----------	------	-----	-----------

$$\begin{array}{r} + 0101 \\ + 0111 \\ \hline 1100 \end{array}$$

1010

$$\begin{array}{r} + +5 \\ + +7 \\ \hline -4 \text{ overf.} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + +5 \\ + +7 \\ \hline +12 \end{array}$$

✓ Ca2 incorrecto, sin signo correcto.

Notas de Clase 2

40



Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
$\begin{array}{r} + 1101 \\ + 0011 \\ \hline 1 \leftarrow 0000 \end{array}$	0101	$\begin{array}{r} + -3 \\ + +3 \\ \hline 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} + 13 \\ + 3 \\ \hline \text{carry } 0 \end{array}$

✓ Ca2 correcto, sin signo incorrecto.

Notas de Clase 2

41



Bits de condición para la suma

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
$\begin{array}{r} + 1001 \\ + 1100 \\ \hline 1 \leftarrow 0101 \end{array}$	0011	$\begin{array}{r} + -7 \\ + -4 \\ \hline V +5 \end{array}$	$\begin{array}{r} + 9 \\ + 12 \\ \hline C 5 \end{array}$

✓ Los dos resultados son incorrectos.

Notas de Clase 2

42



Bits de condición para la resta

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
$\begin{array}{r} 1 \rightarrow 0101 \\ - 0111 \\ \hline 1110 \end{array}$	1001	$\begin{array}{r} +5 \\ - +7 \\ \hline -2 \end{array}$	$\begin{array}{r} 5 \\ - 7 \\ \hline 14 \end{array}$

✓ Ca2 correcto, sin signo incorrecto.

Notas de Clase 2

43



Bits de condición para la resta

Operación	NZVC	Ca2	Sin signo
$\begin{array}{r} 1001 \\ - 0100 \\ \hline 0101 \end{array}$	0010	$\begin{array}{r} -7 \\ - +4 \\ \hline +5 \end{array}$	$\begin{array}{r} 9 \\ - 4 \\ \hline 5 \end{array}$

✓ Ca2 incorrecto, sin signo correcto.

Notas de Clase 2

44



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]]	

Notas de Clase 2

47



Algunos códigos

- FIELDATA

- 26 letras mayúsculas + 10 dígitos + 28 caracteres especiales
- Total 64 combinaciones ⇒ Código de 6 bits

- ASCII

American Standard Code for Information Interchange

- FIELDATA + minúsculas + ctrl
- Total 128 combinaciones ⇒ Código de 7 bits

Notas de Clase 2

48



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

Notas de Clase 2

49



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

Notas de Clase 2

50



Una extensión al ASCII

128	Ç	144	É	160	á	176	☐	193	⌞	209	⌞	225	ß	241	⌞
129	ù	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	â	150	û	166	*	182	⌞	199	⌞	215	⌞	231	τ	247	⌞
135	ç	151	ù	167	°	183	⌞	200	⌞	216	⌞	232	Φ	248	⌞
136	ê	152	—	168	¿	184	⌞	201	⌞	217	⌞	233	Θ	249	⌞
137	ë	153	Ö	169	—	185	⌞	202	⌞	218	⌞	234	Ω	250	⌞
138	è	154	Û	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	⌞
141	í	158	—	173	ı	189	⌞	206	⌞	222	■	238	ε	254	■
142	Ä	159	f	174	«	190	⌞	207	⌞	223	■	239	∩	255	⌞
143	Å	192	L	175	»	191	⌞	208	⌞	224	α	240	≡		

Notas de Clase 2

51



mayor información ...

- Capítulo 8: Aritmética del computador (8.1., 8.2., 8.3.)
 - Stallings, 5º Ed.
- Sistemas enteros y Punto fijo
 - Apunte 1 de Cátedra
- Capítulo 3: Lógica digital y representación numérica
 - Apuntes COC - Ingreso 2013

Notas de Clase 2

52