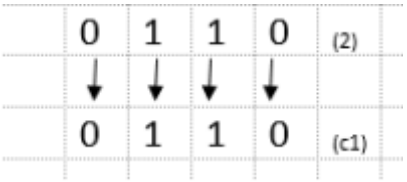
Complementos: a 1 y 2

El complemento a 1 y a 2 de un número binario permiten la representación de números negativos. El método de complemento a 2 es comúnmente usado por las computadoras para representar los negativos.

Complemento a 1

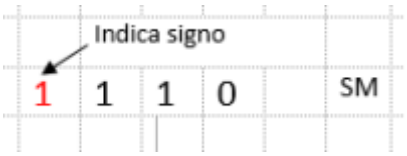
El complemento a 1 de un número binario se obtiene representándolo primero en **SM**, es decir el bit más significativo, representa el signo y el resto de los bits la magnitud. Luego se procede de 2 formas distintas dependiendo del signo del valor a representar. El complemento a 1 $\mathbf{C_{(1)}}$ de un valor es:

- **Si el número a representar es positivo**: la representación queda igual que en signo magnitud. Por ejemplo si tenemos el número positivo $6_{(10)}$ y debemos pasarlo a $\mathbf{C_{(1)}}$, quedaría asi:



- **Si el número a representar es negativo**: Se efectua el complemento dígito a dígito de la representación de la magnitud obtenida anteriormente. Veamos como representar en $\mathbf{C_{(1)}}$ el número $\mathbf{-6_{(10)}}$:

Primero lo representamos en SM, como estamos usando 4 bits quedaría así



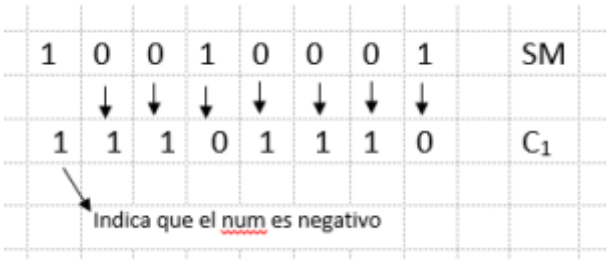
Luego complementamos los bits restantes

El bit mas significativo, nos indica que el número es negativo. **-6**.

Analicemos otro ejemplo; pero ahora con 8 bits (1 byte), representemos el número -17_{10} en C_1.

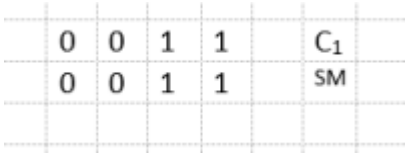
Paso 0) Como primer paso escribimos el número en SM:

Paso 1) Como el número a representar es negativo **(-17)**, complemento y queda así:



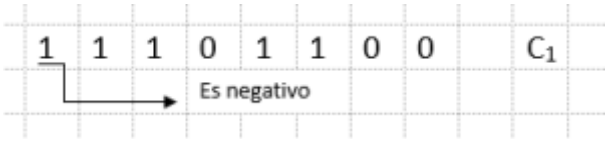
Ahora supongamos que tenemos un número que está en C_1: **0011** ¿Cómo lo pasamos a SM?.

Paso 0) Si el número tiene en su bit más significativo un **0**, quiere decir que es positivo, entonces su representacion quedaría exactamente igual.

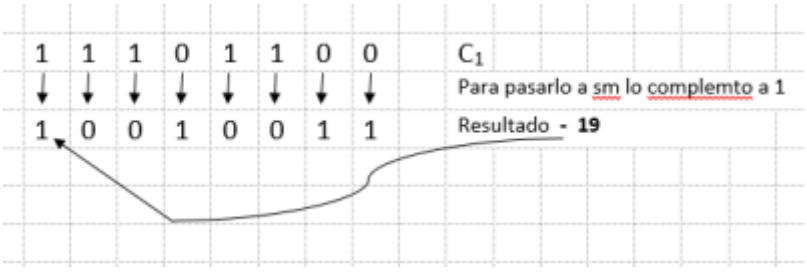


Probemos otro número que está en C_1: **11101100** ¿Cómo lo pasamos a SM o a binario?. **¡Lo volvemos a complementar a C_1!**

Paso 0) Si el número tiene en su bit más significativo un **0**, quiere decir que es positivo, entonces su representacion quedaría exactamente igual. Este no es el caso ya el bit 7 tiene valor 1



Paso 1) Complemento para obtener el valor numérico en SM.



Pensemos ahora, en el rango de representación, dicho de otra forma, ¿Cuál es número más grande y el más chico que puedo representar con n bits?

Partamos de un ejemplo fácil con 4 bits

C_1	Decimal
1000	-7
1001	-6
1010	-5
1011	-4

C_1	Decimal
1100	-3
1101	-2
1110	-1
1000	-0
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7

Vemos que el 0 tiene doble representación, lo cual genera un problema. Veamos el rango de representación, seria así: **[$-(2^{4-1}-1), 2^{4-1}-1)$] -> (-7, 7)**

Generalizando para n bits:

$[\ -(2^{n-1}-1),\ 2^{n-1}-1)\ ]$

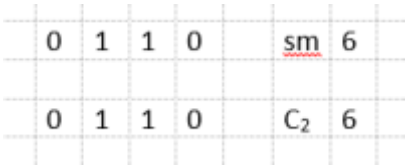
Complemento a 2

En la actualidad la representación más utilizada en las computadoras es complemento a dos. Sin embargo, primero estudiamos las otras representaciones dado que son más simples y sirven como una buena base para el complemento a dos.

Veamos mediante ejemplos como pasar un número binario SM a $\mathbf{C_2}$

El complemento a 2 $\mathbf{C_2}$ de un número binario se obtiene, primero lo pasamos a $\mathbf{C_1}$ luego le sumamos 1, al bit menos significativo.

- **Si el número a representar es positivo**: la representación queda igual que en signo magnitud. Por ejemplo si tenemos el número positivo $6_{(10)}$ y debemos pasarlo a $\mathbf{C_{(2)}}$, quedaría asi:



- **Si el número a representar es negativo**: Se efectua el complemento dígito a dígito de la representación de la magnitud obtenida anteriormente. Veamos como representar en $\mathbf{C_{(2)}}$ el número $\mathbf{-6_{(10)}}$:

Primero lo representamos en **SM**, luego en $\mathbf{C_1}$ y para convertirlo finalmente a $\mathbf{C_2}$, le sumamos 1 al bit menos siginficativo. Como estamos usando 4 bits quedaría así

1	1	1	0		sm	-6
	↓	↓	↓			
1	0	0	1		C1	-6

y ahora sumamos 1

			1			
	1	0	0	1	C1	-6
+				1		
	0	**0**	**1**	**0**	**C2**	**-6**

Sigamos con más ejemplos, convirtamos por ejemplo con el número $-74_{(10)}$ a C_2 trabajando con 8 bits:

- **Paso 0**) SM: Si el número tiene en su bit más significativo un **0**, quiere decir que es positivo, entonces su representacion quedaría exactamente igual. Este no es el caso **(11001010 SM)** ya el bit 7 tiene valor 1

1	1	0	0	1	0	1	0	sm	-74

- **Paso 1**) Convertimos a C_1

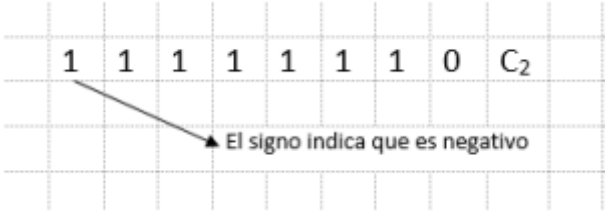
1	1	0	0	1	0	1	0	sm	-74
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
1	0	1	1	0	1	0	1	C_1	-74

- **Paso 2**) Convertimos a C_2 simplemente sumando 1 al bit menos significativo

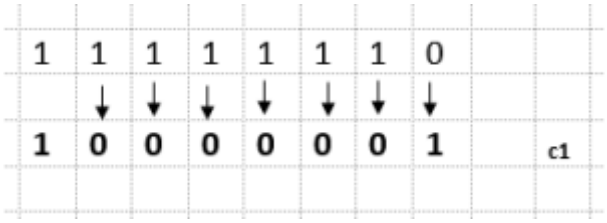
						1			
1	0	1	1	0	1	0	1	C_1	-74
							1		
1	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**C_2**	**-74**

Ahora supongamos que tenemos un número que está en **C_2**: **10110110** ¿Cómo lo pasamos a SM?. **¡Lo complementamos a 2!**

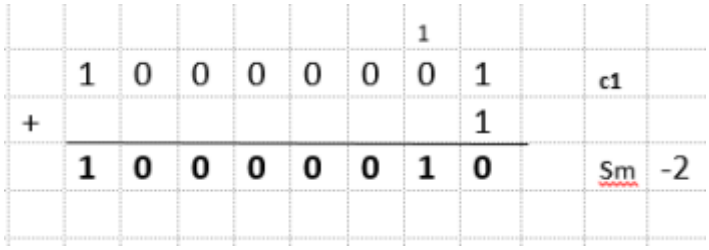
- Paso 0) Analizamos el signo del bit más significativo para saber si es negativo (1). Si no fuera asi la respresentación en C_2 quedaría igual



- Paso 1) Complementamos C_1



- Paso 2) Sumamos 1 al bit menos significativo y nos queda el número en signo magnitud



Veamos el rango de representación, ¿Cuál es número más grande y el más chico que puedo representar con n bits?

Ejemplo fácil con 4 bits

C_2	**Decimal**
1000	-8
1001	-7
1010	-6
1011	-5
1100	-4
1101	-3
1110	-2
1111	-1
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7

Ahora vemos que el 0 no presenta el problema de la doble representación de C_1 . Veamos el rango de representación, seria así: **[$-(2^{4-1})$, $2^{4-1}-1$)] –> (-8, 7)**

Generalizando para n bits:

$[\ -(2^{n-1}),\ 2^{n-1}-1)\ ]$

Tabla Comparativa (representación en 4 bits)

Número decimal	Signo y magnitud	Complemento a 1	Complemento a 2
+7	0111	0111	0111
+6	0110	0110	0110
+5	0101	0101	0101
+4	0100	0100	0100
+3	0011	0011	0011
+2	0010	0010	0010
+1	0001	0001	0001
0	0000	0000	0000
-0	1000	1111	No existe
-1	1001	1110	1111
-2	1010	1101	1110
-3	1011	1100	1101
-4	1100	1011	1100
-5	1101	1010	1011
-6	1110	1001	1010
-7	1111	1000	1001
-8	no existe	No existe	1000

	Binario puro	Signo Magnitud	Complemento a uno	Complemento a dos
Rango de representación	$[0;+2^{n}-1]$ Asimétrico	$[-(2^{n-1}-1);+2^{n-1}-1]$ Simétrico	$[-(2^{n-1}-1);+2^{n-1}-1]$ Simétrico	$[-(2^{n-1});+2^{n-1}-1]$ Asimétrico
Permite representar números con signo negativo (ventaja)	No	Si	Si	Si
Tiene cero positivo y negativo (desventaja)	No	Si	Si	No, pero nos permite representar un número más.
Facilita operaciones aritméticas (ventaja)	Si	No	Si	Si

Volver

— *Mariano Vargas* 🤣

---

(315)