

EQUIPOS MICROPROGRAMABLES

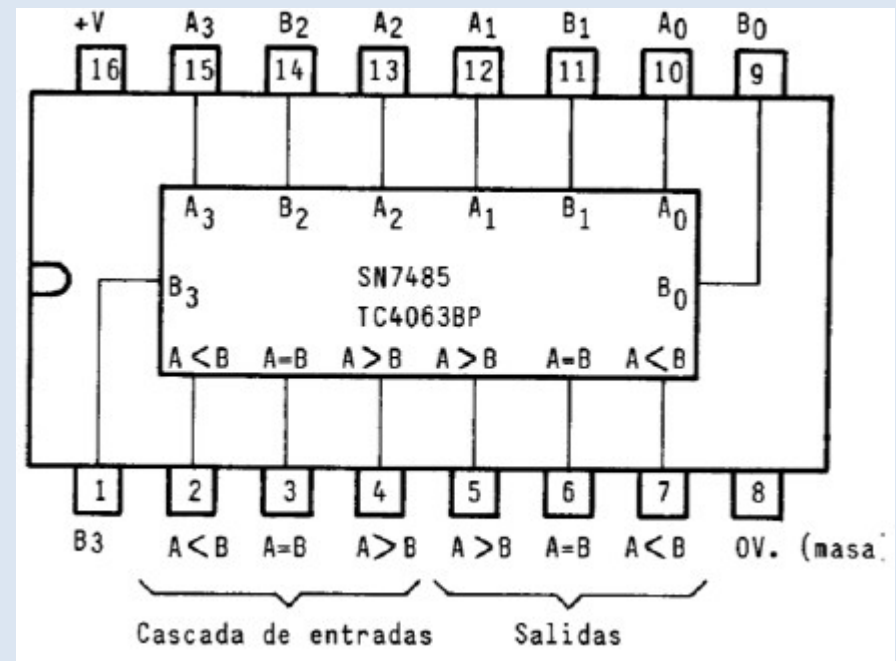
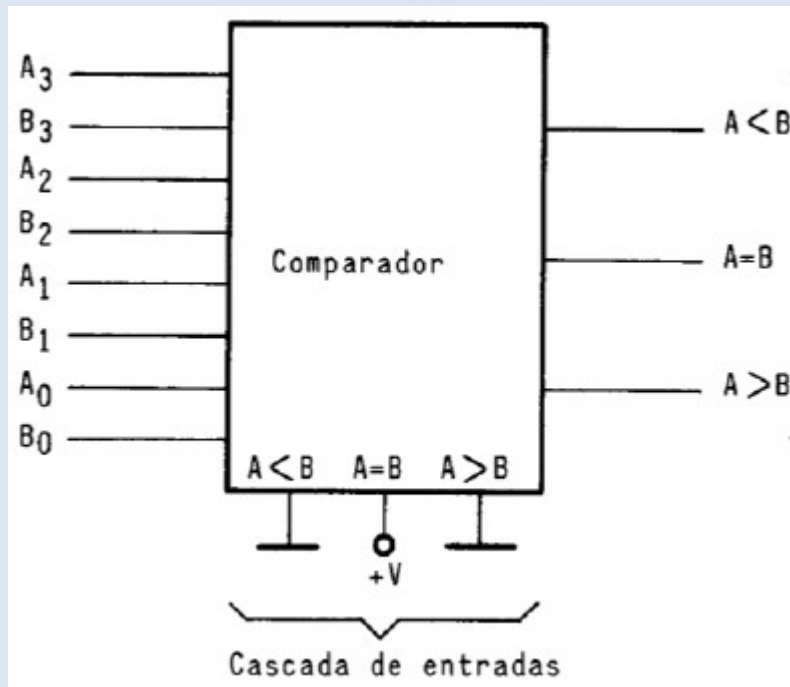
11. ARITMÉTICA BINARIA

INDICE

- Comparadores.
- Sumadores.
- Restadores.
- Multiplicadores.
- Unidad aritmético-lógica.

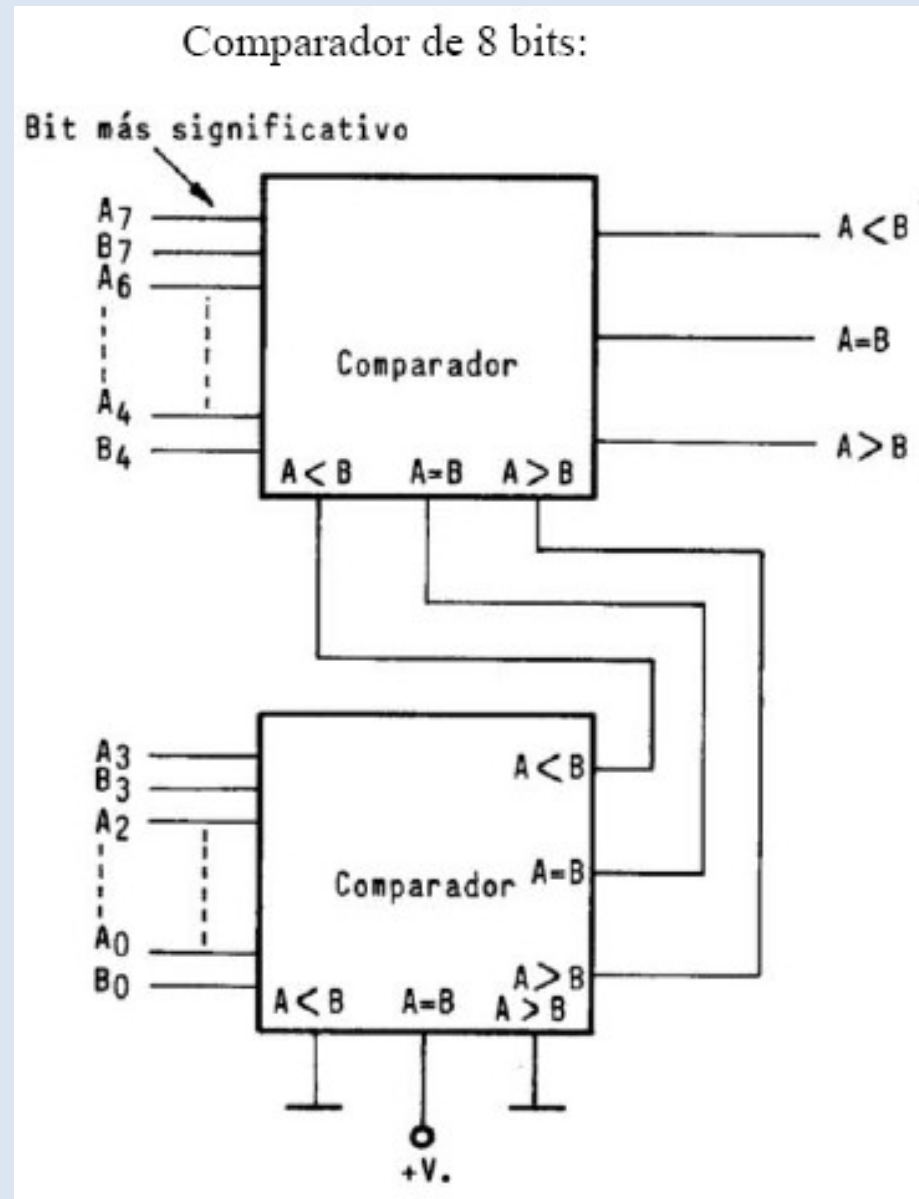
COMPARADORES

- Comparan cantidades binarias.
- Las salidas determinan cual de las cantidades es mayor que la otra o si son iguales.



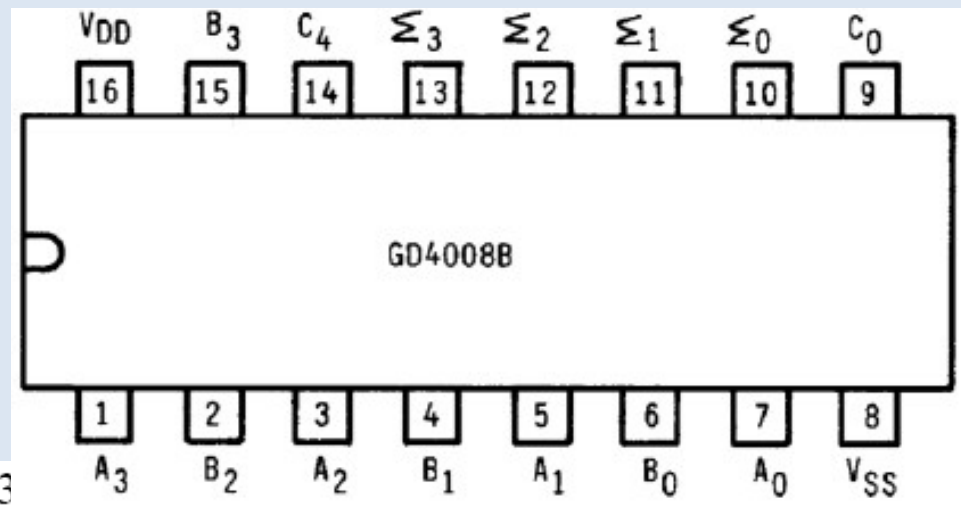
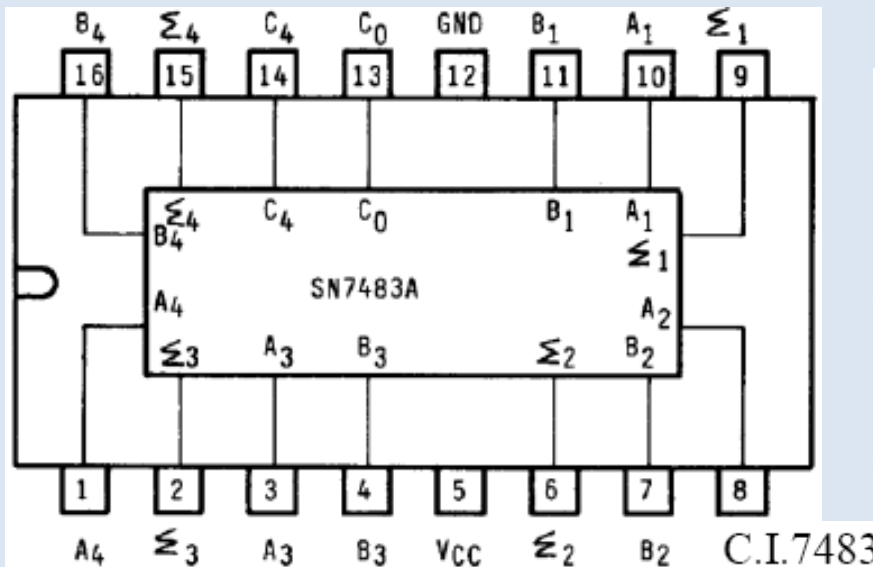
COMPARADORES

- Para cantidades mayores de cuatro bits se hace uso de la “cascada de entradas”, para tener en cuenta el resultado de las comparaciones anteriores.
- El inconveniente para cantidades grandes es el retraso que se produce al acumular retardos.



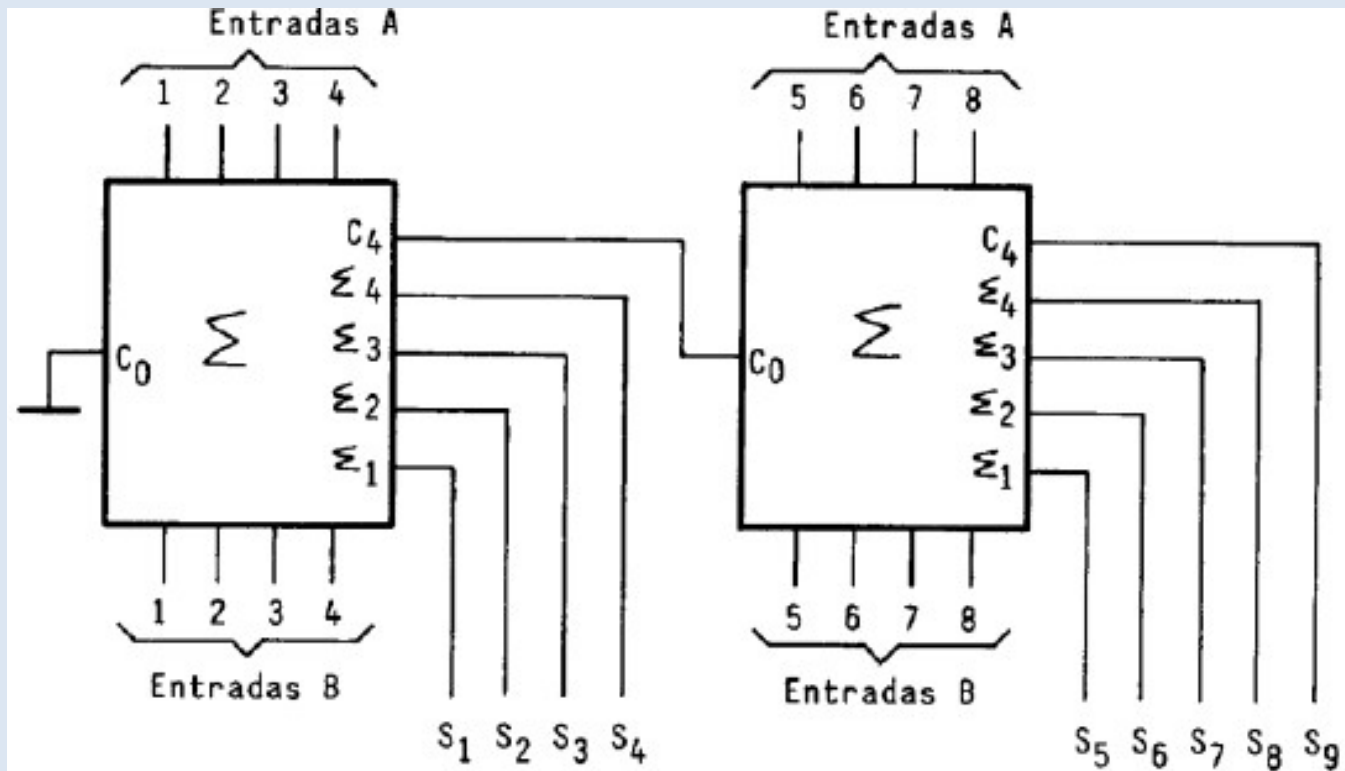
SUMADORES

- Realizan la operación de suma algebraica con cantidades binarias.
- Como todos los circuitos aritméticos, están preparados para, en combinación con otros, realizar operaciones de mayor número de bits.



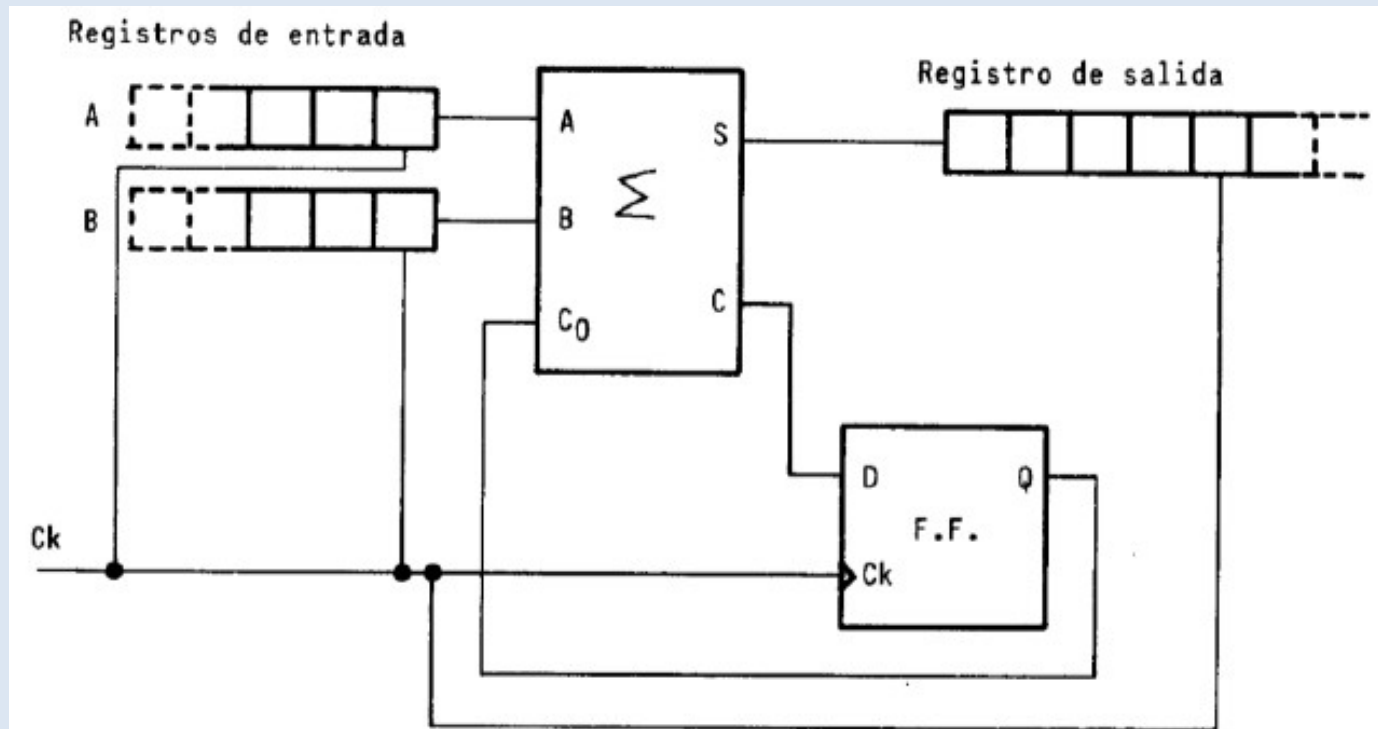
SUMADOR PARALELO

- Realizan la suma de todos los bits a la vez, usando las entradas de acarreo para la suma de los bits de mayor peso.



SUMADOR SERIE

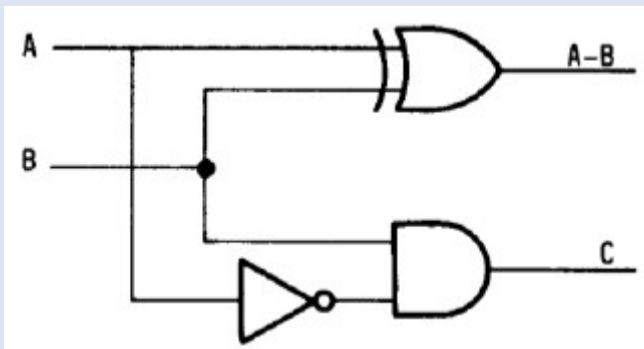
- Realizan la suma de bit en bit, guardando los resultados en un registro.
- Las cantidades a sumar están también en sendos registros, que van pasando sus valores a un sumador de forma secuencial.



RESTADOR

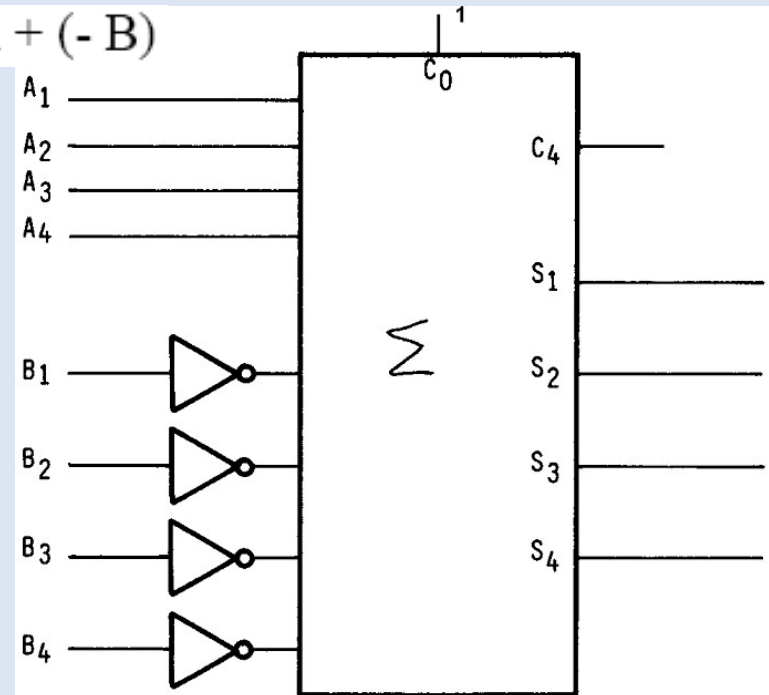
- Empecemos por diseñar un restador de dos cantidades de un bit: semirrestador.

A	B	C	A-B
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	1	0	0



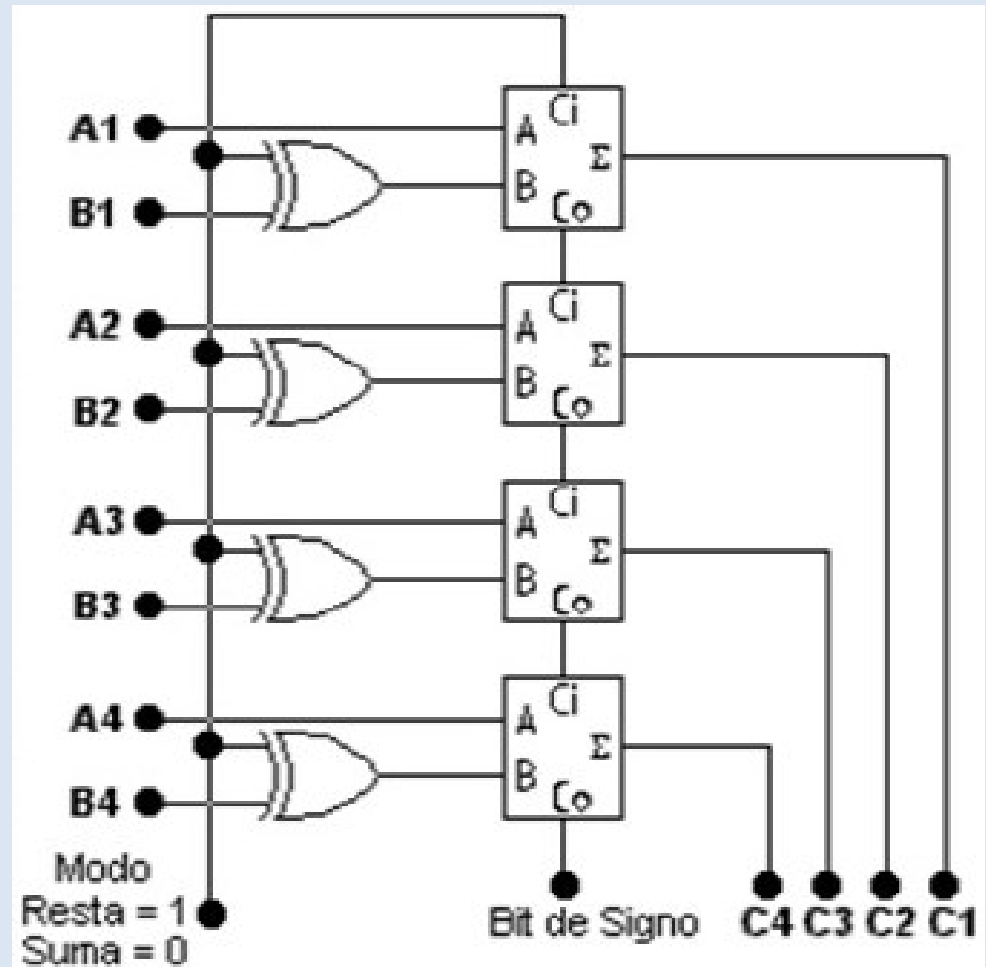
- En la práctica, para cantidades mayores, la resta se realiza como una suma de A con el complemento a 2 de B.

$$A - B = A + (-B)$$



SUMADOR RESTADOR

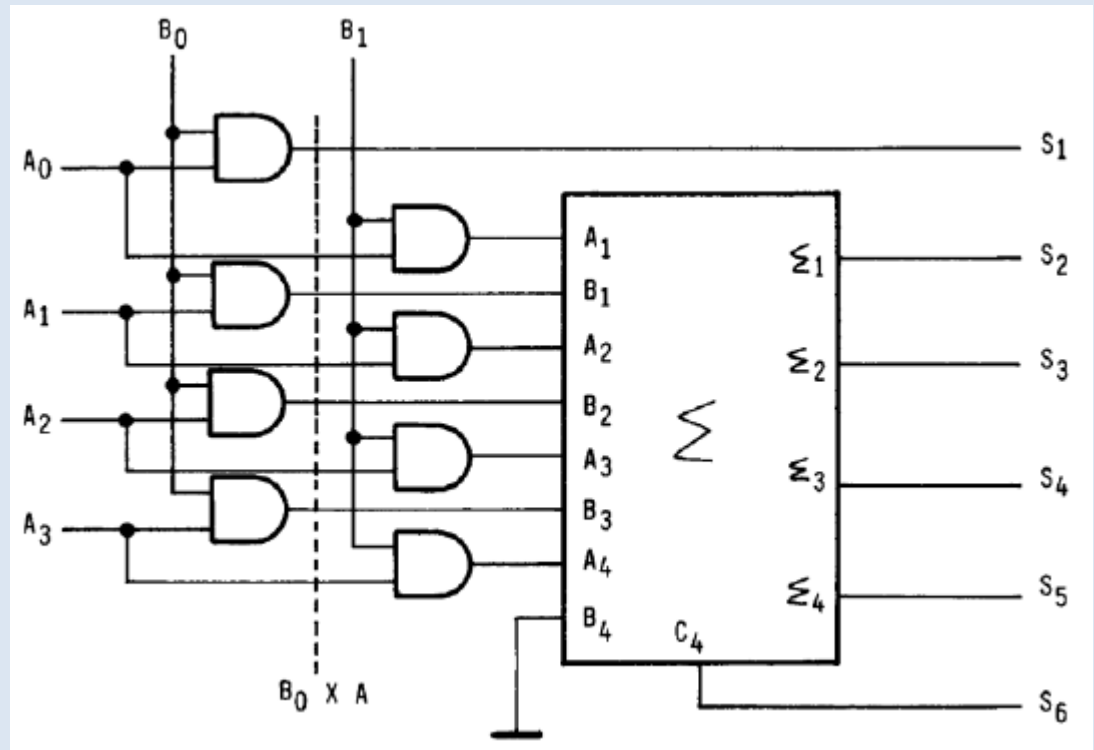
- Como la diferencia entre un sumador y un restador es casi solamente una serie de inversiones, se pueden colocar puertas o exclusivas haciendo la función de inversora o no inversora.



MULTIPLICADORES

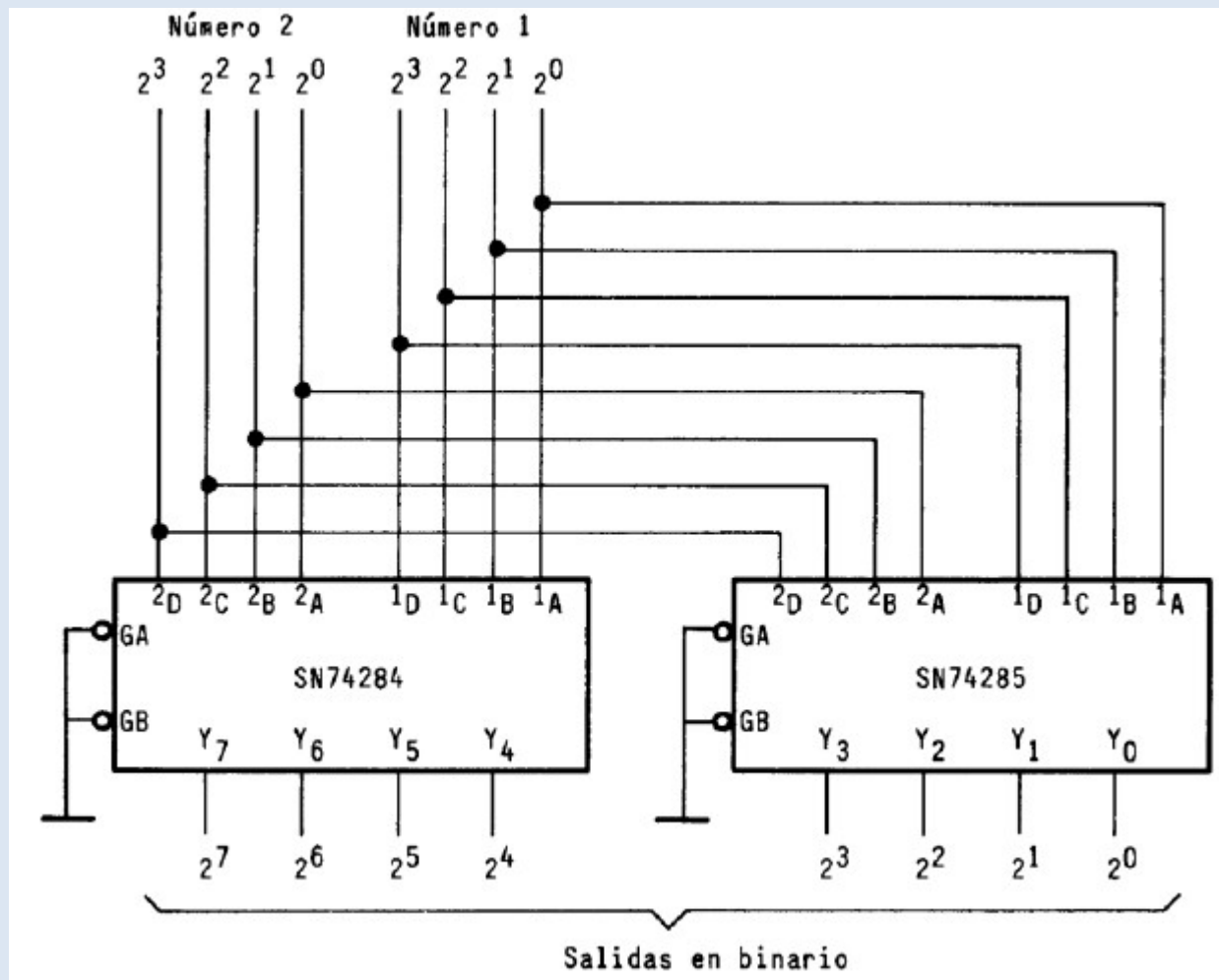
- Si observamos la operación del producto es una suma con desplazamiento de productos lógicos.

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cccc}
 A_0 & A_1 & A_2 & A_3 \\
 A = & 1 & 0 & 0 & 1 \\
 B = & \text{---} & X & 1 & \text{---} & 1 \leftarrow (B_1, B_0) \\
 & 1 & 0 & 0 & 1 \leftarrow (B_0 \times A) \\
 + & 1 & 0 & 0 & 1 \leftarrow (B_1 \times A) \\
 \hline
 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
 \hline
 S_6 & S_5 & S_4 & S_3 & S_2 & S_1
 \end{array}
 \end{array}$$



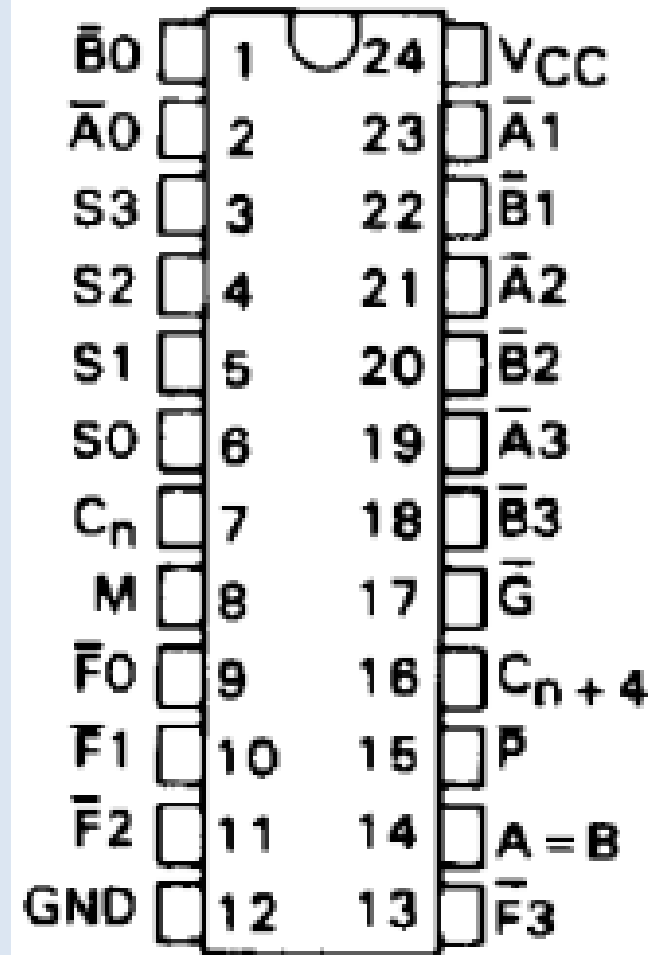
MULTIPLICADORES

- Existen algunos circuitos específicos para realizar el producto de dos cantidades de 4 bits a mayor velocidad.



UNIDAD ARITMÉTICO LÓGICA (ALU)

- La unidad aritmético-lógica es un circuito complejo capaz de realizar un gran número de operaciones lógicas y aritméticas sencillas con cantidades de 4 bits.
- Hay que tener presente que las funciones lógicas son bit a bit.



UNIDAD ARITMÉTICO LÓGICA

SELECTION				ACTIVE-HIGH DATA		
				M = H	M = L; ARITHMETIC OPERATIONS	
S3	S2	S1	S0	LOGIC FUNCTIONS	$\bar{C}_n = H$ (no carry)	$\bar{C}_n = L$ (with carry)
L	L	L	L	$F = \bar{A}$	$F = A$	$F = A \text{ PLUS } 1$
L	L	L	H	$F = \overline{A + B}$	$F = A + B$	$F = (A + B) \text{ PLUS } 1$
L	L	H	L	$F = \bar{A}B$	$F = A + \bar{B}$	$F = (A + \bar{B}) \text{ PLUS } 1$
L	L	H	H	$F = 0$	$F = \text{MINUS } 1 \text{ (2's COMP)}$	$F = \text{ZERO}$
L	H	L	L	$F = \bar{A}\bar{B}$	$F = A \text{ PLUS } \bar{A}\bar{B}$	$F = A \text{ PLUS } \bar{A}\bar{B} \text{ PLUS } 1$
L	H	L	H	$F = \bar{B}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } \bar{A}\bar{B}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } \bar{A}\bar{B} \text{ PLUS } 1$
L	H	H	L	$F = A \oplus B$	$F = A \text{ MINUS } B \text{ MINUS } 1$	$F = A \text{ MINUS } B$
L	H	H	H	$F = \bar{A}\bar{B}$	$F = \bar{A}\bar{B} \text{ MINUS } 1$	$F = \bar{A}\bar{B}$
H	L	L	L	$F = \bar{A} + B$	$F = A \text{ PLUS } AB$	$F = A \text{ PLUS } AB \text{ PLUS } 1$
H	L	L	H	$F = \overline{A \oplus B}$	$F = A \text{ PLUS } B$	$F = A \text{ PLUS } B \text{ PLUS } 1$
H	L	H	L	$F = B$	$F = (A + \bar{B}) \text{ PLUS } AB$	$F = (A + \bar{B}) \text{ PLUS } AB \text{ PLUS } 1$
H	L	H	H	$F = AB$	$F = AB \text{ MINUS } 1$	$F = AB$
H	H	L	L	$F = 1$	$F = A \text{ PLUS } A^*$	$F = A \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	L	H	$F = A + \bar{B}$	$F = (A + B) \text{ PLUS } A$	$F = (A + B) \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	H	L	$F = A + B$	$F = (A + \bar{B}) \text{ PLUS } A$	$F = (A + \bar{B}) \text{ PLUS } A \text{ PLUS } 1$
H	H	H	H	$F = A$	$F = A \text{ MINUS } 1$	$F = A$

*Each bit is shifted to the next more significant position.

