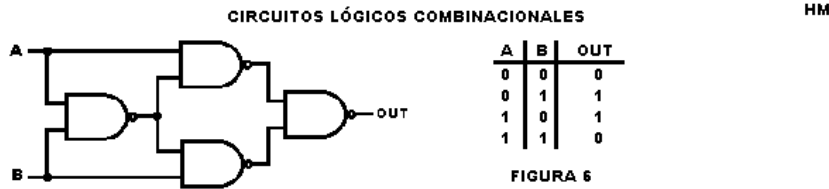


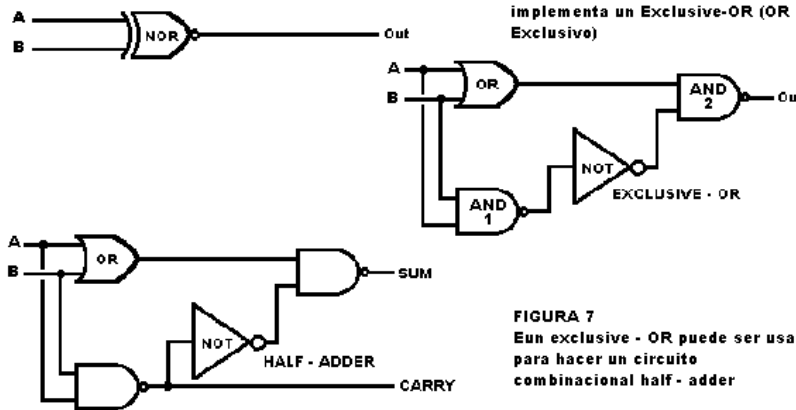


## Circuitos lógicos combinacionales

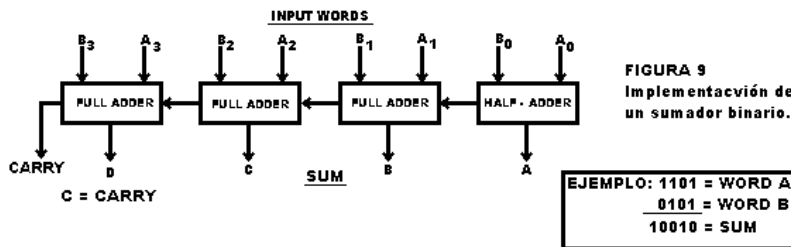
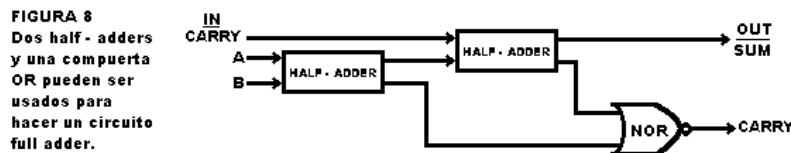
El circuito lógico combinacional más simple es la compuerta OR EXCLUSIVA (Exclusive-OR), cuyo símbolo y tabla de verdad aparece en la [figura 6](#).



**FIGURA 6**  
El circuito combinacional de arriba implementa un Exclusive-OR (OR Exclusive)



**FIGURA 7**  
Eun exclusive - OR puede ser usado para hacer un circuito combinacional half - adder



**FIGURA 9**  
Implementación de un sumador binario.

Mientras que la compuerta OR común tiene una salida "1" si cualquiera, o todas sus entradas son "1", la compuerta OR EXCLUSIVA de dos entradas A y B sólo presenta en su salida Q el estado "1" cuando cualquiera, solamente una de sus dos entradas A o B tiene el nivel eléctrico correspondiente al "1". A esta compuerta se le escribe algunas veces XOR. La OR EXCLUSIVA es algunas veces llamada compuerta de NO-EQUIVALENCIA, por el hecho de mostrar

una salida "1" solamente cuando las dos entradas "vean" diferentes niveles lógicos cuando ambas entradas sean iguales la salida pasa a "0". Con base a lo anterior es bastante simple convertir una compuerta OR EXCLUSIVA en un circuito COMPARADOR, para lo cual bastará con colocar un inversor a la salida Q. UN COMPARADOR entrega una salida "1" cuando ambas entradas sean iguales.

Si repasamos las reglas que existen para la suma de dos cantidades binarias, veremos que la compuerta OR Exclusiva es ideal para efectuar eléctricamente tal operación:

En la aritmética binaria:

$$\begin{aligned}0 + 0 &= 0 \\0 + 1 &= 1 \\1 + 0 &= 1 \\1 + 1 &= 10\end{aligned}$$

En la suma de words con dos o más bits, puede ocurrir el mismo caso que se presenta en la suma de números decimales con varias cifras: cuando la suma de los dos primeros dígitos da una cantidad mayor de 9, se coloca en el resultado el dígito de menor valor (el de la derecha) y se "lleva" el restante a la siguiente columna, para ser sumado allí. Veamos un ejemplo:

$248 + 176 = 424 = 8 + 6 = 14$  pero se coloca solamente el "4" y se "lleva" el "1", etc., etc.

En la suma binaria de los dígitos  $1 + 1$ , se coloca el "0" y se "lleva" el "1", pudiéndose colocar como tal, 10, solamente cuando se obtenga el la última columna de la izquierda. A esa acción de "llevar" se le conoce en ingles como CARRY. Veamos un ejemplo:

$1001 + 1101 = 10110 = 1 + 1 = 0$  y "llevo", más el "0" que sigue vuelve a dar "1", etc. Se puede decir que la suma de  $1 + 1$  es "cero" y el carry es "uno".

Es fácil generar el bit carry (lleva) en la salida de un circuito OR Exclusivo, para usarlo como un SUMADOR BINARIO (binary adder). Si estudiamos el circuito para implementar una OR Exclusiva,

una salida "1" solamente cuando las dos entradas "vean" diferentes niveles lógicos cuando ambas entradas sean iguales la salida pasa a "0". Con base a lo anterior es bastante simple convertir una compuerta OR EXCLUSIVA en un circuito COMPARADOR, para lo cual bastará con colocar un inversor a la salida Q. UN COMPARADOR entrega una salida "1" cuando ambas entradas sean iguales. Si repasamos las reglas que existen para la suma de dos cantidades binarias, veremos que la compuerta OR Exclusiva es ideal para efectuar eléctricamente tal operación:

En la aritmética binaria:

$$\begin{aligned}0 + 0 &= 0 \\0 + 1 &= 1 \\1 + 0 &= 1 \\1 + 1 &= 10\end{aligned}$$

En la suma de words con dos o más bits, puede ocurrir el mismo caso que se presenta en la suma de números decimales con varias cifras: cuando la suma de los dos primeros dígitos da una cantidad mayor de 9, se coloca en el resultado el dígito de menor valor (el de la derecha) y se "lleva" el restante a la siguiente columna, para ser sumado allí. Veamos un ejemplo:

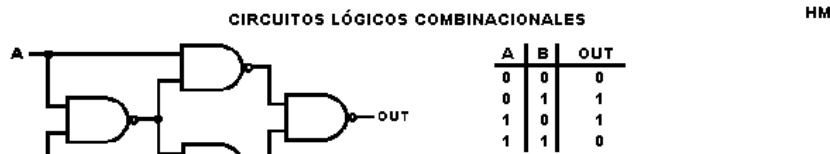
$248 + 176 = 424 = 8 + 6 = 14$  pero se coloca solamente el "4" y se "lleva" el "1", etc., etc.

En la suma binaria de los dígitos  $1 + 1$ , se coloca el "0" y se "lleva" el "1", pudiéndose colocar como tal, 10, solamente cuando se obtenga el la última

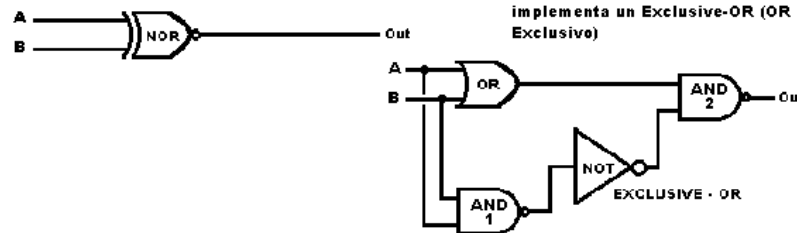
columna de la izquierda. A esa acción de "llevar" se le conoce en ingles como CARRY. Veamos un ejemplo:

$1001 + 1101 = 10110 = 1 + 1 = 0$  y "llevo", más el "0" que sigue vuelve a dar "1", etc. Se puede decir que la suma de  $1 + 1$  es "cero" y el carry es "uno".

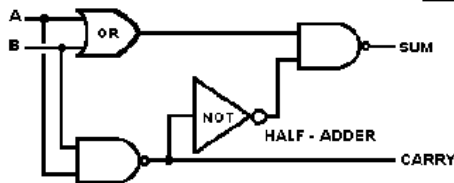
Es fácil generar el bit carry(lleva) en la salida de un circuito OR Exclusivo, para usarlo como un SUMADOR BINARIO (binary adder). Si estudiamos el circuito para implementar una OR Exclusiva,



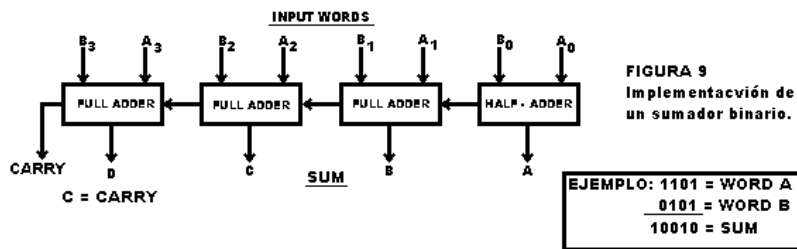
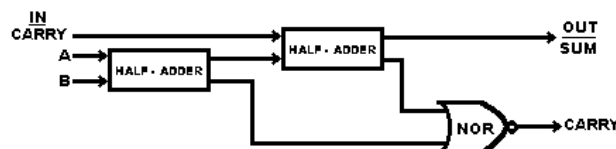
**FIGURA 6**  
El circuito combinacional de arriba implementa un Exclusive-OR (OR Exclusivo)



**FIGURA 7**  
Eun exclusive - OR puede ser usado para hacer un circuito combinacional half - adder



**FIGURA 8**  
Dos half - adders y una compuerta OR pueden ser usados para hacer un circuito full adder.



**FIGURA 9**  
Implementación de un sumador binario.

Encontraré que, cuando las dos entradas A y B sean "1", la salida de la compuerta AND No. 1 será también "1", o sea el bit carry que nosotros necesitamos. En el segundo circuito de la figura 7, nosotros usamos esta salida carry para formar un circuito que pueda sumar dos bits binarios cualquiera. A dicho circuito se le conoce como HALF HADDER (mitad sumador); es de bastante utilidad, pero tiene el inconveniente de aceptar sólo dos bits de entrada. Para poder completar las reglas de la suma binaria, necesitamos un circuito sumador que esté en capacidad de recibir y sumar también un bit CARRY al resultado de las dos entradas A y B. El circuito que cumple con dicho requisito es un FULL ADDER(sumador completo), y, como se aprecia en la figura 8 de la figura anterior, puede ser implementado con dos half adders y una compuerta OR. Es posible conectar esta clase de sumadores en cadena para formar un sumador binario capaz de sumar words binarios con múltiples bits. La figura 9, por ejemplo, muestra la manera como un 4-bit sumador

maneja la suma de dos words aplicados a sus entradas. Ensayemos sumando 1101 + 0101 en este circuito sumador, para comprobar que realmente trabaja. Comercialmente se consigue un circuito integrado TTI en mediana escala(MSI), referencia 7483, capacitado para sumar completamente (full adder) dos words de 4 bits cada uno. Es un encapsulado dual-in-line, con dos terminales para alimentación Vcc (patas 5 y12); cuatro terminales para entrada del word A(A1, A2, A3, y A4); cuatro terminales para entrada del word B (B1, B2, B3 y B4); cuatro terminales para los bits de salida que conforman el word SUMA (patas 9, 6, 2 y 15) y un terminal para el último CARRY (C4, pata 14). En caso de necesitar conectar varios integrados en cadena, caso en el cual la salida C4 se debe unir a la entrada C0 del siguiente integrado 7483, el terminal C0 es la entrada para sumar el carry que viene.

El diagrama de conexión y la tabla de verdad aparecen en la figura 10.

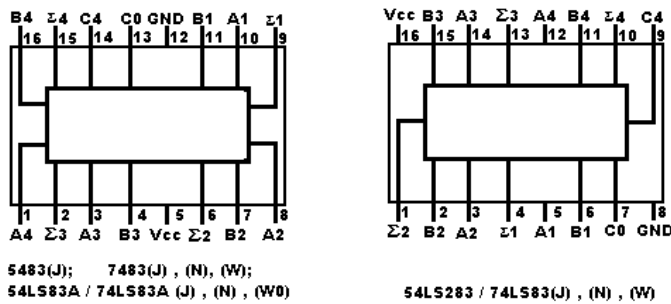


FIGURA 10

ENTRADA				SALIDA							
				Cuando C0 = L				Cuando C0 = H			
A1	B1	A2	B2	Σ1	Σ2	C2	Σ1	Σ2	C2		
A3	B3	A4	B4	Σ3	Σ4	C4	Σ3	Σ4	C4		
L	L	L	L	L	L	L	H	L	L		
H	L	L	L	L	H	L	L	H	L		
L	H	L	L	L	H	L	L	H	L		
H	H	L	L	L	H	L	H	H	L		
L	L	H	L	L	H	L	L	H	L		
H	L	H	L	L	H	L	L	L	H		
L	H	H	L	L	L	L	H	H	L		
H	L	L	H	L	H	L	H	H	L		
L	H	L	H	L	H	L	L	L	H		
H	H	L	H	L	L	H	H	L	H		
L	L	H	H	L	L	H	H	L	H		
H	L	H	H	L	L	H	L	L	H		
L	H	H	H	L	L	H	L	H	H		
H	H	H	H	L	H	H	H	H	H		

H=Nivel Alto L=Nivel Bajo Inicializados por S4 Referencia Militar

NOTA: Las condiciones de entrada en A1, B1, A2, B2, y C0 son usadas para determinar las salidas Σ1 y Σ2 y el valor de el Carry C2.

Los valores en C2, A3, B3, A4 y B4 son así usados para determinar las salidas Σ3, Σ4 y C4

Este material didáctico es de uso educativo, por ningún motivo se permite su uso comercial. Si algún sitio web desea publicarlo, puede hacerlo, siempre que se indique la fuente.

Copyright © electronica2000.com. Todos los derechos reservados.