SOMADORES DE PALAVRAS BINÁRIAS

1 SOMADORES DE BITS

1.1 Somador Parcial

Um somador parcial, ou meio somador, é um circuito que recebe dois bits na entrada, A e B, e retorna na saída a soma binária correspondente, com dois bits: S, que representa o resultado da soma $A+B$, e C_{out}, que representa o "vai-um" da soma (*carry-out* em inglês). Sua tabela verdade é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela-verdade do somador parcial.

entradas		saídas	
A	**B**	**C_{out}**	**S**
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

1.2 Somador Completo

Um somador completo é um circuito que recebe três bits na entrada, A, B e C_{in}, (este último é chamado de "vem-um", ou *carry-in* em inglês) e retorna na saída a soma binária correspondente, com dois bits: S, que representa o resultado da soma $A+B+C_{in}$, e C_{out}, que representa o "vai-um" da soma (*carry-out* em inglês). Sua tabela verdade é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Tabela-verdade do somador completo.

entradas			saídas	
C_{in}	**A**	**B**	**C_{out}**	**S**
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

2 SOMADOR DE PALAVRAS BINÁRIAS

A soma de números binários (isto é, de palavras binárias) é realizada de maneira análoga à soma de números decimais.

Imagine, por exemplo, a soma do número decimal $A_3A_2A_1A_0$=8397 com o número decimal $B_3B_2B_1B_0$=4256. Iniciamos o processo realizando a soma entre os dois dígitos menos significativos, A_0=7 e B_0=6. O resultado, 13, pode ser representado por dois dígitos: o resultado S_0=3 e o "vai-um" C_1=1. A seguir, somamos o "vem-um" obtido na soma anterior com os dois próximos dígitos, isto é, fazemos $C_1+A_1+B_1$ = 1+9+5. O resultado, 15, pode novamente ser representado por dois dígitos: o resultado S_1=5 e o "vai-um" C_2=1. Somamos então este novo "vem-um" com os dois próximos dígitos, isto é, fazemos $C_2+A_2+B_2$ = 1+3+2. O resultado, 6, pode mais uma vez ser representado por dois dígitos: o resultado S_2=6 e o "vai-um" C_3=0. Finalmente, somamos o "vem-um" obtido na soma anterior com os dois últimos dígitos, isto é, fazemos $C_3+A_3+B_3$ = 0+8+4. O resultado, 12, também pode ser representado por dois dígitos: o resultado S_3=2 e o "vai-um" C_4=1. Entretanto, se o resultado da soma será representado pela palavra $S_4S_3S_2S_1S_0$, então podemos afirmar que S_4=C_4, pois o último "vai-um", C_4, seria somado aos zeros à esquerda A_4=0 e B_4=0, de modo que, invariavelmente, $S_4 = C_4+A_4+B_4 = C_4$. O resultado seria então $S_4S_3S_2S_1S_0$ = 12653. Este exemplo é ilustrado na Figura 1.

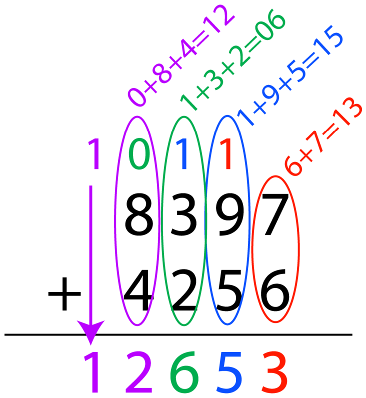

Figura 1 – Soma de números decimais.

Imagine agora a soma do número binário $A_3A_2A_1A_0$=1011 (ou 11 em decimal) com o numero binário $B_3B_2B_1B_0$=1001 (ou 9 em decimal). Iniciamos o processo realizando a soma entre os dois bits menos significativos, A_0=1 e B_0=1. O resultado, 1+1=2 (ou 10 em binário), pode ser representado por dois bits: o resultado S_0=0 e o "vai-um" C_1=1. <u>Note que essa soma, com dois bits de entrada e dois bits de saída, poderia ter sido realizada com um somador parcial.</u> A seguir, somamos o "vem-um" obtido na soma anterior com os dois próximos bits, isto é, fazemos $C_1+A_1+B_1$ = 1+1+0. O resultado, 2 (ou 10 em binário), pode novamente ser representado por dois bits: o resultado S_1=0 e o "vai-um" C_2=1. <u>Note que essa soma, com três bits de entrada e dois bits de saída, poderia ter sido realizada com um somador completo.</u> Somamos então este novo "vem-um" com os dois próximos bits, isto é, fazemos $C_2+A_2+B_2$ = 1+0+0. O resultado, 1, pode mais uma vez ser representado por dois dígitos: o resultado S_2=1 e o "vai-um" C_3=0. <u>Note que essa soma também poderia ter sido realizada com um somador completo.</u> Finalmente, somamos o "vem-um" obtido na soma anterior com os dois últimos dígitos, isto é, fazemos $C_3+A_3+B_3$ = 0+1+1. O resultado, 2, também pode ser representado por dois bits: o resultado S_3=0 e o "vai-um" C_4=1. <u>Essa soma também poderia ter sido realizada com um somador completo.</u> Entretanto, se o resultado da soma será representado pela palavra $S_4S_3S_2S_1S_0$, então podemos afirmar que $S_4=C_4$, pois o último "vai-um", C_4, seria somado aos zeros à esquerda A_4=0 e B_4=0, de modo que, invariavelmente, $S_4 = C_4+A_4+B_4 = C_4$. O resultado seria então $S_4S_3S_2S_1S_0$ = 10100 (ou 20, em decimal). Este exemplo é ilustrado na Figura 2.

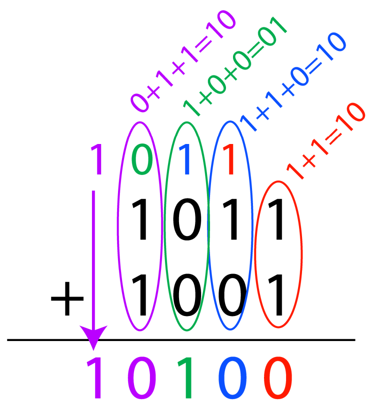

Figura 2 – Soma de números binários.

De modo geral, a soma de palavras binárias de 4 bits pode ser representada conforme ilustrado na Figura 3. Note que é possível implementar essa soma usando três somadores completos e um somador parcial. De modo geral, a soma de palavras binárias de n+1 bits pode ser implementada por meio n somadores completos e um somador parcial, conforme ilustrado na Figura 4. O somador parcial pode, se desejado, ser substituído por um somador completo com C_{in} = 0.

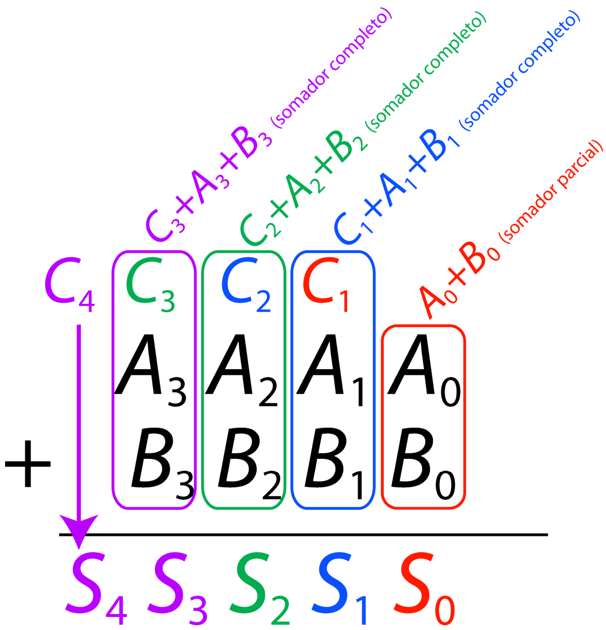

Figura 3 – Soma de palavras binárias de 4 bits. Note que é possível implementar essa soma usando três somadores completos e um somador parcial.

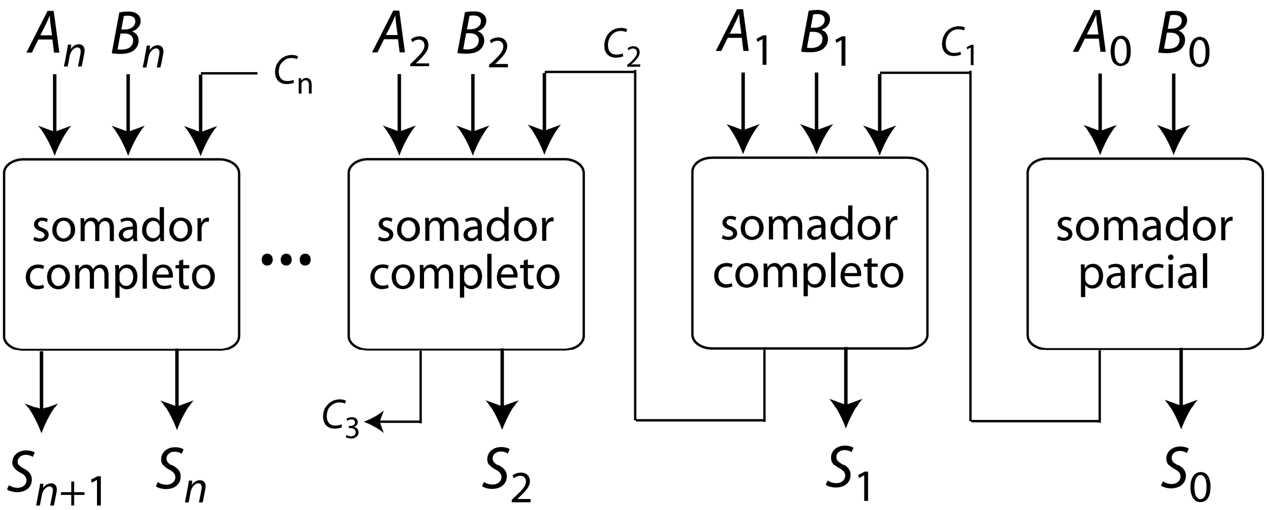

Figura 4 – Diagrama de blocos de um somador de palavras binárias de *n*+1 bits, implementado usando *n* somadores completos e um somador parcial.