

Laboratório 4:



Síntese e Análise de uma Unidade Lógica Aritmética

Professor:
Osamu Saotome

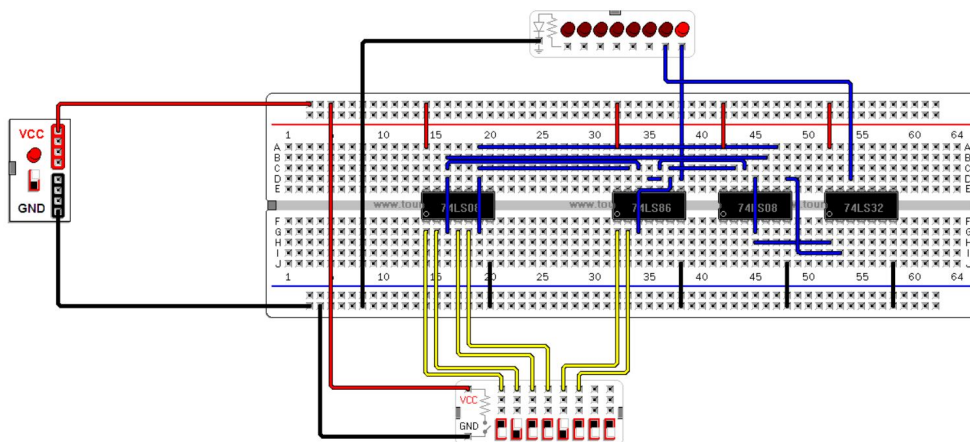
Alunos:
Rodrigo Alves de Almeida
(rodrigoalmeida@gmail.com)
Eduardo Menezes Moraes
(eduardomenezesm@msn.com)

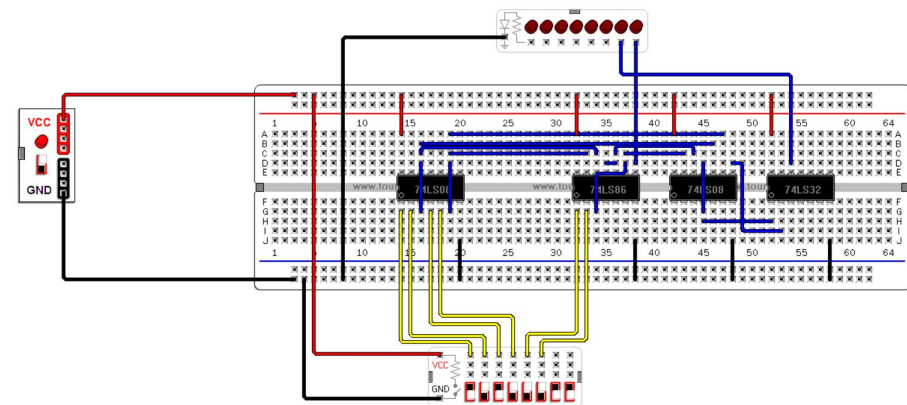
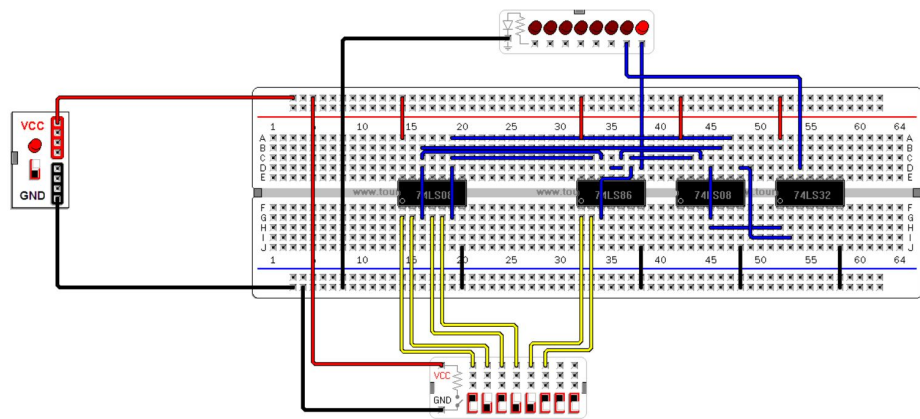
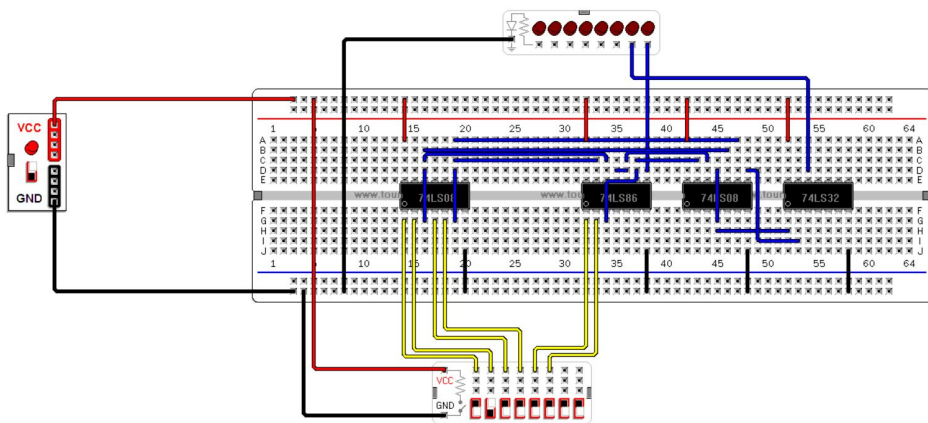
Comp 22

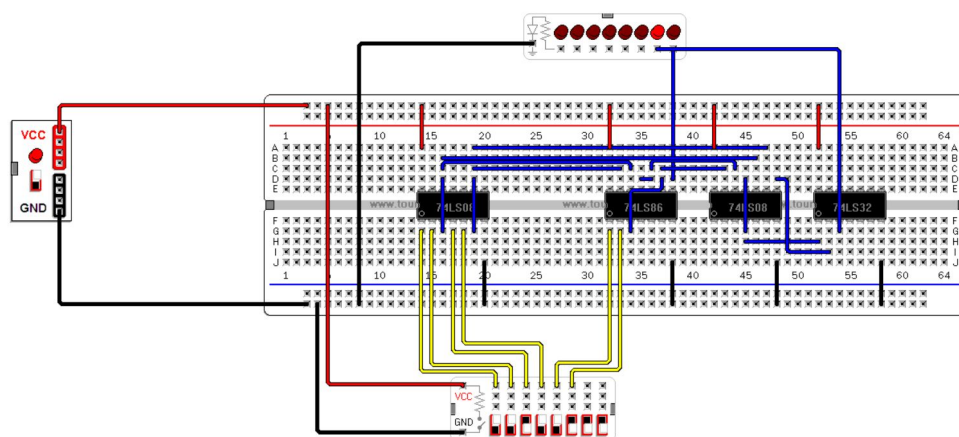
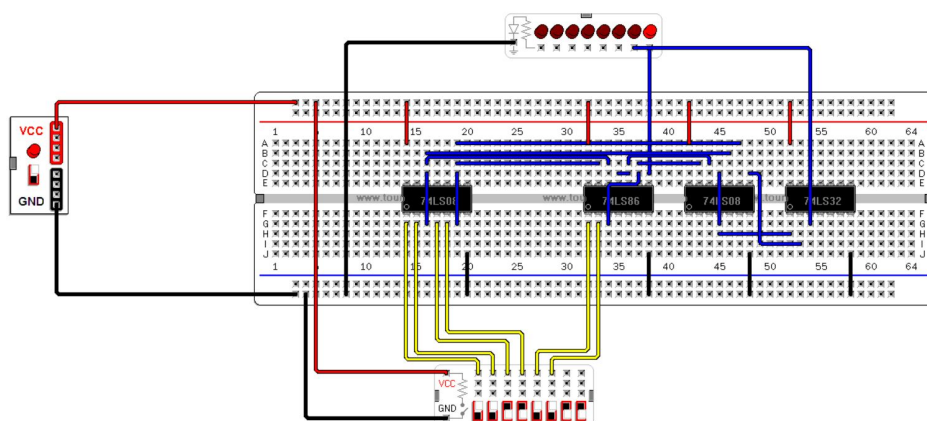
5.1) Montagem de uma ULA de 1 bit

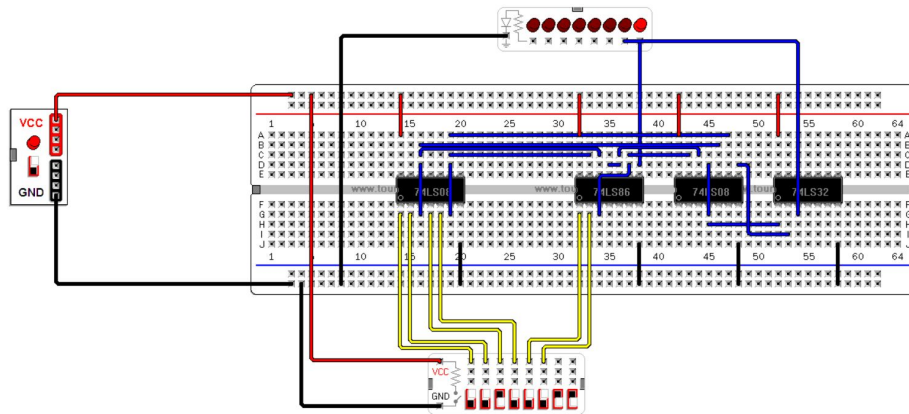
A fim de demonstrar a funcionalidade do circuito, segue abaixo as figuras dos protoboards, respectivamente na ordem da tabela verdade abaixo, sendo que fixou-se o input A como ligado, e o B , como 0.

Como fora pedido, segue a ULA montada no protoboard via simulação, com os resultados seguindo a ordem da tabela verdade. Onde nos inputs temos C_p , M , $B_p S_1$, A_p , S_0 e , respectivamente, e nos outputs, temos o C_{i1} e F , respectivamente, ambos da esquerda para a direita.









Com as imagens observadas acima, pode-se comprovar a validade da tabela verdade.

5.2) Projeto e montagem de uma ULA de 4 bits utilizando o circuito integrado 74181

Basicamente, para esse projeto foi utilizado da ULA 74181, e combinado com os LED's e com interruptores, como de costume.

A peça chave dessa questão foi em criar a lógica, utilizando-se somente um interruptor para alternar entre as funções soma e subtração. De fato, foi exigido tempo e criatividade para resolver esse problema com uma solução elegante.

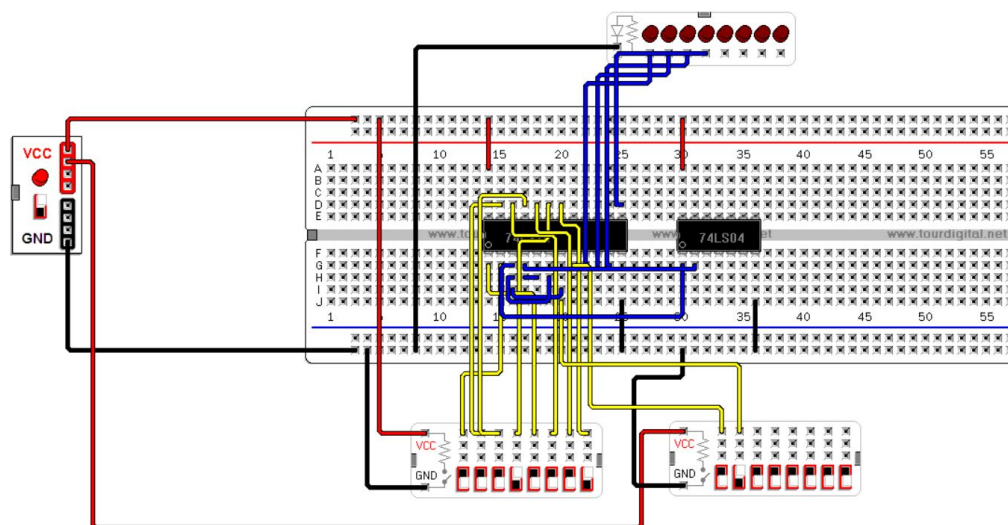
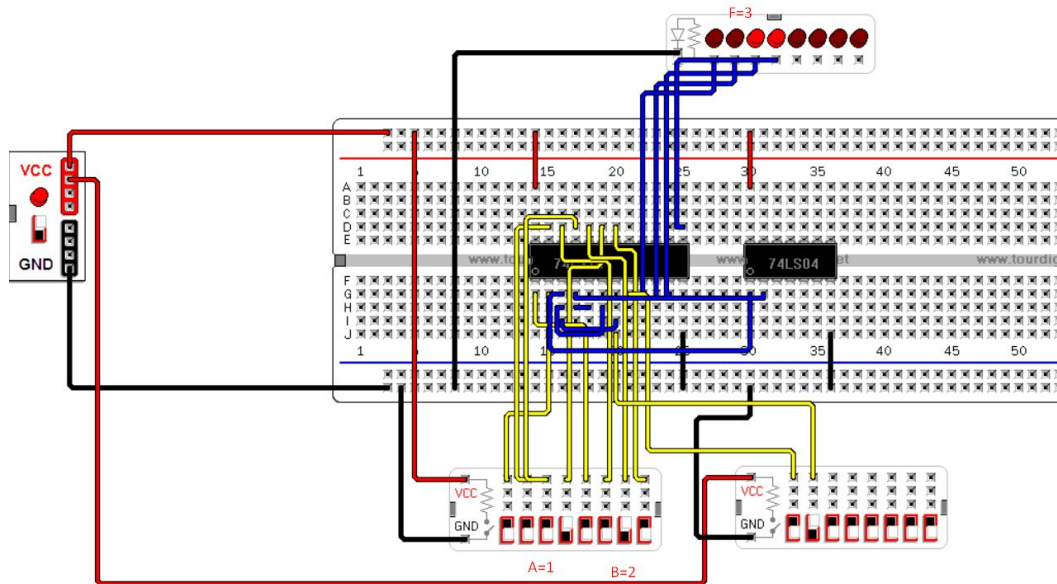
Para tanto, percebeu-se, através da Tabela 1, que realmente não são necessários 4 interruptores, apesar de ser a solução mais simples à primeira vista. Basta observar que tanto para $F = A \text{ minus } B$ e $F = A \text{ plus } B$, o sinal de C_n é o mesmo que S_3 e S_0 , e é o inverso de S_2 e S_1 . Sendo assim, colocando M em *low*, basta colocar fios que liguem os devidos S_i ao C_n , e os demais com uma inversora entre eles. Assim, quando a chave C_n fica alta, a ULA atua como somadora, e quando baixa, atua como subtratora, conforme pedido no enunciado.

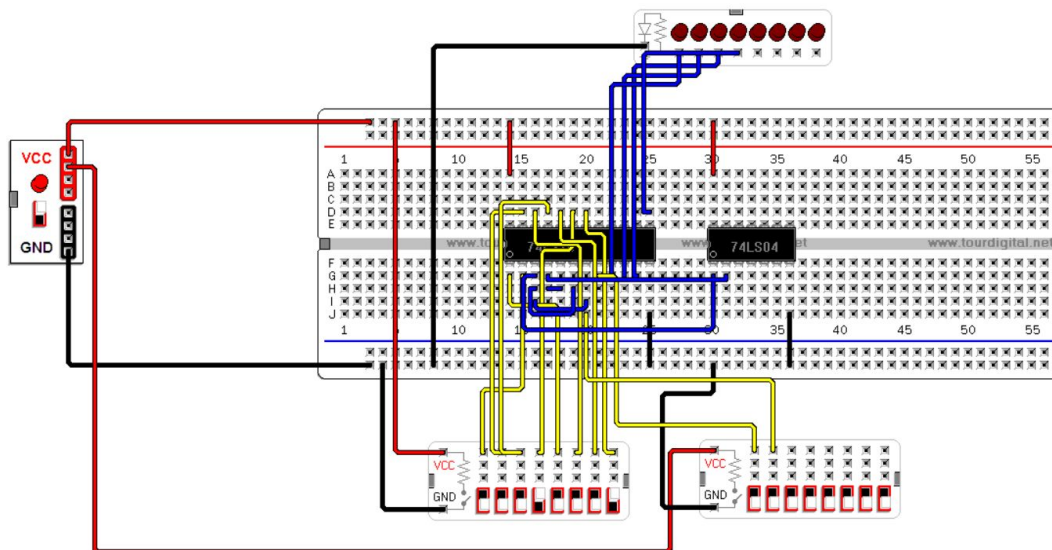
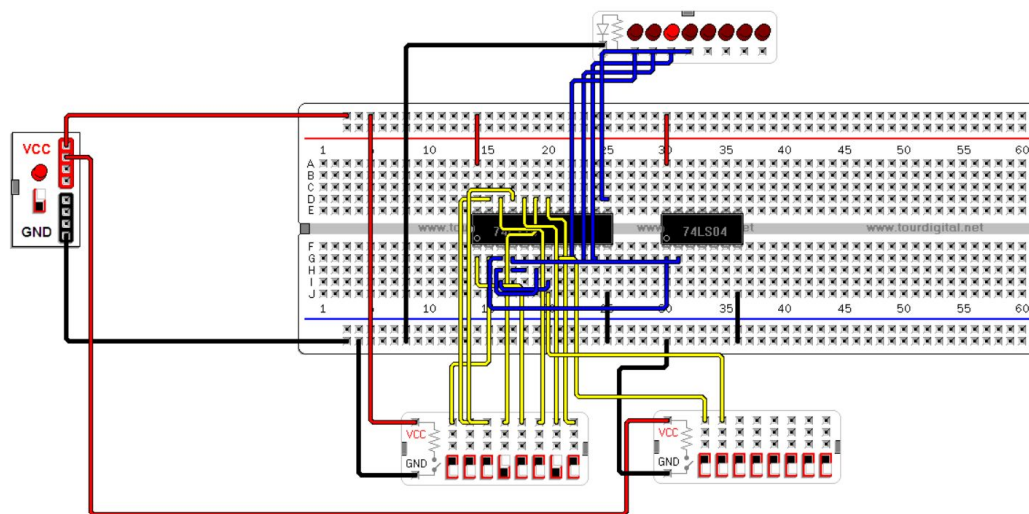
Tabela 1 - Tabela verdade para ULA 74181

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

Abaixo segue a imagem da nossa protoboard, onde no primeiro interruptor à esquerda da figura, da esquerda para direita, $A_3 A_2 A_1 A_0$ e $B_3 B_2 B_1 B_0$, e no interruptor à direita, temos nos interruptores $M C_n$.

Desse modo, a título de ilustrar a funcionalidade do nosso circuito, foi feito $A + B$, onde $A = 1$ e $B = 2$, à posteriori, a mesma operação com $A = 1$, e $B = 1$. Com os mesmos valores, foi feito a operação de subtração, e mostradas as figuras para evidenciar que a saída era a esperada, isto é, da esquerda para a direita nos LED's temos $F_3 F_2 F_1 F_0$, desse modo, os resultados foram validados. Seguem as imagens abaixo:





6.1) Simulação de uma célula básica ULA de 1 bit

a)

- $S_1S_0MC_0 = 001x$
 $F = \overline{A}$

A	B	F	C
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 011x$
 $F = \overline{AB}$

A	B	F	C
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 101x$
 $F = \overline{A} + B$

A	B	F	C
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	1	0

- $S_1S_0MC_0 = 111x$
 $F = A \oplus B$

A	B	F	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 0000$
 $F = \overline{A}$

A	B	F	C
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 0100$
 $F = A \text{ mais } B$

A	B	F	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

- $S_1S_0MC_0 = 1000$
 $F = \bar{A} \text{ mais } B$

A	B	F	C
0	0	1	0
0	1	0	1
1	0	0	0
1	1	1	0

- $S_1S_0MC_0 = 1100$
 $F = A \text{ mais } 1$

A	B	F	C
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	1

- $S_1S_0MC_0 = 0001$
 $F = A \text{ menos } B$

A	B	F	C
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 0101$
 $F = B \text{ menos } A$

A	B	F	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 1001$
 $F = A \text{ menos } 1$

A	B	F	C
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 1101$
 $F = A \text{ mais } (A + B) \text{ mais } 1$

A	B	F	C
0	0	1	0
0	1	0	1
1	0	1	1
1	1	1	1

b)

S_1	S_0	M	C_0	A	B	F	C
0	0	1	x	0	0	1	0
0	0	1	x	0	1	1	0
0	0	1	x	1	0	0	0
0	0	1	x	1	1	0	0
0	1	1	x	0	0	1	0
0	1	1	x	0	1	1	0
0	1	1	x	1	0	1	0
0	1	1	x	1	1	0	0
1	0	1	x	0	0	1	0
1	0	1	x	0	1	1	0
1	0	1	x	1	0	0	0
1	0	1	x	1	1	1	0
1	1	1	x	0	0	0	0
1	1	1	x	0	1	1	0
1	1	1	x	1	0	1	0
1	1	1	x	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1

1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1

c) Observando os mapas de Karnaugh de F e C:

- Para a variável F:

$MC_0 \setminus S_1 S_0$	00	01	11	10
00	\overline{A}	$A \oplus B$	\overline{A}	$\overline{A \oplus B}$
01	$A \oplus B$	$A \oplus B$	$\overline{\overline{AB}}$	\overline{A}
11	\overline{A}	\overline{AB}	$A \oplus B$	$\overline{\overline{AB}}$
10	\overline{A}	\overline{AB}	$A \oplus B$	$\overline{\overline{AB}}$

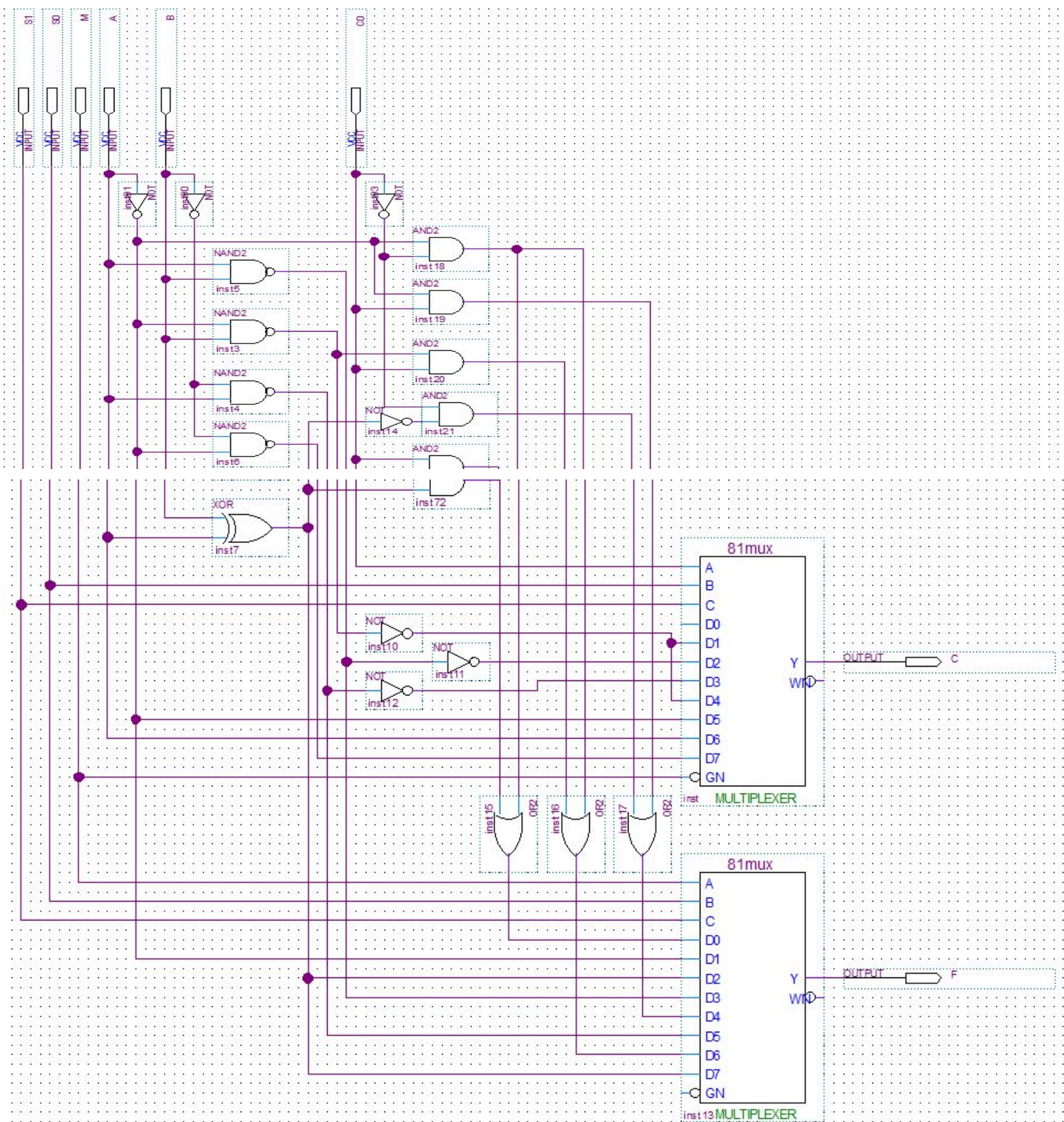
- Para a variável C:

$MC_0 \setminus S_1 S_0$	00	01	11	10
00	0	$\overline{\overline{AB}}$	A	$\overline{\overline{AB}}$
01	$\overline{\overline{AB}}$	$\overline{\overline{AB}}$	$\overline{\overline{A B}}$	\overline{A}
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

Pode-se usar, então, para a variável C, um **MUX 8x1** que tem como seletor as variáveis $S_1 S_0 C_0$ e como *enable* a variável M .

Para a variável F, por sua vez, pode-se utilizar um **MUX 8x1** com as variáveis $S_1 S_0 M$ como seletoras, pois assim a lógica adicional é reduzida.

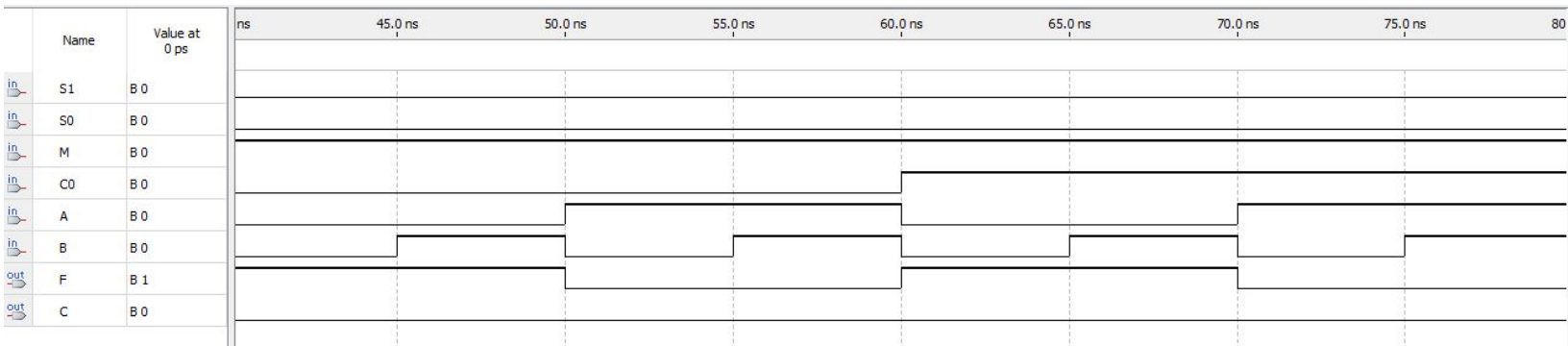
O diagrama esquemático do circuito:



6.2) Simulação via captura esquemática

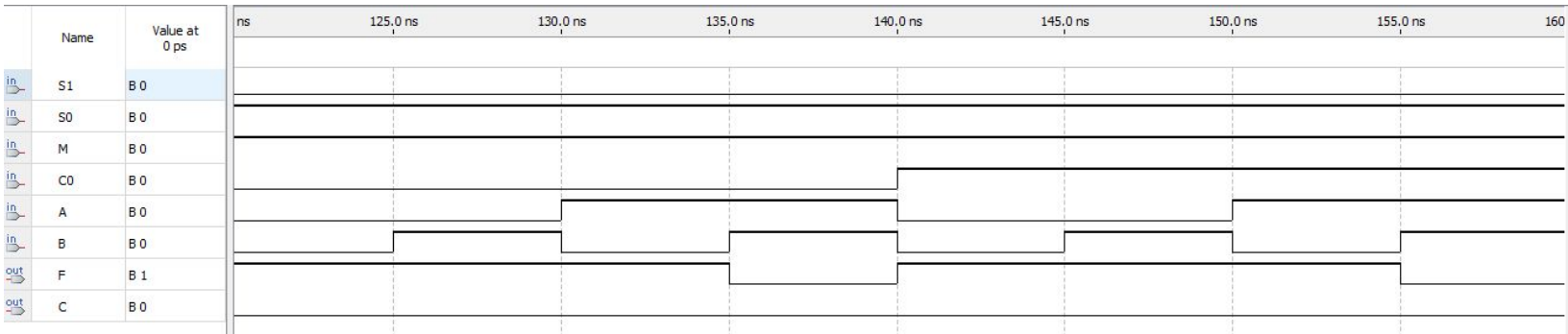
Obtendo o diagrama de temporização para as seguintes operações:

- $S_1S_0MC_0 = 001x$
 $F = \overline{A}$



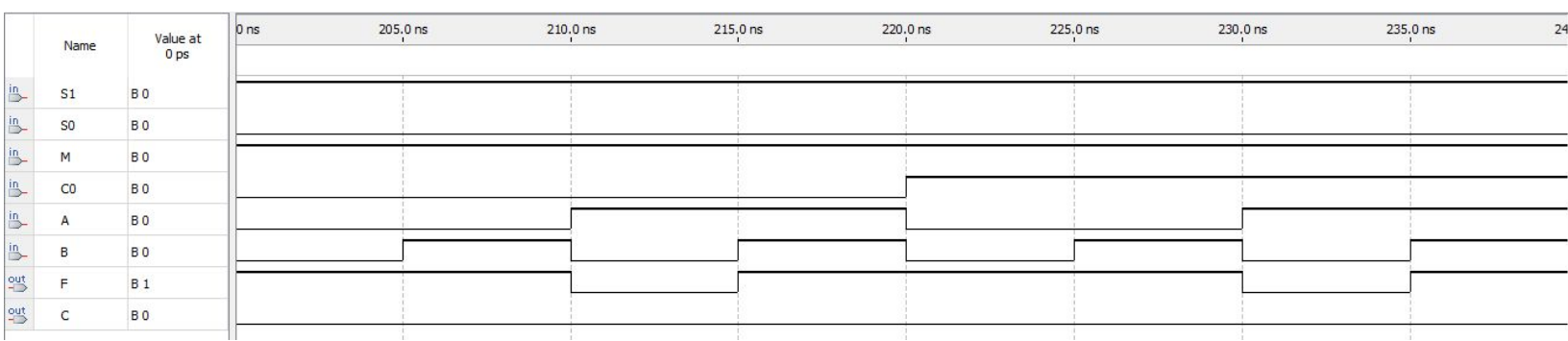
A	B	F	C
1	0	0	0
0	1	1	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 011x$
 $F = \overline{AB}$



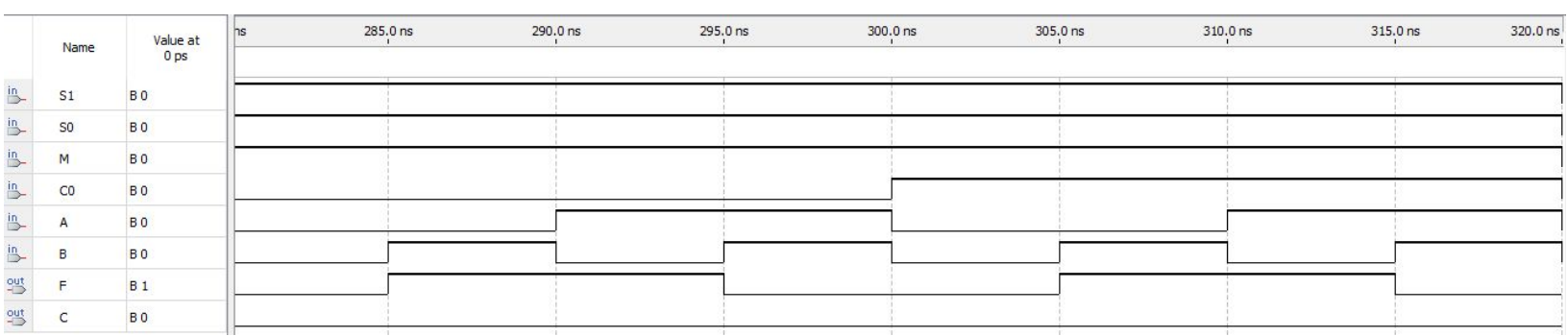
A	B	F	C
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	0

- $S_1 S_0 M C_0 = 101x$
 $F = \overline{A} + B$



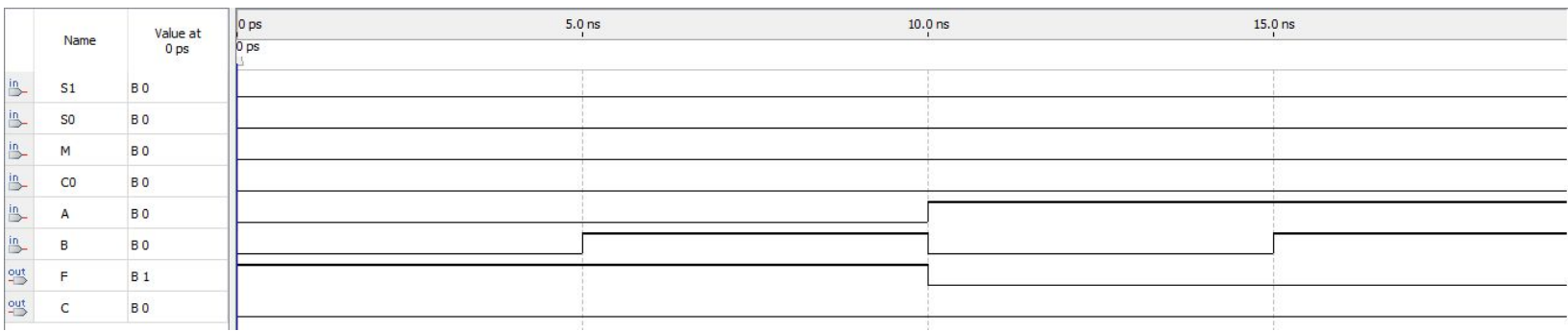
A	B	F	C
1	0	0	0
0	1	1	0
1	1	1	0

- $S_1 S_0 M C_0 = 111x$
 $F = A \oplus B$



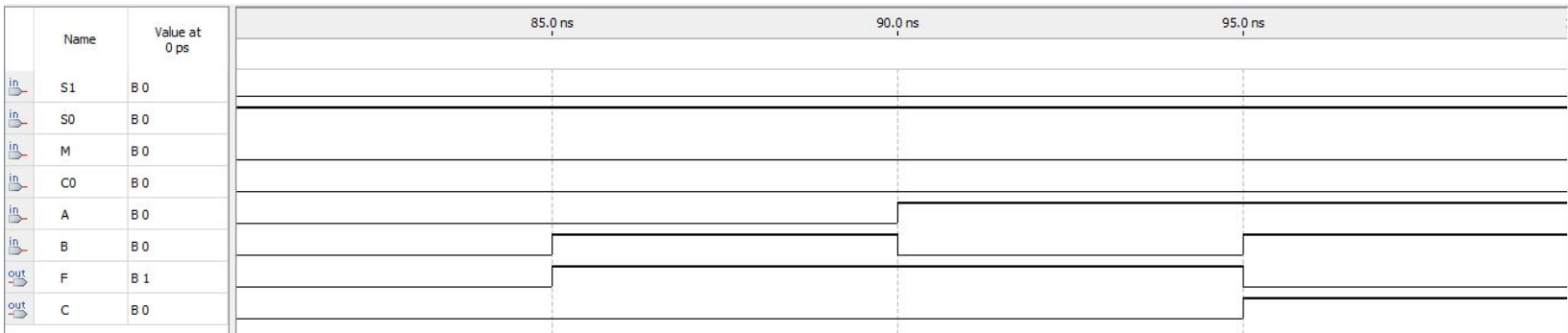
A	B	F	C
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	0

- $S_1S_0MC_0 = 0000$
 $F = \overline{A}$



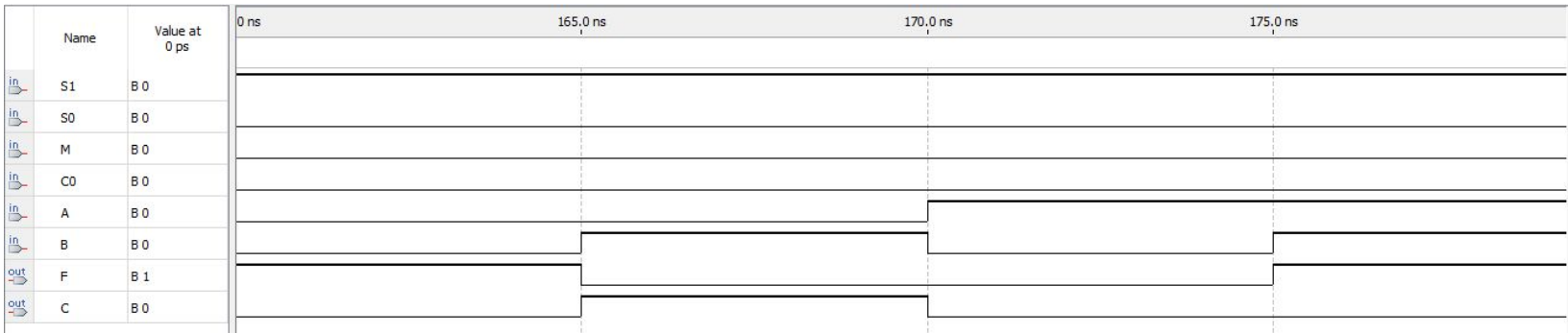
A	B	F	C
1	0	0	0
0	1	1	0
1	1	0	0

- $S_1 S_0 M C_0 = 0100$
 $F = A \text{ mais } B$











A	B	F	C
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

- $S_1 S_0 M C_0 = 1000$
 $F = \overline{A} \text{ mais } B$











A	B	F	C
1	0	0	0
0	1	0	1
1	1	1	0

- $S_1 S_0 M C_0 = 1100$
 $F = A \text{ mais } 1$

	Name	Value at 0 ps	ns	245,0 ns	250,0 ns	255,0 ns
	S1	B 0				
	S0	B 0				
	M	B 0				
	C0	B 0				
	A	B 0				
	B	B 0				
	F	B 1				
	C	B 0				

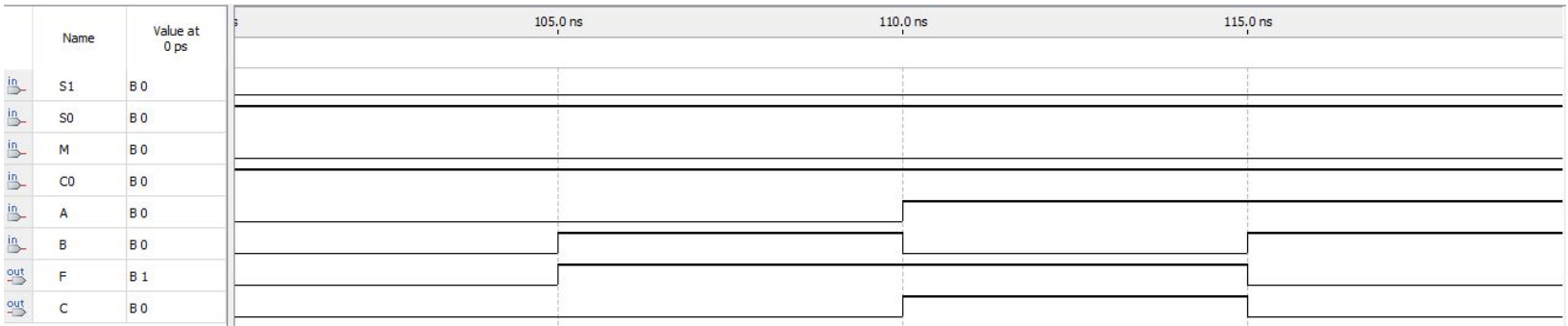
A	B	F	C
1	0	0	1
0	1	1	0
1	1	0	1

- $S_1 S_0 M C_0 = 0001$
 $F = A \text{ menos } B$

	Name	Value at 0 ps	ns	25,0 ns	30,0 ns	35,0 ns
	S1	B 0				
	S0	B 0				
	M	B 0				
	C0	B 0				
	A	B 0				
	B	B 0				
	F	B 1				
	C	B 0				

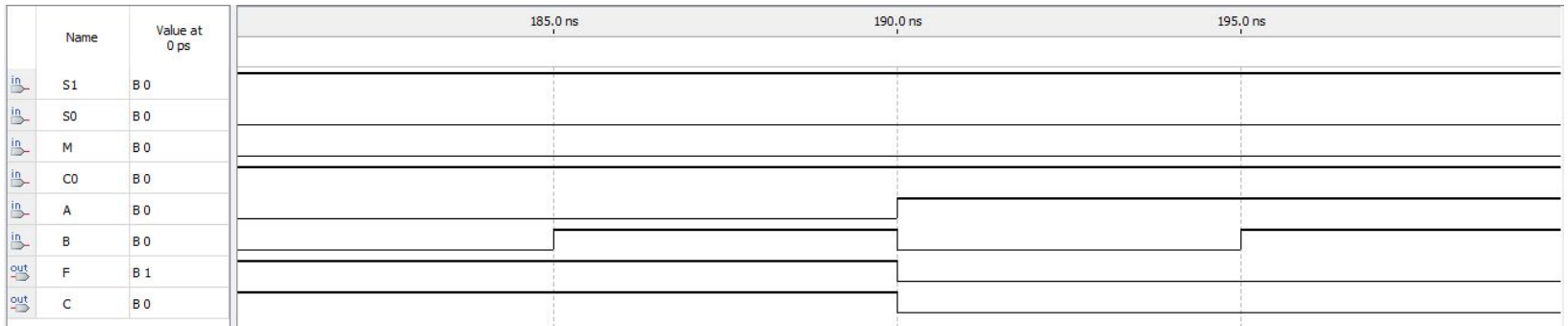
A	B	F	C
1	0	1	0
0	1	1	1
1	1	0	0

- $S_1 S_0 M C_0 = 0101$
 $F = B \text{ menos } A$











A	B	F	C
1	0	1	1
0	1	1	0
1	1	0	0

- $S_1 S_0 M C_0 = 1001$
 $F = A \text{ menos } 1$



A	B	F	C
1	0	0	0
0	1	1	1
1	1	0	0

- $S_1 S_0 M C_0 = 1101$
 $F = A$ mais $(A + B)$ mais 1

	Name	Value at 0 ps	265,0 ns	270,0 ns	275,0 ns	2
	S1	B 0				
	S0	B 0				
	M	B 0				
	C0	B 0				
	A	B 0				
	B	B 0				
	F	B 1				
	C	B 0				

A	B	F	C
1	0	1	1
0	1	0	1
1	1	1	1