

## Documentação Microprocessador SAP

Ao decorrer desta documentação irei escrever sobre as alterações que fiz no microprocessador SAP disponibilizado pelo professor **Cláudio Dias Campos** para fazer as alterações pedidas no exercício.

As alterações feitas foram acréscimo da no Nop como um sinal, um comparador de números, criação de um temporizador, unidade de comunicação serial, o meio de acrescentar as instruções na memória RAM na parte externa.

Tabela de Micro-rotinas:

Table 2: Tabela de Micro-rotinas

Endereço	Conteúdos	Rotina	Ativos
00H	5e3000	Fetch	$\overline{Ep}$ , $\overline{Lp}$
01H	be3000		$\overline{Cp}$
02H	263400		$\overline{CE}$ , $\overline{Li}$ , RDnWR
03H	1a3000	LDA	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$
04H	2c3480		$\overline{CE}$ , $\overline{Lb}$ , RDnWR, Np
05H	1a3000	ADD	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$
06H	2e1400		$\overline{CE}$ , $\overline{Lb}$ , RDnWR
07H	3c7000		$\overline{La}$ , Eu
08H	1a3000	SUB	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$
09H	2e1400		$\overline{CE}$ , $\overline{Lb}$ , RDnWR
0AH	3cf000		$\overline{La}$ , Su, Eu
0BH	3f2480	OUT	Ea, $\overline{Lo}$ , RDnWR, Np
0CH	3c7880	INC	$\overline{La}$ , Eu, IncDec, Np
0DH	3cf880	DEC	$\overline{La}$ , Su, Eu, IncDec, Np
0EH	3a3180	JUMP	$\overline{Ei}$ , Lp, Np
0FH	3e3088	IN	Np, In
10H	1a3000	CMP	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$
11H	2e1400		$\overline{CE}$ , $\overline{Lb}$ , RDnWR
12H	3e3402		RDnWR, cmp
13H	1a3000	STO	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$
14H	2f3080		$\overline{CE}$ , Np
15H	1a3000	TX	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$
16H	2e3410		$\overline{CE}$ , RDnWR, Ltx
17H	3e3440		RDnWR, Tx
18H	3e1420	RX	$\overline{Lb}$ , RDnWR, Erx
19H	3e3480		RDnWR, Np
1AH	1a3000	MUL	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$
1BH	2e1400		$\overline{CE}$ , $\overline{Lb}$ , RDnWR
1CH	3c3200		$\overline{La}$ , Mul
1DH	1a3004	TMP	$\overline{Lm}$ , $\overline{Ei}$ , Tm
1EH	3e3480		RDnWR, Np
1FH	X	X	Não Usado

CON =  $\overline{Cp}\overline{Ep}\overline{Lm}\overline{CE}$   $\overline{Li}\overline{Ei}\overline{La}$ Ea SuEu $\overline{Lb}\overline{Lo}$  IncDecRDnWRMulLp NpTxErxLtx InTmCmp\*

\*-> Sinal aterrado

### Nop como sinal:

Foi incorporado ao controlador um sinal dedicado de NOP (Np), que deixou de ser tratado como uma instrução explícita no conjunto de operações da máquina. Com essa alteração, o Nop passou a ser gerenciado diretamente pela unidade de controle, atuando apenas como um sinal de controle interno.

Essa modificação trouxe ganhos significativos de eficiência para a arquitetura SAP, principalmente no que diz respeito ao uso da memória de instruções e ao fluxo de execução.

Como exemplo, a instrução OUT anteriormente ocupava três posições na memória, sendo duas delas destinadas a instruções Nop necessárias para sincronização do datapath. Com a introdução do sinal Nop no controlador, essas instruções intermediárias deixaram de ser armazenadas na memória, reduzindo a operação OUT para apenas uma posição.

Dessa forma, o uso do sinal NOP:

- Reduz o consumo de memória de instruções;
- Simplifica o conjunto de instruções;
- Melhora a eficiência da execução do SAP;
- Torna o controle do fluxo mais flexível e centralizado na unidade de controle.

Informações importantes:

- Sinal de controle: Np

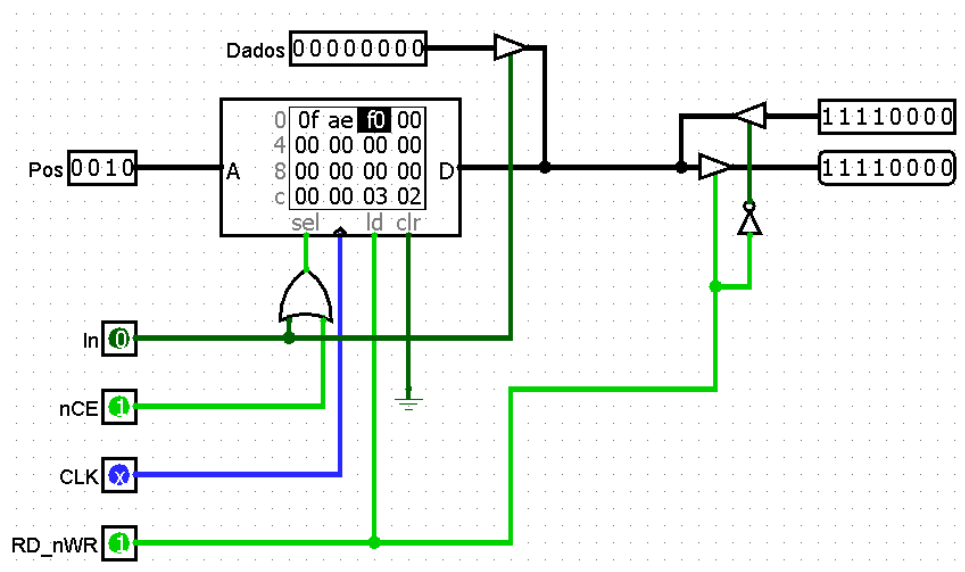
### Comparador:

Como resultado da comparação, o comparador (Cmp) indica uma das seguintes condições:

- O valor do acumulador é menor que o operando;
- O valor do acumulador é maior que o operando;
- O valor do acumulador é igual ao operando.

A instrução CMP não altera o conteúdo do acumulador nem da memória, atuando exclusivamente na geração de sinais de comparação.

EX:



Informações importantes:

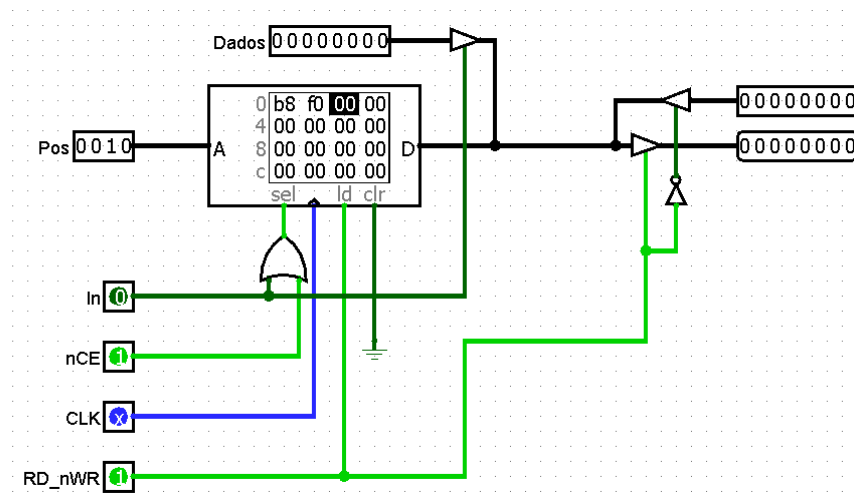
- Sinal de controle: Cmp
- Opcode: A
- Representação binária: 1010

### Temporizador:

O temporizador dá uma pausa no SAP durante um número de clocks dando um halt neste período de clocks. Para ele funcionar foi acrescentado o sinal Tm.

Para realizar a operação do temporizador é colocado o "Opcode" da operação que é B e ao lado dela o número de clocks da pausa(Ex: B8, uma pausa de oito clocks).

EX:



Neste exemplo, ele vai dar uma pausa na execução durante 8 clocks.

Informações importantes:

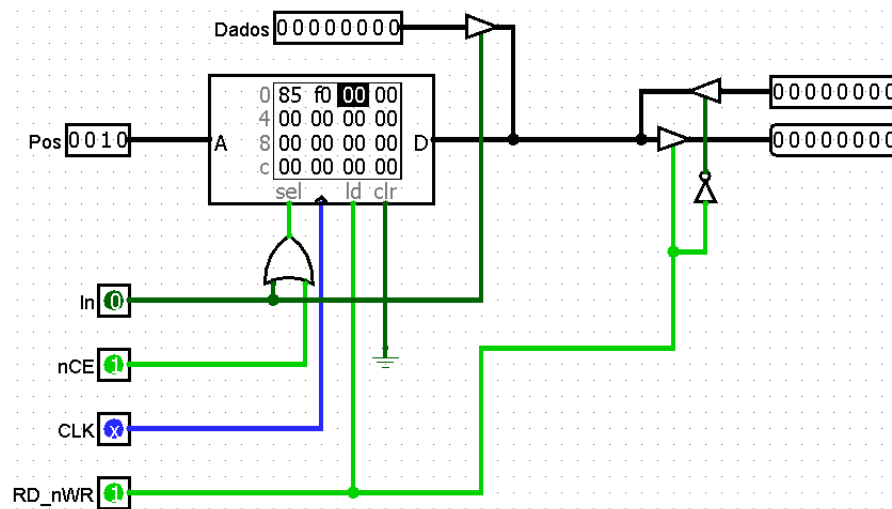
- Sinal de controle: Tm
- Opcode: B
- Representação binária: 1011

### Unidade de comunicação serial:

A Unidade de comunicação serial permite a comunicação entre dois microprocessadores SAP. Ela é dividida em duas partes: o Tx(Transmit/Transmissor) e Rx(Receive/Receptor).

É importante destacar que a instrução RX (Receive) deve estar localizada na posição imediatamente seguinte da memória RAM em relação à instrução TX (Transmit), garantindo a correta sincronização entre as operações de transmissão e recepção de dados na unidade de comunicação serial.

EX do TX:

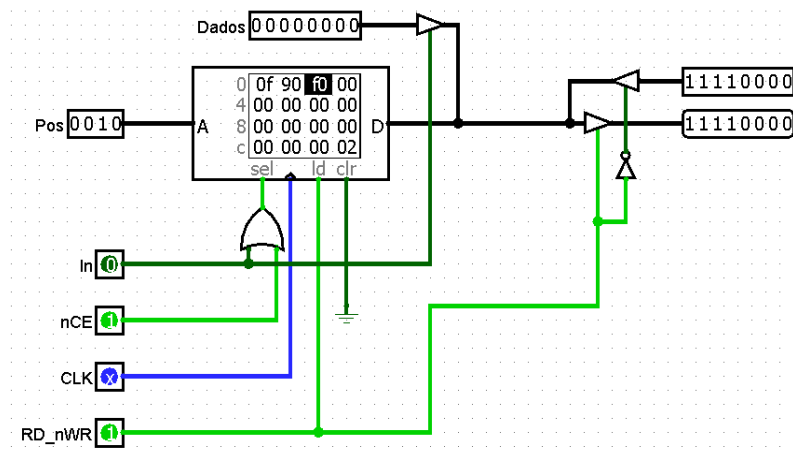


Mostra o TX, o transmissor, ele transmite para o outro microprocessador o dado que é colocado ao seu lado na instrução da operação.

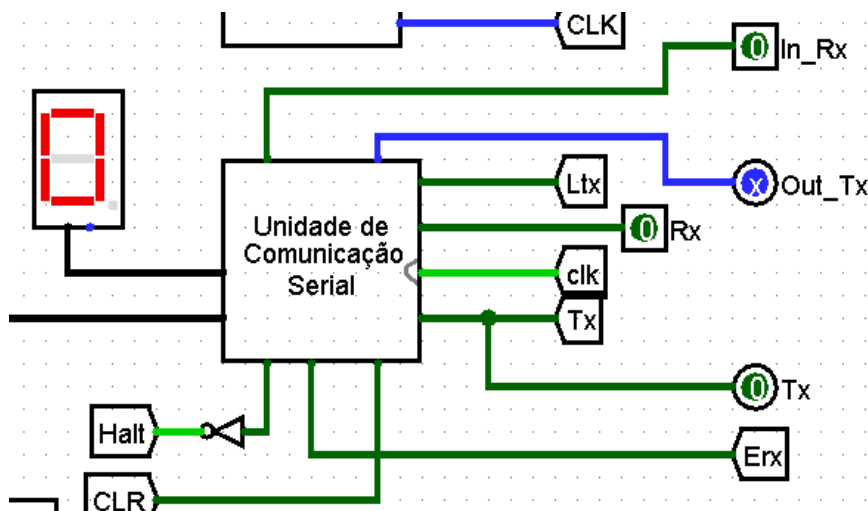
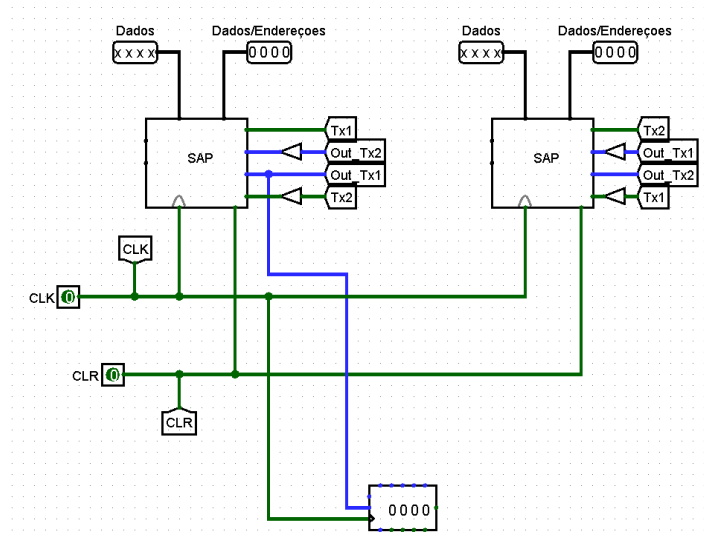
Informações importantes:

- Sinais de controle: Tx, Ltx
- Opcode: 8
- Representação binária: 1000

EX do RX:



Mostra o RX, o receptor, ele permite a recepção do dado vindo do outro microprocessador.



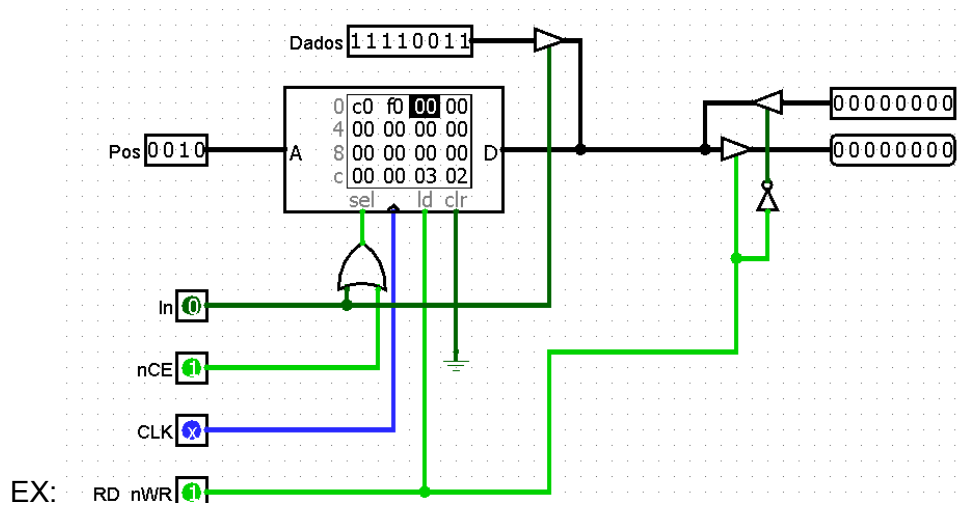
O dado recebido é mostrado no seguinte display.

Informações importantes:

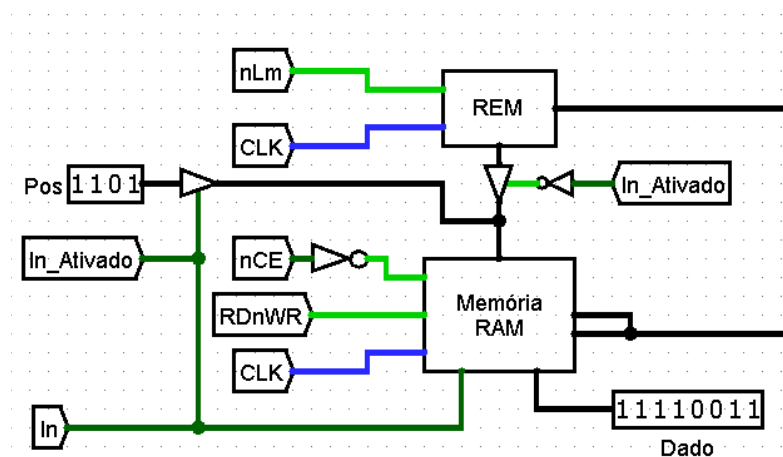
- Sinais de controle: Erx
- Opcode: 9
- Representação binária: 1001

### Inserção de Dados Externa na Memória RAM:

A inserção de dados externos na memória RAM permite a escrita direta de informações provenientes de fora da memória RAM.



Aqui dentro da memória RAM está a instrução que permite a inserção direta.



Em “Pos” indica qual posição o dado será inserido, em “Dados” indica o dado que será colocado na memória RAM.

Informações importantes:

- Sinais de controle: In
- Opcode: C
- Representação binária: 1100