



**PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

LABORATÓRIO DE CIRCUITOS – CODIFICAÇÃO E SIMULAÇÕES

ALUNO:

Marcos Vinícius Tenacol Coêlho - 2021000759

**Dezembro de 2022
Boa Vista/Roraima**



**PODER EXECUTIVO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

LABORATÓRIO DE CIRCUITOS – CODIFICAÇÃO E SIMULAÇÕES

**Dezembro de 2022
Boa Vista/Roraima**

Resumo

Este trabalho se trata da codificação e simulação de componentes, implementados via Logisim (Simulador Digital de Circuitos).

Conteúdo

1.	COMPONENTE: REGISTRADOR FLIP-FLOP TIPO D E DO TIPO JK:	7
1.1.	O QUE É UM REGISTRADOR FLIP-FLOP?	7
1.2.	CIRCUITO DE UM REGISTRADOR DE 1 BIT TIPO JK:.....	7
1.3.	CIRCUITO DE UM REGISTRADOR DE 1 BIT TIPO D:	8
2.	COMPONENTE: MULTIPLEXADOR DE 4 ENTRADAS:	8
2.1.	O QUE É UM MULTIPLEXADOR DE QUATRO ENTRADAS?	8
2.2.	CIRCUITO DE UM MULTIPLEXADOR DE 4 ENTRADAS:	9
3.	COMPONENTE: PORTA LÓGICA XOR COM OS COMPONENTES: AND, NOT E OR:	9
3.1.	TABELA VERDADE DE UMA PORTA XOR:	9
3.2.	CIRCUITO DE UMA PORTA XOR USANDO AND, NOT E OR:	10
4.	COMPONENTE: SOMADOR DE 8 BITS QUE RECEBE UM VALOR INTEIRO E SOMA COM O VALOR 4:.....	10
4.1.	O QUE É SOMADOR DE 1 BIT:	10
4.1.1.	CIRCUITO DE UM SOMADOR DE 1 BIT:	10
4.2.	SOMADOR DE 8 BITS:.....	11
4.3.	SOMADOR DE 8 BITS COM UMA ENTRADA DE 8 BITS + 4:	12
5.	COMPONENTE: MEMÓRIA ROM DE 8 BITS DE DADOS E 2 BITS DE ENDEREÇO:	13
5.1.	O QUE É UMA MEMÓRIA ROM:.....	13
5.2.	CIRCUITO DE UMA MEMÓRIA ROM DE 8 BITS DE DADOS E 2 DE ENDEREÇO:	13
6.	COMPONENTE: MEMÓRIA RAM DE 8 BITS DE DADOS E 2 BITS DE ENDEREÇO:	14
6.1.	O QUE É UMA MEMÓRIA RAM:	14
6.2.	CIRCUITO DA MEMÓRIA RAM DE 8 BITS DE DADOS E 2 BITS DE ENDEREÇO:	14
7.	COMPONENTE: BANCO DE REGISTRADORES DE 8 BITS DE DADOS E 2 DE ENDEREÇO:	15
7.1.	O QUE É UM BANCO DE REGISTRADOR:.....	15
7.2.	ESPAÇO DE MEMÓRIA DE UM REGISTRADOR 8 BITS:	16
7.3.	REGISTRADOR COM 4 ESPAÇOS DE MEMÓRIA:	16
8.	COMPONENTE: UNIDADE DE CONTROLE UNICICLO DO MIPS DE 16 BITS.....	16
8.1.	O QUE É UMA UNIDADE DE CONTROLE:	16
8.2.	CIRCUITO DA UNIDADE DE CONTROLE:	17
9.	COMPONENTE: ULA DE 8 BITS.....	17
9.1.	O QUE É UMA ULA:	17
9.2.	CIRCUITO DA ULA:	18
9.2.1.	SHIFT 3 BITS DIREITA:	18
9.2.2.	SHIFT 3 BITS ESQUERDA:.....	18
10.	COMPONENTE: EXTENSOR DE SINAL DE 4 PARA 8 BITS:	19
10.1.	O QUE É UM EXTENSOR DE SINAIS:	19
11.	COMPONENTE: MÁQUINA DE ESTADOS:	19
11.1.	O QUE É UMA MÁQUINA DE ESTADOS:.....	19
11.2.	CIRCUITO DA MÁQUINA DE ESTADOS:	19
12.	COMPONENTE: CONTADOR SÍNCRONO:	20
12.1.	O QUE É UM CONTADOR SÍNCRONO:.....	20
12.2.	CIRCUITO CONTADOR SÍNCRONO:	20

Lista de Figuras

(FIGURA 1 – COMPONENTE-FLIP-FLOP JK)	7
(FIGURA 3 – TABELA VERDADE FLIP-FLOP JK).....	7
(FIGURA 8 – PORTA LÓGICA XOR)	10
(FIGURA 9 – CIRCUITO DA PORTA LÓGICA XOR)	10
(FIGURA 10 – SOMADOR DE 1 BIT).....	11
(FIGURA 11 – CIRCUITO SOMADOR 8 BIT).....	12
(FIGURA 12 – CIRCUITO SOMADOR 8 BIT + 4).....	13
(FIGURA 13 – COMPONENTE: MEMÓRIA ROM).....	13
(FIGURA 14 – CIRCUITO DA MEMÓRIA ROM)	14
(FIGURA 15 – COMPONENTE: MEMÓRIA RAM)	14
(FIGURA 16 – CIRCUITO DA MEMÓRIA RAM)	15
(FIGURA 17 – CIRCUITO DE UM BANCO DE REGISTRADORES)	15
(FIGURA 18 – ESPAÇO DE MEMÓRIA DE REGISTRADOR DE 8 BITS)	16
(FIGURA 19 – REGISTRADOR COM 4 ESPAÇOS DE MEMÓRIA)	16
(FIGURA 20 – TABELA DE SINAIS UNIDADE DE CONTROLE DO MIPS 16 BITS).....	17
(FIGURA 21 – CIRCUITO UNIDADE DE CONTROLE)	17
(FIGURA 22 – CIRCUITO ULA COM SOMA, SUBTRAÇÃO, SHIFT, XOR, NAND, NOR, NOT, OR E AND)	18
(FIGURA 23 – CIRCUITO SHIFT 3 BITS DIREITA).....	18
(FIGURA 24 – CIRCUITO SHIFT 3 BITS ESQUERDA)	19
(FIGURA 25 – CIRCUITO DO EXTENSOR DE SINAL)	19
(FIGURA 26 – MÁQUINA DE ESTADO REPRESENTADA)	19
(FIGURA 27 –CIRCUITO DA MÁQUINA DE ESTADOS DA FIGURA 26).....	20
(FIGURA 28 – CIRCUITO CONTADOR SÍNCRONO).....	20

Lista de Tabelas

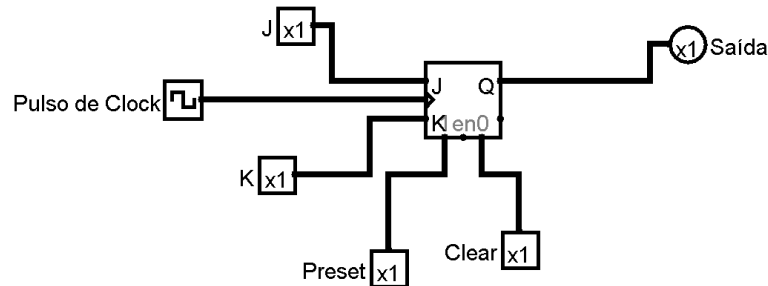
(TABELA 1 – TABELA VERDADE MULTIPLEXADOR 4X1 DE 1 BIT)	9
(TABELA 2 – TABELA VERDADE XOR)	9
(TABELA 3 – TABELA VERDADE SOMADOR 1 BIT).....	11

1. Componente: Registrador Flip-Flop Tipo D e do tipo JK:

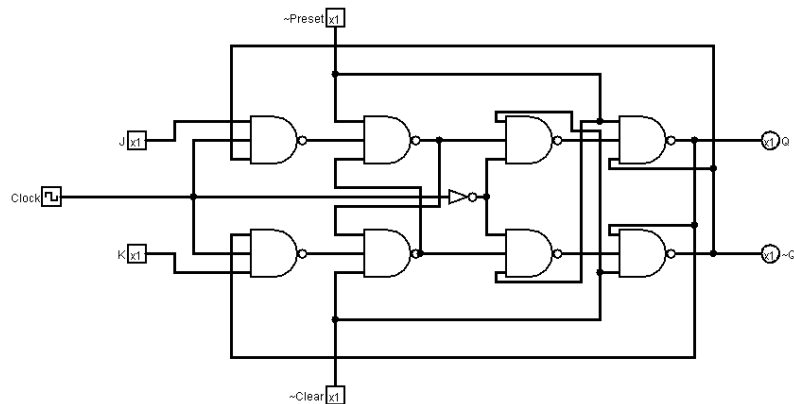
1.1. O que é um Registrador Flip-Flop?

Um registrador flip-flop de **N** bits, é um circuito composto por **N** Flip-Flop que podem ser tanto do tipo JK (Figura 1), quanto do tipo D (Figura 4), capaz de armazenar **N** quantidade de Bits, sendo o próprio Flip-Flop JK ou D, um registrador de 1 bit.

1.2. Circuito de um registrador de 1 bit tipo JK:



(Figura 1 – Componente-Flip-Flop JK)



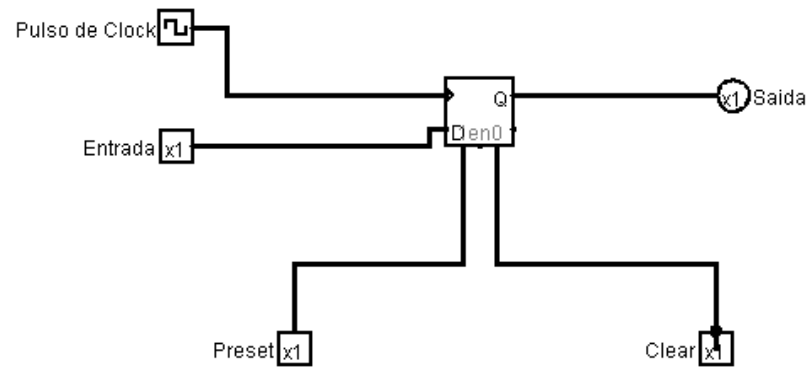
(Figura 2 – Circuito Flip-Flop JK)

O Circuito do Flip-Flop Tipo JK, possui 4 entradas de dados, 1 entrada de clock e 2 saídas: Onde, duas das entradas de dados representam J e K, uma representa a negação de Preset(Q=1) e outra a negação de Clear(Q=0) e as saídas representam Q e a negação de Q, com o pulso de clock servindo para alterar o valor presente dentro do Flip-Flop.

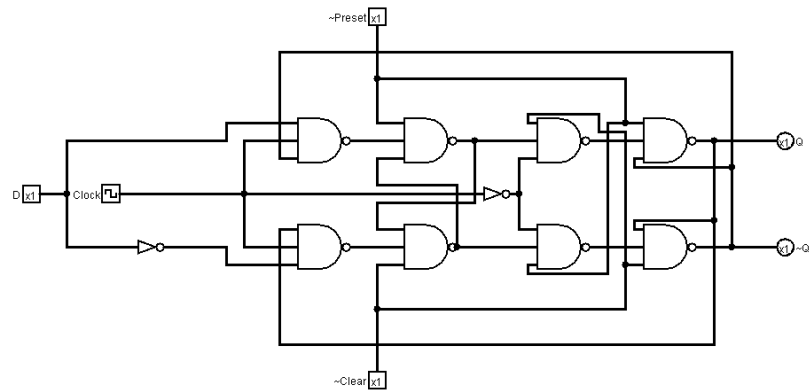
	CLK	J	K	\overline{Preset}	\overline{Clear}	Q_f
1	0	0	0	1	1	Q_a
2	0	0	1	1	1	0
3	0	1	0	1	1	1
4	0	1	1	1	1	$\overline{Q_a}$
5	X	X	X	0	1	1
6	X	X	X	1	0	0
7	X	X	X	0	0	

(Figura 3 – Tabela Verdade Flip-Flop JK)

1.3. Circuito de um registrador de 1 bit tipo D:



(Figura 4 – Componente Flip-Flop D)



(Figura 5 – Circuito Flip-Flop D)

O Circuito do Flip-Flop tipo D tem como base a Flip-Flop JK, porém, no lugar das duas entradas J e K, existe uma só entrada D, que se divide em duas ramificações que estariam ligadas onde estavam as entradas J e K, com o lugar onde seria K sendo uma negação de J.

CLK	D	Q	\bar{Q}
0	0	Q	\bar{Q}
0	1	Q	\bar{Q}
1	0	0	1
1	1	1	0

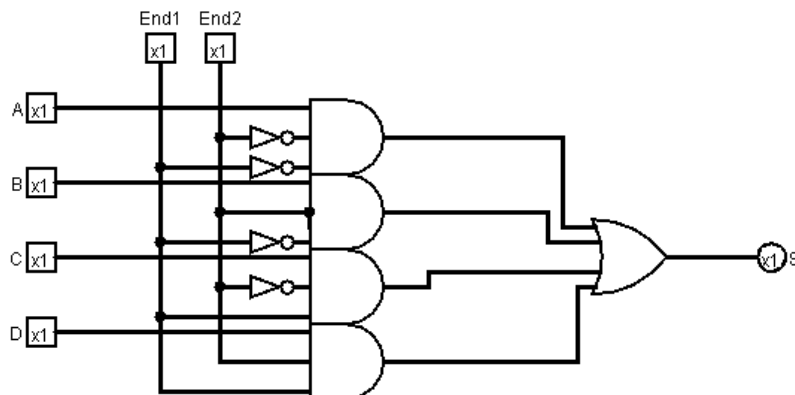
(Figura 6 – Tabela Verdade Flip-Flop D)

2. Componente: Multiplexador de 4 entradas:

2.1. O que é um Multiplexador de quatro entradas?

Um multiplexador de 4 entradas é um seletor capaz de selecionar uma informação entre até outras três que ele recebe, através do endereço passado por ele.

2.2. Circuito de um Multiplexador de 4 entradas:



(Figura 7 – Multiplexador 4x1 de 1 bit)

Nesse circuito, existem 6 entradas, onde as entradas end1 e end2 formam o endereço que seleciona qual dado das entradas entre A,B,C e D passará para a saída S.

A	B	C	D	END1	END2	S
1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	1	0	1
0	0	0	1	1	1	1

(Tabela 1 – Tabela Verdade Multiplexador 4x1 de 1 bit)

Endereços e Saída desse multiplexador:

End1 =0 e End2 0, o Dado passado será o presente em A;

End1 =0 e End2 1, o Dado passado será o presente em B;

End1 =1 e End2 0, o Dado passado será o presente em C;

End1 =1 e End2 1, o Dado passado será o presente em D;

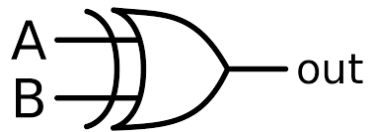
3. Componente: Porta lógica XOR com os componentes: AND, NOT e OR:

3.1. Tabela Verdade de uma Porta XOR:

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

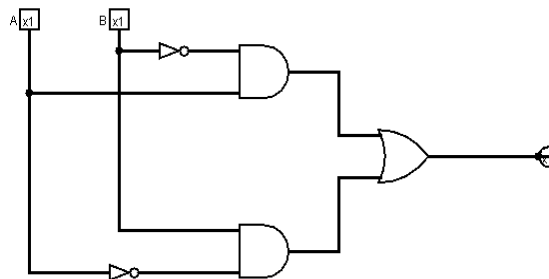
(Tabela 2 – Tabela Verdade XOR)

A porta lógica XOR retorna positivo sempre que os dois valores das entradas são diferentes e negativo sempre que os dois valores forem iguais.



(Figura 8 – Porta lógica XOR)

3.2. Circuito de uma Porta XOR usando AND, NOT e OR:



(Figura 9 – Circuito da Porta Lógica XOR)

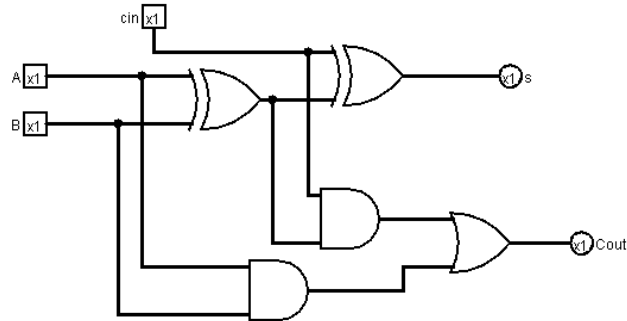
O Circuito da Porta lógica XOR é composto por 2 entradas e 1 saída, além dos componentes AND, OR e Not presentes nele.

4. Componente: Somador de 8 bits que recebe um valor inteiro e soma com o valor 4:

4.1. O que é Somador de 1 bit:

É um componente de Circuito capaz de realizar soma por duas entradas de 1 bit, além de poder receber o valor extra de 1 bit (Cin) para acrescentar ao cálculo e retornar um valor se o somador estourar a quantidade de bits permitida nele, devido a soma (Cout).

4.1.1. Circuito de um Somador de 1 bit:



(Figura 10 – Somador de 1 bit)

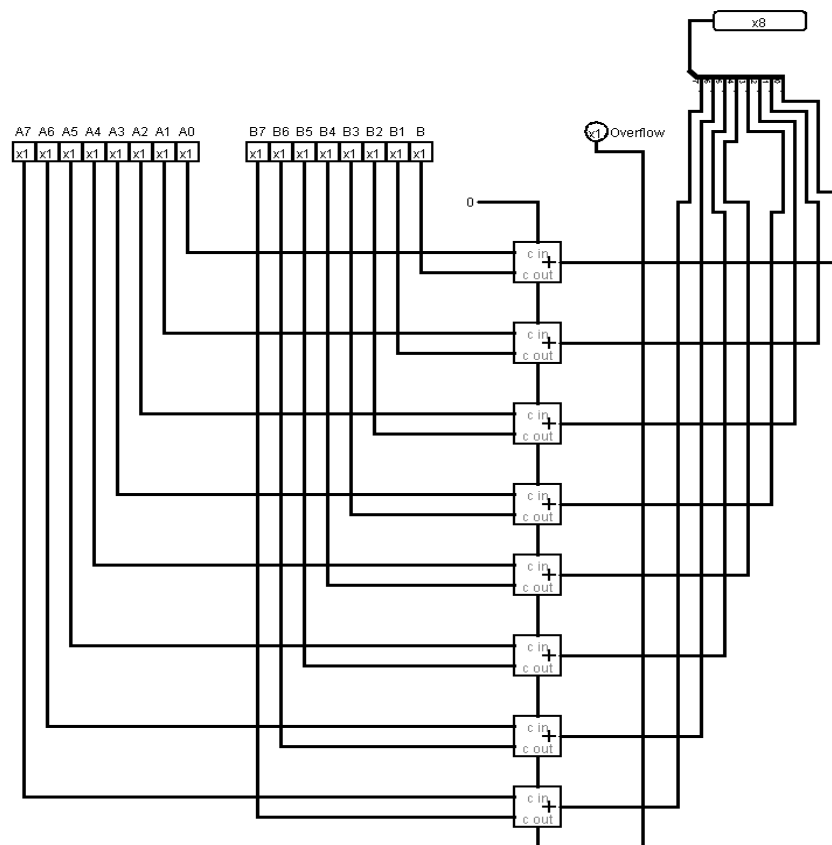
A	B	Cin	S	Cout
1	1	1	1	1
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
0	1	0	1	0
0	0	1	1	0
1	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1

(Tabela 3 – Tabela Verdade Somador 1 bit)

O circuito somador é composto por duas entradas, uma saída e componentes XOR, AND e OR.

4.2. Somador de 8 Bits:

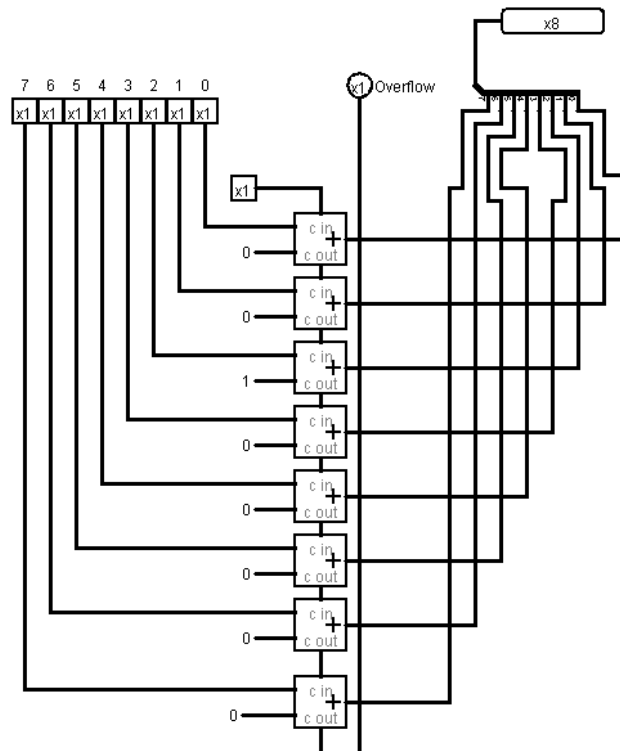
O somador de 8 bits é uma corrente de somadores de 1 bit, onde o valor Cout de um somador estará conectado ao Cin do próximo somador, assim formando uma cadeia de 8 somadores de 1 bit em sequência, que resultará em uma saída de 8 bits se juntas.



(Figura 11 – Circuito Somador 8 bit)

4.3. Somador de 8 Bits com uma entrada de 8 bits + 4:

Esse somador é uma modificação do somador de 8 bits, porém utilizando constantes no segundo valor para ser equivalente ao valor decimal 4(00000100 em binário).

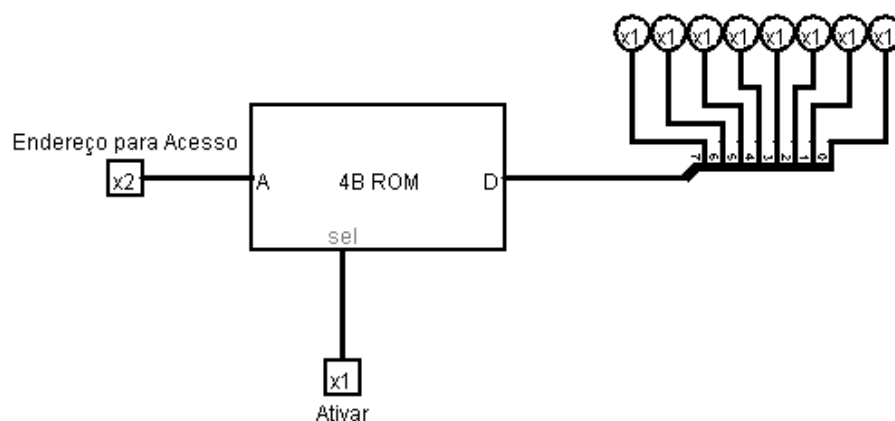


(Figura 12 – Circuito Somador 8 bit + 4)

5. Componente: Memória ROM de 8 Bits de Dados e 2 Bits de Endereço:

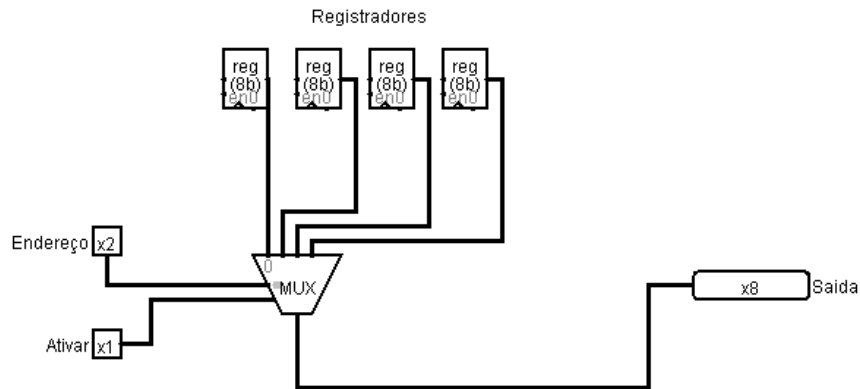
5.1. O que é uma memória ROM:

É um componente de memória somente de leitura, logo, as informações gravadas, são gravadas pelo fabricante e não podem ser alteradas ou apagadas, apenas podem ser acessadas.



(Figura 13 – Componente: Memória ROM)

5.2. Circuito de uma memória ROM de 8 Bits de dados e 2 de Endereço:



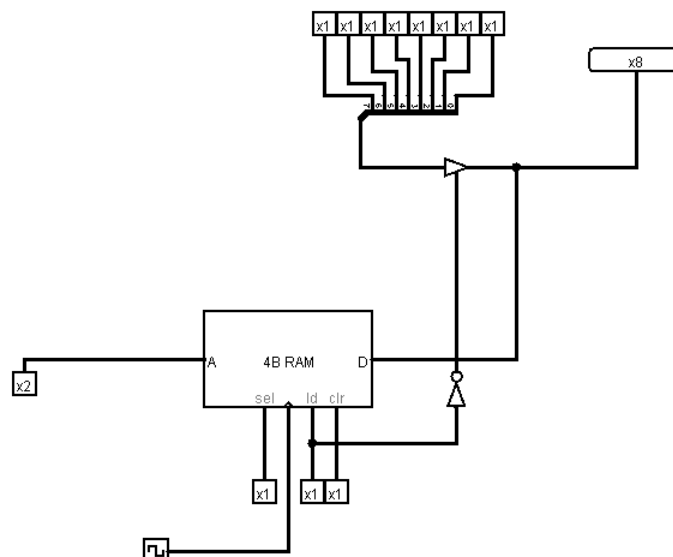
(Figura 14 – Circuito da Memória ROM)

O circuito da memória ROM é composto por $(2^{\text{bits de endereço}})$ registradores, nesse caso como são 2 bits de endereço, 4 registradores, 1 entrada que representa a ativação da memória e 1 entrada de 2 bits para passar o endereço que está ligada a um multiplexador usado para escolher o registrador que vai passar o valor para saída.

6. Componente: Memória RAM de 8 Bits de Dados e 2 Bits de Endereço:

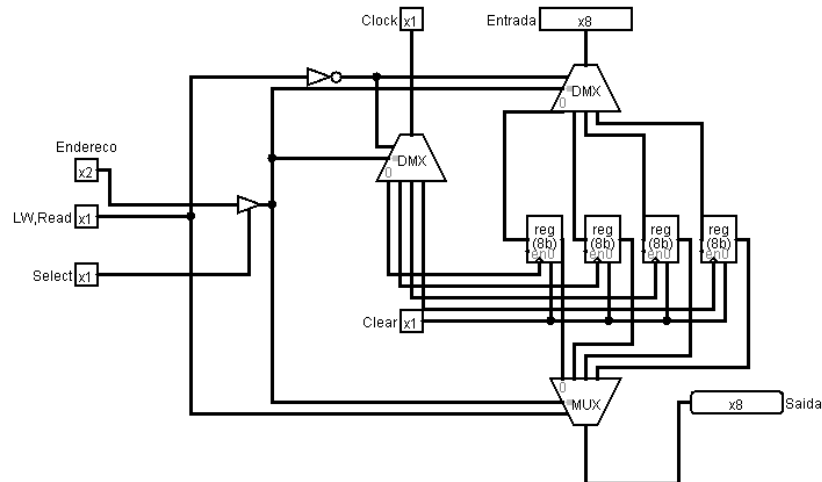
6.1. O que é uma memória RAM:

É um componente de memória de acesso randômico, é uma memória de escrita e leitura, além de ser temporária e de acesso rápido.



(Figura 15 – Componente: Memória RAM)

6.2. Circuito da memória RAM de 8 Bits de Dados e 2 Bits de Endereço:



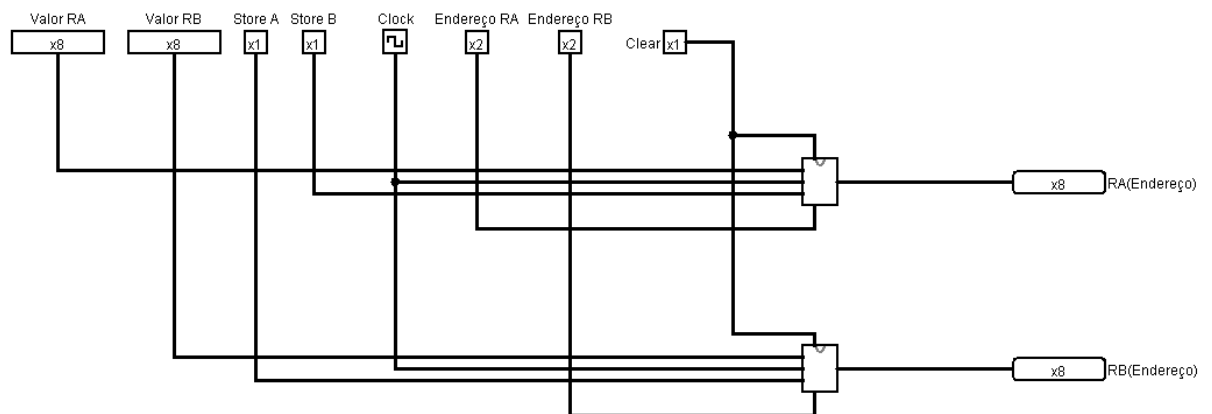
(Figura 16 – Circuito da Memória RAM)

O circuito da memória RAM é composto por uma entrada de endereço, uma entrada que define se valor vai ser lido ou escrito, uma entrada que define se a memória RAM está ativa, uma entrada de dados de 8 bits para ser salva em um registrador, uma saída de 8 bits para leitura, entrada de clock para definir se vai salvar no registrador e o clear que limpa todos os registradores, além dos registradores dependendo da quantidade de bits de endereço.

7. Componente: Banco de Registradores de 8 Bits de Dados e 2 de Endereço:

7.1. O que é um Banco de Registrador:

Um banco de registradores é um componente que permite ler e salvar dados em espaços de memória de um registrador.



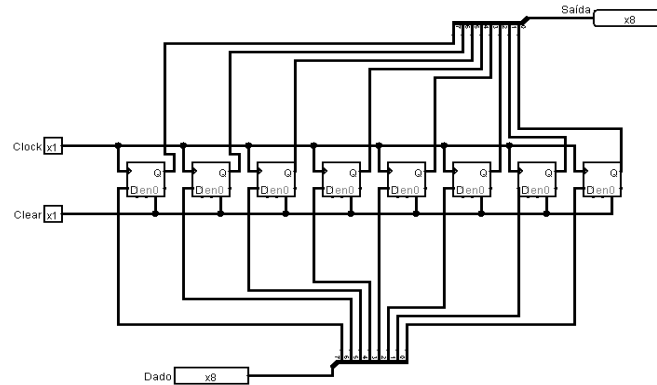
(Figura 17 – Circuito de um Banco de Registradores)

Composto por 2 Registradores com 4 espaços de memória e a estrutura padrão de salvamento e load.

Estrutura padrão de salvamento e load: Dispositivo de entrada, Limpador de dados (Clear), Chamada de Endereço, Clock para alterar os dados do registrador e entrada que diz se o valor do registrador será alterado.

7.2. Espaço de Memória de um registrador 8 bits:

O espaço de memória de um registrador se trata de um registrador de somente 1 espaço de memória.

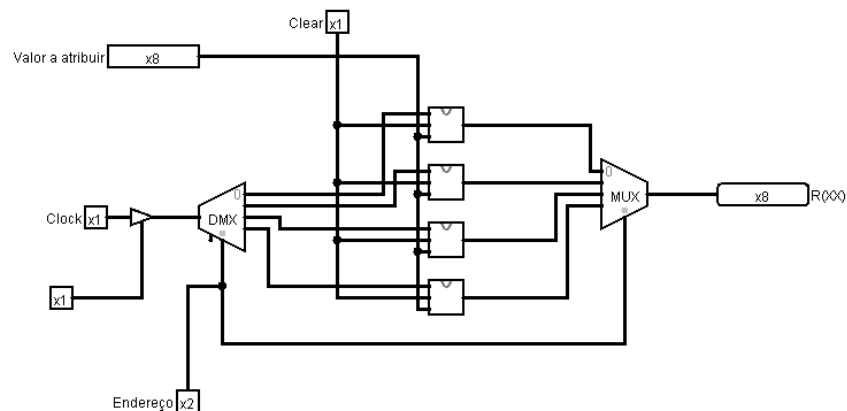


(Figura 18 – Espaço de memória de Registrador de 8 bits)

Composto por 8 Registradores de 1 bit e a estrutura padrão de salvamento e load.

7.3. Registrador com 4 espaços de memória:

É um endereço de registrador que possui 4 registradores com 1 espaço de memória dentro dele.



(Figura 19 – Registrador com 4 espaços de memória)

Composto por 4 espaços de memória e a estrutura padrão de salvamento e load.

8. Componente: Unidade de controle uniclo do MIPS de 16 bits.

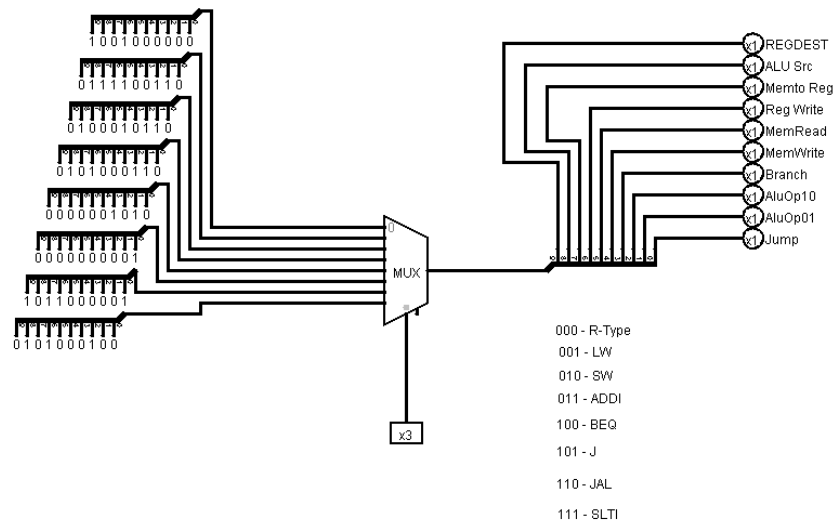
8.1. O que é uma unidade de controle:

Unidade de controle é um componente de um processador uniclo que recebe sinal de equivalente a instrução que será executada e através dessa informação, ativa os componentes que serão utilizados nessa execução.

Control signals									
Instruction	Reg Dst	ALU Src	Memto Reg	Reg Write	MemRead	Mem Write	Branch	ALUOp	Jump
R-type	1	0	0	1	0	0	0	00	0
LW	0	1	1	1	1	0	0	11	0
SW	0	1	0	0	0	1	0	11	0
addi	0	1	0	1	0	0	0	11	0
beq	0	0	0	0	0	0	1	01	0
j	0	0	0	0	0	0	0	00	1
jal	2	0	2	1	0	0	0	00	1
slti	0	1	0	1	0	0	0	10	0

(Figura 20 – Tabela de Sinais Unidade de Controle do MIPS 16 bits)

8.2. Circuito da Unidade de Controle:



(Figura 21 – Circuito Unidade de Controle)

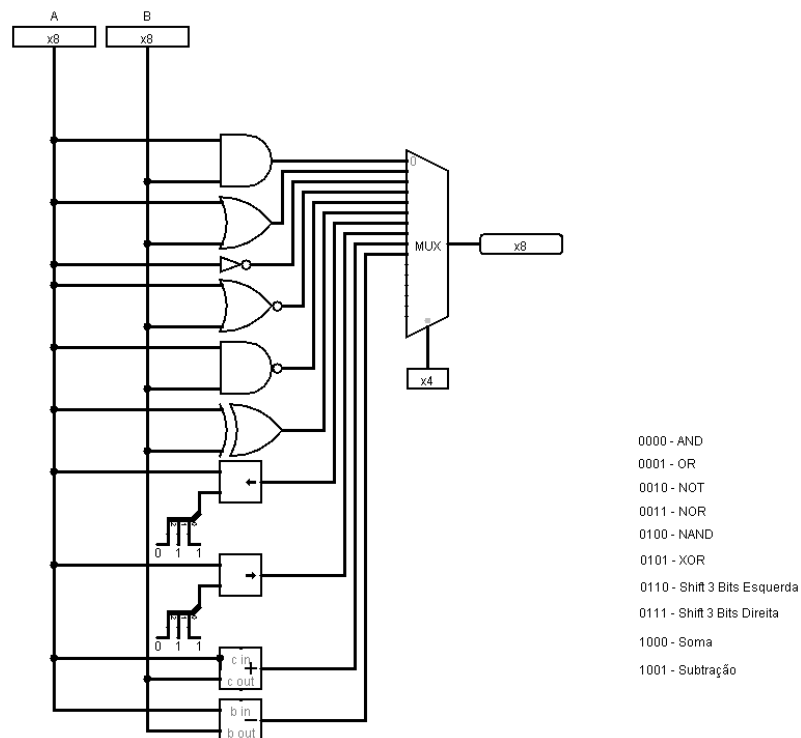
Esse circuito da unidade de controle foi montado baseado na tabela da figura 20. Utilizando de constantes como preset para ativar os componentes, já que cada um dos tipos de instrução citados na tabela ocorre com a mesma sequência de valores(bits), possuindo apenas uma entrada com o endereço da instrução que será usada, como é mostrado na parte inferior da figura 21.

9. Componente: ULA de 8 bits

9.1. O que é uma ULA:

É um circuito que realiza operações lógicas e aritméticas sobre números representados em circuitos lógicos, possuindo normalmente, dois operandos de entrada, e uma entrada que determina qual operação será utilizada.

9.2. Circuito da ULA:

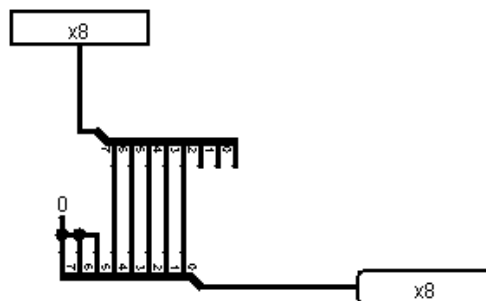


(Figura 22 – Circuito ULA com soma, subtração, shift, xor, nand, nor, not, or e and)

Esse circuito é composto por alguns dos componentes citados anteriormente e 2 que serão citados posteriormente, esse componente funciona com base no endereço passado por ele e dos valores que são atribuídos a A e B, resultando para a saída o resultado da operação escolhida pelo multiplexador.

9.2.1. Shift 3 bits Direita:

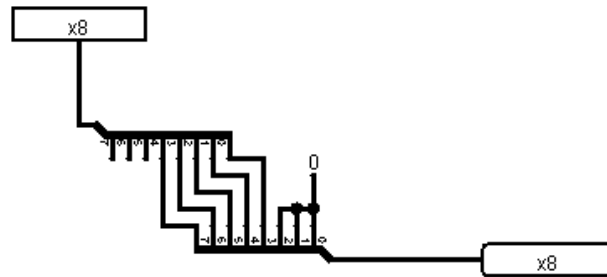
Ele passa os valores anteriores dos bits para o terceiro bit à direita deles, zerando os três valores finais, em relação as casas dos bits (5,6,7).



(Figura 23 – Circuito Shift 3 bits Direita)

9.2.2. Shift 3 bits Esquerda:

Ele passa os valores anteriores dos bits para o terceiro bit à esquerda deles, zerando os três valores iniciais, em relação as casas dos bits (0,1,2).

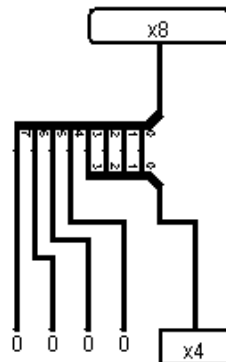


(Figura 24 – Circuito Shift 3 bits Esquerda)

10. Componente: Extensor de sinal de 4 para 8 bits:

10.1. O que é um extensor de sinais:

O extensor de sinais pega o sinal passado para ele e aumenta a quantidade de bits para ser compatível com a saída desejada.



(Figura 25 – Circuito do Extensor de Sinal)

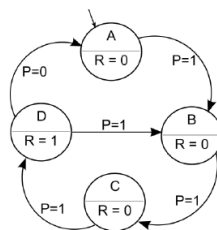
Seu circuito é composto por uma entrada de 4 bits e uma saída de 8 bits, constantes 0 usadas para estender o sinal através dos barramentos que estão vazios.

11. Componente: Máquina de Estados:

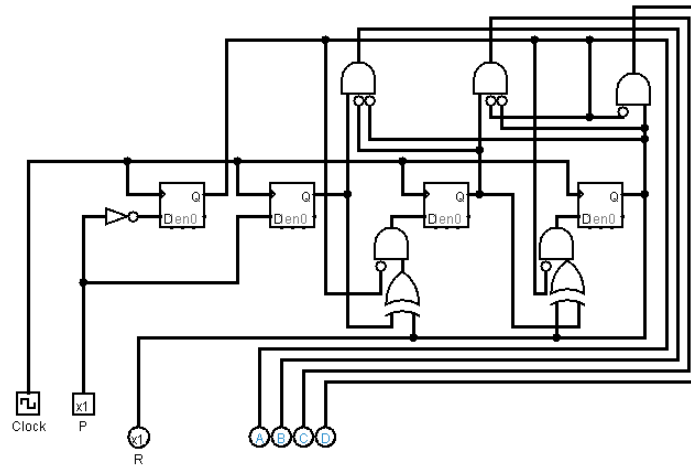
11.1. O que é uma Máquina de Estados:

Uma máquina de estado se fundamenta, como o próprio nome diz, em direcionar o funcionamento de um software em um número finito de estados

11.2. Circuito da Máquina de Estados:



(Figura 26 – Máquina de Estado Representada)



(Figura 27 –Circuito da máquina de Estados da Figura 26)

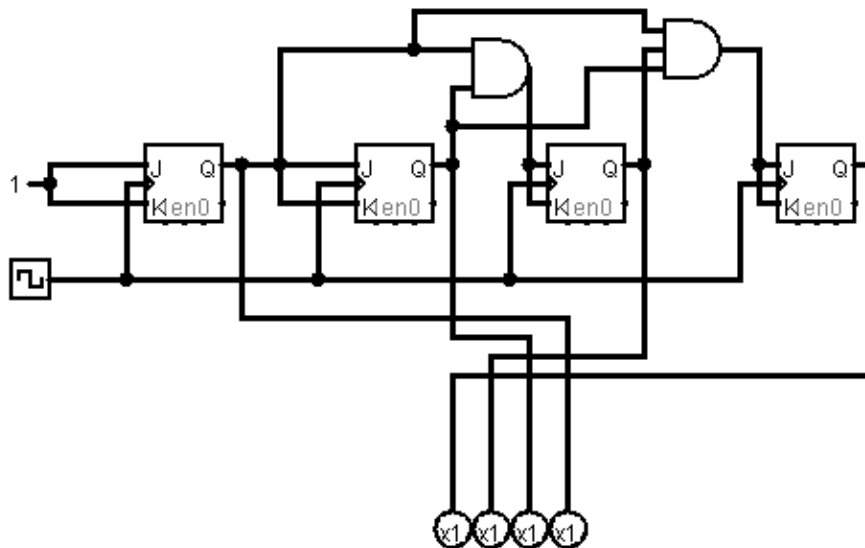
Essa máquina de estados foi criada para representar a simulação da Figura 26, é composta por flip-flops tipo JK, pela entrada P, 5 Saídas e a entrada de clock.

12. Componente: Contador Síncrono:

12.1. O que é um contador síncrono:

Contador síncrono é um circuito digital formado por flip-flops em paralelos, tal que todas as entradas clocks estejam conectados na mesma fonte de clock.

12.2. Circuito contador síncrono:



(Figura 28 – Circuito Contador Síncrono)

Formado por uma sequência de 4 Flip-Flops tipo JK, utilizando as entradas $J = 1$ e $K = 1$ e $J = 0$ e $k = 0$, visando fazer uma contagem já que $J = 1$ e $K = 1$, retorna o valor de Q diferente do anterior e, $J = 0$ e $K = 0$, retorna o valor de Q igual ao anterior.