



LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS

Prof. Jamil Kalil Naufal Jr. Prof.
Wilian França Costa

LABORATÓRIO Nº5

“ TEOREMAS E OTIMIZAÇÕES”

1) Grupo

Nome: Augusto Esteves Carrera

RA: 32114842

Nome: Enrique Granado Novaes

RA: 32107803

Nome: Larissa Rafaela R. Nepomuceno

RA: 32195311

Nome: Matteo Domiciano Varnier

RA: 32158238



1 Teoremas

A seguir são apresentados um conjunto de teoremas úteis em otimizações de circuitos digitais.

1.1 Teoremas Booleanos

$$\overline{\overline{A}} = A$$

$$A \cdot 0 = 0$$

$$A \cup 0 = A$$

$$A \cdot 1 = A$$

$$A \cup 1 = 1$$

$$A \cdot \overline{A} = 0$$

$$A \cup \overline{A} = 1$$

$$A \cdot A = A$$

$$A \cdot B + A \cdot C = A \cdot (B + C)$$

$$A + \overline{A} = 1$$

$$A \cdot B = A \cdot B$$

1.2 Teoremas DeMorgan

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$



2. Código BCD

Código BCD (*Binary-Coded Decimal*) é um sistema de numeração muito utilizado em diferentes equipamentos. Por exemplo, ele pode ser utilizado como um codificador que converte um número decimal ao ser digitado em uma tecla de números decimais em seu correspondente número binário.

A codificação BCD opera em uma base binária de 4 bits (*nibble*), seguindo a tabela a seguir:

Base decimal	BCD
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Exemplos de conversão: $523_{10} \Rightarrow 0101\ 0010\ 0011_2$ em BCD

3. Prática de Laboratório

Objetivos:

- Exercitar a utilização de Teoremas Booleanos.
☐
- Interpretar e utilizar estes teoremas através de uma montagem prática.
☐
- Exercitar como otimizar (simplificar) circuitos digitais através de teoremas e implementá-los.
☐
- Desenvolver um pequeno projeto prático.
☐
- Desenvolver um pequeno projeto no simulador CEDAR e TINKERCAD.

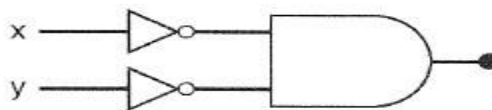
3.1 Implementação e otimizações de funções



3.1.1 Dados as portas lógicas a seguir:



(1)



(2)



(3)



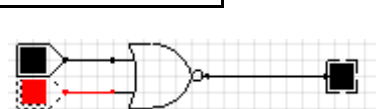
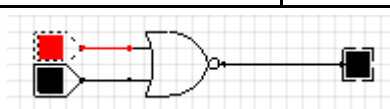
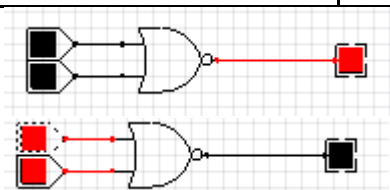
(4)

a) Monte o circuito no CEDAR.

b) Crie e simula as tabelas verdade para cada um dos circuitos. Obtenha a expressão booleana correspondente a cada circuito. **Não esqueça de acrescentar o printscreen da montagem e simulações no seu relatório e entrega do arquivo único .cdl.**

1)

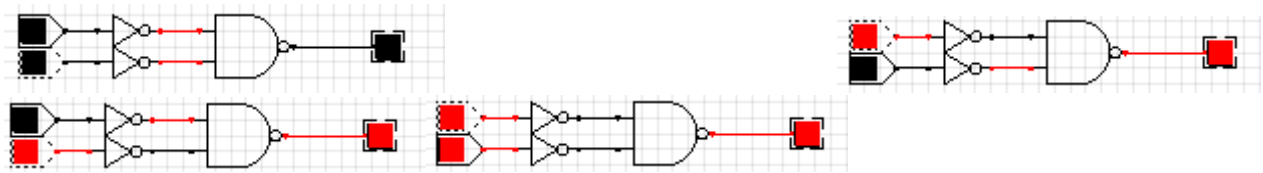
X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



$$X = \overline{A} + \overline{B}$$

2)

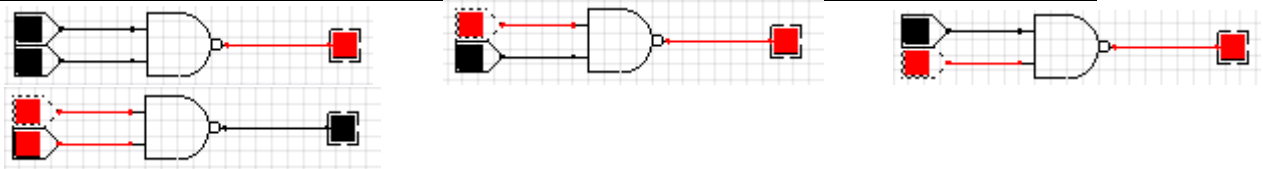
X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



$$X = A + B$$

3)

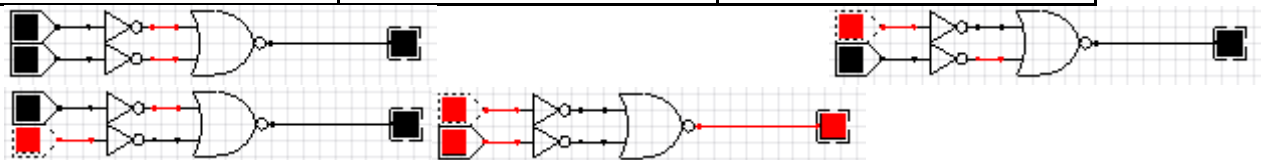
X	Y	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



$$X = \overline{A.B}$$

4)

X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

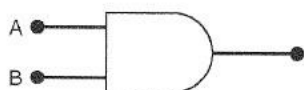


$$X = A.B$$

c) O que podemos concluir em função do item anterior?

É notável que o circuito 1 e 4 são complementares, tais como os circuitos 2 e 3, nesse caso, passam a se complementar também os circuitos 3 e 4, bem como o 1 e 2

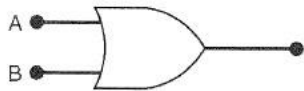
3.1.2 Dadas as portas lógicas a seguir:



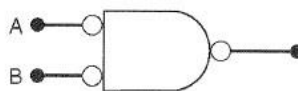
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)

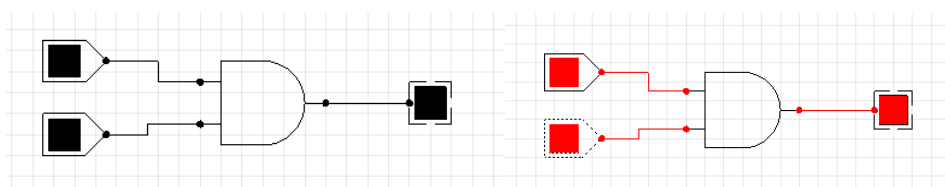
a) Monte o circuito no CEDAR.

b) Crie e simula as tabelas verdade. Obtenha a expressão booleana correspondente para cada circuito. **Não esqueça de acrescentar o printscreen da montagem e simulações no seu relatório e entrega do arquivo único .cdl.**

1)

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$X = A.B$$



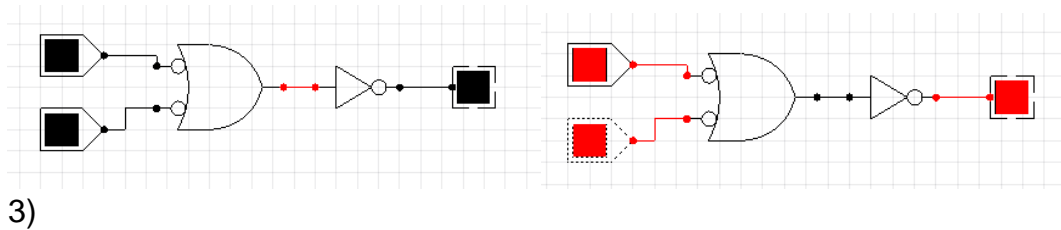
2)

A	B	X
0	0	1



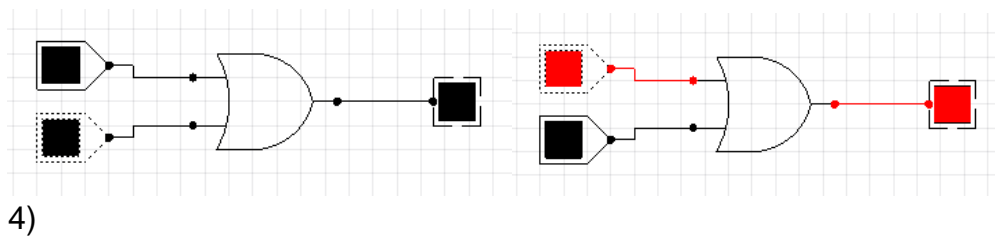
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$X = \overline{A} \oplus \overline{B}$$



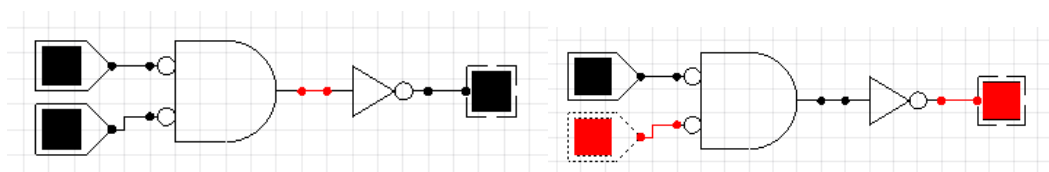
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$X = A + B$$



A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$X = \overline{A \cdot B}$$

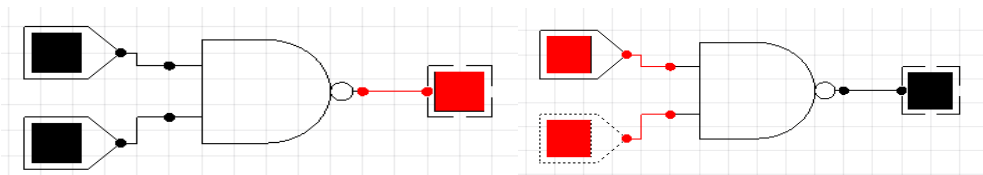




5)

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

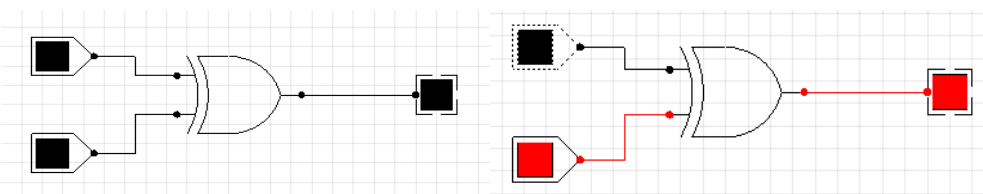
$$X = \overline{A \cdot B}$$



6)

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

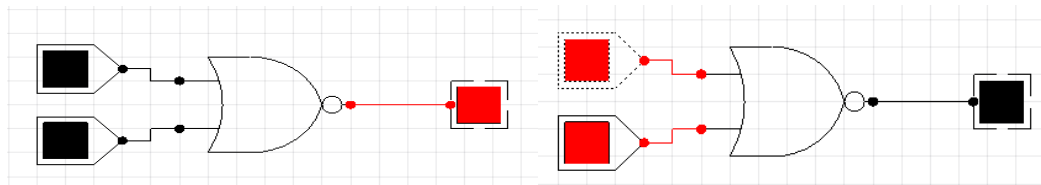
$$X = A \oplus B$$



7)

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

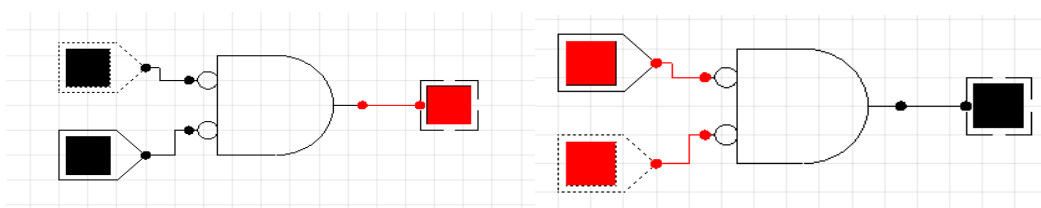
$$X = \overline{A} + \overline{B}$$



8)

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$$X = \overline{A \cdot B}$$



c) O que podemos concluir em função do item anterior?

Podemos concluir que os circuitos 3 e 4; e 8 são iguais, e os circuitos 1 e 2; 5 e 6 são diferentes.

d) Em função de suas análises poderia ter alguma vantagem prática em projetos de sistemas digitais?

Poderia ter várias vantagens usando sistemas digitais, tais como a facilidade de armazenar informações, sistemas podem ser programados, tem maior facilidade e o nível de integração em CIs é imenso.

3.2 Padronização profissional de documentação em projetos

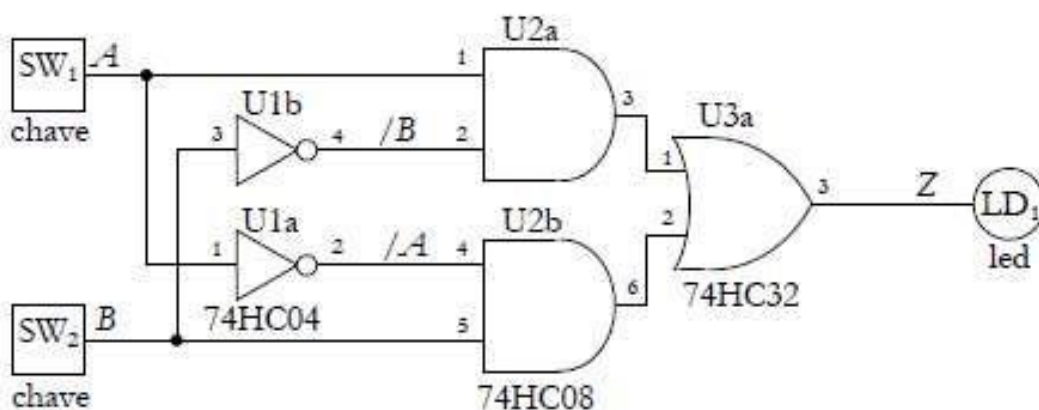
A padronização profissional de documentação em projetos é um aspecto muito importante em projetos digitais.

A seguir um conjunto de recomendações para montagem de um circuito lógico no CEDAR:



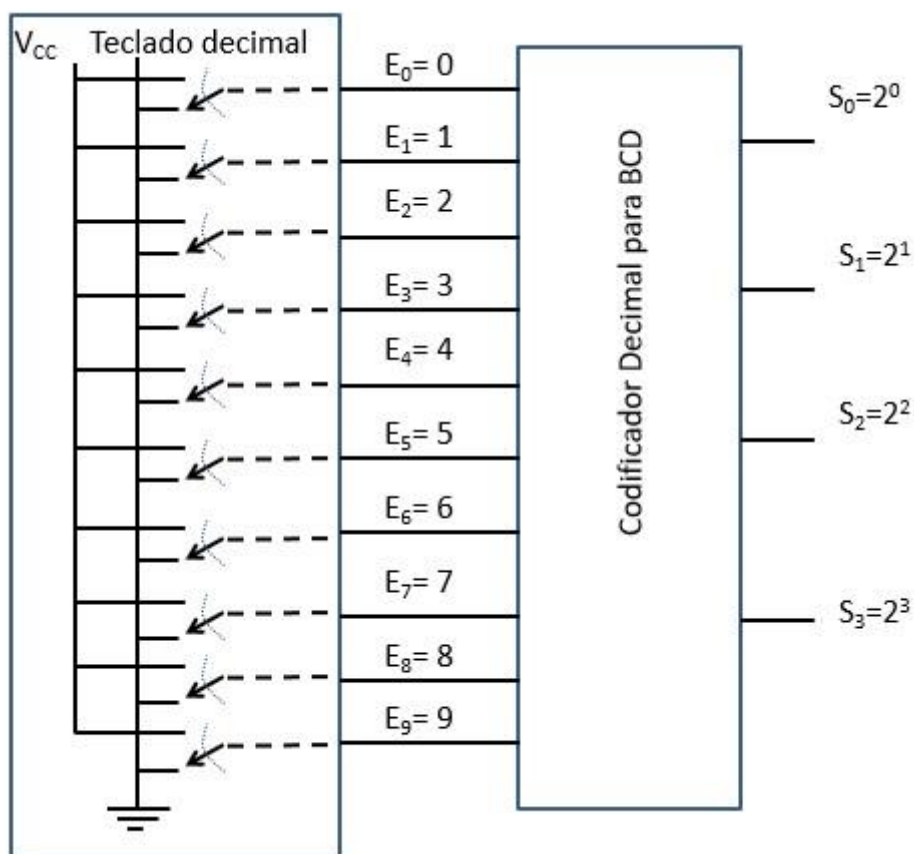
- a) Consulte o datasheet para entender e anotar a disposição de porta, respectivos pinos, alimentação (VCC) e terra (GND) do CI a ser utilizado.
- b) Contar os diferentes tipos de portas lógicas necessários no projeto e definir quantos CIs de cada tipo irá utilizar no circuito.
- c) Cada componente (CI) utilizado deve ser identificado utilizando um identificador (U1, U2, U3) com seu respectivo código comercial (74HCxx).
- d) Cada porta de um mesmo CI são diferenciadas por letras (U1a, U1b, ...)
- e) Os pinos dos CIs ligados às portas são numerados.
- f) Os sinais mais importantes são identificados por seus nomes (A, /A, etc)

A figura a seguir apresenta um exemplo de como devemos documentar um diagrama lógico profissional para que a montagem do circuito seja mais simples e eficiente para montagem no Tinkercad e protoboard.



3.3 Codificador decimal para BCD

Construa um codificador de decimal para BCD utilizando preferencialmente somente portas lógicas OR de duas entradas. Considere que este conversor será utilizado para converter as entradas decimais de um teclado. Utilize o seguinte padrão de nomenclatura para o projeto:



a) Obter a tabela verdade para o codificador.

E9	E8	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	S3	S2	S1	S0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

b) Obter a função booleana correspondente.

$$S_0 = (E_9' \cdot E_7' \cdot E_5' \cdot E_3' \cdot E_1 + E_9' \cdot E_7' \cdot E_5' \cdot E_3 \cdot E_1' + E_9' \cdot E_7' \cdot E_5 \cdot E_3' \cdot E_1' + E_9' \cdot E_7' \cdot E_5' \cdot E_3' \cdot E_1 + E_9' \cdot E_7' \cdot E_5' \cdot E_3 \cdot E_1')$$

$$S_1 = E_3' \cdot E_2 + E_3 \cdot E_2' + E_7' \cdot E_6 + E_7 \cdot E_6'$$

$$S_2 = E_7' \cdot E_6' \cdot E_5' \cdot E_4 + E_7' \cdot E_6' \cdot E_5 \cdot E_4' + E_7' \cdot E_6 \cdot E_5' \cdot E_4' + E_7 \cdot E_6' \cdot E_5' \cdot E_4'$$

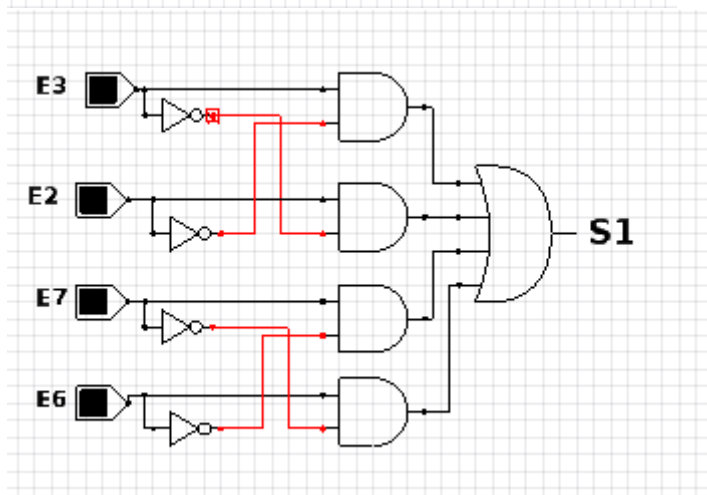
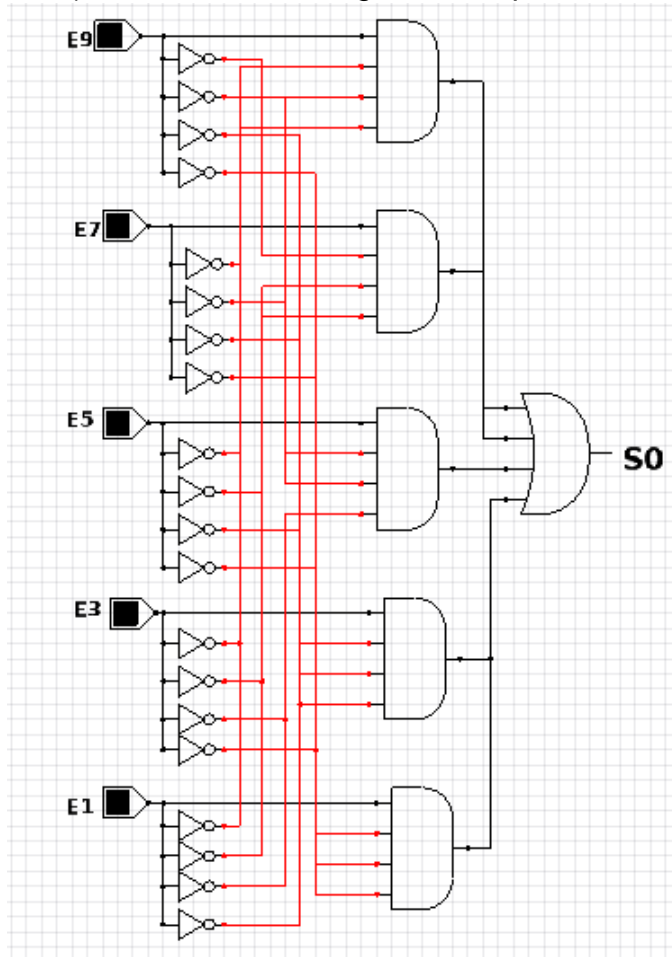
$$S_3 = E_9' \cdot E_8 + E_9 \cdot E_8'$$

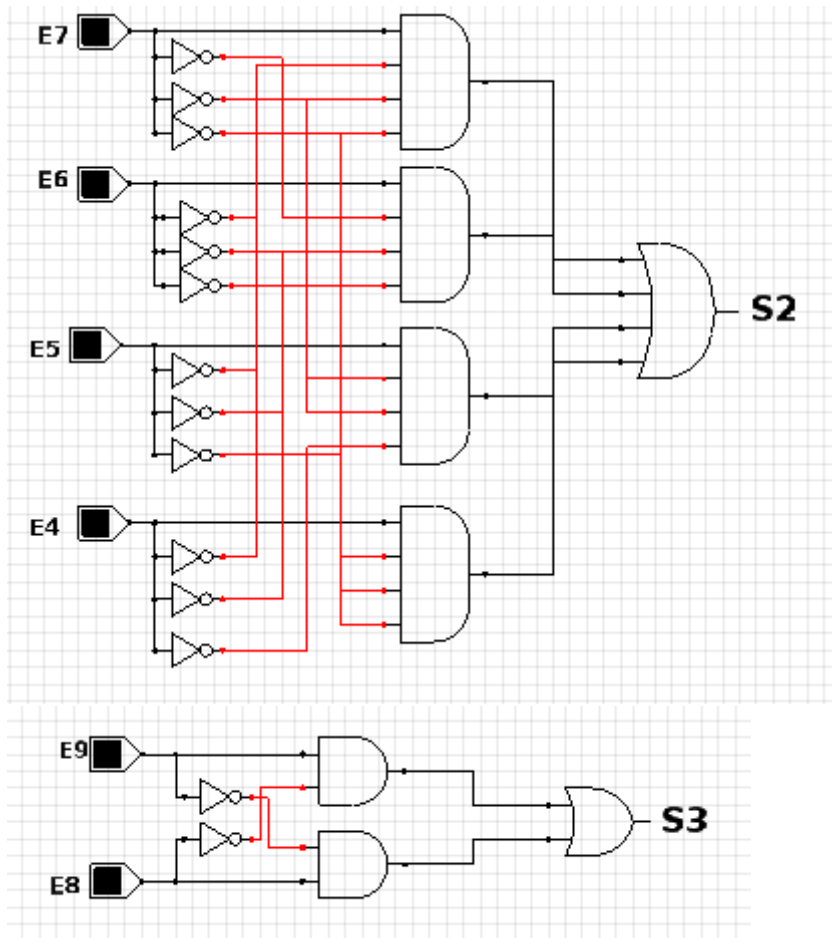


c) É possível realizar algum processo de minimização ?

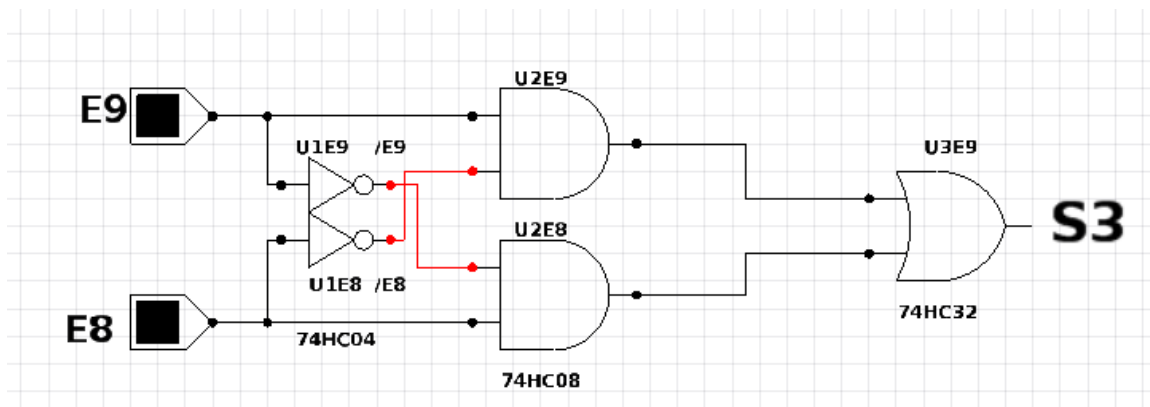
Sim

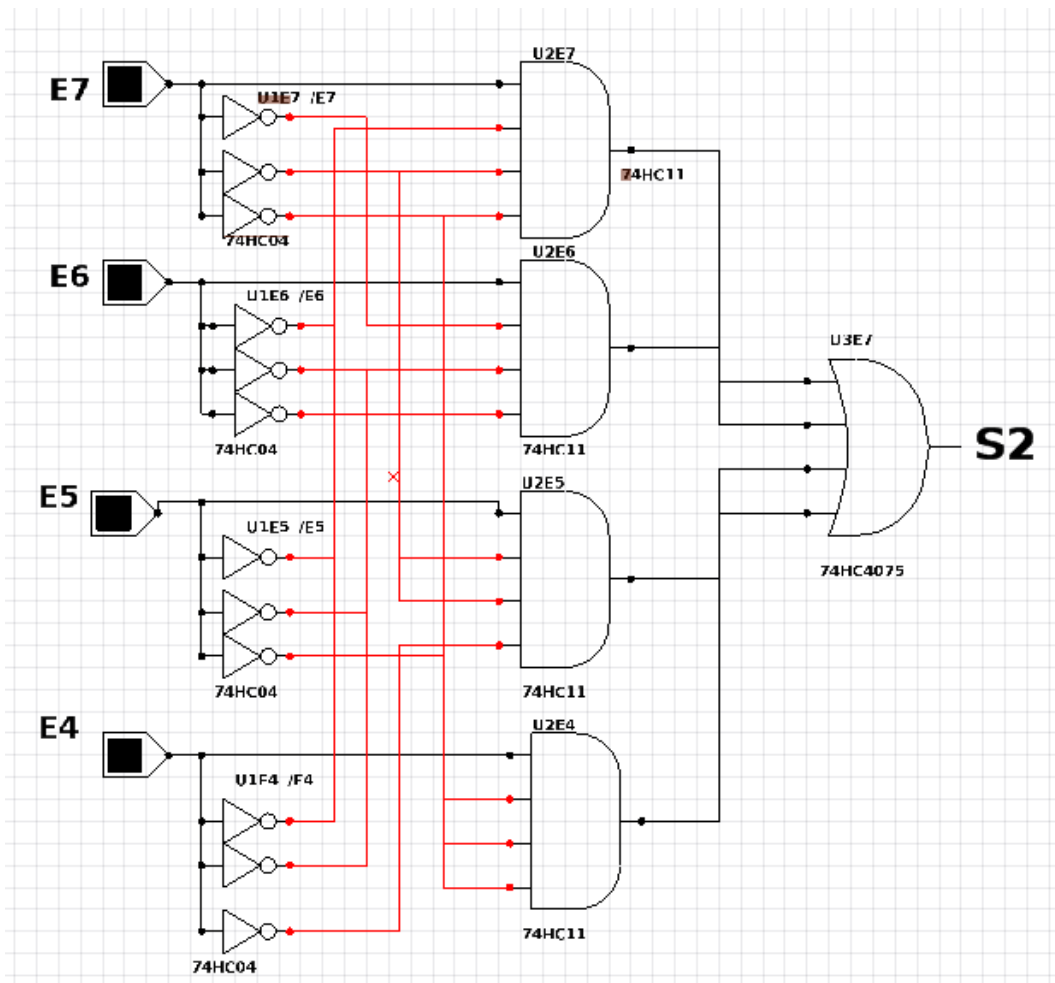
d) Obter o circuito lógico correspondente.



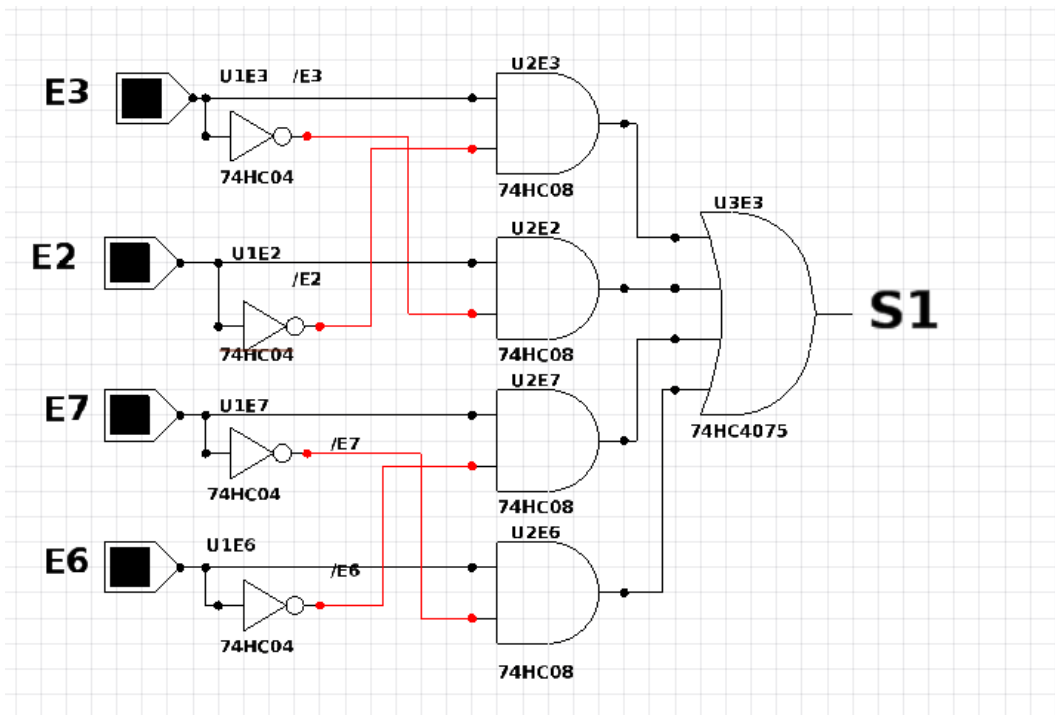


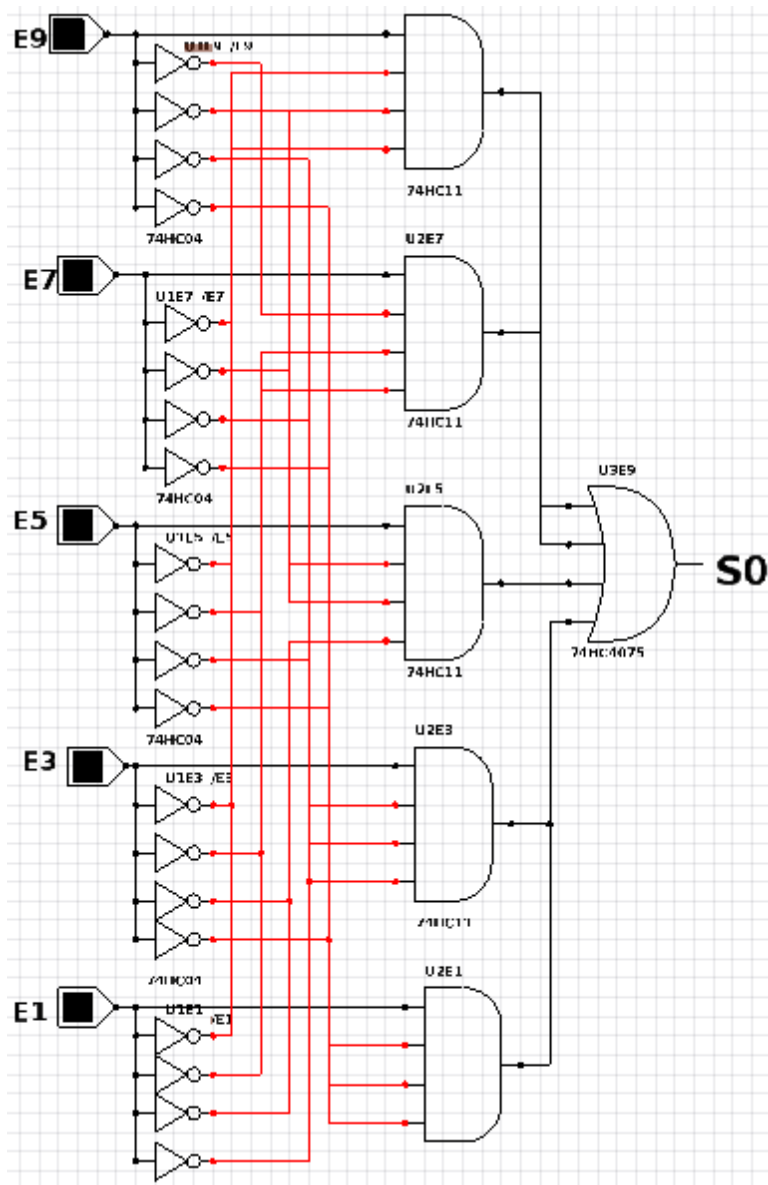
- e) Monte e documente profissionalmente o projeto no CEDAR conforme citado no item 3.2.





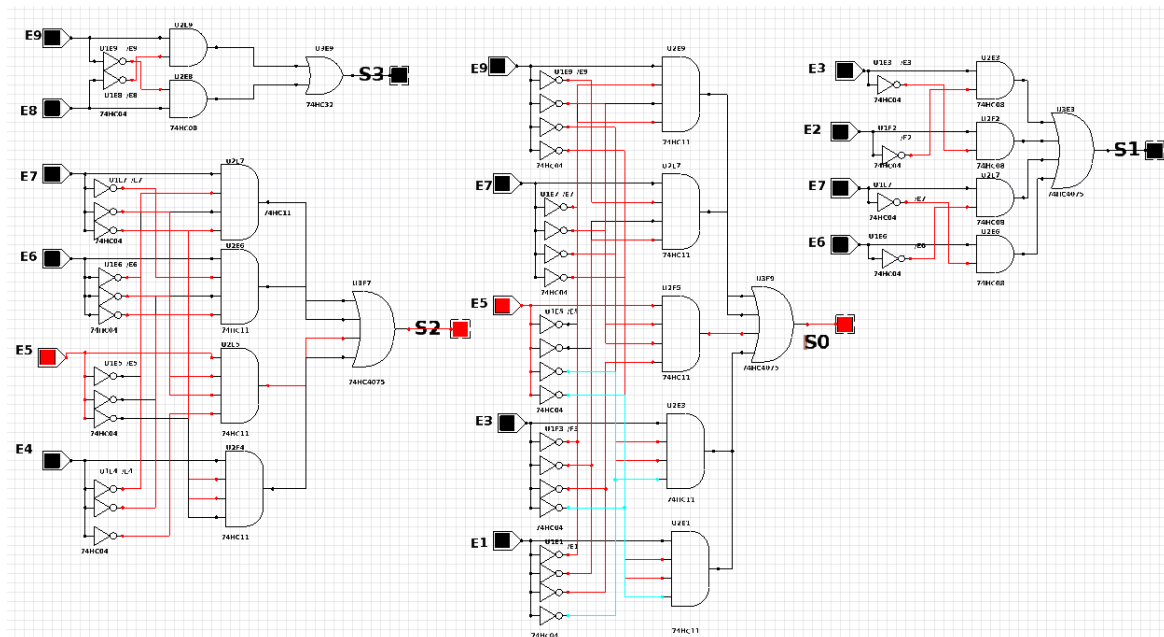
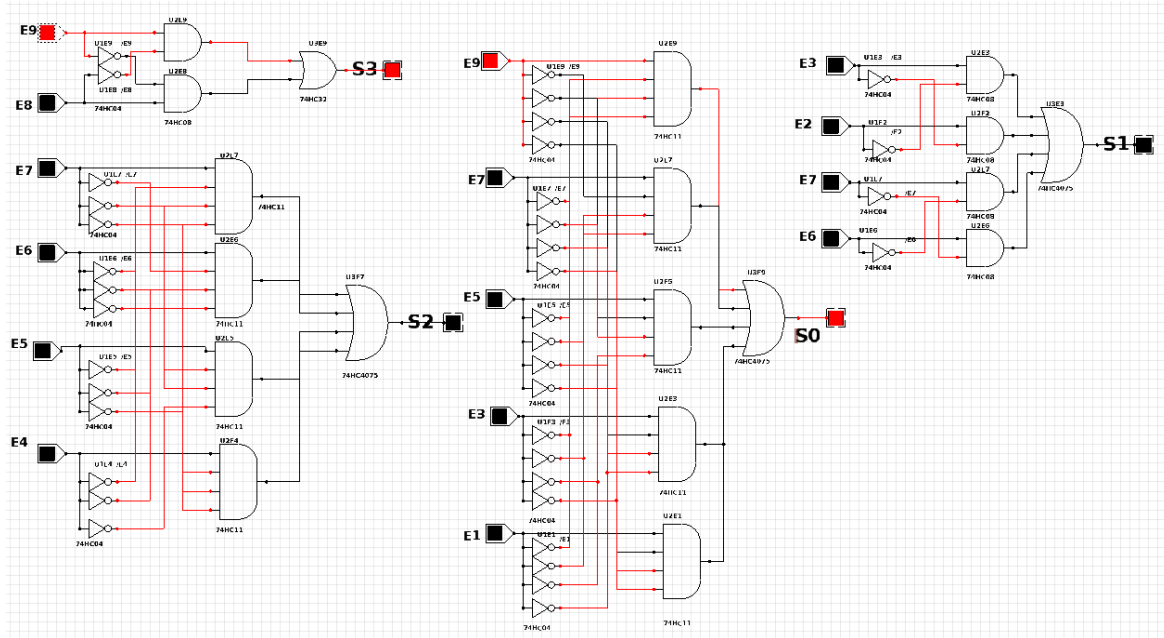
S







- f) Simule e mostre as saídas do codificador para as diferentes entradas em decimal. Não esqueça de acrescentar o printscreen da montagem e simulações no seu relatório e entrega do arquivo único .cdl.

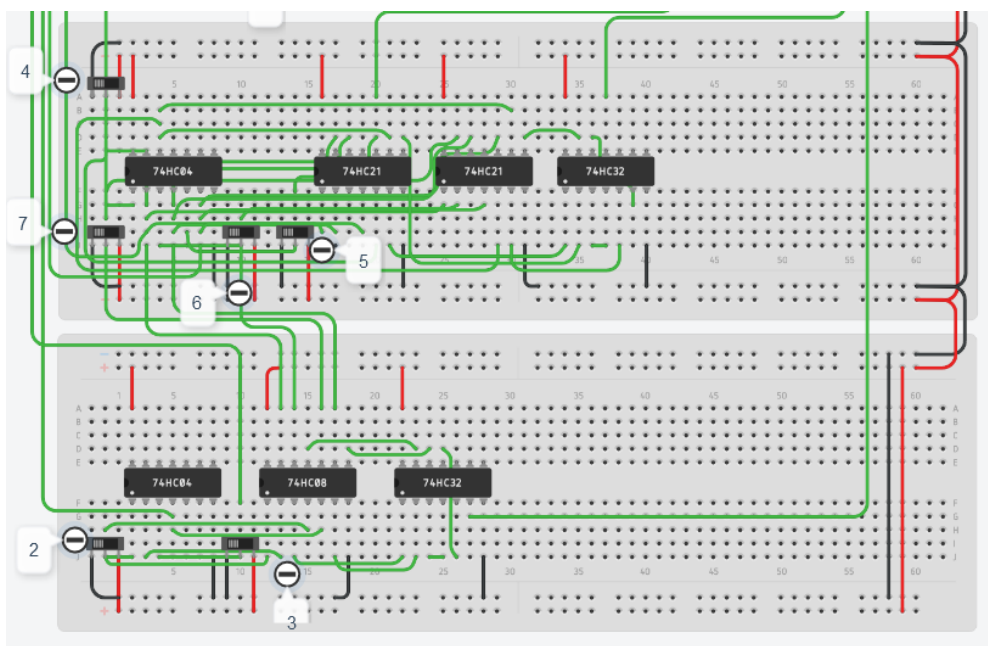
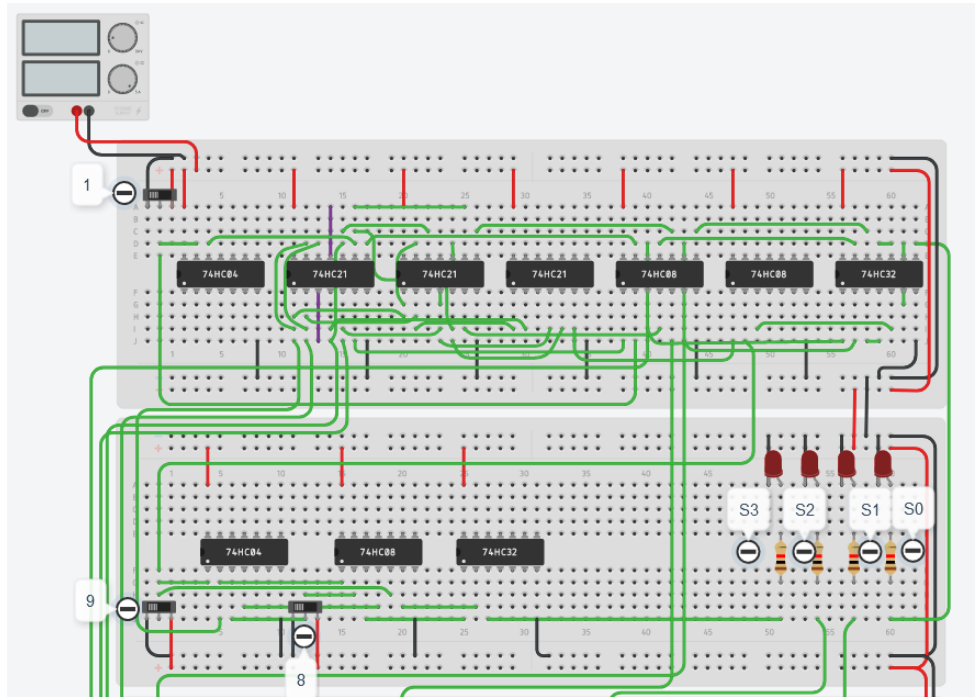




- g) Tendo como base a documentação do item anterior no CEDAR, implemente o circuito equivalente no Tinkercad (utilize chaves DIP para simular as entradas e LEDs na saída do codificador para sinalizar o número binário equivalente). Observe que sua montagem no **Tinkercad deve ser um espelho de sua montagem no CEDAR.**

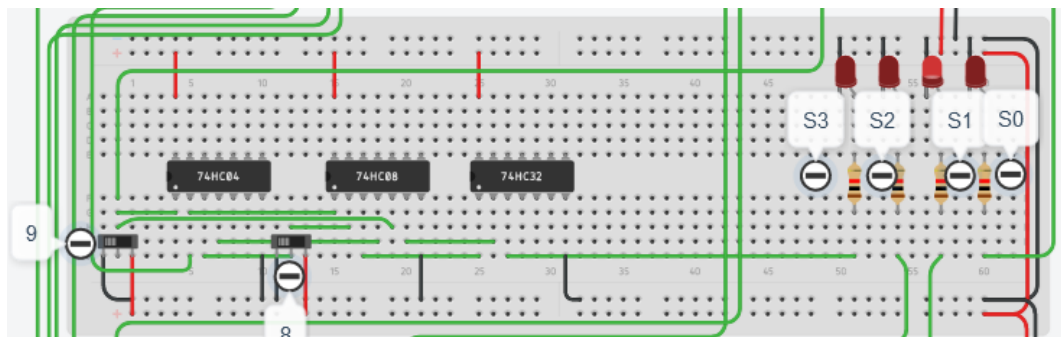
<https://www.tinkercad.com/things/4tENXZr1cVI-lab5-2->

sem/editel?sharecode=1J6BTRVRxpI_92_VTYvddgvU4QFJ67PQvWWBFdCEJe4

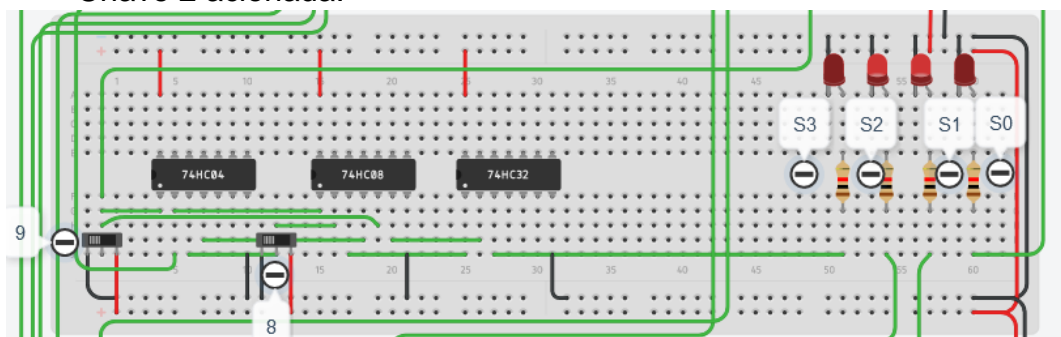




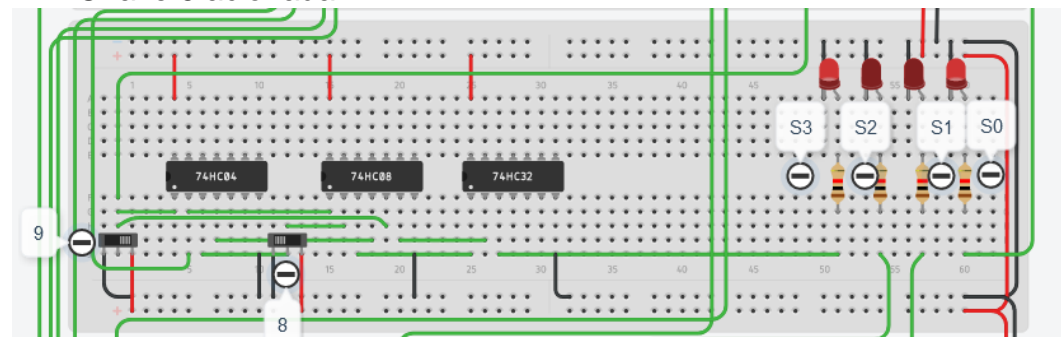
- h) Simule e mostre as saídas do codificador para as diferentes entradas em decimal. **Não esqueça de acrescentar o printscreen da montagem e simulações no seu relatório e entrega do arquivo único .cdl.**



Chave 2 acionada.



Chave 6 acionada.



Chave 9 acionada.

Observações

- Os exercícios do roteiro de aula deverão ser entregues somente via Moodle, **não haverá ter outras formas de entrega e a posteriori.**
- Montagens com CEDAR entregar também o arquivo .cdl. **Todas as montagens em um único arquivo .cld. A entrega não precisa ser em um arquivo zippado !**



- **Montagens com o TINKERCAD não esqueça de colocar após cada montagem o hiperlink público. Verifique se está acessando sua montagem !**
- **Adotar o template de relatório fornecido.**
- **Para as entregas de relatório não esqueça de incluir:**
 - **Em caso de duplas incluir o nome, TIA, ambos devem entregar via Moodle o mesmo relatório. Se apenas um aluno entregar, somente este aluno terá a referida nota.**
 - **Enunciado do problema.**
 - **Diagrama lógico fornecido ou pedido no enunciado.**



**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE Faculdade
de Computação e Informática**



- Respostas de questões quando solicitadas.
- Imagem de cada montagem realizada e das diferentes simulações realizadas através de um printscreen de tela do CEDAR e/ou THINKERCAD.
- Qualidade, completude, formatação e descrições adequadas também fazem parte da nota.