

01 – Construa uma Máquina de Turing que recebe a codificação binária x de um número natural n e computa a codificação binária do dobro de n . Mostre a execução de M para $n = 21$ (binary = 10101), $n = 8$ (binary = 1000), $n = 1$ (binary = 1) e $n = 0$ (binary = 0). Dica: para calcular o dobro de um número binário basta adicionar o dígito 0 no final do número.

I) Lógica utilizada para resolver o problema.

O Exercício solicita que seja impresso o dobro do número binário inserido (acrescentar 0 no final). A partir desse pressuposto, a Máquina de Turing deverá ler todos os valores da esquerda para a direita e acrescentar o dígito “0” na primeira célula com valor em branco (), exibindo um erro caso não exista nenhum valor entre o início e a célula em branco (caso o número não tenha sido informado).

II) Indicação do alfabeto utilizado para construir a Máquina.

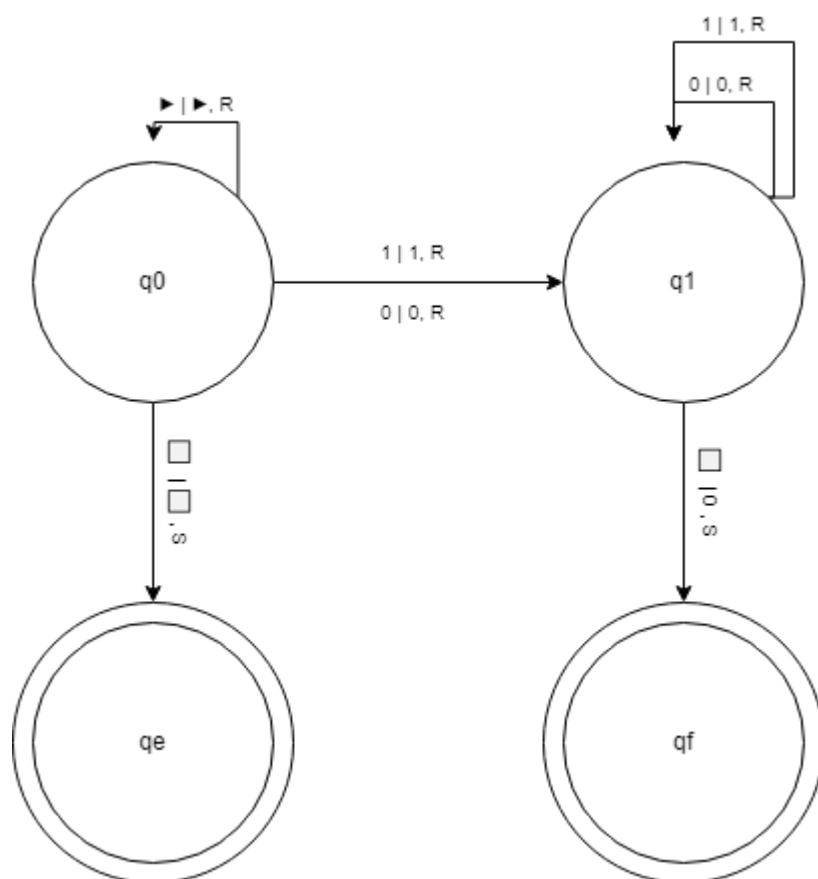
$\Sigma = \{\triangleright, 1, 0, \text{ (blank) }\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_e, q_f\}$

III) Tabela de transição.

Tabela de Transições	
$q_0, \triangleright = q_0, \triangleright, R$	$q_1, \triangleright = \underline{\hspace{1cm}}$
$q_0, 1 = q_1, 1, R$	$q_1, 1 = q_1, 1, R$
$q_0, 0 = q_1, 0, R$	$q_1, 0 = q_1, 0, R$
$q_0, \text{ (blank) } = q_e, \text{ (blank) }, S$	$q_1, \text{ (blank) } = q_f, 0, S$

IV) Representação gráfica da Máquina de Turing.



V) Execuções solicitadas.

$n = 21$ (binary = 10101)

▶	1	0	1	0	1	□
<u>q0</u> ▶	1	0	1	0	1	□
▶ <u>q01</u>	0	1	0	1	□	□
▶ 1 <u>q10</u>	1	0	1	0	1	□
▶ 1 0 <u>q11</u>	0	1	0	1	□	□
▶ 1 0 1 <u>q10</u>	1	0	1	0	1	□
▶ 1 0 1 0 <u>q11</u>	1	0	1	0	1	□
▶ 1 0 1 0 1 <u>q1</u>	1	0	1	0	1	□
▶ 1 0 1 0 1 <u>qf0</u>	1	0	1	0	1	□
▶ 1 0 1 0 1 0	1	0	1	0	1	0

n = 8 (binary = 1000)

▶	1	0	0	0	
<u>q0</u> ▶	1	0	0	0	
▶	<u>q01</u>	0	0	0	
▶	1	<u>q10</u>	0	0	
▶	1	0	<u>q10</u>	0	
▶	1	0	0	<u>q10</u>	
▶	1	0	0	0	<u>q1</u>
▶	1	0	0	0	<u>qf0</u>
▶	1	0	0	0	0

n = 1 (binary = 1)

▶	1	
<u>q0</u> ▶	1	
▶	<u>q01</u>	
▶	1	<u>q1</u>
▶	1	<u>qf0</u>
▶	1	0

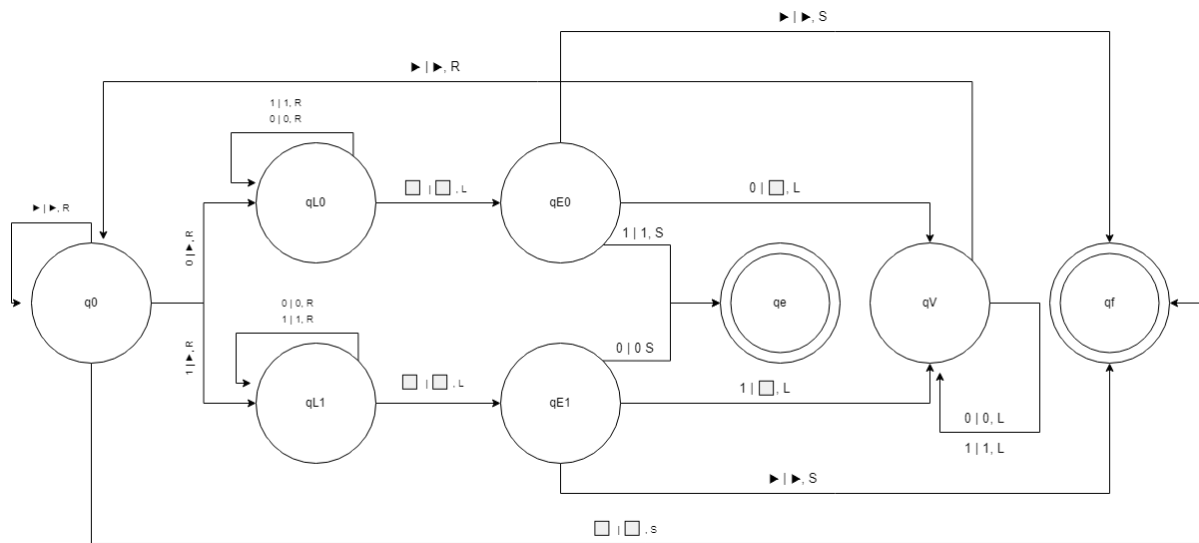
n = 0 (binary = 0)

▶	0	
<u>q0</u> ▶	0	
▶	<u>q00</u>	
▶	0	<u>q1</u>
▶	0	<u>qf0</u>
▶	0	0

02 – Construa uma Máquina de Turing que recebe uma cadeia binária x e verifique se x é um palíndromo (isto é, x se lido da esquerda para direita é igual a ele mesmo na ordem inversa). Demonstre a execução de M para x = 101; x = 1001 e x = 010010. Dica: percorra a cadeia com um estado de leitura e ao chegar sobre o espaço em branco, retorne com um estado de verificação. Reescreva os dígitos lidos e verificados com símbolos para controlar o que já foi lido e verificado.

Tabela de Transições	
$q_0, \triangleright = q_0, \triangleright, R$	$qL_0, \triangleright = \underline{\quad}$
$q_0, 0 = qL_0, \triangleright, R$	$qL_0, 0 = qL_0, 0, R$
$q_0, 1 = qL_1, \triangleright, R$	$qL_0, 1 = qL_0, 1, R$
$q_0, \blacksquare = qf, \blacksquare, S$	$qL_0, \blacksquare = qE_0, \blacksquare, L$
$qL_1, \triangleright = \underline{\quad}$	$qE_0, \triangleright = qf, \triangleright, S$
$qL_1, 0 = qL_1, 0, R$	$qE_0, 0 = qV, \blacksquare, L$
$qL_1, 1 = qL_1, 1, R$	$qE_0, 1 = qe, 1, S$
$qL_1, \blacksquare = qE_1, \blacksquare, L$	$qE_0, \blacksquare = \underline{\quad}$
$qE_1, \triangleright = qf, \triangleright, s$	$qV, \triangleright = q_0, \triangleright, R$
$qE_1, 0 = qe, 0, S$	$qV, 0 = qV, 0, L$
$qE_1, 1 = qV, \blacksquare, L$	$qV, 1 = qV, 1 L$
$qE_1, \blacksquare = \underline{\quad}$	$qV, \blacksquare = \underline{\quad}$

IV) Representação gráfica da Máquina de Turing.



V) Execuções solicitadas.

$x = 101$

\triangleright	1	0	1	\square
<u>q_0</u> \triangleright	1	0	1	\square
\triangleright	<u>q_0</u> 1	0	1	\square
\triangleright	\triangleright	<u>q_{L1}</u> 0	1	\square
\triangleright	\triangleright	0	<u>q_{L1}</u>	\square
\triangleright	\triangleright	0	1	<u>q_{L1}</u>
\triangleright	\triangleright	0	<u>q_{E1}</u>	\square
\triangleright	\triangleright	<u>q_V</u>	\square	\square
\triangleright	<u>q_V</u> \triangleright	0	\square	\square
\triangleright	\triangleright	<u>q_0</u>	\square	\square
\triangleright	\triangleright	\triangleright	<u>q_{L0}</u>	\square
\triangleright	\triangleright	<u>q_{E0}</u> \triangleright	\square	\square
\triangleright	\triangleright	<u>q_f</u> \triangleright	\square	\square
\triangleright	\triangleright	\triangleright	\square	\square

$x = 1001$

▶	1	0	0	1	<input type="checkbox"/>
<u>q0▶</u>	1	0	0	1	<input type="checkbox"/>
▶	<u>q01</u>	0	0	1	<input type="checkbox"/>
▶	▶	<u>qL10</u>	0	1	<input type="checkbox"/>
▶	▶	0	<u>qL10</u>	1	<input type="checkbox"/>
▶	▶	0	0	<u>qL11</u>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	0	0	1	<u>qL1</u> <input type="checkbox"/>
▶	▶	0	0	<u>qE11</u>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	0	<u>qV0</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	<u>qV0</u>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	<u>qV▶</u>	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	<u>q00</u>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	<u>qL00</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	0	<u>qL0</u> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	<u>qE00</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	<u>qV▶</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	<u>q0</u> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	<u>qf</u> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

x = 010010

▶	0	1	0	0	1	0	<input type="checkbox"/>
<u>q0▶</u>	0	1	0	0	1	0	<input type="checkbox"/>
▶	<u>q00</u>	1	0	0	1	0	<input type="checkbox"/>
▶	▶	<u>qL01</u>	0	0	1	0	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	<u>qL00</u>	0	1	0	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	0	<u>qL00</u>	1	0	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	0	0	<u>qL01</u>	0	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	0	0	1	<u>qL00</u>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	0	0	1	0	<u>qL0</u> <input type="checkbox"/>
▶	▶	1	0	0	1	<u>qE00</u>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	0	0	<u>qV1</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	0	<u>qV0</u>	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	1	<u>qV0</u>	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	<u>qV1</u>	0	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	<u>qV▶</u>	1	0	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	<u>q01</u>	0	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

▶	▶	▶	qL10	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	0	qL10	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	0	0	qL11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	0	0	1	qL1	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	0	0	qE11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	0	qV0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	qV0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	qV▶	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	q00	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	▶	qL00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	▶	0	qL0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	▶	qE00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	qV▶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	▶	q0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	▶	qf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	▶	▶	▶	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

03 – Construa uma Máquina de Turing que recebe duas cadeias binárias x e y de igual número de bits, separadas por um símbolo \sqcup , e verifica se cada bit de x e y são iguais (operação XNOR) indicando V caso todos os bits forem iguais e F caso houverem bits diferentes. A máquina deve retornar um estado indicando V ou F. Mostre a execução de M para $(x, y) = (0, 0)$, $(x, y) = (101, 010)$ e $(x, y) = (111, 111)$. Dica: percorra a primeira cadeia com um estado de leitura e a segunda cadeia com um estado de verificação. Reescreva os dígitos lidos e verificados com símbolos para controlar o que já foi lido e verificado.

I) Lógica utilizada para resolver o problema.

A atividade solicita que a máquina verifique se cada bit dos dois valores binários inseridos são iguais. A partir dessa solicitação, a máquina deverá iniciar a partir do play “▶” e ler o primeiro valor informado da esquerda para a direita, salvando seu valor no estado, substituindo sua célula por “▶” e seguindo para a direita, mantendo seu estado até encontrar a primeira célula contendo “ \sqcup ”, após encontrar com essa casa, deverá substituir o estado de leitura do primeiro bit para o estado de escrita do bit lido, mantendo as células “ \sqcup ” com o mesmo símbolo e passando para a próxima célula até encontrar o primeiro bit do segundo valor, caso o valor não seja o mesmo do estado de escrita, deverá ocorrer o erro e a máquina será pausada. Caso encontre o mesmo valor do estado, a célula terá seu valor alterado para “ \sqcup ” e seu

estado será mudado para um estado de retorno, andando células para esquerda, os valores das células e o estado de retorno não serão alterados até encontrar a primeira célula contendo “►”, assim reiniciando o looping da máquina, que será repetido até encontrar um erro ou até que a célula “►” encontre a célula “□”, finalizando com êxito.

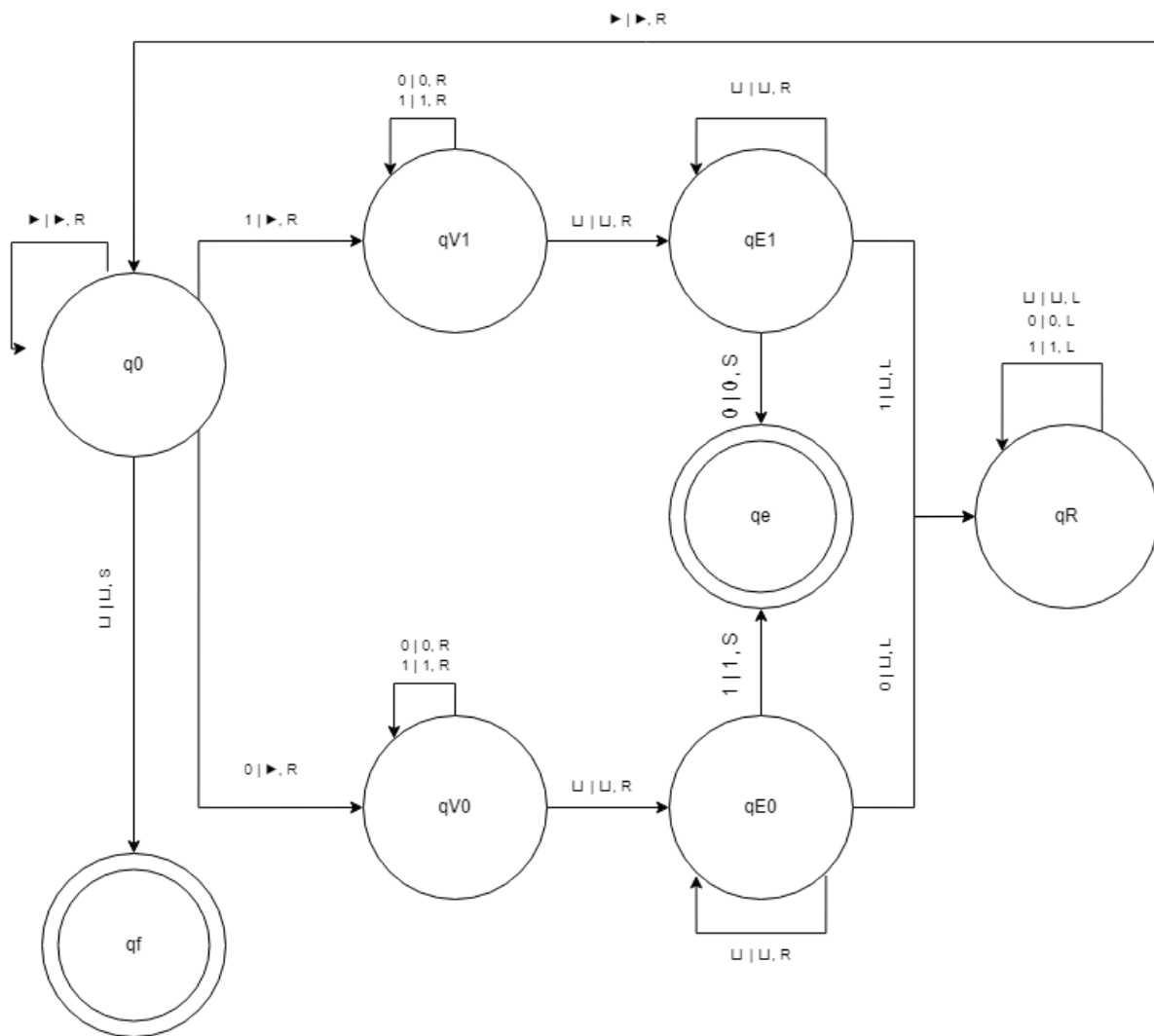
II) Indicação do alfabeto utilizado para construir a Máquina.

$$\Sigma = \{\blacktriangleright, 1, 0, \sqcup, \blacksquare\}$$
$$Q = \{q_0, q_{V1}, q_{E1}, q_R, q_{V0}, q_{E0}, q_e, q_f\}$$

III) Tabela de transição.

[illegible]

IV) Representação gráfica da Máquina de Turing.



V) Execuções solicitadas.

$(x, y) = (0, 0)$








\triangleright	0	\sqcup	0	
q0 \triangleright	0	\sqcup	0	
\triangleright	q00	\sqcup	0	
\triangleright	\triangleright	qV0 \sqcup	0	
\triangleright	\triangleright	\sqcup	qE00	
\triangleright	\triangleright	qR \sqcup	\sqcup	
\triangleright	qR \triangleright	q0 \sqcup	\sqcup	
\triangleright	\triangleright	qf \sqcup	\sqcup	
\triangleright	\triangleright	\sqcup	\sqcup	

$(x, y) = (101, 010)$

►	1	0	1	□	0	1	0	□
q0►	1	0	1	□	0	1	0	□
►	q01	0	1	□	0	1	0	□
►	►	qV10	1	□	0	1	0	□
►	►	0	qV11	□	0	1	0	□
►	►	0	1	qV1□	0	1	0	□
►	►	0	1	□	qE10	1	0	□
►	►	0	1	□	qe0	1	0	□
►	►	0	1	□	0	1	0	□

$(x, y) = (111, 111)$

►	1	1	1	□	1	1	1	□
q0►	1	1	1	□	1	1	1	□
►	q01	1	1	□	1	1	1	□
►	►	qV11	1	□	1	1	1	□
►	►	1	qV11	□	1	1	1	□
►	►	1	1	qV1□	1	1	1	□
►	►	1	1	□	qE11	1	1	□
►	►	1	1	qR□	□	1	1	□
►	►	1	qR1	□	□	1	1	□
►	►	qR1	1	□	□	1	1	□
►	qR►	1	1	□	□	1	1	□
►	►	q01	1	□	□	1	1	□
►	►	►	qV11	□	□	1	1	□
►	►	►	1	qV1□	□	1	1	□
►	►	►	1	□	qE1□	1	1	□
►	►	►	1	□	□	qE11	1	□
►	►	►	1	□	qR□	□	1	□
►	►	►	1	qR□	□	□	1	□
►	►	►	qR1	□	□	□	1	□
►	►	qR►	1	□	□	□	1	□
►	►	►	q01	□	□	□	1	□
►	►	►	►	qV1□	□	□	1	□
►	►	►	►	□	qE1□	□	1	□
►	►	►	►	□	□	qE1□	1	□

▶	▶	▶	▶	⊔	⊔	⊔	qE11	
▶	▶	▶	▶	⊔	⊔	qR⊔	⊔	
▶	▶	▶	▶	⊔	qR⊔	⊔	⊔	
▶	▶	▶	▶	qR⊔	⊔	⊔	⊔	
▶	▶	▶	qR▶	⊔	⊔	⊔	⊔	
▶	▶	▶	▶	q0⊔	⊔	⊔	⊔	
▶	▶	▶	▶	qf⊔	⊔	⊔	⊔	
▶	▶	▶	▶	⊔	⊔	⊔	⊔	