

”

E-fólio A | Folha de resolução para E-fólio

UNIDADE CURRICULAR: Linguagens e Computação

CÓDIGO: 21078

DOCENTE: Jorge Morais

A preencher pelo estudante

NOME: João Carlos Olaio de Lemos Vaz

N.º DE ESTUDANTE: 1802143

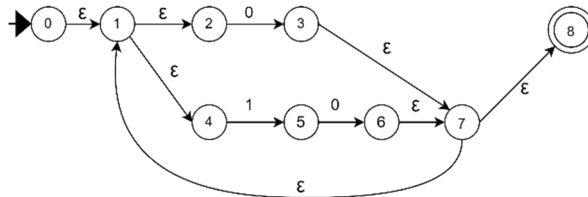
CURSO: Licenciatura Engenharia Informática

DATA DE ENTREGA: 05-12-2022

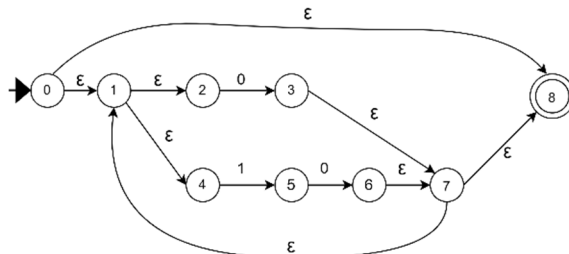
2. Construa o NFA-ε correspondente, usando o algoritmo de Thompson

Tendo em conta a expressão regular $(0|10)^*(0^*|1)$ para a conversão e representação gráfica de um autômato NFA-ε, segui a estratégia de substituição directa dos passos indutivos. Isto é, dividi a expressão regular em pequenos conjuntos e construi blocos em separado que posteriormente os uni de modo a englobar a totalidade da expressão regular, conforme representação gráfica e explicação que se segue.

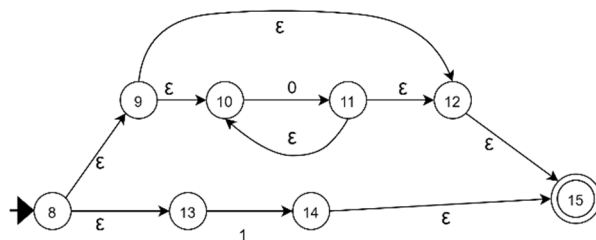
➤ Bloco 1 Reunião: $(0|10)$



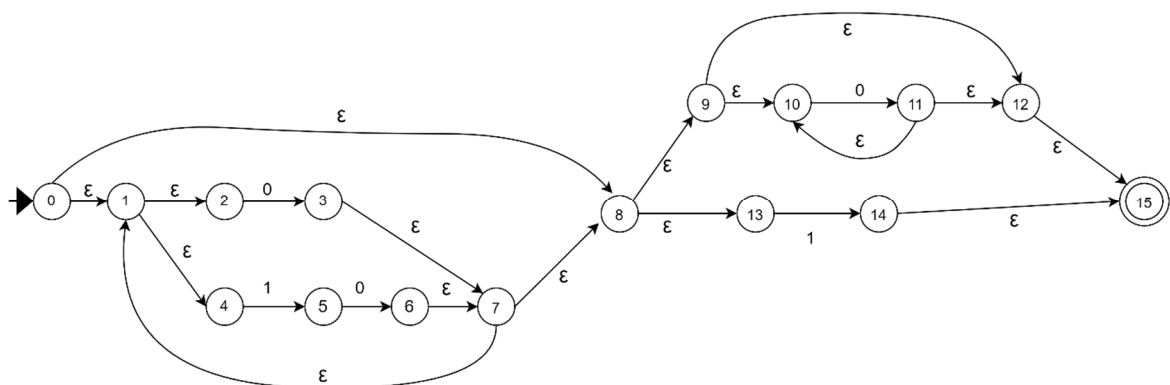
➤ Acrescentar closure ao bloco 1: $(0|10)^*$



➤ Bloco 2 Reunião: $(0^*|1)$



A imagem seguinte apresenta o resultado do autômato NFA-ε obtido após concatenar todos os blocos.



(NOTA: A representação gráfica foi realizada no Software online Draw.io: <https://app.diagrams.net/>)

//

3. Transforme o autômato anterior num DFA e, em seguida, minimize o número de estados, explicando os passos dados.

Para converter o autômato anterior NFA- ϵ num DFA.

- Calcula-se ϵ -closure de cada um dos estados, bem, como a tabela de transições de cada um desses estados do autômato NFA- ϵ .

CÁLCULO DA ϵ -CLOSURE
DO AUTÔMATO NFA- ϵ

Estados (q)	ϵ
q0	{0,1,2,4,8,9,10,12,13,15}
q1	{1,2,4}
q2	{}
q3	{3,7,8,9,10,12,13,15}
q4	{}
q5	{}
q6	{1,2,4,6,7,8,9,10,12,13,15}
q7	{1,2,4,7,8,9,10,12,13,15}
q8	{8,9,10,12,13,15}
q9	{9,10,12,15}
q10	{}
q11	{10,11,12,15}
q12	{12,15}
q13	{}
q14	{14,15}
q15	{}

TABELA DE TRANSIÇÕES
DO AUTÔMATO NFA- ϵ

Estados (q)	ϵ	0	1
q0	{1,8}	{}	{}
q1	{2,4}	{}	{}
q2	{}	{3}	{}
q3	{7}	{}	{}
q4	{}	{}	{5}
q5	{}	{6}	{}
q6	{7}	{}	{}
q7	{1,8}	{}	{}
q8	{9,13}	{}	{}
q9	{10,12}	{}	{}
q10	{}	{11}	{}
q11	{10,12}	{}	{}
q12	{15}	{}	{}
q13	{}	{}	{14}
q14	{15}	{}	{}
q15	{}	{}	{}

- Uma vez, calculado a ϵ -closure e a tabela de transições do autômato NFA- ϵ , o estado (q0) será considerado como estado inicial do autômato DFA que se irá obter através do cálculo das transições e movimentos realizados pelo autômato com base nos inputs fornecidos e com exclusão das transições vazias (ϵ).

TABELA DE TRANSIÇÕES SEM ϵ

DESIGNAÇÃO	ESTADOS	0*	1
→*q0	{0,1,2,4,8,9,10,12,13,15}	{1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15}	{5,14,15}
*q1	{1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15}	{1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15}	{5,14,15}
*q2	{5,14,15}	{1,2,4,6,7,8,9,10,12,13,15}	{}
*q3	{1,2,4,6,7,8,9,10,12,13,15}	{1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,15}	{5,14,15}

TABELA DE TRANSIÇÕES DFA

DESIGNAÇÃO	0	1
→*q0	{q1}	{q2}
*q1	{q1}	{q2}
*q2	{q3}	-
*q3	{q1}	{q2}

simbolo * indica que esse estado é o estado final.

- A partir do autômato NFA- ϵ obtive assim o respetivo autômato DFA, com 4 estados possíveis. Este autômato, testado na aplicação UAbALL: (<https://chic.uab.pt/uaball/>)
Conforme as imagens que se seguem.

Adicionar Regra de Transição (δ):

Poderá adicionar múltiplos estados e entradas ao mesmo tempo em qualquer campo, separe os elementos por virgula (,). Ex. q0,q1,q2

Adicionar

Transições (δ):

#	Produção		
0	$\delta(q_0, 0) = (q_1)$		
1	$\delta(q_0, 1) = (q_2)$		
2	$\delta(q_1, 0) = (q_1)$		
3	$\delta(q_1, 1) = (q_2)$		
4	$\delta(q_2, 0) = (q_3)$		
5	$\delta(q_3, 0) = (q_1)$		
6	$\delta(q_3, 1) = (q_2)$		

Estado Inicial (q_0):

☒ q0 ☐ q1 ☐ q2 ☐ q3

Estados Finais (F):

☒ q0 ☒ q1 ☒ q2 ☒ q3

Definição Formal:

$R = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$

Determinístico

Q =

$\Sigma =$

q0 =

F =

Tabela de Transições

As linhas representam os estados, e as colunas as entradas possíveis, as interseções entre linhas e colunas representam o estado para onde o autômato transita, durante a simulação as interseções correspondentes são assinaladas.

	0	1
q0	q1	q2
q1	q1	q2
q2	q3	
q3	q1	q2

Diagrama de Transições

Cada nó pertence ao conjunto de estados Q. O estado inicial é indicado por uma seta com a legenda 'Start' e cada estado final por um nó duplo. Durante a simulação os estados e transições são assinaladas com cores distintas, de forma a acompanhar o passo-a-passo da simulação.

Simulação de Entrada Passo-a-Passo

Indique uma sequência de símbolos (sem espaços) no campo 'Entrada'. Após iniciar a simulação clicando em 'Simular Entrada', clique em 'Realizar Passo' para ler cada símbolo da sequência. A tabela de transições e o diagrama de transições irão sinalizar os movimentos realizados. Poderá ver ainda as posições de entrada e transições para cada possibilidade existente.

Simular Entrada

☐ Conversão p/ min-DFA

O seu autômato é determinista e com minimização, como tal, é possível verificar e descarregar a sua conversão para a sua forma base ou minimizada.

Simulação de Múltiplas Entrada(s)

Indique uma sequência de símbolos (sem espaços) em cada linha. Cada linha representará uma entrada a ser testada pelo simulador. O resultado será apresentado após que clicar em 'Simular'.

Simular

Limpar

0

1

10

11

100

101

110

111

1000

Entrada	Resultado
ε	Sucesso!
0	Sucesso!
1	Sucesso!
10	Sucesso!
11	Insucesso!
100	Sucesso!
101	Sucesso!
110	Insucesso!
111	Insucesso!
1000	Sucesso!

Depois de obter um autômato com 4 estados possíveis, este ainda pode ser simplificado e minimizado os estados.

Ao observar o autômato, verifico que o estado (**q0**), (**q1**) e (**q3**), são equivalentes, pois, quando recebem um **string** (**0**) vão para o estado (**q1**), esses mesmos estados (**q0**), (**q1**) e (**q3**) quando recebem um **string** (**1**) vão para o estado (**q2**). Ora, tendo isto em consideração, podemos unir assim estes três estados formando um único estado **q0**, assim, após esta união passo de um autômato de quatro estados para um autômato com dois estados, conforme a explicação que se segue.

DESIGNAÇÃO	ESTADOS	0*	1
→*q0	{q0, q1, q3}	{q0}	{q1}
*q1	{q2}	{q0}	

- O autômato DFA minimizado a 2 estados foi testado na aplicação UAbALL conforme as imagens que se seguem

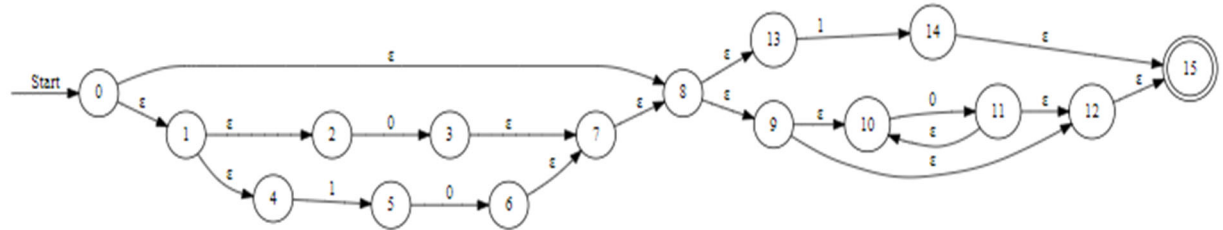
Página **5** de **9**

4. Usando a ferramenta UAbALL:

- Insira o NFA- ϵ criado no ponto 2, e guarde o modelo;

Diagrama de Transições

Cada nó pertence ao conjunto de estados Q . O estado inicial é indicado por uma seta com a legenda 'Start' e cada estado final por um nó duplo. Durante a simulação os estados e transições são assinaladas com cores distintas, de forma a acompanhar o passo-a-passo da simulação.



Estado Inicial (q_0)

☒ 0 ☐ 8 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 7 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6
☐ 13 ☐ 14 ☐ 15 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12

Estados Finais (F):

☐ 0 ☐ 8 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 7 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6
☐ 13 ☐ 14 ☒ 15 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12

Definição Formal:

$R = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$

Não Determinístico

$Q =$ 0,8,1,2,3,7,4,5,6,13,14,15,9,

$\Sigma =$ {0,1}

$q_0 =$ {0}

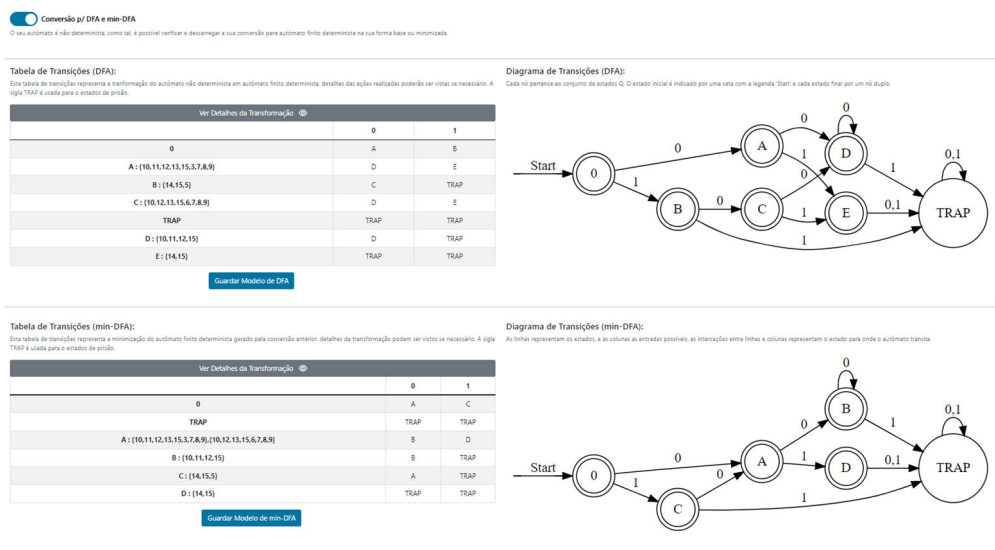
$F =$ {15}

Tabela de Transições

As linhas representam os estados, e as colunas as entradas possíveis, as interseções entre linhas e colunas representam o estado para onde o autômato transita, durante a simulação as interseções correspondentes são assinaladas.

	ϵ	0	1
0	8,1		
8	13,9		
1	2,4		
2		3	
3	7		
7	8		
4			5
5		6	
6	7		
13			14
14	15		
15			
9	10,12		
10		11	
11	10,12		
12	15		

-Carregue na opção "Conversão p/ DFA e min-DFA", e guarde ambos os modelos;



- teste todas as sequências possíveis do alfabeto de tamanho inferior a 4, nos 3 modelos (NFA-ε, DFA, min-DFA), e verifique que dão os mesmos resultados - inclua como anexo uma das tabelas de teste;

Ao testar o autômato com todas as sequências possíveis do alfabeto $\{0,1\}$ de tamanho inferior a 4, na aplicação UAbALL. Ou seja 25 sequencias possíveis, como esperado tenho de retorno 18 entradas com sucesso, ou seja, sequências que não têm dois 1's seguidos e 7 sequencias de insucesso, ou seja, sequências que têm dois 1's seguidos

Simular	Limpar
0010 0100 1000 1001 1010 1100 1101 1110 1111 00000	

Entrada	Resultado
ε	Sucesso!
0	Sucesso!
1	Sucesso!
00	Sucesso!
01	Sucesso!
10	Sucesso!
11	Insucesso!
000	Sucesso!
001	Sucesso!
010	Sucesso!
100	Sucesso!
101	Sucesso!
110	Insucesso!
111	Insucesso!
0000	Sucesso!
0001	Sucesso!
0010	Sucesso!
0100	Sucesso!
1000	Sucesso!
1001	Sucesso!
1010	Sucesso!
1100	Insucesso!
1101	Insucesso!
1110	Insucesso!
1111	Insucesso!
00000	Sucesso!

- Inclua no relatório as imagens dos diagramas da simulação com cada um dos autómatos (NFA- ϵ , DFA, min-DFA) para a sequência 101.**

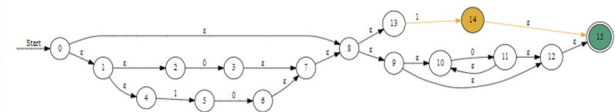
Tabela de Transições

As linhas representam os estados, e as colunas as entradas possíveis, as interseções entre linhas e colunas representam o estado para onde o autômato transita, durante a simulação as interseções correspondentes são assinaladas.

	ε	0	1
0	8,1		
8	13,9		
1	2,4		
2		3	
3	7		
7	8		
4			5
5		6	
6	7		
13			14
14	15		
15			
9	10,12		
10		11	
11	10,12		
12	15		

Diagrama de Transições

Cada nó pertence ao conjunto de estados Q . O estado inicial é indicado por uma seta com a legenda 'Start' e cada estado final por um nó duplo. Durante a simulação os estados e transições são assinaladas com cores distintas, de forma a acompanhar o passo-a-passo da simulação.



Simulação de Entrada Passo-a-Passo

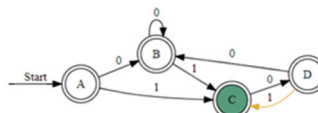
Estado	Sucesso!
Entrada	101

Simulação de Múltiplas Entrada(s)

Indique uma sequência de símbolos (sem espaços) em cada linha. Cada linha representará uma entrada a ser testada pelo simulador. O resultado será apresentado após que clicar em 'Simular'.

Simular Limpar

	0	1
A	B	C
B	B	C
C	D	
D	B	C



Simulação de Entrada Passo-a-Passo

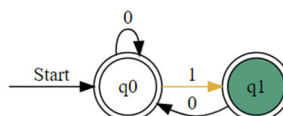
Estado	Sucesso!
Entrada	101

Simulação de Múltiplas Entrada(s)

Indique uma sequência de símbolos (sem espaços) em cada linha. Cada linha representará uma entrada a ser testada pelo simulador. O resultado será apresentado após que clicar em 'Simular'.

Simular
Limpar

	0	1
q0	q0	q1
q1	q0	



Simulação de Entrada Passo-a-Passo

Estado	Sucesso!
Entrada	101

Simulação de Múltiplas Entrada(s)

Indique uma sequência de símbolos (sem espaços) em cada linha. Cada linha representará uma entrada a ser testada pelo simulador. O resultado será apresentado após que clicar em 'Simular'.

Similar

Referencias:

- **Manual adoptado na unidade:**
- Hopcroft, Motwani & Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation
- <https://www.youtube.com/watch?v=km-yS9BUDFA&t=67s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=fyocIKh6zhl>
- <https://www.youtube.com/watch?v=inEwY3cVQPI&t=252s>