

Duração: 2h30

Versão A

Prova sem consulta, para além do documento fornecido.

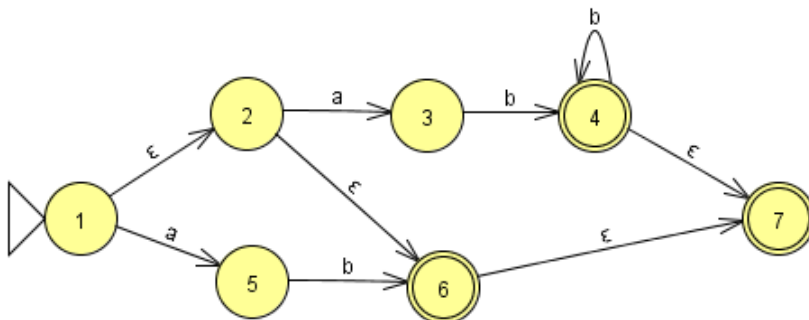
Não são permitidos meios eletrónicos (computador, telemóvel, ...).

Tentativas de fraude conduzem à anulação da prova para todos os intervenientes.

Responda a cada grupo em folhas separadas!
Coloque o seu nome completo e a versão do exame em todas as folhas!

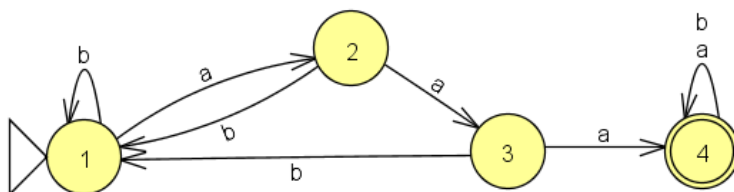
Grupo I: [4,5 Val] Autómatos Finitos e Expressões Regulares

Considere o ε -NFA em baixo.



- Determine o fecho- ε de cada um dos estados do ε -NFA.
- Obtenha o DFA equivalente ao ε -NFA. Apresente a tabela de transições e o diagrama de estados do DFA.
- Minimize o DFA obtido. Apresente a tabela de estados distinguíveis, e o diagrama de estados para o DFA minimizado.

Considere o DFA em baixo.



- Obtenha uma expressão regular para a linguagem definida pelo DFA usando o método de eliminação de estados, considerando a ordem de eliminação 2→3 (eliminar primeiro o estado 2 e depois o 3). Mostre todos os passos intermédios.

- Apresente as expressões para os termos $R_{12}^{(0)}$, $R_{11}^{(0)}$, $R_{22}^{(0)}$, $R_{23}^{(1)}$, $R_{12}^{(1)}$ e $R_{14}^{(1)}$ obtidos pelo método de construção de caminhos para conversão do DFA para expressão regular.

Considere a existência do DFA de uma linguagem regular L:

- Suponha que se pretende implementar a linguagem $L1 = L/\{a\}$ que deve aceitar todas as strings que L aceita, mas sem os a's que possam existir, e.g., se $L = \{abcaa, bb, ab, ccaaaa\}$ então $L1 = \{bc, bb, b, cc\}$. Indique um método que pode aplicar ao DFA de L para obter um DFA que implementa $L1 = L/\{a\}$.

A inserção de classificações no SIGARRA pode ser feita recorrendo a um ficheiro formatado com as classificações dos estudantes de uma determinada UC.

- Obtenha uma expressão regular que permita validar o formato da classificação de um estudante, que inclui o seu número, nome e classificação, separados por ':', como se pode ver nos exemplos abaixo. Use os símbolos 'M' para representar uma maiúscula, 'm' para uma minúscula (ambos incluem caracteres acentuados), 'D' para um dígito, 'E' para um espaço. Indique o alfabeto usado na expressão e caso use algum símbolo extra indique o seu significado. O número de estudante deve conter 9 dígitos, sendo que os primeiros 4 dígitos formam um número entre 1970 e 2019. A classificação pode ser RFC, RFF ou um número entre 0 e 20, correspondente à classificação obtida. Exemplos:

197560430 : Dionísio Adalberto da Silva Côrte-Real : RFC

200540075 : Leonilde Maria do Ouro dos Anjos e Ramos da Árvore : 12

201550336 : Marcílio Osvaldo de Espírito-Santo das Almas e Santos : 5

Grupo II: [2 Val] Propriedades de Linguagens Regulares

Prove, para cada uma das seguintes linguagens, se esta é regular ou não. Caso seja, apresente um autômato para a reconhecer.

- a) $L = \{xwywz \mid x,y,z \in \{a, b\}^* \text{ e } w \in \{c, d\}^*\}$.
- b) $L = \{xwywz \mid x,w,y, z \in \{a, b\}^*\}$.

Grupo III: [4,5 Val] Gramáticas Livres de Contexto (CFG) e Autômatos de Pilha (PDA)

$S \rightarrow aAS \mid a$
 $A \rightarrow SbA \mid SS \mid ba$

Considere a CFG G da esquerda, em que S é a variável de início.

- a) Apresente uma árvore de análise e uma derivação mais à esquerda para a cadeia aabbba.
- b) A CFG G é ambígua? Justifique. Caso seja ambígua, modifique a gramática para que não seja ambígua.
- c) Suponha que se pretende representar a linguagem L dada por G com uma CFG cujas árvores de análise sejam árvores binárias. Indique uma CFG para L .
- d) Indique um PDA com aceitação por estado final para reconhecer a linguagem das cadeias no alfabeto $\{x, y, z\}$ em que o número total de y 's é igual ao dobro da soma do número de x 's e z 's.
- e) O PDA anterior é determinista ou não? Justifique a sua resposta.
- f) Indique a sequência de descrições instantâneas para processar a cadeia $xyzyzy$.

Grupo IV: [4 Val] Máquina de Turing

Pretende-se uma Máquina de Turing que realize a operação $4 \times a + 1$, sendo “ a ” um número natural representado em binário. A entrada na fita é no formato “ $f($ “, seguido do número binário e de “ $)=$ ” e o resultado deve ser colocado imediatamente a seguir ao símbolo “ $=$ ” da string de entrada (a string de entrada deve ser mantida).

- a) Descreva uma estratégia para uma Máquina de Turing determinista que implemente esta operação.
- b) Desenhe a respetiva Máquina de Turing.
- c) Indique a sequência de descrições instantâneas quando a entrada na fita é $f(1010)=$.

Grupo V: [5 Val] Afirmações sobre Linguagens (Indicação de V/F: 20%; justificação: 80%)

Indique, justificando sucintamente, se cada uma das seguintes afirmações é Verdadeira ou Falsa.

- a) Uma linguagem L definida por uma CFG nunca pode ser uma linguagem regular.
- b) Qualquer que seja a CFG G existe sempre um PDA não determinista que define $L(G)$.
- c) Todas as expressões regulares podem ser implementadas com PDAs.
- d) Se uma CFG for ambígua então o PDA que representa essa CFG, e obtido pelo algoritmo de conversão $CFG \rightarrow PDA$, é não-determinista.
- e) Uma linguagem L é CFL se e só se existir uma CFG G não ambígua tal que $L=L(G)$.
- f) Para provarmos que uma CFG G é ambígua temos de encontrar uma cadeia de símbolos $w \in L(G)$ para a qual existem pelo menos duas árvores de análise distintas.
- g) Ao eliminarmos a ambiguidade de gramáticas que representam linguagens de expressões aritméticas obtemos uma gramática que satisfaz as prioridades dos operadores aritméticos.
- h) Se a fita de uma Máquina de Turing for finita então as linguagens que essa máquina reconhece podem ser também reconhecidas por DFAs.