



# Universidade de Aveiro

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática

## Linguagens Formais e Autómatos

Exame de recurso

(Ano Lectivo de 2011/12)

5 de Julho de 2012

NOTA: O exame tem 13 questões. As 3 mais bem classificadas serão cotadas a 2,0 valores cada; as restantes serão cotadas a 1,4 valores cada.

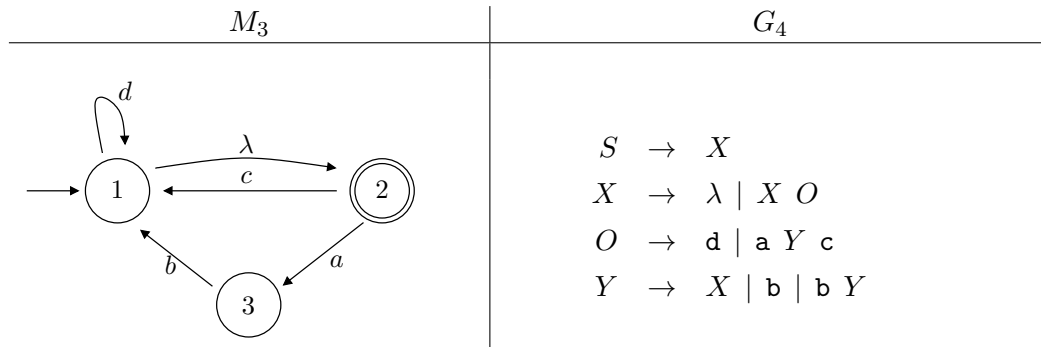
Considere, sobre o alfabeto  $T = \{ a, b, c, d \}$ , as linguagens  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , e  $L_4$  definidas da seguinte forma:

$$L_1 = \{ (ab)^n c^n d^k : k < 2 \}$$

$$L_2 = \{ w \in T^* : w \text{ é gerada pela expressão regular } e_2 = (ab)^* d^* c^* \}$$

$$L_3 = \{ w \in T^* : w \text{ é reconhecida pelo autómato } M_3 \}$$

$$L_4 = \{ w \in T^* : w \text{ é gerada pela gramática } G_4 \}$$



1. Determine as palavras do conjunto  $\{w \in T^* : w \in L_1 \cap L_3 \wedge |w| \leq 6\}$ .
2. Determine uma expressão regular que represente a linguagem  $L_3$ . Apresente o raciocínio e/ou os passos intermédios usados para chegar à sua resposta.
3. Mostre que  $L_2 \subset L_3$ . Apresente o raciocínio e/ou os passos intermédios usados para chegar à sua resposta.
4. Construa um autómato finito determinista que reconheça a linguagem  $\overline{L_3}$  (complemento de  $L_3$ ).
5. Projecte um autómato de pilha que represente a linguagem  $L_1$ .
6. Determine uma gramática regular que represente a linguagem  $L_3$ .
7. Escolha uma palavra de 6 letras que pertença à linguagem  $L_4$  e que contenha todos os símbolos do alfabeto e trace a sua árvore de derivação sobre a gramática  $G_4$ .
8. Numa gramática, o que são símbolos acessíveis? Mostre que todos os símbolos de  $G_4$  são acessíveis.

v.s.f.f.

9. Relativamente à gramática  $G_4$ , determine o conjunto  $\text{follow}(X)$ . Apresente o raciocínio e/ou os passos intermédios usados para chegar à sua resposta.
10. Para a gramática  $G_4$  apresentam-se 5 elementos da sua coleção (canónica) de conjuntos de itens, estando  $Z_4$  por definir.

$$Z_0 = \{ S \rightarrow \cdot X, X \rightarrow \cdot, X \rightarrow \cdot X O \}$$

$$Z_1 = \text{goto}(Z_0, X) = \{ S \rightarrow X \cdot, X \rightarrow X \cdot O, O \rightarrow \cdot d, O \rightarrow \cdot a Y c \}$$

$$Z_2 = \text{goto}(Z_1, O) = \{ X \rightarrow X O \cdot \}$$

$$Z_3 = \text{goto}(Z_1, d) = \{ O \rightarrow d \cdot \}$$

$$Z_4 = \text{goto}(Z_1, a) = \{ \dots \}$$

Preencha as células das linhas da tabela de *parsing* de um reconhecedor (*parser*) ascendente referentes aos elementos  $Z_0$  a  $Z_3$ . Se precisar do  $\text{follow}(X)$  use o conjunto que obteve na sua resposta à pergunta anterior.

11. Considerando a coleção de conjunto de itens apresentada na pergunta anterior, determine o elemento  $Z_4$ .
12. Na gramática  $G_4$ , os símbolos não terminais  $Y$  aparecem emoldurados dentro de pares  $a$  e  $d$ . Define-se a profundidade de  $Y$  como sendo o seu nível de incorporação dentro de molduras  $a$  e  $d$ . Por exemplo, na palavra  $aaYddaYd$  o  $Y$  da esquerda tem profundidade 2 e o da direita tem profundidade 1. Construa uma gramática de atributos que associe ao símbolo não terminal  $Y$  um atributo  $p$  que represente a sua profundidade.
13. O teorema da repetição ou da bombagem (*pumping lemma*) diz que se  $L$  é uma linguagem regular, existe um número  $p > 0$  tal que se  $u$  é uma palavra qualquer de  $L$  com  $|u| \geq p$ , então pode-se escrever  $u = xyz$ , satisfazendo as condições:  $|y| > 0$ ;  $|xy| \leq p$ ; e  $xy^iz \in L$ , para qualquer  $i \geq 0$ .  
Mostre, usando o teorema da repetição, que  $L_4$  é uma linguagem não regular. Dica:  $L_1 \subset L_4$ .