

## Gramáticas regulares e expressões regulares:

As gramáticas  $G_1 = (V_1, \Sigma, P_1, S_1)$  e  $G_2 = (V_2, \Sigma, P_2, S_2)$ , relativas a cada uma das linguagens listadas a seguir, foram obtidas a partir do DFA e do NFA, respectivamente, propostos nos gabaritos das atividades AA-4 e AA-6 ( $S \equiv s_0$ ,  $A \equiv s_1$ ,  $B \equiv s_2$ ,  $C \equiv s_3$ , ...).

$$\mathcal{L}_1 = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid |w| \geq 4 \text{ e o segundo e o penúltimo símbolos de } w \text{ são, ambos, } 1\}.$$

$$\mathcal{L}_2 = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid |w| \text{ é par e } w \text{ contém pelo menos um símbolo } 0\}.$$

- $G_1 = (\{A, B, C, S\}, \{0,1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0B \mid 1A, \\ A \rightarrow 0C \mid 1S, \end{array} \parallel \begin{array}{l} B \rightarrow 0C \mid 1C, \\ C \rightarrow 0B \mid 1B \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapla	Item	Expressão	Ação
I	1	$S = 0B \cup 1A$	
	2	$A = 0C \cup 1S$	
	3	$B = 0C \cup 1C$	
	4	$C = 0B \cup 1B \cup \varepsilon$	
II	1	$S = 00C \cup 01C \cup 1A$	$I.3 \rightarrow I.1$
	2	$A = 0C \cup 1S$	
	4	$C = (0 \cup 1)(0 \cup 1)C \cup \varepsilon$	$I.3 \rightarrow I.4$
III	1	$S = 00C \cup 01C \cup 10C \cup 11S$	$II.2 \rightarrow II.1$
	4	$C = ((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	$II.4 \rightarrow \text{lema de Arden.}$
IV	1	$S = (11)^*(00 \cup 01 \cup 10)C$	$III.1 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
	4	$C = ((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	
V	1	$S = (11)^*(00 \cup 01 \cup 10)((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	$IV.4 \rightarrow IV.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0,1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1B \mid 1C, \\ A \rightarrow 0D \mid 1D, \\ B \rightarrow 1S, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0D, \\ D \rightarrow 0E \mid 1E \mid \varepsilon \\ E \rightarrow 0D \mid 1D \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapla	Item	Expressão	Ação
I	1	$S = 0A \cup 1B \cup 1C$	
	2	$A = 0D \cup 1D$	
	3	$B = 1S$	
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0E \cup 1E \cup \varepsilon$	
	6	$E = 0D \cup 1D$	
II	1	$S = 0A \cup 11S \cup 10D$	$I.3, I.4 \rightarrow I.1$
	2	$A = (0 \cup 1)D$	$I.2 \rightarrow \text{Fatoração.}$
	5	$D = (0 \cup 1)(0 \cup 1)D \cup \varepsilon$	$I.6 \rightarrow I.5 \rightarrow \text{Fatoração.}$
III	1	$S = 0A \cup 11S \cup 10D$	$I.3, I.4 \rightarrow I.1$
	2	$A = (0 \cup 1)D$	$I.2 \rightarrow \text{Fatoração.}$
	5	$D = ((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	$II.5 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
IV	1	$S = (00 \cup 01 \cup 10)D \cup 11S$	$III.2 \rightarrow III.1 \rightarrow \text{Fatoração.}$
	5	$D = ((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	
V	1	$S = (00 \cup 01 \cup 10)((0 \cup 1)(0 \cup 1))^* \cup 11S$	$IV.5 \rightarrow IV.1$
VI	1	$S = (11)^*(00 \cup 01 \cup 10)((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	$V.1 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$

$\mathcal{L}_3 = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid w \text{ não termina com a subcadeia } 0011\}$ .

- $G_1 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1S \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow 0B \mid 1S \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 0B \mid 1C \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0A \mid 1D \mid \varepsilon, \\ D \rightarrow 0A \mid 1S \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1S \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0B \cup 1S \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0B \cup 1C \cup \varepsilon$	
	4	$C = 0A \cup 1D \cup \varepsilon$	
	5	$D = 0A \cup 1S$	
<i>II</i>	1	$S = 0A \cup 1S \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0B \cup 1S \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0^*(1C \cup \varepsilon)$	<i>I.3</i> → Lema de Arden.
	4	$C = 0A \cup 10A \cup 11S \cup \varepsilon$	<i>I.5</i> → <i>I.4</i>
<i>III</i>	1	$S = 0A \cup 1S \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0B \cup 1S \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0^*10A \cup 0^*110A \cup 0^*111S \cup 0^*1 \cup 0^*$	<i>II.4</i> → <i>II.3</i>
<i>IV</i>	1	$S = 0A \cup 1S \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0^+10A \cup 0^+110A \cup 0^+111S \cup 0^+1 \cup 0^+ \cup 1S \cup \varepsilon$	<i>III.3</i> → <i>III.2</i>
<i>V</i>	1	$S = 0A \cup 1S \cup \varepsilon$	
	2	$A = (0^+1(0 \cup 10))A \cup 0^+111S \cup 0^+1 \cup 0^+ \cup 1S \cup \varepsilon$	<i>IV.2</i> → Fatoração.
<i>VI</i>	1	$S = 0A \cup 1S \cup \varepsilon$	
	2	$A = (0^+1(0 \cup 10))^*(0^+111S \cup 0^+1 \cup 0^+ \cup 1S \cup \varepsilon)$	<i>VI.2</i> → Lema de Arden.
<i>VII</i>	1	$S = 0(0^+1(0 \cup 10))^*(0^+111S \cup 0^+1 \cup 0^+ \cup 1S \cup \varepsilon) \cup 1S \cup \varepsilon$	<i>VI.2</i> → <i>VII.1</i>
			<i>VI.2</i> → Fatoração.
<i>VIII</i>	1	$S = (1 \cup 0(0^+1(0 \cup 10))^*(1 \cup 0^+111))S \cup 0(0^+1(0 \cup 10))^*(0^+1 \cup 0^+ \cup \varepsilon) \cup \varepsilon$	<i>VI.2</i> → Fatoração.
			<i>VI.2</i> → Lema de Arden.
<i>IX</i>	1	$S = (1 \cup 0(0^+1(0 \cup 10))^*(1 \cup 0^+111))^*(0(0^+1(0 \cup 10))^*(0^+1 \cup 0^+ \cup \varepsilon) \cup \varepsilon)$	

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1H \mid H, \\ A \rightarrow 0B \mid 0E \mid 1H, \\ B \rightarrow 0B \mid 1C, \\ C \rightarrow 0A \mid 1D, \end{array} \parallel \begin{array}{l} D \rightarrow 0A, \\ E \rightarrow 0E \mid 1F, \\ F \rightarrow 1G, \\ G \rightarrow 1H, \end{array} \parallel \begin{array}{l} H \rightarrow 0I \mid S \mid \varepsilon, \\ I \rightarrow 0J \mid \varepsilon, \\ J \rightarrow 0J \mid 1K \mid 1M \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} K \rightarrow 0I \mid 1L, \\ L \rightarrow 0I \\ M \rightarrow \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1H \cup H$	
	2	$A = 0B \cup 0E \cup 1H$	
	3	$B = 0B \cup 1C$	
	4	$C = 0A \cup 1D$	
	5	$D = 0A$	
	6	$E = 0E \cup 1F$	
	7	$F = 1G$	
	8	$G = 1H$	
	9	$H = 0I \cup S \cup \varepsilon$	
	10	$I = 0J \cup \varepsilon$	
	11	$J = 0J \cup 1K \cup 1M \cup \varepsilon$	
	12	$K = 0I \cup 1L$	
	13	$L = 0I$	
	14	$M = \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A \cup (1 \cup \varepsilon)H$	$I.1 \rightarrow$ Fatoração.
	2	$A = 0B \cup 0E \cup 1H$	
	3	$B = 0^*1C$	$I.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = (0 \cup 10)A$	$I.5 \rightarrow I.4 \rightarrow$ Fatoração.
	6	$E = 0E \cup 111H$	$I.8 \rightarrow I.7 \rightarrow I.6$
	9	$H = 0I \cup S \cup \varepsilon$	
	10	$I = 0J \cup \varepsilon$	
	11	$J = 0J \cup 1(0 \cup 10)I \cup 1 \cup \varepsilon$	$I.14 \rightarrow I.11, I.13 \rightarrow I.12 \rightarrow I.11$
<i>III</i>	1	$S = 0A \cup (1 \cup \varepsilon)H$	
	2	$A = 0B \cup 0E \cup 1H$	
	3	$B = 0^*1(0 \cup 10)A$	$II.4 \rightarrow II.3$
	6	$E = 0^*111H$	$II.6 \rightarrow$ Lema de Arden.
	9	$H = 0I \cup S \cup \varepsilon$	
	10	$I = 0J \cup \varepsilon$	
	11	$J = 0^*(1(0 \cup 10)I \cup 1 \cup \varepsilon)$	$II.11 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>IV</i>	1	$S = 0A \cup (1 \cup \varepsilon)H$	
	2	$A = 0^+1(0 \cup 10)A \cup 0^+111H \cup 1H$	$III.3 \rightarrow III.2, III.6 \rightarrow III.2$
	9	$H = 0I \cup S \cup \varepsilon$	
	10	$I = (0^+1(0 \cup 10))^*(0^+1 \cup 0^+ \cup \varepsilon)$	$III.11 \rightarrow III.10 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = 0A \cup (1 \cup \varepsilon)H$	
	2	$A = (0^+1(0 \cup 10))^*(0^+111 \cup 1)H$	$V.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	9	$H = 0(0^+1(0 \cup 10))^*(0^+1 \cup 0^+ \cup \varepsilon) \cup S \cup \varepsilon$	$IV.10 \rightarrow IV.9$
<i>VI</i>	1	$S = \dots$	

$\mathcal{L}_4 = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ termina com } 101 \text{ e contém } 100\}.$

$\mathcal{L}_5 = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \neq 2\}.$

$\mathcal{L}_6 = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ não começa com } 000 \text{ e não termina com } 111\}.$

$\mathcal{L}_7 = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| > 0 \text{ e o primeiro e o penúltimo símbolos de } w \text{ são idênticos}\}.$

$\mathcal{L}_8 = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ é ímpar e } w \text{ começa com } 0 \text{ e termina com } 1\}.$

$\mathcal{L}_9 = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ contém no máximo } 4 \text{ ocorrências do símbolo } 0\}.$

- $G_1 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1S \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow 0B \mid 1A \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 0C \mid 1B \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \left\{ \begin{array}{l} C \rightarrow 0D \mid 1C \mid \varepsilon, \\ D \rightarrow 1D \mid \varepsilon \end{array} \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1S \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0B \cup 1A \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0C \cup 1B \cup \varepsilon$	
	4	$C = 0D \cup 1C \cup \varepsilon$	
	5	$D = 1D \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 1^*(0A \cup \varepsilon)$	$I.1 \rightarrow$ Lema de Arden.
	2	$A = 1^*(0B \cup \varepsilon)$	$I.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = 1^*(0C \cup \varepsilon)$	$I.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = 1^*(0D \cup \varepsilon)$	$I.4 \rightarrow$ Lema de Arden.
	5	$D = 1^*$	$I.5 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 1^*(0A \cup \varepsilon)$	
	2	$A = 1^*(0B \cup \varepsilon)$	
	3	$B = 1^*(0C \cup \varepsilon)$	
	4	$C = 1^*(01^* \cup \varepsilon)$	$II.5 \rightarrow III.4$
<i>IV</i>	1	$S = 1^*(0A \cup \varepsilon)$	
	2	$A = 1^*(0B \cup \varepsilon)$	
	3	$B = 1^*(01^*(01^* \cup \varepsilon) \cup \varepsilon)$	$III.4 \rightarrow III.3$
<i>V</i>	1	$S = 1^*(0A \cup \varepsilon)$	
	2	$A = 1^*(01^*(01^*(01^* \cup \varepsilon) \cup \varepsilon) \cup \varepsilon)$	$IV.3 \rightarrow IV.2$
<i>VI</i>	1	$S = 1^*(01^*(01^*(01^*(01^* \cup \varepsilon) \cup \varepsilon) \cup \varepsilon) \cup \varepsilon)$	$V.2 \rightarrow V.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow A \mid B \mid C \mid D \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow 0E, \\ B \rightarrow 0F, \\ C \rightarrow 0G, \end{array} \parallel \left\{ \begin{array}{l} D \rightarrow 0H, \\ E \rightarrow O, \\ F \rightarrow 0I \mid 1F, \\ G \rightarrow 0J \mid 1G, \end{array} \parallel \left\{ \begin{array}{l} H \rightarrow 0K \mid 1H, \\ I \rightarrow O, \\ J \rightarrow 0L \mid 1J, \\ K \rightarrow 0M \mid 1K, \end{array} \parallel \left\{ \begin{array}{l} L \rightarrow O, \\ M \rightarrow 0N \mid 1M, \\ N \rightarrow O, \\ O \rightarrow 1O \mid \varepsilon \end{array} \right. \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = A \cup B \cup C \cup D \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0E$	
	3	$B = 0F$	
	4	$C = 0G$	
	5	$D = 0H$	
	6	$E = O$	
	7	$F = 1F \cup 0I$	
	8	$G = 1G \cup 0J$	
	9	$H = 1H \cup 0K$	
	10	$I = O$	
	11	$J = 1J \cup 0L$	
	12	$K = 1K \cup 0M$	
	13	$L = O$	
	14	$M = 1M \cup 0N$	
	15	$N = O$	
	16	$O = 1O \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0(E \cup F \cup G \cup H) \cup \varepsilon$	<i>I.2, I.3, I.4, I.5</i> → <i>I.1</i> , Fatoração.
	6	$E = O$	
	7	$F = 1^*0O$	<i>I.10</i> → <i>I.7</i> → Lema de Arden.
	8	$G = 1^*0J$	<i>I.8</i> → Lema de Arden.
	9	$H = 1^*0K$	<i>I.9</i> → Lema de Arden.
	11	$J = 1^*0O$	<i>I.13</i> → <i>I.11</i> → Lema de Arden.
	12	$K = 1^*0M$	<i>I.12</i> → Lema de Arden.
	14	$M = 1^*0O$	<i>I.15</i> → <i>I.14</i>
<i>III</i>	16	$O = 1^*$	<i>I.16</i> → Lema de Arden.
	1	$S = 0(E \cup F \cup G \cup H) \cup \varepsilon$	
	6	$E = 1^*$	<i>II.16</i> → <i>II.6</i>
	7	$F = 1^*01^*$	<i>II.16</i> → <i>II.7</i>
	8	$G = 1^*0J$	
	9	$H = 1^*0K$	
	11	$J = 1^*01^*$	<i>II.16</i> → <i>II.11</i>
	12	$K = 1^*0M$	
<i>IV</i>	14	$M = 1^*01^*$	<i>II.16</i> → <i>II.14</i>
	1	$S = 0(1^* \cup 1^*01^* \cup G \cup H) \cup \varepsilon$	<i>III.6, III.7</i> → <i>III.1</i>
	8	$G = 1^*01^*01^*$	<i>III.11</i> → <i>III.8</i>
	9	$H = 1^*0K$	
<i>V</i>	12	$K = 1^*01^*01^*$	<i>III.14</i> → <i>III.12</i>
	1	$S = 0(1^* \cup 1^*01^* \cup 1^*01^*01^* \cup H) \cup \varepsilon$	<i>IV.8,</i> → <i>IV.1</i>
<i>VI</i>	9	$H = 1^*01^*01^*01^*$	<i>IV.12</i> → <i>IV.9</i>
	1	$S = 0(1^* \cup 1^*01^* \cup 1^*01^*01^* \cup 1^*01^*01^*01^*) \cup \varepsilon$	<i>V.9</i> → <i>V.1</i>

$\mathcal{L}_{10} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ começa com } 0 \text{ e contém quantidade ímpar de } 1\text{'s}\}.$

- $G_1 = (\{A, B, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A, \\ A \rightarrow 0A \mid 1B, \\ B \rightarrow 0B \mid 1A \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0A \cup 1B$	
	3	$B = 0B \cup 1A \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1B$	$I.2 \rightarrow$ Lema de Arden
	3	$B = 0B \cup 1A \cup \varepsilon$	
<i>III</i>	1	$S = 0^+1B$	$II.2 \rightarrow III.1$
	3	$B = 0B \cup 10^*1B \cup \varepsilon$	$II.2 \rightarrow III.3$
<i>IV</i>	1	$S = 0^+1B$	
	3	$B = (0 \cup 10^*1)B \cup \varepsilon$	$III.3 \rightarrow$ Fatoração.
<i>V</i>	1	$S = 0^+1B$	
	3	$B = (0 \cup 10^*1)^*\varepsilon$	$IV.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>VI</i>	1	$S = 0^+1(0 \cup 10^*1)^*$	$V.3 \rightarrow V.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A, \\ A \rightarrow 0A \mid 1B, \\ B \rightarrow C, \end{array} \left\| \begin{array}{l} C \rightarrow 0C \mid 1D \mid \varepsilon, \\ D \rightarrow 0D \mid 1C \end{array} \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0A \cup 1B$	
	3	$B = C$	
	4	$C = 0C \cup 1D \cup \varepsilon$	
	5	$D = 0D \cup 1C$	
<i>II</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1B$	$I.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = C$	
	4	$C = 0C \cup 1D \cup \varepsilon$	
	5	$D = 0^*1C$	$I.5 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1C$	$II.3 \rightarrow II.2$
	4	$C = 0C \cup 1D \cup \varepsilon$	
	5	$D = 0^*1C$	
<i>IV</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1C$	
	4	$C = 0C \cup 10^*1C \cup \varepsilon$	$III.5 \rightarrow III.4$
<i>V</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1C$	
	4	$C = (0 \cup 10^*1)C \cup \varepsilon$	$IV.4 \rightarrow$ Fatoração.
<i>VI</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1C$	
	4	$C = (0 \cup 10^*1)^*\varepsilon$	$V.4 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>VII</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1(0 \cup 10^*1)^*\varepsilon$	$VI.4 \rightarrow VI.2$
<i>VIII</i>	1	$S = 0^+1(0 \cup 10^*1)^*$	$VII.2 \rightarrow VII.1$

$\mathcal{L}_{11} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid \text{todo símbolo } 0 \text{ em } w \text{ é seguido de pelo menos dois } 1\text{'s consecutivos, exceto a última ocorrência de } 0 \text{ em } w\}.$

$\mathcal{L}_{12} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ começa com } 0, \text{ não contém } 10 \text{ e termina com } 1\}.$

$\mathcal{L}_{13} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w = xyz \text{ e } |x| = 2\}.$

$\mathcal{L}_{14} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ é ímpar e } w \text{ termina com } 1\}.$

- $G_1 = (\{A, B, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1B, \\ A \rightarrow 0S \mid 1S, \\ B \rightarrow 0S \mid 1S \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1B$	
	2	$A = 0S \cup 1B$	
	3	$B = 0S \cup 1S \mid \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 00S \cup 01S \cup 10S \cup 11S \cup 1$	$I.2, I.3 \rightarrow I.1$
<i>III</i>	1	$S = (00 \cup 01 \cup 10 \cup 11)S \cup 1$	$II.1 \rightarrow$ Fatoração.
<i>IV</i>	1	$S = (00 \cup 01 \cup 10 \cup 11)^*1$	$III.1 \rightarrow$ Lema de Arden

- $G_2 = (\{A, B, C, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1A \mid B, \\ A \rightarrow 0S \mid 1S, \end{array} \parallel \begin{array}{l} B \rightarrow 1C, \\ C \rightarrow \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1A \cup B$	
	2	$A = 0S \cup 1S$	
	3	$B = 1C$	
	4	$C = \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 00S \cup 01S \cup 10S \cup 11S \cup 1$	$I.4 \rightarrow I.3 \rightarrow I.1, I.2 \rightarrow I.1$
<i>III</i>	1	$S = (00 \cup 01 \cup 10 \cup 11)S \cup 1$	$II.1 \rightarrow$ Fatoração.
<i>IV</i>	1	$S = (00 \cup 01 \cup 10 \cup 11)^*1$	$III.1 \rightarrow$ Lema de Arden

$\mathcal{L}_{15} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ contém quantidade par de 0's ou ímpar de 1's (ou ambos)}\}.$

$\mathcal{L}_{16} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ termina com um 0 seguido de uma quantidade ímpar de 1's}\}.$

$\mathcal{L}_{17} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w|_0 \text{ é par e todos os 0's antecedem todos os 1's}\}.$

- $G_1 = (\{A, B, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1B \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow 0S, \\ B \rightarrow 1B \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1B \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0S$	
	3	$B = 1B \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A \cup 1B \cup \varepsilon$	
	2	$A = 00A \cup 01B \cup 0$	$I.1 \rightarrow I.2$
	3	$B = 1B \cup \varepsilon$	
<i>III</i>	1	$S = 0A \cup 1B \cup \varepsilon$	
	2	$A = (00)^*(01B \cup 0)$	$I.2 \rightarrow$ Lema de Arden
	3	$B = 1^*$	$I.3 \rightarrow$ Lema de Arden
<i>IV</i>	1	$S = 0A \cup 1^+ \cup \varepsilon$	$III.3 \rightarrow III.1$
	2	$A = (00)^*(01^+ \cup 0)$	$III.3 \rightarrow III.2$
<i>V</i>	1	$S = 0(00)^*(01^+ \cup 0) \cup 1^+ \cup \varepsilon$	$IV.2 \rightarrow IV.1$



- $G_2 = (\{A, B, C, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow A \mid C, \\ A \rightarrow 0B \mid 1C \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} B \rightarrow 0A, \\ C \rightarrow 1C \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = A \cup C$	
	2	$A = 0B \cup 1C \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0A$	
	4	$C = 1C \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = A \cup C$	
	2	$A = 0B \cup 1C \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0A$	
	4	$C = 1^*$	<i>I.4</i> → Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = A \cup 1^*$	<i>II.4</i> → <i>II.1</i>
	2	$A = 00A \cup 1^+ \cup \varepsilon$	<i>III.3, II.4</i> → <i>II.2</i>
<i>IV</i>	1	$S = A \cup 1^*$	
	2	$A = (00)^*(1^+ \cup \varepsilon)$	<i>IV.2</i> → Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = (00)^*(1^+ \cup \varepsilon) \cup 1^*$	<i>IV.2</i> → <i>IV.1</i>

$$\mathcal{L}_{18} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ contém quantidade par de } 01\text{'s e ímpar de } 0\text{'s}\}.$$

$$\mathcal{L}_{19} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ começa com } 0 \text{ e contém } 00\}.$$

- $G_1 = (\{A, B, C, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0B, \\ A \rightarrow 0B \mid 1A, \end{array} \parallel \begin{array}{l} B \rightarrow 0C \mid 1A, \\ C \rightarrow 0C \mid 1C \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0B$	
	2	$A = 1A \cup 0B$	
	3	$B = 0C \cup 1A$	
	4	$C = 0C \cup 1C \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0B$	
	2	$A = 1^*0B$	<i>I.2</i> → Lema de Arden.
	3	$B = 0C \cup 1A$	
	4	$C = (0 \cup 1)^*$	<i>I.4</i> → Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 0B$	
	3	$B = 0(0 \cup 1)^* \cup 1^+0B$	<i>II.2, II.4</i> → <i>II.3</i>
<i>IV</i>	1	$S = 0B$	
	3	$B = (1^+0)^*0(0 \cup 1)^*$	<i>III.3</i> → Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = 0(1^+0)^*0(0 \cup 1)^*$	<i>IV.3</i> → <i>IV.1</i>

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, F, G, H, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A, \\ A \rightarrow 1B \mid C, \\ B \rightarrow D \mid 1D, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow A \mid 0E, \\ D \rightarrow B \mid 0C, \\ E \rightarrow F \mid G, \end{array} \parallel \begin{array}{l} F \rightarrow 0H \mid 1H, \\ G \rightarrow E \mid \varepsilon, \\ H \rightarrow G \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 1B \cup C$	
	3	$B = D \cup 1D$	
	4	$C = A \cup 0E$	
	5	$D = B \cup 0C$	
	6	$E = F \cup G$	
	7	$F = 0H \cup 1H$	
	8	$G = E \cup \varepsilon$	
	9	$H = G$	
<i>II</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 1B \cup A \cup 0E$	$I.4 \rightarrow I.2$
	3	$B = (\varepsilon \cup 1)B \cup (0 \cup 10)C$	$I.5 \rightarrow I.3$ , Fatoração.
	4	$C = A \cup 0E$	
	6	$E = F \cup E \cup \varepsilon$	$I.8 \rightarrow I.6$
	7	$F = (0 \cup 1)H$	$I.7 \rightarrow$ Fatoração.
	9	$H = E \cup \varepsilon$	$I.8 \rightarrow I.9$
<i>III</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 1B \cup 0E$	$II.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = (\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)C$	$II.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = A \cup 0E$	
	6	$E = (0 \cup 1 \cup \varepsilon)E \cup (0 \cup 1 \cup \varepsilon)$	$II.9 \rightarrow II.7 \rightarrow II.6$ , Fatoração.
<i>IV</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 1B \cup 0E$	$II.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = (\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)C$	$II.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = A \cup 0E$	
	6	$E = (0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	$III.6 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 1B \cup 0(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	$IV.6 \rightarrow IV.2$
	3	$B = (\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)C$	$II.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = A \cup 0(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	$IV.6 \rightarrow IV.4$
<i>VI</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 1(\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)C \cup 0(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	$V.3 \rightarrow V.2$
	4	$C = A \cup 0(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	
<i>VII</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 1(\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)A \cup 1(\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)0(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+ \cup 0(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	$VI.4 \rightarrow V.2$
<i>VIII</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = (1(\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10))^*(1(\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)0 \cup \varepsilon)(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	$VII.2 \rightarrow$ Lema de Arden, Fatoração.
<i>IX</i>	1	$S = 0(1(\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10))^*(1(\varepsilon \cup 1)^*(0 \cup 10)0 \cup \varepsilon)(0 \cup 1 \cup \varepsilon)^+$	$VIII.2 \rightarrow VIII.1$

$$\mathcal{L}_{20} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ não contém } 01 \text{ como prefixo}\}.$$

- $G_1 = (\{A, B, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1B \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow 0B \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 0B \mid 1B \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1B \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0B \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0B \cup 1B \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 00B \cup 0 \cup 1B \cup \varepsilon$	$I.2 \rightarrow I.1$
	3	$B = (0 \cup 1)^*$	$I.1 \rightarrow \text{Fatoração} \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
<i>III</i>	1	$S = (00 \cup 1)(0 \cup 1)^* \cup \varepsilon \cup 0$	$II.2 \rightarrow II.1 \rightarrow \text{Fatoração.}$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid A \mid B, \\ A \rightarrow \varepsilon, \\ B \rightarrow 0C \mid 1D, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0D, \\ D \rightarrow 0D \mid 1D \mid \varepsilon, \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup A \cup B$	
	2	$A = \varepsilon$	
	3	$B = 0C \cup 1D$	
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0D \cup 1D \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0 \cup \varepsilon \cup B$	$I.2 \rightarrow I.1$
	3	$B = (00 \cup 1)D$	$I.4 \rightarrow I.3 \rightarrow \text{Fatoração.}$
	5	$D = (0 \cup 1)^*$	$I.5 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
<i>III</i>	1	$S = 0 \cup \varepsilon \cup (00 \cup 1)(0 \cup 1)^*$	$I.5 \rightarrow I.3 \rightarrow I.1$

$$\mathcal{L}_{21} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w|_1 \text{ é par e } w \text{ não contém a subcadeia } 11\}.$$

$$\mathcal{L}_{22} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ não contém três símbolos idênticos consecutivos}\}.$$

- $G_1 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0B \mid 1A \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow 0B \mid 1C \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} B \rightarrow 0D \mid 1A \mid \varepsilon, \\ C \rightarrow 0B \mid 1E \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} D \rightarrow 0E \mid 1A \mid \varepsilon, \\ E \rightarrow 0E \mid 1E \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0B \cup 1A \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0B \cup 1C \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0D \cup 1A \cup \varepsilon$	
	4	$C = 0B \cup \varepsilon$	
	5	$D = 1A \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0B \cup 1A \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0B \cup 10B \cup 1 \cup \varepsilon$	$I.4 \rightarrow I.2$
	3	$B = 01A \cup 0 \cup 1A \cup \varepsilon$	$I.5 \rightarrow I.3$
<i>III</i>	1	$S = (001 \cup 01 \cup 1)A \cup 00 \cup 0 \cup \varepsilon$	$II.3 \rightarrow II.1$ , Fatoração
	2	$A = (001 \cup 01 \cup 1001 \cup 101)A \cup (00 \cup 0 \cup 100 \cup 10 \cup 1 \cup \varepsilon)$	$II.3 \rightarrow II.2$ , fatoração
<i>IV</i>	1	$S = (001 \cup 01 \cup 1)A \cup 00 \cup 0 \cup \varepsilon$	
	2	$A = (001 \cup 01 \cup 1001 \cup 101)^*(00 \cup 0 \cup 100 \cup 10 \cup 1 \cup \varepsilon)$	$III.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = (001 \cup 01 \cup 1)((001 \cup 01 \cup 1001 \cup 101)^*(00 \cup 0 \cup 100 \cup 10 \cup 1 \cup \varepsilon)) \cup 00 \cup 0 \cup \varepsilon$	$IV.2 \rightarrow IV.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, F, G, H, I, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow A \mid 1A \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow B \mid 1B \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 0C \mid \varepsilon, \end{array} \left\| \begin{array}{l} C \rightarrow D \mid 0D \mid G \mid 0G \mid \varepsilon, \\ D \rightarrow E \mid 1E, \\ E \rightarrow 1F, \end{array} \right\| \begin{array}{l} F \rightarrow 0C, \\ G \rightarrow H \mid 1H, \\ I \rightarrow \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = A \cup 1A \cup \varepsilon$	
	2	$A = B \cup 1B \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0C \cup \varepsilon$	
	4	$C = D \cup 0D \cup G \cup 0G \cup \varepsilon$	
	5	$D = E \cup 1E$	
	6	$E = 1F$	
	7	$F = 0C$	
	8	$G = H \cup 1H$	
	9	$H = I \cup 1I$	
	10	$I = \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = A \cup 1A \cup \varepsilon$	
	2	$A = (\varepsilon \cup 1)0C \cup \varepsilon$	$I.3 \rightarrow I.2$ , Fatoração.
	4	$C = (\varepsilon \cup 0)D \cup (\varepsilon \cup 0)(\varepsilon \cup 1)(\varepsilon \cup 1) \cup \varepsilon$	$I.10 \rightarrow I.9 \rightarrow I.8 \rightarrow I.4$
	5	$D = (\varepsilon \cup 1)10C$	$I.7 \rightarrow I.6 \rightarrow I.5$
<i>III</i>	1	$S = A \cup 1A \cup \varepsilon$	
	2	$A = (\varepsilon \cup 1)0C \cup \varepsilon$	$I.3 \rightarrow I.2$ , Fatoração.
	4	$C = (\varepsilon \cup 0)(\varepsilon \cup 1)10C \cup (\varepsilon \cup 0)(\varepsilon \cup 1)(\varepsilon \cup 1) \cup \varepsilon$	$II.5 \rightarrow II.4$
<i>IV</i>	1	$S = A \cup 1A \cup \varepsilon$	
	2	$A = (\varepsilon \cup 1)0C \cup \varepsilon$	
	4	$C = ((\varepsilon \cup 0)(\varepsilon \cup 1)10)^*((\varepsilon \cup 0)(\varepsilon \cup 1)(\varepsilon \cup 1) \cup \varepsilon)$	$III.4 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = (\varepsilon \cup 1)((\varepsilon \cup 1)0((\varepsilon \cup 0)(\varepsilon \cup 1)10)^*((\varepsilon \cup 0)(\varepsilon \cup 1)(\varepsilon \cup 1) \cup \varepsilon)) \cup \varepsilon$	$IV.4 \rightarrow IV.2 \rightarrow IV.1$

$$\mathcal{L}_{23} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ contém o mesmo símbolo em todas as posições pares}\}.$$

- $G_1 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0B \mid 1A \mid \varepsilon, \\ A \rightarrow 0C \mid 1C \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 0D \mid 1D \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 1A \mid \varepsilon, \\ D \rightarrow 0B \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 1A \cup 0B \cup \varepsilon$	
	2	$A = 0C \cup 1C \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0D \cup 1D \cup \varepsilon$	
	4	$C = 1A \cup \varepsilon$	
	5	$D = 0B \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 1A \cup 0B \cup \varepsilon$	
	2	$A = (0 \cup 1)1A \cup (0 \cup 1 \cup \varepsilon)$	$I.4 \rightarrow I.2$ , Fatoração.
	3	$B = (0 \cup 1)0B \cup (0 \cup 1 \cup \varepsilon)$	$I.5 \rightarrow I.3$ , Fatoração.
<i>III</i>	1	$S = 1A \cup 0B \cup \varepsilon$	
	2	$A = ((0 \cup 1)1)^*(0 \cup 1 \cup \varepsilon)$	$II.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = ((0 \cup 1)0)^*(0 \cup 1 \cup \varepsilon)$	$II.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>IV</i>	1	$S = 1(((0 \cup 1)1)^*(0 \cup 1 \cup \varepsilon)) \cup 0(((0 \cup 1)0)^*(0 \cup 1 \cup \varepsilon))$	$IV.2, IV.3 \rightarrow IV.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow A \mid B, \\ A \rightarrow 0C \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 1D \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0A \mid 1A \mid \varepsilon, \\ D \rightarrow 0B \mid 1B \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = A \cup B$	
	2	$A = 0C \cup \varepsilon$	
	3	$B = 1D \cup \varepsilon$	
	4	$C = 0A \cup 1A \cup \varepsilon$	
	5	$D = 0B \cup 1B \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = A \cup E$	
	2	$A = (0(0 \cup 1))A \cup (0 \cup \varepsilon)$	$II.4 \rightarrow II.2$ , Fatoração.
	3	$B = (1(0 \cup 1))B \cup (1 \cup \varepsilon)$	$II.5 \rightarrow II.3$ , Fatoração.
<i>III</i>	1	$S = A \cup E$	
	2	$A = (0(0 \cup 1))^*(0 \cup \varepsilon)$	$II.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = (1(0 \cup 1))^*(1 \cup \varepsilon)$	$II.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>IV</i>	1	$S = (0(0 \cup 1))^*(0 \cup \varepsilon) \cup (1(0 \cup 1))^*(1 \cup \varepsilon)$	$III.3, III.2 \rightarrow III.1$

$$\mathcal{L}_{24} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w|_{01} = |w|_{10}\}.$$

$$\mathcal{L}_{25} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ é múltiplo de } 3\}.$$

$$\mathcal{L}_{26} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ é uma sequência de subcadeias } 01 \text{ ou } 10\}.$$

$\mathcal{L}_{27} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ é ímpar e } w \text{ contém pelo menos uma ocorrência do símbolo } 1\}.$

$\mathcal{L}_{28} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ contém } 00 \text{ e não contém } 11\}.$

- $G_1 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0B \mid 1A, \\ A \rightarrow 0B, \\ B \rightarrow 0D \mid 1A, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0D \mid \varepsilon, \\ D \rightarrow 0D \mid 1C \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0B \cup 1A$	
	2	$A = 0B$	
	3	$B = 0D \cup 1A$	
	4	$C = 0D \cup \varepsilon$	
	5	$D = 0D \cup 1C \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0B \cup 10B$	$I.2 \rightarrow I.1$
	3	$B = 0D \cup 10B$	$I.2 \rightarrow I.3$
	5	$D = (0 \cup 10)D \cup 1 \cup \varepsilon$	$I.4 \rightarrow I.5, \text{Fatoração.}$
<i>III</i>	1	$S = (0 \cup 10)B$	$II.1 \rightarrow \text{Fatoração.}$
	3	$B = 0D \cup 10B$	
	5	$D = (0 \cup 10)^*(1 \cup \varepsilon)$	$II.5 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
<i>IV</i>	1	$S = (0 \cup 10)B$	
	3	$B = 0(0 \cup 10)^*(1 \cup \varepsilon) \cup 10B$	$III.5 \rightarrow III.3$
<i>V</i>	1	$S = (0 \cup 10)B$	
	3	$B = (10)^*0(0 \cup 10)^*(1 \cup \varepsilon)$	$IV.3 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
<i>VI</i>	1	$S = (0 \cup 10)(10)^*0(0 \cup 10)^*(1 \cup \varepsilon)$	$V.3 \rightarrow V.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, F, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1B, \\ A \rightarrow 0D \mid 1C, \\ B \rightarrow 0A, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0A, \\ D \rightarrow 0E \mid 1F \mid \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} E \rightarrow D, \\ F \rightarrow 0D \mid 0E \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1B$	
	2	$A = 0D \cup 1C$	
	3	$B = 0A$	
	4	$C = 0A$	
	5	$D = 0E \cup 1F \cup \varepsilon$	
	6	$E = D$	
	7	$F = 0D \cup 0E \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A \cup 10A$	$I.3 \rightarrow I.1$
	2	$A = 0D \cup 10A$	$I.4 \rightarrow I.2$
	5	$D = 0D \cup 10D \cup 1 \cup \varepsilon$	$I.6 \rightarrow I.5, I.7 \rightarrow I.6$
<i>III</i>	1	$S = (0 \cup 10)A$	$II.1 \rightarrow$ Fatoração.
	2	$A = (10)^*0D$	$II.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	5	$D = (0 \cup 10)D \cup 1 \cup \varepsilon$	$II.5 \rightarrow$ Fatoração.
<i>IV</i>	1	$S = (0 \cup 10)(10)^*0D$	$III.2 \rightarrow III.1$
	5	$D = (0 \cup 10)^*(1 \cup \varepsilon)$	$III.5 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = (0 \cup 10)(10)^*0(0 \cup 10)^*(1 \cup \varepsilon)$	$IV.5 \rightarrow IV.1$

$\mathcal{L}_{29} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ contém pelo menos um } 0 \text{ e contém quantidade par de } 1\text{'s}\}.$

- $G_1 = (\{A, B, C, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 1A \mid 0B, \\ A \rightarrow 1S \mid 0C, \end{array} \parallel \begin{array}{l} B \rightarrow 0B \mid 1C \mid \varepsilon, \\ C \rightarrow 1B \mid 0C \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 1A \cup 0B$	
	2	$A = 1S \cup 0C$	
	3	$B = 0B \cup 1C \cup \varepsilon$	
	4	$C = 0C \cup 1B$	
<i>II</i>	1	$S = 1A \cup 0B$	
	2	$A = 1S \cup 0C$	
	3	$B = 0B \cup 1C \cup \varepsilon$	
	4	$C = 0^*1B$	$I.4 \rightarrow$ Lema de Arden
<i>III</i>	1	$S = 1A \cup 0B$	
	2	$A = 1S \cup 0^+1B$	$II.4 \rightarrow II.2$
	3	$B = 0B \cup 10^*1B \cup \varepsilon$	$II.4 \rightarrow II.3$
<i>IV</i>	1	$S = 11S \cup 10^+1B \cup 0B$	$III.2 \rightarrow III.1$
	3	$B = (0 \cup 10^*1)B \cup \varepsilon$	$III.3 \rightarrow$ Fatoração.
<i>V</i>	1	$S = 11S \cup (10^+1 \cup 0)B$	$IV.1 \rightarrow$ Fatoração.
	3	$B = (0 \cup 10^*1)^*$	$IV.3 \rightarrow$ Lema de Arden
<i>VI</i>	1	$S = 11S \cup (10^+1 \cup 0)(0 \cup 10^*1)^*$	$V.3 \rightarrow V.1$
<i>VII</i>	1	$S = (11)^*(10^+1 \cup 0)(0 \cup 10^*1)^*$	$VI.1 \rightarrow$ Lema de Arden

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, F, G, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow B \mid 1A, \\ A \rightarrow 1S, \\ B \rightarrow 0E \mid 1C, \\ C \rightarrow 0D, \end{array} \parallel \begin{array}{l} D \rightarrow 0D \mid 1E, \\ E \rightarrow F, \\ F \rightarrow 0F \mid 1G \mid \varepsilon, \\ G \rightarrow 0G \mid 1F \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 1A \cup B$	
	2	$A = 1S$	
	3	$B = 0E \cup 1C$	
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0D \cup 1E$	
	6	$E = F$	
	7	$F = 0F \cup 1G \cup \varepsilon$	
	8	$G = 0G \cup 1F$	
<i>II</i>	1	$S = 11S \cup B$	$I.2 \rightarrow I.1$
	3	$B = 0F \cup 10D$	$I.6, I.4 \rightarrow I.3$
	5	$D = 0D \cup 1F$	$I.6 \rightarrow I.5$
	7	$F = 0F \cup 1G \cup \varepsilon$	
	8	$G = 0^*1F$	$I.8 \rightarrow$ Lema de Arden
<i>III</i>	1	$S = 11S \cup B$	
	3	$B = 0F \cup 10D$	
	5	$D = 0^*1F$	$II.5 \rightarrow$ Lema de Arden
	7	$F = 0F \cup 10^*1F \cup \varepsilon$	$II.8 \rightarrow II.7$
<i>IV</i>	1	$S = 11S \cup B$	
	3	$B = 0F \cup 10^+1F$	$III.5 \rightarrow III.3$
	7	$F = (0 \cup 10^*1)F \cup \varepsilon$	$III.7 \rightarrow$ Fatoração
<i>V</i>	1	$S = 11S \cup B$	
	3	$B = (0 \cup 10^+1)F$	$IV.3 \rightarrow$ Fatoração
	7	$F = (0 \cup 10^*1)^*$	$IV.7 \rightarrow$ Lema de Arden
<i>VI</i>	1	$S = 11S \cup B$	
	3	$B = (0 \cup 10^+1)(0 \cup 10^*1)^*$	$V.7 \rightarrow V.3$
<i>VII</i>	1	$S = 11S \cup (0 \cup 10^+1)(0 \cup 10^*1)^*$	$VI.3 \rightarrow VI.1$
<i>VIII</i>	1	$S = (11)^*(0 \cup 10^+1)(0 \cup 10^*1)^*$	$VII.1 \rightarrow$ Lema de Arden

$\mathcal{L}_{30} = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid |w| \text{ é múltiplo de } 3 \text{ e } w \text{ termina com } 11\}$ .

- $G_1 = (\{A, B, C, D, S\}, \{0,1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0B \mid 1B, \\ A \rightarrow 0S \mid 1S, \\ B \rightarrow 0A \mid 1C, \end{array} \left\| \begin{array}{l} C \rightarrow 0S \mid 1D, \\ D \rightarrow 0B \mid 1B \mid \varepsilon \end{array} \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :



Etapla	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0B \cup 1B$	
	2	$A = 0S \cup 1S$	
	3	$B = 0A \cup 1C$	
	4	$C = 0S \cup 1D$	
	5	$D = 0B \cup 1B \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = (0 \cup 1)B$	$I.1 \rightarrow$ Fatoração
	3	$B = 00S \cup 01S \cup 1C$	$I.2 \rightarrow I.3$
	4	$C = 0S \cup 10B \cup 11B \cup 1$	$I.5 \rightarrow I.4$
<i>III</i>	1	$S = (0 \cup 1)B$	
	3	$B = (00 \cup 01 \cup 10)S \cup (110 \cup 111)B \cup 11$	$II.4 \rightarrow II.3 \rightarrow$ Fatoração.
<i>IV</i>	1	$S = (0 \cup 1)B$	
	3	$B = (110 \cup 111)^*((00 \cup 01 \cup 10)S \cup 11)$	$III.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = (0 \cup 1)(110 \cup 111)^*((00 \cup 01 \cup 10)S \cup 11)$	$IV.3 \rightarrow IV.1$
<i>VI</i>	1	$S = ((0 \cup 1)(110 \cup 111)^*(00 \cup 01 \cup 10))^*((0 \cup 1)(110 \cup 111)^*11)$	$V.1 \rightarrow$ Lema de Arden.

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1A \mid 0D \mid 1D, \\ A \rightarrow 1B, \\ B \rightarrow 1C, \end{array} \left\| \begin{array}{l} C \rightarrow \varepsilon, \\ D \rightarrow 0E \mid 1E, \\ E \rightarrow 0S \mid 1S \end{array} \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapla	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1A \cup 0D \cup 1D$	
	2	$A = 1B$	
	3	$B = 1C$	
	4	$C = \varepsilon$	
	5	$D = 0E \cup 1E$	
	6	$E = 0S \cup 1S$	
<i>II</i>	1	$S = (0 \cup 1)A \cup (0 \cup 1)D$	$I.1 \rightarrow$ Fatoração.
	2	$A = 11$	$I.4 \rightarrow I.3 \rightarrow I.2$
	5	$D = (0 \cup 1)(0 \cup 1)S$	$I.6 \rightarrow I.5 \rightarrow$ Fatoração.
<i>III</i>	1	$S = (0 \cup 1)11 \cup (0 \cup 1)(0 \cup 1)(0 \cup 1)S$	$II.2, II.5 \rightarrow II.1$
<i>IV</i>	1	$S = ((0 \cup 1)(0 \cup 1)(0 \cup 1))^*(0 \cup 1)11$	$III.1 \rightarrow$ Lema de Arden.

$\mathcal{L}_{31} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ não contém a subcadeia } 00 \text{ ou a subcadeia } 11\}.$

$\mathcal{L}_{32} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid \text{todo par de 0's adjacentes ocorre antes de qualquer par de 1's adjacentes}\}.$

$\mathcal{L}_{33} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ não começa com } 00 \text{ e não termina com } 11\}.$

$\mathcal{L}_{34} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ não contém pares de 1's consecutivos}\}.$

$\mathcal{L}_{35} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ termina com } 0 \text{ ou com } 11\}.$

- $G_1 = (\{A, B, C, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1B, \\ A \rightarrow 0A \mid 1B \mid \varepsilon, \end{array} \left\| \begin{array}{l} B \rightarrow 0A \mid 1C, \\ C \rightarrow 0A \mid 1C \mid \varepsilon \end{array} \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1B$	
	2	$A = 0A \cup 1B \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0A \cup 1C$	
	4	$C = 0A \cup 1C \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A \cup 1B$	
	2	$A = 0A \cup 1B \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0A \cup 1C$	
	4	$C = 1^*0A \cup 1^*$	$I.4 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 0A \cup 10A \cup 11^+0A \cup 11^+$	$II.4 \rightarrow II.3 \rightarrow II.1$
	2	$A = 0A \cup 10A \cup 11^+0A \cup 11^+ \cup \varepsilon$	$II.4 \rightarrow II.3 \rightarrow II.2$
<i>IV</i>	1	$S = (0 \cup 10 \cup 11^+0)A \cup 11^+$	$III.1 \rightarrow$ Fatoração.
	2	$A = (0 \cup 10 \cup 11^+0)A \cup 11^+ \cup \varepsilon$	$III.2 \rightarrow$ Fatoração
<i>V</i>	1	$S = (0 \cup 10 \cup 11^+0)A \cup 11^+$	$III.1 \rightarrow$ Fatoração.
	2	$A = (0 \cup 10 \cup 11^+0)^*(11^+ \cup \varepsilon)$	$IV.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>VI</i>	1	$S = (0 \cup 10 \cup 11^+0)^+(11^+ \cup \varepsilon) \cup 11^+$	$V.2 \rightarrow V.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow A \mid 0S \mid 1S \mid C, \\ A \rightarrow 0B, \\ B \rightarrow \varepsilon, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 1D, \\ D \rightarrow 1E, \\ E \rightarrow \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0S \cup 1S \cup A \cup C$	
	2	$A = 0B$	
	3	$B = \varepsilon$	
	4	$C = 1D$	
	5	$D = 1E$	
	6	$E = \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0S \cup 1S \cup 0 \cup 11$	$I.3 \rightarrow I.2 \rightarrow I.1, I.5 \rightarrow I.4 \rightarrow I.1$
<i>III</i>	1	$S = (0 \cup 1)S \cup 0 \cup 11$	$II.1 \rightarrow$ Fatoração.
<i>IV</i>	1	$S = (0 \cup 1)^*(0 \cup 11)$	$III.1 \rightarrow$ Lema de Arden

$\mathcal{L}_{36} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ contém quantidade par de 0's seguida de quantidade ímpar de 1's}\}.$

$\mathcal{L}_{37} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ começa com 0, contém exatamente dois 1's e termina com 00}\}.$

- $G_1 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A, \\ A \rightarrow 0A \mid 1B, \\ B \rightarrow 0B \mid 1C, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0D, \\ D \rightarrow 0E, \\ E \rightarrow 0E \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0A \cup 1B$	
	3	$B = 0B \cup 1C$	
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0E$	
	6	$E = 0E \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1B$	$I.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = 0B \cup 100E$	$I.5 \rightarrow I.4 \rightarrow I.3$
	6	$E = 0^*$	$I.6 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 0^+1B$	$II.2 \rightarrow III.1$
	3	$B = 0^*100^+$	$II.6 \rightarrow III.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>IV</i>	1	$S = 0^+10^*100^+$	$III.3 \rightarrow III.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 0S, \\ A \rightarrow 1B, \\ B \rightarrow 0B \mid 1C, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0D, \\ D \rightarrow 0D \mid 0E, \\ E \rightarrow \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 0S$	
	2	$A = 1B$	
	3	$B = 0B \cup 1C$	
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0D \cup 0E$	
	6	$E = \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A \cup 0S$	
	2	$A = 1B$	
	3	$B = 0^*1C$	$I.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0^+$	$I.6 \rightarrow I.5 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 010^*100^+ \cup 0S$	$II.5 \rightarrow III.4 \rightarrow III.3 \rightarrow III.2 \rightarrow III.1$
<i>IV</i>	1	$S = 0^+10^*100^+$	$III.1 \rightarrow$ Lema de Arden.

$$\mathcal{L}_{38} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w = 0u1 \text{ ou } w = 1u0, \text{ com } u \in \Sigma^*\}.$$

$$\mathcal{L}_{39} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ contém um número ímpar de ocorrências de } 01\}.$$

- $G_1 = (\{A, B, C, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A \mid 1S, \\ A \rightarrow 0A \mid 1B, \end{array} \parallel \begin{array}{l} B \rightarrow 0C \mid 1B \mid \varepsilon, \\ C \rightarrow 0C \mid 1S \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A \cup 1S$	
	2	$A = 0A \cup 1B$	
	3	$B = 0C \cup 1B \cup \varepsilon$	
	4	$C = 0C \cup 1S \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0^*1B$	$I.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = 1^*0C \cup 1^*$	$I.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = 0^*1S \cup 0^*$	$I.4 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 0(0^*1(1^*0(0^*1S \cup 0^*) \cup 1^*))$	$II.4 \rightarrow II.3 \rightarrow II.2 \rightarrow II.1$
<i>IV</i>	1	$S = 0^+1^+0^+1S \cup 0^+1^+(0^+ \cup \varepsilon)$	$III.1 \rightarrow$ Fatoração.
<i>V</i>	1	$S = (0^+1^+0^+1)^*0^+1^+(0^+ \cup \varepsilon)$	$IV.1 \rightarrow$ Lema de Arden.

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, F, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0B \mid 1A, \\ A \rightarrow 0B \mid 1A, \\ B \rightarrow 0B \mid 1D, \end{array} \left\| \begin{array}{l} C \rightarrow 0B \mid 1C, \\ D \rightarrow 0E \mid 0F \mid 1D \mid \varepsilon, \\ E \rightarrow 0E \mid 1C, \\ F \rightarrow 0F \mid \varepsilon \end{array} \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0B \cup 1A$	
	2	$A = 0B \cup 1A$	
	3	$B = 0B \cup 1D$	
	4	$C = 0B \cup 1C$	
	5	$D = 0E \cup 0F \cup 1D \cup \varepsilon$	
	6	$E = 0E \cup 1C$	
	7	$F = 0F \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 0B \cup 1A$	
	2	$A = 1^*0B$	$I.2 \rightarrow$ Lema de Arden.
	3	$B = 0^*1D$	$I.3 \rightarrow$ Lema de Arden.
	4	$C = 1^*0B$	$I.4 \rightarrow$ Lema de Arden.
	5	$D = 0E \cup (0 \cup 1)F \cup \varepsilon$	$I.5 \rightarrow$ Fatoração.
	6	$E = 0^*1C$	$I.5 \rightarrow$ Lema de Arden.
	7	$F = 0^*$	$I.7 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>III</i>	1	$S = 0^+1D \cup 1A$	$II.3 \rightarrow II.1$
	2	$A = 1^*0^+1D$	$II.3 \rightarrow II.2$
	4	$C = 1^*0^+1D$	$II.3 \rightarrow II.4$
	5	$D = 0^+1C \cup (0 \cup 1)0^* \cup \varepsilon$	$I.6, I.7 \rightarrow I.5$
<i>IV</i>	1	$S = 0^+1D \cup 1A$	
	2	$A = 1^*0^+1D$	
	5	$D = 0^+1^+0^+1D \cup (0 \cup 1)0^* \cup \varepsilon$	$I.4 \rightarrow I.5$
<i>V</i>	1	$S = (0^+1 \cup 1^+0^+1)D$	$IV.2 \rightarrow IV.1 \rightarrow$ Fatoração.
	5	$D = (0^+1^+0^+1)^*((0 \cup 1)0^* \cup \varepsilon)$	$IV.5 \rightarrow$ Lema de Arden.
<i>VI</i>	1	$S = (0^+1 \cup 1^+0^+1)(0^+1^+0^+1)^*((0 \cup 1)0^* \cup \varepsilon)$	$V.5 \rightarrow V.1$

$$\mathcal{L}_{40} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid 0^n, n \in \mathbb{N}, \text{ e } n \text{ é múltiplo de 2 ou de 3}\}.$$

$$\mathcal{L}_{41} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ é um número binário maior que zero e múltiplo de 3}\}.$$

$\mathcal{L}_{42} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid w \text{ é número binário, não negativo, divisível por 4 (sem 0's iniciais redundantes)}\}.$

$\mathcal{L}_{43} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid \text{toda subcadeia de } w \text{ de comprimento 4 contém exatamente um 1}\}.$

$\mathcal{L}_{44} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w|_0 \text{ é par e } |w|_1 \text{ é par}\}.$

$\mathcal{L}_{45} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w|_0 \text{ é par e } |w|_1 \text{ é ímpar}\}.$

$\mathcal{L}_{46} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w|_0 \text{ é par e } |w|_1 \text{ é divisível por 3}\}.$

$\mathcal{L}_{47} = \{w \in \Sigma^* = \{0, 1\}^* \mid |w| \text{ é ímpar e } w \text{ começa com 1}\}.$

- $G_1 = (\{A, B, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 1A, \\ A \rightarrow 0B \mid 1B \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 0A \mid 1A \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 1A$	
	2	$A = 0B \cup 1B \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0A \cup 1A$	
<i>II</i>	1	$S = 1A$	
	2	$A = (0 \cup 1)B \cup \varepsilon$	<i>I.2</i> $\rightarrow$ Fatoração.
	3	$B = (0 \cup 1)A$	<i>I.3</i> $\rightarrow$ Fatoração.
<i>III</i>	1	$S = 1A$	
	2	$A = (0 \cup 1)(0 \cup 1)A \cup \varepsilon$	<i>II.3</i> $\rightarrow$ <i>II.1</i>
<i>IV</i>	1	$S = 1A$	
	2	$A = ((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	<i>III.2</i> $\rightarrow$ Lema de Arden.
<i>V</i>	1	$S = 1((0 \cup 1)(0 \cup 1))^*$	<i>IV.2</i> $\rightarrow$ <i>IV.1</i>

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 1A, \\ A \rightarrow 0B \mid 0C \mid 1D \mid 1E \mid \varepsilon, \\ B \rightarrow 0A, \end{array} \left\| \begin{array}{l} C \rightarrow 1A, \\ D \rightarrow 0A, \\ E \rightarrow 1A \end{array} \right. \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 1A$	
	2	$A = 0B \cup 0C \cup 1D \cup 1E \cup \varepsilon$	
	3	$B = 0A$	
	4	$C = 1A$	
	5	$D = 0A$	
	6	$E = 1A$	
<i>II</i>	1	$S = 1A$	
	2	$A = (00 \cup 01 \cup 10 \cup 11)A \cup \varepsilon$	<i>I.6, I.5, I.4, I.3</i> $\rightarrow$ <i>I.2</i> $\rightarrow$ Fatoração.
<i>III</i>	1	$S = 1A$	
	2	$A = (00 \cup 01 \cup 10 \cup 11)^*$	<i>II.2</i> $\rightarrow$ Lema de Arden.
<i>IV</i>	1	$S = 1(00 \cup 01 \cup 10 \cup 11)^*$	<i>III.2</i> $\rightarrow$ <i>III.1</i>

$$\mathcal{L}_{48} = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid w = 0u \text{ e } |w| \text{ é ímpar ou } w = 1u \text{ e } |w| \text{ é par, com } u \in \Sigma^*\}.$$

$$\mathcal{L}_{49} = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid w \text{ termina com } 010 \text{ e contém } 011\}.$$

$$\mathcal{L}_{50} = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid w = 1u1, \text{ com } u \in \Sigma^*, \text{ e } w \text{ não contém } 11 \text{ e } 000\}.$$

$$\mathcal{L}_{51} = \{w \in \Sigma^* = \{0,1\}^* \mid w = 0^{3n+5}, n \geq 0\}.$$

- $G_1 = (\{A, B, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A, \\ A \rightarrow 0B, \\ B \rightarrow 0C, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0D, \\ D \rightarrow 0E, \\ E \rightarrow 0C \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_1$  da gramática  $G_1$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_1) = \mathcal{L}(G_1)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0B$	
	3	$B = 0C$	
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0E$	
	6	$E = 0C \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 000C$	$I.3 \rightarrow I.2 \rightarrow I.1$
	4	$C = 000C \cup 00$	$I.6 \rightarrow I.5 \rightarrow I.4$
<i>III</i>	1	$S = 000C$	
	4	$C = (000)^*00$	$II.4 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
<i>IV</i>	1	$S = 000(000)^*00$	$III.4 \rightarrow III.1$

- $G_2 = (\{A, B, C, D, E, S\}, \{0, 1\}, P, S)$ , com

$$P = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow 0A, \\ A \rightarrow 0B, \\ B \rightarrow 0C, \end{array} \parallel \begin{array}{l} C \rightarrow 0D, \\ D \rightarrow 0E, \\ E \rightarrow B \mid \varepsilon \end{array} \right\}.$$

- Extração de expressão regular  $\mathcal{R}_2$  da gramática  $G_2$ , tal que  $\mathcal{L}(\mathcal{R}_2) = \mathcal{L}(G_2)$ :

Etapa	Item	Expressão	Ação
<i>I</i>	1	$S = 0A$	
	2	$A = 0B$	
	3	$B = 0C$	
	4	$C = 0D$	
	5	$D = 0E$	
	6	$E = B \cup \varepsilon$	
<i>II</i>	1	$S = 00B$	$I.2 \rightarrow I.1$
	3	$B = 000B \cup 000$	$I.6 \rightarrow I.5 \rightarrow I.4 \rightarrow I.3$
<i>III</i>	1	$S = 00B$	
	3	$B = (000)^*000$	$II.3 \rightarrow \text{Lema de Arden.}$
<i>IV</i>	1	$S = 00(000)^*000$	$III.3 \rightarrow III.1$