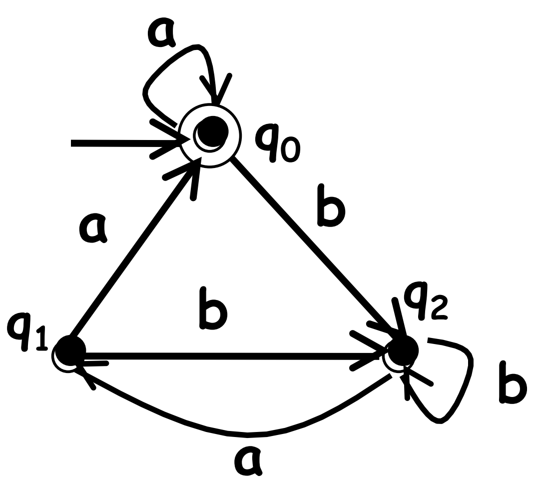
Fundamentos de Algoritmos y Computabilidad

* Lema de Arden
* Lema del bombeo
* Gramáticas regulares

Lenguajes regulares

Problema. Dado un autómata encontrar la expresión regular del lenguaje que acepta



$(a \cup (b^+ a)^+ a)^*$

Lenguajes regulares

- Dados los lenguajes A y B

  A={ab}

  B={bbb}

- Se define el lenguaje X de forma recursiva:

  $$\mathbf{X=\{ab\}\cdot X \cup \{bbb\}}$$

Lenguajes regulares

- Dados los lenguajes A y B

  $\mathbf{A=\{ab\}}$

  $\mathbf{B=\{bbb\}}$

- Se define el lenguaje X de forma recursiva:

  $\mathbf{X=\{ab\}\cdot X\cup\{bbb\}}$

$\{ab\}\cdot\{\ \overline{\{ab\}\cdot X\cup\{bbb\}}\ \}$

Lenguajes regulares

- Dados los lenguajes A y B

  A={ab}

  B={bbb}

- Se define el lenguaje X de forma recursiva:

  $X=\{ab\}\cdot X\cup\{bbb\}$

  $X=\{bbb, abbbb, ababbbb, \ldots\}=\{ab\}^{*}\cdot\{bbb\}$

Lenguajes regulares

- Dados los lenguajes A y B

  A={ab}

  B={bbb}

- Se define el lenguaje X de forma recursiva:

  $\mathbf{X=\{ab\}\cdot X\cup\{bbb\} \ =A\cdot X\cup B}$

  $X=\{bbb,abbbb,ababbbb, \ldots\}=\{ab\}^*\cdot\{bbb\}=A^*\cdot B$

Lenguajes regulares

- Dados los lenguajes A y B

  A={ab}

  B={b,ba}

- Se define el lenguaje X de forma recursiva:

  $\mathbf{X=\{ab\}\cdot X \cup \{b,ba\}=A\cdot X \cup B}$

Lema de Arden. Una ecuación de la forma $X=AX \cup B$, donde A, B, X son lenguajes y $\varepsilon \notin A$ (A no contiene la cadena vacía), tiene una solución única $X=A^*B$

Lenguajes regulares

El lema permite expresar de forma no recursiva un lenguaje

$X=A\cdot X\cup B$ es equivalente a $X=A^*B$

Lenguajes regulares

Dado un diagrama de transición se puede obtener una expresión regular de la siguiente forma:

- Escriba una ecuación por cada estado del diagrama que represente el lenguaje generado a partir de ese nodo
- Resuelva las ecuaciones recursivas por medio del lema de Arden
- Reemplace las expresiones calculadas

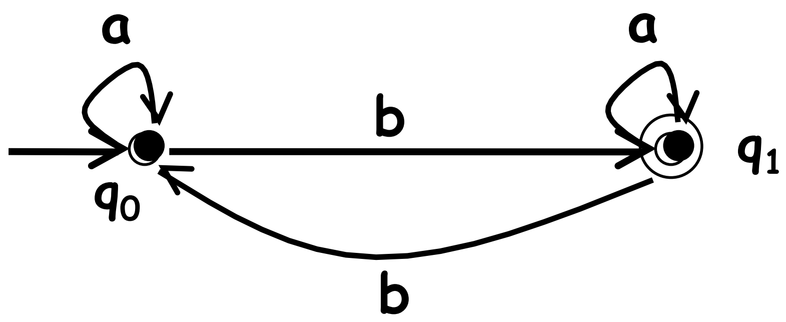
Lenguajes regulares

Dado un diagrama de transición se puede obtener una expresión regular de la siguiente forma:

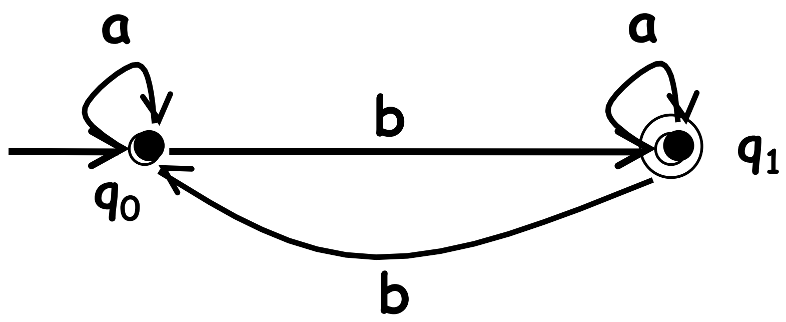
- Escriba una ecuación por cada estado del diagrama que represente el lenguaje generado a partir de ese nodo
- Resuelva las ecuaciones recursivas por medio del lema de Arden
- Reemplace las expresiones calculadas

- La expresión asociada a q_0 será la **expresión regular** del autómata

Lenguajes regulares



Lenguajes regulares



$A_0 = aA_0 \cup bA_1$, indica las cadenas generadas en q_0

$A_1 = aA_1 \cup bA_0 \cup \varepsilon$, indica las cadenas generadas en q_1

Lenguajes regulares

- Se aplica el lema de Arden para simplificar las ecuaciones:

$A_0 = aA_0 \cup bA_1$
$A_1 = aA_1 \cup bA_0 \cup \varepsilon$

Lenguajes regulares

- Se aplica el lema de Arden para simplificar las ecuaciones:

$A_0 = aA_0 \cup bA_1$
$A_1 = aA_1 \cup bA_0 \cup \varepsilon = a^*(bA_0 \cup \varepsilon) = a^*bA_0 \cup a^*$

Lenguajes regulares

- Se aplica el lema de Arden para simplificar las ecuaciones:

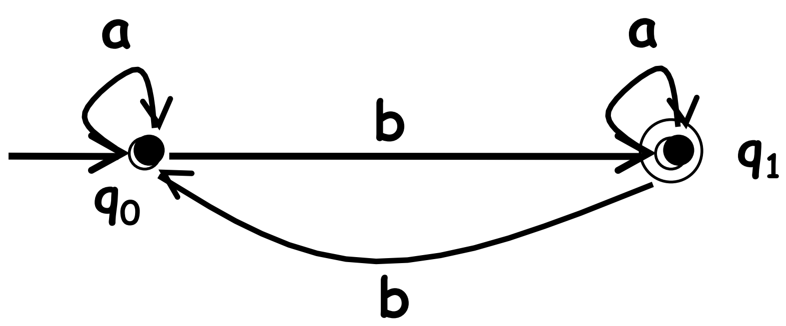
$A_0=aA_0 \cup bA_1$
$A_1=aA_1 \cup bA_0 \cup \varepsilon=a^*(bA_0\cup\varepsilon)=a^*bA_0 \cup a^*$

- Se reemplaza A_1 en A_0 y se obtiene:

$$
\begin{aligned}
A_0=aA_0\cup b(a^*bA_0 \cup a^*)&=aA_0 \cup ba^*bA_0 \cup ba^*\\
&=(a\cup ba^*b)A_0 \cup ba^*\\
&=(a\cup ba^*b)^*ba^*
\end{aligned}
$$

La expresión asociada a A_0 es la expresión que representa el autómata

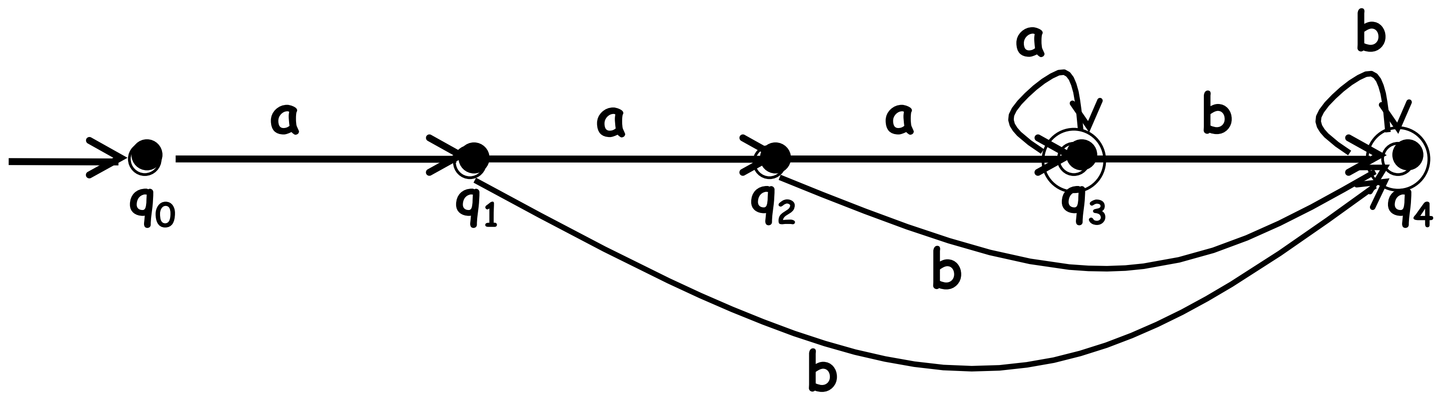
Lenguajes regulares



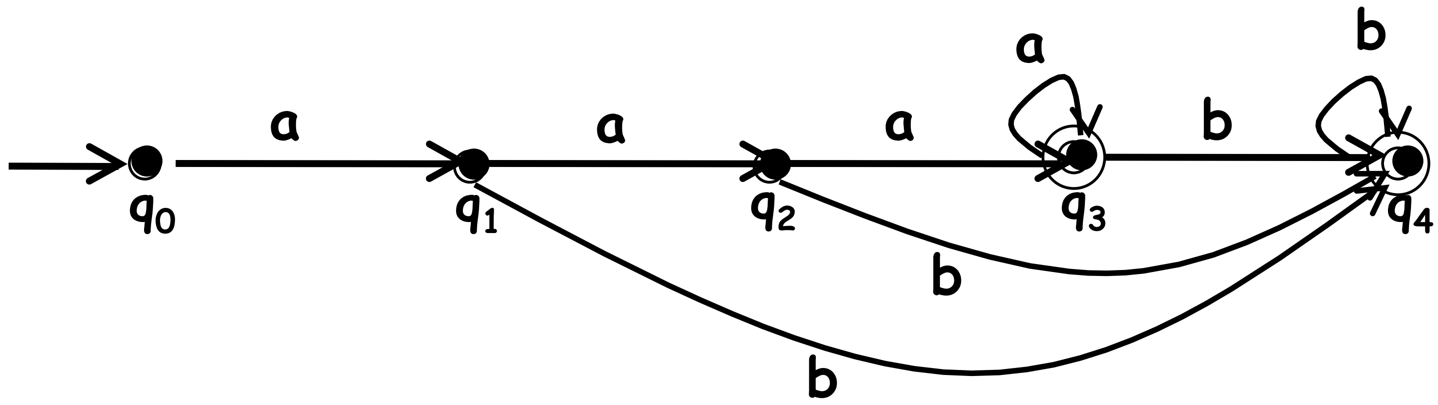
Autómata que representa **(a∪ba*b)*ba***

Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



Lenguajes regulares



$A_0 = aA_1$

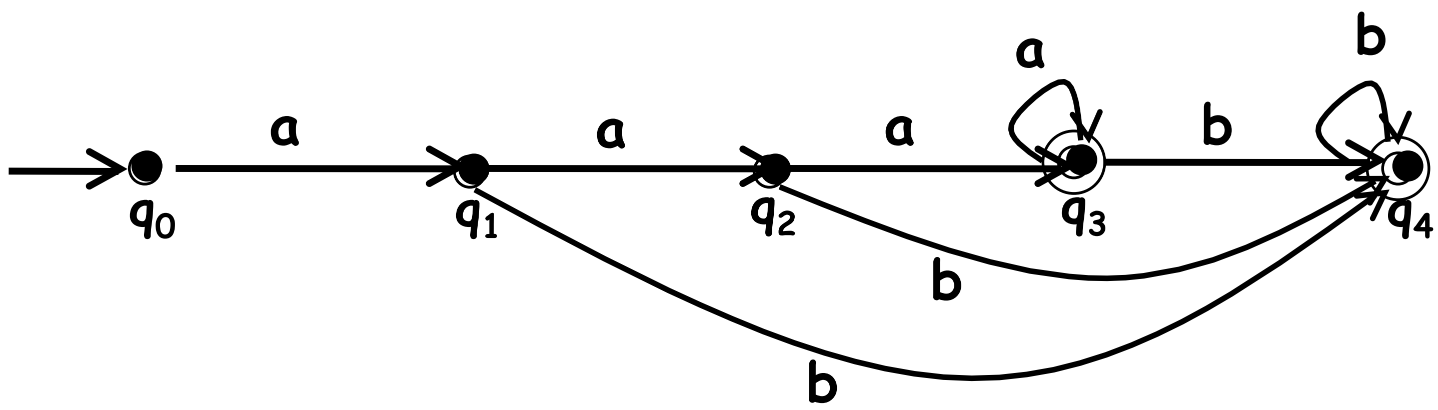
$A_1 = aA_2 \cup bA_4$

$A_2 = aA_3 \cup bA_4$

$A_3 = aA_3 \cup bA_4 \cup \varepsilon$

$A_4 = bA_4 \cup \varepsilon$

Lenguajes regulares



$A_0 = aA_1$

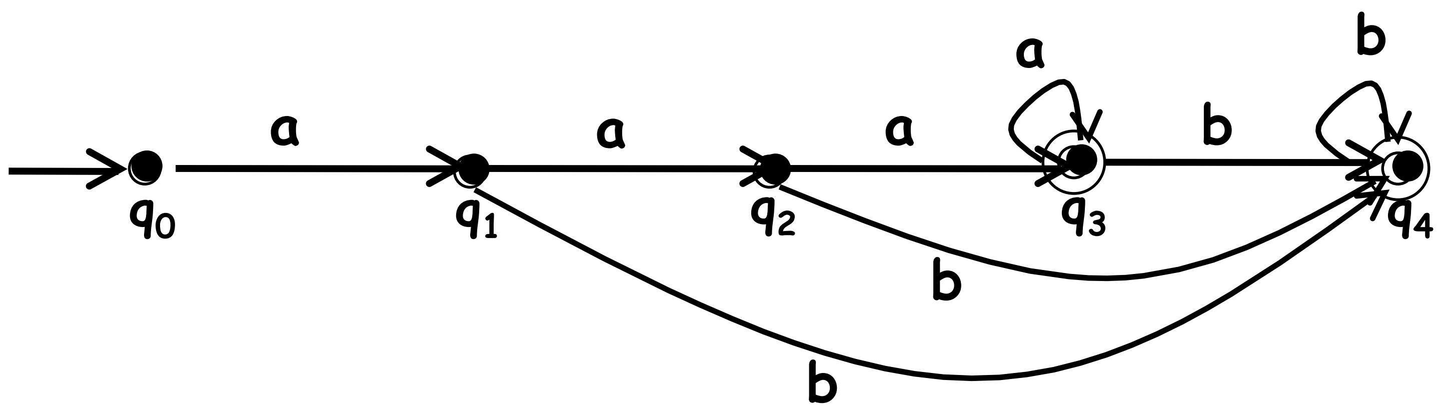
$A_1 = aA_2 \cup bA_4$

$A_2 = aA_3 \cup bA_4$

$A_3 = aA_3 \cup bA_4 \cup \varepsilon$

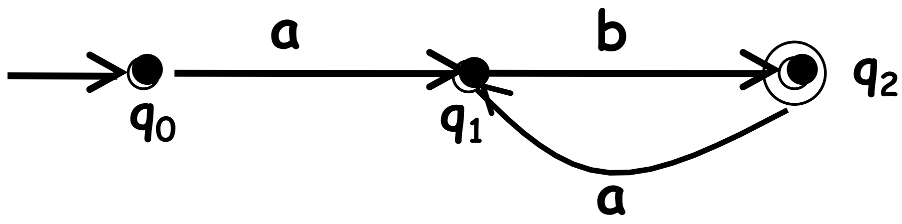
$A_4 = bA_4 \cup \varepsilon = b^*$

Lenguajes regulares



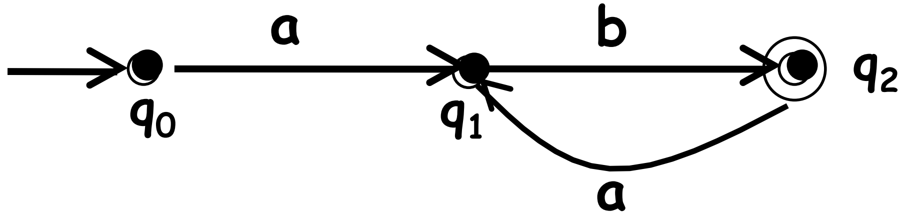
$$A_0=aA_1=a(aa^+b^*\cup ab^+\cup b^+)=aaa^+b^*\cup aab^+\cup ab^+$$
$$A_1=aA_2\cup bA_4=a(a^+b^*\cup b^+)\cup b^+=aa^+b^*\cup ab^+\cup b^+$$
$$A_2=aA_3\cup bA_4=aa^*b^*\cup bb^*=a^+b^*\cup b^+$$
$$A_3=aA_3\cup bA_4\cup\varepsilon=aA_3\cup bb^*\cup\varepsilon=aA_3\cup b^+\cup\varepsilon=a^*(b^+\cup\varepsilon)=a^*b^*$$
$$A_4=bA_4\cup\varepsilon=b^*$$

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



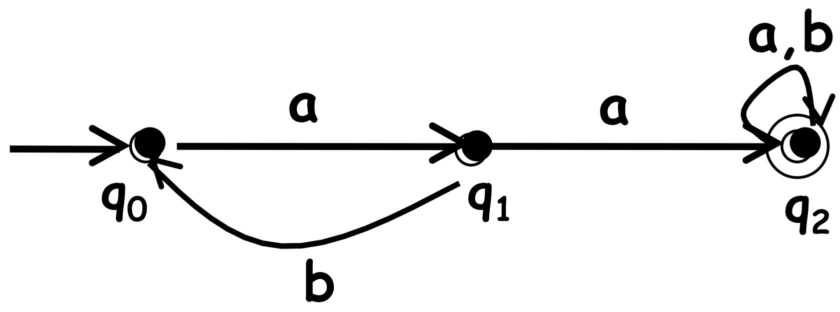
$A_0=aA_1=a(ba)^*b$

$A_1=bA_2=b(aA_1\cup\varepsilon)=baA_1\cup b=(ba)^*b$

$A_2=aA_1\cup\varepsilon$

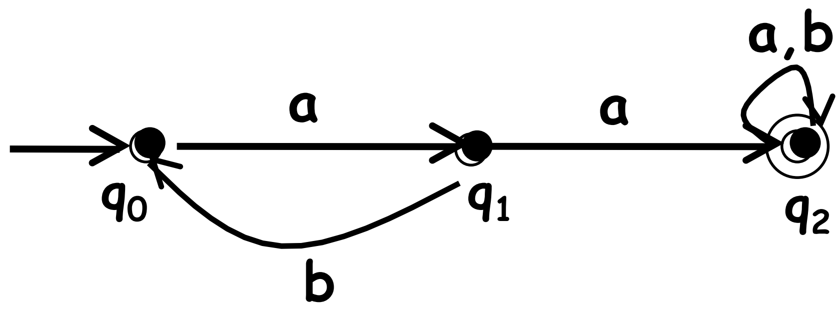
Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



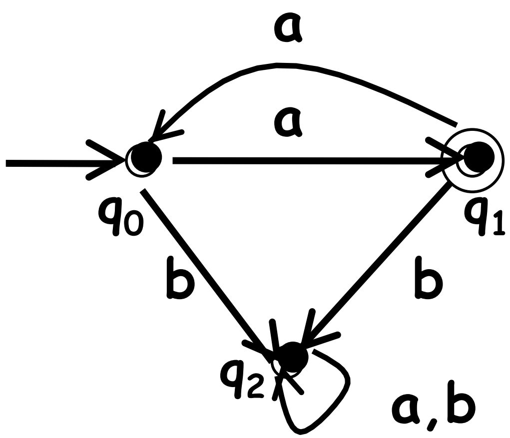
$A_0 = aA_1 = a(\ a(a \cup b)^* \cup bA_0) = aa(a \cup b)^* \cup abA_0 = (ab)^* aa(a \cup b)^*$

$A_1 = aA_2 \cup bA_0 = a(a \cup b)^* \cup bA_0$

$A_2 = aA_2 \cup bA_2 \cup \varepsilon = (a \cup b)A_2 \cup \varepsilon = (a \cup b)^*$

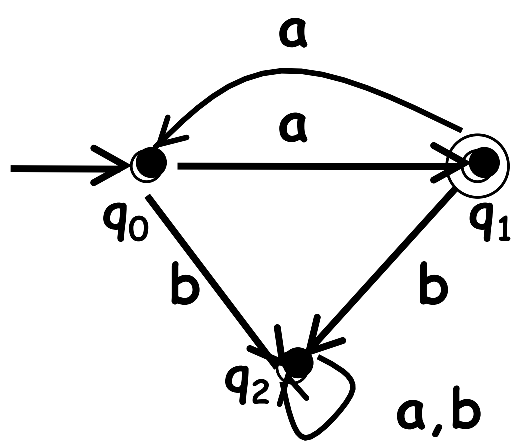
Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



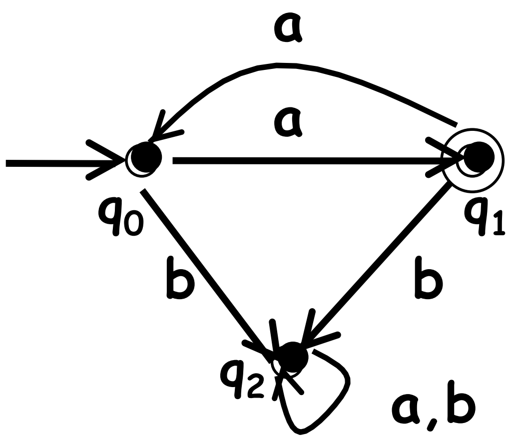
$A_0=aA_1\cup bA_2$

$A_1=aA_0\cup bA_2\cup\varepsilon$

$A_2=aA_2\cup bA_2$

Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



$A_0 = aA_1 \cup bA_2 = a(aA_0 \cup \varepsilon) = aaA_0 \cup a = (aa)^*a$

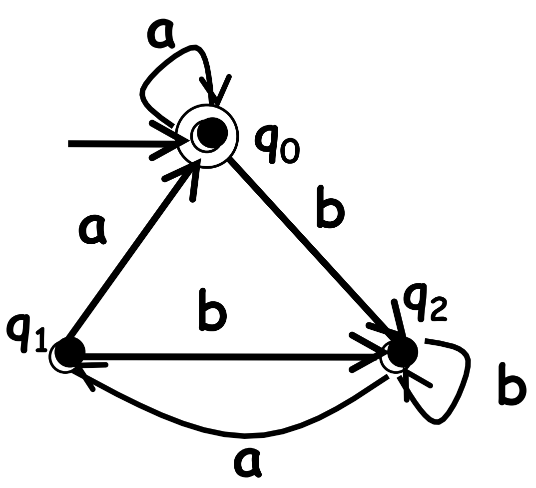
$A_1 = aA_0 \cup bA_2 \cup \varepsilon = aA_0 \cup \varepsilon$

$A_2 = aA_2 \cup bA_2 = (a \cup b)A_2 \cup \emptyset = (a \cup b)\emptyset$

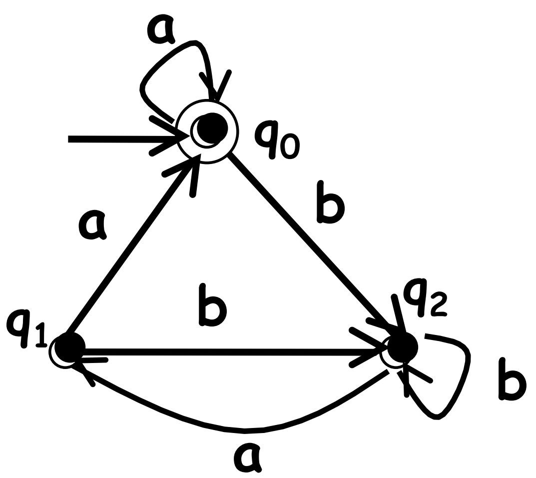
$\boxed{A \cdot \emptyset = \emptyset}$

Lenguajes regulares

Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



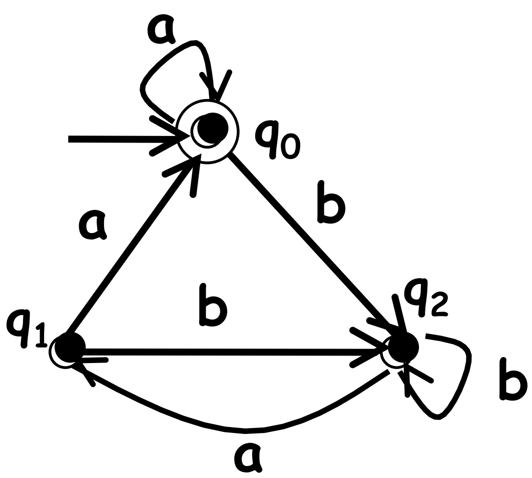
$A_0=aA_0 \cup bA_2 \cup \varepsilon = aA_0 \cup bb^*aA_1 \cup \varepsilon = aA_0 \cup b^+a((b^+a)^*aA_0) \cup \varepsilon$

$A_1=aA_0 \cup bA_2 = aA_0 \cup bb^*aA_1 = (bb^*a)^*aA_0 = (b^+a)^*aA_0$

$A_2=aA_1 \cup bA_2 = bA_2 \cup aA_1 = b^*aA_1$

Lenguajes regulares

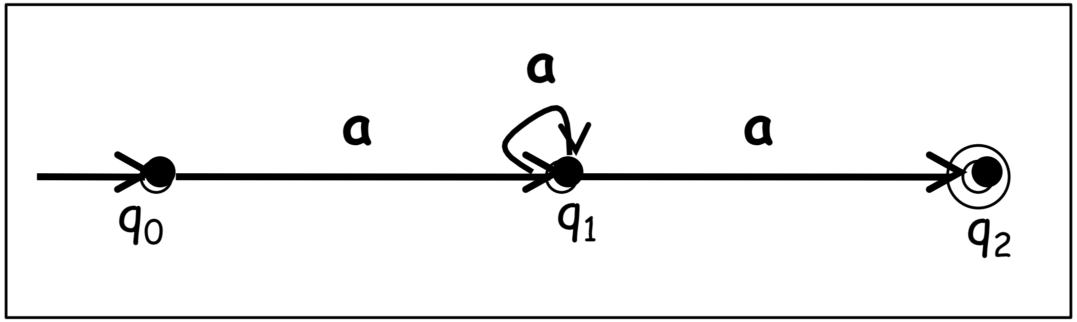
Encuentre la expresión regular asociada al siguiente autómata



$$A_0 = aA_0 \cup bA_2 \cup \varepsilon = aA_0 \cup bb^*aA_1 \cup \varepsilon = aA_0 \cup b^+a((b^+a)^*aA_0) \cup \varepsilon$$
$$= aA_0 \cup b^+a(b^+a)^*aA_0 \cup \varepsilon$$
$$= aA_0 \cup (b^+a)^+aA_0 \cup \varepsilon$$
$$= (a \cup (b^+a)^+a)A_0 \cup \varepsilon$$
$$= (a \cup (b^+a)^+a)^*$$

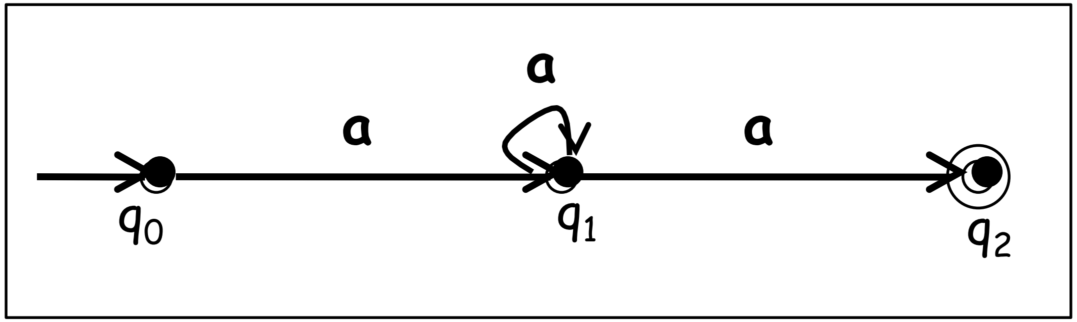
Lema del bombeo

- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



Lema del bombeo

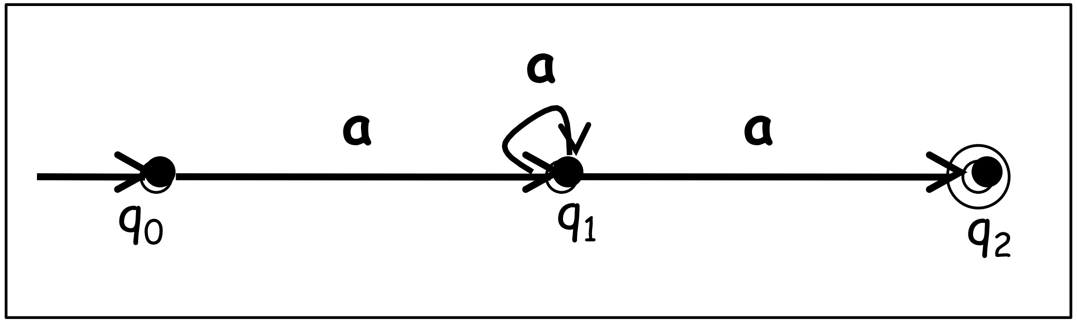
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



- Si L es infinito se pueden encontrar cadenas cuya longitud es mayor que n

Lema del bombeo

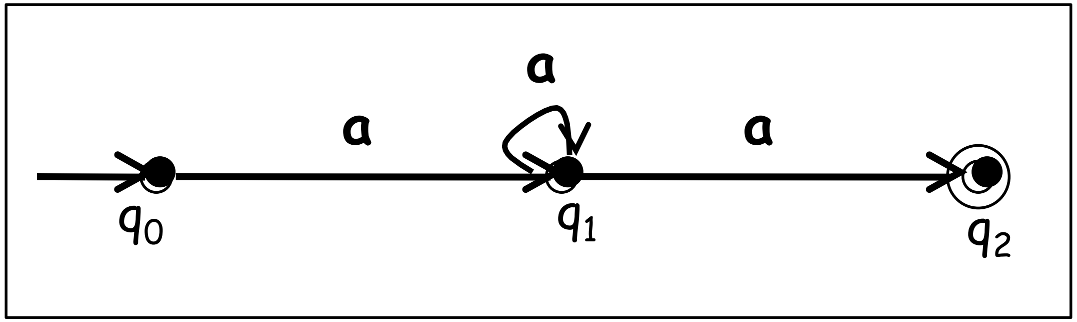
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



¿Cómo hace un autómata que tiene 3 estados para generar cadenas de longitud 100?

Lema del bombeo

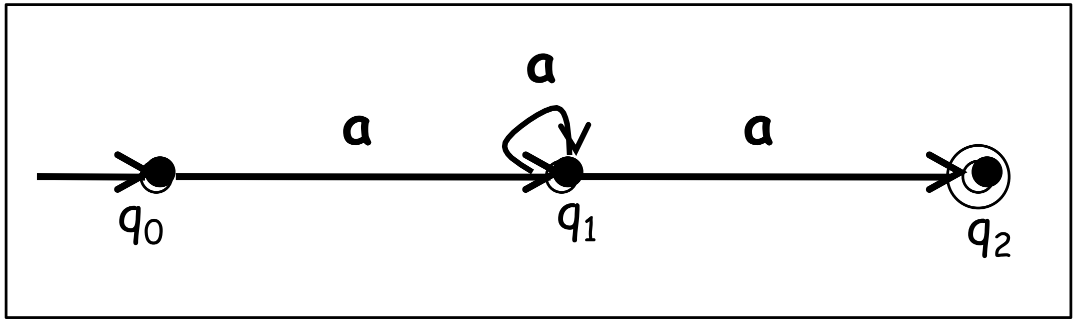
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



Si es un lenguaje regular infinito debe existir un ciclo en el autómata

Lema del bombeo

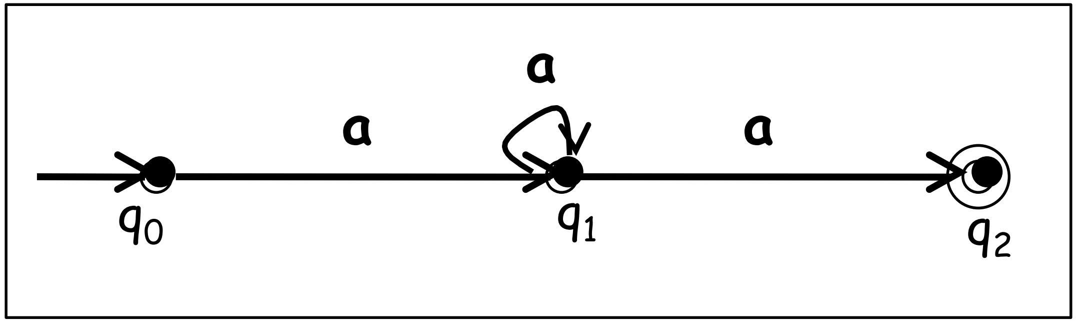
• Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



• Suponga que $w=a_1a_2...a_{n+1}$ es una cadena de longitud n+1 que pertenece a L. Al hacer el recorrido por M, se debe **pasar por un mismo estado más de una vez**, es decir, debe existir un ciclo

Lema del bombeo

- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados

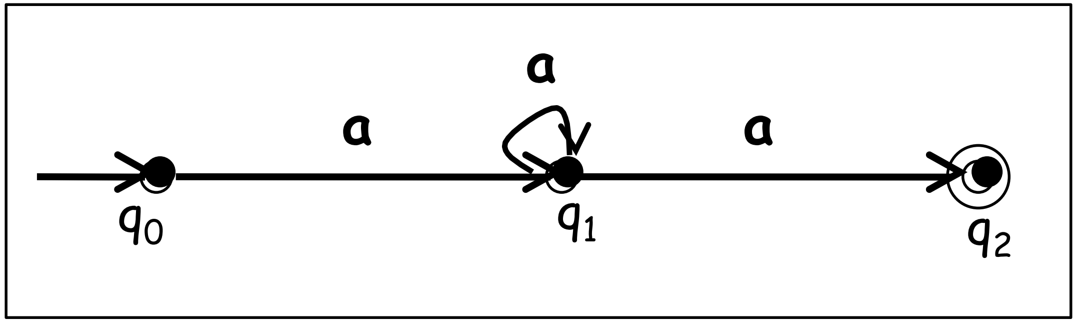


- Suponga que **w=aaa**

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

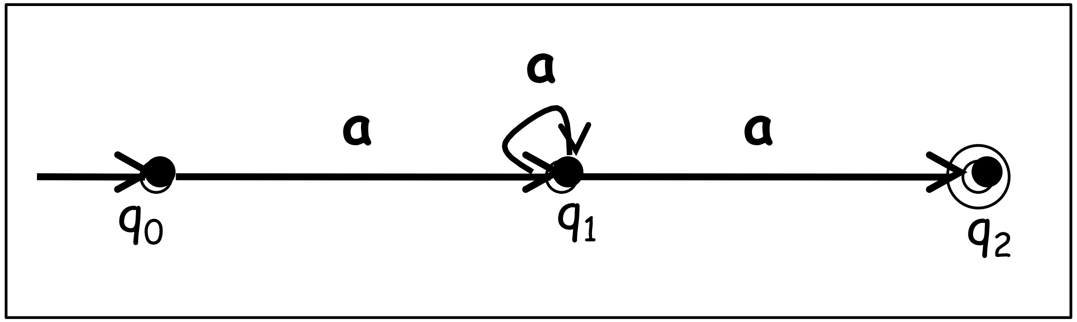
• Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



w=a(a)a

Lema del bombeo

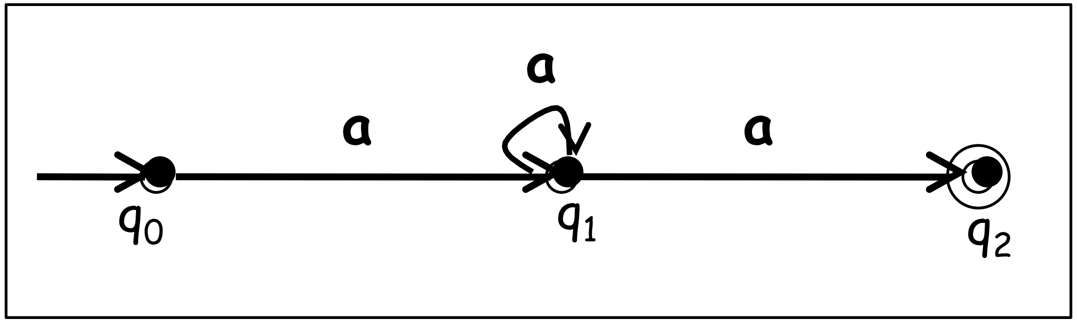
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



$w = a(a)^2a$

Lema del bombeo

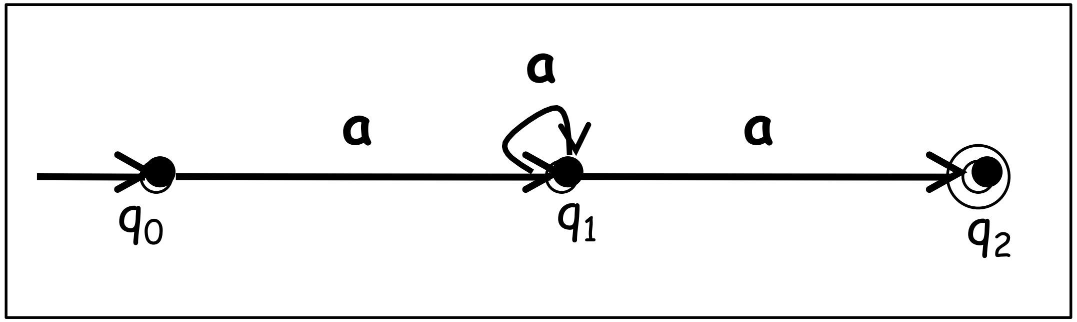
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



$w=a(a)^3a$

Lema del bombeo

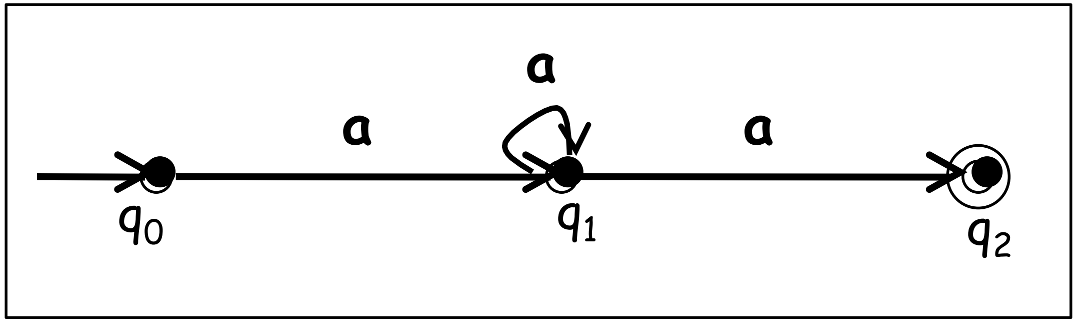
• Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



$w=a(a)^{100}a$

Lema del bombeo

- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados

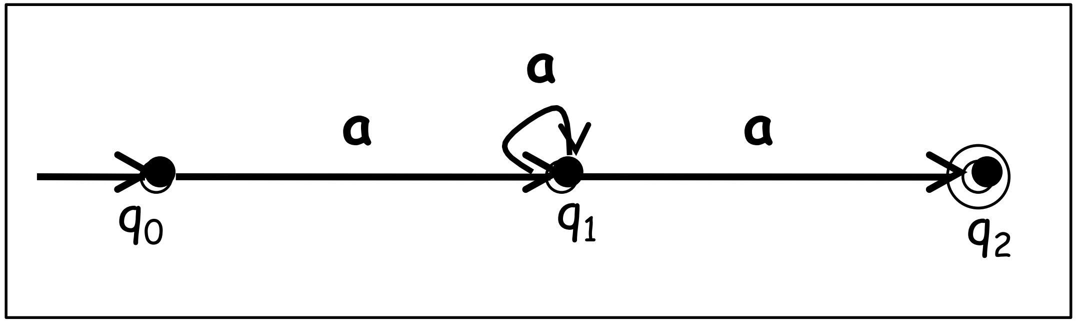


$w = a(a)^0a = a \cdot \varepsilon \cdot a = aa$

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

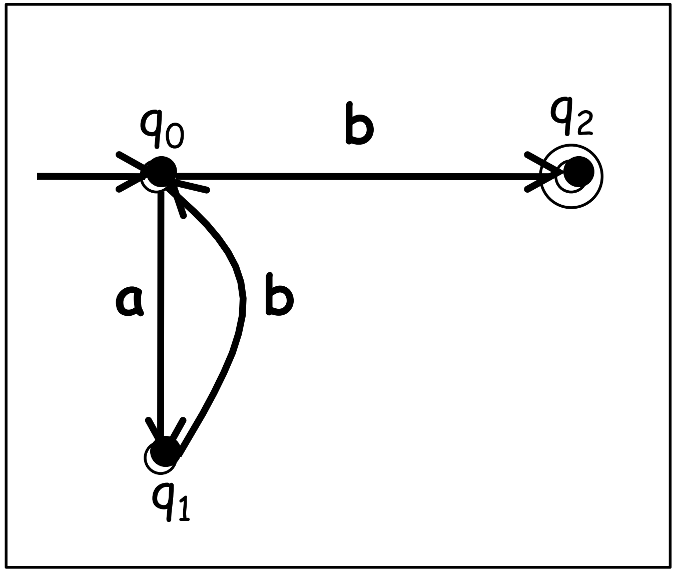
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



El lema del bombeo establece que cada palabra de longitud mayor o igual a n de un lenguaje regular debe tener una parte que se puede "bombear" 0, 1, 2 o más veces y el resultado sigue perteneciendo al lenguaje

Lema del bombeo

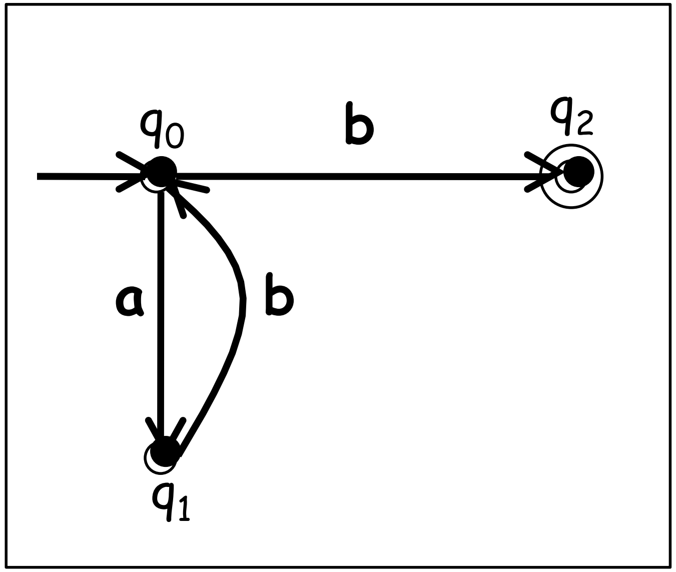
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



L={b,abb,ababb,...}

Lema del bombeo

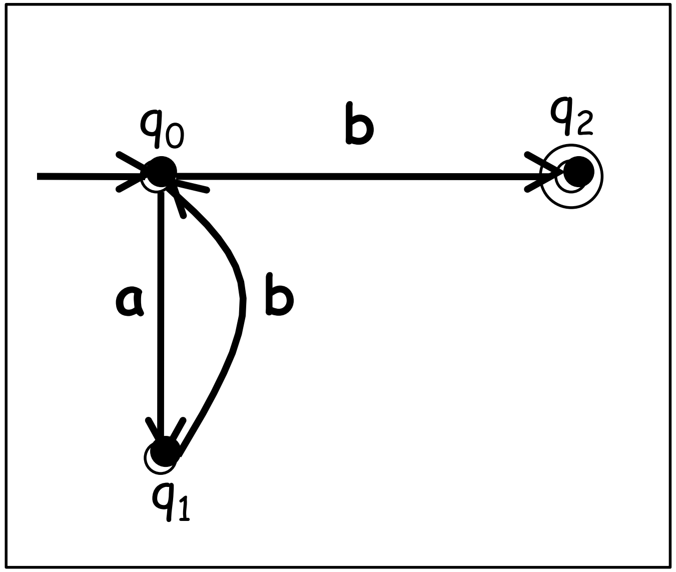
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



¿Cómo hace este autómata que tiene 3 estados para generar cadenas de longitud 100?

Lema del bombeo

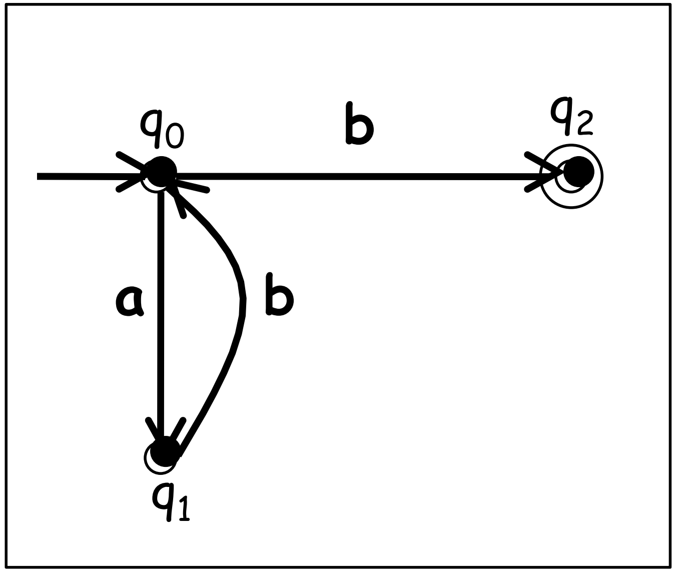
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



Si es un lenguaje regular infinito debe existir un ciclo en el autómata

Lema del bombeo

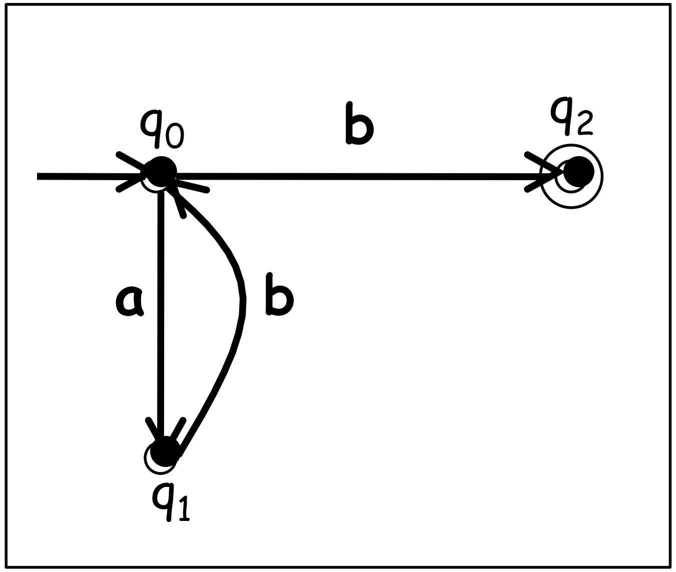
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



w=abb

Lema del bombeo

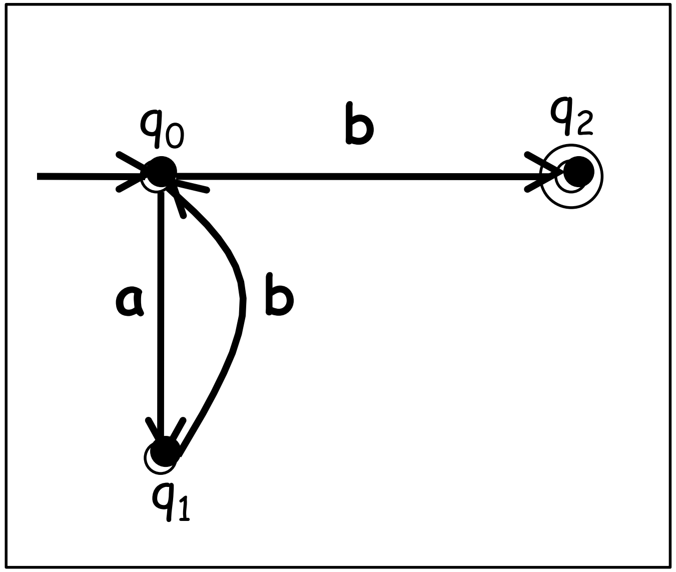
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



w=(ab)b

Lema del bombeo

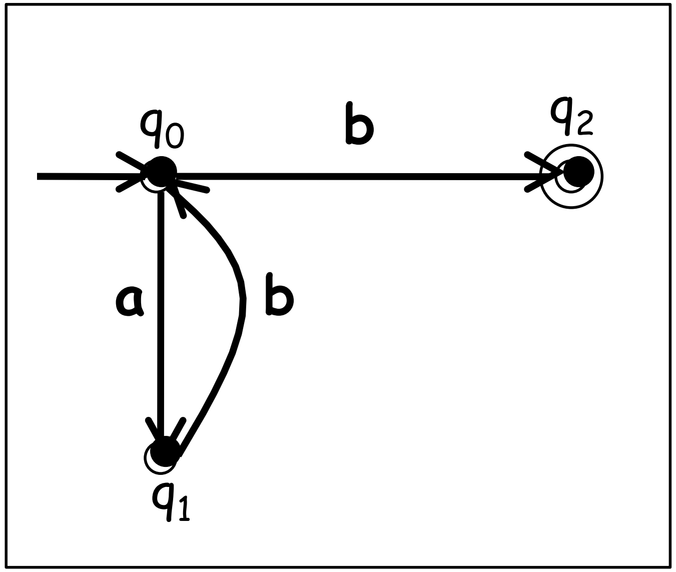
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



w=(ab)²b

Lema del bombeo

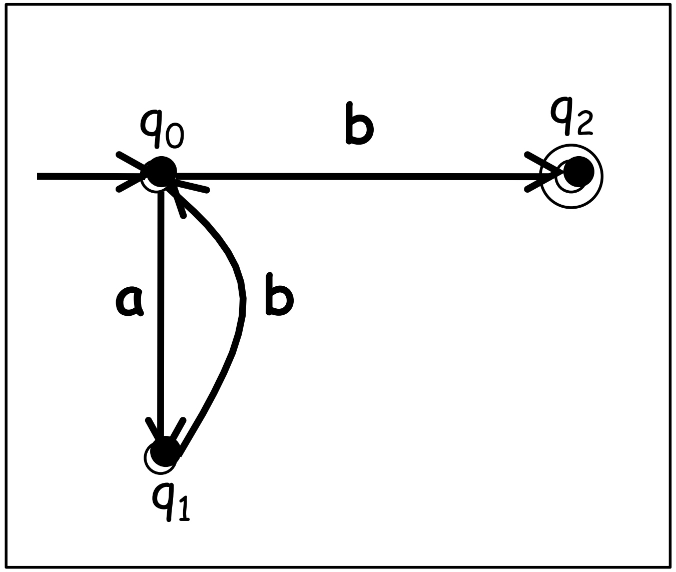
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



w=(ab)³b

Lema del bombeo

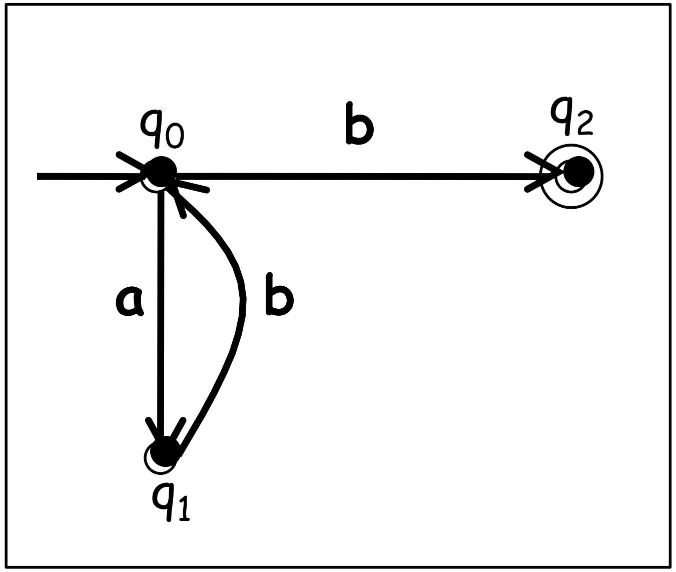
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



w=(ab)^{100}b

Lema del bombeo

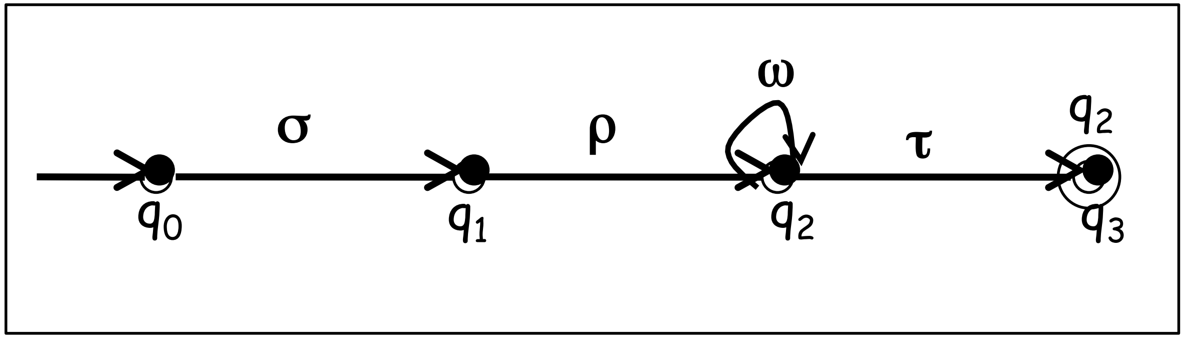
- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados



$w=(ab)^0b=\varepsilon\cdot b=b$

Lema del bombeo

- L es regular infinito
- Debe tener cadenas de longitud mayor a n, la cantidad de estados
- Ya que cada transición consume un símbolo y se tienen cadenas de longitud mayor a n, debe existir un ciclo en el autómata
- Si una cadena $\sigma\rho\omega\tau$ pertenece a L, se puede bombear una parte de la cadena y el resultado, $\sigma\rho\omega^{i}\tau$, también pertenece a L, para $i \geq 0$



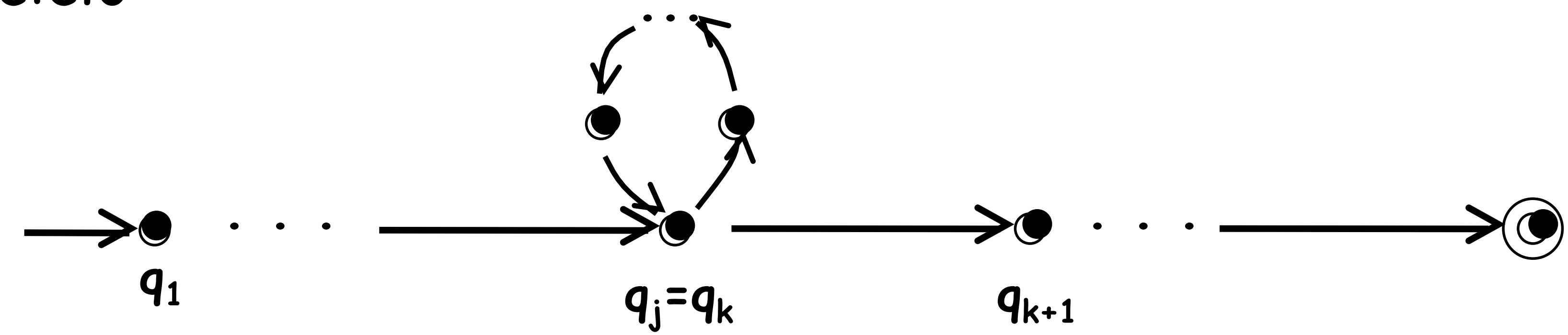
Lenguajes regulares

Lema del bombeo

- Suponga que L es regular infinito y que es aceptado por un AFD M que tiene n estados
- Si L es infinito se pueden encontrar cadenas cuya longitud es mayor que n
- Suponga que $w=a_1a_2...a_{n+1}$ es una cadena de longitud n+1 que pertenece a L. Al hacer el recorrido por M, se debe pasar por un mismo estado más de una vez, es decir, debe existir un ciclo

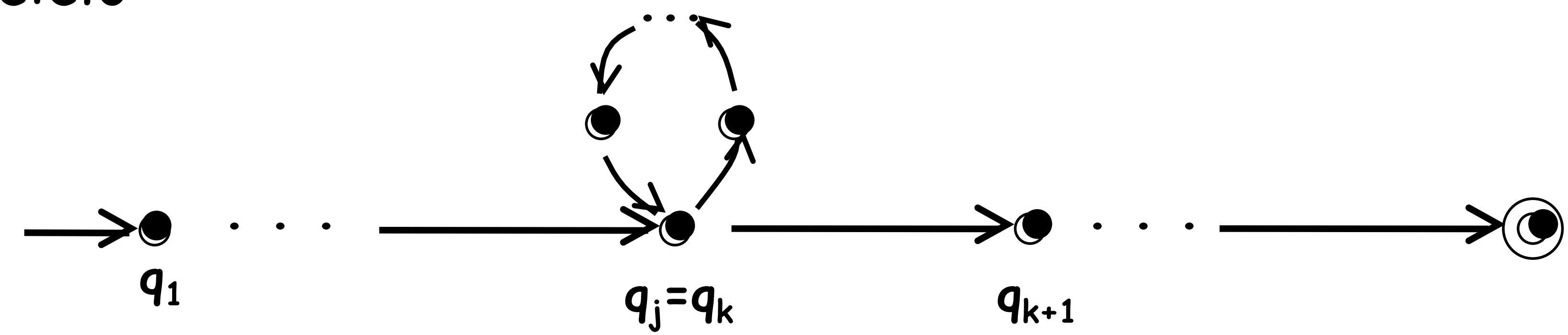
Lenguajes regulares

- Suponga que $w=a_1a_2\dots a_{n+1}$ es una cadena de longitud n+1 que pertenece a L. Al hacer el recorrido por M, se debe pasar por un mismo estado más de una vez, es decir, debe existir un ciclo



Lenguajes regulares

• Suponga que $w=a_1a_2 \ldots a_{n+1}$ es una cadena de longitud n+1 que pertenece a L. Al hacer el recorrido por M, se debe pasar por un mismo estado más de una vez, es decir, debe existir un ciclo



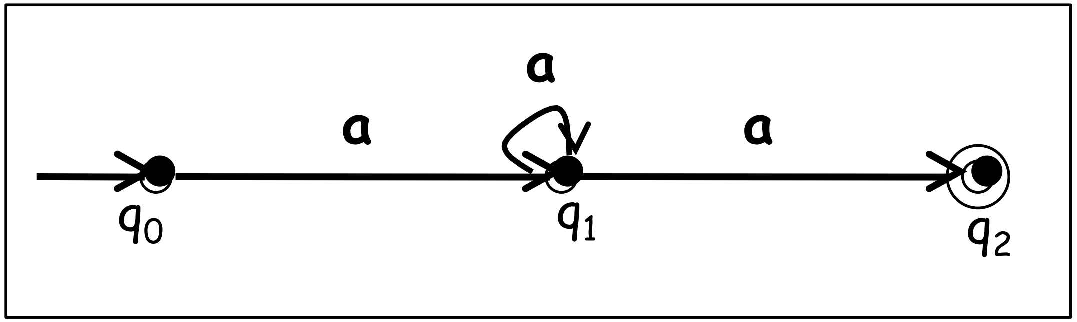
• Se puede dar vueltas en el ciclo tantas veces como se quiera, por lo tanto, $a_1 \ldots a_j(a_{j+1} \ldots a_k)^m a_{k+1} \ldots a_{n+1}$ estará en L para todo $m \geq 0$

Lema del bombeo

- Sea L un lenguaje regular infinito. Hay una constante n de forma que, si w es una cadena de L cuya longitud es mayor o igual a n, se tiene que $w=uvx$, siendo $uv^ix \in L$ para todo $i \geq 0$, con $|v| \geq 1$ y $|uv| \leq n$

Lema del bombeo

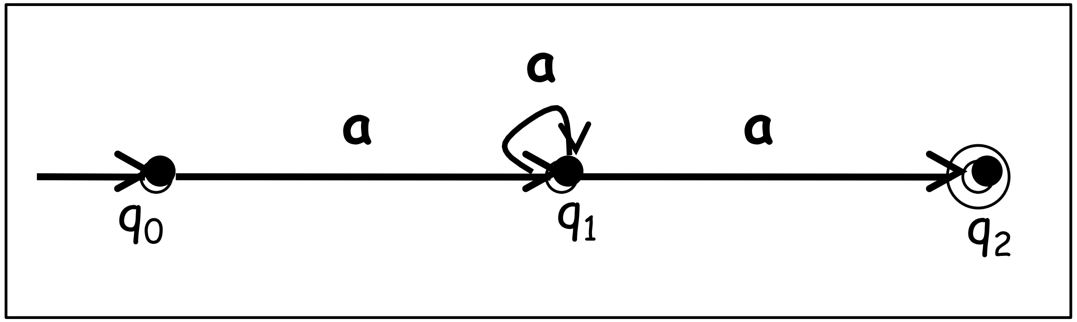
• Sea L un lenguaje regular infinito. Hay una constante n de forma que, si w es una cadena de L cuya longitud es mayor o igual a n, se tiene que $w=uvx$, siendo $uv^ix \in L$ para todo $i \geq 0$, con $|v| \geq 1$ y $|uv| \leq n$



w=aaa

Lema del bombeo

- Sea L un lenguaje regular infinito. Hay una constante n de forma que, si w es una cadena de L cuya longitud es mayor o igual a n, se tiene que w=uvx, siendo $uv^ix \in L$ para todo $i \geq 0$, con $|v| \geq 1$ y $|uv| \leq n$



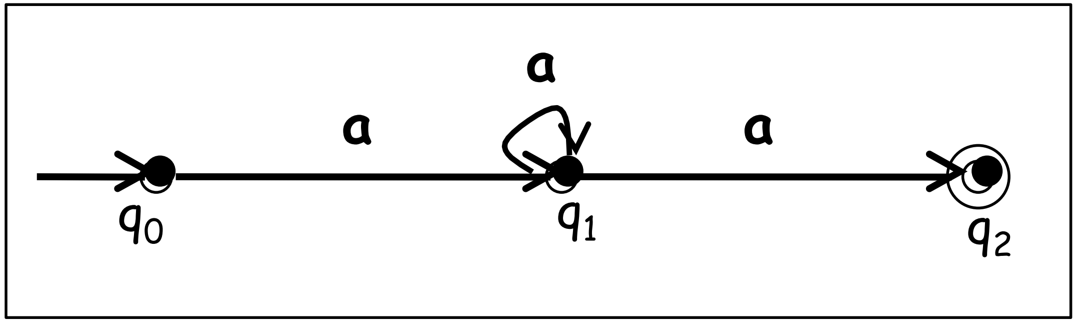
w=aaa

u v x

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

• Sea L un lenguaje regular infinito. Hay una constante n de forma que, si w es una cadena de L cuya longitud es mayor o igual a n, se tiene que w=uvx, siendo $uv^ix \in L$ para todo $i \geq 0$, con $|v| \geq 1$ y $|uv| \leq n$

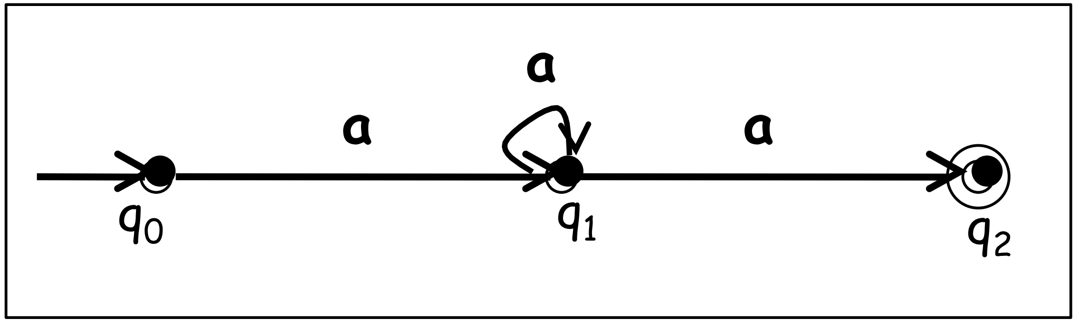


w=aaa $\Rightarrow$ **w=a(aa)a** debe pertenecer al lenguaje

u v x　　　　**u v^2 x**

Lema del bombeo

- Sea L un lenguaje regular infinito. Hay una constante n de forma que, si w es una cadena de L cuya longitud es mayor o igual a n, se tiene que w=uvx, siendo $uv^ix \in L$ para todo $i \geq 0$, con $|v| \geq 1$ y $|uv| \leq n$

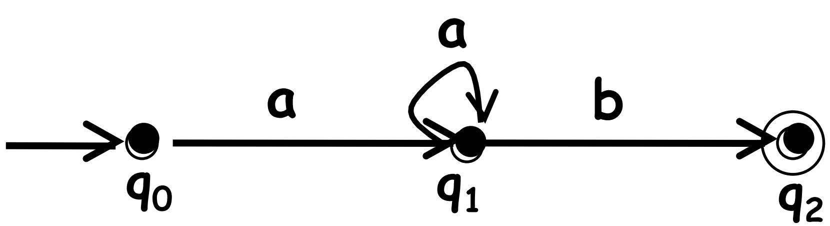


w=aaa $\Rightarrow$ **w=a ε a** debe pertenecer al lenguaje

u v x   **u v^0 x**

Lema del bombeo

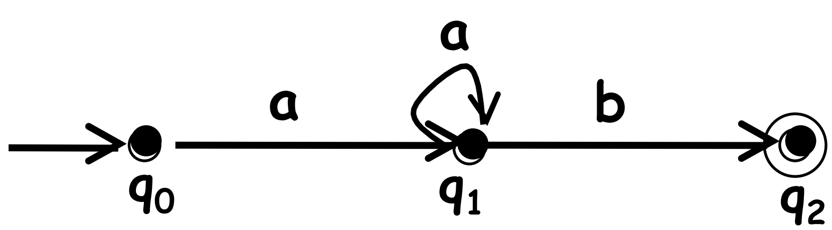
- Considere el lenguaje regular representado por a^+b y el autómata



w=**aab** es una cadena de L

Lema del bombeo

• Considere el lenguaje regular representado por a^+b y el autómata

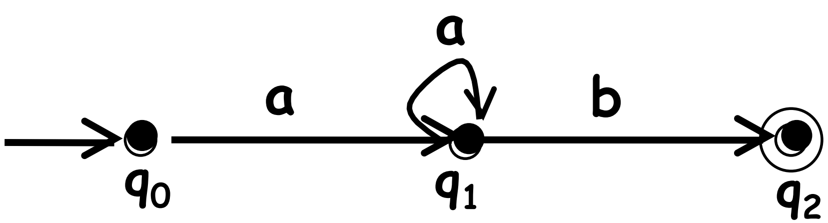


w=a a b es una cadena de L

u v x

Lema del bombeo

- Considere el lenguaje regular representado por $a^{+}b$ y el autómata



w=a a b es una cadena de L

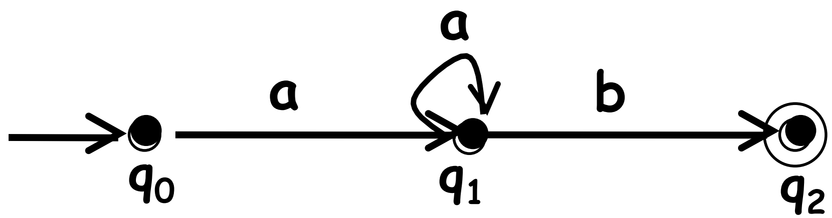
u v x

w=a a^2 b también es una cadena de L

u v^2 x

Lema del bombeo

- Considere el lenguaje regular representado por a^+b y el autómata



w=a a b es una cadena de L

u v x

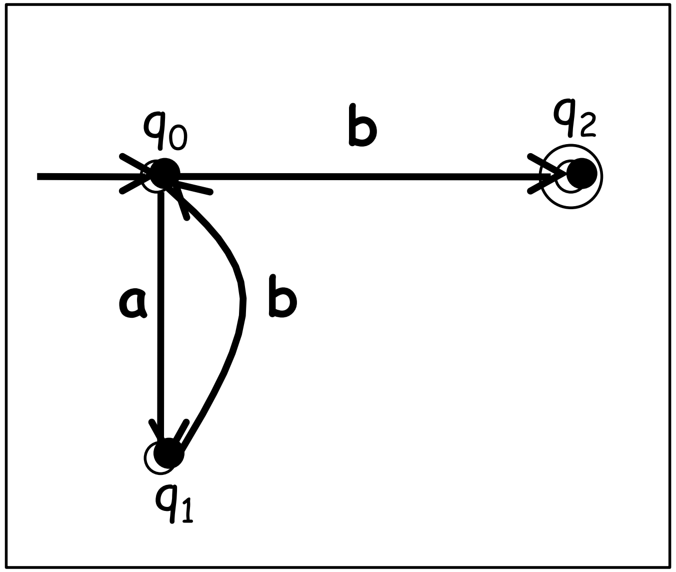
w=a ε **b** también es una cadena de L

u $\mathbf{v}^0$ **x**

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

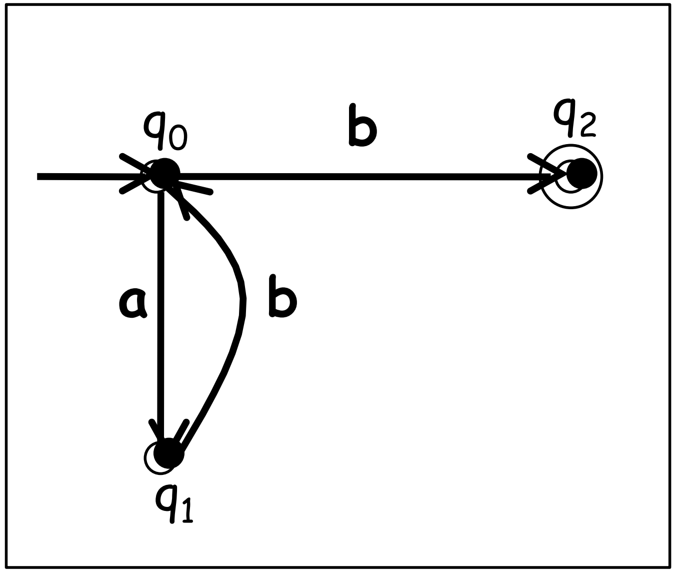
w=a b b es una cadena de L



Lema del bombeo

w=ε **a** **b** **b** es una cadena de L

u **v** **x**

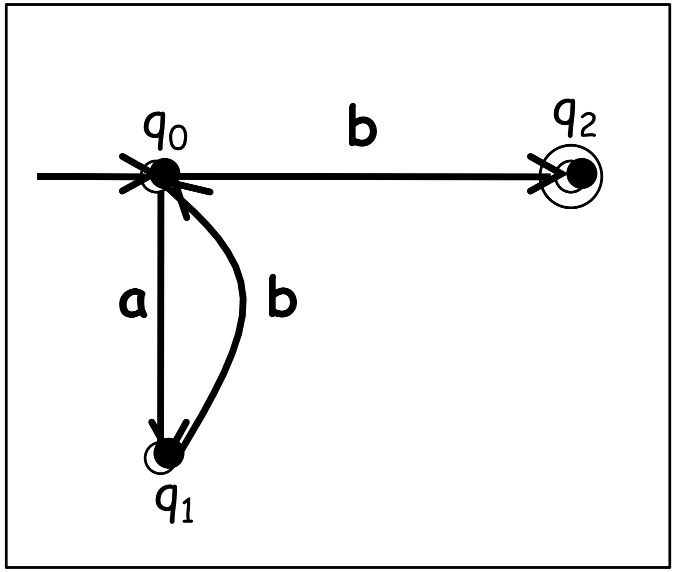


Lenguajes regulares

Lema del bombeo

$w=\underset{u}{\varepsilon}\ \underset{v}{\underline{a\ b}}\ \underset{x}{b}$ es una cadena de L

$w=\underset{u}{\varepsilon}\ \underset{v^2}{\underline{(ab)^2}}\ \underset{x}{b}$ pertenece a L

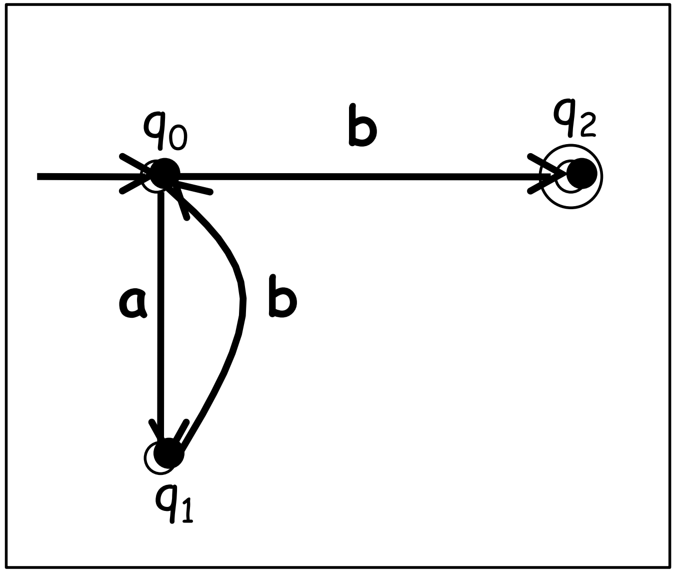


Lema del bombeo

$w = \underbrace{\varepsilon}_{u}\ \underbrace{a\,b}_{v}\ \underbrace{b}_{x}$ es una cadena de L

$w = \underbrace{\varepsilon}_{u}\ \underbrace{(ab)^2}_{v^2}\ \underbrace{b}_{x}$ pertenece a L

$w = \underbrace{\varepsilon}_{u}\ \underbrace{\varepsilon}_{v^0}\ \underbrace{b}_{x}$ pertenece a L



Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{aa^{m}a \mid m \geq 0\}}$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{aa^ma \mid m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=aa^na$$

- Expresar w de la forma **$w=uvx$** de tal forma que **uv^ix** también pertenezca al lenguaje. v es la parte que se puede bombear

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{aa^ma \mid m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underbrace{a}_{\mathbf{u}}\underbrace{a^1}_{\mathbf{v}}\underbrace{a^{n-1}a}_{\mathbf{x}}$$

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{aa^m a \mid m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underbrace{a}_{u}\underbrace{a^1}_{v}\underbrace{a^{n-1}a}_{x} \Rightarrow w=\underbrace{a}_{u}\,\underbrace{\varepsilon}_{v^0}\,\underbrace{a^{n-1}a}_{x}$$

$$\Rightarrow w=\underbrace{a}_{u}\underbrace{a^2}_{v^2}\underbrace{a^{n-1}a}_{x}$$

$$\Rightarrow w=uv^ix \in L \text{ para } i \geq 0$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **L={aa^{m}a| m≥0}**

• Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=aa^{n-1}a$$

• Expresar w de la forma **w=uvx** de tal forma que **uv^{i}x** también pertenezca al lenguaje. v es la parte que se puede bombear

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{aa^{m}a \mid m\geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{\mathbf{u}}{a}\,\underset{\mathbf{v}}{a^{n-1}}\,\underset{\mathbf{x}}{a}$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **L={aa^{m}a| m≥0}**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{\mathbf{u}}{a}\overbrace{\underset{\mathbf{v}}{\underline{aaa\ldots aaa}}}^{\mathbf{n-1}}\underset{\mathbf{x}}{a}$$

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{aa^ma \mid m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{\mathbf{u}}{a}\,\underset{\mathbf{v}}{a^{n-1}}\,\underset{\mathbf{x}}{a}$$

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{aa^ma \mid m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w = \underbrace{a}_{u}\,\underbrace{a^{n-1}}_{v}\,\underbrace{a}_{x} \;\Rightarrow\; w = \underbrace{a}_{u}\,\underbrace{\varepsilon}_{v^0}\,\underbrace{a}_{x}$$

$$\Rightarrow\; w = \underbrace{a}_{u}\,\underbrace{a^{2n-2}}_{v^2}\,\underbrace{a}_{x}$$

$$\Rightarrow\; w = uv^ix \in L \text{ para } i \geq 0$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{(ab)^m b \mid m \geq 0\}}$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{(ab)^m b \mid m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=(ab)^n b$$

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{(ab)^m b \mid m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underbrace{\varepsilon}_{u}\underbrace{(ab)^1}_{v}\underline{\underbrace{(ab)^{n-1}b}_{x}}$$

$$\Rightarrow \quad w=\underbrace{\varepsilon}_{u}\;\underbrace{\varepsilon}_{v^0}\;\underbrace{(ab)^{n-1}b}_{x}$$

$$\Rightarrow \quad w=\underbrace{\varepsilon}_{u}\underbrace{(ab)^2}_{v^2}\underbrace{(ab)^{n-1}b}_{x}$$

$$\Rightarrow \quad w=uv^i x \in L \text{ para } i \geq 0$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{(ab)^m b \mid m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{\substack{\uparrow\\ u}}{(ab)^1}\,\underset{\substack{\uparrow\\ v}}{(ab)^1}\,\underset{\substack{\uparrow\\ x}}{\underline{(ab)^{n-2}b}}$$

$$\Rightarrow\quad w=\underset{\substack{\uparrow\\ u}}{(ab)^1}\ \underset{\substack{\uparrow\\ v^0}}{\varepsilon}\ \underset{\substack{\uparrow\\ x}}{\underline{(ab)^{n-2}b}}$$

$$\Rightarrow\quad w=\underset{\substack{\uparrow\\ u}}{(ab)^1}\,\underset{\substack{\uparrow\\ v^2}}{(ab)^2}\,\underset{\substack{\uparrow\\ x}}{(ab)^{n-2}b}$$

$$\Rightarrow\quad w=uv^ix \in L \text{ para } i \geq 0$$

Lema del bombeo

- El lema del bombeo es una propiedad que debe estar presente en todo lenguaje regular. Si un lenguaje no cumple el lema, no es regular

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^m b^m \mid m \geq 0\}}$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{a^mb^m|\ m\geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=a^nb^n$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $L=\{a^m b^m \mid m \geq 0\}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w = \underset{\mathbf{u}}{\varepsilon}\ \underset{\mathbf{v}}{a^n}\ \underset{\mathbf{x}}{b^n}$$

y se tiene que

$$w = \underset{\mathbf{u}}{\varepsilon}\ \underset{\mathbf{v}^2}{a^{2n}}\ \underset{\mathbf{x}}{b^n} \text{ no es una cadena de } L$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **L=$\{a^m b^m \mid m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=a^n b^n$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^m b^m | \ m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w = \underset{\mathbf{u}}{a^r}\,\underset{\mathbf{v}}{a^s}\,\underset{\mathbf{x}}{b^n} \qquad \text{donde } r+s=n$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^m b^m \mid m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{\mathbf{u}}{a^r}\,\underset{\mathbf{v}}{a^s}\,\underset{\mathbf{x}}{b^n} \qquad \text{donde } r+s=n$$

y se tiene que

$$w=\underset{\mathbf{u}}{a^r}\,\underset{\mathbf{v^2}}{a^{2s}}\,\underset{\mathbf{x}}{b^n} \text{ no es una cadena de L}$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $L=\{a^m b^{2m} \mid m \geq 0\}$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{a^m b^{2m} \mid m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=a^n b^{2n}$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^m b^{2m} \mid m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w = \underset{\mathbf{u}}{\underset{\uparrow}{\varepsilon}}\ \underset{\mathbf{v}}{\underset{\uparrow}{a^n}}\ \underset{\mathbf{x}}{\underset{\uparrow}{b^{2n}}}$$

y se tiene que

$$w = \underset{\mathbf{u}}{\underset{\uparrow}{\varepsilon}}\ \underset{\mathbf{v^2}}{\underset{\uparrow}{a^{2n}}}\ \underset{\mathbf{x}}{\underset{\uparrow}{b^{2n}}} \text{ no es una cadena de L}$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^m b^{2m} \mid m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{u}}}{a^r}\;\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{v}}}{a^s}\;\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{x}}}{b^{2n}} \quad \text{donde } r+s=n$$

y se tiene que

$$w=\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{u}}}{a^r}\;\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{v^2}}}{a^{2s}}\;\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{x}}}{b^{2n}} \text{ no es una cadena de L}$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^nbc^m \mid n,m\geq 0\}}$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^n b c^m \mid n,m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=a^n bc^m$$

Lenguajes regulares

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{a^n b c^m \mid n, m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{u}{\varepsilon}\;\underset{v}{a^n}\;\underset{x}{bc^m} \Rightarrow w=\underset{u}{\varepsilon}\;\underset{v^0}{\varepsilon}\;\underset{x}{bc^m}$$

$$\Rightarrow w=\underset{u}{\varepsilon}\;\underset{v^2}{a^{2n}}\;\underset{x}{bc^m}$$

$$\Rightarrow w=uv^ix \in L \text{ para } i \geq 0$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{a^n b c^m | n,m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=a^n\,bc^m$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje $\mathbf{L=\{a^n bc^m | n,m \geq 0\}}$

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underbrace{a^{n-1}}_{\mathbf{u}}\ \underbrace{a^{1}}_{\mathbf{v}}\ \underbrace{bc^{m}}_{\mathbf{x}}$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{a^n b c^m \mid n, m \geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underbrace{a^{n-1}}_{u}\,\underbrace{a^{1}}_{v}\,\underbrace{bc^{m}}_{x} \Rightarrow w=\underbrace{a^{n-1}}_{u}\,\underbrace{\varepsilon}_{v^{0}}\,\underbrace{bc^{m}}_{x}$$

$$\Rightarrow w=\underbrace{a^{n-1}}_{u}\,\underbrace{a^{2}}_{v^{2}}\,\underbrace{bc^{m}}_{x}$$

$$\Rightarrow w=uv^{i}x \in L \text{ para } i \geq 0$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{abcd^m | m \geq 0\}$**

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **$L=\{abcd^m \mid m\geq 0\}$**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underline{abc}\,d^1\,d^{n-1}$$

u v x

$$\Rightarrow \quad w=abc\ \varepsilon\ d^{n-1}$$

u v^0 x

$$\Rightarrow \quad w=abcd^2d^{n-1}$$

u v^2 x

$$\Rightarrow \quad w=uv^ix \in L \text{ para } i\geq 0$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **L={w| w∈{a,b}* y w es palíndroma}**

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **L={w| w∈{a,b}* y w es palíndroma}**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=a^n b a^n$$

Lema del bombeo

Analice el lenguaje **L={w| w∈{a,b}* y w es palíndroma}**

- Se toma una cadena w de longitud mayor o igual a n, donde n se conoce como la constante del lema

$$w=\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{u}}}{a^r}\,\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{v}}}{a^s}\,\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{x}}}{ba^n} \qquad \text{donde } r+s=n$$

y se tiene que

$$w=\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{u}}}{a^r}\,\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{v^2}}}{a^{2s}}\,\underset{\substack{\uparrow\\ \mathbf{x}}}{ba^n} \text{ no es una cadena de L}$$

Lenguajes regulares

Tipo	Lenguajes	Tipo de máquina	Normas para la gramática
0	Recursivamente enumerables	Máquina de Turing	No restringida
1	Sensibles al contexto	Autómata lineal acotado	$\alpha \rightarrow \beta,\ \lvert\alpha\rvert \leq \lvert\beta\rvert$
2	Independientes del contexto	Autómata de pila	$A \rightarrow \gamma$
3	Regulares	Autómata finito	$A \rightarrow aB$ $A \rightarrow a$

Lenguajes regulares

Tipo	**Lenguajes**	**Tipo de máquina**	**Normas para la gramática**
0	Recursivamente enumerables	Máquina de Turing	No restringida
1	Sensibles al contexto	Autómata lineal acotado	$\alpha \rightarrow \beta$, $\lvert\alpha\rvert \le \lvert\beta\rvert$
2	Independientes del contexto	Autómata de pila	$A \rightarrow \gamma$
3	Regulares	Autómata finito	$A \rightarrow aB$ $A \rightarrow a$

Gramática regular

Lenguajes regulares

Gramáticas

$S \rightarrow aA \mid bB$

$A \rightarrow aA \mid a$

$B \rightarrow bB \mid b$

- S, A y B son símbolos no terminales, e indican que deben ser sustituidos según las producciones
- a y b son símbolos terminales que pertenecen a un alfabeto Σ

Lenguajes regulares

Gramáticas

Las gramáticas generan cadenas

$S \rightarrow aA \mid bB$

$A \rightarrow aA \mid a$

$B \rightarrow bB \mid b$

Lenguajes regulares

Gramáticas

$S \rightarrow aA \mid bB$

$A \rightarrow aA \mid a$

$B \rightarrow bB \mid b$

Las gramáticas generan cadenas
$S \rightarrow aA \rightarrow aaA \rightarrow aaa$

La cadena **aaa** es generada por la gramática

Lenguajes regulares

Gramáticas

$S \rightarrow aA \mid bB$

$A \rightarrow aA \mid a$

$B \rightarrow bB \mid b$

$S \rightarrow aA \rightarrow \mathbf{aa}$

$S \rightarrow aA \rightarrow aaA \rightarrow aaaA \rightarrow \mathbf{aaaa}$

$S \rightarrow bB \rightarrow \mathbf{bb}$

Gramáticas

$S \rightarrow aA \mid bB$

$A \rightarrow aA \mid a$

$B \rightarrow bB \mid b$

¿La cadena **ab** se puede generar por la gramática?

Lenguajes regulares

Gramáticas

$S \rightarrow aAb \mid bBa$

$A \rightarrow aAb \mid \varepsilon$

$B \rightarrow bBa \mid \varepsilon$

Indique cuáles de las siguientes cadenas se pueden generar por la gramática:

- ab
- aabb
- bbaa
- abb
- bbba

Lenguajes regulares

Gramáticas

$S \rightarrow abS \mid \varepsilon$

Indique cuáles de las siguientes cadenas se pueden generar por la gramática:

- ε
- abab
- aaab
- abb

Lenguajes regulares

Gramáticas

$S \to aE$

$E \to A|B$

$A \to aA|b$

$B \to aB|b$

La cadena **aaab** se puede generar así:
$S \to aE \to aA \to aaA \to aaaA \to aaab$

Se utiliza la notación $S \xrightarrow{*} w$ para indicar que la cadena w se **puede generar** a partir de S en 0 o más etapas

Gramáticas regulares

- Considere el lenguaje regular $a(a^* \cup b^*)b$. Una forma de expresar las cadenas aceptadas por el lenguaje, es por medio de las producciones

Lenguajes regulares

Gramáticas regulares

• Considere el lenguaje regular $a(a^*\cup b^*)b$. Una forma de expresar las cadenas aceptadas por el lenguaje, es por medio de las producciones

$S \rightarrow aE$

$E \rightarrow A|B$

$A \rightarrow aA|b$

$B \rightarrow bB|b$

Lenguajes regulares

Una **gramática regular** se define como un conjunto de 4 elementos, $G=(\Sigma,N,S,P)$ donde:

- Σ es el alfabeto
- N son los símbolos no terminales
- S es el símbolo inicial
- P es la colección de reglas de sustitución o producciones

$$S \rightarrow aE$$

$$E \rightarrow A|B$$

$$A \rightarrow aA|b$$

$$B \rightarrow bB|b$$

Lenguajes regulares

Una **gramática regular** se define como un conjunto de 4 elementos, $G=(\Sigma,N,S,P)$ donde:

- Σ es el alfabeto
- N son los símbolos no terminales
- S es el símbolo inicial
- P es la colección de reglas de sustitución o producciones de la forma $A \rightarrow w$, donde $A \in N$ y $w \in (\Sigma \cup N)^*$ que satisface:

1. w contiene un no terminal como máximo

2. Si w contiene un no terminal, entonces es el símbolo
que está en el extremo derecho de w

Lenguajes regulares

Las siguientes gramáticas no son regulares:

$S \rightarrow AB$

$A \rightarrow aA|a$

$B \rightarrow bB|b$

$S \rightarrow aAb$

$A \rightarrow cA|c$

$aSb \rightarrow aA$

$bAa \rightarrow b|c$

Lenguajes regulares

Considere la siguiente gramática regular:

- Σ={a,b}
- N={S,A}
- S es el símbolo inicial
- P: **S→bA**

  A→aaA|b

Lenguajes regulares

Considere la siguiente gramática regular:

- Σ={a,b}
- N={S,A}
- S es el símbolo inicial
- P: **S→bA**

  A→aaA|b

bb,baab,baaaab, baaaaaab,…

Lenguajes regulares

Considere la siguiente gramática regular:

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S,A\}$
- S es el símbolo inicial
- P: **S→bA**

  A→aaA|b

El lenguaje aceptado por la gramática, L(G), contiene las cadenas de la forma b(aa)*b

Lenguajes regulares

Indique la expresión regular asociada a la siguiente gramática:

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S\}$
- S es el símbolo inicial
- P: **S→aS|b**

Lenguajes regulares

Indique la expresión regular asociada a la siguiente gramática:

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S\}$
- S es el símbolo inicial
- P: **S→aS|b**

El lenguaje aceptado por la gramática, L(G), contiene las cadenas de la forma a*b

Lenguajes regulares

Indique la expresión regular asociada a la siguiente gramática:

- Σ={a,b}
- N={S,B}
- S es el símbolo inicial
- P: **$S \rightarrow aS|B$**

  $B \rightarrow bB|\varepsilon$

Lenguajes regulares

Indique la expresión regular asociada a la siguiente gramática:

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S,B\}$
- S es el símbolo inicial
- P: **S→aS|B**

  B→bB|ε

El lenguaje aceptado por la gramática, L(G), contiene las cadenas de la forma a*b*

Lenguajes regulares

Indique la expresión regular asociada a la siguiente gramática:

- Σ={a,b}
- N={S,A}
- S es el símbolo inicial
- P: **S→abS|A**

  A→a|b

Lenguajes regulares

Indique la expresión regular asociada a la siguiente gramática:

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S,A\}$
- *S* es el símbolo inicial
- P: **S→abS|A**

  A→a|b

El lenguaje aceptado por la gramática, L(G), contiene las cadenas de la forma $(ab)^*(a\cup b)$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca $(ab)^+$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca $(ab)^+$

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S\}$
- S es el símbolo inicial
- P: **S→abS|ab**

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por $(a \cup b)a^*(a \cup b)$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por $(a \cup b)a^*(a \cup b)$

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S,A,B\}$
- S es el símbolo inicial
- P: **S→aA|bA**

  A→aA|a|b

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por $(a \cup b)^*a(a \cup b)^*$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por $(a \cup b)^* a (a \cup b)^*$

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S,A,B\}$
- S es el símbolo inicial
- P: **$S \rightarrow aS|bS|aA$**

  $A \rightarrow aA|bA|\varepsilon$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por $(ab)^{+}(a \cup b)^{*}$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por $(ab)^{+}(a \cup b)^{*}$

- $\Sigma=\{a,b\}$
- $N=\{S,A\}$
- S es el símbolo inicial
- P: $\mathbf{S \rightarrow abS \mid abA}$

  $\mathbf{A \rightarrow aA \mid bA \mid \varepsilon}$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por $a^*b^*c^*$

Lenguajes regulares

Diseñe una gramática regular que reconozca el lenguaje dado por a*b*c*

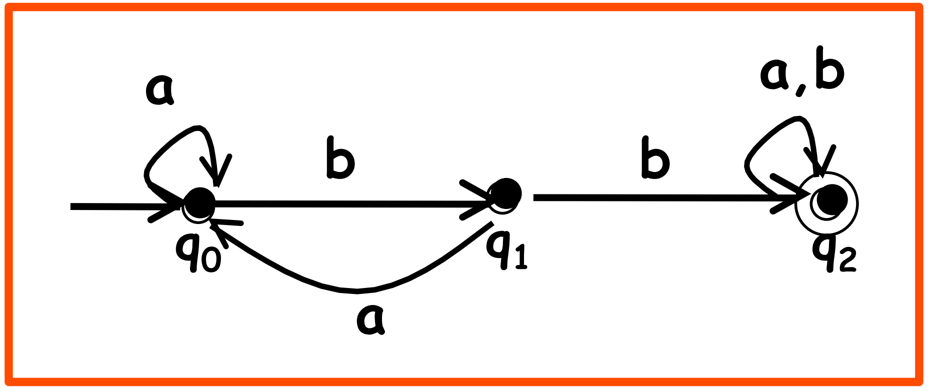
- Σ={a,b,c}
- N={S,B,C}
- S es el símbolo inicial
- P: **S→aS|bB|cC|**ε

  B→bB|cC|ε

  C→cC|ε

Lenguajes regulares

Teorema. Dado un autómata M, existe una gramática G tal que L(M)=L(G)



Autómata M

$S \to aS \mid bA$

$A \to aS \mid bB$

$B \to aB \mid bB \mid \varepsilon$

Gramática G

Lenguajes regulares

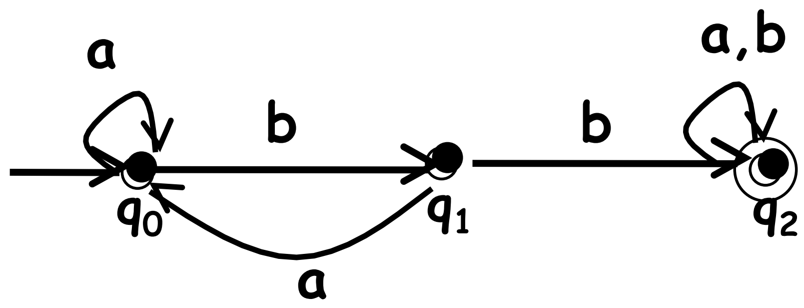
Teorema. Dado un autómata M, existe una gramática G tal que L(M)=L(G)

Las producciones se obtienen tomando a los estados del autómata como no terminales y los símbolos del alfabeto como terminales

Lenguajes regulares

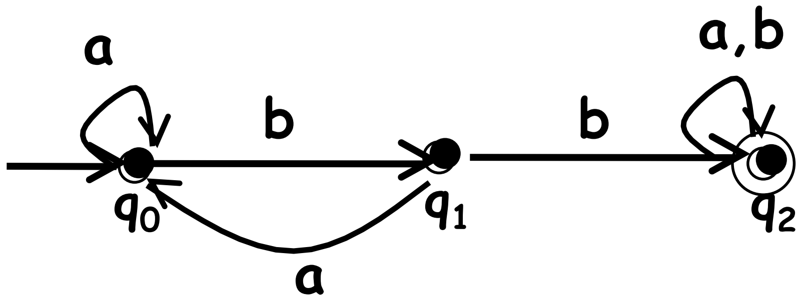
Teorema. Dado un autómata M, existe una gramática G tal que L(M)=L(G)

Las producciones se obtienen tomando a los estados del autómata como no terminales y los símbolos del alfabeto como terminales

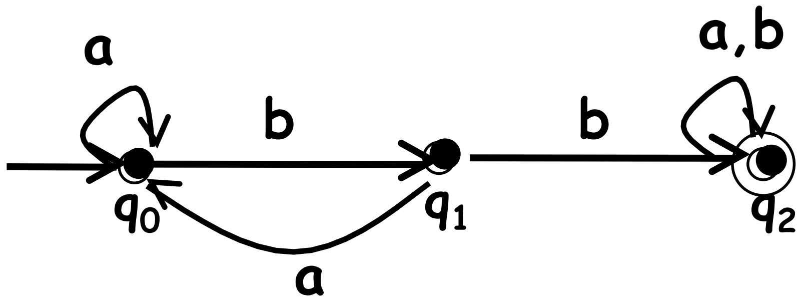


Lenguajes regulares

Teorema. Dado un autómata M, existe una gramática G tal que L(M)=L(G)



Teorema. Dado un autómata M, existe una gramática G tal que L(M)=L(G)

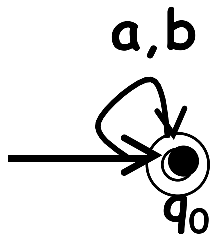


El autómata M induce la gramática regular:

$q_0 \rightarrow aq_0 \mid bq_1$	$S \rightarrow aS \mid bA$
$q_1 \rightarrow aq_0 \mid bq_2$	$A \rightarrow aS \mid bB$
$q_2 \rightarrow aq_2 \mid bq_2 \mid \varepsilon$	$B \rightarrow aB \mid bB \mid \varepsilon$

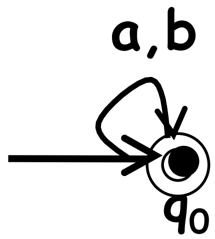
Lenguajes regulares

- Autómata que reconoce (a∪b)*



Lenguajes regulares

- Autómata que reconoce $(a \cup b)^*$

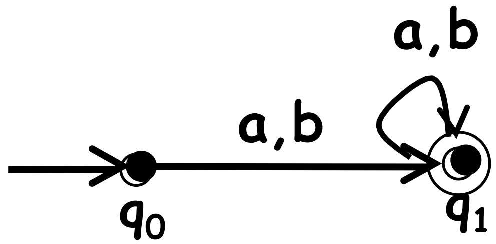


- El autómata M induce la gramática regular:

$$q_0 \rightarrow aq_0 | bq_0 | \varepsilon \quad \Rightarrow \quad S \rightarrow aS | bS | \varepsilon$$

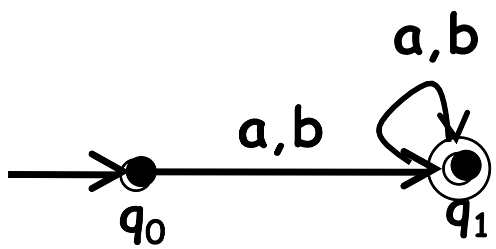
Lenguajes regulares

- Autómata que reconoce $(a \cup b)^+$



Lenguajes regulares

- Autómata que reconoce $(a \cup b)^{+}$



- El autómata M induce la gramática regular:

$q_0 \to aq_1 | bq_1$

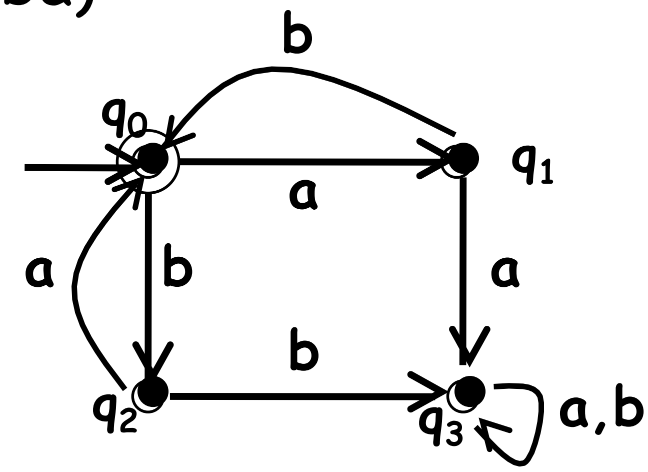
$q_1 \to aq_1 | bq_1 | \varepsilon$

$S \to aA | bA$

$A \to aA | bA | \varepsilon$

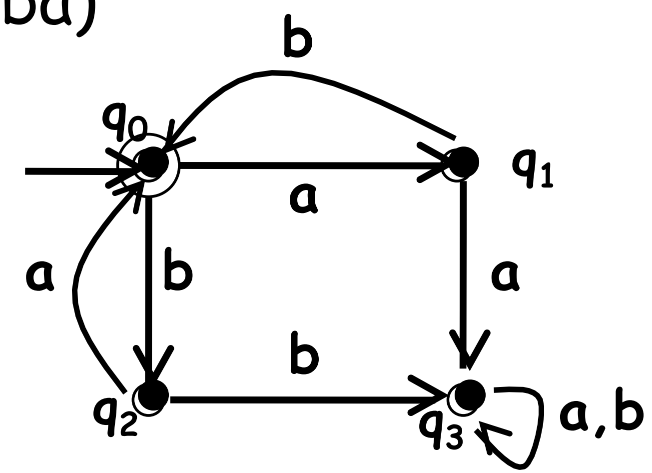
Lenguajes regulares

- Muestre la gramática regular para el siguiente autómata que reconoce (ab∪ba)*



Lenguajes regulares

- Muestre la gramática regular para el siguiente autómata que reconoce (ab∪ba)*



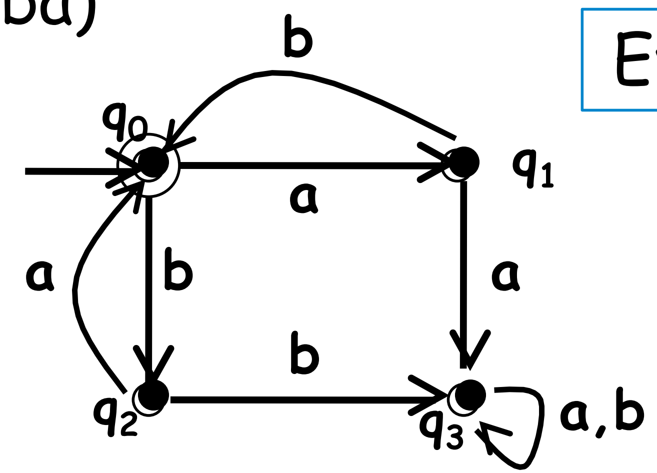
- El autómata M induce la gramática regular:

$q_0 \rightarrow aq_1 \mid bq_2 \mid \varepsilon$	$S \rightarrow aA \mid bB \mid \varepsilon$
$q_1 \rightarrow bq_0 \mid aq_3$	$A \rightarrow bS \mid aC$
$q_2 \rightarrow aq_0 \mid bq_3$	$B \rightarrow aS \mid bC$
$q_3 \rightarrow aq_3 \mid bq_3$	$C \rightarrow aC \mid bC$

Lenguajes regulares

- Muestre la gramática regular para el siguiente autómata que reconoce (ab∪ba)*

Evalúe la cadena **aab**



- El autómata M induce la gramática regular:

$q_0 \rightarrow aq_1 | bq_2 | \varepsilon$

$q_1 \rightarrow bq_0 | aq_3$

$q_2 \rightarrow aq_0 | bq_3$

$q_3 \rightarrow aq_3 | bq_3$

$S \rightarrow aA | bB | \varepsilon$

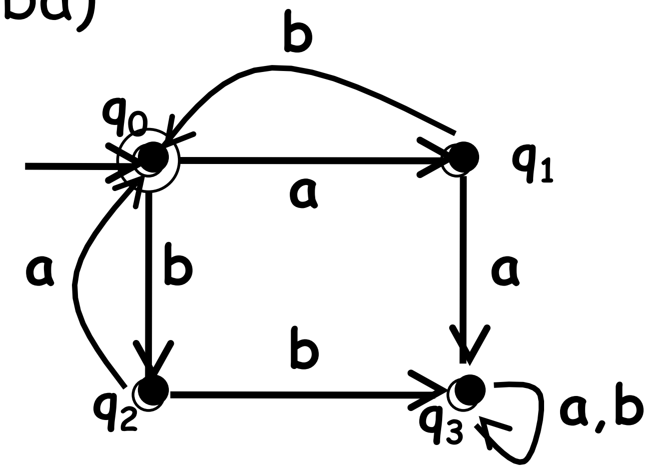
$A \rightarrow bS | aC$

$B \rightarrow aS | bC$

$C \rightarrow aC | bC$

Lenguajes regulares

- Muestre la gramática regular para el siguiente autómata que reconoce $(ab \cup ba)^*$



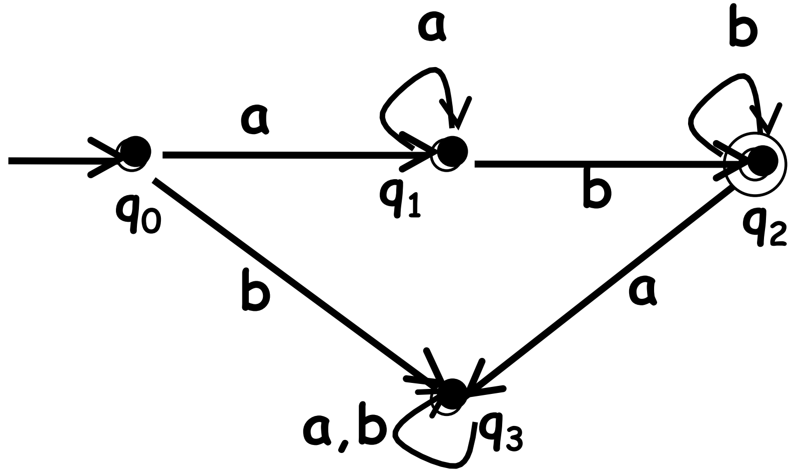
La cadena **aab** no se genera por la gramática

- El autómata M induce la gramática regular:

$q_0 \rightarrow aq_1 \mid bq_2 \mid \varepsilon$	$S \rightarrow aA \mid bB \mid \varepsilon$
$q_1 \rightarrow bq_0 \mid aq_3$	$A \rightarrow bS \mid aC$
$q_2 \rightarrow aq_0 \mid bq_3$	$B \rightarrow aS \mid bC$
$q_3 \rightarrow aq_3 \mid bq_3$	$C \rightarrow aC \mid bC$

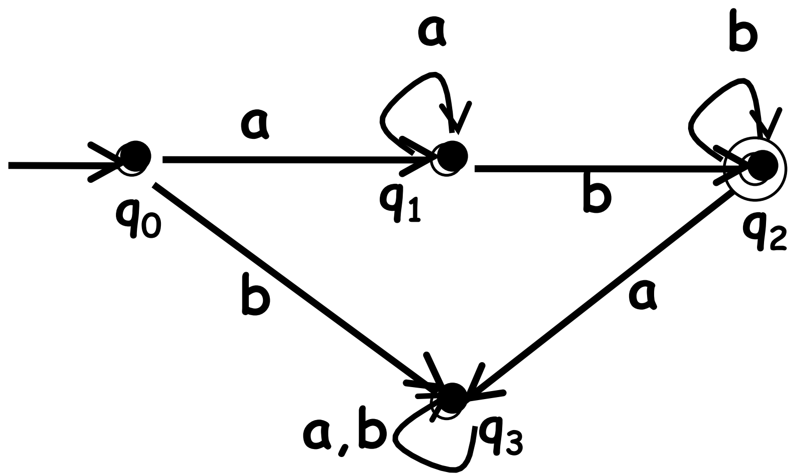
Lenguajes regulares

- Muestre la gramática regular para el siguiente autómata que reconoce a^+b^+



Lenguajes regulares

- Muestre la gramática regular para el siguiente autómata que reconoce a^+b^+



- El autómata M induce la gramática regular:

$q_0 \rightarrow aq_1 | bq_3$ $\Rightarrow$ $S \rightarrow aA | bC$

$q_1 \rightarrow aq_1 | bq_2$ $\quad$ $A \rightarrow aA | bB$

$q_2 \rightarrow bq_2 | \varepsilon | aq_3$ $\quad$ $B \rightarrow bB | \varepsilon | aC$

$q_3 \rightarrow aq_3 | bq_3$ $\quad$ $C \rightarrow aC | bC$

Lenguajes regulares

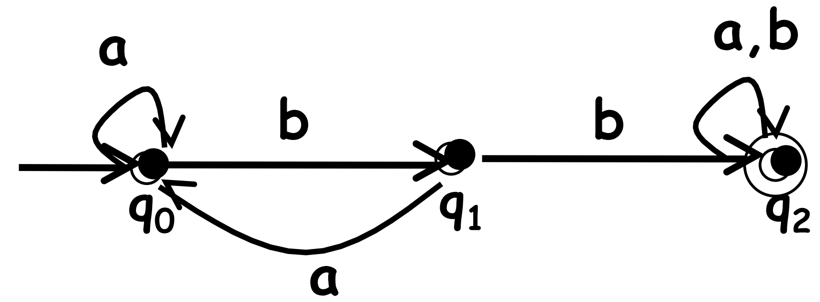
Teorema. Dada una gramática regular G, existe un autómata M, tal que L(M)=L(G)

$S \rightarrow aS|bA$

$A \rightarrow aS|bB$

$B \rightarrow aB|bB|\varepsilon$

Gramática G



Autómata M

Lenguajes regulares

Teorema. Dada una gramática regular G, existe un autómata M, tal que L(M)=L(G)

La construcción del autómata se realiza utilizando las producciones teniendo en cuenta que los símbolos no terminales corresponden con estados y los terminales con transiciones

Lenguajes regulares

Teorema. Dada una gramática regular G, existe un autómata M, tal que L(M)=L(G)

La construcción del autómata se realiza utilizando las producciones teniendo en cuenta que los símbolos no terminales corresponden con estados y los terminales con transiciones

$$S \to aS \mid bA$$

$$A \to aB \mid bB \mid \varepsilon$$

$$B \to aB \mid bB$$

Lenguajes regulares

Diseñar el autómata para la siguiente gramática:

$S \rightarrow aS|bA$

$A \rightarrow aB|bB|\varepsilon$

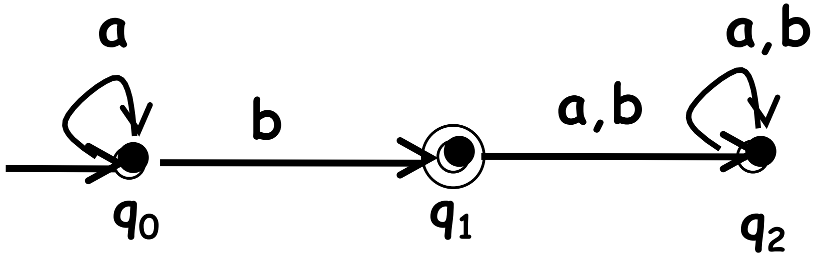
$B \rightarrow aB|bB$

Diseñar el autómata para la siguiente gramática:

$S \rightarrow aS|bA$

$A \rightarrow aB|bB|\varepsilon$

$B \rightarrow aB|bB$



Diseñar el autómata para la siguiente gramática:

$S \rightarrow aB|bA|\varepsilon$

$A \rightarrow abaS$

$B \rightarrow babS$

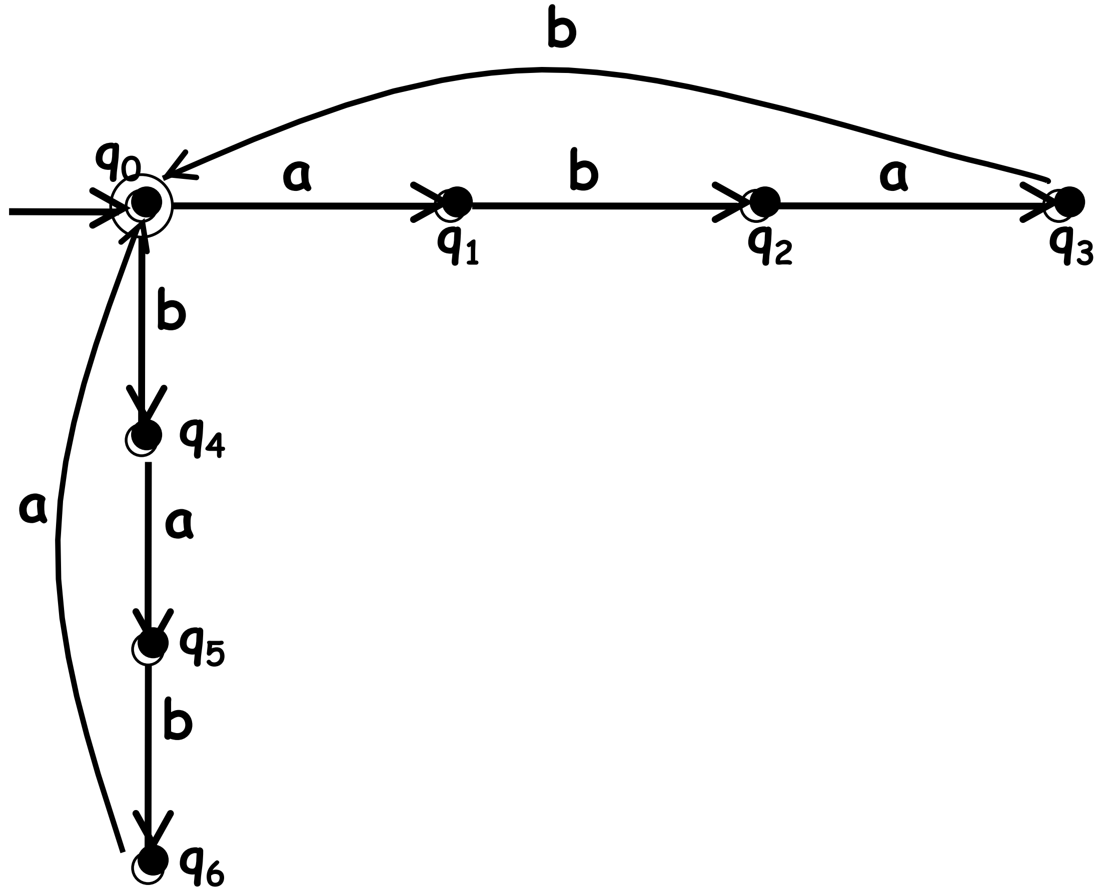
Lenguajes regulares

Diseñar el autómata para la siguiente gramática:

$S \rightarrow aB|bA|\varepsilon$

$A \rightarrow abaS$

$B \rightarrow babS$



Lenguajes regulares

Diseñar el autómata para la siguiente gramática:

$S \rightarrow aA|\varepsilon$

$A \rightarrow abA|baB|\varepsilon$

$B \rightarrow aB|bA$