Tema 11

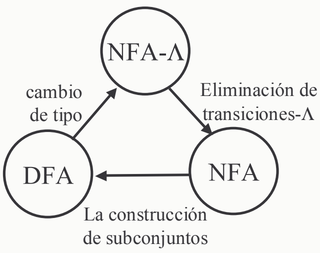
Teorema de Kleene

Dr. Luis A. Pineda
ISBN: 970-32-2972-7

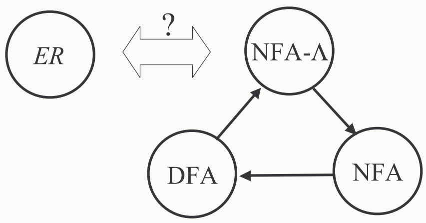
Teorema de Kleen

- Un lenguaje L sobre el alfabeto Σ es regular (puede expresarse mediante expresiones regulares) si y sólo si existe un FA con alfabeto Σ que acepta L
  - Parte 1: Si hay una *ER* que denota L entonces hay un FA que acepta a L
  - Parte 2: Si hay un FA que acepta a L entonces existe una *ER* que denota a L

La familia de los FAs

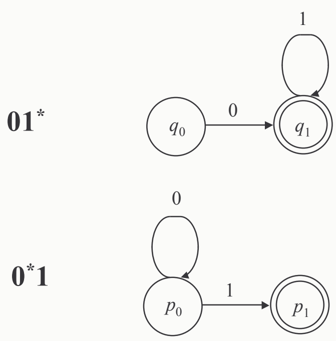


ER & FA



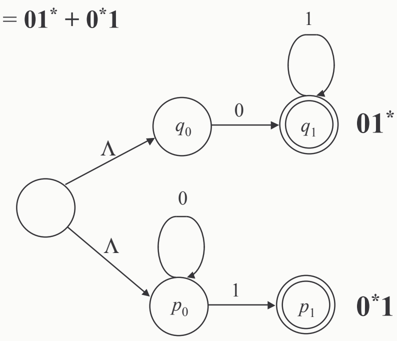
Podemos mostrar la equivalencia usando cualquiera de los tres tipos de FAs, pero una buena elección ayuda!

Semejanza entre *ER* & NFA-Λ

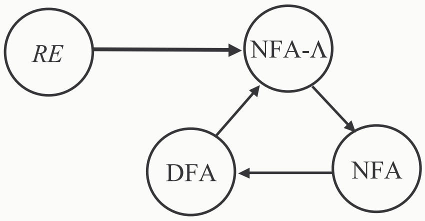


Semejanza entre *ER* & NFA-Λ

- $L_1 \cup L_2 = \mathbf{01^* + 0^*1}$



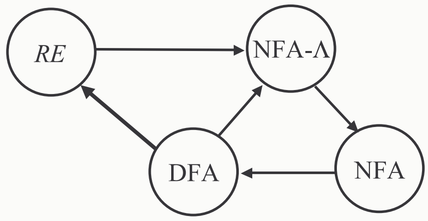
¡La estrategia más simple!



Si hay una FA para las partes de una *RE*, podemos componer un FA que corresponde a la *ER* a partir de FAs más simples (utilizando transiciones-Λ)

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

¡La estrategia más simple!



En esta dirección necesitamos construir una *ER* que tome en cuenta todas las cadenas de cualquier longitud que el FA correspondiente acepta

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

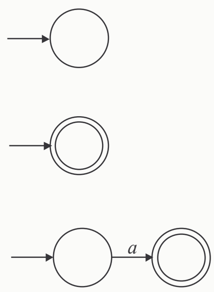
Prueba del teorema: Parte 1

- Todas las *ER* se construyen a partir de:
  - Φ, Λ & toda símbol $\boldsymbol{a} \in \Sigma$
- ...Y las operaciones de composición
  - $E+F$, EF and E^*
- Composición de automatas:
  - Definir un FA para las partes básicas
  - Definir la forma de un FA (esquemático) para cada uno de los operadores
  - Construir el FA en paralelo con la *ER* correspondiente

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

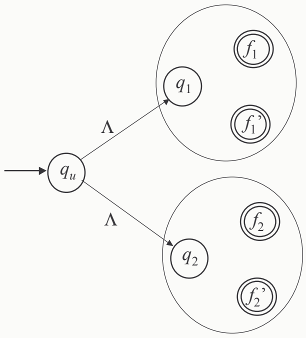
Prueba del teorema: Parte 1

- Φ
- Λ
- Para todo $\boldsymbol{a} \in \Sigma$



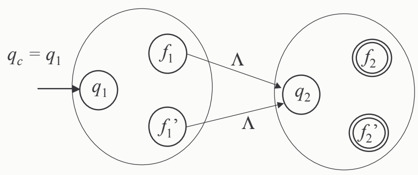
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El esquema de la unión: *E* + *F*



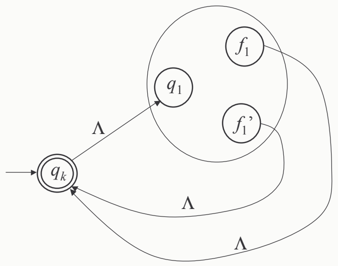
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El esquema de la concatenación: *EF*



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El esquema de la cerradura: E^*



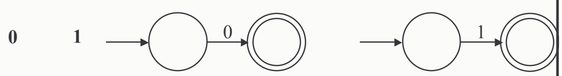
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La construcción

- Con el FA para la *ER* básica
- Con los esquemas de FAs para las operaciones
- Construir un FA compuesto en paralelo con la estructura de la *ER*!
- Por ejemplo: Construir el FA que corresponde a la *ER* $(\mathbf{01})^* + (\mathbf{10})^*$

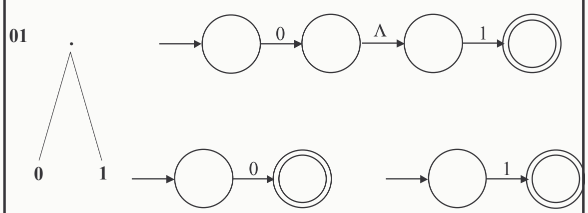
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El FA para $(\mathbf{01})^*$



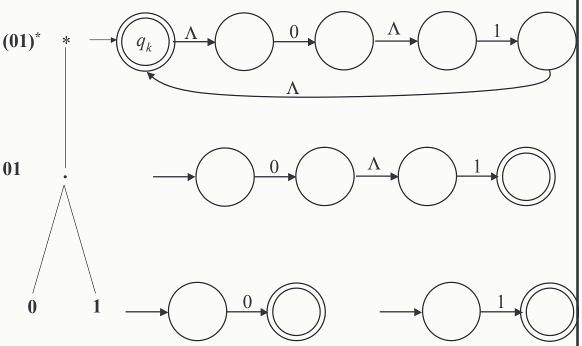
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El FA para $(\mathbf{01})^*$



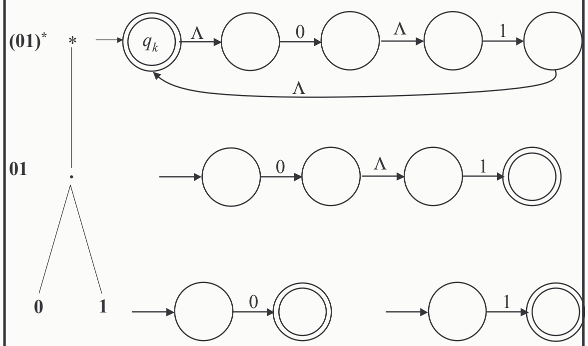
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Ejemplo: El FA para $(\mathbf{01})^*$



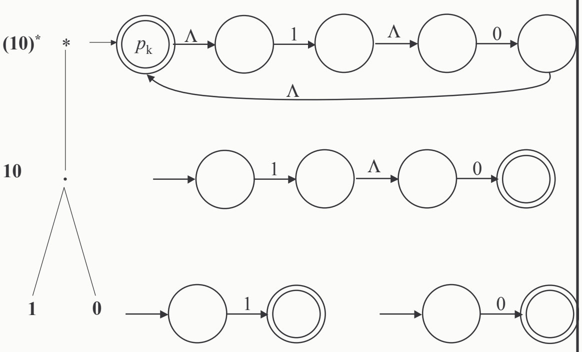
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Ejemplo: El FA para $(\mathbf{01})^*$



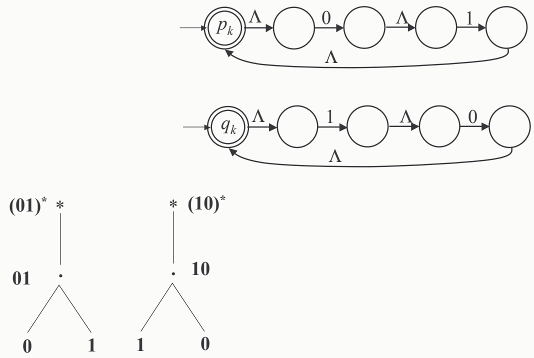
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El FA para (10)*



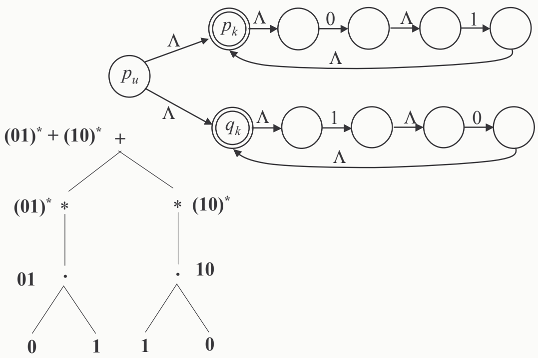
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El FA para (01)* + (10)*



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El FA para (01)* + (10)*



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Teorema de Kleene

✓Parte 1: Si hay una expresión regular *ER* que expresa el lenguaje *L* entonce hay un FA que acepta a *L*

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Teorema de Kleene

✓Parte 1: Si hay una expresión regular *ER* que expresa el lenguaje *L* entonce hay un FA que acepta a *L*

- Parte 2: Si hay un FA que acepta a *L* entonces hay una *ER* que expresa a *L*

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Los conjuntos aceptados por un FA

- Sea $L \subseteq \Sigma^*$ el lenguaje aceptado por el FA
  $M = (Q, \Sigma, q_0, A, \delta)$.
- esto es:
  $$L = \{x \in \Sigma^* \mid \delta^*(q_0, x) \in A\}$$
- Si $A = \{q_i, \ldots, q_j\}$ entonces L es la unión de un número finito de conjuntos de forma (uno por cada estado aceptor):
  $$L = \{x \in \Sigma^* \mid \delta^*(q_0, x) = q \ \&\ q \in A\}$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Los conjuntos aceptados por un FA

- Consecuentemente, existe una *ER* que denota a cada uno de estos conjuntos!
- También, si p & q son estados de un FA, existe una *RE* para el conjunto:

$$L(p, q) = \{x \in \Sigma^* \mid \delta^*(p, x) = q\}$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Los conjuntos aceptados por un FA

- La *ER* que corresponde al FA es:
  - La unión de las *ER*

$$L(q_0, q) = \{x \in \Sigma^* \mid \delta^*(q_0, x) = q\}$$

    para todo $q \in A = \{q_i, \ldots, q_j\}$
- Para encontrar la *RE* que corresponde a este conjunto, construimos una *RE* para cada uno de los lenguajes reconocidos en todas las trayectorias de forma:

$$L(p, q) = \{x \in \Sigma^* \mid \delta^*(p, x) = q\}$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Trayectoria a través de un estado

- Asignamos un número natural n a cada estado del FA
- La cadena $x \in \Sigma^*$ representa una trayectoria del estado p al estado q a través del estado s si existen cadenas no-vacías y & z tales que:
  - $x = yz$ $\quad \delta^*(p, y) = s \quad \delta^*(s, z) = q$

$$p \xrightarrow{y} s \xrightarrow{z} q$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Trayectoria a través de un estado

- Una trayectoria puede ir desde o hasta un estado sin pasar a través de él:

$$p \xrightarrow{y} q$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Trayectoria a través de un estado

- Sea $L(p, q, j)$ donde $j \geq 0$ el lenguaje de todas las trayectorias que pasan a través de un estado cuyo número no es mayor que j
- Hay n estados, por lo tanto:

$$L(p, q, n) = L(p, q)$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Prueba de que $L(p, q)$ es regular

- La inducción:
  - El lenguaje $L(p, q, n)$ es regular si $L(p, q, j)$ es regular, para todo j tal que $0 \leq j \leq n$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Prueba de que $L(p, q)$ es regular

- La base inductiva:
  - Para todo p & q, $L(p, q, 0)$ es regular
  - Estos es, los lenguajes de todas las trayectoria que no pasan a través de ningún estado en el FA son regulares:

    $L(p, q, 0) \subseteq \Sigma \cup \{\Lambda\}$
  - El número de estados es finito, por lo tanto, el lenguaje $L(p, q, 0)$, para todo p & q, es regular: el número de trayectorías que no pasan a través de ningún estado es también finito!

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Prueba de que $L(p, q)$ es regular

- La hipótesis de inducción:
  - $0 \leq k$
  - Si para todo p & q tales que $1 \leq p$ & $q \leq n$ el lenguaje $L(p, q, k)$ es regular
  - queremos mostrar que $L(p, q, k + 1)$ es regular

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Prueba de que $L(p, q)$ es regular

- Una cadena x está en $L(p, q, k + 1)$ si x representa la trayectoria de p a q que pasa a través de un estado no mayor que $k + 1$
- Esto puede ocurrir de dos formas:
  - Caso 1: La cadena no pasa a través del estado $k + 1$, por lo que no pasa por ningún estado mayor que k, entonces

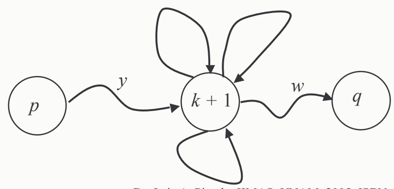
    $x \in L(p, q, k)$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Prueba de que $L(p, q)$ es regular

- Caso 2: La cadena pasa por el estado $k + 1$, pero no por ningún estado cuyo número es mayor que $k + 1$:

  $x = yzw$

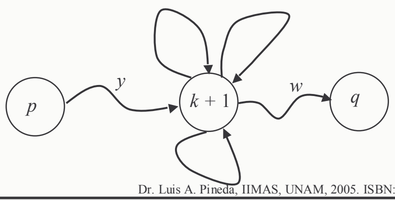


Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Prueba de que $L(p, q)$ es regular

- $x = yzw$
  - $y \in L(p, k + 1, k)$ Llega al estado $k + 1$
  - $z \in L(k + 1, k + 1, k)^*$ pasa por $k + 1$ una o más veces
  - $w \in L(k + 1, q, k)$ va del estado $k + 1$ al estado q
- x se construye con la concatenación y la cerradura:

  $x \in L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Los dos casos

- Caso 1:
  - $x \in L(p, q, k)$
- Caso 2:
  - $x \in L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$
- Entonces:

  $L(p, q, k + 1) =$

  $L(p, q, k) \cup$

  $L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Los dos casos

- $L(p, q, k+1)$ se construye con:
  - Unión
  - Concatenación
  - Cerradura
- Por lo tanto $L(p, q, k+1)$ es regular!

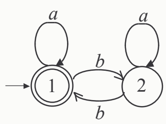
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Y…?

- La prueba es constructiva: nos da un algoritmo para encontrar la *ER* que corresponde a un FA:
- $L(p, q, 0) = \begin{cases} \{a \in \Sigma \mid \delta(p, a) = q\} & \text{si } p \neq q \\ \{a \in \Sigma \mid \delta(p, a) = q\} \cup \{\Lambda\} & \text{si } p = q \end{cases}$
- $L(p, q, k+1) =$
  $L(p, q, k) \cup L(p, k+1, k)L(k+1, k+1, k)^{*}L(k+1, q, k)$
- $L(p, q, n) = L(p, q)$ & $L = \bigcup_{q \in A} L(q_0, q)$

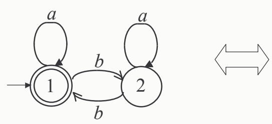
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La *ER* que corresponde a un FA



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La *ER* que corresponde a un FA

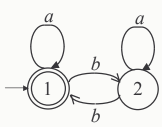


$\mathbf{(a^{*}ba^{*}ba^{*})^{*}}$ **?**
$\mathbf{a^{*} + (ba^{*}ba^{*})^{*}}$ **?**
$\mathbf{a^{*} + (a^{*}ba^{*}b)^{*}}$ **?**

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

El caso base: $r(p,q,0)$

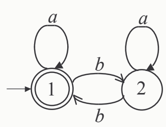
$$L(p, q, 0) = \begin{cases} \{a \in \Sigma \mid \delta(p, a) = q\} & \text{si } p \neq q \\ \{a \in \Sigma \mid \delta(p, a) = q\} \cup \{\Lambda\} & \text{si } p = q \end{cases}$$



p	$r(p,1,0)$	$r(p,2,0)$
1	$a + \Lambda$	b
2	b	$a + \Lambda$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,k+1)$

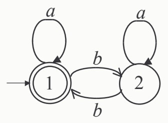


p	$r(p,1,k+1)$	$r(p,2,k+1)$
1		
2		

$L(p, q, k+1) =$
$L(p, q, k) \cup L(p, k+1, k)L(k+1, k+1, k)^{*}L(k+1, q, k)$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,1)$



p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	
2		

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 0, k + 1 = 1$

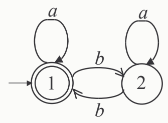
$L(1, 1, 1) = L(1, 1, 0) \cup L(1, 1, 0)L(1, 1, 0)^*L(1, 1, 0)$

$= (a + \Lambda) + (a + \Lambda)(a + \Lambda)^*(a + \Lambda)$

$= a^*$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,1)$



p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	$b + a^*b$
2		

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 0, k + 1 = 1$

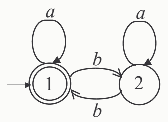
$L(1, 2, 1) = L(1, 2, 0) \cup L(1, 1, 0)L(1, 1, 0)^*L(1, 2, 0)$

$= b + (a + \Lambda)(a + \Lambda)^*b$

$= b + a^*b$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,1)$



p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	$b + a^*b$
2		

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 0, k + 1 = 1$

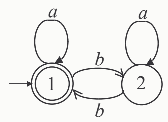
$L(1, 2, 1) = L(1, 2, 0) \cup L(1, 1, 0)L(1, 1, 0)^*L(1, 2, 0)$

$= b + (a + \Lambda)(a + \Lambda)^*b$

$= b + a^*b$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Simplificando…



p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2		

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 0, k + 1 = 1$

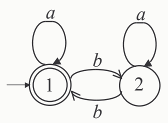
$L(1, 2, 1) = L(1, 2, 0) \cup L(1, 1, 0)L(1, 1, 0)^*L(1, 2, 0)$

$= b + (a + \Lambda)(a + \Lambda)^*b$

$= b + a^*b = a^*b$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,1)$



p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2	ba^*	

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 0, k + 1 = 1$

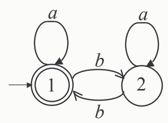
$L(2, 1, 1) = L(2, 1, 0) \cup L(2, 1, 0)L(1, 1, 0)^*L(1, 1, 0)$

$= b + b(a + \Lambda)^*(a + \Lambda)$

$= b + ba^* = ba^*$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,1)$



p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2	ba^*	$\Lambda + a + ba^*b$

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 0, k + 1 = 1$

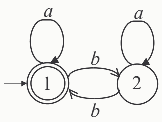
$L(2, 2, 1) = L(2, 2, 0) \cup L(2, 1, 0)L(1, 1, 0)^*L(1, 2, 0)$

$= (a + \Lambda) + b(a + \Lambda)^*b$

$= a + \Lambda + ba^*b$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,1)$



p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2	ba^*	$\Lambda+a+ba^*b$

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 0, k + 1 = 1$

$L(2, 2, 1) = L(2, 2, 0) \cup L(2, 1, 0)L(1, 1, 0)^*L(1, 2, 0)$

$= (a + \Lambda) + b(a + \Lambda)^*b$

$= a + \Lambda + ba^*b$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,2)$

p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2	ba^*	$\Lambda+a+ba^*b$

p	$r(p,1,2)$	$r(p,2,2)$
1	$RE_{11\text{-}2}$	
2		

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 1, k + 1 = 2$

$L(1, 1, 2) = L(1, 1, 1) \cup L(1, 2, 1)L(2, 2, 1)^*L(2, 1, 1)$

$= a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$

$= RE_{11\text{-}2}$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,2)$

p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2	ba^*	$\Lambda+a+ba^*b$

p	$r(p,1,2)$	$r(p,2,2)$
1	$RE_{11\text{-}2}$	$RE_{12\text{-}2}$
2		

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 1, k + 1 = 2$

$L(1, 2, 2) = L(1, 2, 1) \cup L(1, 2, 1)L(2, 2, 1)^*L(2, 2, 1)$

$= a^*b + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(\Lambda + a + ba^*b)$

$= RE_{12\text{-}2}$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,2)$

p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2	ba^*	$\Lambda+a+ba^*b$

p	$r(p,1,2)$	$r(p,2,2)$
1	$RE_{11\text{-}2}$	$RE_{12\text{-}2}$
2	$RE_{21\text{-}2}$	

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 1, k + 1 = 2$

$L(2, 1, 2) = L(2, 1, 1) \cup L(2, 2, 1)L(2, 2, 1)^*L(2, 1, 1)$

$= ba^* + (\Lambda + a + ba^*b)\ (\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$

$= RE_{21\text{-}2}$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q,2)$

p	$r(p,1,1)$	$r(p,2,1)$
1	a^*	a^*b
2	ba^*	$\Lambda+a+ba^*b$

p	$r(p,1,2)$	$r(p,2,2)$
1	$RE_{11\text{-}2}$	$RE_{12\text{-}2}$
2	$RE_{21\text{-}2}$	$RE_{22\text{-}2}$

$L(p, q, k + 1) =$

$L(p, q, k) \cup L(p, k + 1, k)L(k + 1, k + 1, k)^*L(k + 1, q, k)$

$k = 1, k + 1 = 2$

$L(2, 2, 2) = L(2, 2, 1) \cup L(2, 2, 1)L(2, 2, 1)^*L(2, 2, 1)$

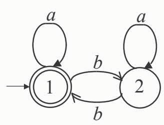
$= (\Lambda + a + ba^*b) +$

$(\Lambda + a + ba^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(\Lambda + a + ba^*b)$

$= RE_{22\text{-}2}$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q)$



p	$r(p,1,2)$	$r(p,2,2)$
1	$RE_{11\text{-}2}$	$RE_{12\text{-}2}$
2	$RE_{21\text{-}2}$	$RE_{22\text{-}2}$

Condición final de la inducción: $L(p, q, n) = L(p, q)$ &

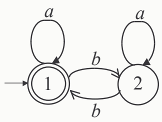
$$L = \bigcup_{q \in A} L(q_0, q)$$

$L(1, 1, 2) = L(1, 1, 1) \cup L(1, 2, 1)L(2, 2, 1)^*L(2, 1, 1)$

$= a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q)$



$(a^*ba^*ba^*)^*$?

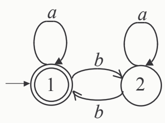
$a^* + (ba^*ba^*)^*$?

$a^* + (a^*ba^*b)^*$?

$$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

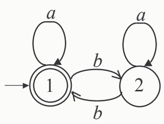
La inducción: $r(p,q)$



$$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

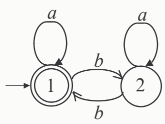
La inducción: $r(p,q)$



$$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

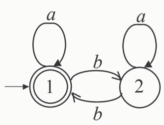
La inducción: $r(p,q)$



$$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

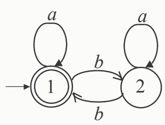
La inducción: $r(p,q)$



$$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

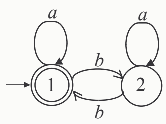
La inducción: $r(p,q)$



$$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

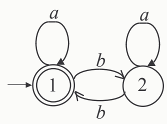
La inducción: $r(p,q)$



$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

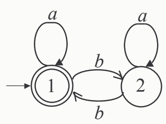
La inducción: $r(p,q)$



$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

La inducción: $r(p,q)$



$L(1, 1, 2) = a^* + (a^*b)(\Lambda + a + ba^*b)^*(ba^*)$

La expresión que mejor refleja la estructura interna del FA

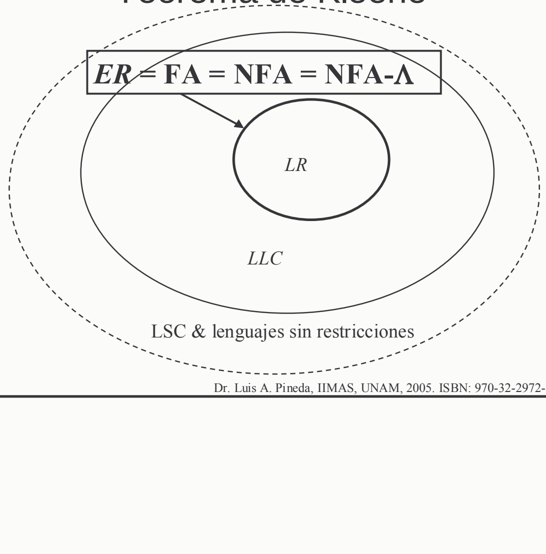
Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Teorema de Kleene

- ✓Parte 1: Si hay una expresión regular *ER* que expresa el lenguaje *L* entonce hay un FA que acepta a *L*
- ✓Parte 2: Si hay un FA que acepta a *L* entonces existe una *ER* que denota a *L*

Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7

Teorema de Kleene



Dr. Luis A. Pineda, IIMAS, UNAM, 2005. ISBN: 970-32-2972-7