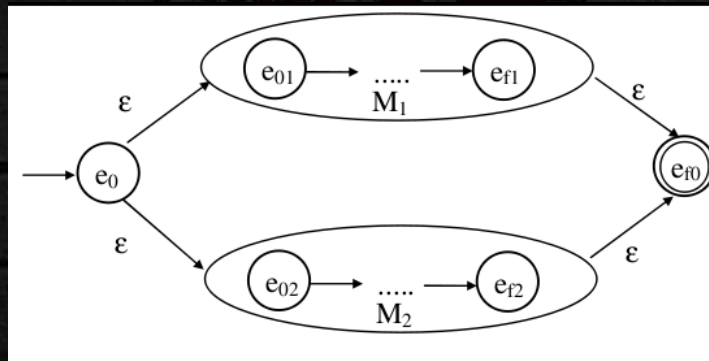




Transiciones épsilon y Construcción de Thompson



Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera



Contenido

- Autómatas finitos con transiciones- ϵ
- Notación formal para un AFN- ϵ
- Transformación de una expresión regular en un autómata finito
- Construcción de Thompson
- Nomenclatura de Thompson

Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

2



Autómatas finitos con transiciones- ϵ

- Otra extensión de los autómatas finitos es la que permite transiciones para ϵ , la cadena vacía. Así, un AFN puede hacer una transición espontáneamente, sin recibir un símbolo de entrada.
- Esta nueva capacidad no expande la clase de lenguajes que los autómatas finitos pueden aceptar, pero proporciona algunas facilidades de programación.



Autómatas finitos con transiciones- ϵ

Las transiciones- ϵ están estrechamente relacionadas con las expresiones regulares resultan útiles para demostrar la equivalencia entre las clases de lenguajes aceptados por los autómatas finitos y las expresiones regulares



Autómatas finitos con transiciones- ϵ

- A los AFN con transiciones- ϵ los denominaremos AFN- ϵ
- Los autómatas aceptarán aquellas secuencias de etiquetas que siguen caminos desde el estado inicial a un estado de aceptación. Sin embargo, cada ϵ que se encuentra a lo largo de un camino es “invisible”; es decir, no contribuye a la cadena que se forma a lo largo del camino.

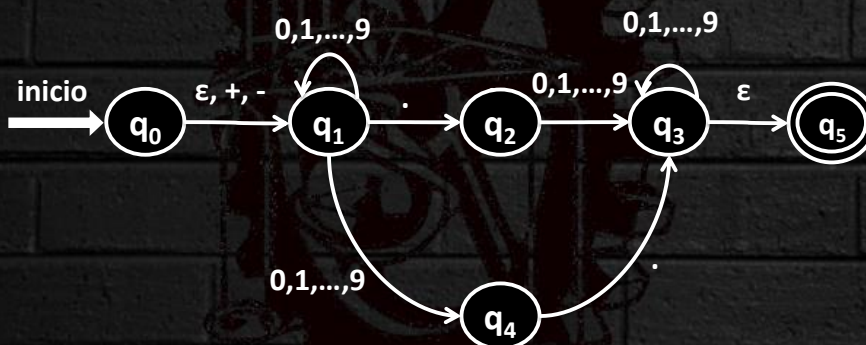
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

5



Ejemplo 1: AFN- ϵ

- Un AFN- ϵ que acepta números decimales.



Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

6



Notación formal para un AFN- ϵ

- Podemos representar un AFN- ϵ del mismo modo que representaríamos un AFN con una excepción: la función de transición tiene que incluir la información sobre las transiciones para ϵ .



Ejemplo 1: AFN- ϵ

Δ	ϵ	$+,-$	$.$	$0,1,...,9$
q_0	q_1	q_1	\emptyset	\emptyset
q_1	\emptyset	\emptyset	q_2	$\{q_1, q_4\}$
q_2	\emptyset	\emptyset	\emptyset	q_3
q_3	q_5	\emptyset	\emptyset	q_3
q_4	\emptyset	\emptyset	q_3	\emptyset
$*q_5$	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset

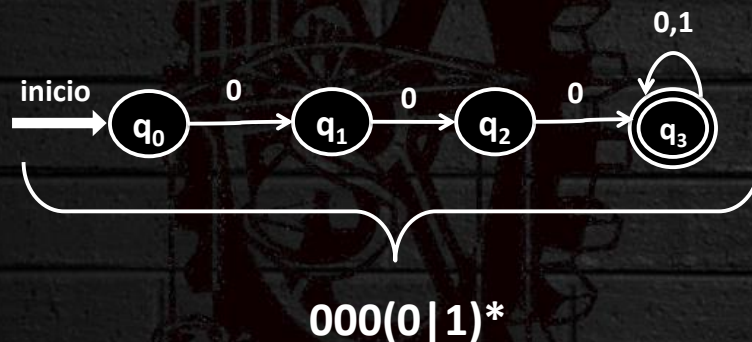


Transformación de una expresión regular en un autómata finito

- Dada una expresión regular existe un autómata finito capaz de reconocer el lenguaje que ésta define.
- Recíprocamente, dado un autómata finito, se puede expresar mediante una expresión regular del lenguaje que reconoce.



Ejemplo 1





Construcción de Thompson

- La construcción de Thompson construye un AFN a partir de cualquier expresión regular.
- La construcción de Thompson construye a partir de una expresión regular r un AFN que reconoce el lenguaje definido por r , esto se realiza con el objetivo de que en un algoritmo siguiente se pueda generar un AFD mínimo equivalente.
- Utiliza una notación estándar para generar el AFN



Nomenclatura de Thompson

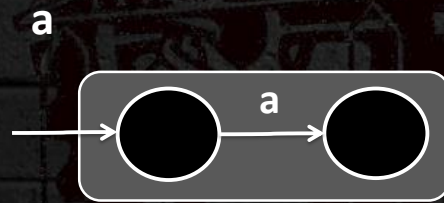
- Para la representación de una cadena vacía se utiliza el símbolo ϵ





Nomenclatura de Thompson

- Para representar un símbolo, se utilizan dos estados y una transición para el movimiento con el símbolo.



Nomenclatura de Thompson

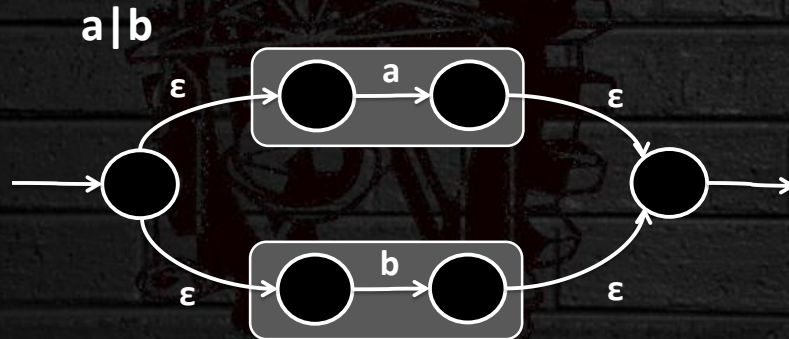
- Para la **concatenación** de dos símbolos únicamente se unen





Nomenclatura de Thompson

- Para la elección de **alternativas**, crear transiciones ϵ para la unión de las transiciones.



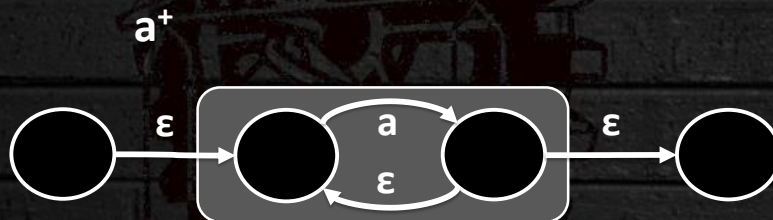
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

15



Nomenclatura de Thompson

- Para la **cerradura positiva**, se agregan transiciones ϵ para retornar al estado previo, permitiendo agregar 1 o mas veces el símbolo



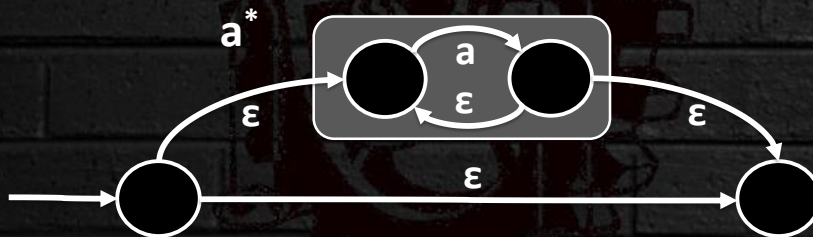
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

16



Nomenclatura de Thompson

- Para la **cerradura de Kleene**, se agrega una transición ϵ para retornar al estado previo, se crean 2 estados con una transición ϵ para saltar la transición con a .



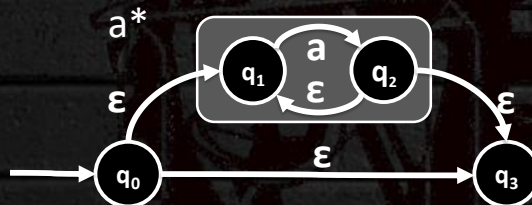
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

17



Ejemplo 1: Thompson

- Construir el diagrama del AFN que representa la ER a^*b .



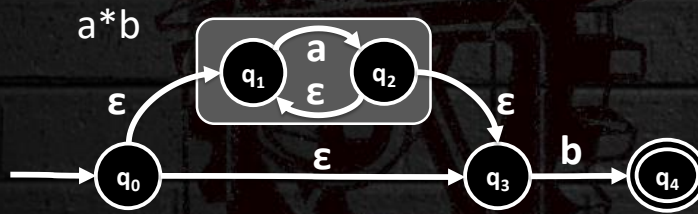
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

18



Ejemplo 1: Thompson

- Construir el diagrama del AFN que representa la ER a^*b .



Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

19



Ejemplo 1: Thompson

Formalizando:

- $AFN = (Q, \Sigma, \Delta, q_0, F)$
- $\Sigma = \{a, b\}$
- $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}$
- $F = \{q_4\}$

Δ	ϵ	a	b
q_0	$\{q_1, q_3\}$	\emptyset	\emptyset
q_1	\emptyset	q_2	\emptyset
q_2	$\{q_1, q_3\}$	\emptyset	\emptyset
q_3	\emptyset	\emptyset	q_4
q_4	\emptyset	\emptyset	\emptyset

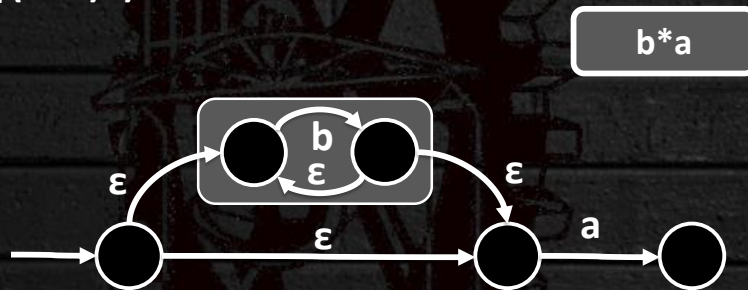
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

20



Ejemplo 2: Thompson

- Diagrama del AFN que representa la ER $(b|(b^*a)^*)a$.



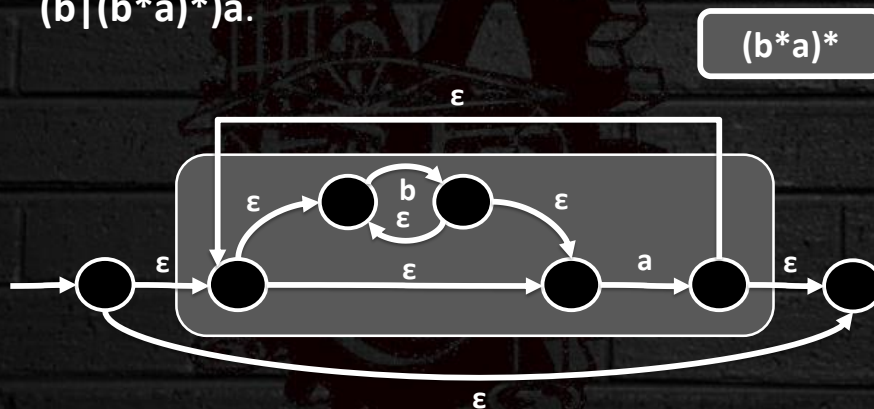
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

21



Ejemplo 2: Thompson

- Diagrama del AFN que representa la ER $(b|(b^*a)^*)a$.



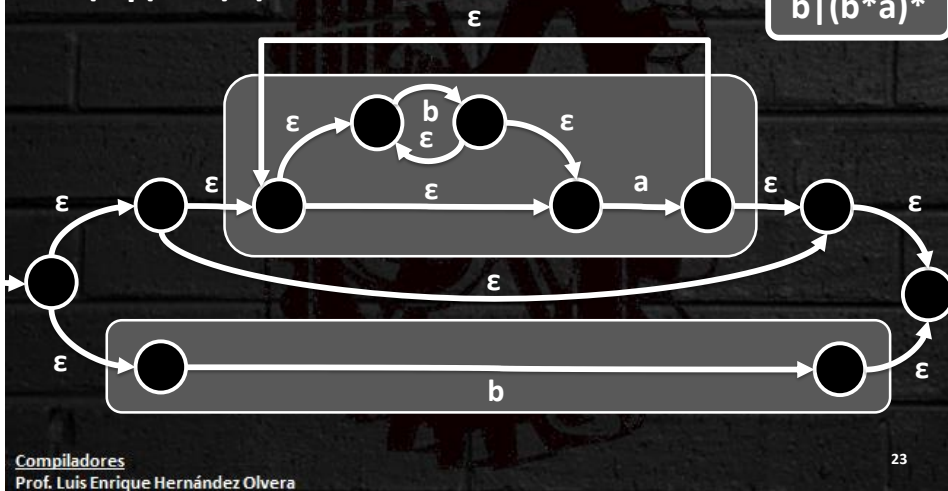
Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

22



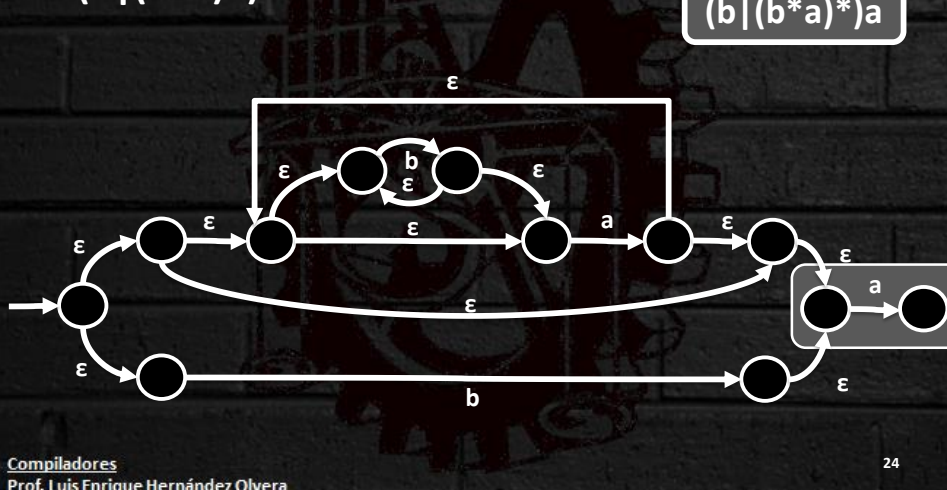
Ejemplo 2: Thompson

- Diagrama del AFN que representa la ER $(b|(b^*a)^*)a$.



Ejemplo 2: Thompson

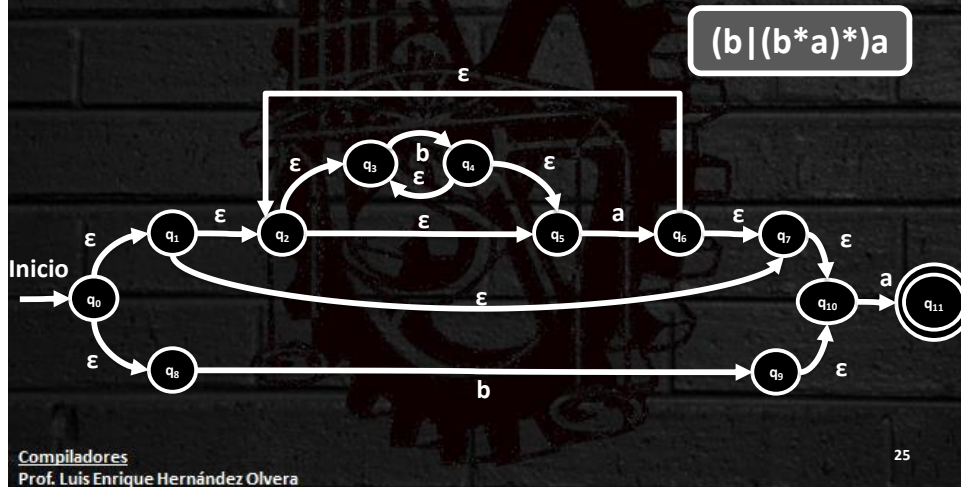
- Diagrama del AFN que representa la ER $(b|(b^*a)^*)a$.





Ejemplo 2: Thompson

- Finalmente enumerando los estados e indicando el estado inicial y el final



25



Ejemplo 2: Thompson

Formalizando:

- $AFN = (Q, \Sigma, \Delta, q_0, F)$
- $\Sigma = \{a, b\}$
- $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}\}$
- $F = \{q_{11}\}$

Δ	ϵ	a	b
q_0	$\{q_1, q_8\}$	\emptyset	\emptyset
q_1	$\{q_2, q_7\}$	\emptyset	\emptyset
q_2	$\{q_3, q_5\}$	\emptyset	\emptyset
q_3	\emptyset	\emptyset	q_4
q_4	q_5	\emptyset	\emptyset
q_5	\emptyset	q_6	\emptyset
q_6	$\{q_7, q_2\}$	\emptyset	\emptyset
q_7	q_{10}	\emptyset	\emptyset
q_8	\emptyset	\emptyset	q_9
q_9	q_{10}	\emptyset	\emptyset
q_{10}	\emptyset	q_{11}	\emptyset
q_{11}	\emptyset	\emptyset	\emptyset

Compiladores
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

26



Ejercicios

- Construir el **diagrama y formalizar** los autómatas para las siguientes expresiones regulares a través de la nomenclatura de Thompson.

1. $(a|b|c)^*b^*$

2. $(a|b)^*$

3. $(a^*b^*c^*)^*$

4. $(bc)^+|(ab)^*$

5. $((b|b^*a)^*)a$

6. $(a^*|b^+)^+$