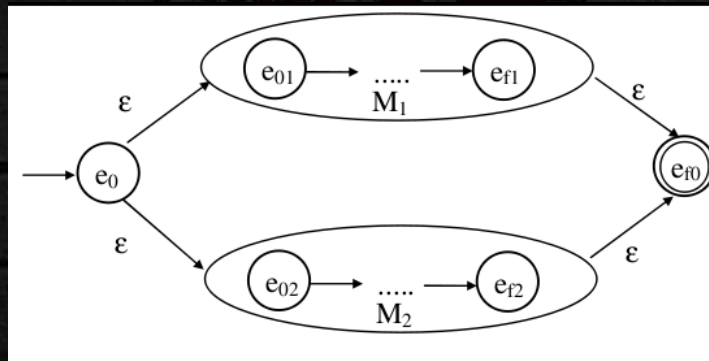




## Conversión de AFN- $\epsilon$ a AFD



Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera



## Contenido

- Operación de cerradura épsilon
- Operación mover
- Operación Ir\_A
- Algoritmo de conversión de un AFN- $\epsilon$  a un AFD

Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

2



## Operación de cerradura épsilon

Dado un AFN definimos la **operación cerradura épsilon** de un estado  $s$  como:

- Cerradura-épsilon ( $s$ ) : Conjunto de estados del AFN alcanzables desde el estado  $s$  del AFN con transiciones épsilon.
- $C_{\epsilon}(s) = \{s\} \cup \{T \mid T \text{ es alcanzable con transiciones } \epsilon \text{ a partir de } s\}$
- Donde  $s$  es un estado y  $T$  es un conjunto de estados del AFN

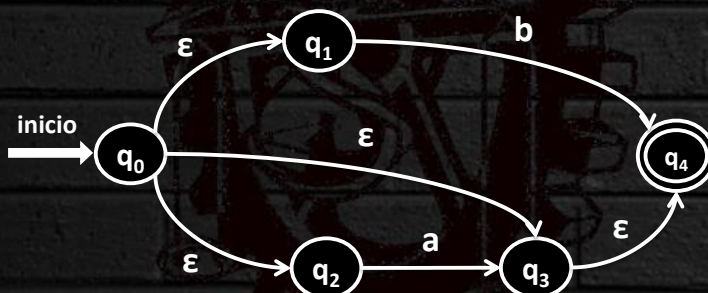


## Operación Cerradura épsilon

$$C_{\epsilon}(q_1) = \{q_1\} \cup \{\epsilon\}$$

$$C_{\epsilon}(q_3) = \{q_3\} \cup \{q_4\}$$

$$C_{\epsilon}(q_0) = \{q_0\} \cup \{q_1, q_2, q_3, q_4\}$$





## Operación mover

- Mueve  $(T, \alpha)$  : Conjunto de estados del AFN hacia los cuales hay una transición con el símbolo de entrada  $\alpha$  desde algún estado  $s$  en  $T$  del AFN.
- **Mover  $(s, \alpha) = \{T \mid \exists \text{ una transacción de } s \text{ con } \alpha \text{ hacia el estado } T\}$**
- Donde  $s$  es un estado y  $T$  es un conjunto de estados del AFN

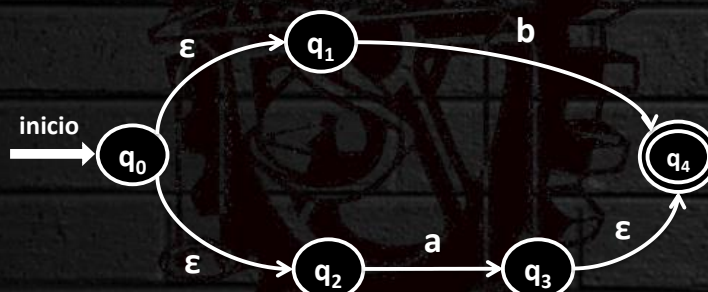
Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

5



## Operación mover

**Mover  $(q_1, b) = q_4$**   
**Mover  $(\{q_0, q_3\}, \epsilon) = \{q_1, q_2, q_4\}$**



Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

6





## Operación Ir\_A

- $\text{Ir\_A}(T, \alpha)$  donde  $T$  es un conjunto  $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$  de estados del AFN y  $\alpha$  es un símbolo del alfabeto del mismo AFN:

$$\text{Ir\_A}(T, \alpha) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(T, \alpha))$$



## Algoritmo de conversión de un AFN- $\epsilon$ a un AFD

1. Se calcula la  $C_{\epsilon}$  del estado inicial del AFN, el resultado será el estado inicial  $S_0$  del AFD y el primer  $S_i$  del AFD.
2. Se calcula para cada  $S_i$  la operación  $\text{Ir\_A}$  para cada  $\alpha \in \Sigma$ , la cual arrojará un estado  $S_j$  (Pudiendo repetirse).
3. Se realiza la operación 2 con todos los estados hasta que ya no surjan estados diferentes.



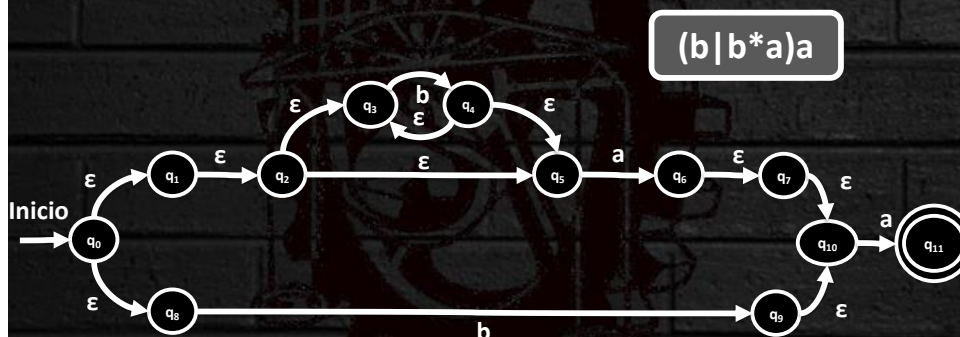
## Algoritmo de conversión de un AFN- $\epsilon$ a un AFD

- El estado inicial del AFD será  $S_0$  y los estados finales serán todos aquellos  $S_i$  que contengan al estado final del AFN original.
- La función de transición es el resultado de todas las operaciones  $Ir\_A$  sobre los  $S_i$ .



## Ejemplo 2

- Convertir el **autómata finito no determinista** de la expresión regular  **$(b|b^*a)a$** , a un **autómata finito determinista**.





## Ejemplo 2

$(b|b^*a)a$

$$C_{\epsilon}(q_0) = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_5, q_8\} = A$$

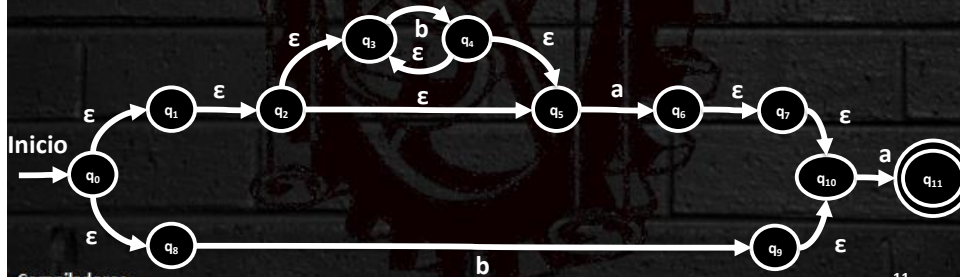
$$Ir_A(A, a) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(A, a)) = C_{\epsilon}\{q_6\} = \{q_6, q_7, q_{10}\} = B$$

$$Ir_A(A, b) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(A, b)) =$$

$$C_{\epsilon}\{q_4, q_9\} = \{q_4, q_3, q_5, q_9, q_{10}\} = C$$

$$Ir_A(B, a) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(B, a)) = C_{\epsilon}\{q_{11}\} = \{q_{11}\} = D$$

$$Ir_A(B, b) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(B, b)) = C_{\epsilon}\{\lambda\} = \{\lambda\}$$



Compiladores

Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

11



## Ejemplo 2

$(b|b^*a)a$

$$Ir_A(C, a) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(C, a)) = C_{\epsilon}\{q_6, q_{11}\} = \{q_6, q_7, q_{10}, q_{11}\} = E$$

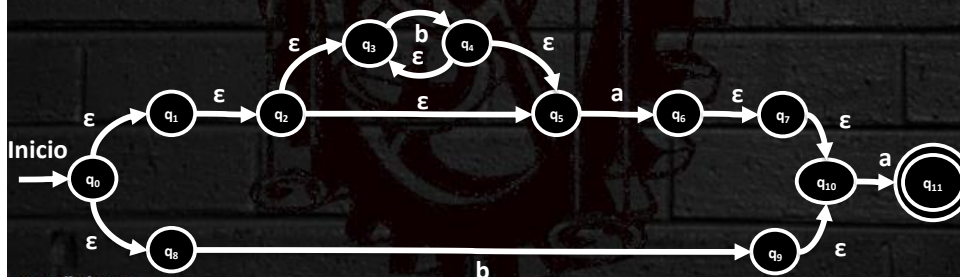
$$Ir_A(C, b) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(C, b)) = C_{\epsilon}\{q_4\} = \{q_4, q_3, q_5\} = F$$

$$Ir_A(D, a) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(D, a)) = C_{\epsilon}\{\lambda\} = \{\lambda\}$$

$$Ir_A(D, b) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(D, b)) = C_{\epsilon}\{\lambda\} = \{\lambda\}$$

$$Ir_A(E, a) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(E, a)) = C_{\epsilon}\{q_{11}\} = \{q_{11}\} = D$$

$$Ir_A(E, b) = C_{\epsilon}(\text{Mover}(E, b)) = C_{\epsilon}\{\lambda\} = \{\lambda\}$$



Compiladores

Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

12



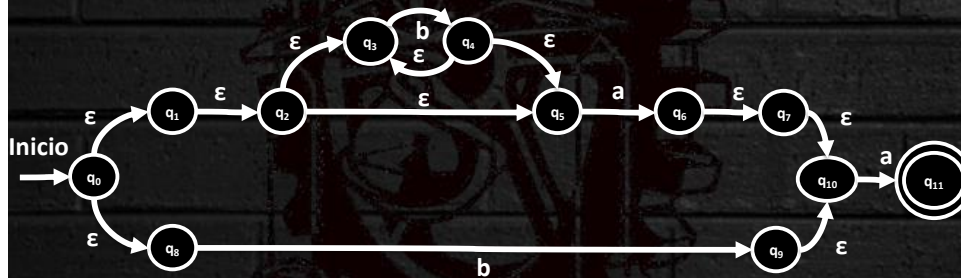


## Ejemplo 2

$(b|b^*a)a$

$Ir\_A(F,a) = C\_ \epsilon (Mover(F,a)) = C\_ \epsilon \{q_6\} = \{q_6, q_7, q_{10}\} = B$

$Ir\_A(F,b) = C\_ \epsilon (Mover(F,b)) = C\_ \epsilon \{q_4\} = \{q_4, q_3, q_5\} = F$



Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

13



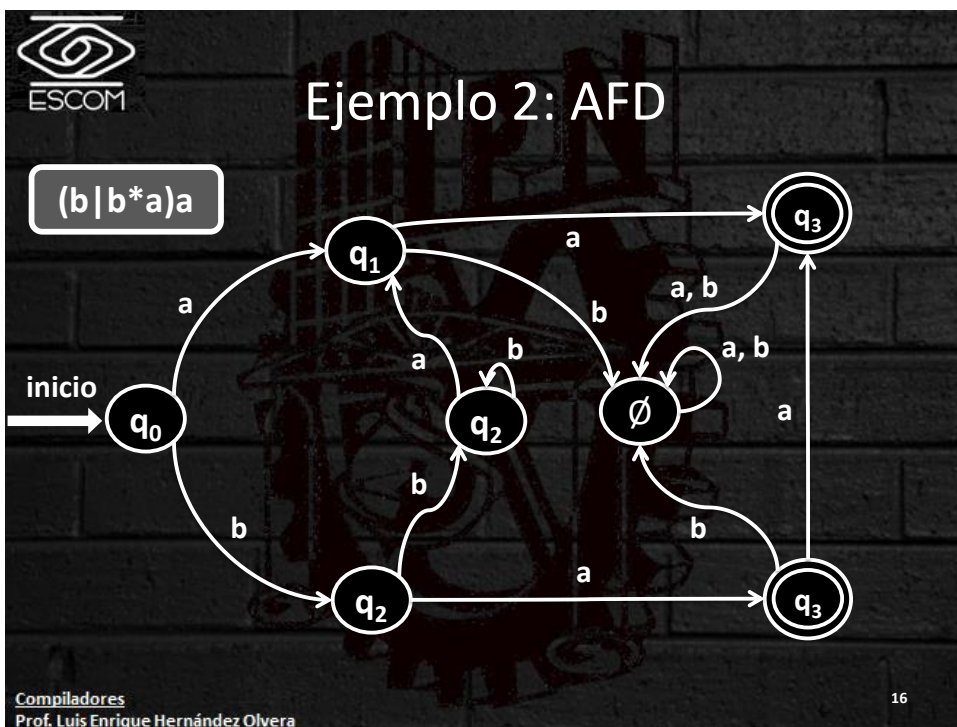
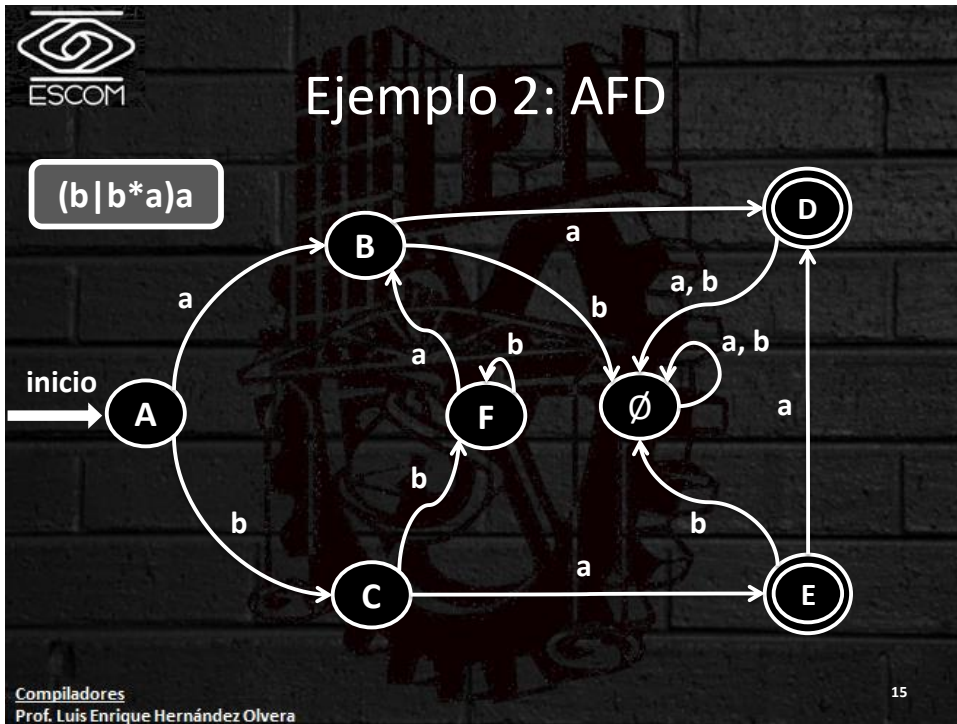
## Ejemplo 2

- El estado inicial es A, ya que originalmente contiene a  $q_0$ .
- Los estados finales son D y E ya que contienen a  $q_{11}$ .

$\Delta$	a	b
A	B	C
B	D	$\emptyset$
C	E	F
D	$\emptyset$	$\emptyset$
E	D	$\emptyset$
F	B	F

Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

14







## Ejemplo 2: AFD

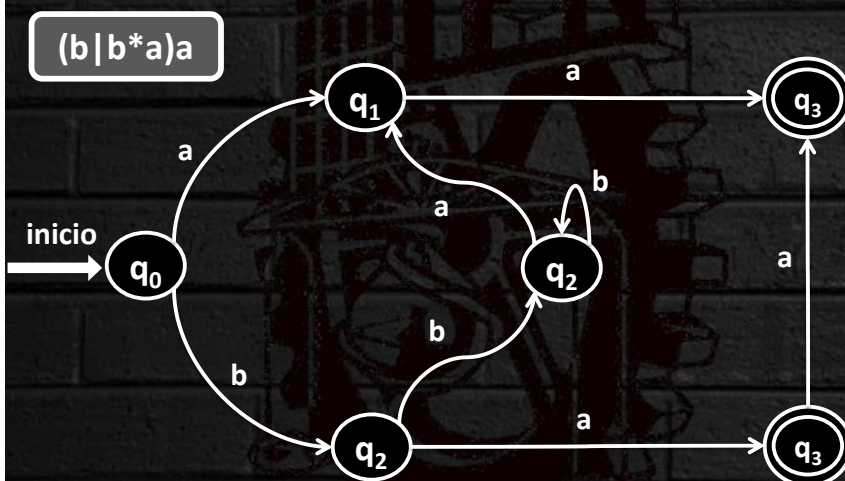
- Es posible omitir el estado  $\emptyset$ , para una fácil interpretación, pero es importante hacer notar que puede ser tratado como un estado más (estado de error), y es necesario para la implementación correcta del autómata.

Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

17



## Ejemplo 2: AFD



Compiladores  
Prof. Luis Enrique Hernández Olvera

18



## Ejercicios

- Construir el **diagrama y formalizar** los autómatas para las siguientes expresiones regulares a través de la nomenclatura de Thompson y realizar el proceso de conversión para obtener los autómatas finitos deterministas correspondientes.

1.  $(a|b|c)^*b^*$
2.  $(a|b)^*$
3.  $(a^*b^*c^*)^*$
4.  $(bc)^+|(ab)^*$
5.  $((b|b^*a)^*)a$
6.  $(a^*|b^+)^+$