

Sesión 23

Parseo Bottom-up

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Simulación bottom-up en Exp

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, q_0, Z_0, A, \delta)$

Cadena de entrada: $a + a * a$

Control de Edos. Finitos

Stack: Z_0

Producciones:

- $S \rightarrow S_1 \$$
- $S_1 \rightarrow S_1 + T$
- $S_1 \rightarrow T$
- $T \rightarrow T * a$
- $T \rightarrow a$

La máquina chequea si el lado derecho de una producción corresponde a una subcadena hasta arriba del stack; si es el caso, substituye dicha subcadena por la variable en el lado izquierdo de la producción: **reduce**.
O, alternativamente, push el símbolo actual en la cinta: **shift**

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

Control de Edos. Finitos

Stack: Z_0

Producciones:

- $S \rightarrow S_1 \$$
- $S_1 \rightarrow S_1 + T$
- $S_1 \rightarrow T$
- $T \rightarrow T * a$
- $T \rightarrow a$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

Control de Edos. Finitos

Stack: $T, +, S_1, Z_0$

Lados derechos

Producciones más derechas

Producciones:

- $S \rightarrow S_1 \$$
- $S_1 \rightarrow S_1 + T$
- $S_1 \rightarrow T$
- $T \rightarrow T * a$
- $T \rightarrow a$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

Control de Edos. Finitos

Stack: S, Z_0

Lados derechos

Producciones más derechas

Producciones:

- $S \rightarrow S_1 \$$
- $S_1 \rightarrow S_1 + T$
- $S_1 \rightarrow T$
- $T \rightarrow T * a$
- $T \rightarrow a$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

El AP no-determinístico

| Id | Estado | Entrada | Simbolo stack | Movida(s) |
|---|-----------|-----------|---------------|----------------------|
| Movidas shift (para cualquier $\sigma \in \Sigma$) | | | | |
| 1 | q | σ | X | $(q, \sigma X)$ |
| Movidas para reducir $S_1 \$$ a S | | | | |
| 2 | q | Λ | S | (q_0, Λ) |
| 3 | $q_{0,1}$ | Λ | S_1 | (q, S) |
| Movidas para reducir $S_1 + T$ a S_1 | | | | |
| 4 | q | Λ | T | $(q_{1,1}, \Lambda)$ |
| 5 | $q_{1,1}$ | Λ | $+$ | $(q_{1,2}, \Lambda)$ |
| 6 | $q_{1,2}$ | Λ | S_1 | (q, S_1) |
| Movidas para reducir $T * a$ a T | | | | |
| 7 | q | Λ | T | (q, S_1) |
| ... | | | | |

No-determinismo por la T hasta arriba del stack!

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

El AP no-determinístico

| Id | Estado | Entrada | Símbolo stack | Movida(s) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------|----------------------|
| Movidas para reducir T^*a a T | | | | |
| 8 | q | Λ | a | $(q_{3,1}, \Lambda)$ |
| 9 | $q_{3,1}$ | Λ | $*$ | $(q_{3,2}, \Lambda)$ |
| 10 | $q_{3,2}$ | Λ | T | (q, T) |
| Movidas para reducir a a T | | | | |
| 11 | q | Λ | a | (q, T) |
| Movida para aceptar | | | | |
| 12 | q | Λ | S | (q_1, S) |
| Otras combinaciones | | | | ninguna |

$T \rightarrow T^*a$

$T \rightarrow a$

No-determinismo por la a hasta arriba del stack!

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Parser bottom-up determinístico

- En la simulación bottom-up de un AP, el no-determinismo aparece cuando hay la posibilidad de elegir entre:
 - **Push** símbolo en la pila (**shift**)
 - **Reducir** una cadena hasta arriba de la pila; en este caso, es posible que haya más de una producción cuyo lado derecho corresponda a una cadena hasta arriba del stack (dependiendo de cuantos símbolos del stack se consideren)

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Parser bottom-up determinístico

- En el parseo bottom-up determinístico debe ser posible hacer la elección correcta tomando en cuenta toda la información disponible en el estado de la computación (e.g. viendo el siguiente símbolo en la cinta)

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Parser bottom-up determinístico

- Shift** versus **Reducir**:
 - Hay combinaciones de símbolo hasta arriba de la pila y símbolo en la cinta para las cuales lo apropiado es siempre reducir, y shift es apropiado en todas las demás combinaciones
- La reducción apropiada:
 - La que reduce la cadena más larga de símbolos que están hasta arriba de la pila

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Reducción determinística

$$S \rightarrow S_1 S$$

$$S_1 \rightarrow S_1 + T$$

$$S_1 \rightarrow T$$

$$T \rightarrow T^* a$$

$$T \rightarrow a$$

Movidas para reducir $S_1 S$ a S :

| Id | Estado | Entrada | Símbolo stack | Movida(s) |
|----|--------|-----------|---------------|------------------|
| 3 | q | Λ | S | (q_S, Λ) |
| 4 | q_S | Λ | S_1 | (q, S) |

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Reducción determinística

$$S \rightarrow S_1 S$$

$$S_1 \rightarrow S_1 + T$$

$$S_1 \rightarrow T$$

$$T \rightarrow T^* a$$

$$T \rightarrow a$$

Movidas para reducir a o T^*a a T :

| Id | Estado | Entrada | Símbolo stack | Movida(s) |
|----|-----------|-----------|---------------|----------------------|
| 5 | q | Λ | a | $(q_{a,1}, \Lambda)$ |
| 6 | $q_{a,1}$ | Λ | $*$ | $(q_{a,2}, \Lambda)$ |
| 7 | $q_{a,2}$ | Λ | T | (q, T) |
| 8 | $q_{a,1}$ | Λ | X | (q, TX) |

Para 8: X es cualquier símbolo que no sea $*$; se reemplaza a por T sin alterar X (lo que está debajo de a).

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Reducción & shift determinístico

Usando toda la información local: look ahead!

$$\begin{aligned} S &\rightarrow S_1 \$ \\ S_1 &\rightarrow S_1 + T \\ S_1 &\rightarrow T \\ T &\rightarrow T^* a \\ T &\rightarrow a \end{aligned}$$

Movidas para reducir $S_1 + T$ o T a S_1 & consumir (shift) el símbolo de entrada:

| Id | Estado | Entrada | Simbolo stack | Movida(s) |
|----|-----------------|-----------|---------------|----------------------------|
| 9 | q | σ | T | $(q_{T,\sigma}, \Lambda)$ |
| 10 | $q_{T,\sigma}$ | Λ | $+$ | $(q'_{T,\sigma}, \Lambda)$ |
| 11 | $q'_{T,\sigma}$ | Λ | S_1 | $(q, \sigma S_1)$ |
| 12 | $q_{T,\sigma}$ | Λ | X | $(q, \sigma X)$ |

Para 9: σ es $+$ o $\$$ (expandir T en lado derecho)

Para 12: X es un símbolo en el stack diferente de $+$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Shift determinístico

Las producciones:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow S_1 \$ \\ S_1 &\rightarrow S_1 + T \\ S_1 &\rightarrow T \\ T &\rightarrow T^* a \\ T &\rightarrow a \end{aligned}$$

Movidas de Shift:

| Id | Estado | Entrada | Simbolo stack | Movida(s) |
|----|--------|----------|---------------|-------------------|
| 1 | q | σ | X | $(q, \sigma X)$ |
| 2 | q | σ | T | $(q_1, \sigma T)$ |

Para 1: σ es cualquier símbolo & X es $Z_0, S_1, +$ o $*$

Ninguno de estos X es el más derecho del lado derecho de ninguna producción!

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Shift determinístico

Las producciones:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow S_1 \$ \\ S_1 &\rightarrow S_1 + T \\ S_1 &\rightarrow T \\ T &\rightarrow T^* a \\ T &\rightarrow a \end{aligned}$$

Movidas de Shift:

| Id | Estado | Entrada | Simbolo stack | Movida(s) |
|----|--------|----------|---------------|-------------------|
| 1 | q | σ | X | $(q, \sigma X)$ |
| 2 | q | σ | T | $(q_1, \sigma T)$ |

Para 2: σ es cualquier símbolo que no sea $+$ o $\$$

• Si T en stack y viene $+$: T es un S_1 que hay que reducir!

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Shift determinístico

Las producciones:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow S_1 \$ \\ S_1 &\rightarrow S_1 + T \\ S_1 &\rightarrow T \\ T &\rightarrow T^* a \\ T &\rightarrow a \end{aligned}$$

Movidas de Shift:

| Id | Estado | Entrada | Simbolo stack | Movida(s) |
|----|--------|----------|---------------|-------------------|
| 1 | q | σ | X | $(q, \sigma X)$ |
| 2 | q | σ | T | $(q_1, \sigma T)$ |

Para 2: σ es cualquier símbolo que no sea $+$ o $\$$

• Si T en stack y viene $\$$: T es un S_1 que es un S y hay que reducir!

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

Reducción determinística

$$\begin{aligned} S &\rightarrow S_1 \$ \\ S_1 &\rightarrow S_1 + T \\ S_1 &\rightarrow T \\ T &\rightarrow T^* a \\ T &\rightarrow a \end{aligned}$$

Movida para aceptar:

| Id | Estado | Entrada | Simbolo stack | Movida(s) |
|----|--------|-----------|---------------|------------------|
| 13 | q | Λ | S | (q_1, Λ) |

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

El AP Determinístico

| Id | Estado | Entrada | Simbolo stack | Movida(s) |
|---|-----------|-----------|---------------|----------------------|
| Movidas shift | | | | |
| 1 | q | σ | X | $(q, \sigma X)$ |
| Para cualquier σ, X es $Z_0, S_1, +$ o $*$ | | | | |
| 2 | q | σ | T | $(q, \sigma T)$ |
| σ es cualquier símbolo que no sea $+$ o $\$$ | | | | |
| Movidas para reducir $S_1 \$$ a S | | | | |
| 3 | q | Λ | S | (q_2, Λ) |
| 4 | q_5 | Λ | S_1 | (q, S) |
| Movidas para reducir a o $T^* a$ a T | | | | |
| 5 | q | Λ | a | $(q_{a,1}, \Lambda)$ |
| 6 | $q_{a,1}$ | Λ | $*$ | $(q_{a,2}, \Lambda)$ |
| 7 | $q_{a,2}$ | Λ | T | (q, T) |
| 8 | $q_{a,1}$ | Λ | X | (q, TX) |

X es cualquier símbolo excepto $*$

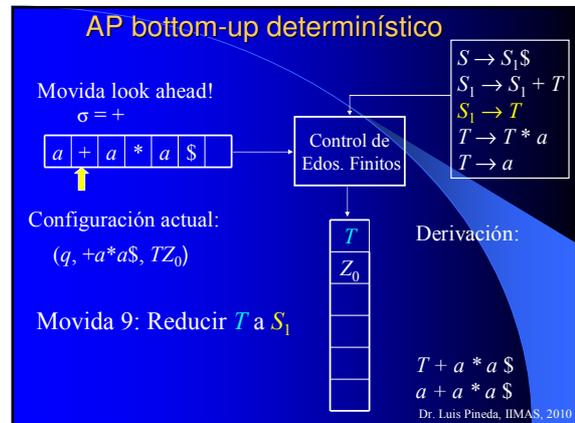
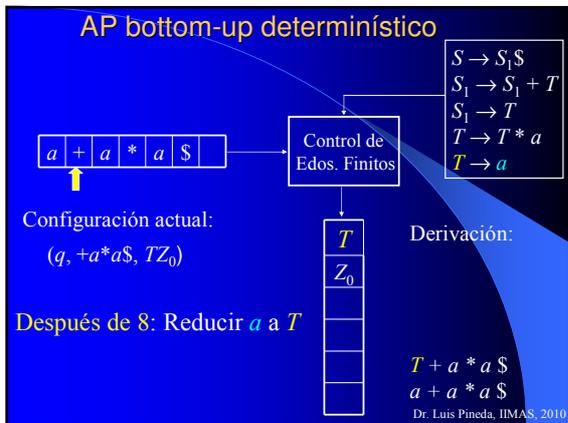
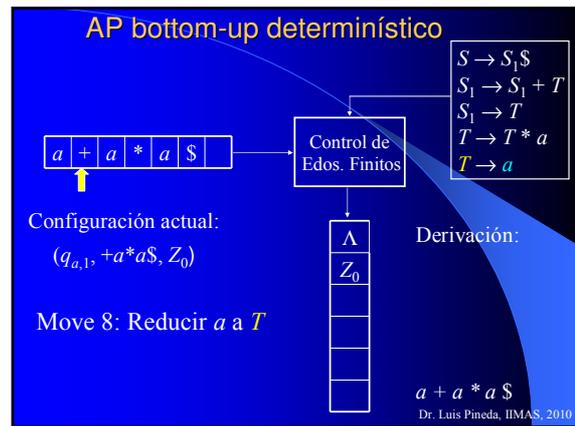
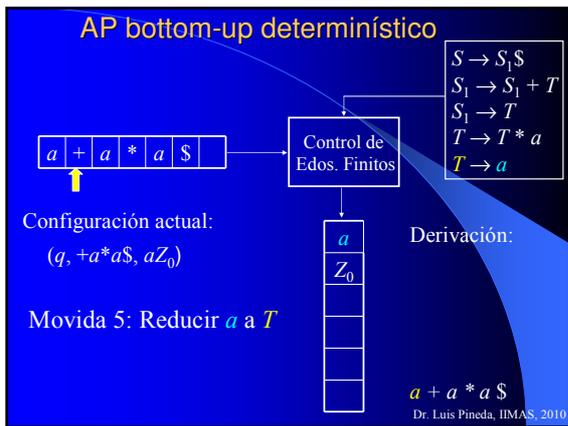
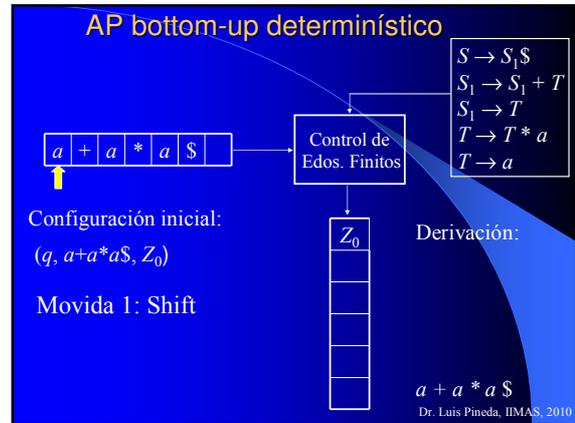
Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

El AP determinístico

| Id | Estado | Entrada | Símbolo stack | Movida(s) |
|---|-----------------|-----------|---------------|----------------------------|
| Movidas para reducir $S_1 + T$ a S_1 & shift símbolo de entrada | | | | |
| 9 | q | σ | T | $(q_{T,\sigma}, \Lambda)$ |
| 10 | $q_{T,\sigma}$ | Λ | $+$ | $(q'_{T,\sigma}, \Lambda)$ |
| 11 | $q'_{T,\sigma}$ | Λ | S_1 | $(q, \sigma S_1)$ |
| 12 | $q_{T,\sigma}$ | Λ | X | $(q, \sigma S_1 X)$ |
| σ es $+$ o $\$$; X es cualquier símbolo excepto $+$ | | | | |
| Movida para aceptar | | | | |
| 13 | q | Λ | S | (q_1, Λ) |
| Otras combinaciones | | | | ninguna |

$S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010



AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * a$
 $T \rightarrow a$

$\sigma = +$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q_{T,+}, a*a \$, Z_0)$

Movida 12: Look ahead!
 Consume símbolo +
 & reducir T to S_1

Derivación:

Λ
 Z_0

$T + a * a \$$
 $a + a * a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q, a*a \$, +S_1 Z_0)$

Movida 1: Shift

Derivación:

$+$
 S_1
 Z_0

$S_1 +$
 $T + a * a \$$
 $a + a * a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q, *a \$, a+S_1 Z_0)$

Movida 5: Reducir a a T

Derivación:

a
 $+$
 S_1
 Z_0

$S_1 + a$
 $T + a * a \$$
 $a + a * a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q_{a,1}, *a \$, +S_1 Z_0)$

Movida 8: Reducir a a T

Derivación:

Λ
 $+$
 S_1
 Z_0

$S_1 + a$
 $T + a * a \$$
 $a + a * a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q, *a \$, T+S_1 Z_0)$

Movida 2: Shift

Derivación:

T
 $+$
 S_1
 Z_0

$S_1 + T$
 $T + a * a \$$
 $a + a * a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q, a \$, *T+S_1 Z_0)$

Movida 1: Shift

Derivación:

$*$
 T
 $+$
 S_1
 Z_0

$S_1 + T *$
 $T + a * a \$$
 $a + a * a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

Control de Edos. Finitos

↓

| |
|-------|
| a |
| $*$ |
| T |
| $+$ |
| S_1 |
| Z_0 |

Derivación:

 $S_1 + T^* a$
 $T + a^* a \$$
 $a + a^* a \$$

Configuración actual: $(q, \$, a^* T + S_1 Z_0)$

Movida 5: Reducir $T^* a$ a T

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

Control de Edos. Finitos

↓

| |
|-----------|
| Λ |
| $*$ |
| T |
| $+$ |
| S_1 |
| Z_0 |

Derivación:

 $S_1 + T^* a$
 $T + a^* a \$$
 $a + a^* a \$$

Configuración actual: $(q_{a,1}, \$, * T + S_1 Z_0)$

Movida 6: Reducir $T^* a$ a T

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

Control de Edos. Finitos

↓

| |
|-----------|
| Λ |
| Λ |
| T |
| $+$ |
| S_1 |
| Z_0 |

Derivación:

 $S_1 + T$
 $S_1 + T^* a$
 $T + a^* a \$$
 $a + a^* a \$$

Configuración actual: $(q_{a,2}, \$, T + S_1 Z_0)$

Move 7: Reducir $T^* a$ a T

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

Control de Edos. Finitos

↓

| |
|-----------|
| Λ |
| Λ |
| T |
| $+$ |
| S_1 |
| Z_0 |

Derivación:

 $S_1 + T$
 $S_1 + T^* a$
 $T + a^* a \$$
 $a + a^* a \$$

Configuración actual: $(q, \$, T + S_1 Z_0)$

Shift $\$$ & Reduce $S_1 + T$ a S_1

Movida 9: pop T

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

Control de Edos. Finitos

↓

| |
|-----------|
| Λ |
| Λ |
| Λ |
| $+$ |
| S_1 |
| Z_0 |

Derivación:

 $S_1 + T \$$
 $S_1 + T^* a$
 $T + a^* a \$$
 $a + a^* a \$$

Configuración actual: $(q_{T,S}, \Lambda, S_1 Z_0)$

Shift $\$$ & Reduce $S_1 + T$ a S_1

Movida 10: pop $+$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

Control de Edos. Finitos

↓

| |
|-----------|
| Λ |
| Λ |
| Λ |
| $\$$ |
| S_1 |
| Z_0 |

Derivación:

 $S_1 \$$
 $S_1 + T \$$
 $S_1 + T^* a$
 $T + a^* a \$$
 $a + a^* a \$$

Configuración actual: $(q'_{T,S}, \Lambda, \$ S_1 Z_0)$

Shift $\$$ & Reduce $S_1 + T$ a S_1

Movida 11: push $\$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q, \Lambda, \$S_1 Z_0)$

Reducir $S_1 \$$ a S

Movida 3: pop $\$$

Λ
 Λ
 Λ
 $\$$
 S_1
 Z_0

Derivación:

$S_1 \$$

$S_1 + T \$$

$S_1 + T^* a$

$T + a^* a \$$

$a + a^* a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q_s, \Lambda, S_1 Z_0)$

Reducir $S_1 \$$ a S

Movida 4: pop S_1 & push S

Λ
 Λ
 Λ
 Λ
 S
 Z_0

Derivación:

S

$S_1 \$$

$S_1 + T \$$

$S_1 + T^* a$

$T + a^* a \$$

$a + a^* a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 $(q, \Lambda, S Z_0)$

Movida 13:
pop S & Aceptar!

Λ
 Λ
 Λ
 Λ
 S
 Z_0

Derivación:

S

$S_1 \$$

$S_1 + T \$$

$S_1 + T^* a$

$T + a^* a \$$

$a + a^* a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

AP bottom-up determinístico

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$S \rightarrow S_1 \$$
 $S_1 \rightarrow S_1 + T$
 $S_1 \rightarrow T$
 $T \rightarrow T^* a$
 $T \rightarrow a$

$a + a * a \$$

Control de Edos. Finitos

Configuración actual:
 (q_1, Λ, Z_0)

Λ
 Λ
 Λ
 Λ
 Λ
 Z_0

Derivación:

S

$S_1 \$$

$S_1 + T \$$

$S_1 + T^* a$

$T + a^* a \$$

$a + a^* a \$$

Dr. Luis Pineda, IIMAS, 2010

