

Universidad San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Occidente

División de Ciencias de la Ingeniería.

Estudiante: Pablo Daniel Alvarado Rodríguez

Registro Académico: 202130534

Proyecto 02 Parte Teorica

Quetzaltenango Mayo 2025

Token numero

Gramática Libre de Contexto:

No terminales

$N = \{ S \text{ (inicial), Número, Dígito, Signo, DígitoNoCero } \}$

Terminales

$\Sigma = \{ +, -, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$

Producciones:

1. $S \rightarrow \text{Signo Número} \mid \text{Número}$
2. $\text{Número} \rightarrow 0 \mid \text{DígitoNoCero Dígito}^*$
3. $\text{Dígito} \rightarrow 0 \mid \text{DígitoNoCero}$
4. $\text{DígitoNoCero} \rightarrow 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$
5. $\text{Signo} \rightarrow + \mid -$

Definición Formal del Autómata de Pila

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z, F)$:

Estados (Q):

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}$.

q_0 : Estado inicial.

q_1 : Procesa signo o primer dígito.

q_2 : Lee el primer dígito después de un signo.

q_3 : Estado de aceptación (final).

q_4 : Procesa los dígitos restantes.

Alfabeto de entrada (Σ):

$\Sigma = \{+, -, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

Alfabeto de pila (Γ):

$\Gamma = \{Z, N, S\}$.

Z: Símbolo inicial/fondo de pila.

N: Marca que se ha procesado un dígito válido.

S: Marca que se ha procesado un signo.

Función de transición (δ):

Las transiciones se definen como sigue (en formato $\delta(q_i, a, X) = (q_j, Y)$):

$\delta(q_0, \lambda, Z) = (q_1, Z)$.

$\delta(q_1, [+], Z) = (q_2, SZ)$.

$\delta(q_1, 0, Z) = (q_3, NZ)$.

$\delta(q_1, [1-9], Z) = (q_4, NZ)$.

$\delta(q_2, [1-9], S) = (q_4, N)$.

$\delta(q_4, [0-9], N) = (q_4, N)$.

$\delta(q_4, \lambda, N) = (q_3, \lambda)$.

$\delta(q_3, \lambda, Z) = (q_3, Z)$. (Aceptación por estado final).

Estado inicial:

q_0 .

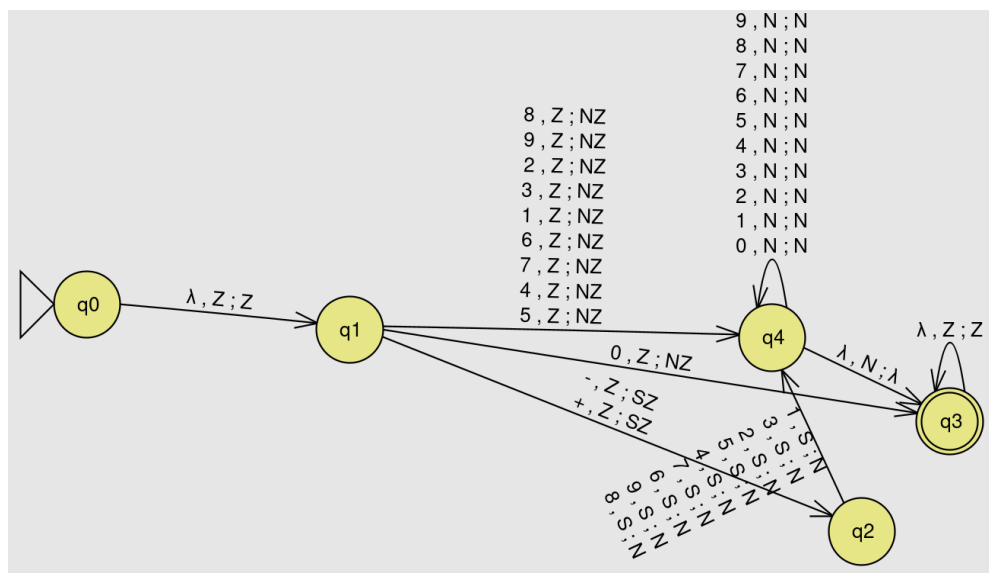
Símbolo de fondo de pila:

Z.

Estados de aceptación (F):

$F = \{q_3\}$. (Aceptación por estado final).

AP



Token Identificador

Gramática Libre del Contexto:

No terminales

$N = \{S \text{ (inicial), Identificador, Resto, Letra, Dígito}\}$

Terminales

$\Sigma = \{\$, [aA-zZ], [0-9], _, -\}$

Producciones

1. $S \rightarrow \$ \text{ Resto}$
2. $\text{Resto} \rightarrow \text{Letra Resto} \mid \text{Dígito Resto} \mid _ \text{ Resto} \mid \lambda$
3. $\text{Letra} \rightarrow a \mid b \mid \dots \mid z \mid A \mid B \mid \dots \mid Z$
4. $\text{Dígito} \rightarrow 0 \mid 1 \mid \dots \mid 9$

Reglas:

El identificador siempre empieza con \$.

El resto puede contener letras, dígitos o _.

Definición Formal del Autómata de Pila

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z, F)$:

Estados (Q):

$Q = \{q_0, q_1, q_2\}$.

q_0 : Estado inicial.

q_1 : Espera el símbolo \$.

q_2 : Procesa el resto del identificador y es el estado de aceptación.

Alfabeto de entrada (Σ):

$\Sigma = \{\$, [aA-zZ], _, -\}$

Alfabeto de pila (Γ):

$\Gamma = \{Z, L\}$.

Z: Fondo de pila.

L: Indica que se ha procesado al menos un carácter válido después de \$.

Función de transición (δ):

$\delta(q_0, \lambda, Z) = (q_1, Z)$ (inicio).

$\delta(q_1, \$, Z) = (q_2, LZ)$ (obliga a empezar con \$).

$\delta(q_2, [aA-zZ], [0-9], L) = (q_2, L)$ (resto de caracteres).

$\delta(q_2, \lambda, Z) = (q_2, Z)$ (aceptación por estado final).

Estado inicial:

q_0

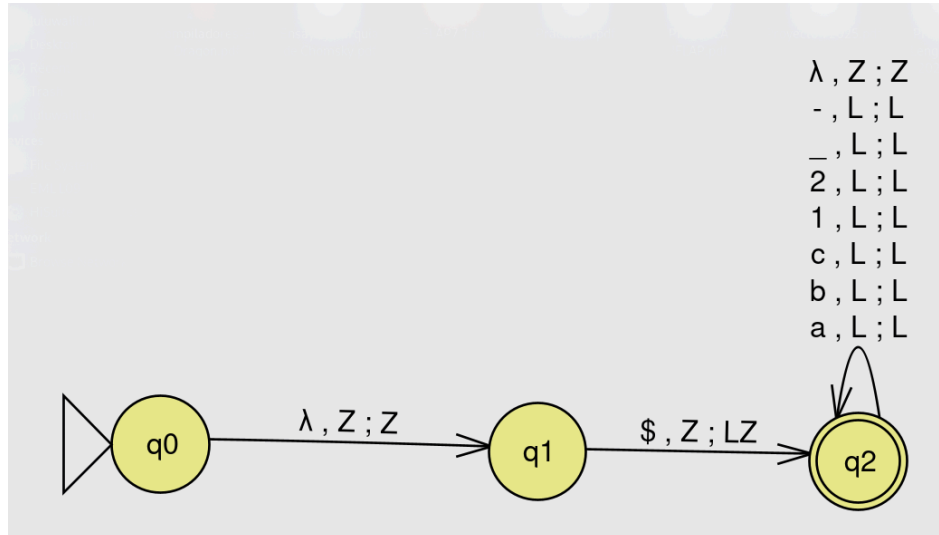
Símbolo de fondo de pila:

Z.

Estados de aceptación (F):

$F = \{q_2\}$.

AP



Token Palabra Reservada

Gramática Libre de Contexto

No terminales:

S, PalabraReservada

Terminales:

PRINT, END, REPEAT, INIT, IF, TRUE, FALSE, THEN

Producciones:

1. $S \rightarrow \text{PalabraReservada}$
2. $\text{PalabraReservada} \rightarrow \text{PRINT} \mid \text{END} \mid \text{REPEAT} \mid \text{INIT} \mid \text{IF} \mid \text{TRUE} \mid \text{FALSE} \mid \text{THEN}$

Definición Formal del Autómata de Pila

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z, F)$

Estados (Q):

q_0 (inicial), q_1 , q_2 (final)

Alfabeto de entrada (Σ):

P, R, E, I, N, D, T, A, F, L, S, H # Iniciales para las palabras reservadas

Alfabeto de pila (Γ):

Z, M # Z: fondo de pila, M: marcador de progreso

Función de transición (δ):

Transición inicial

$q_0 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_1$

Transiciones para cada palabra reservada:

PRINT

$q_1 \rightarrow P, Z; MZ \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow R, M; M \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow I, M; M \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow N, M; M \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow T, M; \lambda \rightarrow q_2$

END

$q_1 \rightarrow E, Z; MZ \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow N, M; M \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow D, M; \lambda \rightarrow q_2$

REPEAT

$q_1 \rightarrow R, Z; MZ \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow E, M; M \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow P, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow E, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow A, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow T, M; \lambda \rightarrow q_2$

INIT

$q_1 \rightarrow I, Z; MZ \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow N, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow I, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow T, M; \lambda \rightarrow q_2$

IF

$q_1 \rightarrow I, Z; MZ \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow F, M; \lambda \rightarrow q_2$

TRUE

$q_1 \rightarrow T, Z; MZ \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow R, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow U, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow E, M; \lambda \rightarrow q_2$

FALSE

$q_1 \rightarrow F, Z; MZ \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow A, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow L, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow S, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow E, M; \lambda \rightarrow q_2$

THEN

$q_1 \rightarrow T, Z; MZ \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow H, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow E, M; M \rightarrow q_1$
 $q_1 \rightarrow N, M; \lambda \rightarrow q_2$

Aceptación

$q_2 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_2$

Estado inicial:

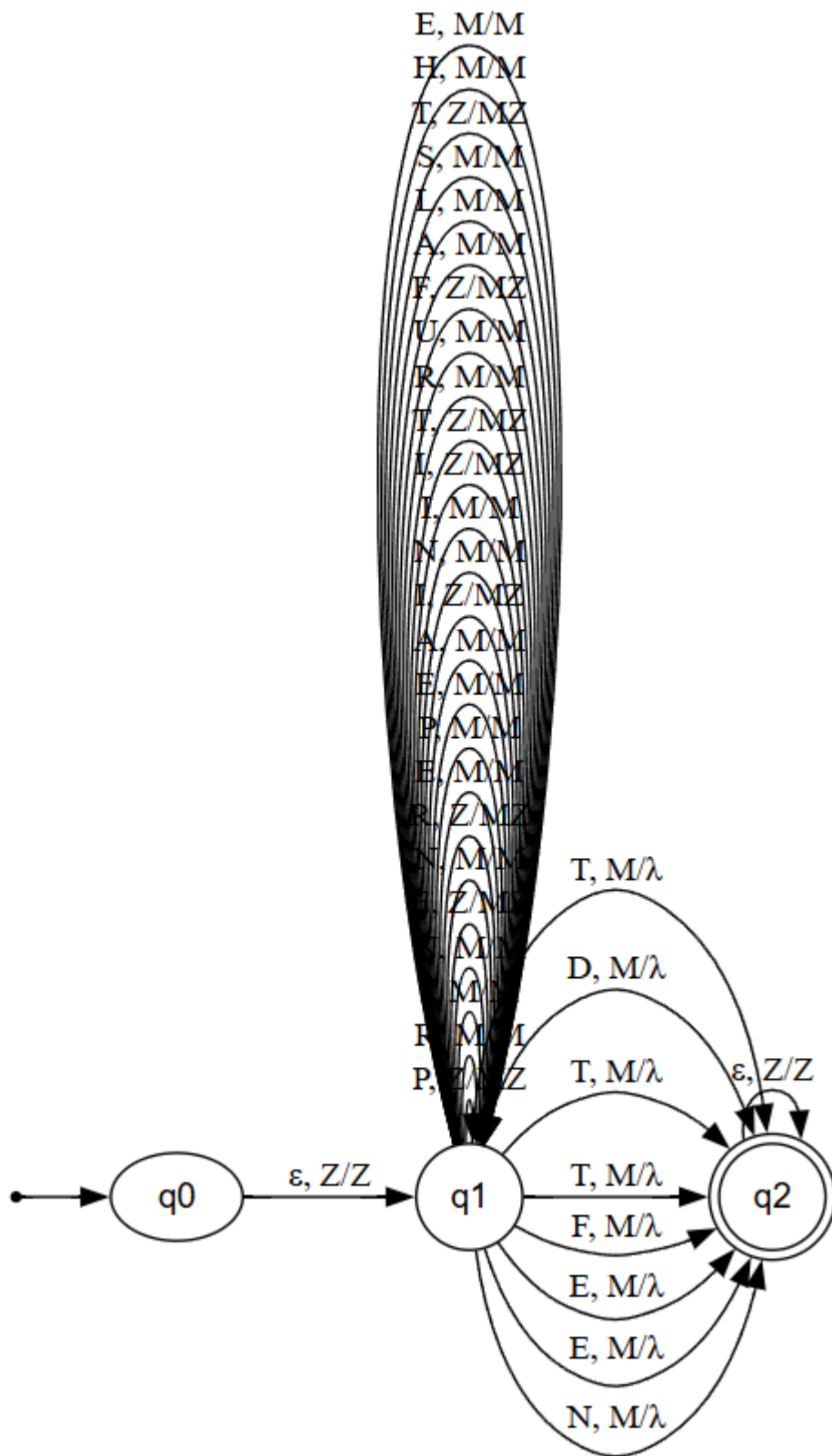
q_0

Símbolo fondo de pila:

Z

Estados de aceptación (F):

q_2



Token Literal

Gramática Libre de Contexto

No terminales:

S, Literal, Contenido

Terminales:

" (comilla doble), [cualquier carácter excepto "], \ (escape)

Producciones:

1. $S \rightarrow \text{Literal}$
2. $\text{Literal} \rightarrow " \text{Contenido} "$
3. $\text{Contenido} \rightarrow \text{cualquier_carácter} \text{Contenido} \mid \backslash " \text{Contenido} \mid \lambda$

Definición Formal del Autómata de Pila

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z, F)$

Estados (Q):

q_0 (inicial), q_1 (lectura), q_2 (escape), q_3 (final)

Alfabeto de entrada (Σ):

" , cualquier_carácter, \

Alfabeto de pila (Γ):

Z, L

Función de transición (δ):

Inicio

$q_0 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_1$

Apertura de literal

$q_1 \rightarrow ", Z; LZ \rightarrow q_1$

Caracteres normales

$q_1 \rightarrow [^"\backslash], L; L \rightarrow q_1$

Carácter de escape

$q_1 \rightarrow \backslash, L; L \rightarrow q_2$

$q_2 \rightarrow \text{cualquier_carácter}, L; L \rightarrow q_1$

Cierre de literal

$q_1 \rightarrow ", L; \lambda \rightarrow q_3$

Aceptación

$q_3 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_3$

Estado inicial:

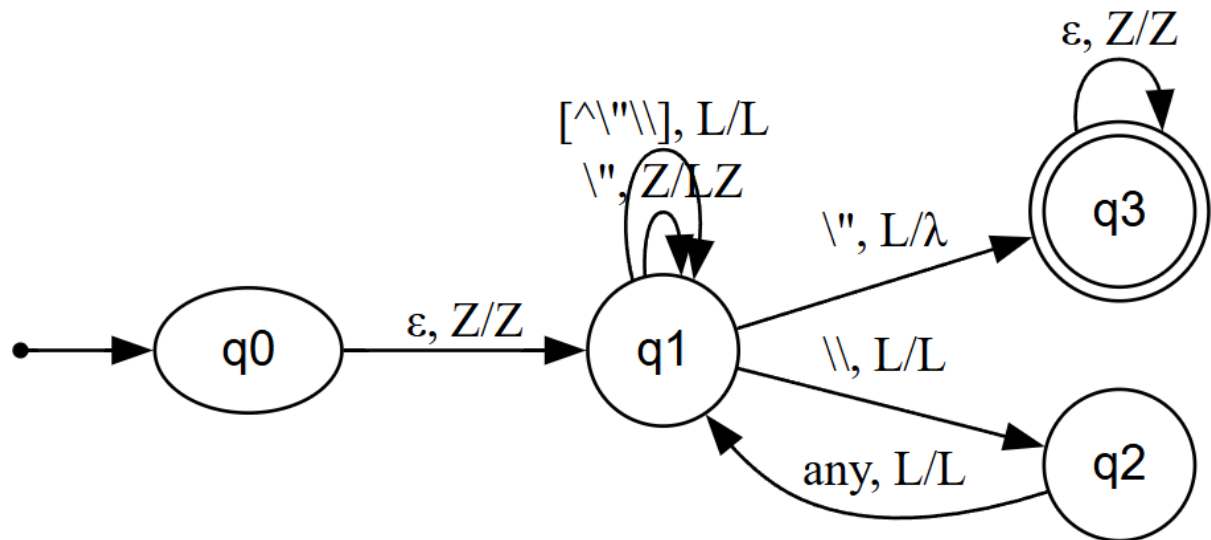
q0

Símbolo fondo de pila:

Z

Estados de aceptación (F):

q3



Token Operador Aritmético

Gramática Libre de Contexto

No terminales:

E (inicial), T, F, P

Terminales:

+, -, *, /, ^, (,), número, identificador

Producciones:

1. $E \rightarrow E + T \mid E - T \mid T$
2. $T \rightarrow T * F \mid T / F \mid F$
3. $F \rightarrow P \wedge F \mid P$
4. $P \rightarrow (E) \mid \text{número} \mid \text{identificador}$

Definición Formal del Autómata de Pila

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z, F)$

Estados (Q):

q0 (inicial), q1, q2 (final)

Alfabeto de entrada (Σ):

+, -, *, /, ^, (,), número, identificador

Alfabeto de pila (Γ):

Z, E, T, F, P

Función de transición (δ):

$q_0 \rightarrow \lambda, Z; EZ \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, E; T \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, E; E+T \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, E; E-T \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, T; F \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, T; T^*F \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, T; T/F \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, F; P \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, F; P^AF \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, P; (E) \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, P; \text{número} \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, P; \text{identificador} \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow +, +; \lambda \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow -, -; \lambda \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow *, *; \lambda \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow /, /; \lambda \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow ^, ^; \lambda \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow (, (; \lambda \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow),); \lambda \rightarrow q_1$

$q_1 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_2$

Estado inicial:

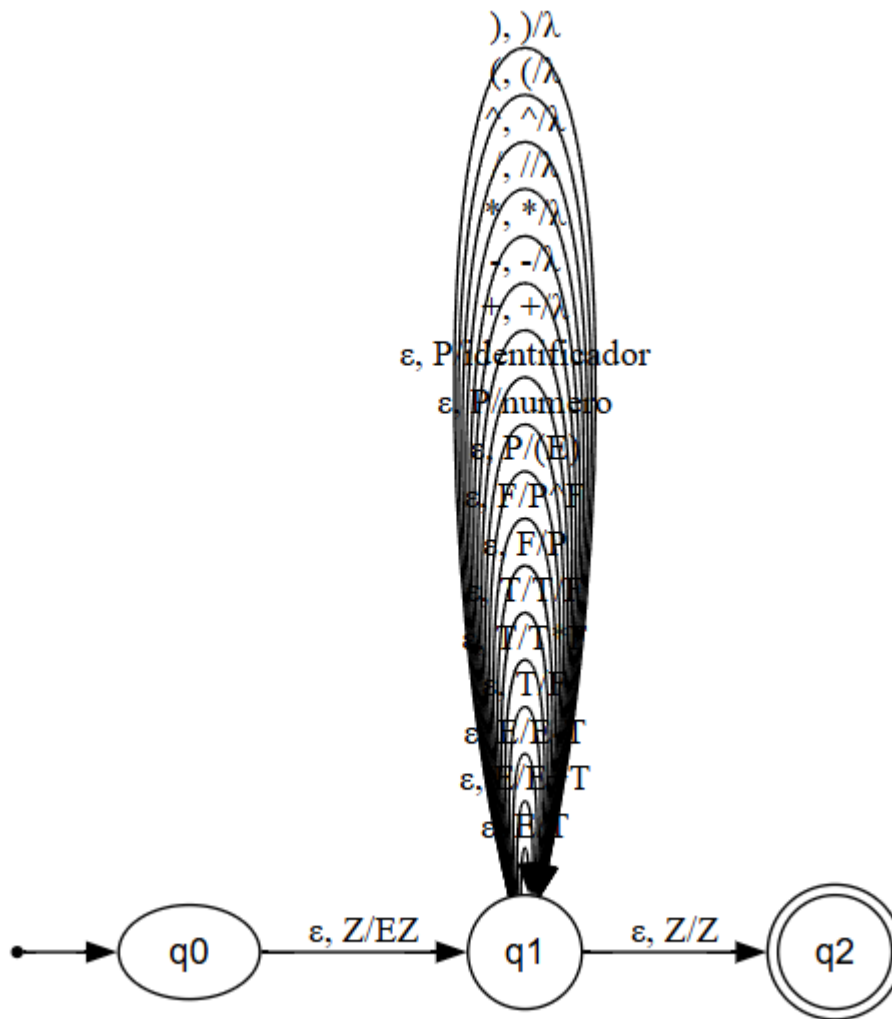
q_0

Símbolo fondo de pila:

Z

Estados de aceptación (F):

q_2



Token Asignación

Gramática Libre del Contexto

No terminales:

S (inicio), Asignacion

Terminales:

=, cualquier_simbolo (excepto =)

Producciones:

1. $S \rightarrow \text{Asignacion}$
2. $\text{Asignacion} \rightarrow \text{cualquier_simbolo} = \text{cualquier_simbolo}$

Gramática Formal del Autómata de Pila

Estados:

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$.

q_0 : Inicio.

q_1 : Espera el primer [algo] (antes del =).

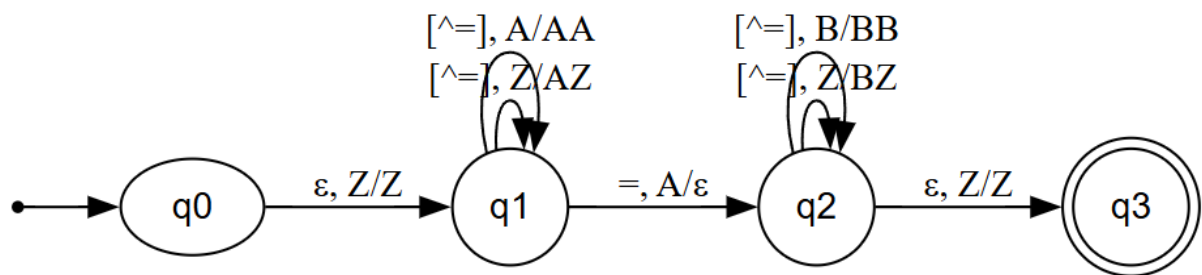
q_2 : Espera el =.

q_3 : Espera el segundo [algo] (después del =) y estado final.

Alfabeto (Σ): Cualquier símbolo válido (excepto = para evitar ambigüedades).

Transiciones:

$q_0 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_1$	# Inicio
$q_1 \rightarrow [\wedge=], Z; AZ \rightarrow q_1$	# Apila 'A' por cada símbolo antes del '='
$q_1 \rightarrow =, A; \lambda \rightarrow q_2$	# Consume '='
$q_2 \rightarrow [\wedge=], Z; BZ \rightarrow q_2$	# Apila 'B' por cada símbolo después del '='
$q_2 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_3$	# Aceptación



Token Comentario Una Línea

Gramática Libre del Contexto

No terminales:

S (inicio), Comentario, Contenido

Terminales:

#, \n (salto de línea), [cualquier carácter excepto \n]

Producciones:

- $S \rightarrow \text{Comentario}$
- $\text{Comentario} \rightarrow \# \text{Contenido} \backslash n$
- $\text{Contenido} \rightarrow \text{cualquier_carácter} \text{Contenido} \mid \lambda$

Definición Formal del Autómata de Pila

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z, F)$:

Estados (Q):

q_0 : Estado inicial.

q_1 : Detecta #.

q_2 : Procesa el contenido del comentario.

q_3 : Estado final (cuando llega a $\backslash n$).

Alfabeto de entrada (Σ):

#, $\backslash n$, y cualquier carácter excepto $\backslash n$.

Alfabeto de pila (Γ):

Z: Fondo de pila.

C: Marcador de comentario.

Función de transición (δ):

Inicio

$q_0 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_1$

Detecta '#' (inicio de comentario)

$q_1 \rightarrow \#, Z; CZ \rightarrow q_2$

Procesa contenido (excepto $\backslash n$)

$q_2 \rightarrow [^\backslash n], C; C \rightarrow q_2$

Finaliza al encontrar $\backslash n$

$q_2 \rightarrow \backslash n, C; \lambda \rightarrow q_3$

Aceptación

$q_3 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_3$

Estado inicial:

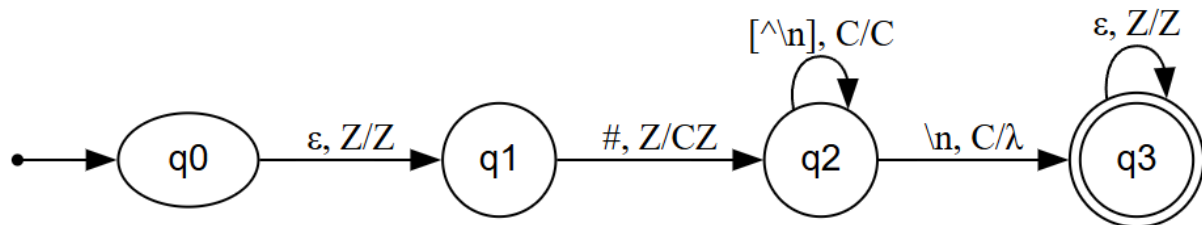
q_0 .

Símbolo de fondo de pila:

Z.

Estados de aceptación (F):

q_3 .



Token Comentario en Bloque

Gramática Libre de Contexto

No terminales:

S (inicio), ComentarioBloque, Contenido, Cierre

Terminales:

/*, */, [cualquier carácter excepto */]

Producciones:

1. $S \rightarrow \text{ComentarioBloque}$
2. $\text{ComentarioBloque} \rightarrow /* \text{Contenido} */$
3. $\text{Contenido} \rightarrow \text{cualquier_carácter} \text{Contenido} \mid */ \text{Cierre} \mid \lambda$
4. $\text{Cierre} \rightarrow \lambda \# \text{ Solo para asegurar el cierre}$

Definición Formal del Autómata de Pila

$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z, F)$:

Estados (Q):

q_0 : Estado inicial.

q_1 : Detecta /*.

q_2 : Procesa el contenido.

q_3 : Detecta */ (cierre).

q_4 : Estado final.

Alfabeto de entrada (Σ):

/*, */, y cualquier carácter excepto */.

Alfabeto de pila (Γ):

Z: Fondo de pila.

B: Marcador de bloque.

Función de transición (δ):

Inicio

$q_0 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_1$

Detecta '/'

$q_1 \rightarrow /, Z; Z \rightarrow q_1$ # Primer '/'

$q_1 \rightarrow *, Z; BZ \rightarrow q_2$ # Segundo '*' y apila B

Procesa contenido (excepto '/')

$q_2 \rightarrow [^*/], B; B \rightarrow q_2$ # Cualquier carácter que no inicie */

$q_2 \rightarrow *, B; B \rightarrow q_2$ # * suelto

$q_2 \rightarrow /, B; B \rightarrow q_2$ # / suelto

Detecta '*' (cierre)

$q_2 \rightarrow *, B; B \rightarrow q_3$ # Primer '*' para cierre

$q_3 \rightarrow /, B; \lambda \rightarrow q_4$ # Segundo '/' y desapila B

Aceptación

$q_4 \rightarrow \lambda, Z; Z \rightarrow q_4$

Estado inicial:

q_0 .

Símbolo de fondo de pila:

Z.

Estados de aceptación (F):

q_4 .

