

**SOLUCIONES****Parte I: PREGUNTAS TIPO TEST. 30%.**

- | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1. a) | 4. c) | 7. b) | 10. c) | 13. c) |
| 2. b) | 5. b) | 8. b) | 11. c) | 14. a) |
| 3. b) | 6. c) | 9. a) | 12. b) | 15. c) |

Parte III: PROBLEMA. 70%.**Apartado 1.**

La gramática tiene recursividad por la izquierda inmediata en las tres primeras reglas de producción de E . Esas mismas reglas presentan factores comunes. Estas dos características impiden que sea LL(1).

La ambigüedad no es un problema para esta gramática. La notación posfija de los operadores evita este problema, que sí aparece en las gramáticas con notación infija.

Eliminamos la recursividad izquierda:

$$\begin{aligned} E &\rightarrow N \mid NE' \\ E' &\rightarrow E+ \mid E- \mid ! \mid E + E' \mid E - E' \mid !E' \\ N &\rightarrow 0 \mid s(N) \end{aligned}$$

Factorizamos la gramática anterior, usando el prefijo común N de las reglas de E , y los prefijos comunes $E+$, $E-$ y $!$ de las reglas de E' :

$$\begin{aligned} E &\rightarrow NE'' \\ E' &\rightarrow E + E'' \mid E - E'' \mid !E'' \\ E'' &\rightarrow \lambda \mid E' \\ N &\rightarrow 0 \mid s(N) \end{aligned}$$

Antes de seguir factorizando, podemos simplificar la gramática, sustituyendo E' por sus opciones, y renombrando E'' por E' :

$$\begin{aligned} E &\rightarrow NE' \\ E' &\rightarrow \lambda \mid E + E' \mid E - E' \mid !E' \\ N &\rightarrow 0 \mid s(N) \end{aligned}$$

Hacemos la última factorización del prefijo común E de E' :

$$\begin{aligned} E &\rightarrow NE' \\ E' &\rightarrow \lambda \mid EE'' \mid !E' \\ E'' &\rightarrow +E' \mid -E' \\ N &\rightarrow 0 \mid s(N) \end{aligned}$$

Apartado 2.

Obtenemos los conjuntos PRIMERO y SIGUIENTE sobre la gramática anterior:

$$\begin{aligned} \text{PRIMERO}(E) &= \{ 0, s \} \\ \text{PRIMERO}(E') &= \{ \lambda, 0, s, ! \} \\ \text{PRIMERO}(E'') &= \{ +, - \} \\ \text{PRIMERO}(N) &= \{ 0, s \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SIGUIENTE}(E) &= \{ +, -, \$ \} \\ \text{SIGUIENTE}(E') &= \{ +, -, \$ \} \\ \text{SIGUIENTE}(E'') &= \{ +, -, \$ \} \\ \text{SIGUIENTE}(N) &= \{ 0, s, !, +, -, \$,) \} \end{aligned}$$

Para construir la tabla de análisis LL(1), calculamos los conjuntos PREDICT:

$$\begin{aligned} \text{PREDICT}(E \rightarrow NE') &= \{ 0, s \} \\ \text{PREDICT}(E' \rightarrow \lambda) &= \{ +, -, \$ \} \\ \text{PREDICT}(E' \rightarrow EE'') &= \{ 0, s \} \\ \text{PREDICT}(E' \rightarrow !E') &= \{ ! \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PREDICT}(E'' \rightarrow +E') &= \{ + \} \\ \text{PREDICT}(E'' \rightarrow -E') &= \{ - \} \\ \text{PREDICT}(N \rightarrow 0) &= \{ 0 \} \\ \text{PREDICT}(N \rightarrow s(N)) &= \{ s \} \end{aligned}$$

De acuerdo con los conjuntos PREDICT anteriores, la tabla de análisis LL(1) es la siguiente:

NO TERM	TERMINAL							
	+	-	!	0	s	()	\$
E				$E \rightarrow NE'$	$E \rightarrow NE'$			
E'	$E' \rightarrow \lambda$	$E' \rightarrow \lambda$	$E' \rightarrow !E'$	$E' \rightarrow EE''$	$E' \rightarrow EE''$			$E' \rightarrow \lambda$
E''	$E'' \rightarrow +E'$	$E'' \rightarrow -E'$						
N				$N \rightarrow 0$	$N \rightarrow s(N)$			

Como se puede observar, no hay conflictos en la tabla y, por tanto, la gramática es LL(1).

Apartado 3.

Para comprobar si la gramática es SLR(1), se construyen los conjuntos de ítems de la colección LR(0):

$$\begin{aligned} I_0 = \{ & E' \rightarrow \cdot E \\ & E \rightarrow \cdot E E + \\ & E \rightarrow \cdot E E - \\ & E \rightarrow \cdot E ! \\ & E \rightarrow \cdot N \\ & N \rightarrow \cdot 0 \\ & N \rightarrow \cdot s (N) \} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_1 = \text{GOTO}(I_0, E) = \{ & E' \rightarrow E \cdot \\ & E \rightarrow E \cdot E + \\ & E \rightarrow E \cdot E - \\ & E \rightarrow E \cdot ! \\ & E \rightarrow \cdot E E + \\ & E \rightarrow \cdot E E - \\ & E \rightarrow \cdot E ! \\ & E \rightarrow \cdot N \\ & N \rightarrow \cdot 0 \\ & N \rightarrow \cdot s (N) \} \end{aligned}$$

$$I_2 = \text{GOTO}(I_0, N) = \{ E \rightarrow N \cdot \}$$

$$I_3 = \text{GOTO}(I_0, 0) = \{ N \rightarrow 0 \cdot \}$$

$$I_4 = \text{GOTO}(I_0, s) = \{ N \rightarrow s \cdot (N) \}$$

$$\begin{aligned} I_5 = \text{GOTO}(I_1, E) = \{ & E \rightarrow E E \cdot + \\ & E \rightarrow E E \cdot - \\ & E \rightarrow E \cdot E + \\ & E \rightarrow E \cdot E - \\ & E \rightarrow E \cdot ! \\ & E \rightarrow \cdot E E + \\ & E \rightarrow \cdot E E - \\ & E \rightarrow \cdot E ! \\ & E \rightarrow \cdot N \\ & N \rightarrow \cdot 0 \\ & N \rightarrow \cdot s (N) \} \end{aligned}$$

$$I_6 = \text{GOTO}(I_1, !) = \{ E \rightarrow E ! \cdot \}$$

$$\text{GOTO}(I_1, N) = I_2$$

$$\text{GOTO}(I_1, 0) = I_3$$

$$\text{GOTO}(I_1, s) = I_4$$

$$\begin{aligned} I_7 = \text{GOTO}(I_4, () = \{ & N \rightarrow s (\cdot N) \\ & N \rightarrow \cdot 0 \\ & N \rightarrow \cdot s (N) \} \end{aligned}$$

$$I_8 = \text{GOTO}(I_5, +) = \{ E \rightarrow E E + \cdot \}$$

$$I_9 = \text{GOTO}(I_5, -) = \{ E \rightarrow E E - \cdot \}$$

$$\text{GOTO}(I_5, E) = I_5$$

$$\text{GOTO}(I_5, !) = I_6$$

$$\text{GOTO}(I_5, N) = I_2$$

$$\text{GOTO}(I_5, 0) = I_3$$

$$\text{GOTO}(I_5, s) = I_4$$

$$I_{10} = \text{GOTO}(I_7, N) = \{ N \rightarrow s (N \cdot) \}$$

$$\text{GOTO}(I_7, 0) = I_3$$

$$\text{GOTO}(I_7, s) = I_4$$

$$I_{11} = \text{GOTO}(I_{10},)) = \{ N \rightarrow s (N) \cdot \}$$

Los conjuntos SIGUIENTE para las reducciones son:

$$\begin{aligned} \text{SIGUIENTE}(E) &= \{ 0, s, +, -, !, \$ \} \\ \text{SIGUIENTE}(N) &= \{ 0, s, +, -, !, \$,) \} \end{aligned}$$

A partir de la colección anterior, se construye la siguiente tabla de análisis SLR, numerando las reglas por orden de aparición en el enunciado:

ESTADO	ACCIÓN							IR-A	
	+	-	!	0	s	()	\$	
0				d3	d4				1 2
1			d6	d3	d4			acep	5 2
2	r4	r4	r4	r4	r4			r4	
3	r5	r5	r5	r5	r5			r5	
4						d7			
5	d8	d9	d6	d3	d4				5 2
6	r3	r3	r3	r3	r3			r3	
7				d3	d4				10
8	r1	r1	r1	r1	r1			r1	
9	r2	r2	r2	r2	r2			r2	
10						d11			
11	r6	r6	r6	r6	r6			r6	

No hay conflictos en la tabla, de modo que podemos deducir que la gramática es SLR(1).

Apartado 4.

Por definición, toda gramática SLR(1) es también LALR(1) y LR(1).

Apartado 5.

A continuación se muestra el análisis de la entrada $s(0)+$ con tratamiento de errores en modo pánico.

PILA	ENTRADA	ACCIÓN
0	$s(0)+ \$$	d4
0 s 4	$(0)+ \$$	d7
0 s 4 (7	$0)+ \$$	d3
0 s 4 (7 0 3	$) + \$$	$r5 \ N \rightarrow 0$
0 s 4 (7 N 10	$) + \$$	d11
0 s 4 (7 N 10) 11	$+ \$$	$r6 \ N \rightarrow s(N)$
0 N 2	$+ \$$	$r4 \ E \rightarrow N$
0 E 1	$+ \$$	Error: apilar E con $IR_A[1,E]=5$ y continuar.
0 E 1 E 5	$+ \$$	d8
0 E 1 E 5 + 8	$\$$	$r1 \ E \rightarrow EE+$
0 E 1	$\$$	Finalizar: entrada no aceptada.

Apartado 6.

La gramática no es ambigua puesto que la tabla SLR(1) no tiene ningún conflicto. Por otra parte, el uso de la notación posfija permite evitar la necesidad de emplear paréntesis. Por ejemplo, el equivalente a la expresión con notación infija $(s(0)+s(0))!$ es $s(0)s(0)!$, mientras que $s(0)+s(0)!$ es $s(0)s(0)!+$. El orden de aparición de los operadores en notación posfija es suficiente para establecer de forma unívoca su orden de aplicación.

Apartado 7.

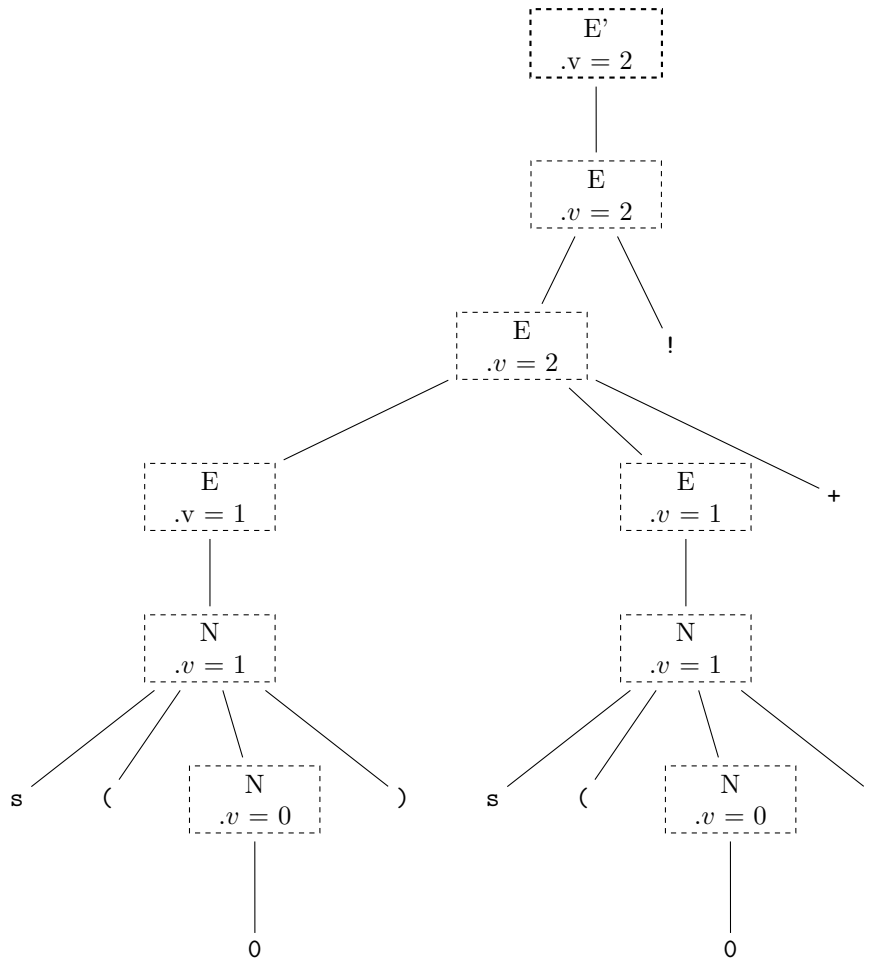
a) La definición dirigida por la sintaxis puede emplear los siguientes atributos:

Símbolo	Atributo	Dato	Tipo	Comentario
E'	res	int	Sintetizado	Valor resultado de la expresión en notación posfija.
E	v	int	Sintetizado	Valor representado por el nodo E .
N	v	int	Sintetizado	Valor representado por el nodo N .

En cuanto a las reglas semánticas que evalúan los atributos, podemos plantear las siguientes:

Regla de producción	Regla semántica
$E' \rightarrow E$	$E'.res = E.v;$
$E \rightarrow E_1 E_2 +$	$E.v = E_1.v + E_2.v;$
$E \rightarrow E_1 E_2 -$	$E.v = E_1.v - E_2.v;$
$E \rightarrow E_1 !$	$E.v = 1;$ $\text{for}(i = 2; i \leq E_1.v; i++)$ $E.v = E.v * i;$
$E \rightarrow N$	$E.v = N.v;$
$N \rightarrow s(N)$	$N.v = N.v + 1;$
$N \rightarrow 0$	$N.v = 0;$

b) El árbol anotado para la entrada $s(0)s(0)++!$ se muestra a continuación:



c) La DDS anterior define una gramática S-atribuida, porque todos los atributos son sintetizados. Además también es L-atribuida, puesto que por definición las gramáticas L-atribuidas pueden usar atributos sintetizados.