

Universidad Autónoma de Madrid
Departamento de Ingeniería Informática
3^{er}. Curso 1^{er}. Cuatrimestre
Autómatas y Lenguajes

Enunciados sobre análisis sintáctico descendente.

Hoja 7

1.-

Suponga la gramática independiente del contexto que puede deducirse de las siguientes reglas de producción (el axioma es el símbolo X):

$$\begin{aligned} X &\rightarrow I * AD \\ I &\rightarrow A * I \\ I &\rightarrow a \mid \lambda \\ A &\rightarrow aa * A \\ A &\rightarrow a \mid \lambda \\ D &\rightarrow * \mid \lambda \end{aligned}$$

Se pide:

1. Proporcione los conjuntos primero y siguiente **únicamente de los símbolos necesarios** para construir la tabla de análisis LL(1).

2. Rellene justificadamente la tabla de análisis proporcionada en la hoja siguiente para la técnica LL(1) según el temario visto este año en la asignatura. Entienda por razonadamente que tiene que aportar todos los cálculos y justificaciones que utilice en su respuesta. Tenga en cuenta que en la tabla es posible que haya filas / columnas que sobren. ¿La gramática es adecuada para el análisis sintáctico con la técnica LL(1)? Justifique su respuesta.

Soluciones

La primera gramática no es adecuada para la técnica LL(1) puesto que hay conflictos:

Primeros(A)={ λ , a}	Siguientes(A)={ $\$, *$ }
Primeros(D)={ λ , *}	Siguientes(A)={ $\$$ }
Primeros(I)={ λ , a, *}	Siguientes(A)={ $*$ }
Primeros(X)={a, *}	Siguientes(A)={ $\$$ }

	*	a	\$
A	λ	a aa*A	λ
D	*		λ
I	λ A*I	A*Ia	
X	I*AD	I*AD	

2.-

Suponga la gramática independiente del contexto que puede deducirse de las siguientes reglas de producción (el axioma es el símbolo A):

$A \rightarrow BCD$
 $B \rightarrow <$
 $B \rightarrow \lambda$
 $C \rightarrow 0C,$
 $C \rightarrow 1C,$
 $D \rightarrow 0>$
 $D \rightarrow 1>$

Se pide:

1. Proporcione los conjuntos primero y siguiente **únicamente de los símbolos necesarios** para construir la tabla de análisis LL(1).

2. Rellene justificadamente la tabla de análisis proporcionada en la hoja siguiente para la técnica LL(1) según el temario visto este año en la asignatura. Entienda por razonadamente que tiene que aportar todos los cálculos y justificaciones que utilice en su respuesta. Tenga en cuenta que en la tabla es posible que haya filas / columnas que sobren. ¿La gramática es adecuada para el análisis sintáctico con la técnica LL(1)? Justifique su respuesta.

3. ¿Cómo afecta a la solución anterior incluir en la gramática la regla $C \rightarrow \lambda$? Indique únicamente los cambios que debería hacer en la tabla, y si esta nueva gramática es adecuada para el análisis sintáctico con la técnica LL(1), justificando cada cambio y respuesta proporcionada.

Soluciones

La primera gramática sí es adecuada para la técnica LL(1) puesto que no hay conflictos:

Primeros(A)={1, 0, <} Sigüientes(A)={\$}
 Primeros(B)={λ, <} Sigüientes(A)={1, 0}
 Primeros(C)={1, 0} Sigüientes(A)={1, 0, , }
 Primeros(D)={1, 0} Sigüientes(A)={\$}

	,	0	1	<	>	\$
A		BCD	BCD	BCD		
B		λ	λ	<		
C		0C	1C			
D		0>	1>			

Al incluir la nueva regla, la gramática resultante ya no es adecuada para la técnica LL(1) presentando varios conflictos:

Primeros(A)={1, 0, <} Sigüientes(A)={\$}
 Primeros(B)={λ, <} Sigüientes(A)={1, 0}
 Primeros(C)={λ, 1, 0} Sigüientes(A)={1, 0, , }
 Primeros(D)={1, 0} Sigüientes(A)={\$}

	,	0	1	<	>	\$
A		BCD	BCD	BCD		
B		λ	λ	<		
C	λ	λ0C	λ1C			
D		0>	1>			

3.-

Suponga la gramática independiente del contexto que puede deducirse de las siguientes reglas de producción (el axioma es el símbolo T):

$T \rightarrow FGH$
 $F \rightarrow Gb$
 $F \rightarrow \lambda$
 $G \rightarrow Nd$
 $G \rightarrow \lambda$
 $H \rightarrow aA$
 $H \rightarrow \lambda$
 $N \rightarrow 0N$
 $N \rightarrow 1N$
 $N \rightarrow \lambda$
 $A \rightarrow a$
 $A \rightarrow \lambda$

Se pide:

1. Proporcione los conjuntos primero y siguiente de todos los símbolos necesarios para construir la tabla de análisis LL(1). Justifique su respuesta.

2. Rellene justificadamente la tabla de análisis proporcionada en la hoja siguiente para la técnica LL(1) según el temario visto este año en la asignatura. Entienda por razonadamente que tiene que aportar todos los cálculos y justificaciones que utilice en su respuesta. Tenga en cuenta que en la tabla es posible que haya filas / columnas que sobren.

3. Conteste explícitamente si la gramática es adecuada para el análisis sintáctico con la técnica LL(1) y justifique brevemente su respuesta.

	0	1	a	b	d	\$
A						
F						
G						
H						
N						
T						

SOLUCIÓN

primero(A)={a, λ }
 primero(F)={ λ , 1, d, 0, b}
 primero(G)={ λ , 1, d, 0}
 primero(H)={a, λ }
 primero(N)={ λ , 1, 0}
 primero(T)={ λ , 1, d, 0, b, a}

siguiente(A)={\$}
 siguiente(F)={1, d, 0, \$, a}
 siguiente(G)={b, \$, a}
 siguiente(H)={\$}

siguiente(N)={d}
 siguiente(T)={\$}

Por lo que

primero(FGH) = { λ , 1, d, 0, b, a}
 primero(Gb) = {1, d, 0, b}
 primero(Nd) = {1, d, 0}
 primero(aA) = {a}
 primero(0N) = {0}
 primero(1N) = {1}
 primero(a) = {a}

Por lo que la tabla queda como sigue (observe la presencia de conflictos en las columnas 0, 1 y d de la fila F que muestran que la gramática no es LL(1) por el criterio de la tabla de símbolos)

	0	1	a	b	d	\$
A			a			λ
F	λ Gb	λ Gb	λ	Gb	λ Gb	λ
G	Nd	Nd	λ	λ	Nd	λ
H			aA			λ
N	0N	1N			λ	
T	FGH	FGH	FGH	FGH	FGH	FGH

4.-

Considere la gramática que puede deducirse de las siguientes reglas de producción. y donde el axioma es el símbolo N:

N	→	F | nombre
F	→	T R
T	→	título | λ
R	→	nombre A | A
A	→	apellido S
S	→	apellido | λ

Los símbolos terminales : *título*, *nombre* y *apellido* son gestionados por el analizador morfológico. La gramática describe nombres de la gente en varias formas, por ejemplo:

título nombre apellido apellido
título apelido
nombre apelido
apelido

Se pide:

1. Complete la siguiente tabla de análisis LL(1) utilizando para ello la gramática que se muestra al comienzo de esta misma página.

.	título	nombre	apelido	\$
N				
F				
T				
R				
A				
S				

2. Conteste razonadamente a la siguiente cuestión sobre esta gramática ¿es LL(1)?
3. Utilice la tabla anterior para analizar la siguiente cadena de entrada. Muestre el contenido de la pila en cada paso. Observe que se ha utilizado solo la primera letra de los terminales para ahorrar espacio)

título nombre apelido

Paso	Pila	Entrada	Acción
1	\$N	tna\$	Aplicar N->F
2	\$F		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

SOLUCIÓN

1.

.	titulo	nombre	apellido	\$
N	F	F / nombre	F	
F	T R	T R	T R	
T	titulo	λ	λ	
R		nombre A	A	
A			apellido S	
S			apelido	λ

2.

No es LL(1) porque la celda resaltada contiene más de una regla.

3.

Paso	Pila	Entrada	Acción
1	\$N	tna\$	Aplicar N->F
2	\$F	tna\$	Aplicar F->T R
3	\$RT	tna\$	Aplicar T->t
4	\$Rt	tna\$	Avanzar
5	\$R	na\$	Aplicar R->nA
6	\$An	na\$	Avanzar
7	\$A	a\$	Aplicar A->aS
8	\$Sa	a\$	Avanzar
9	\$S	\$	Aplicar S-> λ
10	\$	\$	ACEPTAR

5.-

Considere la gramática que puede deducirse de las siguientes reglas de producción. y donde el axioma es el símbolo P:

```

P    →    begin Z end
Z    →    S ; Z
Z    →    λ
S    →    D V
D    →    int | float
V    →    id U
U    →    , V
U    →    λ

```

La gramática describe programas sencillos donde solo se permite un tipo de sentencias: declaraciones de tipo. A continuación se muestran varios ejemplos de cadenas que la gramática puede generar:

```

begin end
begin int a, b; end
begin int a; float b; end

```

Se pide:

1. Complete la tabla de análisis LL(1) siguiente utilizando para ello la gramática que se muestra al comienzo de esta misma página.

.	begin	end	;	int	float	id	,	\$
P								
Z								
S								
D								
V								
U								

2. Conteste razonadamente a la siguiente cuestión sobre esta gramática ¿es LL(1)?
3. Utilice la tabla anterior para analizar la siguiente cadena de entrada. Muestre el contenido de la pila en cada paso. Observe que se ha utilizado solo la primera letra de los terminales par ahorrar espacio):
begin float id, id; end

Paso	Pila	Entrada	Acción
1	P\$	bfi,i;e\$	Aplicar P->bZe
2	bZe\$		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

SOLUCIÓN

1.

	begin	end	;	int	float	id	,	\$
P	begin Z end							
Z		λ		S;Z	S;Z			
S				DV	DV			
D				int	float			
V						id U		
U			λ				,V	

2.

Sí es LL(1) ya que en ninguna celda hay más de una regla.

Paso	Pila	Entrada	Acción
1	P\$	bfi,i;e\$	Aplicar P->bZe
2	bZe\$	bfi,i;e\$	Avanzar
3	Ze\$	fi,i;e\$	Aplicar Z-> S;Z
4	S;Ze\$	fi,i;e\$	Aplicar S-> DV
5	DV;Ze\$	fi,i;e\$	Aplicar D-> f
6	fV;Ze\$	fi,i;e\$	Avanzar
7	V;Ze\$	i,i;e\$	Aplicar V-> iU
8	iU;Ze\$	i,i;e\$	Avanzar
9	U;Ze\$	,i;e\$	Aplicar U-> ,V
10	,V;Ze\$	,i;e\$	Avanzar
11	V;Ze\$	i;e\$	Aplicar V-> iU
12	iU;Ze\$	i;e\$	Avanzar
13	U;Ze\$	;e\$	Aplicar U-> λ
14	;Ze\$	;e\$	Avanzar
15	Ze\$	e\$	Aplicar Z-> λ
16	e\$	e\$	Avanzar
17	\$	\$	Aceptar
18			
19			
20			

6.-

Considere la gramática que puede deducirse de las siguientes reglas de producción (considere que el axioma es el símbolo A)

$$\begin{aligned} A &\rightarrow I=E \\ I &\rightarrow iX \\ X &\rightarrow \lambda \\ X &\rightarrow [E] \\ E &\rightarrow k \mid i \mid f(L) \\ L &\rightarrow ER \\ R &\rightarrow \lambda \\ R &\rightarrow ,L \end{aligned}$$

Esta gramática trata de representar las asignaciones de expresiones a variables.

Las variables pueden ser de dos tipos

- Un identificador, representado por el símbolo i que debe ser interpretado como un símbolo terminal que es devuelto por el analizador morfológico.
- El elemento de un vector unidimensional indexado mediante una expresión siguiendo la notación de rodear por corchetes la expresión y todo ello situarlo a continuación del identificador.

Las expresiones pueden ser de 3 tipos:

- Constantes, representadas mediante el símbolo k que se considera devuelto por el analizador morfológico.
- Identificadores
- Funciones cuyos argumentos son una lista de expresiones. Las funciones se representan mediante el símbolo f y la lista de argumentos entre paréntesis y separados por el símbolo $,$.

A continuación se muestran ejemplos de posibles asignaciones generadas por esta gramática:

$$\begin{aligned} i &= i \\ i &= k \\ i &= f(i, k) \\ i &= f(k, f(i), f(f(k))) \end{aligned}$$

Se pide

1. Completar razonadamente la siguiente tabla de análisis LL(1) para la siguiente gramática.

.	(	)	,	=	[	]	f	i	k	\$
A										
E										
I										
L										
R										
X										

2. Conteste razonadamente si la gramática de partida es LL(1) según el criterio de la tabla de análisis o no.
3. Aplique la gramática al análisis de la cadena $i=f(k)$. Muestre el contenido de la pila en cada paso de análisis y muestre el árbol de derivación escribiendo un contador secuencial en cada nodo que refleje el orden en el que han sido recorridos en el proceso de análisis.

Paso	Pila	Entrada	Acción
1	A\$	$i=f(k)$ \$	Aplicar $A \rightarrow I=E$
2	E=I\$	$i=f(k)$ \$	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

SOLUCIÓN

1.

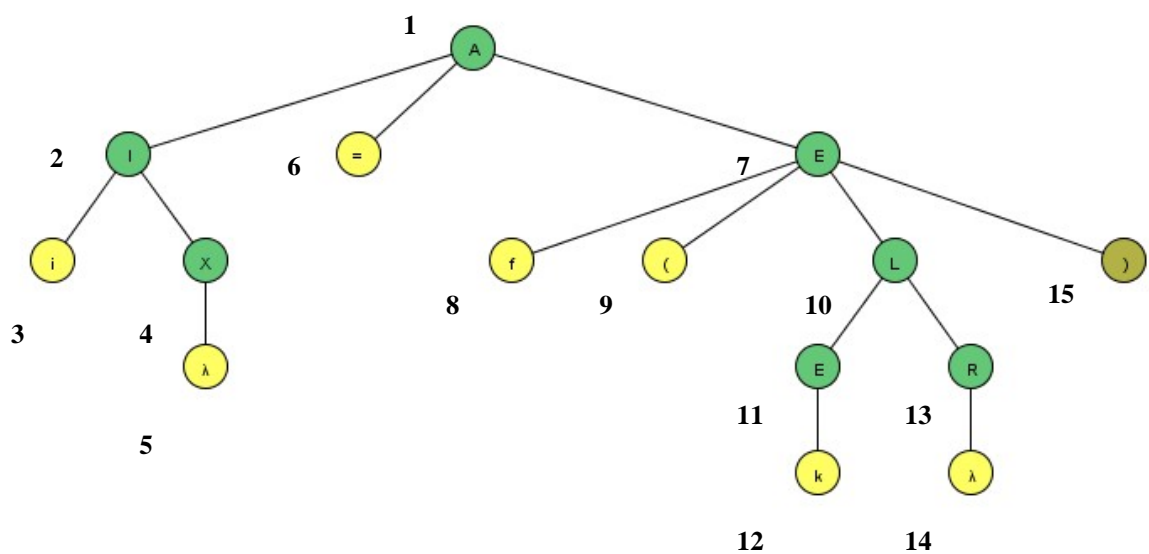
.	(	)	,	=	[	]	f	i	k	\$
A								I=E		
E							f(L)	i	k	
I								iX		
L							ER	ER	ER	
R		λ	, L							
X				λ	[E]					

2.

Sí, es una gramática LL(1) porque puede construirse una tabla de análisis LL(1) con no más de una regla por celda.

3.

Paso	Pila	Entrada	Acción
1	A\$	i=f(k)\$	Aplicar $A \rightarrow I=E$
2	I=E\$	i=f(k)\$	Aplicar $I \rightarrow iX$
3	iX=E\$	i=f(k)\$	Avanzar
4	X=E\$	=f(k)\$	Aplicar $X \rightarrow \lambda$
5	=E\$	=f(k)\$	Avanzar
6	E\$	f(k)\$	Aplicar $E \rightarrow f(L)$
7	f(L)\$	f(k)\$	Avanzar
8	(L)\$	(k)\$	Avanzar
9	L)\$	k)\$	Aplicar $L \rightarrow ER$
10	ER)\$	k)\$	Aplicar $E \rightarrow k$
11	kR)\$	k)\$	Avanzar
12	R)\$	)\$	Aplicar $R \rightarrow \lambda$
13	)\$	)\$	Avanzar
14	\$	\$	Cadena aceptada



7.-

Considere la gramática que puede deducirse de las siguientes reglas de producción (considere que el axioma es el símbolo A)

$$\begin{aligned} A &\rightarrow I=E \\ I &\rightarrow iX \\ X &\rightarrow \lambda \\ X &\rightarrow [E] \\ E &\rightarrow CE \\ E &\rightarrow i \\ E &\rightarrow k \\ C &\rightarrow i+E \\ C &\rightarrow k+E \end{aligned}$$

Esta gramática trata de representar las asignaciones de expresiones a variables.

Las variables pueden ser de dos tipos

1. Un identificador, representado por el símbolo i que debe ser interpretado como un símbolo terminal que es devuelto por el analizador morfológico.
2. El elemento de un vector unidimensional indexado mediante una expresión siguiendo la notación de rodear por corchetes la expresión y todo ello situarlo a continuación del identificador.

Las expresiones pueden ser de 3 tipos:

- Constantes, representadas mediante el símbolo k que se considera devuelto por el analizador morfológico.
- Identificadores
- Sumas de expresiones.

A continuación se muestran ejemplos de posibles asignaciones generadas por esta gramática:

$$\begin{aligned} i &= i \\ i &= k \\ i[k] &= i \\ i[k+i] &= i+k+i \end{aligned}$$

Se pide

1. Completar razonadamente la siguiente tabla de análisis LL(1) para la siguiente gramática.

	+	=	[	]	i	k	\$
A							
C							
E							
I							
X							

2. Conteste razonadamente si la gramática de partida es LL(1) según el criterio de la tabla de análisis o no.

A continuación se le va a pedir que analice una cadena utilizando la tabla de análisis LL(1) de una gramática. Sólo si su respuesta a la pregunta anterior es negativa (la gramática de partida no es LL(1)) debe utilizar la gramática y la nueva tabla propuesta para el análisis. Si su respuesta es afirmativa, por tanto, tiene que utilizar la tabla que ha construido en los apartados anteriores.

La cadena que debe analizar es la siguiente $i=f(k)$

Muestre el contenido de la pila en cada paso de análisis. Para ello rellene la tabla que encontrará al final. Muestre también el árbol de derivación escribiendo un contador secuencial en cada nodo que refleje el orden en el que han sido recorridos en el proceso de análisis.

La gramática “alternativa” es la que puede deducirse de las siguientes reglas de producción (el axioma es S)

$$\begin{aligned} S &\rightarrow V=E \\ V &\rightarrow iR \end{aligned}$$

$R \rightarrow \lambda$
 $R \rightarrow [E]$
 $E \rightarrow k$
 $E \rightarrow i$
 $E \rightarrow f(k)$

Y le corresponde la siguiente tabla de análisis LL(1)

	(	)	=	[	]	f	i	k	\$
E						f(k)	i	k	
R			λ	[E]					
S							V=E		
V							iR		

Paso	Pila	Entrada	Acción
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

SOLUCIÓN

1.

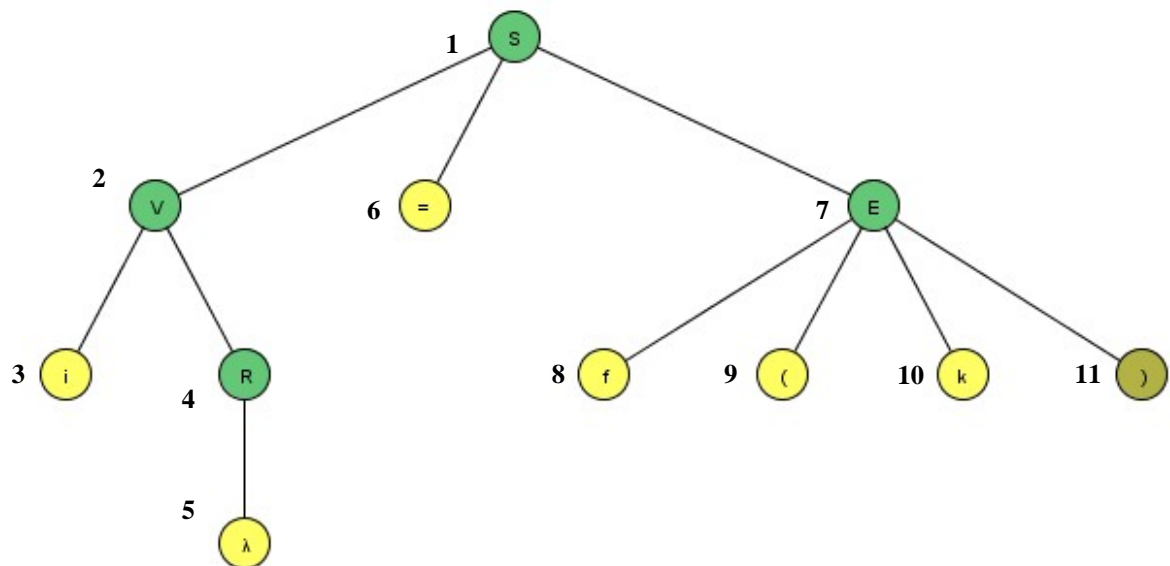
.	+	=	[	]	i	k	\$
A					I=E		
C					i+E	k+E	
E					CE i	CE k	
I					iX		
X		λ	[E]				

2.

No, no es una gramática LL(1) porque las celdas resaltadas tienen más de una regla por celda

3.

Paso	Pila	Entrada	Acción
1	S\$	i=f(k)\$	Aplicar $S \rightarrow V=E$
2	V=E\$	i=f(k)\$	Aplicar $V \rightarrow iR$
3	iR=E\$	i=f(k)\$	Avanzar
4	R=E\$	=f(k)\$	Aplicar $R \rightarrow \lambda$
5	=E\$	=f(k)\$	Avanzar
6	E\$	f(k)\$	Aplicar $E \rightarrow f(k)$
7	f(k)\$	f(k)\$	Avanzar
8	(k)\$	(k)\$	Avanzar
9	L)\$	k)\$	Avanzar
10	R)\$	)\$	Avanzar
11	\$	\$	Cadena aceptada



9.-

Un lenguaje de programación acepta la definición de series finitas de números naturales, por ejemplo: $\{1,2,3,4,6\}$ o $\{10,12,14\}$. Todas las series deben tener al menos un elemento.

Se pide:

- a) (0,5 puntos) Construir una gramática LL(1) que defina este lenguaje.
- b) (0,5 puntos) Construir la tabla de análisis LL(1) para la gramática del apartado anterior

SOLUCIÓN

a)

(1) $Serie ::= \{ Lista \}$

(2) $Lista ::= NUM FinLista$

(3) $FinLista ::= , NUM FinLista$

(4) $\quad \quad \quad | \lambda$

b)

	{	NUM	}	,	\$
<i>Serie</i>	<i>{ Lista }</i>				
<i>Lista</i>		<i>NUM FinLista</i>			
<i>FinLista</i>			λ	<i>NUM FinLista</i>	

10.-

Considérese el lenguaje de los átomos en lenguaje Prolog. Todos ellos tienen un identificador, y pueden tener cero, uno o varios argumentos. Cuando el número de argumentos es mayor o igual que 1, éstos aparecen entre paréntesis, y separados por comas; en caso contrario, no se escriben los paréntesis. Finalmente, cada uno de los argumentos de un átomo puede ser otro átomo, un número o una variable (que comienza con letra mayúscula). Supondremos, además, que al final de cada palabra del lenguaje hay un punto. Por ejemplo, las siguientes expresiones serían válidas:

```
atomo.  
pepe (a (b, c) ) .  
paco (0, 1, 2, X) .
```

Supondremos que el analizador morfológico ya ha identificado los identificadores, los números y las variables, por lo que no es necesario incluir las reglas para reconocer éstos en la gramática del lenguaje.

Se pide responder, RAZONADAMENTE, a las siguientes preguntas:

- Proporcionar una gramática LL(1) para este lenguaje.
- Construir la matriz de análisis LL(1) para la gramática proporcionada.
- Analizar las dos primeras cadenas proporcionadas antes como ejemplos.
- Analizar la siguiente cadena:

```
atomo (Variable (0) ) .
```

SOLUCIÓN

a)

```
<Frase> ::= id <Resto> <Punto>  
<Resto> ::= lambda |  
            ( <ARGS> <ParCerrado>  
<ParCerrado> ::= )  
<Punto> ::= .  
  
<ARGS> ::= id <Resto> <RestoArgs> |  
            var <RestoArgs> |  
            num <RestoArgs>  
  
<RestoArgs> ::= , <ARGS>  
              | lambda
```

b) Tabla de análisis:

	<i>Id</i>	<i>(</i>	<i>)</i>	<i>,</i>	<i>.</i>	<i>Var</i>	<i>Num</i>
<Frase>	id <Resto><Punto>						
<Resto>		(<ARGS><ParC>	lambda	Lambda	lambda		
<Punto>					.		
<ParCerrado>)				
<ARGS>	id <Resto> <RestoArgs>					Var <RestoArgs>	Num <RestoArgs>
<RestoArgs>			lambda	, <ARGS>			

c) Análisis de palabras:

```
atomo.
```

Estados sucesivos de la pila de análisis:

Frase -> Punto Resto Id -> Punto Resto -> Punto -> . -> vacía

```
pepe (a (b, c) ) .
```

```
Frase -> Punto Resto Id ->  
Punto Resto ->  
Punto ParC ARGS ->  
Punto ParC RestoArgs Resto ->  
Punto ParC RestoArgs ParC ARGS ->  
Punto ParC RestoArgs ParC RestoArgs Resto ->  
Punto ParC RestoArgs ParC RestoArgs ->  
Punto ParC RestoArgs ParC ARGS ->
```



```

Punto ParC RestoArgs ParC RestoArgs Resto ->
Punto ParC RestoArgs ParC RestoArgs ->
Punto ParC RestoArgs ParC ->
Punto ParC RestoArgs ->
Punto ParC ->
Punto -> vacía

```

d)

```

        atomo(Variable(0)).

```

```

Frase ->
Punto Resto Id ->
Punto Resto ->
Punto ParC ARGS ->
Punto ParC RestoArgs Variable ->
Punto ParC RestoArgs -> con "(", falla!!!

```

11.-

Se está diseñando un lenguaje de programación que manipula expresiones aritméticas. Interesa diseñar una gramática para realizar análisis descendente LL(1). Las expresiones aritméticas siguen la sintaxis descrita a continuación:

- a. Las operaciones binarias son suma (+), producto (*) y diferencia (-) y el operador debe preceder a los dos operandos.
- b. La única operación unaria es el cambio de signo (−) y el operador debe preceder al operando.
- c. También pueden utilizarse las funciones seno (**sen**), coseno (**cos**), logaritmo (**log**), y exponencial (**e**) que deben aparecer en una lista (entre paréntesis) sin ningún separador, el nombre de la función ocupa la primera posición de la lista y el argumento la segunda y última.
- d. Las expresiones más sencillas son nombres de variables y constantes numéricas
 - i. Los nombres de las variables deben comenzar con la letra “**V**” y terminar con un dígito entre el **0** y el **9**. Entre estos dos símbolos puede aparecer cualquier letra mayúscula o minúscula.
 - ii. Las constantes numéricas son números reales positivos que deben tener obligatoriamente las siguientes partes: parte entera (una cadena de cualquier cantidad de dígitos entre **0** y **9**), separador (“.”), parte fraccionaria (con la misma sintaxis que la parte entera)

A continuación se muestra algunos ejemplos de expresiones correctas

Variable1
+Variable1 4,04
(log +V2(sen 4,54))

Se pide

- a) Diseñar una gramática, y su correspondiente tabla de análisis LL(1), para las expresiones aritméticas descritas previamente teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: considere como nuevos terminales no especificados en la descripción previa sólo las dos unidades sintácticas correspondientes a nombres de variables y constantes numéricas.
- b) Utilice sólo la tabla de análisis para la comprobación de que su gramática es LL(1).
- c) Utilice la tabla de análisis para mostrar todos los pasos del análisis de las tres expresiones ejemplo.
- d) Analice también las siguientes expresiones

(e _V2(sen 4))
+V 2(sen 4)

SOLUCIÓN

- a)
E → (FE)
F → s
F → c
F → l
F → e
E → *EE
E → +EE
E → -EE
E → _E
E → v

$E \rightarrow n$

Se usa n para el token constante_numérica y v para variable, s para sen, c para cos, l para log.

Primeros (E) = { -, (, +, _, n, *, v } Siguientes(E) = { -,), \$, (, +, _, n, *, v }

Primeros (F) = { c, l, s, e } Siguientes(F) = { -, (, +, _, n, *, v }

	(	)	*	+	-	_	c	e	l	n	s	v	\$
E	(FE)		*EE	+EE	-EE	_E				n		v	
F							c	e	l		s		

b,c,d)

Las tres primeras son correctas

La cuarta es incorrecta sintácticamente

La quinta lo es morfológicamente