

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

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

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

La gramática no es LL(1) porque es recursiva por la izquierda.

$\text{PRIMERO}(S) = \{ X, XL, I, IV, V, IX, \lambda \}$
 $\text{PRIMERO}(\text{Decenas}) = \{ X, XL, \lambda \}$
 $\text{PRIMERO}(\text{Dec}) = \{ X, \lambda \}$
 $\text{PRIMERO}(\text{Unidades}) = \{ I, IV, V, IX, \lambda \}$
 $\text{PRIMERO}(\text{Unid}) = \{ I, \lambda \}$

$\text{SIGUIENTE}(S) = \{ \$ \}$
 $\text{SIGUIENTE}(\text{Decenas}) = \{ I, IV, V, IX, \$ \}$
 $\text{SIGUIENTE}(\text{Dec}) = \{ X, I, IV, V, IX, \$ \}$
 $\text{SIGUIENTE}(\text{Unidades}) = \{ \$ \}$
 $\text{SIGUIENTE}(\text{Unid}) = \{ I, \$ \}$

Los conjuntos PREDICT son los siguientes:

$\text{PREDICT}(S \rightarrow \text{Decenas Unidades}) = \{ X, XL, I, IV, V, IX, \$ \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Decenas} \rightarrow \text{Dec}) = \{ X, I, IV, V, IX, \$ \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Decenas} \rightarrow XL) = \{ XL \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Dec} \rightarrow \text{Dec } X) = \{ X \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Dec} \rightarrow \lambda) = \{ X, I, IV, V, IX, \$ \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Unidades} \rightarrow \text{Unid}) = \{ I, \$ \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Unidades} \rightarrow IV) = \{ IV \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Unidades} \rightarrow V \text{ Unid}) = \{ V \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Unidades} \rightarrow IX) = \{ IX \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Unid} \rightarrow \text{Unid } I) = \{ I \}$
 $\text{PREDICT}(\text{Unid} \rightarrow \lambda) = \{ I, \$ \}$

Apartado 2.

Calculamos la colección LR(1):

$I_0 = \{ [S' \rightarrow \cdot S, \$]$
 $\quad [S \rightarrow \cdot \text{Decenas Unidades}, \$]$
 $\quad [\text{Decenas} \rightarrow \cdot \text{Dec}, I/IV/V/IX/\$]$
 $\quad [\text{Decenas} \rightarrow \cdot XL, I/IV/V/IX/\$]$
 $\quad [\text{Dec} \rightarrow \cdot \text{Dec } X, I/IV/V/IX/\$/X]$
 $\quad [\text{Dec} \rightarrow \lambda \cdot, I/IV/V/IX/\$/X] \}$

$I_1 = \text{GOTO}(I_0, S) =$
 $\{ [S' \rightarrow S \cdot, \$] \}$

$I_2 = \text{GOTO}(I_0, \text{Decenas}) =$
 $\{ [S \rightarrow \text{Decenas} \cdot \text{Unidades}, \$]$
 $\quad [\text{Unidades} \rightarrow \cdot \text{Unid}, \$]$
 $\quad [\text{Unidades} \rightarrow \cdot IV, \$]$
 $\quad [\text{Unidades} \rightarrow \cdot V \text{ Unid}, \$]$
 $\quad [\text{Unidades} \rightarrow \cdot IX, \$]$
 $\quad [\text{Unid} \rightarrow \cdot \text{Unid } I, \$/I]$
 $\quad [\text{Unid} \rightarrow \lambda \cdot, \$/I] \}$

$I_3 = \text{GOTO}(I_0, \text{Dec}) =$
 $\{ [\text{Decenas} \rightarrow \text{Dec} \cdot, I/IV/V/IX/\$]$
 $\quad [\text{Dec} \rightarrow \text{Dec} \cdot X, I/IV/V/IX/\$/X] \}$

$$I_4 = \text{GOTO}(I_0, XL) = \{ [\text{Decenas} \rightarrow XL \cdot, I/IV/V/IX/\$] \}$$

$$I_9 = \text{GOTO}(I_2, IX) = \{ [\text{Unidades} \rightarrow IX \cdot, \$] \}$$

$$I_5 = \text{GOTO}(I_2, \text{Unidades}) = \{ [S \rightarrow \text{Decenas Unidades} \cdot, \$] \}$$

$$I_{10} = \text{GOTO}(I_3, X) = \{ [\text{Dec} \rightarrow \text{Dec } X \cdot, I/IV/V/IX/\$/X] \}$$

$$I_6 = \text{GOTO}(I_2, \text{Unid}) = \{ [\text{Unidades} \rightarrow \text{Unid} \cdot, \$] \\ [\text{Unid} \rightarrow \text{Unid} \cdot I, \$/I] \}$$

$$I_{11} = \text{GOTO}(I_6, I) = \{ [\text{Unid} \rightarrow \text{Unid } I \cdot, \$/I] \}$$

$$I_7 = \text{GOTO}(I_2, IV) = \{ [\text{Unidades} \rightarrow IV \cdot, \$] \}$$

$$I_{12} = \text{GOTO}(I_8, \text{Unid}) = \{ [\text{Unidades} \rightarrow V \text{ Unid} \cdot, \$] \\ [\text{Unid} \rightarrow \text{Unid} \cdot I, \$/I] \}$$

$$I_8 = \text{GOTO}(I_2, V) = \{ [\text{Unidades} \rightarrow V \cdot \text{Unid}, \$] \\ [\text{Unid} \rightarrow \cdot \text{Unid } I, \$/I] \\ [\text{Unid} \rightarrow \lambda \cdot, \$/I] \}$$

$$\text{GOTO}(I_{12}, I) = I_{11}$$

A partir de los cálculos anteriores, podemos construir la siguiente tabla de análisis LR-canónico:

ESTADO	ACCIÓN							IR-A				
	<i>I</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XL</i>	<i>\$</i>	<i>S</i>	<i>Decenas</i>	<i>Dec</i>	<i>Unidades</i>	<i>Unid</i>
0	r5	r5	r5	r5	r5	d4	r5	1	2	3		
1							acep.					
2	r11	d7	d8	d9			r11				5	6
3	r2	r2	r2	r2	d10		r2					
4	r3	r3	r3	r3			r3					
5							r1					
6	d11						r6					
7							r7					
8	r11						r11					12
9							r9					
10	r4	r4	r4	r4	r4		r4					
11	r10						r10					
12	d11						r8					

La numeración de las reglas de producción usada en la tabla es la siguiente:

1. *S* → *Decenas Unidades*
2. *Decenas* → *Dec*
3. *Decenas* → *XL*
4. *Dec* → *Dec X*
5. *Dec* → λ
6. *Unidades* → *Unid*
7. *Unidades* → *IV*
8. *Unidades* → *V Unid*
9. *Unidades* → *IX*
10. *Unid* → *Unid I*
11. *Unid* → λ

La tabla no presenta ningún conflicto, de modo que podemos concluir que la gramática es LR-canónica.

Al aplicar el método LALR a partir de la colección de ítems LR(1) podemos observar que no se pueden unir estados, de modo que la gramática también es LALR(1), ya que la tabla sería la misma que la calculada anteriormente.

Para deducir si es SLR(1), debemos comprobar si se producen conflictos al sustituir los símbolos de anticipación de los ítems de reducción por los terminales de los conjuntos SIGUIENTE de la cabeza de la regla. Podemos observar que coinciden dichos símbolos con los conjuntos SIGUIENTE, de modo que la gramática también es SLR(1).

Apartado 3.

La simulación de la cadena *VIIX* con tratamiento de errores en modo pánico es la siguiente:

PILA	ENTRADA	ACCIÓN
0	<i>VIIX</i> \$	<i>r5 Dec</i> $\rightarrow \lambda$
0 <i>Dec</i> 3	<i>VIIX</i> \$	<i>r2 Decenas</i> $\rightarrow Dec$
0 <i>Decenas</i> 2	<i>VIIX</i> \$	<i>d8</i>
0 <i>Decenas</i> 2 <i>V</i> 8	<i>IIX</i> \$	<i>r11 Unid</i> $\rightarrow \lambda$
0 <i>Decenas</i> 2 <i>V</i> 8 <i>Unid</i> 12	<i>IIX</i> \$	<i>d11</i>
0 <i>Decenas</i> 2 <i>V</i> 8 <i>Unid</i> 12 <i>I</i> 11	<i>IX</i> \$	Error: desapilar hasta 8 y apilar <i>Unid</i> Saltar hasta SIGUIENTE(<i>Unid</i>)
0 <i>Decenas</i> 2 <i>V</i> 8 <i>Unid</i> 12	\$	<i>r8 Unidades</i> $\rightarrow V Unid$
0 <i>Decenas</i> 2 <i>Unidades</i> 5	\$	<i>r1 S</i> $\rightarrow Decenas Unidades$
0 <i>S</i> 1	\$	No aceptar por errores.

Apartado 4.

Construimos el conjunto I_0 de la colección LR(1) de la gramática modificada. Si este conjunto presenta conflictos, podremos demostrar que la gramática no es de ninguno de los tres tipos. Por comodidad, se indican los conjuntos PRIMERO y SIGUIENTE de esta nueva gramática:

PRIMERO(<i>S</i>) = { <i>X, I, V, λ</i> }	SIGUIENTE(<i>S</i>) = { \$ }
PRIMERO(<i>Decenas</i>) = { <i>X, λ</i> }	SIGUIENTE(<i>Decenas</i>) = { <i>I, V, \$</i> }
PRIMERO(<i>Dec</i>) = { <i>X, λ</i> }	SIGUIENTE(<i>Dec</i>) = { <i>X, I, V, \$</i> }
PRIMERO(<i>Unidades</i>) = { <i>I, V, λ</i> }	SIGUIENTE(<i>Unidades</i>) = { \$ }
PRIMERO(<i>Unid</i>) = { <i>I, λ</i> }	SIGUIENTE(<i>Unid</i>) = { <i>I, \$</i> }

$$I_0 = \{ [S' \rightarrow \cdot S, \$] \\ [S \rightarrow \cdot Decenas Unidades, \$] \\ [Decenas \rightarrow \cdot Dec, I/V/\$] \\ [Decenas \rightarrow \cdot X L, I/V/\$] \\ [Dec \rightarrow \cdot Dec X, I/V/\$/X] \\ [Dec \rightarrow \lambda \cdot, I/V/\$/X] \}$$

Observamos que existe un conflicto desplaza/reduce con X (ítems cuarto y sexto). Por tanto, la gramática no es LR(1) y, en consecuencia, tampoco es LALR(1) ni SLR(1).

Apartado 5.

Para realizar la definición dirigida por la sintaxis que se solicita, emplearemos los siguientes atributos:

Símbolo	Atributo	Descripción
<i>S</i>	v	Valor decimal de la cadena representada por <i>S</i>
<i>Decenas</i>	v	Valor decimal de la cadena representada por <i>Decenas</i>
<i>Dec</i>	v	Valor decimal de la cadena representada por <i>Dec</i>
<i>Unidades</i>	v	Valor decimal de la cadena representada por <i>Unidades</i>
<i>Unid</i>	v	Valor decimal de la cadena representada por <i>Unid</i>

Regla de producción	Regla semántica
$S \rightarrow Decenas\ Unidades$	$S.v = Decenas.v + Unidades.v;$
$Decenas \rightarrow Dec$	$Decenas.v = Dec.v;$
$Decenas \rightarrow XL$	$Decenas.v = 40;$
$Dec \rightarrow Dec_1 X$	if($Dec_1.v == 30$) { printf('Error: más de 3 X seguidas'); exit(1); } $Dec.v = Dec_1.v + 10;$
$Dec \rightarrow \lambda$	$Dec.v = 0;$
$Unidades \rightarrow Unid$	$Unidades.v = Unid.v;$
$Unidades \rightarrow IV$	$Unidades.v = 4;$
$Unidades \rightarrow V Unid$	$Unidades.v = 5 + Unid.v;$
$Unidades \rightarrow IX$	$Unidades.v = 9;$
$Unid \rightarrow Unid_1 I$	if($Unid_1.v == 3$) { printf('Error: más de 3 I seguidas'); exit(1); } $Unid.v = Unid_1.v + 1;$
$Unid \rightarrow \lambda$	$Unid.v = 0;$

Por el modo de evaluar los atributos, todos ellos son sintetizados. Por tanto, la gramática atribuida es S-atribuida. También es L-atribuida, porque por definición las gramáticas L-atribuidas incluyen a las S-atribuidas.

Con esta DDS, para la cadena solicitada en el enunciado, podemos construir un árbol sintáctico decorado como el que se indica a continuación:

