Procesadores de Lenguajes

MEMORIA FINAL

Grupo 55

Daniel Tomás Sánchez Aarón Cabero Blanco Alejandro Cuadrón

 $Curso\ 2020/2021$

Índice

| 1 | Introducción | 2 |
|----------|----------------------------------|----|
| 2 | Diseño Analizador Léxico | 3 |
| | 2.1 Tokens | 3 |
| | 2.2 Gramática Regular | 4 |
| | 2.3 Autómata Finito Determinista | 4 |
| | 2.4 Acciones Semánticas | 5 |
| | 2.5 Errores | 6 |
| 3 | Diseño Analizador Sintáctico | 7 |
| | 3.1 Gramática | 7 |
| | 3.2 Tabla LR(1) | 8 |
| 4 | Diseño Analizador Semántico | 11 |
| 5 | Diseño Tabla de Símbolos | 16 |
| 6 | Anexo | 17 |
| | 6.1 Casos de prueba correctos | 17 |
| | 6.1.1 Prueba correcta 1 | 17 |
| 7 | Referencias | 19 |

1 Introducción

El trabajo completo, tanto el léxico, como el sintáctico y el semático, ha sido realizado con la herramienta o librería externa "SLY"[1].

Opciones de grupo:

- Sentencias: Sentencia repetitiva (for)
- o Operadores especiales: Post-auto-decremento (-- como sufijo)
- o Técnicas de Análisis Sintáctico: **Ascendente**
- ∘ Comentarios: Comentario de bloque (/* */)
- Cadenas: Con comillas dobles (" ")

2 | Diseño Analizador Léxico

2.1 Tokens

| Identificador | <ID, punteroTS $>$ |
|--|------------------------------------|
| ■ Constante entera | $<\! {\rm CTEENTERA,\ valor} \! >$ |
| ■ Cadena de caracteres | <CADENA, lexema $>$ |
| ■ false | <CTELOGICA, $0>$ |
| • true | <CTELOGICA, 1 $>$ |
| Palabra reservada Number | <NUMBER, -> |
| Palabra reservada String | <STRING, - $>$ |
| Palabra reservada Boolean | <BOOLEAN, -> |
| Palabra reservada Let | <LET $,$ - $>$ |
| Palabra reservada Alert | <ALERT, - $>$ |
| Palabra reservada Input | <INPUT, - $>$ |
| Palabra reservada Function | <FUNCTION, - $>$ |
| Palabra reservada Return | <RETURN, - $>$ |
| Palabra reservada If | <if, -=""></if,> |
| Palabra reservada For | <FOR, - $>$ |
| - | $\langle \text{OPESP}, - \rangle$ |
| - | <OPARIT $,$ - $>$ |
| ■ = | <OPASIG, - $>$ |
| ■ == | <OPREL, - $>$ |
| & & | <OPLOG, - $>$ |
| • (| <ABPAREN, - $>$ |
| | <CEAPAREN, $>$ |
| • { | <ABLLAVE, -> |
| • } | <CELLAVE, - $>$ |
| • , | <COMA $,$ - $>$ |
| . ; | <PUNTOYCOMA, -> |
| | |

2.2 Gramática Regular

```
 \begin{array}{l} {\rm Axioma} = {\rm A} \\ {\rm A} \to {\rm del} \; {\rm A} \; | \; {\rm d} \; {\rm D} \; | \; " \; \; {\rm S} \; | \; / \; {\rm C} \; | \; {\rm I} \; {\rm I} \; | \; - {\rm M} \; | \; = \; {\rm E} \; | \; \& \; {\rm N} \; | \; (\; |\; ) \; | \; \{\; |\; \} \; | \; ; \; | \; , \\ {\rm D} \to {\rm d} \; {\rm D} \; | \; {\rm \lambda} \\ {\rm S} \to " \; | \; {\rm c} \; {\rm S} \\ {\rm C} \to * \; {\rm C} " \\ {\rm C} \to * \; {\rm C} " \; | \; {\rm c} \; {\rm C} " \\ {\rm C} " \to / \; {\rm A} \; | \; {\rm c} \; {\rm C} " \\ {\rm C} " \to / \; {\rm A} \; | \; {\rm c} \; {\rm C} " \\ {\rm I} \to {\rm d} \; {\rm I} \; | \; {\rm I} \; | \; | \; {\rm L} \; | \; {\rm A} \\ {\rm M} \to - \; | \; {\rm \lambda} \\ {\rm E} \to = \; | \; {\rm \lambda} \\ {\rm N} \to \& \\ \end{array}
```

Siendo d un dígito, l una letra, c cualquier otro carácter y del un delimitador.

2.3 Autómata Finito Determinista

2.4 Acciones Semánticas

```
A: leer
B: number = int(d), leer
C: number = number * 10 + int(d), leer
D: if number > 32767
    pError("Número fuera de rango")
  else
    genToken(CTEENTERA, number);
E: string = "", contador = 0, leer
F: string = string + otroCS, contador++, leer
G: if contador > 64
    pError("Cadena demasiado larga")
  else
    genToken(CADENA, string)
  leer
H: string = l, leer
I: string = string + l/D/_, leer
J: if palabrasReservadas.contains(string)
    if string == "number"
      genToken(NUMBER, -)
    elif string == "string"
      genToken(STRING,-)
    elif string == "boolean"
      genToken(BOOLEAN, -)
    elif string == "let"
      genToken(LET, -)
    elif string == "alert"
      genToken(ALERT, -)
    elif string == "input"
      genToken(INPUT, -)
    elif string == "return"
      genToken(RETURN, -)
    elif string == "if"
      genToken(IF, -)
    else
      genToken(FOR, -)
```

```
// palabrasReservadas.contains(string) = False
    puntero = TS.get(string)
    if zona decl == True
      if puntero!= None
        pError("Identificador ya declarado")
      else
        TS.update(string)
        puntero = TS.get(string)
        genToken(ID, puntero)
    else
      if puntero == None
        TS.update(string)
        puntero = TS.get(string)
        genToken(ID, puntero)
      else
        genToken(ID, puntero)
L: genToken(OPARIT, -)
M: genToken(OPESP, -), leer
N: genToken(OPASIG, -)
O: genTokeN(OPREL, -), leer
P: genToken(OPLOG, -), leer
Q: genToken(ABPAREN, -), leer
R: genToken(CEPAREN, -), leer
S: genToken(ABLLAVE, -), leer
T: genToken(CELLAVE, -), leer
U: genToken(COMA, -), leer
V: genToken(PUNTOYCOMA, -), leer
W: genToken(EOF, -), leer
```

2.5 Errores

Error léxico (siempre se lanza cuando el analizador léxico encuentra un error).

- 1. Cadena con longitud mayor de 64 caracteres.
- 2. Número fuera de rango (mayor de 32767).
- 3. Identificador ya declarado.
- 4. Carácter ilegal.

Todo error va acompañado de la *linea* y columna en el que se ha encontrado dicho error.

3 Diseño Analizador Sintáctico

3.1 Gramática

Axioma = B

```
No Terminales = { A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W F1 F2 F3 }
Terminales = \{\&\& == - -- () = , ; \text{ id ent cad log let alert input return for if number } \}
                       boolean string function }
Producciones = {
                                                                               O \rightarrow \lambda
             B \to D
             D \to F D
                                                                               C \to G C
             \mathrm{D} \to \mathrm{G}\;\mathrm{D}
                                                                               C \to \lambda
             \mathrm{D} \to \lambda
                                                                               F \to F1~F2~F3
             G \rightarrow if (E) S
                                                                               F1 \rightarrow function P Q id
             \mathbf{G} \to \mathbf{S}
                                                                               P \rightarrow \lambda
             S \rightarrow H;
                                                                               Q \to T
             H \rightarrow id (I)
                                                                               Q \to \lambda
             I \to E \; J
                                                                               F2 \rightarrow (A)
                                                                               \mathbf{A} \to \mathbf{T}id AA
             I \rightarrow \lambda
             J \rightarrow , E J
                                                                               A \rightarrow \lambda
             J \to \lambda
                                                                               AA \rightarrow T id AA
             S \to K;
                                                                               AA \rightarrow \lambda
                                                                               F3 \rightarrow C
             K \rightarrow id = E
             S \rightarrow alert (E);
                                                                               E \rightarrow E \&\& R
             S \rightarrow input (id);
                                                                               E \to R
             S \rightarrow return L;
                                                                               R \rightarrow R == U
                                                                               \mathrm{R} 	o \mathrm{U}
             L \to E
                                                                               U \rightarrow U - V
             L \to \lambda
                                                                               \mathrm{U} \to \mathrm{V}
             G \rightarrow let M T id ;
             M \to \lambda
                                                                               V \rightarrow -- id
             T \rightarrow number
                                                                               V \rightarrow id
             T \to boolean
                                                                               V \rightarrow (E)
             T \rightarrow string
                                                                               V \to H
             G \rightarrow for (N; E; O) C
                                                                               V \rightarrow ent
             N \to K
                                                                               V \to cad
             N \to \lambda
                                                                               V \to \log
             O \to K
             O \rightarrow -- id
}
```

3.2 Tabla LR(1)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | LR tabl | Le . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|----------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|------------|-----|--------------|-------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------|-----|-------|-------------|------|----------------|-----|--------|---|-----|------|----|----------|-------|-------|---------------|----------------|---------------|-----------|-----------|
| te | -1-4- | [ie] | | | 1 64 | | ı _ | la la mi | l fanns | luo tuu | m[]at | A | CTION | lated as | - Ean | - | , [| 16 | an at i an l | ee 1 | | | nt cad lo | - 0 | D D | I c I | 0 | и Гт | | 77 | | w | - X | GOTO | | ছি ছিৰ | la la | امطام | TA TA | x lpo | | D [| 77 |
| 34 | nbaa | 36 | () | + | s16 | , | - | s13 | s14 | s15 | n let | number | Doolean | string | s9 | 1 | , . | - 1 | 10 | 88 | | - e | ent cad 10 | 9 5 | 1 | 3 7 | 7 1 | 1 | U | 12 | L | M | I N | - | | 2 5 | P | 0 12 | AA | A F3 | E | R | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| s4 s4 | | s6 s6 | | - | s16 | | | s13 s13 | s14 s14 | s15 | 88 | | | - | a9 a9 | | <u>-</u> | | 10 | - | _ | - | | + | 17 | 3 7 | | | | 12 | + | + | + | ╁ | Н | 2 5 | H | ╫ | H | + | H | 7 | 4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 一 | T | | T | | | | r ₃ | | | Ť | | | | | T | ┰ | ╈ | П | | m | т | | \neg | | | T |
| | | | 320 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ţ | | | | | | | | | | | | 19 | | | | | |
| r. | - | | 321 | - | r- | ₩ | - | r. | Tr. | r. | Y. | | - | - | r- | | | - | | - | | - | | - | ₩ | + | - - | - | | _ | - | - | - | ╄ | H | | H | -H | - | | | - | |
| r ₅ | | rs | | - | rs | ₩ | - | r ₅ | rs | r ₅ | r ₅ | | | - | r ₅ | | | - | 5 | | - | - | | + | ₩ | ╁┼ | - | - | - | | - 2 | 2 | - | + | Н | H | H | ╌ | - | | | | - |
| | | | 324 | | | | | | İ | İ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| s26 | 6 | \Box | | -07 | | | | | _ | | \perp | | | | | | [_ | 4 | | | | | | | ж | П | 4 | | | | 4 | 4 | | _ | | | 25 | | | \blacksquare | = | | |
| + | - | H | | 327 328 | | ┢ | - | ₩ | + | - | +- | | | - | - | | | - | | | - | - | | - | ₩ | ╁ | - | - | - | - | - | + | - | + | Н | H | H | ╌ | - | | | | - |
| | | | 329 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 30 | | | | | | _ | | \perp | | | | | | | | | | | | | | ж | П | | | | | | 4 | | _ | | | | | | \blacksquare | 32 3 | | |
| 533 | , | | 839 844 | - | ±38 | ╁ | 845 | - | +- | - | + | | | - | | | 53 | 7 | | - | - | 2 | 41 542 54 | 3 | ₩ | ₩ | - 1 | 0 | | - | 31 | + | ╬ | ╁ | H | H | H | ╫ | H | + | 32 3 | 34 3 | 35 |
| | | m | | | | İ | | | ÌΠ | İ | Ť | | | | Т | | 一 | T | | | | | | rı | m | T | T | | | | | | | Ť | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | r ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 850 | _ | H | | - | _ | <u> </u> | _ | <u> </u> | ₩ | - | + | -51 | 852 | 853 | _ | s47 | | 4 | | _ | _ | _ | | - | ₩ | ₩ | _ | _ | - | _ | - | 4 | _ | - | ш | Щ. | щ | | 48 | 46 | \rightarrow | _ | _ |
| 350 | , | | 360 | + | s59 | ╁ | - | ╁ | +- | - | ╁ | 351 | 352 | 353 | - | | 8 | 8 | - | - | - | 9 | 62 863 86 | 4 | ₩ | ╁ | 6 | 1 | | - | - | 7 | 9 | ╁ | Н | \vdash | H | -H | 70 | - | 54 5 | 55 | 56 |
| | | | | | | | | | | | | | s52 | s53 | | | | | | | | | | | П | | | | | | | 6 | 5 | | | | | | | | | | |
| | | Щ | | | | | | | | \perp | | r ₂₀ | r ₂₀ | r ₂₀ | | | | _[| | | \Box | | | F | Щ | Щ | | | | | | | | F | Ш | | Щ | Щ | Į. | П | \Box | Ţ | |
| s68 | | H | | - | s69 | - | | - | - | - | - | s51 | 852 | s53 | | | | - | | | _ | | | + | ₩ | + | _ | - | | 67 | - | 7 | 66 | 8 | H | | - | 70 | H | # | 4 | - | - |
| r ₃₄ | | H | | _ | | | | | | | | r ₃₄ | r ₃₄ | r ₃₄ | | | - | 7 | | | | | | | # | H | + | | | | 7 | - | | | Н | | H | Н | | H | | - | |
| r ₆ | | r ₆ | | | r ₆ | | | r ₆ | | r ₆ | re | | | | r ₆ | | | 1 | 6 | | | | | T | П | Ħ | | | | | | | | İ | П | | | | | T | | | |
| r ₁₂ | | r ₁₂ | | | r ₁₂ | | | r ₁₂ | r ₁₂ | r ₁₂ | r ₁₂ | | | | r ₁₂ | | | 2 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | 360 | - | s59 =74 | | | | | H | - | | | | | | 8 | 8 | | | _ | 2 | 62 863 86 | 4 | F | H | 6 | 1 | | | 4 | F | | F | | H | H | 4 | Æ | Ŧ | 73 5 | 55 | 56 |
| | | 1 | | 875 | 574 | | | | | | 1 | | | | | | - | - | | | | | | | # | + | - | | | | - | - | | - | Н | - | H | H | r | Н | | - | - |
| | | | | r ₁₇ | | | | | | | | | | | | | | | į. | 376 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | r ₁₈ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | _ | Щ | | r44 | | _ | | | <u> </u> | | | | | | | | _ | _ | | 44 | | | | _ | Щ. | Щ | | | | | _ | 4 | | _ | Ш | Щ | Щ | Щ | 4 | | 4 | _ | _ |
| - | _ | 뉴 | | r46 | - | ┈ | _ | ┡ | ₩ | - | + | _ | | - | - | | <u>-</u> - | 4 | | | 46 | | | - | ₩ | + | - | | - | _ | - | 4 | - | ╄ | Н | \vdash | 쓔 | | - | | - | _ | ¦ |
| + | - | ₩ | - | r ₄₈ | 879 | ₩ | - | ₩ | - | - | + | | - | - | | | | - | - | 48 | 48 | 48 | | - | ₩ | ₩ | | - | - | | - | - | - | ╁ | Н | H | H | -H | - | -11 | | - | - |
| Ť | \neg | | 880 | r50 | | ╁ | | \vdash | Ť | i – | | | | i – | т | | 一 | T | | r ₅₀ | r ₅₀ | r ₅₀ | | T | ₩ | m | 寸 | _ | | | 7 | T | ┰ | ┰ | т | H | m | ┰ | ri | 77 | and the | \neg | T |
| ÷ | = | | 360 | _ | 859 | 는 | 1 | H | i | ì | i | = | | | | | 3 | 88 | i | =i | =i | | 62 863 86 | 4 | ΤĖ | Τï | 6 | 1 | | =i | =i | = | === | ⇌ | 声 | Ħ | | Ħ | FF | Ŧ | 81 | 55 | 56 |
| Ť | | m | | r ₅₂ | | Ì | | Ť | Ϊ | | Ť | | | Ť – | | i | | T | | 52 | r ₅₂ | r ₅₂ | T | Ť | ŤΓ | 'nΪ | T | T | T | T | Tì | Ť | T | Ť | П | ΪT | m | | | 7 | П | | |
| | | | | r ₅₃ | | | | | | | | | | | | | | | | r ₅₃ | r ₅₃ | r ₅₃ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | _ | Щ | | r ₅₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | r ₅₄ | | | Ļ | | Ц | _ | | Ш | _ | Ц | Ţ | Ļ | | | | | | | | | | |
| -0.4 | _ | Щ. | -00 | rss | -00 | - | | - | - | - | - | _ | | | _ | | | 10 | | r _{SS} | r _{SS} | | -00 -00 -0 | + | - | щ | | 1 00 | \blacksquare | _ | _ | 4 | + | ╄ | Н | Щ. | Щ | | # | # | 0.0 | 0.5 | 0.0 |
| s84 | | | 90 839 | + | s89 s38 | ₩ | | ₩ | - | - | + | | | + | | | 5 | 37 | | - | - | | 92 893 89 941 842 84 | | ₩ | H | | 1 82 | Н | - | - | + | + | ╬ | H | ₩ | H | ₩ | H | ₩ | 95 | 34 | 35 |
| r ₃₂ | П | r ₃₂ | | 1 | r32 | m | | r ₃₂ | r ₃₂ | r ₃₂ | r ₃₂ | | | | r ₃₂ | m | _ | | 32 | _ | | \neg | | Ť | ŤΓ | ΤÌ | T | _ | т | Tì | T | Ť | Ť | Ť | П | m | Ħ | Т | | 7 | | | |
| 598 | 8 | 599 | | | s16 | | | s105 | s106 | s107 | 5101 | | | | s102 | | | | | | | | | Ţ | | 97 1 | 100 1 | 03 | | 104 | \Box | Ţ | Ę | | 96 | | | | QF. | | | \equiv | |
| - | - | ₩ | 310 | 08 | s109 | - | - | ₩ | - | - | + | | | - | - | | - | - | - | - | | - | | ⊹ | | ₩ | - | - | - | - | - | + | - | ╬ | Н | H | 쓔 | | H | - | H | | - |
| 1 | = | H | ras | | | | | T | 1 | 1 | 1 | | | | | m | _ | T | | | | | \rightarrow | † | T | Ħ | T | 7 | т | T | \neg | | ┰ | ╈ | Н | m | Ħ | т | | T | m | T | |
| Ť | | mì | | | r ₂₁ | İ | | İ | Ť | | | | | Ì | | T i | | TÌ | Ì | | | | | Ť | ÌΪ | ÌΠ | T | | | T | Tì | Ť | T | Ť | | | | | | | | | |
| | | | | | r ₂₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| _ | _ | щ | | | r ₂₃ | <u> </u> | | <u> </u> | _ | | _ | | | _ | | | _ | 4 | | | | _ | | 누 | 4 | Щ | 4 | | ш | _ | _ | 4 | _ | _ | Ш | Щ | Щ | _ | 4 | 4 | H | _ | |
| | - | H | s1: | | | - | | - | | | | | | - | | | - | - | | 5111 r ₄₄ | 3112 | - | | + | ₩ | H | - | + | + | - | | + | - | + | H | H | H | H | H | + | H | \dashv | |
| | | H | r46 | | | | | | | | | | | | | | 7 | 7 | | | r ₄₆ | 5113 | - | | + | Ħ | + | + | \top | | | + | - | | Н | H | H | H | \vdash | Ŧ | | \exists | |
| | | | r46 | | | İ | | | | | I | | | | | | | | | | r ₄₈ | | | Ì | Ì | | | | | | | Ť | Ť | Ì | | | | | | | | | |
| | | | | | s114 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | П | | | | | | | Ţ | Ţ | | | | | | | | Ø | | |
| _ | _ | | 9115 r ₅₀ | - | 859 | - | | - | | - | - | - | | - | - | | | 88 | | 50 | r ₅₀ | | 62 863 86 | 4 | ₩ | H | | 1 | \square | _ | | - | - | - | H | 4 | | - | 1 | | 116 | 5.0 | 5.6 |
| | | | r ₅₂ | | 203 | | | | | | | | | + | | | 8 | | | 52 | r ₅₂ | | 22 203 80 | + | + | Ħ | - 0 | | H | | | + | + | + | Н | H | H | Ħ | \vdash | + | 110 | - | - |
| | | m | rss | | | Ì | | Ì | | | | Ì | | Ť | | | | | | | r ₅₃ | | | Ť | T | | T | | П | | | Ť | | T | | | m | | | | | \neg | |
| | | | r ₅₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | | r ₅₄ | | | Ì | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | rss | | | | | | | | | | | | | | | | | | r ₅₅ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | _ | H | | 5118 | s117 | | | - | | - | - | | | - | - | | - | _ | | | | _ | | + | - | H | 4 | _ | \blacksquare | _ | | + | + | - | H | 4 | H | H | # | - | | | |
| | | | | r ₂₅ | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | - | + | + | + | | | | | | + | - | + | | | | Н | | | | | |
| | | H | | r ₂₆ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | Ħ | | | П | | | 7 | | | Н | T | H | Н | rt | | | \dashv | |
| | | | | | | | s45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | ΪĹ | | | | | | | İ | | | | | | | | | | | |
| | | H | | - | s119 | | | - | | | | | | | | | | | | [| | | + | - | 1 | H | | | | | 1 | 1 | - | - | | H | | | | | | | |
| - | | - | | + | r ₃₅ | - | | - | | - | | - | | - | - | | - | - | | | | - | | + | ₩ | H | - | - | \vdash | _ | | + | + | - | H | 4 | H | | + | - | \vdash | \dashv | |
| | - | H | 51 | 20 | r ₃₆ | | | - | | | | | | | - | | - | - | | 111 | | - | - | - | ₩ | H | + | - | + | _ | | + | - | - | H | | H | + | + | # | H | \dashv | |
| r ₁₆ | | | 31 | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | T | | | | | | | | | | | | | | | d | | | | |
| r ₁₆ | 5 | r ₁₆ | | | r ₁₆ | | | r ₁₆ | r ₁₆ | r ₁₆ | r ₁₆ | | | | r ₁₆ | | | 2 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 839 839 | + | s38 | | | - | | - | | | | | | | 3 | 37 | | _ | | | 841 842 84 841 842 84 | | | | 4 | 0 | \square | | | - | - | - | | ŖĘ. | | | - | | | 122 | 35 123 |
| | | | 839 839 | + | s38 s38 | | | | | | | | | | | | | 37 | | | | | 341 342 34 341 342 34 | | ₩ | H | | 0 | + | | | + | - | - | H | ₽ | | | | + | \vdash | = | 123 |
| | | | | r49 | | | | | | | | | | | | | | | | r ₄₉ | r ₄₉ | | | | Ì | | | | | | | Ť | | | | | | | | | | | |
| -0.4 | 4 | | 90 | | s 89 | | | | | | | | | | | | s | 88 | | | | | 92 893 89 | 4 | | | 9 | 1 12 | 5 | | | | | | | | | | | | 83 | 85 | 86 |
| s84 | = | $\overline{}$ | 313 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3111 | | | | | | | | | | | _ | | | | | | | | $\overline{}$ | = | _ | | |

| 00 | 0121 | | | 2120 | | | _ | | | _ | - | _ | | - | 0120 | | | | | | _ | 120 | | | | | | | | 1-1- | | _ |
|--|--|--|---|--|---|---|---|----------------------------------|--------|-------------------|--|-----------------|------------|------------------------------|---|--|---|---------|-----|---------|----------|----------------|----------------|-----|---------------|-----|----|---------|----------|----------|--------------|----------|
| 83 | 8131 | r ₁ ; | 1 | 8130 | | _ | + | | - | | Н | | | _ | 8129 | | | ++ | ╁ | | - | 128 | | | | | | +++ | \vdash | - | ┰ | \vdash |
| 85 | r ₄₄ | | | r44 | | | | | | | | | | | r ₄₄ 3 | 132 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | r46 | | | r46 | | | | | | | | | | | r ₄₆ r | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | r ₄₈ | | | r48 | | | - | | | | | | | | r ₄₈ r | 48 r ₄ | | | Щ | \perp | _ | \perp | \sqsubseteq | | | | | \perp | Щ. | ш | \perp | 느 |
| 88 | r ₅₀ | 8135 | 3 | 134 r ₅₀ | | | - | | | | | - | | | r ₅₀ r | 50 r- | - | ++ | ₩ | - | - | + | | | | | | ++ | - | - | | |
| 90 | 00 | 560 | | 59 | | | | | | | | | s58 | | 00 | -8 | s62 s6 | 3 564 | | | 61 | | | | | | | | | 136 55 | 5 56 | 57 |
| 91 | r ₅₂ | | | r ₅₂ | | | | | | | | | | | r ₅₂ r | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | r ₅₃ | | | r ₅₃ | ₩. | | | | | _ | | | | | r ₅₃ r | | | \perp | Щ | | _ | | \sqsubseteq | | | | | | Щ. | Щ | | 느 |
| 93 94 | r ₅₄ | | | r ₅₄ | - | | + | \vdash | _ | - | Н | - | _ | - | r ₅₄ r | | | ++ | + | | - | + | $\vdash\vdash$ | | | | | + | \vdash | ₩ | + | \vdash |
| 95 | r ₅₅ | | r ₁₃ | rss | | _ | + | ╁ | _ | - | Н | - | _ | - | r ₅₅ r s76 | 55 -5 | | ++- | | - | - | + | | | | | | | - | ₩ | | \vdash |
| 96 | | | -13 | _ | | | _ | | | _ | Н | 3 | 137 | _ | | | | - | | - | _ | \top | | | | | | 1 | \vdash | | - | Н |
| 97 | s98 | 899 | 3 | 16 | 81 | .05 8106 | s107 | s101 | | | s102 | | | | | | | | | 97 100 | 103 | | 104 | | 1 | .38 | | | | | | |
| 98 | | | | | | | - | \sqcup | | _ | Ш | r | 31 | <u> </u> | Щ | | | + | 444 | | _ | Щ. | \square | | | _# | | + | ₩ | ₩ | | ╙ |
| 99 100 | re | r ₅ | r | | rs | rs | rs | rs | | _ | rs | - | | | - | - | _ | ++ | ₩ | + | - | + | | | | ₩ | | | \vdash | \vdash | +- | Н |
| 101 | 923 | | | | | | Ť | | | | | | | | | | | | | | | | | 140 | | | | | | | | |
| 102 | | 5141 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | \blacksquare | | | | | | | | | | |
| 103 | - | | 8142 8143 | _ | | _ | + | + | _ | - | Н | - | _ | - | | - | - | ++- | | - | - | + | | | | | | | - | ₩ | | \vdash |
| 105 | | 8144 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 106 | | s145 | | 0.0 | | | | | | | | \blacksquare | -05 | | | | 262 | 2 42 | | | 40 | | | | | | | 40 | H | 22 5 | | - |
| 107 | 833 | 839 | 8 | 38 | | _ | + | | | | | r ₃₇ | s37 | | | | 841 84 | 2 513 | ╁╟╁ | | 40 | - | 146 | | | | | | + | 34 34 | 4 35 | 30 |
| | 8149 | | | 8148 | | | | | | | | - | | | | | | | | | | | | | | | | | 147 | \Box | | |
| 110 | | | | 16 | 31 | 3 814 | 815 | | | | | | | | | | | | | 150 | | | 12 | | | | | | | | | |
| 111 | | a60 a60 | | 59 59 | - | | - | + | | | | - | a58 | - | H | | 562 56 562 56 | | +++ | | 61 61 | - | | | | | | ## | + | 15 | 51 56 152 | 57 |
| 113 | | 860 | 3 | 59 | | | | | | | | | 358 | | | | 862 86 | 3 864 | | | 61 | | | | | | | | | | | 153 |
| 114 | | r ₄ | | | | | | | | | | | | | r ₄₉ r | 49 r ₄ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 115 116 | | 890 | | 89 | | | | | | | | | 888 | | 8111 | | 892 89 | 3 894 | | | 91 15 | 4 | | | | ₩ | | + | - | 83 85 | 86 | 87 |
| 117 | | | 5156 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 118 | | 839 | 8 | 38 | | | | | | | | \Box | s37 | | | | 841 84 | 2 843 | | | 40 | | | | | | | | | 157 34 | 4 35 | 36 |
| 119 | | r ₃₃ | 8158 | | | - | - | | | | | - | | | | | | ++ | | + | - | - | | | | | | ++ | - | \vdash | + | |
| 121 | | | 8159 | | | | | | | | | | | | | | | | | | T | | | | | | | | | | | |
| 122 | | | r43 | | | | | | | | | | | | r ₄₃ s | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 123 124 | | + | r45 | _ | \vdash | | - | - | _ | | \vdash | \vdash | _ | | r ₄₅ r | | | + | | \bot | - | + | \vdash | | | | | + | - | ₩ | | \vdash |
| 125 | | 31 | r ₄₇ | _ | \vdash | _ | + | | - | - | \vdash | \vdash | _ | - | r ₄₇ r | 47 -4 | | ++ | ╁┼┼ | + | - | + | | | | | | + | \vdash | \vdash | + | \vdash |
| 126 | | | r ₅₁ | | | \neg | | | | | П | | | | r ₅₁ r | 51 r ₅ | | | | | T | | | | | | | | | | | |
| 127 | İ | | r ₇ | | | \equiv | Ť | ΤÏ | Ĭ | T T | ī | ΞĬ | | ĺ | ΪÏ | T | | Ť | TT | | ΞĒ | T | | | | TT | TT | TT | TT | | 一一 | Ε |
| 128 | | r _e | | Ì | | | İ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 129 | | 890 | | 89 | \vdash | \rightarrow | | | | _ | \blacksquare | | s88 s88 | | | _ | 892 89 892 89 | | | | 91 | - | | | - | | | + | 4 | 162 8 | 61 86 | |
| 131 | | | | 0.9 | | _ | - | | | _ | Н | | 300 | | | - | 392 3 | 13 394 | + | | 91 | | | | _ | | | | - | 102 0 | 0.0 | 0.7 |
| 132 | | 890 | 3 | 89 | | | | | | | | | 588 | | | | 592 59 | | | | 91 | | | | | | | | | | 163 | 87 |
| 133 134 | | 890 | 3 | 89 | | - | - | \vdash | | - | Н | \vdash | 888 | | | | 392 39 | 3 894 | | | 91 | - | \vdash | | \rightarrow | | | + | - | ₩ | | 164 |
| 135 | | 890 | - 3 | r ₄₉ | | \rightarrow | - | | | - | Н | | 888 | - | r ₄₉ r | 49 -4 | | 22 000 | | | | | | | | | | | ₩ | 83 8 | 5 86 | 87 |
| 136 | | 81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 91 16 | | | | | —m | | | | i i | | |
| 137 | | | | | | | | | | | | | | | s111 | | 892 89 | 3 334 | | | 91 16 | 00 | | | | | | | | | | |
| 138 139 | | r ₄₂ | | 42 | r ₄ | 2 r ₄₂ | r ₄₂ | r ₄₂ | | | r ₄₂ | | | r ₄₂ | 8111 | | | 3 551 | | | 91 16 | 0.5 | | | | | | | ш | | | |
| 140 | - | | r | | r ₄ | 2 r ₄₂ | r ₄₂ | r ₄₂ | | | r ₄₂ | r | 30 | | s111 | | 892 89 | | | | | | | | | | | | | 167 5 | 5 56 | 57 |
| | | r ₄₂ | r | 59 | F4 | 2 r ₄₂ | r ₄₂ | | 51 852 | 353 | r ₄₂ | r | | | s111 | | | | | | 61 | | | 168 | | | | | | 167 5 | 5 56 | 57 |
| 141 | s68 | 860 | s s | 59 | | | | 3 | 51 852 | 953 | | r | 30 | | s111 | | 892 89 | | | | | | 67 | | 169 | | | | | 167 5 | 5 56 | 57 |
| 141 | s68 r ₆ | 860 r ₆ | s s | 59 69 6 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | 51 852 | 853 | re | r | 30 | | 8111 | | 892 89 | | | | | | 67 | | 169 | | | | | 167 5 | 5 56 | 57 |
| 141 142 143 | ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## | 860 | s s | 59 | | r ₆ | r ₆ | 3 | 51 852 | 853 | | r | 30 | r ₄₂ | 8111 | | 892 89 | 53 864 | | | | | 67 | | 169 | | | | | 167 5 | | |
| 141 142 143 144 145 | s68 r ₆ r ₁₂ | | | 59 69 6 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | 51 852 | 853 | re | | 30 858 | r ₄₂ | 8111 | | 892 89 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 | s68 r ₆ r ₁₂ | r ₆ r ₁₂ s60 | | 59 69 6 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | 51 952 | 853 | re | r, | 30 858 | r ₄₂ | 8111 | | 892 89 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | L69 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 | s68 r ₆ r ₁₂ | | | 59 69 6 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | | | re | r | 30 858 | r ₄₂ | 8111 | | 892 89 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | L69 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 | s68 r ₆ r ₁₂ | | x x x x x x x x x x | 59 69 6 12 59 171 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | 51 852 | 953 953 953 | r ₆ | F 1 | 30 858 | F42 | 9111 | | 892 89 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | L69 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 | s68 r ₆ r ₁₂ | | | 59 69 6 12 59 171 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | | | re | | 30 858 | F42 | | | 892 89 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 | | | | 59 69 6 12 59 171 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | | | r ₆ | | 30 858 | F42 | r ₄₃ 5 | | 862 86 862 86 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 | | | | 59 69 6 12 59 171 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | | | r ₆ | | 30 858 | F42 | r ₄₃ 5 | 45 81 | \$92 \$1 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 | ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## | | | 59 69 6 12 59 171 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | | | r ₆ | | 30 858 | F42 | r ₄₃ 5 | 45 81 | \$92 \$1 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 1.69 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 | ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## | | 9 9 172 8 9 172 8 9 173 8 9 174 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 59 69 6 12 59 171 | r ₆ | r ₆ | r ₆ | r ₆ | | | r ₆ | | 30 858 | F42 | r ₄₃ 5 | 45 S1 | 592 50 10 10 10 10 10 10 10 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 | ### ################################## | s60 | | 59 69 6 12 59 171 | Γ _ε Γ _ε | r ₆ | Ye6 F12 | r ₆ r ₁₂ | | | r ₆ | | 30 858 | F42 | r43 5 r45 r | 45 S1 | 592 50 10 10 10 10 10 10 10 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 | ### ################################## | s60 | | 59 69 6 12 59 171 4 4 19 19 19 | r ₆ | r ₆ 2 r ₁₂ | r ₆ r ₁₂ r ₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | r ₆ | | 30 858 | £42 | r43 s | 45 S1 | 592 50 10 10 10 10 10 10 10 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 | | Fe Square Fig. 1 | | 59 69 6 12 59 171 4 4 | r ₄ | r ₆ 2 r ₁₂ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ | | | r ₆ r ₁₂ r ₄ | | 30 858 | F42 | r43 5 r45 r | 45 S1 | 592 50 10 10 10 10 10 10 10 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 150 151 152 153 154 155 156 157 158 | | Fe Square Fig. 1 | | 59 69 6 12 59 1771 4 4 19 19 14 15 15 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 | r ₄ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E42 E44 E19 E19 E16 | T43 5 T45 T47 T | 45 81 47 r ₄ 51 r ₅ 7 r ₇ | 592 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 53 864 | | | 61 | | 67 | | | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 158 158 158 158 159 160 161 | ### ################################## | Fe Square Fig. 1 | | 59 69 6 112 559 1171 1171 1171 1171 1171 1171 1171 | r _ε r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E44 E44 E19 E14 E15 | F43 9 F46 F F47 F F51 F F76 F F77 F F43 9 F | 45 81 47 r4 51 r5 7 r7 132 | 592 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 | 53 864 | | | 61 | | | | 1.69 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 | ### ################################## | Fe Square Fig. 1 | | 59 69 6 6 12 559 1771 4 4 15 19 14 15 8 136 6 | r _ε r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E42 E44 E44 E19 | T43 9 7 447 T 51 | 45 81 47 r ₄ 51 r ₅ 7 r ₇ 132 | 952 952 95 | 53 864 | | | 61 | 176 | | | 1.69 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 155 154 155 157 168 159 160 161 | ### ### #### ######################### | Fe Square Fig. 1 | | 59 69 69 6 6 112 2 1559 1771 1 14 4 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 | r _ε r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E44 E44 E19 E14 E15 | | 45 81 47 r4 51 r5 7 r7 132 | 992 93 93 | 53 864 | | | 61 | | | | 65 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 164 165 | ### ################################## | Fe Square Fig. 1 | | 59 59 68 68 68 68 68 112 58 171 17 | r _ε r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E42 E44 E44 E44 E45 | F40 5 F46 F F47 F F48 5 F47 F F48 5 F47 F F48 7 F F48 7 F F48 7 F F49 | 45 81 47 r ₄ 51 r ₅ 7 r ₇ 132 45 81 47 r ₄ | 992 93 93 93 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 | 53 864 | | | 61 | | | | 650 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 164 165 | ### ################################## | G | | 59 69 69 69 69 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60 | r _ε r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E4 E4 F19 E14 F15 | F43 8 F45 F47 F51 F43 F45 F47 F51 F45 F47 F51 F45 F47 F45 F47 F51 F45 F47 F45 F47 F45 F47 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 | 45 81 74 51 74 51 75 77 77 77 77 77 74 74 74 74 74 74 74 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 | 992 93 93 93 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 | 53 864 | | | 61 | | | | | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 160 161 162 163 164 165 166 166 167 | ### ################################## | F6 F12 F44 F44 F44 F44 F44 F44 F44 F44 F44 F4 | | 59 69 69 6 6 112 59 171 4 4 1 15 15 15 15 15 | r _ε r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E4 E4 F19 E14 F15 | F40 5 F46 F F47 F F48 5 F47 F F48 5 F47 F F48 7 F F48 7 F F48 7 F F49 | 45 81 74 51 74 51 75 77 77 77 77 77 74 74 74 74 74 74 74 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 | 992 93 93 93 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 | 53 864 | | | 61 | | | | 169 | | | | | | | |
| 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 160 161 162 163 164 | # # # # # # # # # # # # # # # # # # # | E6 F12 F61 F | | 59 59 68 68 68 68 68 112 58 171 17 | r _ε r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ r ₁ | r ₆ 2 F ₁₂ r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ s r ₄ | F ₆ F ₁₂ F ₄ F ₁₉ F ₁₄ | r ₆ r ₁₂ s | | | F ₆ F ₁₂ F ₁₄ F ₁₉ | | 30 858 | E42 E44 E45 E45 E15 | F43 8 F45 F47 F51 F43 F45 F47 F51 F45 F47 F51 F45 F47 F45 F47 F51 F45 F47 F45 F47 F45 F47 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 F51 | 45 81 74 51 74 51 75 77 77 77 77 77 74 74 74 74 74 74 74 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 | 992 93 93 93 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 94 | 53 864 | | | 61 | | | | .69 | | | | | | | |

| 71 | | | | s182 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|----------|---------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-----|-----|-----------------|----------------|----------------|-------------|----------|--------|-------------|---------|-------------|--------|---|-----|-----|-----------------|-------------|-----|---------------|--------|------|
| 72 r | 16 | r ₁₆ | | | r ₁₆ | | | | r ₁₆ | r ₁₆ | r ₁₆ | r16 | r ₁₆ | | | | | | | | | | | | | | | | | ш | | | | | |
| .73 | | | | | s18 | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| .74 | | | | r7 | | | П | | | | | | | | | | r ₇ | r ₇ | r7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| .75 s | 187 | | | | s18 | 88 | \neg | | | | | | | | | 186 | | $\neg \vdash$ | | $\neg \neg$ | | | | | 185 | | | 184 | | | | | | \Box | |
| 76 | | \Box | \neg | r ₉ | $\neg \vdash$ | $\neg r$ | $\neg r$ | | | | \Box | | \neg | | | | | $\neg \vdash$ | | | | | $\neg \Box$ | | $\neg \Box$ | | | | П | | $\Box\Box$ | | \Box | \Box | |
| .77 r | r ₇ | m | | | | r | T | | | | | | | m | T | | r ₇ | r7 | r ₇ | | | | T | | | | | | m | | | | ΠÌΤ | ŤΪ | |
| 78 | | т | | | s1 | 5 | 寸 | | s105 | s106 | s107 | | $\overline{}$ | | | | | \neg | | | | \neg | \top | 189 103 | 104 | | T | | m | | | | \Box | T | ΠÌ |
| 79 | | T | | | 190 | | T | | | | | | | i | T | | | \neg | Ť | | | Tit | T | | | | | | m | ĦΠ | | | | Ħ | ΠÌ |
| 80 | | | 839 | | 838 | 3 | | | | | | | | | 1 | 37 | | | | 841 842 | 843 | | | 40 | | | | | | | | | 193 | 34 | 35 3 |
| 81 | | | | | 192 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 | | | | | 193 | | | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 9 | 149 | | | | | 31 | 148 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 194 | | | |
| 84 | | | | 3195 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | | | | r ₂₇ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | | | | | s19 | 96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | | | | r ₂₉ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | | | | | | | 3 | 197 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 89 r | 4 | r ₄ | | | r ₄ | | \neg | | r ₄ | r ₄ | r ₄ | r ₄ | r ₄ | | | | | Т | | | | П | | | | | | | П | | | | | П | |
| 90 r | 19 | r19 | | | r19 | | \neg | | r ₁₉ | r ₁₉ | r ₁₉ | r ₁₉ | r19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 91 | | т | | | 198 | T | ゴ | | | | $\overline{}$ | | \neg | i | | | 37 | 6 | \vdash | \neg | | | ī | | $\neg \neg$ | | | | m | | $\neg \neg$ | | \Box | m | |
| 92 r | r ₁₄ | r ₁₄ | | | r ₁₄ | | \neg | | r ₁₄ | r ₁₄ | r ₁₄ | r ₁₄ | r ₁₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | $\sqcap \sqcap$ | | | | | |
| 93 r | 15 | r ₁₅ | | | r ₁₅ | | \neg | | r ₁₅ | r ₁₅ | r ₁₅ | r ₁₅ | r ₁₅ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 94 | | | | r40 | | | Ť | | | | | | | í | Tì | | | Ť | | i | ΤĖ | Tì | | | | = | | | m | | | | | m | |
| 95 | | т | | | _ | _ | 一 | _ | | | - | _ | _ | 5199 | T | | | _ | 1 | | | TH | _ | | | | | | m | | | | $\overline{}$ | T | m |
| 96 | | m | | r ₂₈ | \neg | | | | | - | | - | i | | | | | 7 | 1 | | m | | | | | \neg | | | m | | | | $\overline{}$ | m | |
| 97 | | | s60 | - | 859 | - | 十 | | | | - | _ | _ | | | s58 | | _ | + | 862 863 | 364 | | - | 61 | | | | _ | m | \vdash | \vdash | | 200 | 55 | 56 5 |
| 98 8 | 187 | | | | 818 | | 十 | | , | | | | Ť | i | | 186 | | \neg | | | | | | | 185 | | | 201 | | | | | | | |
| 99 9 | 98 | 899 | i | | s1 | | 一 | | s105 | s106 | s107 | s101 | s102 | m | | | | ì | | | T | | 97 | 100 103 | 104 | | m | | 202 | ТΠ | | | \vdash | i | ΠÌ |
| 00 | | | | r ₁₃ | T | T | Ť | | | | | | | ΠÌ | | | 51 | 11 | | | T | | | | | | П | | | | | | | T | |
| 01 | | П | | 3203 | | | Ť | | | | | | | | | | | | | | | TH | | | \neg | | T | | m | ТΠ | | | m | T | |
| 02 | | | | | $\overline{}$ | | 十 | | | | | | | | 204 | | | \neg | | | | | | | 一 | | T | | m | | | | | | |
| 03 | | | | | | | Ť | | | | | | | s205 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 r | 24 | r24 | Î | | r ₂₄ | | | | r ₂₄ | r24 | r24 | r24 | r24 | | | | r ₂₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | í | |
| 05 B | | 899 | | | 81 | | 7 | | | | 8107 | | 8102 | | | | | | | | \vdash | m | 97 | 100 103 | 104 | | | | 206 | | | | \Box | Ì | |
| 06 | | П | T | | | | 一 | | | | Ì | | | | 207 | | | ì | | | | | T | | | | m | | m | ΤП | | | | m | |
| 07 r | | r ₂₄ | | | r ₂₄ | T T | $\overline{}$ | | r ₂₄ | r ₂₄ | ro. | r ₂₄ | r24 | ī | | | | \neg | | | | | | | | | T | | | | | | | | |

Como puede observarse en la tabla[2], esta gramática es adecuada para este tipo de analizador sintáctico, puesto que no se produce ningún tipo de conflicto.

4 Diseño Analizador Semántico

```
Acción semántica previa a empezar a funcionar el procesador:
\{ TS_g = crear_TS() \}
 TS\_actual = TS\_g
 desp = 0
 zona decl = false
B \to D \{ \}
D \to F D \{\}
D \rightarrow G D \{ \}
D \rightarrow lambda \{ \}
G \rightarrow if (E) S \{ if E.tipo != "lógico" \}
                 then error(1) }
G \to S \{ \}
S \to H ; \{\}
H \rightarrow id (I)  { if busca_tipo_TS(id.pos) != "función"
                 then error(15)
              else if longitud(I.tipo) != busca num params TS(id.pos)
                 then error(2)
              else if busca_tipo_TS(id.pos) != I.tipo
                 then error(3)
             else
                 H.tipo = busca tipo devuelto TS(id.pos) }
I \rightarrow E J \{ \text{ if longitud}(J.tipo) == 0 \}
              then I.tipo = E.tipo
          else
              I.tipo = E.tipo x J.tipo }
J \rightarrow E J1  if longitud(J1.tipo) == 0
              then J.tipo = E.tipo
            else
              J.tipo = E.tipo x J1.tipo 
J \rightarrow lambda \{\}
I \rightarrow lambda \{ I.tipo = void \}
S \to K ; \{\}
K \rightarrow id = E \{ if busca\_tipo\_TS(id.pos) != None \}
                 añade tipo TS(id.pos, "entero")
                 a\tilde{n}ade\_desp\_TS(id.pos, desp)
                 desp+=2
            if busca tipo TS(id.pos)!= E.tipo
                 then error(10) }
```

```
S \rightarrow alert (E); { if E.tipo != "cadena" && E.tipo != "entero"
                    then error(4) }
S \rightarrow input (id); { if busca_tipo_TS(id.pos) != None
                       añade tipo TS(id.pos, "entero")
                       añade desp TS(id.pos, desp)
                       desp+=2
                  if busca_tipo_TS(id.pos) != "cadena"
                     && busca_tipo_TS(id.pos) != "entero"
                       then error(5) }
S \rightarrow \text{return L}; { if zona function != true
                 then error(7)
               else if L.tipo!= tipo return
                 then error(9) }
L \rightarrow E \{ L.tipo = E.tipo \}
L \rightarrow lambda \{ L.tipo = void \}
G \rightarrow let M T id; { añadir_tipo_TS(id.pos, T.tipo)
                 añadir desp TS(id.pos, desp)
                 desp += T.ancho
                 zona declaración = false
M \rightarrow lambda \{ zona declaracion = true \}
T \rightarrow number \{ T.tipo = "entero" \}
            T.ancho = 2 // size of("entero")
T \rightarrow boolean \{ T.tipo = "lógico" \}
            T.ancho = 2 \} // \ size\_of("l\'ogico")
T \rightarrow string \{ T.tipo = "cadena" \}
             T.ancho = 128 // size of("cadena")
G \rightarrow for (N; E; O) \{C\} \{if E.tipo! = "lógico"\}
                              then error(6) }
N \to K \{ \}
N \rightarrow lambda \{\}
O \to K \{\}
O \rightarrow -- id \{ \text{ if busca tipo } TS(id.pos) \} = None
              añade_tipo_TS(id.pos, "entero")
              añade desp TS(id.pos, desp)
              desp+=2
           if busca_tipo_TS(id.pos) != "entero"
              then error(11) }
O \rightarrow lambda \{\}
C \to G C \{\}
C \rightarrow lambda \{\}
```

```
F \rightarrow F1 F2 F3 \{ destruye TS (TS 1) \}
             zona function = false
             TS\_actual = TS\_g
             desp = desp g
             tipo return = NULL }
F1 \rightarrow function P Q id \{ TS_l = crear_TS() \}
                    TS\_actual = TS\_l
                    desp_g = desp
                    desp = 0
                    pos id fun = id.pos
                    zona function = true
                    tipo return = Q.tipo
                    añadir_tipo_devuelto_TS(id.pos, tipo_return)
                    añadir tipo TS(id.pos, "función")
                    inserta et TS (id.pos, nueva et ()) }
P \rightarrow lambda \{\}
Q \rightarrow T \{ zona\_declaracion = true \}
       Q.tipo = T.tipo }
Q \rightarrow lambda \{ zona declaracion = true \}
            Q.tipo = void 
F2 \rightarrow (A) { añadir param TS(pos id fun, A.tipo, longitud(A.tipo))
                     zona declaración = false
A \rightarrow T \text{ id } AA \{ \text{ añadir tipo } TS(\text{id.pos}, T.tipo) \}
            añadir_desp_TS(id.pos, desp)
            desp += T.ancho
            if longitud(AA.tipo) == 0
               then A.tipo = T.tipo
            else
               A.tipo = T.tipo \times AA.tipo 
A \rightarrow lambda \{ A.tipo = void \}
AA \rightarrow T id AA1  { añadir tipo TS(id.pos, T.tipo)
                 añadir desp TS(id.pos, desp)
                 desp += T.ancho
                 if longitud(AA1.tipo) == 0
                    then AA.tipo = T.tipo
                 else
                    AA.tipo = T.tipo \times AA1.tipo }
AA \rightarrow lambda \{\}
F3 \rightarrow \{C\} \{\}
E \rightarrow E1 \&\& R  { if E1.tipo != "lógico" || R.tipo != "lógico"
             then error(12)
            else
             E.tipo = "lógico" }
E \rightarrow R \{E.tipo = R.tipo \}
```

```
R \rightarrow R1 == U { if R1.tipo != "entero" || U.tipo != "entero"
             then error(13)
            else
             E.tipo = "lógico" 
R \rightarrow U \{ R.tipo = U.tipo \}
U \rightarrow U1 - V { if U1.tipo != "entero" || V.tipo != "entero"
             then error(14)
           else
             U.tipo = "entero" }
U \rightarrow V \{ U.tipo = V.tipo \}
V \rightarrow --id { if busca tipo TS(id.pos) != None
             añade tipo TS(id.pos, "entero")
             añade_desp_TS(id.pos, desp)
             desp+=2
          if busca_tipo_ TS(id.pos) != "entero"
             then error(15)
          else
             V.tipo = "entero" }
V \rightarrow id { if busca tipo TS(id.pos) != None
           añade_tipo_TS(id.pos, "entero")
           añade desp TS(id.pos, desp)
           desp+=2
        V.tipo = busca tipo TS(id.pos)
V \rightarrow (E) \{ V.tipo = E.tipo \}
V \rightarrow H \{ V.tipo = H.tipo \}
V \rightarrow \text{ent} \{ V.\text{tipo} = \text{"entero"} \}
V \rightarrow cad \{ V.tipo = "cadena" \}
V \rightarrow \log \{ V.tipo = "lógico" \}
error\_code\_dict = \{
   1: "La condición debe ser un lógico",
   2: "El número de parámetros introducidos no son los esperados, \
      deberían ser {busca num params TS(id.pos)}",
   3: "El tipo de los parámetros no es el esperado, \
      se esperaban {busca_tipo_params_TS(id.pos)}",
   4: "La expresión introducida no es una cadena o un entero",
   5: "La variable introducida no es de tipo cadena o entero",
   6: "La condición debe ser un lógico",
   7: "No puede haber una sentencia return fuera de una función",
   8: "No se permite la definición de funciones anidadas",
   9: "El tipo de retorno no corresponde con el tipo de retorno de la función, \
      se esperaba {tipo return}",
   10: "El tipo de la variable a asignar no corresponde con el tipo asignado",
   11: "El operador especial "--" solo trabaja con tipos de datos enteros",
   12: "El operador lógico "&&" solo trabaja con tipos de datos lógicos",
   13: "El operador de relación "==" solo trabaja con tipos de datos enteros",
   14: "El operador aritmético "-" solo trabaja con tipos de datos enteros",
   15: "La variable no se puede invocar como una función, con argumentos"
}
```

```
function error(error_code):
    res = ""
    if error_code <= 6:
        res = "ErrorDeAtributo: "
    elif error_code >= 9:
        res = "ErrorDeTipado: "
    else
        res = "NoImplementado: "
    res = res + error_code_dict.get(error_code, default="Código no válido")
    print(res)
```

5 | Diseño Tabla de Símbolos

La TS se compone de una lista de tablas, una de ellas es global y se crea al empezar, mientras que el resto son locales y se van creando a medida que avanza la compilación. Están ordenadas en orden de creación. Cada tabla tiene un flag que indica si la tabla existe (esta activa) o se ha eliminado, pero realmente no las eliminamos para posteriormente imprimirlas.

A su vez cada tabla contiene una lista de diccionarios, cada diccionario simboliza una entrada en la tabla de símbolos. Un diccionario es un hashmap que tiene como claves la palabra "lexema" y los tipos de atributos que le corresponda (por ejemplo "Tipo" ó "Despl"), como valores tiene el valor del lexema y de sus atributos en si mismos (por ejemplo "main" ó "entero").

6 Anexo

6.1 Casos de prueba correctos

6.1.1 Prueba correcta 1

Programa introducido:

Tokens:

```
<LET ,>
<STRING, >
<ID , 0>
<PUNTOYCOMA, >
<LET ,>
<STRING , >
<ID , 1>
<PUNTOYCOMA , >
<ID , 1>
<OPASIG, >
<ID , 0>
<PUNTOYCOMA, >
<ALERT , >
< ABPAREN, >
<ID , 1>
<CEPAREN , >
<PUNTOYCOMA , >
```

Tabla de símbolos:

CONTENIDO DE LA TABLA 0:

```
* LEXEMA : 'texto'
ATRIBUTOS :
+ Tipo : 'cadena'
+ Despl : '0'

* LEXEMA : 'textoAux'
ATRIBUTOS :
+ Tipo : 'cadena'
+ Despl : '64'
```

VASt:

```
Ė-B (1)
 Ġ-G (20)
      --let
⊟-M (21)
       --lambda
      □ T (24)
       string
       ...id
....;
    □-D (3)
      □ G (20)
        ...let
⊟.·M (21)
         lambda
         T (24)
         string
         ...id
      ...D (3)
         Ġ (6)
          .
-S (13)
             Ė-K (14)
               ...id
               E (45)
                .:.R (47)
                   .:.U (49)
                     i...id
         □-D (3)
           Ġ (6)
             Ė-S (15)
                alert
                ---(
               E (45)
                Ė-R (47)
                  ...id
           □ D (4)
             lambda
```

7 Referencias

$1. \quad Documentaci\'on\ libreria\ SLY$

https://sly.readthedocs.io/en/latest/

2. Generador de tabla LR(1)

http://jsmachines.sourceforge.net/machines/lr1.html