



UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

COMPILADORS

---

# Pràctica de Compiladors. El compilador “Compilemon”.

---

*Autors:*

José RUIZ BRAVO

<joseruizbravo@gmail.com>

Biel MOYÀ ALCOVER

<bilibiel@gmail.com>

Álvaro MEDINA BALLESTER

<alvaro@comiendolimones.com>

*Professor:*

Dr. Albert LLEMOSÍ

CASES

6 de juliol de 2010

# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Anàlisi Lèxica</b>	<b>5</b>
2.1	Descripció del lèxic: <i>pk_ulexica.l</i> . . . . .	5
2.2	Taula de noms . . . . .	10
2.2.1	Fitxer <i>decls-d_taula_de_noms.ads</i> . . . . .	10
2.2.2	Fitxer <i>decls-d_taula_de_noms.adb</i> . . . . .	13
2.3	Atributs . . . . .	18
2.3.1	Fitxer <i>decls-d_atribut.ads</i> . . . . .	18
<b>3</b>	<b>Anàlisi Sintàctica</b>	<b>19</b>
3.1	Gramàtica del nostre llenguatge . . . . .	19
3.2	Especificació <i>pk_usintactica.y</i> . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Anàlisi Semàntica</b>	<b>32</b>
4.1	Taula de símbols . . . . .	32
4.1.1	Fitxer <i>decls-dtsimbols.ads</i> . . . . .	32
4.1.2	Fitxer <i>decls-dtsimbols.adb</i> . . . . .	36
4.2	Descripció . . . . .	44
4.2.1	Fitxer <i>decls-dtdesc.ads</i> . . . . .	44
4.3	Semàntica . . . . .	46
4.3.1	Fitxer <i>semantica.ads</i> . . . . .	46
4.3.2	Fitxer <i>semantica.adb</i> . . . . .	52
4.4	Comprovació de tipus . . . . .	58
4.4.1	Fitxer <i>decls-dtnode.ads</i> . . . . .	58
4.4.2	Fitxer <i>decls-d_arbre.adb</i> . . . . .	61
4.4.3	Fitxer <i>semantica-ctipus.ads</i> . . . . .	65
4.4.4	Fitxer <i>semantica-ctipus.adb</i> . . . . .	71
4.5	Missatges d'error . . . . .	110
4.5.1	Fitxer <i>semantica-missatges.ads</i> . . . . .	110
4.5.2	Fitxer <i>semantica-missatges.adb</i> . . . . .	112
<b>5</b>	<b>Generació de codi intermedi</b>	<b>117</b>
5.1	Codi de 3 adreces . . . . .	117
5.1.1	Fitxer <i>semantica-declsc3a.ads</i> . . . . .	117
5.1.2	Fitxer <i>semantica-declsc3a.adb</i> . . . . .	119
5.2	Piles . . . . .	126
5.2.1	Fitxer <i>piles.ads</i> . . . . .	126
5.2.2	Fitxer <i>piles.adb</i> . . . . .	127

5.3	Generació de codi intermedi	129
5.3.1	Fitxer <i>semantica-gci.ads</i>	129
5.4	Generació de codi intermedi	133
5.4.1	Fitxer <i>semantica-gci.adb</i>	133
<b>6</b>	<b>Assemblador</b>	<b>163</b>
6.1	Generació de codi assemblador	163
6.1.1	Fitxer <i>semantica-assemblador.ads</i>	163
6.1.2	Fitxer <i>semantica-assemblador.adb</i>	164
<b>7</b>	<b>Proves i programa principal</b>	<b>180</b>
7.1	Fitxer <i>compilemon.adb</i> , programa principal	180
<b>8</b>	<b>Declaracions i altres paquets</b>	<b>182</b>
8.1	Fitxer <i>decls.ads</i>	182
8.2	Fitxer <i>decls-dgenerals.ads</i>	183
<b>9</b>	<b>Jocs de proves</b>	<b>184</b>
9.1	Arrays de records	184
9.1.1	Fitxer <i>prova1.lem</i>	184
9.1.2	Fitxer <i>prova1.lem.c3at</i>	186
9.2	Suma de matrius 3x3	190
9.2.1	Fitxer <i>prova2.lem</i>	190
9.2.2	Fitxer <i>prova2.lem.c3at</i>	192
9.3	Vector amb rangs negatius	197
9.3.1	Fitxer <i>prova3.lem</i>	197
9.3.2	Fitxer <i>prova3.lem.c3at</i>	198
9.3.3	Fitxer <i>prova3.lem.s</i>	200
9.4	Algoritme d'ordenació <i>Quicksort</i>	208
9.4.1	Fitxer <i>prova4.lem</i>	208
9.4.2	Fitxer <i>prova4.lem.c3at</i>	211
9.5	Multiplicació e inversió de matrius 5x5	216
9.5.1	Fitxer <i>prova5.lem</i>	216
9.5.2	Fitxer <i>prova5.lem.c3at</i>	218
<b>A</b>	<b>Conclusions</b>	<b>224</b>

## Resum

Compilador *compilemon* creat amb el llenguatge Ada. Està compost per un subconjunt bàsic d'instruccions en Ada conegudes com *lemonada*.

## 1 Introducció

Al present document trobam el codi font del compilador *Compilemon*, desenvolupat per l'assignatura Processadors del Llenguatge, impartida per el Doctor Albert Llemosí Cases. Per desenvolupar la pràctica hem fet servir el llenguatge Ada 2005, juntament amb les eines següents:

**Edició de text** Com a editor de text hem fer servir GNU Emacs i Gedit com a editors principals, tant per el codi de la pràctica com per el de l'informe.

**Control de versions** Per duur a terme el desenvolupament de forma conjunta, hem emprat el sistema de control de versions Subversion. Podem trobar el repositori a la direcció <http://svn.comiendolimones.com/compilemon>.

**Documentació** Per elaborar la documentació hem fet servir L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X com a editor de text.

**Sistema Operatiu** Tota la pràctica s'ha desenvolupat sota entorns UNIX. Primerament sobre una màquina Darwin BSD i més endavant sota GNU/Linux.

## 2 Anàlisi Lèxica

### 2.1 Descripció del lèxic: *pk\_ulexica.l*

```

1 -- Macros
2 lletra      [A-Za-z]
3 digit      [0-9]
4 separadors [" "\n\b\t\f]
5 car        ({lletra}|{digit})
6 character   \' {car} \'
7 car_string  [\040-\041\043-\176]
8 string      \"({car_string}|\"\\\")*\"
9
10
11 %%
12
13
14 -- Paraules clau
15 procedure   {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
16                    yylval); return pc_procedure;}
17
18 begin       {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
19                    yylval); return pc_begin;}
20
21 while       {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
22                    yylval); return pc_while;}
23
24 if          {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
25                    yylval); return pc_if;}
26
27 else        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
28                    yylval); return pc_else;}
29
30 end         {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
31                    yylval); return pc_end;}
32
33 loop        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
34                    yylval); return pc_loop;}
35
36 constant    {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
37                    yylval); return pc_constant;}
38
39 type        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,

```

```
40         yyval); return pc_type;}
41
42 array      {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
43         yyval); return pc_array;}
44
45 record     {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
46         yyval); return pc_record;}
47
48 is         {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
49         yyval); return pc_is;}
50
51 then       {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
52         yyval); return pc_then;}
53
54 not        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
55         yyval); return pc_not;}
56
57 in         {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
58         yyval); return pc_in;}
59
60 out        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
61         yyval); return pc_out;}
62
63 new        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
64         yyval); return pc_new;}
65
66 null       {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
67         yyval); return pc_null;}
68
69 of         {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
70         yyval); return pc_of;}
71
72 mod        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
73         yyval); return pc_mod;}
74
75 range      {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
76         yyval); return pc_range;}
77
78 and        {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
79         yyval); return pc_and;}
80
81 or         {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
82         yyval); return pc_or;}
```

```

83
84 --Symbols
85 ":@" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
86               yylval); return s_assignacio;}
87
88 ":" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
89               yylval); return s_dospunts;}
90
91 ";" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
92               yylval); return s_final;}
93
94 "," {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
95               yylval); return s_coma;}
96
97 "(" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
98               yylval); return s_parentesiobert;}
99
100 ")" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
101               yylval); return s_parentesitancat;}
102
103 "..." {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
104                  yylval); return s_puntsrang;}
105
106 "." {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
107               yylval); return s_puntrec;}
108
109 --Operadors
110 "<" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
111               yylval); return op_menor;}
112
113 "<=" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
114                yylval); return op_menorigual;}
115
116 ">=" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
117                yylval); return op_majorigual;}
118
119 ">" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
120               yylval); return op_major;}
121
122 "=" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
123               yylval); return op_igual;}
124
125 "/" {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,

```

```
126         yyval); return op_distint;}
127
128 "+"      {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
129                 yyval); return op_suma;}
130
131 "-"      {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
132                 yyval); return op_resta;}
133
134 "*"      {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
135                 yyval); return op_multiplicacio;}
136
137 "/"      {mt_atom(tok_begin_line, tok_begin_col,
138                 yyval); return op_divisio;}
139
140 --Digit
141 {digit}+ {mt_numero(tok_begin_line, tok_begin_col,
142                 yytext, yyval); return const;}
143
144 --Lletra
145 {caracter} {mt_caracter(tok_begin_line, tok_begin_col,
146                 yytext, yyval); return const;}
147
148 --String  mirar a les declaracions
149 {string}  {mt_string(tok_begin_line, tok_begin_col,
150                 yytext, yyval); return const;}
151
152 --Identificador
153 {lletra}({car}|("_"{car})) *
154         {mt_identificador(tok_begin_line, tok_begin_col,
155                 yytext, yyval); return id;}
156
157 --Comentaris
158 "--" [^\n]* {null;}
159
160 --Separadors
161 [\t|\n|\ ] {null;}
162
163 --Error
164 . {return error;}
165
166
167 %%
168
```



```
169
170 with      decls.d_taula_de_noms ,
171           pk_usintactica_tokens ,
172           decls.d_atribut ,
173           semantica.ctipus ,
174           decls.dtdesc;
175
176 use      decls.d_taula_de_noms ,
177           pk_usintactica_tokens ,
178           decls.d_atribut ,
179           semantica.ctipus ,
180           decls.dtdesc;
181
182 package u_lexica is
183     function YYLex return token;
184 end u_lexica;
185
186
187 package body u_lexica is
188     ##
189 end u_lexica;
```

## 2.2 Taula de noms

### 2.2.1 Fitxer *decls-d\_taula\_de\_noms.ads*

```

1 -- DECLS-D_TAULA_DE_NOMS.ads
2 -- Declaracions de la taula de noms
3
4 WITH      Decls.Dgenerals ,
5           Ada.Text_IO;
6
7 USE       Decls.Dgenerals ,
8           Ada.Text_IO;
9
10
11 PACKAGE Decls.D_Taula_De_Noms IS
12
13     --pragma pure;
14
15     --Excepcions
16     E_Tids_Plana : EXCEPTION;
17     E_Tcar_Plana : EXCEPTION;
18
19     TYPE Taula_De_Noms IS LIMITED PRIVATE;
20
21     TYPE Id_Nom IS NEW Integer
22         RANGE 0 .. Max_Id;
23
24     TYPE Rang_Dispersio IS NEW Integer
25         RANGE 0 .. Max_Id;
26
27     TYPE Rang_Tcar IS NEW Integer
28         RANGE 0 .. (Long_Num_Ident*Max_Id);
29
30     -- Valor nul per al tipus id_nom
31     Id_Nul : CONSTANT Id_Nom := 0;
32
33     PROCEDURE Tbuida
34         (Tn : OUT Taula_De_Noms);
35
36     PROCEDURE Posa_Id
37         (Tn : IN OUT Taula_De_Noms;
38          Idn : OUT Id_Nom;
39          Nom : IN String);
40

```

```

41  PROCEDURE Posa_Tc
42      (Tn : IN OUT Taula_De_Noms;
43       Nom : IN String);
44
45  PROCEDURE Posa_Str
46      (Tn : IN OUT Taula_De_Noms;
47       Ids : OUT Rang_Tcar;
48       S : IN String);
49
50  FUNCTION Cons_Nom
51      (Tn : IN Taula_De_Noms;
52       Idn : IN Id_Nom)
53      RETURN String;
54
55  FUNCTION Cons_Str
56      (Tn : IN Taula_De_Noms;
57       Ids : IN Rang_Tcar)
58      RETURN String;
59
60  FUNCTION Fdisp_Tn
61      (Nom : IN String)
62      RETURN Rang_Dispersio;
63
64
65  PRIVATE
66
67  TYPE Taula_Dispersio IS ARRAY
68      (Rang_Dispersio) OF Id_Nom;
69
70  TYPE T_Identificador IS RECORD
71      Pos_Tcar : Rang_Tcar;
72      Seguent : Id_Nom;
73      Long_Paraula : Natural;
74  END RECORD;
75
76  TYPE Taula_Identificadors IS ARRAY
77      (1 .. Id_Nom'Last) OF T_Identificador;
78
79  TYPE Taula_Caracters IS ARRAY
80      (Rang_Tcar) OF Character;
81
82  TYPE taula_de_noms IS RECORD
83      Td : Taula_Dispersio;

```

```
84      Tid : Taula_Identificadors;  
85      Tc  : Taula_Caracters;  
86      Nid : Id_Nom;  
87      Ncar : Rang_Tcar;  
88      END RECORD;  
89  
90 END Decls.D_Taula_De_Noms;
```

2.2.2 Fitxer *decls-d\_taula\_de\_noms.adb*

```

1 -- DECLS-D_TAULA_DE_NOMS.adb
2 -- Procediments per a la taula de noms
3
4 PACKAGE BODY Decls.D_Taula_De_Noms IS
5
6     -- Donam els valors per defecte de cada camp.
7     PROCEDURE Tbuida
8         (Tn : OUT Taula_De_Noms) IS
9     BEGIN
10         FOR I IN Tn.Td' RANGE LOOP
11             Tn.Td(I) := Id_Nul;
12         END LOOP;
13
14         Tn.Nid := 1;
15         Tn.Ncar := 1;
16         Tn.Tid(1).Seguent := Id_Nul;
17     END Tbuida;
18
19
20     PROCEDURE Posa_Id
21         (Tn : IN OUT Taula_De_Noms;
22          idn : OUT Id_Nom;
23          nom : IN String) IS
24
25         -- Variable per el valor de la funcio de dispersio.
26         P_Tid : Rang_Dispersio;
27
28         -- Index per recorre la taula d'identificadors.
29         Idx : Id_Nom;
30         Trobat : Boolean;
31
32         P : Taula_Identificadors RENAMES Tn.Tid;
33         D : Taula_Dispersio RENAMES Tn.Td;
34
35     BEGIN
36         P_Tid := Fdisp_Tn(Nom);
37         Idx := D(P_Tid);
38         Trobat := False;
39
40         WHILE NOT Trobat AND Idx/=Id_Nul LOOP
41             IF (Nom = Cons_Nom(Tn, Idx)) THEN

```

```

42         Idn := idx;
43         Trobat := True;
44     ELSE
45         Idx := p(Idx).Seguent;
46     END IF;
47 END LOOP;
48
49 IF NOT Trobat THEN
50     Idn := Tn.Nid;
51     P(Idn).Pos_Tcar := Tn.Ncar;
52     P(Idn).Seguent := D(P_Tid);
53     P(Idn).Long_Paraula := Nom'Length;
54     D(P_Tid) := Tn.Nid;
55     Posa_Tc(Tn, Nom);
56 END IF;
57 END Posa_Id;
58
59
60 PROCEDURE Posa_Tc
61 (Tn : IN OUT Taula_De_Noms;
62  Nom : IN String) IS
63 BEGIN
64     Tn.Nid := Tn.Nid + 1;
65     FOR I IN 1 .. Nom'Length LOOP
66         Tn.Tc(Tn.Ncar) := Nom(I);
67         Tn.Ncar := Tn.Ncar + 1;
68     END LOOP;
69 END Posa_Tc;
70
71
72 PROCEDURE Posa_Str
73 (Tn : IN OUT Taula_De_Noms;
74  Ids : OUT Rang_Tcar;
75  S : IN String) IS
76
77     -- Index per recorre la taula de caracters.
78     Jdx : Rang_Tcar;
79     Long : Rang_Tcar RENAMES Tn.Ncar;
80
81 BEGIN
82     -- Excepcio per a controlar tc plena
83     IF (Long + S'Length) > Rang_Tcar'Last THEN
84         RAISE E_Tcar_Plana;

```

```

85     END IF;
86
87     -- Omplim la taula de caracters, desde la primera
88     -- posicio lliure 'tn.ncar' renombrat a 'long'.
89     Jdx := Long;
90     Ids := Long;
91
92     FOR I IN 1..S'Length LOOP
93         Tn.Tc(Jdx) := S(I);
94         Jdx := Jdx + 1;
95     END LOOP;
96     Long := Jdx + 1;
97     Tn.Tc(Jdx) := Ascii.Nul;
98
99     END Posa_Str;
100
101
102     FUNCTION Cons_Nom
103     (Tn : IN Taula_De_Noms;
104      Idn : IN Id_Nom)
105     RETURN String IS
106
107         It1, It2 : Rang_Tcar;
108
109     BEGIN
110         IF Idn /= Id_Nul THEN
111             It1 := Tn.Tid(Idn).Pos_Tcar;
112             It2 := Rang_Tcar(Tn.Tid(Idn).Long_Paraula);
113             It2 := It2 + It1 - 1;
114             RETURN String(Tn.Tc(It1 .. It2));
115         ELSE RETURN "Id_Nul";
116         END IF;
117     END Cons_Nom;
118
119     FUNCTION Cons_Str
120     (Tn : IN Taula_De_Noms;
121      Ids : IN Rang_Tcar)
122     RETURN String IS
123
124         Idx : Rang_Tcar;
125
126     BEGIN
127         Idx := Ids;

```

```

128     WHILE (Tn.Tc(Idc) /= Ascii.Nul) LOOP
129         Idc := Idc+1;
130     END LOOP;
131
132     RETURN String(Tn.Tc(Ids..Idc-1));
133
134 END Cons_Str;
135
136
137 FUNCTION Fdisp_Tn
138     (Nom : IN String)
139     RETURN Rang_Dispersio IS
140
141     A : ARRAY (Nom'RANGE) OF Integer;
142     R : ARRAY (1..2*Nom'Last) OF Integer;
143
144     K, C, M, N : Integer;
145
146     Base : CONSTANT Integer :=
147         Character'Pos(Character'Last)+1;
148
149 BEGIN
150     N := Nom'Last;
151     M := Nom'Length;
152
153     FOR I IN 1..N LOOP
154         A(I) := Character'Pos(Nom(I));
155     END LOOP;
156
157     FOR I IN 1..2*N LOOP
158         R(I) := 0;
159     END LOOP;
160
161     FOR I IN 1..N LOOP
162         C := 0; K := I - 1;
163         FOR J IN 1..N LOOP
164             C := C + R(K+J) + A(I) + A(J);
165             R(K+J) := C MOD Base;
166             C := C/Base;
167         END LOOP;
168         R(K+N+1) := R(K+N+1) + C;
169     END LOOP;
170

```



```
171      C := (R(N+1) * Base + R(N)) MOD (Max_Id);
172
173      RETURN Rang_Dispersio(C);
174
175  END Fdisp_Tn;
176
177
178 END Decls.D_Taula_De_Noms;
```

## 2.3 Atributs

### 2.3.1 Fitxer *decls-d\_atribut.ads*

```

1 -- DECLS-D_ATRIBUT.ads
2 -- Paquet de declaracions d'atributs
3
4 WITH      Decls.Dgenerals ,
5           Decls.D_Taula_De_Noms ,
6           Decls.Dtnode ,
7           Decls.Dtdesc;
8
9 USE      Decls.Dgenerals ,
10          Decls.D_Taula_De_Noms ,
11          Decls.Dtnode ,
12          Decls.Dtdesc;
13
14 PACKAGE Decls.D_Atribut IS
15
16   TYPE Atribut (T : Tipus_Atribut := Atom) IS RECORD
17     Lin, Col : Natural;
18     CASE T IS
19       WHEN Atom      => NULL;
20       WHEN A_Ident   => Idn : Id_Nom;
21       WHEN A_Lit_C | A_Lit_N | A_Lit_S
22         => Val : Valor;
23       WHEN OTHERS    => A : Pnode;
24     END CASE;
25   END RECORD;
26
27 END Decls.D_Atribut;
```

### 3 Anàlisi Sintàctica

#### 3.1 Gramàtica del nostre llenguatge

*programa* → *procediment*

*procediment* → **PC\_PROCEDURE** *encap* **PC\_IS**  
                   *declaracions*  
                   **PC\_BEGIN**  
                   *bloc*  
                   **PC\_END** *identificador*;

*encap* → *identificador args*

*args* → (*lparam*)  
       | λ

*lparam* → *lparam ; param*  
       | *param*

*param* → *identificador : mode identificador*

*mode* → **PC\_IN**  
       | **PC\_OUT**  
       | **PC\_IN PC\_OUT**

*declaracions* → *declaracions declaracio*  
       | λ

*declaracio* → *dec\_var*  
       | *dec\_constant*  
       | *dec\_tipus*  
       | *programa*

– Manual d'usuari variables

*dec\_var* → *lid* : *identificador*;

*lid* → *lid*, *identificador*  
       | *identificador*

– Manual d'usuari constant

$dec\_constant \rightarrow$  identificador : **PC\_CONSTANT** identificador := *valor*;

*valor*  $\rightarrow$  *lit*  
|  $-$  *lit*

– Manual d'usuari tipus

$dec\_tipus \rightarrow dec\_subrang$   
|  $dec\_registre$   
|  $dec\_coleccio$

$dec\_subrang \rightarrow$  **PC\_TYPE** identificador **PC\_IS** **PC\_NEW** identificador  
**PC\_RANGE** *valor* .. *valor*;

$dec\_registre \rightarrow$  **PC\_TYPE** identificador **PC\_IS** **PC\_RECORD**  
*ldc*  
**PC\_END** **PC\_RECORD**;

*ldc*  $\rightarrow$  *ldc dc*  
| *dc*

*dc*  $\rightarrow$  identificador : identificador;

– Tipus colecció (*array*)

$dec\_coleccio \rightarrow$  **PC\_TYPE** identificador **PC\_IS** **PC\_ARRAY**  
(*lid*) **PC\_OF** identificador;

*lid*  $\rightarrow$  *lid*, identificador  
| identificador

– Bloc d'instruccions

*bloc*  $\rightarrow$  *bloc sent*  
| *sent*

*sent*  $\rightarrow$  *sassig*  
| *scond*  
| *srep*  
| *crida\_proc*

*sassig*  $\rightarrow$  *referencia* := *expressio*;

*scond*       $\rightarrow$  **PC\_IF** *expressio* **PC\_THEN**  
                       *bloc*  
                       **PC\_END PC\_IF**;  
 |    **PC\_IF** *expressio* **PC\_THEN**  
                       *bloc*  
                       **PC\_ELSE**  
                       *bloc*  
                       **PC\_END PC\_IF**;  
  
*srep*         $\rightarrow$  **PC\_WHILE** *expressio* **PC\_LOOP**  
                       *bloc*  
                       **PC\_END PC\_LOOP**;  
  
*crida\_proc*  $\rightarrow$  *referencia*;  
  
*referencia*  $\rightarrow$  identificador  
 |    *referencia.identificador*  
 |    *referencia (prparam)*  
  
*prparam*     $\rightarrow$  *expressio*  
 |    *expressio, prparam*  
  
*expressio*    $\rightarrow$  *expressio* + *expressio*  
 |    *expressio* - *expressio*  
 |    *expressio* \* *expressio*  
 |    *expressio* / *expressio*  
 |    *expressio* **PC\_MOD** *expressio*  
 |    *expressio* > *expressio*  
 |    *expressio* < *expressio*  
 |    *expressio*  $\geq$  *expressio*  
 |    *expressio*  $\leq$  *expressio*  
 |    *expressio*  $\neq$  *expressio*  
 |    *expressio* = *expressio*  
 |    - *expressio*  
 |    *expressio* && *expressio*  
 |    *expressio* || *expressio*  
 |    **PC\_NOT** *expressio*  
 |    (*expressio*)  
 |    *referencia*  
 |    *lit*

### 3.2 Especificació *pk\_usintactica.y*

```
1 --Token
2 %token pc_procedure
3 %token pc_begin
4 %token pc_while
5 %token pc_if
6 %token pc_else
7 %token pc_end
8 %token pc_loop
9 %token pc_constant
10 %token pc_type
11 %token pc_array
12 %token pc_record
13 %token pc_is
14 %token pc_then
15 %token pc_not
16 %token pc_in
17 %token pc_out
18 %token pc_new
19 %token pc_null
20 %token pc_of
21 %token pc_mod
22 %token pc_range
23 %token pc_or
24 %token pc_and
25 %token s_assignacio
26 %token s_dospunts
27 %token s_final
28 %token s_coma
29 %token s_paresiobert
30 %token s_paresitancat
31 %token s_puntsrang
32 %token s_puntrec
33 %token op_menor
34 %token op_menorigual
35 %token op_majorigual
36 %token op_major
37 %token op_igual
38 %token op_distint
39 %token op_suma
40 %token op_resta
41 %token op_multiplicacio
```

```

42 %token op_divisio
43 %token id
44 %token const
45
46 --Precedencia
47 %left pc_or
48 %left pc_and
49 %left pc_not
50 %nonassoc op_menor op_menorigual op_majorigual
51 op_major op_igual op_distint
52 %left op_suma
53 %left op_resta
54 %left op_multiplicacio op_divisio pc_mod
55 %left menys_unitari
56
57 --Definició del tipus atribut
58 %WITH decls.d_atribut, decls.dtnode, decls.dgenerals;
59 %USE decls.d_atribut, decls.dtnode, decls.dgenerals;
60 {
61     SUBTYPE yystype IS decls.d_atribut.atribut;
62 }
63
64 %%
65
66 --Produccions de la gramatica del llenguatge
67 programa:
68     dec_procediment
69     {creaNode_programa($$, $1);}
70     ;
71
72 dec_procediment:
73     pc_procedure encap pc_is
74     declaracions
75     pc_begin
76     bloc
77     pc_end id s_final
78     {creaNode_ID($8, $8, identificador);
79     creaNode($$, $2, $4, $6, $8, procediment);}
80     ;
81
82
83 encap:
84     id

```

```

85     {creaNode_ID($$, $1, identificador);}
86 |
87     pencap s_parentesitancat
88     {Remunta($$, $1);}
89 ;
90
91 pencap:
92     pencap s_final param
93     {creaNode($$, $1, $3, pencap);}
94 |
95     id s_parentesiobert param
96     {creaNode_ID($1, $1, identificador);
97      creaNode($$, $1, $3, pencap);}
98 ;
99
100 param:
101     id s_dospunts mode id
102     {creaNode_ID($1, $1, identificador);
103      creaNode_ID($4, $4, identificador);
104      creaNode($$, $1, $3, $4, Param);}
105 ;
106
107
108 mode:
109     pc_in
110     {creanode_mode($$, entra, mode);}
111 |
112     pc_out
113     {creanode_mode($$, surt, mode);}
114 |
115     pc_in pc_out
116     {creanode_mode($$, entrasurt, mode);}
117 ;
118
119 declaracions:
120     declaracions declaracio
121     {creaNode($$, $1, $2, declaracions);}
122 |
123     {creaNode($$, tnul);}
124 ;
125
126
127 -- DECLARACIONS

```



```

128 declaracio:
129     dec_var s_final
130     {Remunta($$, $1);}
131 |
132     dec_constant s_final
133     {Remunta($$, $1);}
134 |
135     dec_tipus s_final
136     {Remunta($$, $1);}
137 |
138     dec_procediment
139     {Remunta($$, $1);}
140 ;
141
142 dec_var:
143     id c_decl_var
144     {creaNode_ID($1, $1, identificador);
145      creaNode($$, $1, $2, dvariable);}
146 ;
147
148 c_decl_var:
149     s_dospunts id
150     {creaNode_ID($2, $2, identificador);
151      remunta($$, $2);}
152 |
153     s_coma id c_decl_var
154     {creaNode_ID($2, $2, identificador);
155      creaNode($$, $2, $3, declmultvar);}
156 ;
157
158 dec_constant:
159     id s_dospunts pc_constant id s_assignacio val
160     {creaNode_ID($1, $1, identificador);
161      creaNode_ID($4, $4, identificador);
162      creaNode($$, $1, $4, $6, dconstant);}
163 ;
164
165 -- TIPUS
166 dec_tipus:
167     decl_coleccio
168     {Remunta($$, $1);}
169 |
170     decl_registre

```

```

171     {Remunta($$, $1);}
172 |
173     decl_subrang
174     {Remunta($$, $1);}
175 ;
176
177
178 -- TIPUS SUBRANG
179 decl_subrang:
180     pc_type id pc_is pc_new id pc_range val
181     s_puntsrang val
182     {creaNode_ID($2, $2, identificador);}
183     creaNode_ID($5, $5, identificador);}
184     creaNode($$, $2, $5, $7, $9, dsubrang);}
185 ;
186
187 val:
188     const
189     {creaNode_VAL($$, $1, const, 1);}
190 |
191     op_resta const
192     {creaNode_VAL($$, $2, const, 0);}
193 ;
194
195 limit:
196     const
197     {creaNode_VAL($$, $1, Const, 1);}
198 |
199     op_resta const
200     {creaNode_VAL($$, $2, const, 0);}
201 |
202     id
203     {creaNode_ID($$, $1, identificador);}
204 ;
205
206
207 -- TIPUS REGISTRE
208 decl_registre:
209     p_dregistre pc_end pc_record
210     {creaNode($$, $1, firecord);}
211 ;
212
213 p_dregistre:

```

```

214     p_dregistre id s_dospunts id s_final
215     {creaNode_ID($2, $2, identificador);
216      creaNode_ID($4, $4, identificador);
217      creaNode($$, $1, $2, $4, dencapregistre);}
218 |
219     pc_type id pc_is pc_record id s_dospunts id s_final
220     {creaNode_ID($2, $2, identificador);
221      creaNode_ID($5, $5, identificador);
222      creaNode_ID($7, $7, identificador);
223      creaNode($$, $2, $5, $7, Dregistre);}
224 ;
225
226
227 -- TIPUS COLECCIO
228 decl_coleccio:
229     p_dcoleccio s_parentesitancat pc_of id
230     {creaNode_ID($4, $4, identificador);
231      creaNode($$, $1, $4, Dcoleccio);}
232 ;
233
234 p_dcoleccio:
235     p_dcoleccio s_coma id
236     {creaNode_ID($3, $3, identificador);
237      creaNode($$, $1, $3, Pcoleccio);}
238 |
239     pc_type id pc_is pc_array s_parentesiobert id
240     {creaNode_ID($2, $2, identificador);
241      creaNode_ID($6, $6, identificador);
242      creaNode($$, $2, $6, Pdimcoleccio);}
243 ;
244
245
246 -- BLOC D'INSTRUCCIO
247 bloc:
248     bloc sentencia s_final
249     {creaNode($$, $1, $2, bloc);}
250
251 |
252     sentencia s_final
253     {Remunta($$, $1);}
254 ;
255
256

```

```
257 -- SENTENCIES D'INSTRUCCIONS
258 sentencia:
259     sassig
260     {Remunta($$, $1);}
261 |
262     scond
263     {Remunta($$, $1);}
264 |
265     srep
266     {Remunta($$, $1);}
267 |
268     crida_proc
269     {Remunta($$, $1);}
270 ;
271
272 -- Sentencia assignacio
273 sassig:
274     referencia s_assignacio expressio
275     {creaNode($$, $1, $3, assignacio);}
276 ;
277
278 -- Sentencia condicional
279 scond:
280     pc_if expressio pc_then
281         bloc
282     pc_end pc_if
283     {creaNode($$, $2, $4, CondicionalS);}
284 |
285     pc_if expressio pc_then
286         bloc
287     pc_else
288         bloc
289     pc_end pc_if
290     {creaNode($$, $2, $4, $6, CondicionalC);}
291 ;
292
293 -- Sentencia bucle
294 srep:
295     pc_while expressio pc_loop
296         bloc
297     pc_end pc_loop
298     {creaNode($$, $2, $4, Repeticio);}
299 ;
```

```

300
301 -- Sentencia crida a procediment
302 crida_proc:
303     referencia
304     {Remunta($$, $1);}
305     ;
306
307 referencia:
308     id
309     {creaNode_ID($$, $1, identificador);}
310     |
311     referencia s_puntrec id
312     {creaNode_ID($3, $3, identificador);
313      creaNode($$, $1, $3, referencia);}
314     |
315     pri s_parentesitancat
316     {creaNode($$, $1, fireferencia);}
317     ;
318
319 pri:
320     referencia s_parentesiobert expressio
321     {creaNode($$, $1, $3, encappri);}
322     |
323     pri s_coma expressio
324     {creaNode($$, $1, $3, pri);}
325     ;
326
327
328 -- Expressions
329 expressio:
330     expressio pc_or expressio
331     {creaNode($$, $1, $3, Unio, Expressio);}
332     |
333     expressio pc_and expressio
334     {creaNode($$, $1, $3, Interseccio, Expressio);}
335     |
336     pc_not expressio %prec pc_not
337     {creaNode($$, $2, Negacio, ExpressioUnaria);}
338     |
339     expressio op_menor expressio
340     {creaNode($$, $1, $3, Menor, Expressio);}
341     |
342     expressio op_menorigual expressio

```

```

343     {creaNode($$, $1, $3, Menorig, Expressio);}
344 |
345     expressio op_majorigual expressio
346     {creaNode($$, $1, $3, Majorig, Expressio);}
347 |
348     expressio op_major expressio
349     {creaNode($$, $1, $3, Major, Expressio);}
350 |
351     expressio op_igual expressio
352     {creaNode($$, $1, $3, Igual, Expressio);}
353 |
354     expressio op_distint expressio
355     {creaNode($$, $1, $3, Distint, Expressio);}
356 |
357     expressio op_suma expressio
358     {creaNode($$, $1, $3, Suma, Expressio);}
359 |
360     expressio op_resta expressio
361     {creaNode($$, $1, $3, Resta, Expressio);}
362 |
363     expressio op_multiplicacio expressio
364     {creaNode($$, $1, $3, Mult, Expressio);}
365 |
366     expressio op_divisio expressio
367     {creaNode($$, $1, $3, Div, Expressio);}
368 |
369     expressio pc_mod expressio
370     {creaNode($$, $1, $3, Modul, Expressio);}
371 |
372     op_resta expressio %prec menys_unitari
373     {creaNode($$, $2, Resta, ExpressioUnaria);}
374 |
375     s_parentesiobert expressio s_parentesitancat
376     {Remunta($$, $2);}
377 |
378     referencia
379     {Remunta($$, $1);}
380 |
381     const
382     {creaNode_VAL($$, $1, Const, 1);}
383 ;
384
385

```

```
386 %%
387
388
389 PACKAGE pk_usintactica IS
390
391     PROCEDURE yyparse;
392
393
394 END pk_usintactica;
395
396
397
398 WITH      pk_usintactica_tokens ,
399           pk_usintactica_shift_reduce ,
400           pk_usintactica_goto ,
401           pk_ulexica_io ,
402           u_lexica ,
403           semantica ,
404           decls.dtnode ,
405           Ada.text_IO;
406
407 USE      pk_usintactica_tokens ,
408           pk_usintactica_shift_reduce ,
409           pk_usintactica_goto ,
410           pk_ulexica_io ,
411           u_lexica ,
412           semantica ,
413           decls.dtnode ,
414           ada, --no llevar mai
415           ada.text_io;
416
417 PACKAGE BODY pk_usintactica IS
418     PROCEDURE YYError (e : IN string) IS
419     BEGIN
420         Put_Line(e);
421         RAISE Syntax_Error;
422     END YYError;
423 ##
424 END pk_usintactica;
```

## 4 Anàlisi Semàntica

### 4.1 Taula de símbols

#### 4.1.1 Fitxer *decls-dtsimbols.ads*

```
1 -- DECLS-DTSIMBOLS.ads
2 -- Declaracions de taula de símbols
3
4 WITH      Decls.Dtdesc ,
5           Decls.Dgenerals ,
6           Decls.D_Taula_De_Noms ,
7           Ada.Text_IO;
8
9 USE       Decls.Dtdesc ,
10          Decls.Dgenerals ,
11          Decls.D_Taula_De_Noms ,
12          Ada.Text_IO;
13
14
15 PACKAGE Decls.Dtsimbols IS
16
17     --pragma pure;
18
19     TYPE Tsimbols IS PRIVATE;
20     TYPE Ttsimbols IS ARRAY
21         (Num_Proc) OF Tsimbols;
22
23     --Serveix per al joc de proves
24     TYPE Cursor_Idx IS NEW Rang_Despl;
25     TYPE Cursor_Arg IS NEW Rang_Despl;
26
27     -- Operacions
28     -- VERSIO 1: llenguatge simple sense estructura
29     -- de blocs estil Fortran.
30     PROCEDURE Printts
31         (Ts : IN Tsimbols;
32          Tn : IN Taula_De_Noms);
33
34     PROCEDURE Tbuida
35         (Ts : OUT Tsimbols);
36
37     PROCEDURE posa
```



```
38      (ts : IN OUT tsimbols;
39       id : IN id_nom;
40       d : IN descrip;
41       e : OUT boolean);
42
43 FUNCTION cons
44   (ts : IN tsimbols;
45    id : IN id_nom) RETURN descrip;
46
47 -- VERSIO 2: Normal, llenguatge amb blocs
48 -- estil Pascal.
49 PROCEDURE entrabloc
50   (ts : IN OUT tsimbols);
51
52 PROCEDURE surtbloc
53   (ts : IN OUT tsimbols;
54    tn : IN taula_de_noms);
55
56 -- VERSIO 3: Blocs mes records.
57 PROCEDURE posacamp
58   (ts : IN OUT tsimbols;
59    idr : IN id_nom;
60    idc : IN id_nom;
61    d : IN descrip;
62    e : OUT boolean);
63
64 FUNCTION conscamp
65   (ts : IN tsimbols;
66    idr : IN id_nom;
67    idc : IN id_nom) RETURN descrip;
68
69 -- VERSIO 4: Arrays.
70 PROCEDURE posa_idx
71   (ts : IN OUT tsimbols;
72    ida : IN id_nom;
73    idi : IN id_nom;
74    e : OUT boolean);
75
76 FUNCTION primer_idx
77   (ts : IN tsimbols;
78    ida : IN id_nom) RETURN cursor_idx;
79
80 FUNCTION idx_valid
```

```

81         (ci : IN cursor_idx) RETURN boolean;
82
83     FUNCTION succ_idx
84         (ts : IN tsimbols;
85          ci : IN cursor_idx) RETURN cursor_idx;
86
87     FUNCTION cons_idx
88         (ts : IN tsimbols;
89          ci : IN cursor_idx) RETURN id_nom;
90
91     -- VERSIO 5: Procediments
92     PROCEDURE posa_arg
93         (ts : IN OUT tsimbols;
94          idp : IN id_nom;
95          ida : IN id_nom;
96          da : IN descripc;
97          e : OUT boolean);
98
99     FUNCTION primer_arg
100         (ts : IN tsimbols;
101          idp : IN id_nom) RETURN cursor_arg;
102
103     FUNCTION Succ_Arg
104         (ts : IN tsimbols;
105          ca : IN cursor_arg) RETURN cursor_arg;
106
107     FUNCTION arg_valid
108         (Ca : IN Cursor_arg) RETURN boolean;
109
110     PROCEDURE cons_arg
111         (ts : IN tsimbols;
112          ca : IN cursor_arg;
113          ida : OUT id_nom;
114          dn : OUT descripc);
115
116     PROCEDURE actualitza
117         (ts : IN OUT tsimbols;
118          id : IN id_nom;
119          d : IN descripc);
120
121     PRIVATE
122
123

```

```
124  TYPE tipus_descripcio IS RECORD
125      np : nprof;
126      d  : descripc;
127      s  : rang_despl;
128  END RECORD;
129
130  TYPE tipus_expansio IS RECORD
131      np : nprof;
132      d  : descripc;
133      id : id_nom;
134      s  : rang_despl;
135  END RECORD;
136
137  TYPE taula_ambits IS ARRAY
138      (1 .. nprof'Last) OF rang_despl;
139
140  TYPE taula_expansio IS ARRAY
141      (1 .. rang_despl'Last) OF tipus_expansio;
142
143  TYPE taula_desc IS ARRAY
144      (1 .. id_nom'Last) OF tipus_descripcio;
145
146  TYPE tsimbols IS RECORD
147      tdesc : taula_desc;
148      texp  : taula_expansio;
149      tambit : taula_ambits;
150      prof  : nprof;
151  END RECORD;
152
153  END Decls.Dtsimbols;
```

4.1.2 Fitxer *decls-dtsimbols.adb*

```

1 -- DECLS-DTSIMBOLS.adb
2 -- Procediments de la taula de simbols
3
4 PACKAGE BODY Decls.Dtsimbols IS
5
6   PROCEDURE printts
7     (ts : IN tsimbols;
8      tn : IN taula_de_noms) IS
9   BEGIN
10     New_Line;
11     Put_Line("");
12     Put_Line("tdesc -----");
13     FOR i IN 1 .. (id_nom'Last-970) LOOP
14       Put("tdesc["&i'img&"] := (");
15       Put(ts.tdesc(i).np'img&", ");
16       CASE ts.tdesc(i).d.td IS
17         WHEN dnula => Put("dnula, ");
18         WHEN dtipus => Put("dtipus, ");
19         WHEN dvar => Put("dvar, ");
20         WHEN dproc => Put("dproc, ");
21         WHEN dconst => Put("dconst, ");
22         WHEN dargc => Put("dargc, ");
23         WHEN dcamp => Put("dcamp, ");
24       END CASE;
25       Put(ts.tdesc(i).s'img&") "&cons_nom(tn,i));
26       New_Line;
27     END LOOP;
28     Put_Line("PROFUNDITAT: "&ts.prof'img);
29   END printts;
30
31
32 -- VERSIO 1: llenguatge simple sense estructura
33 -- de blocs estil Fortran.
34 PROCEDURE tbuida
35   (ts : OUT tsimbols) IS
36     nul_desc : descripc(dnula);
37   BEGIN
38     ts.prof := 1;
39     ts.tambit(ts.prof) := nul_despl;
40     FOR i IN 1 .. id_nom'Last LOOP
41       ts.tdesc(i) := (nul_nprof, nul_desc,

```

```

42                                     nul_despl);
43         END LOOP;
44     END tbuida;
45
46
47     PROCEDURE posa
48         (ts : IN OUT tsimbols;
49          id : IN id_nom;
50          d : IN descrip;
51          e : OUT boolean) IS
52         idespl : rang_despl;
53     BEGIN
54         e := (ts.tdesc(id).np = ts.prof);
55         IF NOT e THEN
56             ts.tambit(ts.prof) := ts.tambit(ts.prof) + 1;
57             idespl := ts.tambit(ts.prof);
58             WHILE ts.texp(idespl).np = no_prof LOOP
59                 idespl:= idespl +1;
60                 ts.tambit(ts.prof) := 1 + ts.tambit(ts.prof);
61             END LOOP;
62             ts.texp(idespl) := (ts.tdesc(id).np,
63                               ts.tdesc(id).d, id, 0);
64             ts.tdesc(id) := (ts.prof, d, 0);
65         END IF;
66     END posa;
67
68
69     FUNCTION cons
70         (ts : IN tsimbols;
71          id : IN id_nom)
72         RETURN descrip IS
73     BEGIN
74         RETURN ts.tdesc(id).d;
75     END cons;
76
77
78     -- VERSIO 2: Normal, llenguatge amb blocs estil
79     -- Pascal.
80     PROCEDURE Entrabloc
81         (Ts : IN OUT Tsimbols) IS
82     BEGIN
83         Ts.Prof := Ts.Prof + 1;
84         Ts.Tambit(Ts.Prof) := Ts.Tambit(Ts.Prof - 1);

```

```

85  END Entrabloc;
86
87
88  PROCEDURE surtbloc
89      (ts : IN OUT tsimbols;
90       tn : IN taula_de_noms) IS
91       idespl1 : rang_despl;
92       idespl2 : rang_despl;
93       id : id_nom;
94  BEGIN
95       idespl1 := ts.tambit(ts.prof);
96       ts.prof := ts.prof - 1;
97       idespl2 := ts.tambit(ts.prof)+1;
98       FOR idespl IN REVERSE idespl2 .. idespl1 LOOP
99           IF ts.texp(idespl).np > no_prof THEN
100               id := ts.texp(idespl).id;
101               ts.tdesc(id).d := ts.texp(idespl).d;
102               ts.tdesc(id).np := ts.texp(idespl).np;
103               ts.tdesc(id).s := ts.texp(idespl).s;
104           END IF;
105       END LOOP;
106  END surtbloc;
107
108
109  -- VERSIO 3: Blocs mes records.
110  PROCEDURE posacamp
111      (ts : IN OUT tsimbols;
112       idr : IN id_nom;
113       idc : IN id_nom;
114       d : IN descrip;
115       e : OUT boolean) IS
116       des : descrip;
117       td : descriptipus;
118       p : rang_despl;
119       itdespl : rang_despl;
120  BEGIN
121       des := ts.tdesc(idr).d;
122       IF des.td /= dtipus THEN e := TRUE; END IF;
123
124       td := des.dt;
125       IF td.tt /= tsrec THEN e := TRUE; END IF;
126
127       p := ts.tdesc(idr).s;

```

```

128     WHILE p /= 0 AND THEN ts.texp(p).id /= idc LOOP
129         p := ts.texp(p).s;
130     END LOOP;
131
132     e := (p /= 0);
133     IF NOT e THEN
134         ts.tambit(ts.prof) := ts.tambit(ts.prof) + 1;
135         itdespl := ts.tambit(ts.prof);
136         ts.texp(itdespl) := (no_prof, d, idc,
137                             ts.tdesc(idr).s);
138         ts.tdesc(idr).s := itdespl;
139     END IF;
140 END posacamp;
141
142
143 FUNCTION conscamp
144     (ts : IN tsimbols;
145      idr : IN id_nom;
146      idc : IN id_nom) RETURN descrip IS
147     d : descrip;
148     td : tdescrip;
149     p : rang_despl;
150     descnula : descrip(dnula);
151 BEGIN
152     d := ts.tdesc(idr).d;
153     td := d.td;
154     p := ts.tdesc(idr).s;
155     WHILE p /= 0 AND THEN ts.texp(p).id /= idc LOOP
156         p := ts.texp(p).s;
157     END LOOP;
158
159     IF p = 0 THEN
160         RETURN descnula;
161     ELSE
162         RETURN ts.texp(p).d;
163     END IF;
164 END conscamp;
165
166
167 -- VERSIO 4: Arrays.
168 PROCEDURE posa_idx
169     (ts : IN OUT tsimbols;
170      ida : IN id_nom;

```

```

171     idi : IN id_nom;
172     e : OUT boolean) IS
173     d : descrip;
174     dt : descriptipus;
175     p : rang_despl;
176     pp : rang_despl;
177     idespl : rang_despl;
178 BEGIN
179     E := False;
180     d := ts.tdesc(ida).d;
181     IF d.td /= dtipus THEN e := TRUE; END IF;
182     dt := d.dt;
183     IF dt.tt /= tsarr THEN e := TRUE; END IF;
184
185     p := ts.tdesc(ida).s;
186     pp := 0;
187     WHILE p /= 0 LOOP
188         pp := p;
189         p := ts.texp(p).s;
190     END LOOP;
191
192     ts.tambit(ts.prof) := ts.tambit(ts.prof) + 1;
193     idespl := ts.tambit(ts.prof);
194     ts.texp(idespl) := (no_prof, (td => dnula),
195                        idi, 0);
196
197     IF pp /= 0 THEN
198         ts.texp(pp).s := idespl;
199     ELSE
200         ts.tdesc(ida).s := idespl;
201     END IF;
202 END posa_idx;
203
204
205 FUNCTION primer_idx
206     (ts : IN tsimbols;
207      ida : IN id_nom) RETURN cursor_idx IS
208 BEGIN
209     RETURN cursor_idx(ts.tdesc(ida).s);
210 END primer_idx;
211
212
213 FUNCTION idx_valid

```



```

214     (ci : IN cursor_idx) RETURN boolean IS
215 BEGIN
216     RETURN ci > 0;
217 END idx_valid;
218
219
220 FUNCTION succ_idx
221     (ts : IN tsimbols;
222      ci : IN cursor_idx) RETURN cursor_idx IS
223 BEGIN
224     IF idx_valid(ci) THEN
225         RETURN cursor_idx(ts.texp(rang_despl(ci)).s);
226     ELSE
227         RETURN 0; --Excepcio
228     END IF;
229 END succ_idx;
230
231
232 FUNCTION cons_idx
233     (ts : IN tsimbols;
234      ci : IN cursor_idx) RETURN id_nom IS
235 BEGIN
236     RETURN ts.texp(rang_despl(ci)).id;
237 END cons_idx;
238
239
240 -- PROCEDIMENTS
241 PROCEDURE posa_arg
242     (ts : IN OUT tsimbols;
243      idp : IN id_nom;
244      ida : IN id_nom;
245      da : IN descrip;
246      e : OUT boolean) IS
247     d : descrip;
248     p : rang_despl;
249     pp : rang_despl;
250     idespl : rang_despl;
251 BEGIN
252     e:= false;
253     d := ts.tdesc(idp).d;
254     IF d.td /= dproc THEN e := TRUE; END IF;
255
256     p := ts.tdesc(idp).s;

```

```

257     pp := 0;
258     WHILE p /= 0 LOOP
259         pp := p;
260         p := ts.texp(p).s;
261     END LOOP;
262
263     ts.tambit(ts.prof) := ts.tambit(ts.prof) + 1;
264     idespl := ts.tambit(ts.prof);
265     ts.texp(idespl) := (no_prof, da, ida, 0);
266     IF pp /= 0 THEN
267         ts.texp(pp).s := idespl;
268     ELSE
269         ts.tdesc(idp).s := idespl;
270     END IF;
271     END Posa_Arg;
272
273
274     FUNCTION Primer_Arg
275     (Ts : IN Tsimbols;
276      Idp : IN Id_Nom) RETURN Cursor_Arg IS
277     BEGIN
278         RETURN cursor_arg(ts.tdesc(idp).s);
279     END Primer_Arg;
280
281
282     FUNCTION Succ_Arg
283     (ts : IN tsimbols;
284      ca : IN cursor_arg) RETURN cursor_arg IS
285     BEGIN
286         IF arg_valid(ca) THEN
287             RETURN cursor_arg(ts.texp(rang_despl(ca)).s);
288         ELSE
289             RETURN 0; --Excepcio
290         END IF;
291     END Succ_Arg;
292
293
294     FUNCTION Arg_Valid
295     (Ca : IN Cursor_Arg) RETURN Boolean IS
296     BEGIN
297         RETURN Ca > 0;
298     END Arg_Valid;
299

```

```
300
301  PROCEDURE cons_arg
302      (ts : IN tsimbols;
303        ca : IN cursor_arg;
304        ida : OUT id_nom;
305        Dn : OUT Descrip) IS
306  BEGIN
307      Ida := ts.texp(rang_despl(ca)).id;
308      Dn := Ts.Texp(Rang_Despl(Ca)).D;
309  END Cons_Arg;
310
311
312  PROCEDURE Actualitza
313      (Ts : IN OUT Tsimbols;
314        Id : IN Id_Nom;
315        D : IN Descrip) IS
316  BEGIN
317      Ts.Tdesc(id).D := D;
318  END Actualitza;
319
320 END Decls.Dtsimbols;
```

## 4.2 Descripció

### 4.2.1 Fitxer *decls-dtdesc.ads*

```

1  -- DECLS-DTDESC.ads
2  -- Declaracions de descripcio
3
4  WITH      Decls.Dgenerals ,
5            Decls.D_Taula_De_Noms ;
6
7  USE       Decls.Dgenerals ,
8            Decls.D_Taula_De_Noms ;
9
10 PACKAGE Decls.Dtdesc IS
11
12     --pragma pure;
13
14     -- Representa tambit
15     Max_Nprof : CONSTANT Integer := 25;
16     TYPE Nprof IS NEW Integer
17         RANGE -1 .. Max_Nprof;
18     Nul_Nprof : CONSTANT Nprof := 0;
19     No_Prof : CONSTANT Nprof := -1;
20
21     TYPE Despl IS NEW Integer;
22
23     -- Representa texpansio
24     TYPE Rang_Despl IS NEW Integer
25         RANGE 0 .. (Max_Id * Max_Nprof);
26     Nul_Despl : CONSTANT Rang_Despl := 0;
27
28     TYPE Tdescrip IS
29         (Dnula,
30          Dconst,
31          Dvar,
32          Dtipus,
33          Dproc,
34          Dcamp,
35          Dargc);
36
37     TYPE Tipussubjacent IS
38         (Tsbool,
39          Tscar,
40          Tsstr,
```

```

41      Tsent ,
42      Tsrec ,
43      Tsarr ,
44      Tsnul);
45
46  TYPE Descriptipus (Tt: Tipussubjacent := Tsnul) IS
47      RECORD
48          Ocup : Despl;
49          CASE Tt IS
50              WHEN Tsbool | Tscar | Tsent =>
51                  Linf, Lsup : Valor;
52              WHEN Tsarr | Tsstr => Tcamp : Id_Nom;
53                  Base : Valor;
54              WHEN Tsrec | Tsnul  => NULL;
55          END CASE;
56      END RECORD;
57
58  TYPE Descrip (Td : Tdescrip := Dnula) IS
59      RECORD
60          CASE Td IS
61              WHEN Dnula  => NULL;
62              WHEN Dtipus => Dt : Descriptipus;
63              WHEN Dvar   => Tr : Id_Nom;
64                          Nv : Num_Var;
65              WHEN Dproc  => Np : Num_Proc;
66              WHEN Dconst => Tc : Id_Nom;
67                          Vc : Valor;
68                          Nvc : Num_Var;
69              WHEN Dargc  => Nvarg : Num_Var;
70                          Targ : Id_Nom;
71              WHEN Dcamp  => Tcamp : Id_Nom;
72                          Dsp : Despl;
73          END CASE;
74      END RECORD;
75
76  END Decls.Dtdesc;

```

## 4.3 Semàntica

### 4.3.1 Fitxer *semantica.ads*

```

1  WITH Decls.Dgenerals ,
2    Decls.Dtnode ,
3    Decls.D_Taula_De_Noms ,
4    Decls.D_Atribut ,
5    Decls.dtsimbols ,
6    Ada.Text_Io ,
7    Decls.dtdesc ;
8
9  USE Decls.Dgenerals ,
10    Decls.Dtnode ,
11    Decls.D_Taula_De_Noms ,
12    Decls.D_Atribut ,
13    Decls.dtsimbols ,
14    Ada.Text_Io ,
15    Decls.dtdesc ;
16
17  PACKAGE Semantica IS
18
19    --Definicions basiques
20    TYPE tInstruccio IS
21      (--1 operand
22        Rtn ,
23        Call ,
24        Preamb ,
25        Params ,
26        Etiqueta ,
27        Branc_Inc ,
28        -- 2 operands
29        Negacio ,
30        Op_Not ,
31        Copia ,
32        Paramc ,
33        --3 operands
34        Suma ,
35        Resta ,
36        Producte ,
37        Divisio ,
38        Modul ,
39        Op_And ,
40        Op_Or ,

```

```

41     Consindex ,
42     Asigindex ,
43     Menor ,
44     Menorigual ,
45     Igual ,
46     Majorigual ,
47     Major ,
48     Diferent);
49
50 TYPE tCamp IS
51     (Proc ,
52     Var ,
53     Etiq ,
54     Const);
55
56 TYPE Camp(tc : tCamp:=Const) IS RECORD
57     CASE Tc IS
58         WHEN Proc    => Idp : num_Proc;
59         WHEN Var      => Idv : num_var;
60         WHEN Etiq     => Ide : num_etiq;
61         WHEN Const    => Idc : num_var;
62         WHEN OTHERS => NULL;
63     END CASE;
64 END RECORD;
65
66 TYPE C3a IS RECORD
67     Instr : tInstruccio;
68     Camp1 : Camp;
69     Camp2 : Camp;
70     Camp3 : Camp;
71 END RECORD;
72
73 TYPE Tprocediment IS
74     (Intern ,
75     Extern);
76
77 TYPE Info_Proc (Tp : Tprocediment := Intern) IS
78     RECORD
79         Ocup_Param : Despl;
80         CASE Tp IS
81             WHEN Intern =>
82                 Idn      : Id_Nom;
83                 Prof     : nprof;

```

```

84         Ocup_Var      : Despl;
85         Etiq : Num_Etiq;
86         WHEN Extern =>
87             Etiq_extern : Id_Nom;
88         END CASE;
89         END RECORD;
90
91     Info_Proc_Nul : Info_Proc := (Intern, 0, Id_Nul,
92                                   0, 0, Etiq_Nul);
93
94     TYPE Taula_P IS ARRAY
95         (Num_Proc) OF Info_Proc;
96
97     TYPE T_Procs IS RECORD
98         Tp : Taula_P;
99         Np : Num_Proc;
100    END RECORD;
101
102    Tp : T_Procs;
103
104    --Taula de variables
105    TYPE Info_Var IS RECORD
106        Id      : Id_Nom;
107        Np      : num_proc;
108        Ocup    : Despl;
109        Desp    : Despl;
110        Tsub    : Tipussubjacent;
111        Param   : Boolean;
112        Const   : Boolean;
113        Valconst : Valor;
114    END RECORD;
115
116    Info_Var_Nul : Info_Var :=
117        (Id      => Id_Nul,
118         Np      => proc_nul,
119         Ocup    => 0,
120         Desp    => 0,
121         Tsub    => Tsnul,
122         Param   => False,
123         Const   => False,
124         Valconst => 0);
125
126    TYPE taula_v IS ARRAY

```



```

127      (Num_Var) OF Info_Var;
128
129      TYPE T_Vars IS RECORD
130          Tv : taula_v;
131          Nv : num_var;
132      END RECORD;
133
134      Tv : T_Vars;
135      Ne : Num_Etiq := 0;
136      Arbre : Pnode;
137      -- Per els brancaments
138      Zero,
139      MenysU : num_Var;
140
141      -- Procediments
142      PROCEDURE Abuit
143          (P : OUT pnode);
144
145      PROCEDURE creaNode_programa
146          (P : OUT Atribut;
147           A : IN Atribut);
148
149      PROCEDURE creaNode
150          (p : OUT atribut;
151           fe, fd : IN atribut;
152           tn : IN Tipusnode);
153
154      PROCEDURE creaNode
155          (p : OUT atribut;
156           fe, fc, fd : IN atribut;
157           tn : IN Tipusnode);
158
159      PROCEDURE creaNode
160          (p : OUT atribut;
161           fe, fce, fc, fd : IN atribut;
162           tn : IN Tipusnode);
163
164      PROCEDURE creaNode
165          (p : OUT atribut;
166           f : IN atribut;
167           tn : IN Tipusnode);
168
169      PROCEDURE creaNode

```

```

170      (p : OUT atribut;
171        fe, fd: IN atribut;
172        op : IN operacio;
173        tn : IN Tipusnode);
174
175      PROCEDURE creaNode
176      (p : OUT atribut;
177        f : IN atribut;
178        op : IN operacio;
179        tn : IN Tipusnode);
180
181      PROCEDURE CreaNode_ID
182      (p : OUT atribut;
183        id : IN atribut;
184        tn : IN Tipusnode);
185
186      PROCEDURE CreaNode_VAL
187      (p : OUT atribut;
188        a : IN atribut;
189        tn : IN Tipusnode;
190        S : IN Valor);
191
192      PROCEDURE CreaNode_MODE
193      (P : OUT Atribut;
194        M : IN Mmode;
195        Tn : IN Tipusnode);
196
197      PROCEDURE creaNode
198      (P : OUT Atribut;
199        Tn : IN Tipusnode);
200
201      PROCEDURE Remunta
202      (P : OUT Atribut;
203        A : IN Atribut);
204
205      PROCEDURE Cons_Tnode
206      (P : IN Pnode;
207        Tn : OUT Tipusnode);
208
209      -- Procediments per a les Taules
210      PROCEDURE Noves_taules
211      (Tp : OUT T_Procs;
212        Tv : OUT T_Vars);

```

```

213
214 -- Procediments per Taula de Procediments
215 PROCEDURE Posa
216     (Tp : IN OUT T_Procs;
217      Ip : IN Info_Proc;
218      Idp : OUT num_Proc);
219
220 PROCEDURE Modif_Descripcio
221     (Tp : IN OUT T_Procs;
222      Idp : IN num_proc;
223      Ip : IN Info_Proc);
224
225 -- Procediments per Taula de Variables
226 PROCEDURE Posa
227     (Tv : IN OUT T_Vars;
228      Iv : IN Info_Var;
229      Idv : OUT num_var);
230
231 PRIVATE
232
233     Ts : Tsimbols;
234     Tts: Ttsimbols;
235     Tn : Taula_De_Noms;
236     Nv : Num_Var;
237     Np : Num_Proc;
238
239     Id_Puts : Num_Proc;
240     Id_Gets : Num_Proc;
241
242 END Semantica;

```

4.3.2 Fitxer *semantica.adb*

```

1 PACKAGE BODY Semantica IS
2
3   PROCEDURE Abuit
4     (P : OUT Pnode) IS
5   BEGIN
6     P := NULL;
7   END Abuit;
8
9
10  PROCEDURE Creanode_Programa
11    (P : OUT Atribut;
12     A : IN Atribut) IS
13  BEGIN
14    P := A;
15    Arbre := P.A;
16  END Creanode_Programa;
17
18
19  PROCEDURE Creanode
20    (P : OUT Atribut;
21     Fe, Fd : IN Atribut;
22     Tn : IN Tipusnode) IS
23    Paux : Pnode;
24  BEGIN
25    Paux := NEW Node(Tn);
26    Paux.Fe1 := Fe.A;
27    Paux.Fd1 := Fd.A;
28    P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
29  END Creanode;
30
31
32  PROCEDURE Creanode
33    (P : OUT Atribut;
34     Fe, Fc, Fd : IN Atribut;
35     Tn : IN Tipusnode) IS
36    Paux : Pnode;
37  BEGIN
38    Paux := NEW Node(Tn);
39    Paux.Fe2 := Fe.A;
40    Paux.Fd2 := Fd.A;
41    Paux.Fc2 := Fc.A;

```

```

42     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
43 END Creanode;
44
45
46 PROCEDURE Creanode
47   (P : OUT Atribut;
48    Fe, Fd : IN Atribut;
49    Op : IN Operacio;
50    Tn : IN Tipusnode) IS
51    Paux : Pnode;
52 BEGIN
53    Paux := NEW Node(Tn);
54    Paux.Fe3 := Fe.A;
55    Paux.Fd3 := Fd.A;
56    Paux.Op3 := Op;
57    P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
58 END Creanode;
59
60
61 PROCEDURE Creanode
62   (P : OUT Atribut;
63    F : IN Atribut;
64    Op : IN Operacio;
65    Tn : IN Tipusnode) IS
66    Paux : Pnode;
67 BEGIN
68    Paux := NEW Node(Tn);
69    Paux.F4 := F.A;
70    Paux.Op4 := Op;
71    P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
72 END Creanode;
73
74
75 PROCEDURE Creanode
76   (P : OUT Atribut;
77    Fe, Fce, Fc, Fd : IN Atribut;
78    Tn : IN Tipusnode) IS
79    Paux : Pnode;
80 BEGIN
81    Paux := NEW Node(Tn);
82    Paux.Fe5 := Fe.A;
83    Paux.Fc5 := Fce.A;
84    Paux.Fd5 := Fc.A;

```

```

85     Paux.Fid5 := Fd.A;
86     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
87 END Creanode;
88
89 PROCEDURE Creanode
90     (P : OUT atribut;
91     F : IN atribut;
92     Tn : IN Tipusnode) IS
93     Paux : Pnode;
94 BEGIN
95     Paux := NEW Node(Tn);
96     Paux.F6 := F.A;
97     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
98 END Creanode;
99
100 -- Crea node per identificadors
101 PROCEDURE Creanode_Id
102     (P : OUT Atribut;
103     Id : IN Atribut;
104     Tn : IN Tipusnode) IS
105     Paux : Pnode;
106 BEGIN
107     Paux := NEW Node(Tn);
108     Paux.Id12 := Id.Idn;
109     Paux.L1 := Id.Lin;
110     Paux.C1 := Id.Col;
111     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
112 END Creanode_Id;
113
114
115 PROCEDURE Creanode_Val
116     (P : OUT Atribut;
117     A : IN Atribut;
118     Tn : IN Tipusnode;
119     S : IN Valor) IS
120     Paux : Pnode;
121 BEGIN
122     Paux := NEW Node(Tn);
123     IF S = 0 THEN
124         Paux.Val := A.Val*(-1);
125     ELSE
126         Paux.Val := A.Val;
127     END IF;

```

```

128     Paux.Tconst := A.T;
129     Paux.L2 := A.Lin;
130     Paux.C2 := A.Col;
131     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
132 END Creanode_Val;
133
134
135 PROCEDURE Creanode_Mode
136   (P : OUT Atribut;
137    M : IN mmode;
138    Tn : IN Tipusnode) IS
139    Paux : Pnode;
140 BEGIN
141    Paux := NEW Node(Tn);
142    Paux.M12 := M;
143    P := (NodeArbre, 0, 0, Paux);
144 END Creanode_Mode;
145
146
147 PROCEDURE Creanode
148   (P : OUT Atribut;
149    Tn : IN Tipusnode) IS
150    Paux : Pnode;
151 BEGIN
152    Paux := NEW Node(tn);
153    P := (NodeArbre, 0, 0, Paux);
154 END Creanode;
155
156
157 PROCEDURE Remunta
158   (P : OUT Atribut;
159    A : IN Atribut) IS
160 BEGIN
161    P := A;
162 END Remunta;
163
164
165 PROCEDURE Cons_Tnode
166   (P : IN Pnode;
167    Tn : OUT Tipusnode) IS
168 BEGIN
169    Tn := P.Tipus;
170 END Cons_Tnode;

```

```
171
172  -- Procediments per a les Taules
173  PROCEDURE Noves_taulas
174      (Tp : OUT T_Procs;
175       Tv : OUT T_Vars) IS
176      BEGIN
177          Tp.Np := 0;
178          Tv.Nv := 0;
179      END Noves_taulas;
180
181
182  -- Procediments per Taula de Procediments
183  PROCEDURE Posa
184      (Tp : IN OUT T_Procs;
185       Ip : IN Info_Proc;
186       Idp : OUT num_Proc) IS
187      BEGIN
188          Tp.Np := Tp.Np+1;
189          Tp.Tp(Tp.Np) := Ip;
190          Idp := Tp.Np;
191      END Posa;
192
193
194  PROCEDURE Modif_Descripcio
195      (Tp : IN OUT T_Procs;
196       Idp : IN Num_Proc;
197       Ip : IN Info_Proc) IS
198      BEGIN
199          Tp.Tp(Idp) := Ip;
200      END Modif_Descripcio;
201
202
203  -- Procediments per a la Taula de Variables
204  PROCEDURE Posa
205      (Tv : IN OUT T_Vars;
206       Iv : IN Info_Var;
207       Idv : OUT Num_Var) IS
208      BEGIN
209          Tv.Nv := Tv.Nv+1;
210          Tv.Tv(Tv.Nv) := Iv;
211          Idv := Tv.Nv;
212      END Posa;
213
```



```
214
215  FUNCTION Nova_Etiq RETURN Num_Etiq IS
216  BEGIN
217      Ne := Ne+1;
218      RETURN Ne;
219  END Nova_Etiq;
220
221 END Semantica;
```

## 4.4 Comprovació de tipus

### 4.4.1 Fitxer *decls-dtnode.ads*

```
1 -- DECLS-DTNODE.ads
2 -- Declaracions del node
3
4 WITH Decls.Dgenerals ,
5   Decls.D_Taula_De_Noms ,
6   Decls.Dtdesc ;
7
8 USE Decls.Dgenerals ,
9   Decls.D_Taula_De_Noms ,
10  Decls.Dtdesc ;
11
12 PACKAGE Decls.Dtnode IS
13
14   --pragma pure ;
15
16   TYPE Mmode IS
17     (Entra ,
18      Surt ,
19      Entrasurt) ;
20
21   TYPE Operacio IS
22     (Suma ,
23      Resta ,
24      Mult ,
25      Div ,
26      Menor ,
27      Menorig ,
28      Major ,
29      Majorig ,
30      Igual ,
31      Distint ,
32      Modul ,
33      Unio ,
34      Interseccio ,
35      Negacio) ;
36
37
38   TYPE Node ;
39
40   TYPE Pnode IS ACCESS Node ;
```

```

41
42  TYPE Tipusnode IS
43      (Programa,
44          Repeticio,
45          Condicionals,
46          ConditionalC,
47          Expressio,
48          ExpressioUnaria,
49          Pencap,
50          Procediment,
51          Dvariable,
52          Dconstant,
53          Dcoleccio,
54          Dregistre,
55          Dencapregistre,
56          Dsubrang,
57          Identificador,
58          Const,
59          Declaracions,
60          Bloc,
61          Assignacio,
62          Referencia,
63          Pri,
64          Param,
65          Pcoleccio,
66          Pdimcoleccio,
67          Declmultvar,
68          Tnul,
69          Mode,
70          Encappri,
71          Firecord,
72          Fireferencia);
73
74  TYPE node (Tipus : Tipusnode := tnul) IS RECORD
75      CASE Tipus IS
76          WHEN tnul => NULL;
77
78          WHEN Programa =>
79              Proc : Pnode;
80
81          WHEN repeticio | condicionals
82              | declaracions | bloc | assignacio | pri
83              | dcoleccio | Pdimcoleccio | Referencia

```

```

84         | pcoleccio | dvariable
85         | Declmultvar | encappri | Pencap =>
86         Fe1, Fd1 : Pnode;
87
88         WHEN CondicionalC | dconstant | dregistre
89         | Dencapregistre | Param => fe2, fc2, fd2: pnode;
90
91         WHEN expressio => fe3, fd3: pnode;
92                     op3: operacio;
93
94         WHEN ExpressioUnaria => f4: pnode;
95                     op4: operacio;
96
97         WHEN Procediment | dsubrang =>
98         fe5, fc5, fd5, fid5: pnode;
99
100        WHEN identificador => id12 : Id_Nom;
101                            l1, c1 : natural;
102
103        WHEN Firecord | Fireferencia => f6 : pnode;
104
105        WHEN const => val : valor;
106        l2, c2 : natural;
107        Tconst : Tipus_Atribut;
108
109        WHEN Mode => M12 : Mmode;
110
111        END CASE;
112    END RECORD;
113
114 END Decls.Dtnode;

```

4.4.2 Fitxer *decls-d\_arbre.adb*

```

1 PACKAGE BODY Decls.D_Arbre IS
2
3   PROCEDURE Abuit
4     (P : OUT Pnode) IS
5   BEGIN
6     P := NULL;
7   END Abuit;
8
9
10  PROCEDURE Creanode_Programa
11    (P : OUT Atribut;
12     A : IN Atribut) IS
13  BEGIN
14    P := A;
15    Arbre := P.A;
16  END Creanode_Programa;
17
18
19  PROCEDURE Creanode
20    (P : OUT Atribut;
21     Fe,Fd : IN Atribut;
22     Tn : IN Tipusnode) IS
23    Paux : Pnode;
24  BEGIN
25    Paux := NEW Node(Tn);
26    Paux.Fe1 := Fe.A;
27    Paux.Fd1 := Fd.A;
28    P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
29  END Creanode;
30
31
32  PROCEDURE Creanode
33    (P : OUT Atribut;
34     Fe,Fc,Fd : IN Atribut;
35     Tn : IN Tipusnode) IS
36    Paux : Pnode;
37  BEGIN
38    Paux := NEW Node(Tn);
39    Paux.Fe2 := Fe.A;
40    Paux.Fd2 := Fd.A;
41    Paux.Fc2 := Fc.A;

```

```

42     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
43 END Creanode;
44
45
46 PROCEDURE Creanode
47     (P : OUT Atribut;
48     Fe, Fd : IN Atribut;
49     Op : IN Operacio;
50     Tn : IN Tipusnode) IS
51     Paux : Pnode;
52 BEGIN
53     Paux := NEW Node(Tn);
54     Paux.Fe3 := Fe.A;
55     Paux.Fd3 := Fd.A;
56     Paux.Op3 := Op;
57     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
58 END Creanode;
59
60
61 PROCEDURE Creanode
62     (P : OUT Atribut;
63     F : IN Atribut;
64     Op : IN Operacio;
65     Tn : IN Tipusnode) IS
66     Paux : Pnode;
67 BEGIN
68     Paux := NEW Node(Tn);
69     Paux.F4 := F.A;
70     Paux.Op4 := Op;
71     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
72 END Creanode;
73
74
75 PROCEDURE Creanode
76     (P : OUT Atribut;
77     Fe, Fce, Fc, Fd : IN Atribut;
78     Tn : IN Tipusnode) IS
79     Paux : Pnode;
80 BEGIN
81     Paux := NEW Node(Tn);
82     Paux.Fe5 := Fe.A;
83     Paux.Fc5 := Fce.A;
84     Paux.Fd5 := Fc.A;

```

```

85     Paux.Fid5 := Fd.A;
86     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
87 END Creanode;
88
89
90 PROCEDURE Creanode
91 (P : OUT Atribut;
92  F : IN Atribut;
93  Tn : IN Tipusnode) IS
94     Paux : Pnode;
95 BEGIN
96     Paux := NEW Node(Tn);
97     Paux.F6 := F.A;
98     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
99 END Creanode;
100
101
102 PROCEDURE Creanode_Id
103 (P : OUT Atribut;
104  Id : IN Atribut;
105  Tn : IN Tipusnode) IS
106     Paux : Pnode;
107 BEGIN
108     Paux := NEW Node(Tn);
109     Paux.Id12 := Id.Idn;
110     Paux.L1 := Id.Lin;
111     Paux.C1 := Id.Col;
112     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
113 END Creanode_Id;
114
115
116 PROCEDURE Creanode_Val
117 (P : OUT Atribut;
118  A : IN Atribut;
119  Tn : IN Tipusnode;
120  S : IN Valor) IS
121     Paux : Pnode;
122 BEGIN
123     Paux := NEW Node(Tn);
124     IF S = 0 THEN
125         Paux.Val := A.Val*(-1);
126     ELSE
127         Paux.Val := A.Val;

```

```

128     END IF;
129     Paux.Tconst := A.T;
130     Paux.L2 := A.Lin;
131     Paux.C2 := A.Col;
132     P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
133 END Creanode_Val;
134
135
136 PROCEDURE Creanode_Mode
137   (P : OUT Atribut;
138    M : IN Mmode;
139    Tn : IN Tipusnode) IS
140    Paux : Pnode;
141 BEGIN
142    Paux := NEW Node(Tn);
143    Paux.M12 := M;
144    P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
145 END Creanode_Mode;
146
147 PROCEDURE Creanode
148   (P : OUT Atribut;
149    Tn : IN Tipusnode) IS
150    Paux : Pnode;
151 BEGIN
152    Paux := NEW Node(Tn);
153    P := (Nodearbre, 0, 0, Paux);
154 END Creanode;
155
156 PROCEDURE Remunta
157   (P : OUT Atribut;
158    A : IN Atribut) IS
159 BEGIN
160    P := A;
161 END Remunta;
162
163 PROCEDURE Cons_Tnode
164   (P : IN Pnode;
165    Tn : OUT Tipusnode) IS
166 BEGIN
167    Tn := P.Tipus;
168 END Cons_Tnode;
169
170 END Decls.D_Arbre;

```



4.4.3 Fitxer *semantica-ctipus.ads*

```
1  WITH Ada.Text_Io ,
2    Decls.Dgenerals ,
3    Decls.Dtnode ,
4    Semantica ,
5    Decls.D_Taula_De_Noms ,
6    Decls.D_Atribut ,
7    Decls.dtsimbols ,
8    Decls.Dtdesc ,
9    Semantica.Missatges ;
10
11  USE Ada.Text_Io ,
12    Decls.Dgenerals ,
13    Decls.Dtnode ,
14    Semantica ,
15    Decls.D_Taula_De_Noms ,
16    Decls.D_Atribut ,
17    Decls.Dtsimbols ,
18    Decls.Dtdesc ,
19    Semantica.Missatges ;
20
21
22  PACKAGE Semantica.Ctipus IS
23
24    -- Rutines lexiques
25    PROCEDURE mt_atom
26      (l, c : IN natural;
27       a : OUT atribut);
28
29    PROCEDURE mt_identificador
30      (l, c : IN natural;
31       s : IN string;
32       a : OUT atribut);
33
34    PROCEDURE mt_string
35      (l, c : IN natural;
36       s : IN string;
37       a : OUT atribut);
38
39    PROCEDURE mt_caracter
40      (l, c : IN natural;
41       car : IN string;
```

```

42     a : OUT atribut);
43
44     PROCEDURE mt_numero
45     (l, c : IN natural;
46      s : IN string;
47      a : OUT atribut);
48
49     -- Comprovacio de tipus
50     PROCEDURE Inicia_analisi(nomFitxer: IN String);
51
52     PROCEDURE Ct_Programa
53     (A : IN Pnode);
54
55     PRIVATE
56
57     PROCEDURE Ct_Decprocediment
58     (A : IN Pnode);
59
60     PROCEDURE Ct_Encap
61     (A : IN Pnode;
62      I : OUT Id_Nom);
63
64     PROCEDURE Ct_Pencap
65     (A : IN Pnode;
66      I : OUT Id_Nom);
67
68     PROCEDURE Ct_Param
69     (A : IN Pnode;
70      I : IN Id_Nom);
71
72     PROCEDURE Ct_Declaracions
73     (A : IN Pnode);
74
75     PROCEDURE Ct_Decvar
76     (A : IN Pnode);
77
78     PROCEDURE Ct_Declsvar
79     (A : IN Pnode;
80      Idtipus : OUT Id_nom);
81
82     PROCEDURE Ct_Deconst
83     (A : IN Pnode);
84

```

```

85  PROCEDURE Ct_Deccol
86      (A : IN Pnode);
87
88  PROCEDURE Ct_Pcoleccio
89      (A : IN Pnode;
90       Idtipus_Array : IN Id_Nom;
91       Idarray : OUT Id_Nom;
92       Ncomponents : OUT Despl);
93
94  PROCEDURE Ct_Decregistre
95      (A : IN Pnode;
96       Idrecord : OUT Id_Nom;
97       Ocup: IN OUT despl);
98
99  PROCEDURE Ct_Dregistre_Camp
100      (Idrecord : IN Id_Nom;
101       Camp : IN Pnode;
102       Tcamp : IN Pnode;
103       Ocup: IN OUT Despl);
104
105  PROCEDURE Ct_Decsubrang
106      (A : IN Pnode);
107
108  PROCEDURE Ct_Expressio
109      (A : IN Pnode;
110       T : OUT Tipussubjacent;
111       Idtipus : OUT Id_Nom;
112       L, C : IN OUT Natural);
113
114  PROCEDURE Ct_Operand_Exp
115      (A : IN Pnode;
116       T : OUT Tipussubjacent;
117       Idtipus : OUT Id_Nom;
118       L, C : IN OUT Natural);
119
120  PROCEDURE Ct_Expressioc
121      (A : IN Pnode;
122       T : OUT Tipussubjacent;
123       Idtipus : OUT Id_Nom;
124       L, C : IN OUT Natural);
125
126  PROCEDURE Ct_Exp_Logica
127      (Tesq, Tdret : IN Tipussubjacent;

```

```

128     Idesq, Iddret : IN Id_Nom;
129     T : OUT Tipussubjacent;
130     Idtipus : OUT Id_Nom;
131     L, C : IN OUT Natural);
132
133 PROCEDURE Ct_Exp_Relacional
134     (Tesq, Tdret : IN Tipussubjacent;
135     Idesq, Iddret : IN Id_Nom;
136     T : OUT Tipussubjacent;
137     Idtipus : OUT Id_Nom;
138     L, C : IN OUT Natural);
139
140 PROCEDURE Ct_Exp_Aritmetica
141     (Tesq, Tdret : IN Tipussubjacent;
142     Idesq, Iddret : IN Id_Nom;
143     T : OUT Tipussubjacent;
144     Idtipus : OUT Id_Nom;
145     L, C : IN OUT Natural);
146
147 PROCEDURE Ct_Expressiou
148     (A : IN Pnode;
149     T : OUT Tipussubjacent;
150     Idtipus : OUT Id_Nom;
151     L, C : IN OUT Natural);
152
153 PROCEDURE Ct_Exp_Negacio
154     (Ts : IN Tipussubjacent;
155     Id : IN Id_Nom;
156     T : OUT Tipussubjacent;
157     Idtipus : OUT Id_Nom;
158     L, C : IN OUT Natural);
159
160 PROCEDURE Ct_Exp_Neglogica
161     (Ts : IN Tipussubjacent;
162     Id : IN Id_Nom;
163     T : OUT Tipussubjacent;
164     Idtipus : OUT Id_Nom;
165     L, C : IN OUT Natural);
166
167 PROCEDURE Ct_Constant
168     (A : IN Pnode;
169     T : OUT Tipussubjacent;
170     Idtipus : OUT Id_Nom;

```

```

171         L, C : IN OUT Natural);
172
173     PROCEDURE Ct_Identificador
174     (A : IN Pnode;
175      T : OUT Tipussubjacent;
176      Idtipus : OUT Id_Nom;
177      L, C : IN OUT Natural);
178
179     PROCEDURE Ct_Bloc
180     (A : IN Pnode);
181
182     PROCEDURE Ct_Srep
183     (A : IN Pnode);
184
185     PROCEDURE Ct_Sconds
186     (A : IN Pnode);
187
188     PROCEDURE Ct_Scondc
189     (A : IN Pnode);
190
191     PROCEDURE Ct_Referencia_Proc
192     (A : IN Pnode;
193      T : OUT Tipussubjacent;
194      Id : OUT Id_Nom);
195
196     PROCEDURE Ct_Referencia_Var
197     (A : IN Pnode;
198      T : OUT Tipussubjacent;
199      Id : OUT Id_Nom);
200
201     PROCEDURE Ct_Ref_Rec
202     (A : IN Pnode;
203      T : OUT Tipussubjacent;
204      Idtipus : OUT Id_Nom;
205      Idbase : OUT Id_Nom);
206
207     PROCEDURE Ct_Ref_Pri
208     (A : IN Pnode;
209      T : OUT Tipussubjacent;
210      Id : OUT Id_Nom;
211      It_Idx : OUT Cursor_Idx);
212
213     PROCEDURE Ct_Ref_Pri

```

```
214      (A : IN Pnode;  
215        T : OUT Tipussubjacent;  
216        It_Arg : OUT Cursor_Arg);  
217  
218  
219 END Semantica.Ctipus;
```

4.4.4 Fitxer *semantica-ctipus.adb*

```
1 WITH U_Lexica;
2
3 USE U_Lexica;
4
5 PACKAGE BODY Semantica.Ctipus IS
6
7   PROCEDURE Mt_Atom
8     (L, C : IN Natural;
9      A : OUT Atribut) IS
10    BEGIN
11      A := (Atom, L, C);
12    END Mt_Atom;
13
14
15   PROCEDURE Mt_Identificador
16     (L, C : IN Natural;
17      S : IN String;
18      A : OUT Atribut) IS
19      Id : Id_Nom;
20    BEGIN
21      Id := Id_Nul;
22      Posa_Id(Tn, Id, S);
23      A := (A_Ident, L, C, Id);
24    END Mt_Identificador;
25
26
27   PROCEDURE Mt_String
28     (L, C : IN Natural;
29      S : IN String;
30      A : OUT Atribut) IS
31      Id : Rang_Tcar;
32    BEGIN
33      Posa_Str(Tn, Id, S);
34      A := (A_Lit_S, L, C, Valor(Id));
35    END Mt_String;
36
37
38   PROCEDURE Mt_Caracter
39     (L, C : IN Natural;
40      Car : IN String;
41      A : OUT Atribut) IS
```

```

42  BEGIN
43      A := (A_Lit_C, L, C,
44            Valor(Character'Pos(Car(Car'First+1))));
45  END Mt_Character;
46
47
48  PROCEDURE Mt_Número
49      (L, C : IN Natural;
50       S : IN String;
51       A : OUT Atribut) IS
52  BEGIN
53      A := (A_Lit_N, L, C, Valor(Integer'Value(S)));
54  END Mt_Número;
55
56
57  -- Taula de símbols
58  PROCEDURE Inicia_Enter IS
59      D : Descrip;
60      Dt : Descriptipus;
61      Idn, Ida, Idint : Id_Nom;
62      E : Boolean;
63
64      Ipr : Info_Proc;
65      Idpr : Num_Proc;
66      Iv : Info_Var;
67      Idv : Num_Var;
68
69  BEGIN
70      -- Constants inicials
71      Posa_Id(Tn, Idn, "_zero");
72      Iv := (Idn, Tp.Np, Integer'Size/8, 0, Tsent,
73            False, True, 0);
74      Nv := Nv + 1;
75      Posa(Tv, Iv, Zero);
76
77      Posa_Id(Tn, Idn, "_menysu");
78      Iv := (Idn, Tp.Np, Integer'Size/8, 0, Tsent,
79            False, True, -1);
80      Posa(Tv, Iv, Menysu);
81      Nv := Nv + 1;
82
83      -- "Integer"
84      Posa_Id(Tn, Idint, "integer");

```



```

85     Dt := (Tsent, Integer'Size/8, Valor(Integer'First),
86           Valor(Integer'Last));
87     D := (Dtipus, Dt);
88     Posa(Ts, Idint, D, E);
89
90     -- "puti"
91     Posa_Id(Tn, Idn, "puti");
92     Ipr := (Extern, 4, Idn);
93     Posa(Tp, Ipr, Idpr);
94     Np := Np + 1;
95     D := (Dproc, Idpr);
96     Posa(Ts, Idn, D, E);
97
98     Posa_Id(Tn, Ida, "_arg_puti");
99     Iv := (Ida, Idpr, Integer'Size/8, Ipr.Ocup_Param,
100          Tsent, True, False, 0);
101     Posa(Tv, Iv, Idv);
102     Nv := Nv + 1;
103     D := (Dargc, Idv, Idint);
104     Posa(Ts, Ida, D, E);
105     Posa_Arg(Ts, Idn, Ida, D, E);
106     Ipr.Ocup_Param := Ipr.Ocup_Param + Iv.Ocup;
107
108     -- "geti"
109     Posa_Id(Tn, Idn, "geti");
110     Ipr := (Extern, 4, Idn);
111     Posa(Tp, Ipr, Idpr);
112     Np := Np + 1;
113     D := (Dproc, Idpr);
114     Posa(Ts, Idn, D, E);
115
116     Posa_Id(Tn, Ida, "_arg_geti");
117     Iv := (Ida, Idpr, Integer'Size/8, Ipr.Ocup_Param, Tsent,
118          True, False, 0);
119     Posa(Tv, Iv, Idv);
120     Nv := Nv + 1;
121     D := (Dargc, Idv, Idint);
122     Posa(Ts, Ida, D, E);
123     Posa_Arg(Ts, Idn, Ida, D, E);
124     Ipr.Ocup_Param := Ipr.Ocup_Param + Iv.Ocup;
125
126     END Inicia_Enter;
127

```

```

128
129 PROCEDURE Inicia_Boolea IS
130     D : Descrip;
131     Dt : Descriptipus;
132     Idb, Idt, Idf : Id_Nom;
133     E : Boolean;
134
135     Iv : Info_Var;
136     Idv : Num_Var;
137 BEGIN
138     Posa_Id(Tn, Idb, "boolean");
139     Dt := (Tsbool, Integer'Size/8, -1, 0);
140     D := (Dtipus, Dt);
141     Posa(Ts, Idb, D, E);
142
143     Posa_Id(Tn, Idt, "true");
144     Iv := (Idt, 0, Integer'Size/8, 0, Tsbool, False,
145           True, -1);
146     Posa(Tv, Iv, Idv);
147     Nv := Nv+1;
148     D := (Dconst, Idb, -1, Nv);
149     Posa(Ts, Idt, D, E);
150
151     Posa_Id(Tn, Idf, "false");
152     Iv.Id := Idf;
153     Iv.Valconst := 0;
154     Posa(Tv, Iv, Idv);
155     Nv := Nv+1;
156     D := (Dconst, Idb, 0, Nv);
157     Posa(Ts, Idf, D, E);
158 END Inicia_Boolea;
159
160
161 PROCEDURE Inicia_Caracter IS
162     D : Descrip;
163     Dt : Descriptipus;
164     Idn, Idstring, Ida, Idchar : Id_Nom;
165     E : Boolean;
166     Ipr : Info_Proc;
167     Idpr : Num_Proc;
168     Iv : Info_Var;
169     Idv : Num_Var;
170 BEGIN

```

```

171      -- "character"
172      Posa_Id(Tn, Idchar, "character");
173      Dt := (Tscar, 4, Valor(Character'Pos(Character'First)),
174            Valor(Character'Pos(Character'Last)));
175      D := (Dtipus, Dt);
176      Posa(Ts, Idchar, D, E);
177
178      -- "string"
179      Posa_Id(Tn, Idstring, "string");
180      Dt := (Tsstr, 4, Idchar, 0); --0 es la base
181      D := (Dtipus, Dt);
182      Posa(Ts, Idstring, D, E);
183
184      -- putc
185      Posa_Id(Tn, Idn, "putc");
186      Ipr := (Extern, 4, Idn);
187      Posa(Tp, Ipr, Idpr);
188      Np := Np + 1;
189
190      D := (Dproc, Idpr);
191      Posa(Ts, Idn, D, E);
192
193      Posa_Id(Tn, Ida, "_arg_putc");
194      Iv := (Ida, Idpr, Integer'Size/8, Ipr.Ocup_Param, Tscar,
195            True, False, 0);
196      Posa(Tv, Iv, Idv);
197      nv := nv + 1;
198      D := (Dargc, Idv, Idchar);
199      Posa(Ts, Ida, D, E);
200      Posa_Arg(Ts, Idn, Ida, D, E);
201      Ipr.Ocup_Param := Ipr.Ocup_Param + Iv.Ocup;
202
203      -- getc
204      Posa_Id(Tn, Idn, "getc");
205      Ipr := (Extern, 4, Idn);
206      Posa(Tp, Ipr, Idpr);
207      Np := Np + 1;
208
209      D := (Dproc, Idpr);
210      Posa(Ts, Idn, D, E);
211
212      Posa_Id(Tn, Ida, "_arg_getc");
213      Iv := (Ida, Idpr, Integer'Size/8, Ipr.Ocup_Param, Tscar,

```

```

214         True, False, 0);
215     Posa(Tv, Iv, Idv);
216     nv:= nv +1;
217     D := (Dargc, Idv, Idchar);
218     Posa(Ts, Ida, D, E);
219     Posa_Arg(Ts, Idn, Ida, D, E);
220     Ipr.Ocup_Param := Ipr.Ocup_Param + Iv.Ocup;
221
222     -- getcc
223     Posa_Id(Tn, Idn, "getcc");
224     Ipr := (Extern, 4, Idn);
225     Posa(Tp, Ipr, Idpr);
226     Np := Np + 1;
227     D := (Dproc, Idpr);
228     Posa(Ts, Idn, D, E);
229
230     Posa_Id(Tn, Ida, "_arg_getcc");
231     Iv := (Ida, Idpr, 1, Ipr.Ocup_Param, Tscar,
232           True, False, 0);
233     Posa(Tv, Iv, Idv);
234     nv:= nv +1;
235     D := (Dargc, Idv, Idchar);
236     Posa(Ts, Ida, D, E);
237     Posa_Arg(Ts, Idn, Ida, D, E);
238
239     -- puts
240     Posa_Id(Tn, Idn, "puts");
241     Ipr := (Extern, 4, Idn);
242     Posa(Tp, Ipr, Idpr);
243     Np := Np + 1;
244     Id_Puts := Idpr;
245
246     D := (Dproc, Idpr);
247     Posa(Ts, Idn, D, E);
248
249     --arg_puts
250     Posa_Id(Tn, Ida, "_arg_puts");
251     Iv := (Ida, Idpr, 4, Ipr.Ocup_Param, Tsstr,
252           True, False, 0);--16 * Integer'Size
253     Posa(Tv, Iv, Idv);
254     nv:= nv +1;
255     D := (Dargc, Idv, Idstring);
256     Posa(Ts, Ida, D, E);

```

```

257     Posa_Arg(Ts, Idn, Ida, D, E);
258     Ipr.Ocup_Param := Ipr.Ocup_Param + Iv.Ocup;
259
260     -- gets
261     Posa_Id(Tn, Idn, "gets");
262     Ipr := (Extern, 4, Idn);
263     Posa(Tp, Ipr, Idpr);
264     Np := Np + 1;
265     Id_Gets := Idpr;
266
267     D := (Dproc, Idpr);
268     Posa(Ts, Idn, D, E);
269     --arg_gets
270     Posa_Id(Tn, Ida, "_arg_gets");
271     Iv := (Ida, Idpr, 4, Ipr.Ocup_Param, Tsstr,
272           True, False, 0);
273     Posa(Tv, Iv, Idv);
274     Nv := Nv + 1;
275     D := (Dargc, Idv, Idstring);
276     Posa(Ts, Ida, D, E);
277     Posa_Arg(Ts, Idn, Ida, D, E);
278     Ipr.Ocup_Param := Ipr.Ocup_Param + Iv.Ocup;
279
280     -- nova linea
281     Posa_Id(Tn, Idn, "new_line");
282     Ipr := (Extern, 0, Idn);
283     Posa(Tp, Ipr, Idpr);
284     Np := Np + 1;
285     D := (Dproc, Idpr);
286     Posa(Ts, Idn, D, E);
287     END Inicia_Character;
288
289
290     PROCEDURE Inicia_Analisi
291       (Nomfitxer : IN String) IS
292     BEGIN
293       Nv := 0;
294       Np := 0;
295       Tbuida(Tn);
296       Tbuida(Ts);
297       -- Iniciam les Taules
298       Noves-Taules(Tp, Tv);
299       Inicia_Enter;

```

```

300      Inicia_Boolea;
301      Inicia_Character;
302      Obre_Fitxer(nomFitxer);
303  END Inicia_analisi;
304
305  -- Procediments interns
306  PROCEDURE Posa_Idvar
307      (Idvar : IN Id_Nom;
308       Idtipus : IN Id_Nom;
309       L, C : IN Natural;
310       E : OUT Boolean) IS
311       Tassig : Descrip;
312  BEGIN
313      Nv := Nv + 1;
314      Tassig := (Dvar, Idtipus, Nv);
315      Posa(Ts, Idvar, Tassig, E);
316      IF E THEN
317          Error(Id_Existent, L, C, Cons_Nom(Tn, Idvar));
318          Esem := True;
319      END IF;
320  END Posa_Idvar;
321
322
323  -- Comprovacio de tipus
324  PROCEDURE Ct_Programa
325      (A : IN Pnode) IS
326      D : Descrip;
327      Idproc : Id_nom RENAMES A.Fid5.Id12;
328      Ida : Cursor_Arg;
329  BEGIN
330      Ct_Decprocediment(A);
331      Ida := Primer_Arg(Ts, Idproc);
332      IF (Arg_Valid(Ida)) THEN
333          Error(Paramspprincipal, Cons_Nom(Tn, Idproc));
334          Esem := True;
335      END IF;
336      Tts(Proc_Nul) := Ts;
337      Tanca_Fitxer;
338
339  END Ct_Programa;
340
341
342  PROCEDURE Ct_Decprocediment

```

```

343      (A : IN Pnode) IS
344
345      Encap : Pnode RENAMES A.Fe5;
346      Decls : Pnode RENAMES A.Fc5;
347      Bloc : Pnode RENAMES A.Fd5;
348      Id : Pnode RENAMES A.Fid5;
349      Id_Inf : Id_Nom RENAMES A.Fid5.Id12;
350      Id_Sup : Id_Nom;
351      Tdecls : Tipusnode;
352      np_propi : num_proc;
353
354      BEGIN
355          Ct_Encap(Encap, Id_Sup);
356          Np_Propi := Np;
357          IF Id_Inf /= Id_Sup THEN
358              Error(Idprogdiferents, A.Fid5.l1, A.Fid5.c1,
359                  Cons_Nom(Tn, Id_Sup));
360          Esem := True;
361          END IF;
362
363          Cons_Tnode(Decls, Tdecls);
364          IF Tdecls /= Tnul THEN
365              Ct_Declaracions(Decls);
366          END IF;
367          Ct_Bloc(Bloc);
368          Tts(Np_Propi) := Ts;
369
370          Surtbloc(Ts,tn);
371
372      END Ct_Decprocediment;
373
374
375      PROCEDURE Ct_Encap
376      (A : IN Pnode;
377       I : OUT Id_Nom) IS
378
379      Tproc : Descrip;
380      E : Boolean;
381      Idx_Arg : Cursor_Arg;
382      Ida : Id_Nom;
383      Dn : Descrip;
384
385      BEGIN

```

```

386
387     IF A.Tipus = Pencap THEN
388         Ct_Pencap(A, I);
389         Idx_Arg := Primer_Arg(Ts, I);
390         WHILE Arg_Valid(Idx_Arg) LOOP
391             Cons_Arg(Ts, Idx_Arg, Ida, Dn);
392             Posa(Ts, Ida, Dn, E);
393             IF E THEN
394                 Error(Enregarg, 3, 3, Cons_Nom(Tn, Ida));
395                 Esem := True;
396             END IF;
397             Idx_Arg := Succ_Arg(Ts, Idx_Arg);
398         END LOOP;
399
400     ELSE
401         I := A.Id12;
402         Np := Np + 1;
403         Tproc := (Dproc, Np);
404         Posa(Ts, I, Tproc, E);
405         Entrabloc(Ts);
406         IF E THEN
407             Error(Id_Existent, A.l1, A.C1, Cons_Nom(Tn, I));
408             Esem := True;
409         END IF;
410
411     END IF;
412
413 END Ct_Encap;
414
415
416 PROCEDURE Ct_Pencap
417     (A : IN Pnode;
418      I : OUT Id_Nom) IS
419
420     Param : Pnode RENAMES A.Fd1;
421     Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
422     Tproc : Descrip;
423     E : Boolean;
424
425 BEGIN
426
427     IF Fesq.Tipus = Identificador THEN
428         Np := Np + 1;

```



```

429      Tproc := (Dproc, Np);
430      Posa(Ts, Fesq.Id12, Tproc, E);
431      IF E THEN
432          Error(Id_Existent, Fesq.L1, Fesq.C1,
433              Cons_Nom(Tn, Fesq.Id12));
434          Esem := True;
435      END IF;
436      Entrabloc(Ts);
437      I := Fesq.Id12;
438      ELSE
439          Ct_Pencap(Fesq, I);
440
441      END IF;
442      Ct_Param(Param, I);
443  END Ct_Pencap;
444
445
446  PROCEDURE Ct_Param
447  (A : IN Pnode;
448   I : IN Id_Nom) IS
449
450      Idpar : Id_Nom RENAMES A.Fe2.id12;
451      Marg : Mmode RENAMES A.Fc2.M12;
452      Idtipus : Id_Nom RENAMES A.Fd2.id12;
453      D : Descrip;
454      Darg : Descrip;
455      E : Boolean;
456
457  BEGIN
458      D := Cons(Ts, Idtipus);
459      IF D.Td /= Dtipus THEN
460          Error(Tipusparam, A.Fd2.l1, A.Fd2.c1,
461              Cons_Nom(Tn, Idtipus));
462          Esem := True;
463      END IF;
464
465      CASE Marg IS
466          WHEN Surt | Entrasurt =>
467              Nv := Nv + 1;
468              Darg := (Dvar, Idtipus, Nv);
469          WHEN Entra =>
470              Nv := Nv + 1;
471              Darg := (Dargc, Nv, Idtipus);

```

```

472         WHEN OTHERS =>
473             NULL;
474     END CASE;
475
476     Posa_Arg(Ts, I, Idpar, Darg, E);
477     IF E THEN
478         Error(Enregarg, A.Fe2.l1, A.Fe2.c1,
479             Cons_Nom(Tn, IdPar));
480         Esem := True;
481     END IF;
482
483 END Ct_Param;
484
485
486 PROCEDURE Ct_Declaracions
487     (A : IN Pnode) IS
488
489     Decl : Pnode RENAMES A.Fd1;
490     Decls : Pnode RENAMES A.Fe1;
491     Tnode : Tipusnode;
492     Idrec : Id_Nom;
493     Ocup : Despl;
494
495 BEGIN
496
497     IF Decls.Tipus = Declaracions THEN
498         Ct_Declaracions(Decl);
499     END IF;
500
501     Cons_Tnode(Decl, Tnode);
502     CASE Tnode IS
503         WHEN Dvariable =>
504             Ct_Decvar(Decl);
505         WHEN Dconstant =>
506             Ct_Deconst(Decl);
507         WHEN Dcoleccio =>
508             Ct_Deccol(Decl);
509         WHEN Dregistre | Dencapregistre | Firecord =>
510             Ocup := 0;
511             Ct_Decregistre(Decl, Idrec, Ocup);
512         WHEN Dsubrang =>
513             Ct_Decsubrang(Decl);
514         WHEN Procediment =>

```

```

515         Ct_Decprocediment(Decl);
516     WHEN OTHERS =>
517         Esem := True;
518         NULL;
519     END CASE;
520
521 END Ct_Declaracions;
522
523
524 PROCEDURE Ct_Decvar
525 (A : IN Pnode) IS
526
527     Dvariable : Pnode RENAMES A.Fd1;
528     Id : Id_Nom RENAMES A.Fe1.Id12;
529     L : Natural RENAMES A.Fe1.L1;
530     C : Natural RENAMES A.Fe1.C1;
531     Tassig : Descrip;
532     Idtipus : Id_nom;
533     E : Boolean;
534
535 BEGIN
536     Ct_Declsvar(Dvariable, Idtipus);
537     Posa_Idvar(Id, Idtipus, L, C, E);
538 END Ct_Decvar;
539
540
541 PROCEDURE Ct_Declsvar
542 (A : IN Pnode;
543  Idtipus : OUT Id_Nom) IS
544
545     Tnode : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
546     E : Boolean;
547     Tdecl : Descrip;
548
549 BEGIN
550
551     IF Tnode = Identificador THEN
552         Tdecl := Cons(Ts, A.Id12);
553     IF (Tdecl.Td /= Dtipus) THEN
554         Error(Tipusinexistent, A.L1, A.C1,
555             Cons_Nom(Tn, A.Id12));
556         Esem := True;
557     END IF;

```

```

558         Idtipus := A.Id12;
559
560         ELSIF Tnode = Declmultvar THEN
561             Ct_Declsvar(A.Fd1, Idtipus);
562             Posa_Idvar(A.Fe1.Id12, Idtipus, A.Fe1.L1,
563                 A.Fe1.C1, E);
564         END IF;
565
566     END Ct_Declsvar;
567
568
569     PROCEDURE Ct_Decconst
570     (A : IN Pnode) IS
571
572         Id : Id_Nom RENAMES A.Fe2.Id12;
573         Idtipus : Id_Nom RENAMES A.Fc2.Id12;
574         Val : Pnode RENAMES A.Fd2;
575         E : Boolean;
576         Tdecl : Descrip;
577         Tconst : Descrip;
578
579         Tsubj : Tipussubjacent;
580         Ids : Id_Nom;
581         L, C : Natural := 0;
582
583     BEGIN
584
585         Tdecl := Cons(Ts, Idtipus);
586         IF (Tdecl.Td /= Dtipus) THEN
587             Error(Tipusinexistent, A.Fc2.L1, A.Fc2.C1,
588                 Cons_Nom(Tn, Idtipus));
589             Esem := True;
590         ELSE
591             Ct_Constant(Val, Tsubj, Ids, L, C);
592             IF (Tsubj /= Tdecl.Dt.Tt) THEN
593                 Error(Tipussubdiferents, A.Fc2.L1, A.Fc2.C1,
594                     Cons_Nom(Tn, Idtipus));
595                 Esem := True;
596             END IF;
597
598             IF (Tdecl.Dt.Tt > Tsent) THEN
599                 Error(Tsub_No_Escalar, A.Fc2.L1, A.Fc2.C1,
600                     Cons_Nom(Tn, Idtipus));

```

```

601         Esem := True;
602     END IF;
603
604     IF (Tsubj = Tsent OR Tsubj = Tsbool OR
605         Tsubj = Tscar) THEN
606         IF (Val.Val < Tdecl.Dt.Linf) OR
607         (Val.Val > Tdecl.Dt.Lsup) THEN
608             Error(Rang_Sobrepassat, A.Fe2.L1, A.Fe2.C1,
609                 Cons_Nom(Tn, Id));
610             Esem := True;
611         END IF;
612     END IF;
613
614     Nv := Nv + 1;
615     Tconst := (Dconst, Idtipus, Val.Val, Nv);
616     Posa(Ts, Id, Tconst, E);
617
618     IF E THEN
619         Error(Id_Existent, A.Fe2.L1, A.Fe2.C1,
620             Cons_Nom(Tn, Id));
621         Esem := True;
622     END IF;
623 END IF;
624
625 END Ct_Decconst;
626
627
628 PROCEDURE Ct_Deccol
629     (A : IN Pnode) IS
630
631     Darray : Descrip;
632     Dtarray : Descrip;
633     Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
634     Idtipus_Array : Id_Nom RENAMES A.Fd1.Id12;
635     Idarray : Id_Nom;
636     Ncomponents : Despl;
637
638 BEGIN
639     Dtarray := Cons(Ts, Idtipus_Array);
640     IF (Dtarray.Td /= Dtipus) THEN
641         Error(Tipusinexistent, A.Fd1.L1, A.Fd1.C1,
642             Cons_Nom(Tn, Idtipus_Array));
643         Esem := True;

```



```

687         Esem := True;
688     END IF;
689 END IF;
690
691 ELSIF (A.Tipus = Pdimcoleccio) THEN
692     Dtarray := (Tsarr, 0, Idtipus_Array, 0);
693     Darray := (Dtipus, Dtarray);
694     Idarray := Fesq.Id12;
695     Posa(Ts, Idarray, Darray, E);
696     IF E THEN
697         Error(Tipusinexistent, Fesq.L1, Fesq.C1,
698             Cons_Nom(Tn, Idtipus_Array));
699         Esem := True;
700         Ncomponents := 0;
701     END IF;
702
703     Di := Cons(Ts, Idrang);
704     IF NOT (Di.Td = Dtipus AND THEN
705         Di.Dt.Tt <= Tsent) THEN
706         Error(Tipusidxerroniarray, A.Fd1.L1, A.Fd1.C1,
707             Cons_Nom(Tn, Idrang));
708         Esem := True;
709         Ncomponents := 0;
710     ELSE
711         Posa_Idx(Ts, Idarray, Idrang, E);
712         IF E THEN
713             Put_Line("ERROR CT-pdimcoleccio (DEBUG): "&
714                 "error al posa_idx, error "&
715                 "del compilador, array no creat,"&
716                 " idarr: "&Idarray'Img);
717             Esem := True;
718         END IF;
719
720         Ncomponents := Despl(Di.Dt.Lsup
721             - Di.Dt.Linf + 1);
722     END IF;
723 END IF;
724
725 END Ct_Pcoleccio;
726
727
728 PROCEDURE Ct_Decregistre
729 (A : IN Pnode;

```

```

730      Idrecord : OUT Id_Nom;
731      Ocup: IN OUT despl) IS
732
733      Drecord : Descrip;
734      Dtrecorecord : Descriptipus;
735      E : Boolean;
736
737      BEGIN
738          IF (A.Tipus = Dregistre) THEN
739              Dtrecorecord := (Tsrec, 0);
740              Drecord := (Dtipus, Dtrecorecord);
741              Posa(Ts, A.Fe2.Id12, Drecord, E);
742              Idrecord := A.Fe2.Id12;
743              IF E THEN
744                  Error(Id_Existent, A.Fe2.L1, A.Fe2.C1,
745                      Cons_Nom(Tn, Idrecord));
746                  Esem := True;
747              END IF;
748              Ct_Dregistre_Camp(A.Fe2.Id12, A.Fc2, A.Fd2, Ocup);
749
750          ELSIF (A.Tipus = Dencapregistre) THEN
751              Ct_Decregistre(A.Fe2, Idrecord, Ocup);
752              Ct_Dregistre_Camp(Idrecord, A.Fc2, A.Fd2, Ocup);
753
754          ELSIF (A.Tipus = Firecord) THEN
755              Ct_Decregistre(A.F6, Idrecord, Ocup);
756              Drecord := Cons(Ts, Idrecord);
757              Drecord.Dt.Ocup := Ocup;
758              Actualitza(Ts, Idrecord, Drecord);
759          END IF;
760
761      END Ct_Decregistre;
762
763
764      PROCEDURE Ct_Dregistre_Camp
765      (Idrecord : IN Id_Nom;
766       Camp : IN Pnode;
767       Tcamp : IN Pnode;
768       Ocup: IN OUT Despl) IS
769
770      Idtcamp : Id_Nom RENAMES Tcamp.Id12;
771      Dtcamp : Descrip;
772      Idcamp : Id_Nom RENAMES Camp.Id12;

```



```

773     Desc_Camp : Descrip;
774     E : Boolean;
775
776     BEGIN
777         Dtcamp := Cons(Ts, Idtcamp);
778         IF (Dtcamp.Td /= Dtipus) THEN
779             Error(Tipusinexistent, Camp.L1, Camp.C1,
780                 Cons_Nom(Tn, Idtcamp));
781         Esem := True;
782         ELSE
783
784             Desc_Camp := (Dcamp, Idtcamp, Ocup);
785             Posacamp(Ts, Idrecord, Idcamp, Desc_Camp, E);
786             Ocup := Ocup + Dtcamp.Dt.Ocup;
787             IF E THEN
788                 Error(IdCampRecordExistent, Camp.L1,
789                     Camp.C1, Cons_Nom(Tn, Idcamp));
790             Esem := True;
791             END IF;
792         END IF;
793
794     END Ct_Dregistre_Camp;
795
796
797     PROCEDURE Ct_Decsubrang
798     (A : IN Pnode) IS
799
800         Idsubrang : Id_Nom RENAMES A.Fe5.Id12;
801         Idtsubrang : Id_Nom RENAMES A.Fc5.Id12;
802
803         Rang_Esq : Pnode RENAMES A.Fd5;
804         Rang_Dret : Pnode RENAMES A.Fid5;
805         Tsub : Tipussubjacent;
806
807         Tsesq : Tipussubjacent;
808         Tsdret : Tipussubjacent;
809         Idesq : Id_Nom;
810         Iddret : Id_Nom;
811         Valesq : Valor;
812         Valdret : Valor;
813
814         Tdecl : Descrip;
815         Tdescrip_decl : Descrip;

```

```

816      Tdescript_decl : Descriptipus;
817      L, C : Natural := 0;
818      E : Boolean;
819
820      BEGIN
821          Tdecl := Cons(Ts, Idtsubrang);
822          IF(Tdecl.Td /= Dtipus) THEN
823              Error(TipusInexistent, A.Fc5.L1, A.Fc5.C1,
824                  Cons_Nom(Tn, Idtsubrang));
825              Esem := True;
826          ELSE
827              --Miram el fill esquerra
828              Ct_Constant(Rang_Esq, Tsesq, Idesq, L, C);
829              Valesq := Rang_Esq.Val;
830
831              --Miram el fill dret
832              Ct_Constant(Rang_Dret, Tsdret, Iddret, L, C);
833              Valdret := Rang_Dret.Val;
834
835              -- Comparam els tipus
836              IF (Tsesq /= Tsdret) THEN
837                  Error(Tipussubdiferents, A.Fc5.L1, A.Fc5.C1,
838                      ""&Tsesq'Img&"/"&Tsdret'Img);
839                  Esem := True;
840              END IF;
841
842              Tsub := Tsesq;
843              IF (Tsub /= Tdecl.Dt.Tt) THEN
844                  Error(Tipussubdiferents, A.Fc5.L1, A.Fc5.C1,
845                      ""&Tsub'Img&"/"&Tdecl.Dt.Tt'Img);
846                  Esem := True;
847              END IF;
848
849              IF (Valesq > Valdret) THEN
850                  Error(ValEsqMajorDret, A.Fc5.L1, A.Fc5.C1,
851                      ""&Valesq'Img&" ">"&Valdret'Img);
852                  Esem := True;
853              END IF;
854
855              IF (Valesq < Tdecl.Dt.Linf) THEN
856                  Error(ValEsqMenor, A.Fc5.L1, A.Fc5.C1,
857                      Cons_Nom(Tn, Idtsubrang));
858                  Esem := True;

```

```

859         END IF;
860
861         IF (Valdret > Tdecl.Dt.Lsup) THEN
862             Error(ValDretMajor, A.Fc5.L1, A.Fc5.C1,
863                 Cons_Nom(Tn, Idtsubrang));
864             Esem := True;
865         END IF;
866
867         CASE Tsub IS
868             WHEN Tsent =>
869                 Tdescript_Decl := (Tsent, 4, Valesq,
870                                     Valdret);
871             WHEN Tscar =>
872                 Tdescript_Decl := (Tscar, 4, Valesq,
873                                     Valdret);
874             WHEN OTHERS =>
875                 Put_Line("ERROR Ct_subrang: (Sub)Tipus no "&
876                         "valid per a un subrang");
877                 Esem := True;
878         END CASE;
879
880         Tdescrip_Decl := (Dtipus, Tdescript_Decl);
881         Posa(Ts, Idsubrang, Tdescrip_Decl, E);
882         IF E THEN
883             Error(Id_Existent, A.Fe5.L1, A.Fe5.C1,
884                 Cons_Nom(Tn, Idsubrang));
885             Esem := True;
886         END IF;
887     END IF;
888
889 END Ct_Decsubrang;
890
891
892 PROCEDURE Ct_Expressio
893 (A : IN Pnode;
894  T : OUT Tipussubjacent;
895  Idtipus : OUT Id_Nom;
896  L, C : IN OUT Natural) IS
897
898     Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
899     Tps : Tipussubjacent;
900     Id : Id_Nom;
901

```

```

902  BEGIN
903
904      CASE Tipus IS
905          WHEN Expressio =>
906              Ct_Expressioc(A, Tps, Id, L, C);
907          WHEN ExpressioUnaria =>
908              Ct_Expressiou(A, Tps, Id, L, C);
909          WHEN Identificador =>
910              Ct_Identificador(A, Tps, Id, L, C);
911          WHEN Const =>
912              Ct_Constant(A, Tps, Id, L, C);
913          WHEN Fireferencia | Referencia =>
914              Ct_Referencia_Var(A, Tps, Id);
915          WHEN OTHERS =>
916              Put_Line("ERROR CT-exp: tipus expressio no "&
917                      "trobat :S "&Tipus'Img);
918              Esem := True;
919          END CASE;
920      T := Tps;
921      Idtipus := Id;
922
923  END Ct_Expressio;
924
925
926  PROCEDURE Ct_Operand_Exp
927      (A : IN Pnode;
928       T : OUT Tipussubjacent;
929       Idtipus : OUT Id_Nom;
930       L, C : IN OUT Natural) IS
931
932      Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
933
934  BEGIN
935      CASE Tipus IS
936          WHEN Expressio =>
937              Ct_Expressioc(A, T, Idtipus, L, C);
938          WHEN ExpressioUnaria =>
939              Ct_Expressiou(A, T, Idtipus, L, C);
940          WHEN Referencia | Fireferencia=>
941              Ct_Referencia_var(A, T, IdTipus);
942          WHEN Const =>
943              Ct_Constant(A, T, Idtipus, L, C);
944          WHEN Identificador =>

```

```

945         Ct_Identificador(A, T, Idtipus, L, C);
946
947         WHEN OTHERS =>
948             Esem := True;
949             NULL;
950         END CASE;
951
952     END Ct_Operand_Exp;
953
954
955     PROCEDURE Ct_Expressioc
956     (A : IN Pnode;
957      T : OUT Tipussubjacent;
958      Idtipus : OUT Id_Nom;
959      L, C : IN OUT Natural) IS
960
961         Fesq : Pnode RENAMES A.Fe3;
962         Fdret : Pnode RENAMES A.Fd3;
963         Op : Operacio RENAMES A.Op3;
964
965         Tesq : Tipussubjacent;
966         Idesq : Id_Nom;
967         Tdret : Tipussubjacent;
968         Iddret : Id_Nom;
969
970     BEGIN
971         --Analitzam l'operand esquerra
972         Ct_Operand_Exp(Fesq, Tesq, Idesq, L, C);
973         --Analitzam l'operand dret
974         Ct_Operand_Exp(Fdret, Tdret, Iddret, L, C);
975         -- Comparam els tipus
976         CASE Op IS
977             WHEN Unio | Interseccio =>
978                 Ct_Exp_Logica(Tesq, Tdret, Idesq, Iddret, T,
979                             Idtipus, L, C);
980             WHEN Menor | Menorig | Major | Majorig
981                  | Igual | Distint =>
982                 Ct_Exp_Relacional(Tesq, Tdret, Idesq, Iddret,
983                                 T, Idtipus, L, C);
984             WHEN Suma | Resta | Mult | Div | Modul =>
985                 Ct_Exp_Aritmetica(Tesq, Tdret, Idesq, Iddret,
986                                 T, Idtipus, L, C);
987             WHEN OTHERS =>

```

```

988         Esem := True;
989         NULL;
990     END CASE;
991
992 END Ct_Expressioc;
993
994
995 PROCEDURE Ct_Exp_Logica
996 (Tesq, Tdret : IN Tipussubjacent;
997  Idesq, Iddret : IN Id_Nom;
998  T : OUT Tipussubjacent;
999  Idtipus : OUT Id_Nom;
1000  L, C : IN OUT Natural) IS
1001
1002 BEGIN
1003     IF Tesq /= Tsbool THEN
1004         Error(Tsub_No_Bool, L, C, "esquerra");
1005         Esem := True;
1006     END IF;
1007
1008     IF Tdret /= Tsbool THEN
1009         Error(Tsub_No_Bool, L, C, "dret");
1010         Esem := True;
1011     END IF;
1012
1013     IF Idesq /= Id_Nul AND Iddret /= Id_Nul THEN
1014         IF Idesq /= Iddret THEN
1015             Error(Tops_Diferents, L, C, "");
1016             Esem := True;
1017         END IF;
1018     END IF;
1019
1020     IF Idesq = Id_Nul THEN
1021         Idtipus := Iddret;
1022     ELSE
1023         Idtipus := Idesq;
1024     END IF;
1025
1026     T := Tsbool;
1027
1028 END Ct_Exp_Logica;
1029
1030

```

```

1031  PROCEDURE Ct_Exp_Relacional
1032      (Tesq, Tdret : IN Tipussubjacent;
1033       Idesq, Iddret : IN Id_Nom;
1034       T : OUT Tipussubjacent;
1035       Idtipus : OUT Id_Nom;
1036       L, C : IN OUT Natural) IS
1037
1038  BEGIN
1039      IF Tesq /= Tdret THEN
1040          Error(Tsubs_Diferents, L, C, "");
1041          Esem := True;
1042      END IF;
1043
1044      IF Tesq > Tsent THEN
1045          Error(Tsub_No_Escalar, L, C, "esquerra");
1046          Esem := True;
1047      END IF;
1048
1049      IF Tdret > Tsent THEN
1050          Error(Tsub_No_Escalar, L, C, "dret");
1051          Esem := True;
1052      END IF;
1053
1054      IF Idesq /= Id_Nul AND Iddret /= Id_Nul THEN
1055          IF Idesq /= Iddret THEN
1056              Error(Tops_Diferents, L, C, "");
1057              Esem := True;
1058          END IF;
1059      END IF;
1060
1061      T := Tsbool;
1062      Idtipus := Id_Nul;
1063
1064  END Ct_Exp_Relacional;
1065
1066
1067  PROCEDURE Ct_Exp_Aritmetica
1068      (Tesq, Tdret : IN Tipussubjacent;
1069       Idesq, Iddret : IN Id_Nom;
1070       T : OUT Tipussubjacent;
1071       Idtipus : OUT Id_Nom;
1072       L, C : IN OUT Natural) IS
1073

```

```

1074 BEGIN
1075     IF Tesq /= Tsent THEN
1076         Error(Tsub_No_Sencer, L, C, "esquerra");
1077         Esem := True;
1078     END IF;
1079
1080     IF Tdret /= Tsent THEN
1081         Error(Tsub_No_Sencer, L, C, "dret");
1082         Esem := True;
1083     END IF;
1084
1085     IF Idesq /= Id_Nul AND Iddret /= Id_Nul THEN
1086         IF Idesq /= Iddret THEN
1087             Error(Tops_Diferents, L, C, "");
1088             Esem := True;
1089         END IF;
1090     END IF;
1091
1092     T := Tsent;
1093     IF Idesq = Id_Nul THEN
1094         Idtipus := Iddret;
1095     ELSE
1096         Idtipus := Idesq;
1097     END IF;
1098
1099 END Ct_Exp_Aritmetica;
1100
1101
1102 PROCEDURE Ct_Expressiou
1103     (A : IN Pnode;
1104     T : OUT Tipussubjacent;
1105     Idtipus : OUT Id_Nom;
1106     L, C : IN OUT Natural) IS
1107
1108     Fdret : Pnode RENAMES A.F4;
1109     Op : Operacio RENAMES A.Op4;
1110     Tdret : Tipussubjacent;
1111     Iddret : Id_Nom;
1112
1113 BEGIN
1114     Ct_Operand_Exp(Fdret, Tdret, Iddret, L, C);
1115     CASE Op IS
1116         WHEN Resta =>

```



```

1117         Ct_Exp_Negacio(Tdret, Iddret, T, Idtipus,
1118                        L, C);
1119     WHEN Negacio =>
1120         Ct_Exp_Neglogica(Tdret, Iddret, T, Idtipus,
1121                        L, C);
1122     WHEN OTHERS =>
1123         Esem := True;
1124         NULL;
1125     END CASE;
1126 END Ct_Expressiou;
1127
1128
1129 PROCEDURE Ct_Exp_Negacio
1130 (Ts : IN Tipussubjacent;
1131  Id : IN Id_Nom;
1132  T : OUT Tipussubjacent;
1133  Idtipus : OUT Id_Nom;
1134  L, C : IN OUT Natural) IS
1135 BEGIN
1136     IF Ts /= Tsent THEN
1137         Error(Tsub_No_Sencer, L, C, "");
1138         Esem := True;
1139     END IF;
1140     Idtipus := Id;
1141     T := Tsent;
1142 END Ct_Exp_Negacio;
1143
1144
1145 PROCEDURE Ct_Exp_Neglogica
1146 (Ts : IN Tipussubjacent;
1147  Id : IN Id_Nom;
1148  T : OUT Tipussubjacent;
1149  Idtipus : OUT Id_Nom;
1150  L, C: IN OUT Natural) IS
1151 BEGIN
1152     IF Ts /= Tsbool THEN
1153         Error(Tsub_No_Bool, L, C, "");
1154         Esem := True;
1155     END IF;
1156     Idtipus := Id;
1157     T := Tsbool;
1158 END Ct_Exp_Neglogica;
1159

```

```

1160
1161 PROCEDURE Ct_Constant
1162   (A : IN Pnode;
1163    T : OUT Tipussubjacent;
1164    Idtipus : OUT Id_Nom;
1165    L, C : IN OUT Natural) IS
1166
1167   Tatr : Tipus_Atribut RENAMES A.Tconst;
1168   Lin : Natural RENAMES A.L2;
1169   Col : Natural RENAMES A.C2;
1170   D : Descrip;
1171
1172 BEGIN
1173
1174   Idtipus := Id_Nul;
1175   CASE (Tatr) IS
1176     WHEN A_Lit_C =>
1177       T := Tscar;
1178     WHEN A_Lit_N =>
1179       T := Tsent;
1180     WHEN A_Lit_S =>
1181       T := Tsstr;
1182     WHEN OTHERS =>
1183       Put_Line("ERROR CT-constant: tipus constant "&
1184               "errori");
1185       Esem := True;
1186   END CASE;
1187   L := Lin;
1188   C := Col;
1189
1190 END Ct_Constant;
1191
1192
1193 PROCEDURE Ct_Identificador
1194   (A : IN Pnode;
1195    T : OUT Tipussubjacent;
1196    Idtipus : OUT Id_Nom;
1197    L, C : IN OUT Natural) IS
1198
1199   Id : Id_Nom RENAMES A.Id12;
1200   D : Descrip;
1201   Desc : Tdescrip RENAMES D.Td;
1202   Lin : Natural RENAMES A.L1;

```

```

1203      Col : Natural RENAMES A.C1;
1204
1205      Carg : Cursor_Arg;
1206
1207      BEGIN
1208
1209      D := Cons(Ts, Id);
1210
1211      CASE Desc IS
1212      WHEN Dvar =>
1213          Idtipus := D.Tr;
1214          D := Cons(Ts, Idtipus);
1215          IF (D.Td = Dtipus) THEN
1216              T := D.Dt.Tt;
1217          ELSE
1218              Error(Tipus_No_Desc, L, C, D.Td'Img);
1219              Esem := True;
1220          END IF;
1221
1222      WHEN Dconst =>
1223          Idtipus := D.Tc;
1224          D := Cons(Ts, Idtipus);
1225          IF (D.Td = Dtipus) THEN
1226              T := D.Dt.Tt;
1227          ELSE
1228              Error(Tipus_No_Desc, L, C, D.Td'Img);
1229              Esem := True;
1230          END IF;
1231
1232      WHEN Dproc =>
1233          Carg := Primer_Arg(Ts, Id);
1234          IF Arg_Valid(Carg) THEN
1235              T := Tsarr;
1236          ELSE
1237              T := Tsnul;
1238          END IF;
1239          Idtipus := Id;
1240      WHEN Dargc =>
1241          Idtipus := D.Targ;
1242          D := Cons(Ts, Idtipus);
1243          IF (D.Td = Dtipus) THEN
1244              T := D.Dt.Tt;
1245          ELSE

```

```

1246         Error(Tipus_No_Desc , L, C, D.Td'Img);
1247         Esem := True;
1248         END IF;
1249
1250         WHEN OTHERS =>
1251             Error(Id_No_Reconegut , L, C, Desc'Img);
1252             Esem := True;
1253             Idtipus := Id;
1254             T := tsnul;
1255         END CASE;
1256
1257         L := Lin;
1258         C := Col;
1259
1260     END Ct_Identificador;
1261
1262
1263     PROCEDURE Ct_Bloc
1264     (A : IN Pnode) IS
1265
1266         D : Descrip;
1267         T : Tipussubjacent;
1268         Idbase : Id_Nom;
1269         Idtipus : Id_Nom;
1270
1271         Tsexp : Tipussubjacent;
1272         Idexp : Id_Nom;
1273         Tsvar : Tipussubjacent;
1274         Idvar : Id_Nom;
1275         L, C : Natural := 0;
1276
1277     BEGIN
1278         CASE (A.Tipus) IS
1279             WHEN Bloc =>
1280                 Ct_Bloc(A.Fe1);
1281                 Ct_Bloc(A.Fd1);
1282             WHEN Repeticio =>
1283                 Ct_Srep(A);
1284             WHEN Identificador =>
1285
1286                 Ct_Identificador(A, T, Idtipus, L, C);
1287             IF T /= Tsnul THEN
1288                 Error(Id_No_Cridaproc , L, C,

```

```

1289             Cons_Nom(Tn, A.Id12));
1290             Esem := True;
1291         END IF;
1292
1293     WHEN Fireferencia =>
1294         Ct_Referencia_Proc(A, T, Idbase);
1295     WHEN condicionalS =>
1296         Ct_Sconds(A);
1297     WHEN condicionalC =>
1298         Ct_Scondc(A);
1299     WHEN Assignacio =>
1300         Ct_Referencia_Var(A.Fe1, Tsvar, Idvar);
1301         Ct_Expressio(A.Fd1, Tsexp, Idexp, L, C);
1302         IF Tsvar /= Tsexp THEN
1303             Error(Assig_Tipus_Diferents, L, C, "");
1304             Esem := True;
1305         END IF;
1306         IF Idexp /= Id_Nul AND Idexp /= Idvar THEN
1307             Error(Assig_Tipus_Diferents, L, C, "");
1308             Esem := True;
1309         END IF;
1310     WHEN OTHERS =>
1311
1312         Esem := True;
1313     END CASE;
1314 END Ct_Bloc;
1315
1316
1317 PROCEDURE Ct_Srep
1318 (A : IN Pnode) IS
1319
1320     Tsexp : Tipussubjacent;
1321     Idtipus_exp : Id_Nom;
1322     Exp : Pnode RENAMES A.Fe1;
1323     Bloc : Pnode RENAMES A.fd1;
1324     L, C : Natural := 0;
1325
1326 BEGIN
1327     Ct_Expressio(Exp, Tsexp, Idtipus_Exp, L, C);
1328     IF tsexp /= tsbool THEN
1329         Error(Exp_No_Bool, L, C, "bucle");
1330         Esem := True;
1331     END IF;

```

```

1332         Ct_Bloc(Bloc);
1333     END Ct_Srep;
1334
1335
1336     PROCEDURE Ct_Sconds
1337         (A : IN Pnode) IS
1338
1339         Tsexp : Tipussubjacent;
1340         Idtipus_exp : Id_Nom;
1341         Cond : Pnode RENAMES A.Fe1;
1342         Bloc : Pnode RENAMES A.fd1;
1343         L, C : Natural := 0;
1344
1345     BEGIN
1346         Ct_Expressio(Cond, Tsexp, Idtipus_Exp, L, C);
1347         IF tsexp /= tsbool THEN
1348             Error(Exp_No_Bool, L, C, "condicional");
1349             Esem := True;
1350         END IF;
1351         Ct_Bloc(Bloc);
1352     END Ct_Sconds;
1353
1354
1355     PROCEDURE Ct_Scondc
1356         (A : IN Pnode) IS
1357
1358         Tsexp : Tipussubjacent;
1359         Idtipus_exp : Id_Nom;
1360         Cond : Pnode RENAMES A.Fe2;
1361         Bloc : Pnode RENAMES A.fc2;
1362         Blocelse : Pnode RENAMES A.fd2;
1363         L, C : Natural := 0;
1364
1365     BEGIN
1366         Ct_Expressio(Cond, Tsexp, Idtipus_Exp, L, C);
1367         IF tsexp /= tsbool THEN
1368             Error(Exp_No_Bool, L, C, "condicional compost");
1369             Esem := True;
1370         END IF;
1371         Ct_Bloc(Bloc);
1372         Ct_Bloc(Blocelse);
1373     END Ct_Scondc;
1374

```

```

1375
1376 PROCEDURE Ct_Referencia_Proc
1377   (A : IN Pnode;
1378    T : OUT Tipussubjacent;
1379    Id : OUT Id_Nom) IS
1380
1381   Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
1382   It_Arg : Cursor_Arg;
1383   L, C : Natural := 0;
1384
1385 BEGIN
1386   CASE Tipus IS
1387     WHEN Identificador =>
1388       Ct_Identificador(A, T, Id, L, C);
1389     WHEN Referencia =>
1390       Error(Rec_No_Cridaprocc, L, C, "");
1391       Esem := True;
1392     WHEN Fireferencia =>
1393       Ct_Ref_Pri(A.F6, T, It_Arg);
1394       IF Arg_Valid(It_Arg) THEN
1395         Error(Falta_Param_Procc, L, C, "");
1396         Esem := True;
1397       END IF;
1398     WHEN OTHERS =>
1399       Put_Line("ERROR CT-referencia: node "&
1400              "no reconegut");
1401       Esem := True;
1402   END CASE;
1403
1404 END Ct_Referencia_Proc;
1405
1406
1407
1408 PROCEDURE Ct_Referencia_Var
1409   (A : IN Pnode;
1410    T : OUT Tipussubjacent;
1411    Id : OUT Id_Nom) IS
1412
1413   Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
1414   Idtipus : Id_Nom;
1415   It_Idx : Cursor_Idx;
1416   D : Descrip;
1417   L, C : Natural := 0;

```

```

1418
1419 BEGIN
1420   CASE Tipus IS
1421     WHEN Identificador =>
1422       Ct_Identificador(A, T, Id, L, C);
1423       D := Cons(Ts, Id);
1424       IF D.Td = Dproc THEN
1425         Error(Refvar_No_Proc, L, C, "");
1426         Esem := True;
1427       END IF;
1428     WHEN Referencia =>
1429       Ct_Ref_Rec(A, T, Id, Idtipus);
1430     WHEN Fireferencia =>
1431       Ct_Ref_Pri(A.F6, T, Id, It_Idx);
1432     IF Idx_Valid(It_Idx) THEN
1433       Error(Falta_Param_Array, L, C, "");
1434       Esem := True;
1435     END IF;
1436     IF T = Tsarr THEN
1437       D := Cons(Ts, Id);
1438       Id := D.Dt.Tcamp;
1439       D := Cons(Ts, Id);
1440       T := D.Dt.Tt;
1441     END IF;
1442     WHEN OTHERS =>
1443       Esem := True;
1444     NULL;
1445   END CASE;
1446
1447 END Ct_Referencia_Var;
1448
1449
1450 PROCEDURE Ct_Ref_Rec
1451   (A : IN Pnode;
1452    T : OUT Tipussubjacent;
1453    Idtipus : OUT Id_Nom;
1454    Idbase : OUT Id_Nom) IS
1455
1456   Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
1457   Tesq : Tipussubjacent;
1458   Idbase_Esq : Id_Nom;
1459   Dcamp : Descrip;
1460   Dtcamp : Descrip;

```



```

1461     Idcamp : Id_Nom RENAMES A.Fd1.Id12;
1462     L, C : Natural := 0;
1463
1464     BEGIN
1465         Ct_Referencia_Var(Fesq, Tesq, Idbase_Esq);
1466         IF Tesq /= Tsrec THEN
1467             Error(Reccamp_No_Valid, L, C, "");
1468             Esem := True;
1469         END IF;
1470
1471         Dcamp := Conscomp(Ts, Idbase_Esq, Idcamp);
1472         IF Dcamp.Td = Dnula THEN
1473             Error(Idrec_No_Valid, L, C, Cons_Nom(Tn, Idcamp));
1474             Esem := True;
1475         END IF;
1476
1477         Idtipus := Dcamp.Tcamp;
1478         Dtcamp := Cons(Ts, Dcamp.Tcamp);
1479         T := Dtcamp.Dt.Tt;
1480         Idbase := Idbase_Esq;
1481
1482     END Ct_Ref_Rec;
1483
1484
1485     PROCEDURE Ct_Ref_Pri
1486     (A : IN Pnode;
1487      T : OUT Tipussubjacent;
1488      Id : OUT Id_Nom;
1489      It_Idx : OUT Cursor_Idx) IS
1490
1491     Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
1492     Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
1493     Fdret : Pnode RENAMES A.Fd1;
1494     Tsub : Tipussubjacent;
1495     Idvar : Id_Nom;
1496
1497     Tsref : Tipussubjacent;
1498     Idref : Id_Nom;
1499
1500     Id_Cursor : Id_Nom;
1501     Dtipoarg : Descrip;
1502     Dbase : Descrip;
1503     L, C : Natural := 0;

```

```

1504
1505 BEGIN
1506     CASE Tipus IS
1507         WHEN Pri =>
1508             Ct_Ref_Pri(Fesq, T, Id, It_Idx);
1509             Ct_Expressio(Fdret, Tsref, Idref, L, C);
1510             IF NOT Idx_Valid(It_Idx) THEN
1511                 Error(Sobren_Parametres, L, C, "");
1512                 Esem := True;
1513             ELSE
1514                 Id_Cursor := Cons_Idx(Ts, It_Idx);
1515                 Dtipoarg := Cons(Ts, Id_Cursor);
1516                 IF Idref = Id_Nul THEN
1517                     IF Dtipoarg.Dt.Tt /= Tsref THEN
1518                         Error(Tparam_No_Coincident,
1519                             L, C, "");
1520                         Esem := True;
1521                     END IF;
1522                 ELSIF Idref /= Id_Cursor THEN
1523                     Error(Tparam_No_Coincident, L, C,
1524                         Cons_Nom(Tn, Idref) & "/" &
1525                         Cons_Nom(Tn, Id_Cursor));
1526                     Esem := True;
1527                 END IF;
1528                 It_Idx := Succ_Idx(Ts, It_Idx);
1529             END IF;
1530
1531         WHEN Encappri =>
1532             Ct_Referencia_Var(Fesq, Tsub, Idvar);
1533             Ct_Expressio(Fdret, Tsref, Idref, L, C);
1534             Dbase := Cons (Ts, Idvar);
1535             IF Tsub = Tsarr THEN
1536                 It_Idx := Primer_Idx(Ts, Idvar);
1537                 IF Idx_Valid(It_Idx) THEN
1538                     Id_Cursor := Cons_Idx(Ts, It_Idx);
1539                     Dtipoarg := Cons(Ts, Id_Cursor);
1540                     IF Idref = Id_Nul THEN
1541                         IF Dtipoarg.Dt.Tt /= Tsref THEN
1542                             Error(Tparam_No_Coincident, L, C,
1543                                 "");
1544                             Esem := True;
1545                         END IF;
1546                     ELSIF Idref /= Id_Cursor THEN

```

```

1547         Error(Tparam_No_Coincident, L, C,
1548             Cons_Nom(Tn, Idref)&"/"&
1549             Cons_Nom(Tn, Id_Cursor));
1550         Esem := True;
1551         END IF;
1552     END IF;
1553     ELSE
1554         Error(Tipus_No_Array, L, C, Tsub'Img);
1555         Esem := True;
1556     END IF;
1557     It_Idx := Succ_Idx(Ts, It_Idx);
1558     T := Tsub;
1559     Id := Idvar;
1560
1561     WHEN OTHERS =>
1562         Esem := True;
1563         NULL;
1564     END CASE;
1565
1566 END Ct_Ref_Pri;
1567
1568
1569 PROCEDURE Ct_Ref_Pri
1570 (A : IN Pnode;
1571  T : OUT Tipussubjacent;
1572  It_Arg : OUT Cursor_Arg) IS
1573
1574     Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
1575     Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
1576     Fdret : Pnode RENAMES A.Fd1;
1577     Tsub : Tipussubjacent;
1578     Id : Id_Nom;
1579
1580     Tsref : Tipussubjacent;
1581     Idref : Id_Nom;
1582
1583     Id_Cursor : Id_Nom;
1584     Dparam : Descrip;
1585     Dtipoarg : Descrip;
1586     Dbase : Descrip;
1587     L, C : Natural := 0;
1588
1589 BEGIN

```

```

1590     CASE Tipus IS
1591         WHEN Pri => -- pri , E
1592             Ct_Ref_Pri(Fesq, T, It_Arg);
1593             Ct_Expressio(Fdret, Tsref, Idref, L, C);
1594             IF NOT Arg_Valid(It_Arg) THEN
1595                 Error(Sobren_Parametres, L, C, "");
1596                 Esem := True;
1597             ELSE
1598                 Cons_Arg(Ts, It_Arg, Id_Cursor, Dparam);
1599                 IF Idref = Id_Nul THEN
1600                     Dtipoarg := Cons(ts, Dparam.targ);
1601                     IF Dtipoarg.Dt.Tt /= Tsref THEN
1602                         Error(Tparam_No_Coincident, L,
1603                             C, Dtipoarg.Dt.Tt'Img);
1604                         Esem := True;
1605                     END IF;
1606                 ELSIF Dparam.td = Dargc THEN
1607                     IF Idref /= Dparam.targ THEN
1608                         Error(Tparam_No_Coincident, L, C,
1609                             Cons_Nom(Tn, Idref)&"/"&
1610                             Cons_Nom(Tn, Id_Cursor));
1611                         Esem := True;
1612                     END IF;
1613                 ELSIF Dparam.td = Dvar THEN
1614                     IF Idref /= Dparam.Tr THEN
1615                         Error(Tparam_No_Coincident, L, C,
1616                             Cons_Nom(Tn, Idref)&"/"&
1617                             Cons_Nom(Tn, Id_Cursor));
1618                         Esem := True;
1619                     END IF;
1620                 END IF;
1621                 It_Arg := Succ_Arg(Ts, It_Arg);
1622             END IF;
1623
1624         WHEN Encappri => -- r(E
1625             Ct_Referencia_Proc(Fesq, Tsub, Id);
1626             Ct_Expressio(Fdret, Tsref, Idref, L, C);
1627             Dbase := Cons (Ts, Id);
1628             IF Tsub = Tsarr AND Dbase.td = Dproc THEN
1629                 It_Arg := Primer_Arg(Ts, Id);
1630                 IF Arg_Valid(It_Arg) THEN
1631                     Cons_Arg(Ts, It_Arg, Id_Cursor, Dparam);
1632

```

```

1633         IF Idref = Id_Nul THEN
1634             IF(Dtipoarg.Td /= Dnula) THEN
1635                 Dtipoarg := Cons(Ts, Dparam.Targ);
1636                 IF Dtipoarg.Dt.Tt /= Tsref THEN
1637                     Error(Tparam_No_Coincident,
1638                         L, C, "");
1639                     Esem := True;
1640                 END IF;
1641             END IF;
1642         ELSIF Dparam.Td = Dargc THEN
1643             IF Idref /= Dparam.Targ THEN
1644                 Error(Tparam_No_Coincident, L, C,
1645                     Cons_Nom(Tn, Idref)&"/"&
1646                     Cons_Nom(Tn, Id_Cursor));
1647                 Esem := True;
1648             END IF;
1649         ELSIF Dparam.Td = Dvar THEN
1650             IF Idref /= Dparam.Tr THEN
1651                 Error(Tparam_No_Coincident, L, C,
1652                     Cons_Nom(Tn, Idref)&"/"&
1653                     Cons_Nom(Tn, Id_Cursor));
1654                 Esem := True;
1655             END IF;
1656         END IF;
1657     END IF;
1658     It_Arg := Succ_Arg(Ts, It_Arg);
1659 ELSE
1660     Error(Tproc_No_Param, L, C, Tsub'Img);
1661     Esem := True;
1662 END IF;
1663
1664     T := Tsub;
1665     WHEN OTHERS =>
1666         Esem := True;
1667 END CASE;
1668 END Ct_Ref_Pri;
1669
1670 END Semantica.Ctipus;

```

## 4.5 Missatges d'error

### 4.5.1 Fitxer *semantica-missatges.ads*

```

1  WITH decls.dgenerals ,
2      Ada.Text_IO;
3
4  USE decls.dgenerals ,
5      Ada.Text_IO;
6
7  PACKAGE Semantica.Missatges IS
8
9      TYPE Terror IS
10         (paramsPprincipal ,
11          id_existent ,
12          idProgDiferents ,
13          tipusParam ,
14          paramRepetit ,
15          enregArg ,
16          tipusInexistent ,
17          tipusSubIncorrecte ,
18          rang_sobrepassat ,
19          idCampRecordExistent ,
20          TsubjRangDif ,
21          TsubjDifTipus ,
22          ValEsqMajorDret ,
23          ValEsqMenor ,
24          ValDretMajor ,
25          TsubNoValid ,
26          argNoProc ,
27          tipusSubDiferents ,
28          posaIdxArray ,
29          TipusIdxErroniArray ,
30          Tsub_No_Bool ,
31          Tops_Diferents ,
32          Tsubs_Diferents ,
33          Tsub_No_Escalar ,
34          Tsub_No_Sencer ,
35          Tipus_No_Desc ,
36          Id_No_Reconegut ,
37          Id_No_Cridaprocc ,
38          Assig_Tipus_Diferents ,
39          Exp_No_Bool ,
40          Rec_No_Cridaprocc ,

```

```
41      Falta_Param_Proc ,
42      Refvar_No_Proc ,
43      Falta_Param_Array ,
44      Reccamp_No_Valid ,
45      Idrec_No_Valid ,
46      Sobren_Parametres ,
47      Tparam_No_Coincident ,
48      Tipus_No_Array ,
49      Tproc_No_Param);
50
51  PROCEDURE Obre_Fitxer
52      (nomFitxer: IN String);
53
54  PROCEDURE Tanca_Fitxer;
55
56  PROCEDURE Error
57      (Te : IN Terror;
58       L, C : IN Natural;
59       Id : String);
60
61  PROCEDURE Error
62      (Te : IN Terror;
63       Id : String);
64
65  PROCEDURE Impressio
66      (Msj : IN String);
67
68  PRIVATE
69
70      Log_File : File_Type;
71
72  END Semantica.Missatges;
```

4.5.2 Fitxer *semantica-missatges.adb*

```

1 PACKAGE BODY Semantica.Missatges IS
2
3   PROCEDURE Obre_Fitxer
4     (Nomfitxer : IN String) IS
5   BEGIN
6     Create(Log_File, Out_File, Nomfitxer&".log");
7   END Obre_Fitxer;
8
9   PROCEDURE Tanca_Fitxer IS
10  BEGIN
11    Close(log_file);
12  END Tanca_Fitxer;
13
14  PROCEDURE Impressio
15    (Msj : IN String) IS
16  BEGIN
17    put_line(log_file, "ERROR CompilEMON: " & msj);
18    put_line("ERROR CompilEMON: " & msj);
19  END Impressio;
20
21  PROCEDURE Error
22    (Te : IN Terror;
23     L, C : IN Natural;
24     Id : String) IS
25  BEGIN
26    CASE te IS
27      WHEN id_existent =>
28        Impressio("l:"&l'img&" c:"&c'img&
29                  " L'identificador '&id&
30                  "' ja existeix");
31      WHEN idProgDiferents =>
32        Impressio("l:"&l'img&" c:"&c'img&
33                  " Possible escritura "&
34                  "erronea de '&Id&"');
35      WHEN tipusParam =>
36        Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
37                  " El tipus del parametre "&
38                  id&" es incorrecte");
39      WHEN enregArg =>
40        Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
41                  " Error al enregistrar"&

```



```

42         " l'argument");
43     WHEN paramRepetit =>
44         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
45             " El param "&id&
46             " es troba repetit");
47     WHEN tipusSubDiferents =>
48         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
49             " Tipus subjacents "&
50             "diferents "&id&);
51     WHEN tipusInexistent =>
52         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
53             " El tipus "&id&" no "&
54             "existeix o no es correcte");
55     WHEN tipusSubIncorrecte =>
56         --Aqui donam prioritat al tipus que declaram per
57         --sobre del tipus. Si son diferents assignam l'erroni
58         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
59             " El tipus "&id&
60             " no es correspon amb el tipus"&
61             " de la variable");
62     WHEN rang_sobrepassat =>
63         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&" El "&
64             "valor de la constant "&
65             id&" surt del rang");
66     WHEN idCampRecordExistent =>
67         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
68             " Ja existeix un camp "&
69             id&" en aquest record");
70     WHEN TsubjRangDif =>
71         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
72             "Els Tsubjacents dels "&
73             "limits del subtipus "&id&
74             " son diferents");
75     WHEN ValEsqMajorDret =>
76         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
77             " El valor del limit "&
78             "Esquerra no pot esser major"&
79             " que el Dret en "&
80             "la declaracio del subrang: "&id&);
81     WHEN TsubjDifTipus =>
82         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
83             " Els Tsubjacents dels "&
84             "limits del subtipus"&id&

```

```

85         " son diferents al "&
86         "tipus assignat");
87     WHEN ValEsqMenor =>
88         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
89         " El valor esquerra es menor"&
90         "al permes en el subtipus"&id);
91     WHEN ValDretMajor =>
92         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
93         " El valor dret es major"&
94         "al permes en el subtipus"&id);
95     WHEN TsubNoValid =>
96         Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
97         " Tipus subjacent no valid"&
98         " per al subrang"&id);
99     WHEN argNoProc =>
100        Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
101        " L'identificador de "&
102        "l'argument no es un procediment"
103        &id);
104     WHEN posaIdxArray =>
105        Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
106        " Error al enregistrar "&
107        "l'index "&id&" en un array");
108     WHEN tipusIdxErroniArray =>
109        Impressio("l: "&l'img&" c: "&c'img&
110        " L'index d'un array nomes"&
111        " pot esser d'un tipus, "&
112        "aquest es d' "&Id);
113     WHEN Tsub_No_Bool =>
114        Impressio("l: "&L'Img&" c: "&C'Img&
115        " L'operand "&id&" no es de "&
116        "tipus boolea");
117     WHEN Tops_Diferents =>
118        Impressio("l: "&L'Img&" c: "&C'Img&
119        " Els tipus dels operands son"&
120        " diferents");
121     WHEN Tsubs_Diferents =>
122        Impressio("l: "&L'Img&" c: "&C'Img&
123        " Els tipus subjacents son "&
124        "diferents");
125     WHEN Tsub_No_Escalar =>
126        Impressio("l: "&L'Img&" c: "&C'Img&
127        " El tipus subjacent "&id&

```

```

128             " no es escalar");
129     WHEN Tsub_No_Sencer =>
130         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
131             " El tipus subjacent "&Id&
132             " no es sencer");
133     WHEN Tipus_No_Desc =>
134         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
135             " El tipus no es una "&
136             "descripcio de tipus "&Id);
137     WHEN Id_No_Reconegut =>
138         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
139             " L'identificador "&Id&
140             " no es reconegut");
141     WHEN Id_No_Cridaproc =>
142         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
143             " L'identificador "&Id&
144             " nomes pot representar una"&
145             " crida a procediment"&
146             " sense parametres");
147     WHEN Assig_Tipus_Diferents =>
148         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
149             " L'assignacio es de tipus "&
150             "diferents");
151     WHEN Exp_No_Bool =>
152         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
153             " L'expressio per un "&Id&
154             " ha d'esser booleana");
155     WHEN Rec_No_Cridaproc =>
156         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
157             " No es pot utilitzar un "&
158             "record com una crida a"&
159             " procediment");
160     WHEN Falta_Param_Proc =>
161         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
162             " Falten parametres al "&
163             "procediment");
164     WHEN Refvar_No_Proc =>
165         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
166             " No pot esser un procediment");
167     WHEN Falta_Param_Array =>
168         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
169             " Falten parametres a l'array");
170     WHEN Reccamp_No_Valid =>

```

```

171         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
172                 " Camp no valid en l'accés "&
173                 "a referencia");
174     WHEN Idrec_No_Valid =>
175         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
176                 " '&Id&"', no es un nom de "&
177                 "camp valid");
178     WHEN Sobren_Parametres =>
179         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
180                 " Sobren parametres");
181     WHEN Tparam_No_Coincident =>
182         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
183                 " El tipus del parametre no "&
184                 "coincideix amb el tipus "&
185                 "demanat "&Id);
186     WHEN Tipus_No_Array =>
187         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
188                 " El tipus '&Id&"', no es un "&
189                 "array");
190     WHEN Tproc_No_Param =>
191         Impressio("l:"&L'Img&" c:"&C'Img&
192                 " El tipus no es un "&
193                 "procediment amb parametres "&Id);
194     WHEN OTHERS => NULL;
195     END CASE;
196 END Error;
197
198 PROCEDURE Error
199     (Te : IN Terror;
200      Id : String) IS
201 BEGIN
202     CASE Te IS
203     WHEN paramsPprincipal =>
204         Impressio("El programa principal "&
205                 "no pot tenir parametres");
206     WHEN id_existent =>
207         Impressio("l'identificador ja existeix");
208     WHEN OTHERS => NULL;
209     END CASE;
210 END Error;
211
212 END Semantica.Missatges;

```

## 5 Generació de codi intermedi

### 5.1 Codi de 3 adreces

#### 5.1.1 Fitxer *semantica-declsc3a.ads*

```

1  WITH Decls.Dgenerals ,
2    Semantica ,
3    Decls.Dtdesc ,
4    Ada.Sequential_Io ,
5    Ada.Text_Io ,
6    Decls.D_Taula_De_Noms ,
7    Semantica.Ctipus ,
8    Ada.Strings ,
9    Ada.Strings.Fixed ,
10   Ada.Strings.Maps ;
11
12  USE Decls.Dgenerals ,
13    Semantica ,
14    Decls.Dtdesc ,
15    Decls.D_Taula_De_Noms ,
16    Semantica.Ctipus ,
17    Ada.Strings ,
18    Ada.Strings.Fixed ,
19    Ada.Strings.Maps ;
20
21  PACKAGE Semantica.Declsc3a IS
22
23    --taula procediments
24    PROCEDURE Nouproc
25      (Tp   : IN OUT T_Procs ;
26       Idp  : OUT num_proc) ;
27
28    FUNCTION Consulta
29      (Tp   : IN T_Procs ;
30       Idp  : IN num_proc) RETURN Info_Proc ;
31
32    FUNCTION Consulta
33      (Tv   : IN T_Vars ;
34       Idv  : IN num_var) RETURN Info_Var ;
35
36    PROCEDURE Modif_Descripcio
37      (Tv   : IN OUT T_Vars ;

```

```

38     Idv : IN num_var;
39     Iv  : IN Info_Var);
40
41 PROCEDURE Novavar
42     (Tv   : IN OUT T_Vars;
43      Idpr : IN num_proc;
44      Idv  : OUT num_var);
45
46 PROCEDURE Novaconst
47     (Tv   : IN OUT T_Vars;
48      Vc   : IN Valor;
49      Tsub : IN tipussubjacent;
50      Idpr : IN num_proc;
51      Idc  : OUT num_var);
52
53 --Taula d'etiquetes
54 FUNCTION Nova_Etiq RETURN num_Etiq;
55
56 FUNCTION Etiqueta
57     (Ipr : IN Info_Proc) RETURN String;
58
59 --Fitxers
60 PROCEDURE Crea_Fitxer
61     (Nom_Fitxer : IN String);
62 PROCEDURE Obrir_Fitxer
63     (Nom_Fitxer : IN String);
64 PROCEDURE Tanca_Fitxer;
65 PROCEDURE Llegir_Fitxer
66     (Instruccio : OUT c3a);
67 PROCEDURE Escriure_Fitxer
68     (Instruccio : IN c3a);
69 FUNCTION Fi_Fitxer RETURN Boolean;
70
71 PRIVATE
72 PACKAGE Fitxer_Seq IS NEW Ada.Sequential_Io(c3a);
73 USE Fitxer_Seq;
74 F3as : Fitxer_Seq.File_Type;
75 F3at : Ada.Text_Io.File_Type;
76
77 END Semantica.Declsc3a;

```

5.1.2 Fitxer *semantica-declsc3a.adb*

```
1 PACKAGE BODY Semantica.Declsc3a IS
2
3   -- Taula Procediments
4   PROCEDURE Nouproc
5     (Tp   : IN OUT T_Procs;
6      Idp  : OUT Num_Proc) IS
7   BEGIN
8     Posa(Tp, Info_Proc_Nul, Idp);
9   END Nouproc;
10
11
12   FUNCTION Consulta
13     (Tp   : IN T_Procs;
14      Idp  : IN Num_Proc) RETURN Info_Proc IS
15   BEGIN
16     RETURN Tp.Tp(Idp);
17   END Consulta;
18
19
20   -- Taula Variables
21   FUNCTION Consulta
22     (Tv   : IN T_Vars;
23      Idv  : IN Num_Var) RETURN Info_Var IS
24   BEGIN
25     RETURN Tv.Tv(Idv);
26   END Consulta;
27
28
29   PROCEDURE Modif_Descripcio
30     (Tv   : IN OUT T_Vars;
31      Idv  : IN Num_Var;
32      Iv   : IN Info_Var) IS
33   BEGIN
34     Tv.Tv(Idv) := Iv;
35   END Modif_Descripcio;
36
37
38   PROCEDURE Novavar
39     (Tv   : IN OUT T_Vars;
40      Idpr : IN Num_Proc;
41      Idv  : OUT Num_Var) IS
```

```

42
43      Ip          : Info_Proc := Info_Proc_Nul;
44      Iv          : Info_Var  := Info_Var_Nul;
45      Numvar      : Integer   := Integer (Tv.Nv) + 1;
46      Nomvar      : String    := "_var" &
47          Integer'Image(Numvar);
48      Idn         : Id_Nom;
49
50      BEGIN
51          Nomvar(Nomvar'First + 4) := '_' ;
52          Posa_Id(Tn, Idn, Nomvar);
53          Ip:=Consulta(Tp, Idpr);
54          Iv:=(Id      => Idn,
55              Np      => Idpr,
56              Ocup    => Integer'Size / 8,
57              Desp    => 0,
58              Tsub     => Tsent,
59              Param    => False,
60              Const    => False,
61              Valconst => 0);
62
63          Ip.Ocup_Var := Ip.Ocup_Var + Iv.Ocup;
64          Posa(Tv, Iv, Idv);
65          Modif_Descripcio(Tp, Idpr, Ip);
66
67      END Novavar;
68
69
70      PROCEDURE Novaconst
71          (Tv      : IN OUT T_Vars;
72           Vc      : IN Valor;
73           Tsub    : IN Tipussubjacent;
74           Idpr    : IN Num_Proc;
75           Idc     : OUT Num_Var) IS
76
77          Idn      : Id_Nom;
78          E        : Boolean;
79          Iv        : Info_Var;
80          D         : Descrip;
81          Ocup      : Despl;
82          Nconst    : Num_Var := Tv.Nv + 1;
83          Nomconst  : String  := "_cnt" & Nconst'img;
84

```



```

85  BEGIN
86
87      Nomconst(Nomconst'First + 4) := '_';
88
89      IF Tsub=Tsarr THEN
90          Ocup:=16*Integer'Size;
91          Nomconst(2..4):="str";
92      ELSE
93          Ocup:=Integer'Size/8;
94      END IF;
95
96      Posa_Id(Tn, Idn, Nomconst);
97
98      Iv:=(Id      => Idn,
99           Np      => Idpr,
100          Ocup    => Integer'Size / 8,
101          Desp    => 0,
102          Tsub    => Tsub,
103          Param   => False,
104          Const   => True,
105          Valconst => Vc);
106
107      Posa(Tv, Iv, Idc);
108
109      D:=(Dconst,
110         Id_Nul,
111         Vc,
112         Nconst);
113
114      Posa(Ts, Idn, D, E);
115
116  END Novaconst;
117
118  FUNCTION Nova_Etiq RETURN Num_Etiq IS
119  BEGIN
120      Ne := Ne + 1;
121      RETURN Ne;
122  END Nova_Etiq;
123
124  FUNCTION Etiqueta
125      (Idpr : IN num_Proc) RETURN String IS
126      Nomproc : String := Cons_Nom
127          (Tn, Consulta(Tp, Idpr).Idn);

```

```

128  BEGIN
129      RETURN "_" & Trim(Nomproc, Both);
130  END Etiqueta;
131
132
133  FUNCTION Etiqueta
134      (N : IN Integer) RETURN String IS
135      Text : String := "_etq" & Integer'Image (N);
136  BEGIN
137      Text(Text'First+4) := '_';
138      RETURN Trim(Text, Both);
139  END Etiqueta;
140
141
142  FUNCTION Etiqueta
143      (Ipr : IN Info_Proc) RETURN String IS
144  BEGIN
145      CASE Ipr.Tp IS
146          WHEN Intern =>
147              RETURN "_etq_" & Trim(Ipr.Etiq'Img, Both);
148          WHEN Extern =>
149              RETURN "_" &
150                  Trim(Cons_Nom(Tn, Ipr.Etiq_Extern), Both);
151      END CASE;
152  END Etiqueta;
153
154  --Fitxers
155  PROCEDURE Crea_Fitxer
156      (Nom_Fitxer : IN String) IS
157  BEGIN
158      Create(F3as, Out_File, Nom_Fitxer&".c3as");
159      Create(F3at, Out_File, Nom_Fitxer&".c3at");
160  END Crea_Fitxer;
161
162
163  PROCEDURE Obrir_Fitxer
164      (Nom_Fitxer : IN String) IS
165  BEGIN
166      Open(F3as, In_File, Nom_Fitxer&".c3as");
167  END Obrir_Fitxer;
168
169
170  PROCEDURE Tanca_Fitxer IS

```

```

171  BEGIN
172      Close(F3as);
173  END Tanca_Fitxer;
174
175
176  PROCEDURE Llegir_Fitxer
177      (Instruccio : OUT c3a) IS
178  BEGIN
179      Read(F3as, Instruccio);
180  END Llegir_Fitxer;
181
182
183  PROCEDURE Escriure_Fitxer
184      (Instruccio : IN c3a) IS
185  BEGIN
186
187      -- Escriptura a arxiu binari
188      Write(F3as, Instruccio);
189      -- Escriptura a arxiu de text
190      Put(F3at, Instruccio.Instr'Img & Ascii.Ht);
191
192      IF Instruccio.Instr <= Branc_Inc THEN
193          -- 1 operand
194          CASE Instruccio.Camp1.Tc IS
195              WHEN Proc =>
196                  Put_Line(F3at, Instruccio.Camp1.Idp'Img);
197              WHEN Var =>
198                  Put_Line(F3at, Instruccio.Camp1.Idv'Img);
199              WHEN Const =>
200                  Put_Line(F3at, Instruccio.Camp1.Idc'Img);
201              WHEN Etiq =>
202                  Put_Line(F3at, Instruccio.Camp1.Ide'Img);
203              WHEN OTHERS =>
204                  NULL;
205          END CASE;
206
207      ELSIF Instruccio.Instr <= Paramc THEN
208          -- 2 operands
209          CASE Instruccio.Camp1.Tc IS
210              WHEN Proc =>
211                  Put(F3at, Instruccio.Camp1.Idp'Img &
212                      Ascii.Ht);
213              WHEN Var =>

```

```

214         Put(F3at, Instruccio.Camp1.Idv'Img &
215             Ascii.Ht);
216     WHEN Const =>
217         Put(F3at, Instruccio.Camp1.Idc'Img &
218             Ascii.Ht);
219     WHEN Etiq =>
220         Put(F3at, Instruccio.Camp1.Ide'Img &
221             Ascii.Ht);
222     WHEN OTHERS =>
223         NULL;
224     END CASE;
225
226     CASE Instruccio.Camp2.Tc IS
227     WHEN Proc =>
228         Put_Line(F3at, Instruccio.Camp2.Idp'Img);
229     WHEN Var =>
230         Put_Line(F3at, Instruccio.Camp2.Idv'Img);
231     WHEN Const =>
232         Put_Line(F3at, Instruccio.Camp2.Idc'Img);
233     WHEN Etiq =>
234         Put_Line(F3at, Instruccio.Camp1.Ide'Img);
235     WHEN OTHERS =>
236         NULL;
237     END CASE;
238
239     ELSE
240         -- 3 operands
241     CASE Instruccio.Camp1.Tc IS
242     WHEN Proc =>
243         Put(F3at, Instruccio.Camp1.Idp'Img &
244             Ascii.Ht);
245     WHEN Var =>
246         Put(F3at, Instruccio.Camp1.Idv'Img &
247             Ascii.Ht);
248     WHEN Const =>
249         Put(F3at, Instruccio.Camp1.Idc'Img &
250             Ascii.Ht);
251     WHEN Etiq =>
252         Put(F3at, Instruccio.Camp1.Ide'Img &
253             Ascii.Ht);
254     WHEN OTHERS =>
255         NULL;
256     END CASE;

```

```

257
258     CASE Instruccio.Camp2.Tc IS
259         WHEN Proc =>
260             Put(F3at, Instruccio.Camp2.Idp'Img &
261                 Ascii.Ht);
262         WHEN Var =>
263             Put(F3at, Instruccio.Camp2.Idv'Img &
264                 Ascii.Ht);
265         WHEN Const =>
266             Put(F3at, Instruccio.Camp2.Idc'Img &
267                 Ascii.Ht);
268         WHEN Etiq =>
269             Put(F3at, Instruccio.Camp1.Ide'Img &
270                 Ascii.Ht);
271         WHEN OTHERS =>
272             NULL;
273     END CASE;
274
275     CASE Instruccio.Camp3.Tc IS
276         WHEN Proc =>
277             Put_Line(F3at, Instruccio.Camp3.Idp'Img);
278         WHEN Var =>
279             Put_Line(F3at, Instruccio.Camp3.Idv'Img);
280         WHEN Const =>
281             Put_Line(F3at, Instruccio.Camp3.Idc'Img);
282         WHEN Etiq =>
283             Put_Line(F3at, Instruccio.Camp3.Ide'Img);
284         WHEN OTHERS =>
285             NULL;
286     END CASE;
287
288     END IF;
289 END Escribe_Fitxer;
290
291
292 FUNCTION Fi_Fitxer RETURN Boolean IS
293 BEGIN
294     RETURN End_Of_File(F3as);
295 END Fi_Fitxer;
296
297
298 END Semantica.Declsc3a;

```

## 5.2 Piles

### 5.2.1 Fitxer *piles.ads*

```
1  GENERIC
2
3      TYPE Tipus_Element IS PRIVATE;
4
5  PACKAGE pilas IS
6
7      Memoria_Agotada : EXCEPTION;
8
9      TYPE Pila IS LIMITED PRIVATE;
10
11     PROCEDURE Pila_Buida
12         (P : OUT Pila);
13
14     FUNCTION Es_Buida
15         (P : Pila) RETURN Boolean;
16
17     PROCEDURE Cim
18         (P : IN Pila;
19          Element : OUT Tipus_Element);
20
21     PROCEDURE Empilar
22         (P : IN OUT Pila;
23          Element : IN Tipus_Element);
24
25     PROCEDURE Desempilar
26         (P : IN OUT Pila);
27
28     PROCEDURE Destruir
29         (P : IN OUT Pila);
30
31 PRIVATE
32
33     TYPE Component;
34     TYPE Pila IS ACCESS Component;
35
36 END pilas;
```

5.2.2 Fitxer *piles.adb*

```
1 WITH Ada.Unchecked_Deallocation;
2
3 PACKAGE BODY pilas IS
4
5     TYPE Component IS RECORD
6         Cim    : Tipus_Element;
7         Resta  : Pila;
8     END RECORD;
9
10    PROCEDURE Allibera_Memoria IS
11        NEW Ada.Unchecked_Deallocation
12        (Object => Component,
13         Name => Pila);
14
15    PROCEDURE Pila_Buida
16        (P : OUT Pila) IS
17    BEGIN
18        P := NULL;
19    END Pila_Buida;
20
21
22    FUNCTION Es_Buida
23        (P : Pila) RETURN Boolean IS
24    BEGIN
25        RETURN P = NULL;
26    END Es_Buida;
27
28
29    PROCEDURE Cim
30        (P : IN Pila;
31         Element : OUT Tipus_Element) IS
32    BEGIN
33        PRAGMA Assert
34        (P /= NULL, "Intent d'accedir a cim de pila buida");
35        Element := P.ALL.Cim;
36    END Cim;
37
38
39
40    PROCEDURE Empilar
41        (P : IN OUT Pila;
```

```
42      Element : IN Tipus_Element) IS
43      BEGIN
44          P := NEW Component'(Cim => Element, Resta => P);
45      EXCEPTION
46          WHEN Storage_Error => RAISE Memoria_Agotada;
47      END Empilar;
48
49
50      PROCEDURE Desempilar
51          (P : IN OUT Pila) IS
52          Antic : Pila;
53      BEGIN
54          PRAGMA Assert
55              (P /= NULL, "Intent de desempilar una pila buida");
56          Antic := P;
57          P := P.ALL.Resta;
58          Allibera_Memoria(Antic);
59      END Desempilar;
60
61
62      PROCEDURE Destruir
63          (P : IN OUT Pila) IS
64          Antic : Pila;
65      BEGIN
66          WHILE P /= NULL LOOP
67              Antic := P;
68              P := P.ALL.Resta;
69              Allibera_Memoria(Antic);
70          END LOOP;
71      END Destruir;
72
73      END pilas;
```



## 5.3 Generació de codi intermedi

### 5.3.1 Fitxer *semantica-gci.ads*

```

1 WITH Semantica.Declsc3a,
2   Pilas,
3   Decls.Dgenerals;
4
5 USE Semantica.Declsc3a;
6
7 PACKAGE Semantica.gci IS
8
9   Camp_Nul : CONSTANT Camp := (Const, Var_Nul);
10
11   TYPE T_Param IS RECORD
12     Base, Despl : num_Var;
13   END RECORD;
14
15   PROCEDURE Genera
16     (Instr : IN tInstruccio;
17      C1    : IN Camp := Camp_Nul;
18      C2    : IN Camp := Camp_Nul;
19      C3    : IN Camp := Camp_Nul);
20
21   PROCEDURE Inicia_Generacio
22     (nomFitxer : IN String);
23
24   PROCEDURE Gci_Decprocediment
25     (A : IN Pnode);
26
27   PROCEDURE gci_Programa
28     (A : IN Pnode);
29
30   PROCEDURE Gci_Encap
31     (A : IN Pnode;
32      I : IN Id_Nom);
33
34   PROCEDURE gci_Pencap
35     (A : IN Pnode);
36
37   PROCEDURE gci_Param
38     (A : IN Pnode);
39
40   PROCEDURE gci_Declaracions

```

```

41      (A : IN Pnode);
42
43  PROCEDURE gci_Decvar
44      (A : IN Pnode);
45
46  PROCEDURE gci_Declsvar
47      (A : IN Pnode);
48
49  PROCEDURE gci_Deconst
50      (A : IN Pnode);
51
52  PROCEDURE gci_Deccol
53      (A : IN Pnode);
54
55  PROCEDURE gci_Pcoleccio
56      (A : IN Pnode;
57       base: IN OUT Valor;
58       Idarray : OUT Id_nom);
59
60  PROCEDURE gci_Bloc
61      (A : IN Pnode);
62
63  PROCEDURE Gci_Assignacio
64      (Idref, Iddref, Idrexp, Iddexp: IN num_var);
65
66  --Procediments
67  PROCEDURE gci_Referencia_Proc
68      (A : IN Pnode;
69       Idproc : OUT num_proc);
70
71  PROCEDURE gci_Ref_Pri
72      (A : IN Pnode;
73       Idproc : OUT num_proc);
74
75  PROCEDURE gci_Identificador
76      (A : IN Pnode;
77       Idres, Idresp: OUT num_var;
78       Idtipus : OUT Id_Nom);
79
80  PROCEDURE gci_Constant
81      (A : IN Pnode;
82       Idres : OUT Num_var);
83

```

```

84  PROCEDURE gci_Expressio
85      (A : IN Pnode;
86       Idr, Idd: OUT num_var);
87
88  PROCEDURE gci_Expressioc
89      (A : IN Pnode;
90       Idres, Idresdesp: OUT num_var);
91
92  PROCEDURE gci_Exp_Relacional
93      (IdResE, IdResD, IdrespE, IdrespD : IN num_var;
94       IdResultExp, IdrespExp : OUT num_var;
95       Op : IN Operacio);
96
97  PROCEDURE gci_Exp_Logica
98      (IdResE, IdResD, IdrespE, IdrespD : IN num_var;
99       IdResultExp, IdrespExp : OUT num_var;
100      Op : IN Operacio);
101
102  PROCEDURE gci_Exp_Aritmetica
103      (IdResE, IdResD, IdrespE, IdrespD : IN num_var;
104       IdResultExp, IdrespExp : OUT num_var;
105       Op : IN Operacio);
106
107  PROCEDURE gci_Expressiou
108      (A : IN Pnode;
109       Idr, Idd : OUT num_var);
110
111  PROCEDURE gci_Exp_Negacio
112      (idRes, Idresp : IN num_var;
113       IdresultExp, IdrespExp : OUT num_var);
114
115  PROCEDURE gci_Exp_Neglogica
116      (idRes, Idresp : IN num_var;
117       IdresultExp, IdrespExp : OUT num_var);
118
119  PROCEDURE gci_Referencia_Var
120      (A : IN Pnode;
121       Idres, Idresp: OUT Num_Var;
122       Idtipus : OUT Id_Nom);
123
124  --Arrays
125  PROCEDURE gci_Ref_Pri
126      (A : IN Pnode;

```

```
127      Idres, Idresp, Idbase : OUT Num_var;
128      Idtipus : OUT Id_Nom;
129      It_Idx : OUT Cursor_Idx);
130
131      PROCEDURE gci_Ref_Rec
132      (A : IN Pnode;
133       Idres, Idresp: OUT num_var;
134       Idtipus : OUT Id_Nom);
135
136      PROCEDURE gci_Sconds
137      (A : IN Pnode);
138
139      PROCEDURE gci_Scondc
140      (A : IN Pnode);
141
142      PROCEDURE gci_Srep
143      (A : IN Pnode);
144
145      PROCEDURE Calcula_Despls;
146
147      PRIVATE
148
149      Nprofunditat : nprof;
150
151      END Semantica.gci;
```

## 5.4 Generació de codi intermedi

### 5.4.1 Fitxer *semantica-gci.adb*

```
1 PACKAGE BODY Semantica.Gci IS
2
3   PACKAGE Pila_Proc IS NEW Pilas (Num_Proc);
4   USE Pila_Proc;
5   Pproc : Pila_Proc.Pila;
6
7   PACKAGE Pila_Param IS NEW Pilas (T_Param);
8   USE Pila_Param;
9   Pparam : Pila_Param.Pila;
10
11  PROCEDURE Genera
12    (instr : IN Tinstruccio;
13     C1    : IN Camp := Camp_Nul;
14     C2    : IN Camp := Camp_Nul;
15     C3    : IN Camp := Camp_Nul) IS
16  BEGIN
17    Escriure_Fitxer((instr, C1, C2, C3));
18  END Genera;
19
20
21  PROCEDURE inicia_Generacio
22    (Nomfitxer : IN String) IS
23  BEGIN
24    IF NOT Esem THEN
25      Crea_Fitxer(Nomfitxer);
26      Pila_Buida(Pproc);
27      Pila_Buida(Pparam);
28      Empilar(Pproc, Proc_Nul);
29    END IF;
30  END inicia_Generacio;
31
32
33  PROCEDURE Gci_Programa
34    (A : IN Pnode) IS
35  BEGIN
36    Nprofunditat := 1;
37    Empilar(Pproc, Proc_Nul);
38    Tv.Nv := Nv;
39    Gci_Decprocediment(A);
40    Calcula_Despls;
```

```

41      Tanca_Fitxer;
42  END Gci_Programa;
43
44
45  PROCEDURE Gci_Decprocediment
46      (A : IN Pnode) IS
47
48      Encap : Pnode RENAMES A.Fe5;
49      Decls : Pnode RENAMES A.Fc5;
50      Bloc : Pnode RENAMES A.Fd5;
51      Id : Pnode RENAMES A.Fid5;
52      Id_Proc : Id_Nom RENAMES A.Fid5.Id12;
53
54      Eip : Num_Etiq;
55      C1 : Camp;
56
57      Ipr : info_Proc;
58      Dproc : Descrip;
59
60      Idprinvocador ,
61      Idprinvocat ,
62      Nproc : Num_Proc;
63
64  BEGIN
65
66      Gci_Encap(Encap , Id_Proc);
67      Eip := Nova_Etiq;
68      Cim(Pproc , Nproc);
69      Dproc := Cons(Tts(Nproc), Id_Proc);
70
71      Ipr := (intern , 0 , Id_Proc , Nprofunditat , 0 , Eip);
72      Nprofunditat := Nprofunditat + 1;
73      Modif_Descripcio(Tp , Dproc.Np , Ipr);
74
75      IF Decls.Tipus = Declaracions THEN
76          Gci_Declaracions(Decls);
77      END IF;
78
79      C1 := (Etiq , Eip);
80      Genera(Etiqueta , C1);
81      C1:=(Proc , Dproc.Np);
82      Genera(Preamb , C1);
83      Gci_Bloc(Bloc);

```

```

84      Nprofunditat := Nprofunditat - 1;
85
86      --Rtn
87      Cim(Pproc, Idprinvocat);
88      C1:=(Proc, Idprinvocat);
89      Genera(Rtn, C1);
90
91      Desempilar(Pproc);
92      Cim(Pproc, Idprinvocador);
93
94  END Gci_Decprocediment;
95
96
97  PROCEDURE Gci_Encap
98      (A : IN Pnode;
99       I : IN Id_Nom) IS
100      Dproc : Descrip;
101      Idproc : Num_Proc;
102  BEGIN
103      IF A.Tipus = Pencap THEN
104          Gci_Pencap(A);
105      ELSE
106          Cim(Pproc, Idproc);
107          Dproc := Cons(Tts(Idproc), I);
108          Empilar(Pproc, Dproc.Np);
109      END IF;
110
111  END Gci_Encap;
112
113
114  PROCEDURE Gci_Pencap
115      (A : IN Pnode) IS
116
117      Param : Pnode RENAMES A.Fd1;
118      Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
119      Dproc : Descrip;
120      Idproc : Num_Proc;
121
122  BEGIN
123      IF Fesq.Tipus = Identificador THEN
124          Cim(Pproc, Idproc);
125          Dproc := Cons(Tts(Idproc), Fesq.Id12);
126          Empilar(Pproc, Dproc.Np);

```

```

127         Gci_Param(Param);
128     ELSE
129         Gci_Pencap(Fesq);
130         Gci_Param(Param);
131     END IF;
132 END Gci_Pencap;
133
134
135 PROCEDURE Gci_Param
136 (A : IN Pnode) IS
137
138     Idpar : Id_Nom RENAMES A.Fe2.Id12;
139     D, Dtipus: Descrip;
140     Idproc : Num_Proc;
141     Iv : info_Var;
142
143 BEGIN
144     Cim(Pproc, Idproc);
145     D := Cons(Tts(Idproc), Idpar);
146
147     CASE D.Td IS
148     WHEN Dvar =>
149         Dtipus:=Cons(Tts(Idproc),D.Tr);
150         Iv := (Idpar,
151             Idproc,
152             Dtipus.Dt.Ocup,
153             0,
154             Dtipus.Dt.Tt,
155             True,
156             False,
157             0);
158         Modif_Descripcio(Tv, D.Nv, Iv);
159
160     WHEN Dargc =>
161         Dtipus:=Cons(Tts(Idproc),D.Targ);
162         Iv := (Idpar,
163             Idproc,
164             Dtipus.Dt.Ocup,
165             0,
166             Dtipus.Dt.Tt,
167             True,
168             False,
169             0);

```



```

170         Modif_Descripcio(Tv, D.Nvarg, Iv);
171         WHEN OTHERS =>
172             NULL;
173     END CASE;
174 END Gci_Param;
175
176
177 PROCEDURE Gci_Declaracions
178     (A : IN Pnode) IS
179
180     Decl : Pnode RENAMES A.Fd1;
181     Decls : Pnode RENAMES A.Fe1;
182
183 BEGIN
184     IF Decls.Tipus = Declaracions THEN
185         Gci_Declaracions(Decl);
186     END IF;
187
188     CASE Decl.Tipus IS
189         WHEN Dvariable =>
190             Gci_Decvar(Decl);
191         WHEN Dconstant =>
192             NULL;
193         WHEN Dcoleccio =>
194             Gci_Deccol(Decl);
195         WHEN Dregistre | Dencapregistre | Firecord =>
196             NULL;
197         WHEN Dsubrang =>
198             NULL;
199         WHEN Procediment =>
200             Gci_Decprocediment(Decl);
201         WHEN OTHERS =>
202             NULL;
203     END CASE;
204 END Gci_Declaracions;
205
206
207 PROCEDURE Gci_Decvar
208     (A : IN Pnode) IS
209
210     Dvariable : Pnode RENAMES A.Fd1;
211     Id : Id_Nom RENAMES A.Fe1.Id12;
212     Ivar : info_Var := info_Var_Nul;

```

```

213     Desc, Desctipus : Descrip;
214     Idproc : Num_Proc;
215
216     BEGIN
217         Gci_Declsvar(Dvariable);
218         Cim(Pproc, Idproc);
219         Desc:= Cons(Tts(Idproc),Id);
220         Desctipus := Cons(Tts(Idproc),Desc.Tr);
221         Ivar := (Id,
222                 Idproc,
223                 Desctipus.Dt.Ocup,
224                 0,
225                 Desctipus.Dt.Tt,
226                 False,
227                 False,
228                 0);
229         Modif_Descripcio(Tv, Desc.Nv, Ivar);
230     END Gci_Decvar;
231
232     PROCEDURE Gci_Declsvar
233     (A : IN Pnode) IS
234
235         Tnode : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
236         Ivar : info_Var := info_Var_Nul;
237         Desc, Desctipus : Descrip;
238         Idproc : Num_Proc;
239
240     BEGIN
241         IF Tnode = Declmultvar THEN
242             Gci_Declsvar(A.Fd1);
243             Cim(Pproc, Idproc);
244             Desc:= Cons(Tts(Idproc),A.Fe1.Id12);
245             Desctipus := Cons(Tts(Idproc),Desc.Tr);
246             Ivar := (A.Fe1.Id12,
247                     Idproc,
248                     Desctipus.Dt.Ocup,
249                     0,
250                     Desctipus.Dt.Tt,
251                     False,
252                     False,
253                     0);
254             Modif_Descripcio(Tv, Desc.Nv, Ivar);
255         END IF;

```

```

256     END Gci_Declsvar;
257
258
259     PROCEDURE Gci_Deconst
260         (A : IN Pnode) IS
261
262         Id : Id_Nom RENAMES A.Fe2.Id12;
263         Val : Pnode RENAMES A.Fd2;
264         Iconst : info_Var := info_Var_Nul;
265         Desc, Desctipus : Descrip;
266         Idproc : Num_Proc;
267
268     BEGIN
269         Cim(Pproc, Idproc);
270         Desc := Cons(Tts(Idproc), A.Fd1.Id12);
271         Desctipus := Cons(Tts(Idproc), Desc.Tr);
272         Iconst := (Id,
273                   Idproc,
274                   Desctipus.Dt.Ocup,
275                   0,
276                   Desctipus.Dt.Tt,
277                   False,
278                   True,
279                   Val.Val);
280         Modif_Descripcio(Tv, Desc.Nv, Iconst);
281     END Gci_Deconst;
282
283
284     PROCEDURE Gci_Deccol
285         (A : IN Pnode) IS
286
287         Darray : Descrip;
288         Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
289         Idarray : Id_Nom;
290         Base : Valor := 0;
291         Idproc : Num_Proc;
292         T1 : Num_Var;
293
294     BEGIN
295         Gci_Pcoleccio(Fesq, Base, Idarray);
296         Cim(Pproc, Idproc);
297         Darray := Cons(Tts(Idproc), Idarray);
298         Novaconst(Tv, Base, Tsent, Idproc, T1);

```

```

299      Darray.Dt.Base := Base;
300      Actualitza(Tts(Idproc), Idarray, Darray);
301  END Gci_Deccol;
302
303
304  PROCEDURE Gci_Pcoleccio
305      (A : IN Pnode;
306       Base: IN OUT Valor;
307       Idarray : OUT Id_Nom) IS
308
309      Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
310      Id    : Id_Nom RENAMES A.Fd1.Id12;
311      Ncomp : Valor;
312      Dtcamp : Descrip;
313      Idproc : Num_Proc;
314
315  BEGIN
316
317      Cim(Pproc, Idproc);
318      IF (A.Tipus = Pcoleccio) THEN
319          Gci_Pcoleccio(Fesq, Base, Idarray);
320          Dtcamp := Cons(Tts(Idproc), Id);
321          Ncomp := Dtcamp.Dt.Lsup - Dtcamp.Dt.Linf + 1;
322          Base := (Base * Ncomp) + Dtcamp.Dt.Linf;
323
324      ELSIF (A.Tipus = Pdimcoleccio) THEN
325          Dtcamp := Cons(Tts(Idproc), Id);
326          Idarray := Fesq.Id12;
327          Base := Dtcamp.Dt.Linf;
328      END IF;
329  END Gci_Pcoleccio;
330
331
332  PROCEDURE Gci_Bloc
333      (A : IN Pnode) IS
334
335      D : Descrip;
336      Idbase : Num_Proc;
337      Idtipus : Id_Nom;
338      Idres,
339      Iddesp,
340      Idr,
341      Idd: Num_Var;

```

```

342
343 BEGIN
344     CASE (A.Tipus) IS
345         WHEN Bloc =>
346             Gci_Bloc(A.Fe1);
347             Gci_Bloc(A.Fd1);
348         WHEN Repeticio =>
349             Gci_Srep(A);
350         WHEN Identificador =>
351             Gci_Identificador(A, Idres, Idresp, Idtipus);
352         WHEN Fireferencia =>
353             Gci_Referencia_Proc(A, Idbase);
354         WHEN Condicionals =>
355             Gci_Sconds(A);
356         WHEN Condicionalc =>
357             Gci_Scondc(A);
358         WHEN Assignacio =>
359             Gci_Referencia_Var(A.Fe1, Idr, Idd, Idtipus);
360             Gci_Expressio(A.Fd1, Idres, Idresp);
361             Gci_Assignacio(Idr, Idd, Idres, Idresp);
362         WHEN OTHERS => NULL;
363     END CASE;
364 END Gci_Bloc;
365
366
367 PROCEDURE Gci_Assignacio
368     (Idref, Iddref, Idrexp, Iddexp: IN Num_Var) IS
369     C1,
370     C2,
371     C3,
372     C4,
373     C5 : Camp;
374     T : Num_Var;
375     Idproc : Num_Proc;
376
377 BEGIN
378     C1:=(Var, Idref);
379     C2:=(Var, Iddref);
380     C3:=(Var, Idrexp);
381     C4:=(Var, Iddexp);
382     Cim(Pproc, Idproc);
383
384     IF Iddref = Var_Nul THEN

```

```

385         IF Iddexp = Var_Nul THEN
386             Genera(Copia, C1, C3);
387         ELSE
388             Genera(Consindex, C1, C3, C4);
389         END IF;
390     ELSE
391         IF Iddexp = Var_Nul THEN
392             Genera(Asigindex, C1, C2, C3);
393         ELSE
394             Novavar(Tv, Idproc, T);
395             C5:=(Var, T);
396             Genera(Consindex, C5, C3, C4);
397             Genera(Asigindex, C1, C2, C5);
398         END IF;
399     END IF;
400 END Gci_Assignacio;
401
402
403 --Procediments
404 PROCEDURE Gci_Referencia_Proc
405     (A : IN Pnode;
406      Idproc : OUT Num_Proc) IS
407
408     Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
409     Dproc : Descrip;
410     Prm : T_Param;
411     C1, C2 : Camp;
412
413 BEGIN
414     CASE Tipus IS
415         WHEN Identificador => --R -> Id
416             Idproc:= Proc_Nul;
417             Cim(Pproc, Idproc);
418             Dproc := Cons(Tts(Idproc), A.Id12);
419             Idproc := Dproc.Np;
420
421         WHEN Fireferencia => -- R -> Pri)
422             Gci_Ref_Pri(A.F6, Idproc);
423
424         WHILE NOT Es_Buida(Pparam) LOOP
425             Cim(Pparam, Prm);
426             C1:=(Var, Prm.Base);
427             C2:=(Var, Prm.Despl);

```

```

428
429         IF Prm.Despl=Var_Nul THEN
430             Genera(Params , C1);
431         ELSE
432             Genera(Paramc , C1, C2);
433         END IF;
434         Desempilar(Pparam);
435     END LOOP;
436
437     C1:=(Proc , Idproc);
438     Genera(Call , C1);
439
440     WHEN OTHERS =>
441         Put_Line("Error (Debug)");
442     END CASE;
443 END Gci_Referencia_Proc;
444
445
446 PROCEDURE Gci_Ref_Pri
447 (A : IN Pnode;
448  Idproc : OUT Num_Proc) IS
449
450     Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
451     Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
452     Fdret : Pnode RENAMES A.Fd1;
453
454     Idres , Idresp : Num_Var;
455     Prm: T_Param;
456
457 BEGIN
458     CASE Tipus IS
459         WHEN Pri => --Pri -> Pri,E
460             Gci_Ref_Pri(Fesq,Idproc);
461             Gci_Expressio(Fdret , Idres , Idresp);
462             Prm.Base := Idres;
463             Prm.Despl := Idresp;
464             Empilar(Pparam , Prm);
465
466         WHEN Encappri => -- Pri -> R(E
467             Gci_Referencia_Proc(Fesq , Idproc);
468             Gci_Expressio(Fdret , Idres , Idresp);
469             Prm.Base := Idres;
470             Prm.Despl := Idresp;

```

```

471         Empilar(Pparam, Prm);
472
473         WHEN OTHERS =>
474             Put_Line("Error (Debug)");
475         END CASE;
476     END Gci_Ref_Pri;
477
478
479     PROCEDURE Gci_Identificador
480     (A : IN Pnode;
481      Idres, Iddesp: OUT Num_Var;
482      Idtipus : OUT Id_Nom) IS
483
484      D , Descconst: Descrip;
485      Id : Id_Nom RENAMES A.Id12;
486      Desc : Tdescrip RENAMES D.Td;
487
488      Idv, T1 : Num_Var := Var_Nul;
489      Idproc : Num_Proc := Proc_Nul;
490      C1, C2: Camp;
491
492      Iv : info_Var;
493
494     BEGIN
495         Cim(Pproc, Idproc);
496         D := Cons(Tts(Idproc), Id);
497         CASE Desc IS
498             WHEN Dvar => -- R -> Id
499                 Idres := D.Nv;
500                 Iddesp := Var_Nul;
501                 Idtipus := D.Tr;
502
503             WHEN Dconst =>
504                 Descconst := Cons(Tts(Idproc), D.Tc);
505                 Iv := (Id,
506                     Idproc,
507                     Descconst.Dt.Ocup,
508                     0,
509                     Descconst.Dt.Tt,
510                     False,
511                     True,
512                     D.Vc);
513                 Modif_Descripcio(Tv, D.Nvc, Iv);

```



```

514         Novavar(Tv, Idproc, T1);
515
516         C1:=(Var, T1);
517         C2:=(Const, D.Nvc);
518         Genera(Copia, C1, C2);
519         Idres:= T1;
520         Idresp:= Var_Nul;
521         Idtipus:= D.Tc;
522
523     WHEN Dargc =>
524         Novavar(Tv, Idproc, T1);
525         C1:=(Var, T1);
526         C2:=(Var, D.Nvarg);
527         Genera(Copia, C1, C2);
528         Idres := T1;
529         Idresp := Var_Nul;
530         Idtipus := D.Targ;
531
532     WHEN Dproc =>
533         D:=Cons(Tts(Idproc), Id);
534         C1:=(Proc, D.Np);
535         Genera(Call, C1);
536
537     WHEN OTHERS =>
538         Put_Line("Es Un Altre Tipus Al Gci Identificador");
539
540     END CASE;
541 END Gci_Identificador;
542
543
544 PROCEDURE Gci_Constant
545     (A : IN Pnode;
546      Idres : OUT Num_Var) IS
547
548     Tatr : Tipus_Atribut RENAMES A.Tconst;
549     Idproc : Num_Proc;
550     T : Tipussubjacent;
551     T1 : Num_Var;
552     C1,
553     C2 : Camp;
554
555 BEGIN
556     Cim(Pproc, Idproc);

```

```

557     CASE (Tatr) IS
558         WHEN A_Lit_C =>
559             T := Tscar;
560         WHEN A_Lit_N =>
561             T := Tsent;
562         WHEN A_Lit_S =>
563             T := Tsstr;
564         WHEN OTHERS => NULL;
565     END CASE;
566
567     Novaconst(Tv, A.Val, T, Idproc, T1);
568     Novavar(Tv, Idproc, Idres);
569     C1:=(Const, T1);
570     C2:=(Var, Idres);
571     Genera(Copia, C2, C1);
572 END Gci_Constant;
573
574
575 PROCEDURE Gci_Expressio
576 (A : IN Pnode;
577  Idr, Idd: OUT Num_Var) IS
578
579     Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
580     Idtipus : Id_Nom;
581     Desc : Descrip;
582
583 BEGIN
584     Idd := Var_Nul;
585     CASE Tipus IS
586         WHEN Expressio =>
587             Gci_Expressioc(A, Idr, Idd);
588         WHEN Expressiounaria =>
589             Gci_Expressiou(A, Idr, Idd);
590         WHEN Identificador =>
591             Gci_Identificador(A, Idr, Idd, Idtipus);
592         WHEN Const =>
593             Gci_Constant(A, Idr);
594         WHEN Fireferencia | Referencia =>
595             Gci_Referencia_Var(A, Idr, Idd, Idtipus);
596         WHEN OTHERS =>
597             Put_Line("Error (Debug)");
598     END CASE;
599 END Gci_Expressio;

```

```

600
601
602 PROCEDURE Gci_Expressioc
603   (A : IN Pnode;
604     Idres, Idresdesp: OUT Num_Var) IS
605
606     Fesq : Pnode RENAMES A.Fe3;
607     Fdret : Pnode RENAMES A.Fd3;
608     Op : Operacio RENAMES A.Op3;
609     Idesq,
610     Iddret,
611     Iddespe,
612     Iddespd : Num_Var;
613
614 BEGIN
615     --Analitzam L'Operand Esquerra
616     Gci_Expressio(Fesq, Idesq, Iddespe);
617     --Analitzam L'Operand Dret
618     Gci_Expressio(Fdret, Iddret, Iddespd);
619     -- Comparam Els Tipus
620     CASE Op IS
621         WHEN Unio | interseccio =>
622             Gci_Exp_Logica(Idesq, Iddret, Iddespe,
623                           Iddespd, Idres, Idresdesp, Op);
624         WHEN Menor | Menorig | Major | Majorig
625             | Igual | Distint =>
626             Gci_Exp_Relacional(Idesq, Iddret, Iddespe,
627                               Iddespd, Idres, Idresdesp, Op);
628         WHEN Suma | Resta | Mult | Div | Modul =>
629             Gci_Exp_Aritmetica(Idesq, Iddret, Iddespe,
630                               Iddespd, Idres, Idresdesp, Op);
631         WHEN OTHERS =>
632             NULL;
633     END CASE;
634 END Gci_Expressioc;
635
636
637 PROCEDURE Gci_Exp_Relacional
638   (Idrese, Idresd, Iddespe, Iddespd : IN Num_Var;
639     Idresultexp, Iddespexp : OUT Num_Var;
640     Op : IN Operacio) IS
641
642     T1,

```

```
643      T2 ,
644      T3 : Num_Var := Var_Nul ;
645
646      Emig ,
647      Efi : Num_Etiq ;
648
649      C1 ,
650      C2 ,
651      C3 : Camp ;
652      Idproc : Num_Proc := Proc_Nul ;
653
654      BEGIN
655          IF Iddespe = Var_Nul THEN
656              T1:= Idrese ;
657          ELSE
658              Cim(Pproc , Idproc) ;
659              Novavar(Tv , Idproc , T1) ;
660              C1:=(Var , T1) ;
661              C2:=(Var , Idrese) ;
662              C3:=(Var , Iddespe) ;
663              Genera(Consindex ,C1 ,C2 ,C3) ;
664          END IF ;
665
666          IF Iddespd = Var_Nul THEN
667              T2 := Idresd ;
668          ELSE
669              Cim(Pproc , Idproc) ;
670              Novavar(Tv , Idproc , T2) ;
671              C1:=(Var , T2) ;
672              C2:=(Var , Idresd) ;
673              C3:=(Var , Iddespd) ;
674              Genera(Consindex ,C1 ,C2 ,C3) ;
675          END IF ;
676
677      Emig:=Nova_Etiq ;
678      Efi:=Nova_Etiq ;
679      C1:=(Var , T1) ;
680      C2:=(Var , T2) ;
681      C3:=(Etiq , Emig) ;
682
683      CASE Op IS
684          WHEN Menor => Genera(Menor , C1 , C2 , C3) ;
685          WHEN Menorig => Genera(Menorigual , C1 , C2 , C3) ;
```

```

686         WHEN Igual => Genera(Igual,C1,C2,C3);
687         WHEN Majorig => Genera(Majorigual, C1, C2, C3);
688         WHEN Major => Genera(Major, C1, C2, C3);
689         WHEN Distint => Genera(Diferent, C1, C2, C3);
690         WHEN OTHERS => NULL;
691     END CASE;
692
693     Cim(Pproc, Idproc);
694     Novavar(Tv, Idproc, T3);
695     C1 := (Var, T3 );
696     C2 := (Const, Zero);
697     Genera(Copia, C1, C2);
698     C3 := (Etiq, Efi);
699     Genera(Branc_inc, C3);
700     C3.Ide := Emig;
701     Genera(Etiqueta, C3);
702     C2.Idc := Menysu;
703     Genera(Copia, C1, C2);
704     C3.Ide := Efi;
705     Genera(Etiqueta, C3);
706     Idresultexp := T3;
707     Idrespexp := Var_Nul;
708     END Gci_Exp_Relacional;
709
710
711     PROCEDURE Gci_Exp_Logica
712     (Idrese, Idresd, Iddespe, Iddespd : IN Num_Var;
713      Idresultexp, Idrespexp : OUT Num_Var;
714      Op : IN Operacio) IS
715
716         T1,
717         T2,
718         T3 : Num_Var := Var_Nul;
719         C1,
720         C2,
721         C3 : Camp;
722         Idproc : Num_Proc := Proc_Nul;
723
724     BEGIN
725         IF Iddespe = Var_Nul THEN
726             T1:= Idrese;
727         ELSE
728             Cim(Pproc, Idproc);

```

```

729         Novavar(Tv, Idproc, T1);
730         C1 := (Var, T1);
731         C2 := (Var, Idrese);
732         C3 := (Var, Iddespe);
733         Genera(Consindex, C1, C2, C3);
734     END IF;
735
736     IF Iddespd = Var_Nul THEN
737         T2 := Idresd;
738     ELSE
739         Cim(Pproc, Idproc);
740         Novavar(Tv, Idproc, T2);
741         C1 := (Var, T2);
742         C2 := (Var, Idresd);
743         C3 := (Var, Iddespd);
744         Genera(Consindex, C1, C2, C3);
745     END IF;
746
747     Cim(Pproc, Idproc);
748     Novavar(Tv, Idproc, T3);
749     C1 := (Var, T3);
750     C2 := (Var, T1);
751     C3 := (Var, T2);
752
753     CASE Op IS
754         WHEN Unio => Genera(Op_Or, C1, C2, C3);
755         WHEN interseccio => Genera(Op_And, C1, C2, C3);
756         WHEN OTHERS => NULL;
757     END CASE;
758
759     Idresultexp := T3;
760     Iddespexp := Var_Nul;
761 END Gci_Exp_Logica;
762
763
764 PROCEDURE Gci_Exp_Aritmetica
765 (Idrese, Idresd, Iddespe, Iddespd : IN Num_Var;
766 Idresultexp, Iddespexp : OUT Num_Var;
767 Op : IN Operacio) IS
768
769     T1,
770     T2,
771     T3 : Num_Var := Var_Nul;

```

```

772     C1 ,
773     C2 ,
774     C3 : Camp;
775     Idproc : Num_Proc := Proc_Nul;
776
777     BEGIN
778         IF Iddespe = Var_Nul THEN
779             T1:= Idrese;
780         ELSE
781             Cim(Pproc , Idproc);
782             Novavar(Tv , Idproc , T1);
783             C1 := (Var , T1);
784             C2 := (Var , Idrese);
785             C3 := (Var , Iddespe);
786             Genera(Consindex ,C1 ,C2 ,C3);
787         END IF;
788
789         IF Iddespd = Var_Nul THEN
790             T2 := Idresd;
791         ELSE
792             Cim(Pproc , Idproc);
793             Novavar(Tv , Idproc , T2);
794             C1 := (Var , T2);
795             C2 := (Var , Idresd);
796             C3 := (Var , Iddespd);
797             Genera(Consindex ,C1 ,C2 ,C3);
798         END IF;
799
800         Cim(Pproc , Idproc);
801         Novavar(Tv , Idproc , T3);
802         C1 := (Var , T3);
803         C2:=(Var , T1);
804         C3:=(Var , T2);
805
806         CASE Op IS
807             WHEN Suma => Genera(Suma , C1 , C2 , C3);
808             WHEN Resta => Genera(Resta , C1 , C2 , C3);
809             WHEN Mult => Genera(Producte , C1 , C2 , C3);
810             WHEN Div => Genera(Divisio , C1 , C2 , C3);
811             WHEN Modul => Genera(Modul , C1 , C2 , C3);
812             WHEN OTHERS => NULL;
813         END CASE;
814

```

```

815      Idresultexp := T3;
816      Idrespexp := Var_Nul;
817
818  END Gci_Exp_Aritmetica;
819
820
821  PROCEDURE Gci_Expressiou
822    (A : IN Pnode;
823     Idr, Idd : OUT Num_Var) IS
824
825      Fdret : Pnode RENAMES A.F4;
826      Op : Operacio RENAMES A.Op4;
827      Idru, Iddu : Num_Var;
828
829  BEGIN
830      Gci_Expressio(Fdret, Idru, Iddu);
831      CASE Op IS
832          WHEN Resta =>
833              Gci_Exp_Negacio(Idru, Iddu, Idr, Idd);
834          WHEN Negacio =>
835              Gci_Exp_Neglogica(Idru, Iddu, Idr, Idd);
836          WHEN OTHERS =>
837              NULL;
838      END CASE;
839  END Gci_Expressiou;
840
841
842  PROCEDURE Gci_Exp_Negacio
843    (Idres, Idresp : IN Num_Var;
844     Idresultexp, Idrespexp : OUT Num_Var) IS
845
846      T1,
847      T2 : Num_Var := Var_Nul;
848      C1,
849      C2,
850      C3 : Camp;
851      Idproc : Num_Proc := Proc_Nul;
852
853  BEGIN
854      Cim(Pproc, Idproc);
855      IF Idresp = Var_Nul THEN
856          T1:= Idres;
857      ELSE

```



```

858         Novavar(Tv, Idproc, T1);
859         C1 := (Var, T1);
860         C2 := (Var, Idres);
861         C3 := (Var, Idresp);
862         Genera(Consindex, C1, C2, C3);
863     END IF;
864
865     Novavar(Tv, Idproc, T2);
866     C1 := (Var, T2);
867     C2 := (Var, T1);
868
869     Genera(Negacio, C1, C2);
870     Idresultexp := T2;
871     Idrespexp := Var_Nul;
872 END Gci_Exp_Negacio;
873
874
875 PROCEDURE Gci_Exp_Neglogica
876 (Idres, Idresp : IN Num_Var;
877  Idresultexp, Idrespexp : OUT Num_Var) IS
878
879     T1,
880     T2 : Num_Var := Var_Nul;
881     C1,
882     C2,
883     C3 : Camp;
884     Idproc : Num_Proc := Proc_Nul;
885
886 BEGIN
887     Cim(Pproc, Idproc);
888     IF Idresp = Var_Nul THEN
889         T1:= Idres;
890     ELSE
891         Novavar(Tv, Idproc, T1);
892         C1 := (Var, T1);
893         C2 := (Var, Idres);
894         C3 := (Var, Idresp);
895         Genera(Consindex, C1, C2, C3);
896     END IF;
897
898     Novavar(Tv, Idproc, T2);
899     C1 := (Var, T2);
900     C2 := (Var, T1);

```

```

901
902     Genera(Op_Not, C1, C2);
903     Idresultexp := T2;
904     Idrespexp := Var_Nul;
905
906     END Gci_Exp_Neglogica;
907
908
909     PROCEDURE Gci_Referencia_Var
910     (A : IN Pnode;
911      Idres, Idresp: OUT Num_Var;
912      Idtipus : OUT Id_Nom) IS
913
914      Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
915      Idbase : Num_Var;
916      It_Idx : Cursor_Idx;
917      Da, Dtc : Descrip;
918      T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7: Num_Var := Var_Nul;
919      Idproc : Num_Proc := Proc_Nul;
920      C1, C2, C3: Camp;
921
922     BEGIN
923         CASE Tipus IS
924             WHEN Identificador =>
925                 Gci_Identificador(A, Idres, Idresp, Idtipus);
926
927             WHEN Referencia => -- R -> R.Id
928                 Gci_Ref_Rec(A, Idres, Idresp, Idtipus);
929
930             WHEN Fireferencia => --R -> Ref_Pri)
931                 Gci_Ref_Pri(A.F6, Idres, Idresp, Idbase,
932                             Idtipus, It_Idx);
933
934                 Cim(Pproc, Idproc);
935                 Dtc := Cons(Tts(Idproc),Idtipus);
936                 Idtipus := Dtc.Dt.Tcamp;
937                 Novavar(Tv,Idproc, T7);
938                 Novaconst(Tv, Valor(Dtc.Dt.Base), Tsent,
939                             Idproc, T3);
940
941                 C1 := (Var, T7);
942                 C2 := (Var, Idresp);
943                 C3 := (Const, T3);

```

```

944      Genera(Resta, C1, C2, C3);
945      Novavar(Tv, Idproc, T1);
946      Novaconst(Tv, Valor(integer'Size/8), Tsent,
947               Idproc, T6);
948
949      C1 := (Var, T1);
950      C2 := (Var, T7);
951      C3 := (Const, T6);
952      Genera(Producte, C1, C2, C3);
953      Novavar(Tv, Idproc, T2);
954
955      IF Idbase = Var_Nul THEN
956          Idresp := T1;
957      ELSE
958          Novavar(Tv, Idproc, T4);
959          Novaconst(Tv, Valor(Dtc.Dt.Ocup), Tsent,
960                   Idproc, T5);
961
962          C1 := (Var, T4);
963          C2 := (Const, T5);
964          C3 := (Var, T2);
965          Genera(Suma, C1, C2, C3);
966      END IF;
967      WHEN OTHERS => NULL;
968  END CASE;
969
970  END Gci_Referencia_Var;
971
972
973  --Arrays
974  PROCEDURE Gci_Ref_Pri
975  (A : IN Pnode;
976   Idres, Idresp, Idbase : OUT Num_Var;
977   Idtipus : OUT Id_Nom;
978   It_Idx : OUT Cursor_Idx) IS
979
980      Tipus : Tipusnode RENAMES A.Tipus;
981      Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
982      Fdret : Pnode RENAMES A.Fd1;
983
984      Idrese, Iddespe : Num_Var := Var_Nul;
985
986      T0,T1,T2,T3 : Num_Var := Var_Nul;

```

```

987      C1, C2, C3 : Camp;
988      Idproc : Num_Proc := Proc_Nul;
989      Di : Id_Nom;
990      Dti: Descrip;
991      Ni : Valor;
992
993      BEGIN
994          CASE Tipus IS
995              WHEN Pri => --Pri -> Pri, E
996                  Cim(Pproc, Idproc);
997
998                  Gci_Ref_Pri(Fesq, Idres, Iddesp, Idbase,
999                      Idtipus, It_Idx);
1000                  Gci_Expressio(Fdret, Idrese, Iddespe);
1001
1002                  It_Idx := Succ_Idx(Tts(Idproc), It_Idx);
1003
1004                  Di := Cons_Idx(Tts(Idproc), It_Idx);
1005                  Dti := Cons(Tts(Idproc), Di);
1006                  Ni := Dti.Dt.Lsup - Dti.Dt.Linf + 1;
1007
1008                  Novaconst(Tv, Ni, Tsent, Idproc, T0);
1009                  Novavar(Tv, Idproc, T1);
1010                  C1 := (Var, T1);
1011                  C2 := (Var, Iddesp);
1012                  C3 := (Const, T0);
1013                  Genera(Producte, C1, C2, C3);
1014                  Novavar(Tv, Idproc, T2);
1015
1016                  IF Iddespe = Var_Nul THEN
1017                      C1 := (Var, T2);
1018                      C2 := (Var, T1);
1019                      C3 := (Var, Idrese);
1020                      Genera(Suma, C1, C2, C3);
1021                  ELSE
1022                      C1 := (Var, T3);
1023                      C2 := (Var, Idrese);
1024                      C3 := (Var, Iddespe);
1025                      Genera(Suma, C1, C2, C3);
1026
1027                      C1 := (Var, T2);
1028                      C2 := (Var, T1);
1029                      C3 := (Var, T3);

```

```

1030         Genera(Suma, C1, C2, C3);
1031     END IF;
1032     Idresp := T2;
1033
1034     WHEN Encappri => -- Encappri --> R(E
1035         Cim(Pproc, Idproc);
1036
1037         Gci_Referencia_Var(Fesq, Idres, Idbase,
1038             Idtipus);
1039         Gci_Expressio(Fdret, Idrese, Idresp);
1040         It_Idx := Primer_Idx(Tts(Idproc), Idtipus);
1041
1042         IF Idresp = Var_Nul THEN
1043             Idresp:= Idrese;
1044         ELSE
1045             Novavar(Tv, Idproc, T1);
1046             C1:=(Var, T1);
1047             C2:=(Var, Idrese);
1048             C3:=(Var, Idresp);
1049             Genera(Suma, C1, C2, C3);
1050             Idresp:=T1;
1051         END IF;
1052
1053         WHEN OTHERS =>
1054             Put_Line("Error (Debug)");
1055     END CASE;
1056 END Gci_Ref_Pri;
1057
1058
1059 PROCEDURE Gci_Ref_Rec
1060 (A : IN Pnode;
1061  Idres, Idresp: OUT Num_Var;
1062  Idtipus : OUT Id_Nom) IS
1063
1064     Fesq : Pnode RENAMES A.Fe1;
1065     Dcmp : Descrip;
1066     Dtcamp : Descrip;
1067     Idcamp : Id_Nom RENAMES A.Fd1.Id12;
1068
1069     Numconstant : Num_Var := Var_Nul;
1070
1071     T1 :Num_Var := Var_Nul;
1072     C1,

```

```

1073      C2,
1074      C3 : Camp;
1075      Dtipus_Camp : Descrip;
1076      Idproc : Num_Proc;
1077
1078      BEGIN
1079          Gci_Referencia_Var(Fesq, Idres, Idresp,
1080                          Idtipus);
1081          Cim(Pproc, Idproc);
1082          Dcmp := Conscomp(Tts(Idproc), Idtipus,
1083                          Idcamp);
1084          Idtipus:= Dcmp.Tcamp;
1085          Dtipus_Camp := Cons(Ts, Idtipus);
1086          Novaconst(Tv, Valor(Dcmp.Dsp*4),
1087                  Tsent, Idproc, Numconstant);
1088          IF Idresp = Var_Nul THEN
1089              Idresp:=Numconstant;
1090          ELSE
1091              Novavar(Tv, Idproc, T1);
1092              C1:=(Var, T1);
1093              C2:=(Var, Idresp);
1094              C3:=(Const, Numconstant);
1095              Genera (Suma, C1, C2, C3);
1096              Idresp:= T1;
1097          END IF;
1098      END Gci_Ref_Rec;
1099
1100
1101      PROCEDURE Gci_Sconds
1102      (A : IN Pnode) IS
1103
1104          Cond : Pnode RENAMES A.Fe1;
1105          Bloc : Pnode RENAMES A.Fd1;
1106
1107          Idres, Idresp : Num_Var;
1108
1109          C1, C2, C3 : Camp;
1110          Efals: Num_Etiq;
1111
1112          Idproc : Num_Proc;
1113          T1 : Num_Var := Var_Nul;
1114
1115      BEGIN

```

```

1116     Efals := Nova_Etiq;
1117     Gci_Expressio(Cond, Idres, Idresp);
1118     IF Idresp = Var_Nul THEN
1119         C2 := (Var, Idres);
1120     ELSE
1121         Cim(Pproc, Idproc);
1122         Novavar(Tv, Idproc, T1);
1123         C1 := (Var, T1);
1124         C2 := (Var, Idres);
1125         C3 := (Var, Idresp);
1126         Genera(Consindex, C1, C2, C3);
1127         C2 := (Var, T1);
1128     END IF;
1129
1130     C3 := (Etiq, Efals);
1131     C1 := (Const, Zero);
1132     Genera(Igual, C2, C1, C3);
1133     Gci_Bloc(Bloc);
1134     Genera(Etiqueta, C3);
1135 END Gci_Sconds;
1136
1137
1138 PROCEDURE Gci_Scondc
1139 (A : IN Pnode) IS
1140
1141     Cond : Pnode RENAMES A.Fe2;
1142     Bloc : Pnode RENAMES A.Fc2;
1143     Blocelse : Pnode RENAMES A.Fd2;
1144
1145     Idres, Idresp : Num_Var;
1146
1147     C1, C2, C3 : Camp;
1148     Efals, Efinal: Num_Etiq;
1149
1150     Idproc : Num_Proc;
1151     T1 : Num_Var := Var_Nul;
1152
1153 BEGIN
1154     Efals := Nova_Etiq;
1155     Efinal := Nova_Etiq;
1156     Gci_Expressio(Cond, Idres, Idresp);
1157
1158     IF Idresp = Var_Nul THEN

```

```

1159         C2 := (Var, Idres);
1160     ELSE
1161         Cim(Pproc, Idproc);
1162         Novavar(Tv, Idproc, T1);
1163         C1 := (Var, T1);
1164         C2 := (Var, Idres);
1165         C3 := (Var, Idresp);
1166         Genera(Consindex, C1, C2, C3);
1167         C2 := (Var, T1);
1168     END IF;
1169
1170     C3 := (Etiq, Efals);
1171     C1 := (Const, Zero);
1172     Genera(Igual, C2, C1, C3);
1173
1174     Gci_Bloc(Bloc);
1175     C1 := (Etiq, Efinal);
1176     Genera(Branc_inc, C1);
1177
1178     C1.Ide:=Efals;
1179     Genera(Etiqueta, C1);
1180
1181     Gci_Bloc(Blocelse);
1182     C1 := (Etiq, Efinal);
1183     Genera(Etiqueta, C1);
1184
1185     END Gci_Scondc;
1186
1187
1188     PROCEDURE Gci_Srep
1189     (A : IN Pnode) IS
1190
1191         Exp : Pnode RENAMES A.Fe1;
1192         Bloc : Pnode RENAMES A.Fd1;
1193
1194         Idres, Idresp : Num_Var;
1195
1196         C1, C2, C3 : Camp;
1197         Einicial, Efinal: Num_Etiq;
1198
1199         Idproc : Num_Proc;
1200         T1 : Num_Var := Var_Nul;
1201

```



```

1202  BEGIN
1203      Einicial := Nova_Etiq;
1204      Efinal := Nova_Etiq;
1205      C1 := (Etiq, Einicial);
1206      Genera(Etiqueta, C1);
1207
1208      Gci_Expressio(Exp, Idres, Idresp);
1209      C1 := (Etiq, Efinal);
1210
1211      IF Idresp = Var_Nul THEN
1212          C2 := (Var, Idres);
1213      ELSE
1214          Cim(Pproc, Idproc);
1215          Novavar(Tv, Idproc, T1);
1216          C1 := (Var, T1);
1217          C2 := (Var, Idres);
1218          C3 := (Var, Idresp);
1219          Genera(Consindex, C1, C2, C3);
1220          C2 := (Var, T1);
1221      END IF;
1222
1223      C3 := (Const, Zero);
1224      Genera(Igual, C2, C3, C1);
1225
1226      Gci_Bloc(Bloc);
1227      C1 := (Etiq, Einicial);
1228      Genera(Branc_inc, C1);
1229      C1.Ide := Efinal;
1230      Genera(Etiqueta, C1);
1231
1232  END Gci_Srep;
1233
1234
1235  -- Calcula Desplacaments
1236  PROCEDURE Calcula_Despls IS
1237      Idpr      : Num_Proc;
1238      Ocup_Var  : Despl;
1239
1240  BEGIN
1241      FOR P IN Num_Proc LOOP
1242          IF Tp.Tp(P).Tp = intern THEN
1243              Tp.Tp(P).Ocup_Var := 0;
1244          END IF;

```

```

1245     END LOOP;
1246
1247     FOR V IN Num_Var RANGE 1..Tv.Nv LOOP
1248         IF Tv.Tv(V).Param THEN
1249             Idpr := Tv.Tv(V).Np;
1250             IF Tp.Tp(Idpr).Tp = intern THEN
1251                 Tv.Tv(V).Desp := Tp.Tp(Idpr).Ocup_Param + 12;
1252                 Tp.Tp(Idpr).Ocup_Param :=
1253                     Despl(Tp.Tp(Idpr).Ocup_Param) + 4;
1254             END IF;
1255         ELSE
1256             Idpr := Tv.Tv(V).Np;
1257             IF Tp.Tp(Idpr).Tp = intern THEN
1258                 Ocup_Var := Tv.Tv(V).Ocup;
1259                 Tp.Tp(Idpr).Ocup_Var :=
1260                     Tp.Tp(Idpr).Ocup_Var + Ocup_Var;
1261                 Tv.Tv(V).Desp :=
1262                     Despl(Tp.Tp(Idpr).Ocup_Var* (-1));
1263             END IF;
1264         END IF;
1265     END LOOP;
1266
1267     END Calcula_Despls;
1268
1269
1270 END Semantica.Gci;

```

## 6 Assemblador

### 6.1 Generació de codi assemblador

#### 6.1.1 Fitxer *semantica-assemblador.ads*

```

1  WITH Ada.Text_Io ,
2      Ada.Strings ,
3      Ada.Strings.Fixed ,
4      Ada.Strings.Maps ;
5
6  USE  Ada.Text_Io ,
7      Ada.Strings ,
8      Ada.Strings.Fixed ,
9      Ada.Strings.Maps ;
10
11 PACKAGE Semantica.Assemblador IS
12     Error_Assemblador : EXCEPTION ;
13     PROCEDURE Genera_Assemblador
14         (Nom_Fitxer : IN String);
15
16 PRIVATE
17     Nproc : Num_Proc := 0;
18     Fitxer_Asmbl : File_Type;
19 END Semantica.Assemblador;

```

### 6.1.2 Fitxer *semantica-assemblador.adb*

```

1  WITH Semantica.Declsc3a ,
2    Decls.Dtdesc ,
3    Decls.Dgenerals;
4
5  USE Semantica.Declsc3a ,
6    Decls.Dtdesc ,
7    Decls.Dgenerals;
8
9  PACKAGE BODY Semantica.Assemblador IS
10
11    -- Caracter TAB per els comentaris
12    Tab : CONSTANT Character := Ascii.Ht;
13
14    -- Variable per mantenir la profunditat
15    Prof_Actual : Nprof;
16
17    -- Procediments per inserir les instruccions
18    -- de codi assemblador. Tenim per els tres
19    -- tipus de instruccions C3@:
20    -- Instruccio amb 0 operadors
21    PROCEDURE Instr_0_Op
22      (Instruccio : IN String) IS
23    BEGIN
24      Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab & Instruccio);
25    END Instr_0_Op;
26
27    -- Instruccio amb 1 operador
28    PROCEDURE Instr_1_Op
29      (Instruccio ,
30       Operand : IN String) IS
31    BEGIN
32      Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab & Instruccio &
33              Tab & Operand);
34    END Instr_1_Op;
35
36    -- Instruccio amb 2 operadors
37    PROCEDURE Instr_2_Op
38      (Instruccio ,
39       Operand1 ,
40       Operand2 : IN String) IS
41    BEGIN

```

```

42      Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab & Instruccio &
43              Tab & Operand1 & ", " &
44              Operand2);
45  END Instr_2_Op;
46
47  -- Comentaris
48  PROCEDURE Comentari
49      (Comentari : IN String) IS
50  BEGIN
51      Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab & " # " & Tab &
52              Comentari);
53  END Comentari;
54
55  -- Etiquetes
56  PROCEDURE Etiqueta
57      (Etiqueta : IN String) IS
58  BEGIN
59      Put_Line(Fitxer_Asmbl, Trim(Etiqueta, Both) & ": nop");
60  END Etiqueta;
61
62  -- LD a, %eax
63  PROCEDURE Ld
64      (Org : IN Camp; --per ara usam camp
65       Dst : IN String) IS
66
67      Ivar : Info_Var;
68      Prof_Var : Nprof;
69      Vc : Valor;
70
71      Dpa : Integer;
72      Da : Despl RENAMES Ivar.Desp;
73
74  BEGIN
75      CASE Org.Tc IS
76      WHEN Var =>
77          Ivar := Consulta(Tv, Org.Idv);
78          Prof_Var := Consulta(Tp, Ivar.Np).Prof;
79
80          -- 'a' es una variable constant
81          IF Ivar.Const THEN
82              Comentari("LD variable constant" & Org.Idv'Img &
83                      ", " & Dst & " i TS " &
84                      Ivar.Tsub'Img);

```

```

85         IF Ivar.Tsub = Tsstr THEN
86             Instr_2_Op("movl", "$_cnt_" &
87                 Trim(Org.Idv'Img,
88                     Both), Dst);
89         ELSE
90             Instr_2_Op("movl", "$" &
91                 Trim(Ivar.Valconst'Img,
92                     Both), Dst);
93         END IF;
94
95         -- 'a' es local
96     ELSIF Prof_Var = Prof_Actual THEN
97         -- 'a' es parametre local
98         IF Ivar.Param THEN
99             Comentari("LD parametre local");
100             Instr_2_Op("movl", Da'Img & "(%ebp)",
101                 "%esi");
102             Instr_2_Op("movl", "(%esi)", Dst);
103             -- 'a' es variable local
104         ELSE
105             Comentari("LD variable local");
106             Instr_2_Op("movl", Trim(Da'Img, Both) &
107                 "(%ebp)", Dst);
108         END IF;
109         -- 'a' es global
110     ELSIF Prof_Var < Prof_Actual THEN
111         -- 'a' es parametre global
112         IF Ivar.Param THEN
113             Comentari("LD parametre global");
114             Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%esi");
115             Dpa := 4*Integer(Prof_Var);
116             Instr_2_Op("movl", Trim(Dpa'Img, Both) &
117                 "(%esi)", "%esi");
118             Instr_2_Op("movl", Trim(Da'Img, Both) &
119                 "(%esi)", "%esi");
120             Instr_2_Op("movl", "(%esi)", Dst);
121             -- 'a' es variable global
122         ELSE
123             Comentari("LD variable global");
124             Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%esi");
125             Dpa := 4*Integer(Prof_Var);
126             Instr_2_Op("movl", Trim(Dpa'Img, Both) &
127                 "(%esi)", "%esi");

```

```

128             Instr_2_Op("movl", Trim(Da'Img, Both) &
129                        "(%esi)", Dst);
130         END IF;
131     ELSE
132         RAISE Error_Assemblador;
133     END IF;
134
135     WHEN Const =>
136         -- 'a' es una constant
137         Ivar := Consulta(Tv, Org.Idc);
138         Vc := Ivar.Valconst;
139         IF Ivar.Tsub = Tsstr THEN
140             Comentari("LD es una constant string" &
141                     Org.Idc'Img
142                     & ", " & Dst);
143             Instr_2_Op("movl", "$_cnt_" &
144                     Trim(Org.Idc'Img,
145                         Both), Dst);
146         ELSE
147             Comentari("LD es una constant " &
148                     Org.Idc'Img
149                     & ", " & Dst);
150             Instr_2_Op("movl", "$" &
151                     Trim(Vc'Img, Both), Dst);
152         END IF;
153     WHEN OTHERS =>
154         RAISE Error_Assemblador;
155     END CASE;
156 END Ld;
157
158
159 -- ST %eax, a
160 PROCEDURE St
161     (Org : IN String;
162      Dst : IN Camp) IS
163
164     Prof_Var : Nprof;
165     Idst : Info_Var;
166
167     Dpa : Integer;
168     Da : Despl RENAMES Idst.Despl;
169
170 BEGIN

```

```

171     IF Dst.Tc /= Var THEN
172         RAISE Error_Asamblador;
173     END IF;
174
175     Idst := Consulta(Tv, Dst.Idv);
176     Prof_Var := Consulta(Tp, Idst.Np).Prof;
177     -- 'a' es local
178     IF Prof_Var = Prof_Actual THEN
179         -- 'a' es una variable local
180         IF NOT Idst.Param THEN
181             Comentari("ST a una variable local");
182             Instr_2_Op("movl", Org, Trim(Da'Img, Both) &
183                 " (%ebp)");
184             -- 'a' es un parametre local
185         ELSE
186             Comentari("ST a un parametre local");
187             Instr_2_Op("movl", Trim(Da'Img, Both) &
188                 " (%ebp)", "%edi");
189             Instr_2_Op("movl", Org, " (%edi)");
190         END IF;
191         -- 'a' es global
192     ELSIF Prof_Var < Prof_Actual THEN
193         -- 'a' es una variable global
194         IF NOT Idst.Param THEN
195             Comentari("ST a una variable global");
196             Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%esi");
197             Dpa := 4*Integer(Prof_Var);
198             Instr_2_Op("addl", "$" & Trim(Dpa'Img, Both),
199                 "%esi");
200             Instr_2_Op("movl", " (%esi)", "%edi");
201             Instr_2_Op("movl", Org, Trim(Da'Img, Both) &
202                 " (%edi)");
203             -- 'a' es un parametre global
204         ELSE
205             Comentari("ST a un parametre global");
206             Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%esi");
207             Dpa := 4*Integer(Prof_Var);
208             Instr_2_Op("addl", "$" & Trim(Dpa'Img, Both),
209                 "%esi");
210             Instr_2_Op("movl", " (%esi)", "%esi");
211             Instr_2_Op("movl", Trim(Da'Img, Both) &
212                 " (%esi)", "%edi");
213             Instr_2_Op("movl", Org, " (%edi)");

```



```

214         END IF;
215     ELSE
216         RAISE Error_Assemblador;
217     END IF;
218 END St;
219
220
221 -- LDA a, %eax
222 PROCEDURE Ldaddr
223 (Org : IN Camp;
224  Dst : IN String) IS
225
226     Ivar : Info_Var;
227     Prof_Var : Nprof;
228
229     Dpa : Integer;
230     Da : Despl RENAMES Ivar.Despl;
231
232 BEGIN
233     Ivar := Consulta(Tv, Org.Idv);
234     CASE Org.Tc IS
235         -- 'a' es constant
236         WHEN Const =>
237             Comentari("LDADDR amb a constant" &
238                     Org.Idc'Img & ", " & Dst);
239             Instr_2_Op("movl", "$" &
240                     Trim(Cons_Nom(Tn, Ivar.Id), Both), Dst);
241
242         -- 'a' es una variable
243         WHEN Var =>
244             Prof_Var := Consulta(Tp, Ivar.Np).Prof;
245             -- 'a' es una variable constant
246             IF Ivar.Const THEN
247                 Comentari("LDADDR amb var. constant" &
248                         Org.Idc'Img &
249                         ", " & Dst);
250                 Instr_2_Op("movl", "$" &
251                         Trim(Cons_Nom(Tn, Ivar.Id), Both),
252                         Dst);
253
254             -- 'a' es local
255             ELSIF Prof_Var = Prof_Actual THEN
256                 -- 'a' es una variable local

```

```

257         IF NOT Ivar.Param THEN
258             Comentari("LDADDR amb variable local");
259             Instr_2_Op("leal", Trim(Da'Img, Both) &
260                 "(%ebp)", Dst);
261             -- 'a' es un parametre local
262         ELSE
263             Comentari("LDADDR amb parametre local");
264             Instr_2_Op("movl", Trim(Da'Img, Both) &
265                 "(%ebp)", Dst);
266         END IF;
267
268         -- 'a' es global
269     ELSIF Prof_Var < Prof_Actual THEN
270         -- 'a' es una variable global
271         IF NOT Ivar.Param THEN
272             Comentari("LDADDR amb variable global");
273             Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%esi");
274             Dpa := 4*Integer(Prof_Var);
275             Instr_2_Op("movl", Trim(Dpa'Img, Both) &
276                 "(%esi)", "%esi");
277             Instr_2_Op("leal", Trim(Da'Img, Both) &
278                 "(%esi)", Dst);
279             -- 'a' es un parametre global
280         ELSE
281             Comentari("LDADDR amb parametre global");
282             Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%esi");
283             Dpa := 4*Integer(Prof_Var);
284             Instr_2_Op("movl", Trim(Dpa'Img, Both) &
285                 "(%esi)", "%esi");
286             Instr_2_Op("movl", Trim(Da'Img, Both) &
287                 "(%esi)", Dst);
288         END IF;
289     ELSE
290         RAISE Error_Assemblador;
291     END IF;
292
293     WHEN OTHERS =>
294         RAISE Error_Assemblador;
295     END CASE;
296 END Ldaddr;
297
298
299 PROCEDURE Gce_Inicialitza

```

```

300     (Nom_Fitxer : IN String) IS
301     Iv : Info_Var;
302 BEGIN
303     Create(Fitxer_Asmbl, Out_File, Nom_Fitxer & ".s");
304     Obrir_Fitxer(Nom_Fitxer); --dc3a
305
306     --1) Constants
307     Put_Line(Fitxer_Asmbl, ".section .data");
308     FOR I IN Num_Var RANGE 1..Tv.Nv LOOP
309         Iv := Consulta(Tv, I);
310         IF Iv.Const THEN
311             IF Iv.Tsub = Tsstr THEN
312                 --Si es un String
313                 --s1 : .asciiz "El nombre de a's es"
314                 Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab &
315                     Cons_Nom(Tn, Iv.Id)
316                     & " : .asciz " &
317                     Trim(Cons_Str(Tn, rang_tcar(Iv.Valconst)),
318                         Both));
319             ELSIF Iv.Tsub = Tsent OR Iv.Tsub = Tsbool THEN
320                 --Si es un numeric
321                 --c3 : .long 3
322                 Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab &
323                     Cons_Nom(Tn, Iv.Id) &
324                     " : .long " &
325                     Trim(Iv.Valconst'Img, Both));
326             ELSE
327                 --Si es un caracter
328                 --cc2 : .ascii "A"
329                 Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab &
330                     Cons_Nom(Tn, Iv.Id) &
331                     " : .ascii "" " &
332                     Trim(Iv.Valconst'Img, Both) & """);
333             END IF;
334         END IF;
335     END LOOP;
336
337     --2) Variables comuns
338     New_Line(Fitxer_Asmbl);
339     Put_Line(Fitxer_Asmbl, ".section .bss");
340     Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab & ".comm DISP, 100");
341
342     --3) Instruccions

```

```

343     New_Line(Fitxer_Asmbl);
344     Put_Line(Fitxer_Asmbl, ".section .text");
345     Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab & ".global main");
346     New_Line(Fitxer_Asmbl);
347     Put_Line(Fitxer_Asmbl, "main:");
348     Put_Line(Fitxer_Asmbl, Tab & "jmp _etq_1");
349
350     END Gce_Inicialitza;
351
352
353     PROCEDURE Gce_Genera IS
354
355         Ic3a : c3a;
356         Txt : String (1..10);
357         Dpn : Integer;
358         Ide : Num_Etiq;
359         Ipr : Info_Proc;
360
361     BEGIN
362         WHILE NOT Fi_Fitxer LOOP
363             Ipr := Info_Proc_Nul;
364             Ide := Etiq_Nul;
365             Llegir_Fitxer(Ic3a);
366             Txt := (OTHERS => ' ');
367             Dpn := 0;
368
369             CASE Ic3a.Instr IS
370
371                 WHEN Rtn =>
372                     IF Ic3a.Camp1.Tc /= Proc THEN
373                         RAISE Error_Assemblador;
374                     END IF;
375                     New_Line(Fitxer_Asmbl);
376                     Comentari("Return " & Ic3a.Camp1.Idp'Img);
377                     Np := Np - 1;
378                     Ipr := Consulta(Tp, Ic3a.Camp1.Idp);
379                     Instr_2_Op("movl", "%ebp", "%esp");
380                     Instr_1_Op("popl", "%ebp");
381                     Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%edi");
382                     Dpn := 4*Integer(Ipr.Prof);
383                     Instr_1_Op("popl", Trim(Dpn'Img, Both) &
384                                 " (%edi)");
385                     Instr_0_Op("ret");

```

```

386
387     WHEN Call =>
388         IF Ic3a.Camp1.Tc /= Proc THEN
389             RAISE Error_Assemblador;
390         END IF;
391         New_Line(Fitxer_Asmbl);
392         Comentari("Call " & Ic3a.Camp1.Idp'Img);
393         Ipr := Consulta(Tp, Ic3a.Camp1.Idp);
394         IF Ic3a.Camp1.Idp = Id_Puts OR
395            Ic3a.Camp1.Idp = Id_Gets THEN
396             Comentari("Crida a 'gets' o 'puts'");
397             Instr_1_Op("popl", "%eax");
398             Instr_2_Op("movl", "(%eax)", "%eax");
399             Instr_1_Op("pushl", "%eax");
400         END IF;
401         Instr_1_Op("call", Trim(Etiqueta(Ipr), Both));
402         Instr_2_Op("addl", "$" & Trim(Ipr.Ocup_Param'Img,
403                                     Both), "%esp");
404
405         --end if;
406
407     WHEN Preamb =>
408         IF Ic3a.Camp1.Tc /= Proc THEN
409             RAISE Error_Assemblador;
410         END IF;
411         New_Line(Fitxer_Asmbl);
412         Comentari("Preambul " & Ic3a.Camp1.Idp'Img);
413         Nproc := Nproc + 1;
414         Ipr := Consulta(Tp, Ic3a.Camp1.Idp);
415         Prof_Actual := Ipr.Prof;
416         Instr_2_Op("movl", "$DISP", "%esi");
417         Dpn := 4*Integer(Ipr.Prof);
418         Instr_1_Op("pushl", Trim(Dpn'Img, Both) &
419                     "(%esi)");
420         Instr_1_Op("pushl", "%ebp");
421         Instr_2_Op("movl", "%esp", "%ebp");
422         Instr_2_Op("movl", "%ebp", Trim(Dpn'Img, Both) &
423                     "(%esi)");
424
425         Instr_2_Op("subl", "$" & Trim(Ipr.Ocup_Var'Img,
426                                     Both), "%esp");
427
428     WHEN Params =>

```

```

429         New_Line(Fitxer_Asmbl);
430         Comentari("Parametre Simple");
431         Ldaddr(Ic3a.Camp1, "%eax");
432         Instr_1_Op("pushl", "%eax");
433
434     WHEN Etiqueta =>
435         IF Ic3a.Camp1.Tc /= Etiq THEN
436             RAISE Error_Assemblador;
437         END IF;
438         New_Line(Fitxer_Asmbl);
439         Comentari("Etiqueta " & Ic3a.Camp1.Ide'Img);
440         Etiqueta("_etq_" & Trim(Ic3a.Camp1.Ide'Img, Both));
441
442     WHEN Branc_Inc =>
443         IF Ic3a.Camp1.Tc /= Etiq THEN
444             RAISE Error_Assemblador;
445         END IF;
446         New_Line(Fitxer_Asmbl);
447         Comentari("Brancament Incondicional " &
448                 Ic3a.Camp1.Ide'Img);
449         Instr_1_Op("jmp", "_etq_" &
450                 Trim(Ic3a.Camp1.Ide'Img, Both));
451
452     -- 2 Operands
453     WHEN Negacio =>
454         New_Line(Fitxer_Asmbl);
455         Comentari("Negacio");
456         Instr_2_Op("xorl", "%eax", "%eax");
457         Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");
458         Instr_2_Op("subl", "%ebx", "%eax");
459         St("%eax", Ic3a.Camp1);
460
461     WHEN Op_Not =>
462         New_Line(Fitxer_Asmbl);
463         Comentari("Not");
464         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
465         Instr_1_Op("notl", "%eax");
466         St("%eax", Ic3a.Camp1);
467
468     WHEN Copia =>
469         New_Line(Fitxer_Asmbl);
470         Comentari("Copia");
471         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");

```

```

472         St("%eax", Ic3a.Camp1);
473
474     WHEN Paramc =>
475         New_Line(Fitxer_Asmbl);
476         Comentari("Parametre Compost");
477         Ldaddr(Ic3a.Camp1, "%eax");
478         Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");
479         Instr_2_Op("addl", "%ebx", "%eax");
480         Instr_1_Op("pushl", "%eax");
481
482         -- 3 Operands
483     WHEN Suma =>
484         New_Line(Fitxer_Asmbl);
485         Comentari("Suma");
486         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
487         Ld(Ic3a.Camp3, "%ebx");
488         Instr_2_Op("addl", "%eax", "%ebx");
489         St("%ebx", Ic3a.Camp1);
490
491     WHEN Resta =>
492         New_Line(Fitxer_Asmbl);
493         Comentari("Resta");
494         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
495         Ld(Ic3a.Camp3, "%ebx");
496         Instr_2_Op("subl", "%ebx", "%eax");
497         St("%eax", Ic3a.Camp1);
498
499     WHEN Producte =>
500         New_Line(Fitxer_Asmbl);
501         Comentari("Producte");
502         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
503         Ld(Ic3a.Camp3, "%ebx");
504         Instr_2_Op("imull", "%eax", "%ebx");
505         St("%ebx", Ic3a.Camp1);
506
507     WHEN Divisio =>
508         New_Line(Fitxer_Asmbl);
509         Comentari("Divisio");
510         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
511         Instr_2_Op("movl", "%eax", "%edx");
512         Instr_2_Op("sarl", "$31", "%edx");
513         Ld(Ic3a.Camp3, "%ebx");
514         Instr_1_Op("idivl", "%ebx");

```

```

515         St("%eax", Ic3a.Camp1);
516
517     WHEN Modul =>
518         New_Line(Fitxer_Asmbl);
519         Comentari("Modul");
520         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
521         Instr_2_Op("movl", "%eax", "%edx");
522         Instr_2_Op("sarl", "$31", "%edx");
523         Ld(Ic3a.Camp3, "%ebx");
524         Instr_1_Op("idivl", "%ebx");
525         St("%edx", Ic3a.Camp1);
526
527     WHEN Op_And =>
528         New_Line(Fitxer_Asmbl);
529         Comentari("AND");
530         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
531         Ld(Ic3a.Camp3, "%ebx");
532         Instr_2_Op("andl", "%ebx", "%eax");
533         St("%eax", Ic3a.Camp1);
534
535     WHEN Op_Or =>
536         New_Line(Fitxer_Asmbl);
537         Comentari("OR");
538         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
539         Ld(Ic3a.Camp3, "%ebx");
540         Instr_2_Op("orl", "%ebx", "%eax");
541         St("%eax", Ic3a.Camp1);
542
543     WHEN Consindex =>
544         New_Line(Fitxer_Asmbl);
545         Comentari("Consulta index");
546         Ldaddr(Ic3a.Camp2, "%esi");
547         Ld(Ic3a.Camp3, "%eax");
548         Instr_2_Op("addl", "%eax", "%esi");
549         Instr_2_Op("movl", "(%esi)", "%eax");
550         St("%eax", Ic3a.Camp1);
551
552     WHEN Asigindex =>
553         New_Line(Fitxer_Asmbl);
554         Comentari("Assignacio d'index");
555         Ldaddr(Ic3a.Camp1, "%edi");
556         Ld(Ic3a.Camp2, "%eax");
557         Instr_2_Op("addl", "%eax", "%edi");

```



```

558         Ld(Ic3a.Camp3, "%eax");
559         Instr_2_Op("movl", "%eax", "(%edi)");
560
561     WHEN Menor =>
562         IF Ic3a.Camp3.Tc /= Etiq THEN
563             RAISE Error_Assemblador;
564         END IF;
565         Comentari("IF Menor");
566         Ide := Nova_Etiq;
567         Ld(Ic3a.Camp1, "%eax");
568         Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");
569         Instr_2_Op("cmpl", "%ebx", "%eax");
570         Instr_1_Op("jge", "_etq_" &
571             Trim(Ide'Img, Both));
572         Instr_1_Op("jmp", "_etq_" &
573             Trim(Ic3a.Camp3.Ide'Img, Both));
574         Etiqueta("_etq_" & Trim(Ide'Img, Both));
575
576     WHEN Menorigual =>
577         IF Ic3a.Camp3.Tc /= Etiq THEN
578             RAISE Error_Assemblador;
579         END IF;
580         Comentari("IF Menor o Igual");
581         Ide := Nova_Etiq;
582         Ld(Ic3a.Camp1, "%eax");
583         Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");
584         Instr_2_Op("cmpl", "%ebx", "%eax");
585         Instr_1_Op("jg", "_etq_" &
586             Trim(Ide'Img, Both));
587         Instr_1_Op("jmp", "_etq_" &
588             Trim(Ic3a.Camp3.Ide'Img, Both));
589         Etiqueta("_etq_" & Trim(Ide'Img, Both));
590
591     WHEN Igual =>
592         IF Ic3a.Camp3.Tc /= Etiq THEN
593             RAISE Error_Assemblador;
594         END IF;
595         Comentari("IF Igual");
596         Ide := Nova_Etiq;
597         Ld(Ic3a.Camp1, "%eax");
598         Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");
599         Instr_2_Op("cmpl", "%ebx", "%eax");
600         Instr_1_Op("jne", "_etq_" &

```

```

601                                     Trim(Ide'Img, Both));
602 Instr_1_Op("jmp", "_etq_" &
603                                     Trim(Ic3a.Camp3.Ide'Img, Both));
604 Etiqueta("_etq_" & Trim(Ide'Img, Both));
605
606 WHEN Majorigual =>
607     IF Ic3a.Camp3.Tc /= Etiq THEN
608         RAISE Error_Assemblador;
609     END IF;
610     Comentari("IF Major o Igual");
611     Ide := Nova_Etiq;
612     Ld(Ic3a.Camp1, "%eax");
613     Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");
614     Instr_2_Op("cmpl", "%ebx", "%eax");
615     Instr_1_Op("j1", "_etq_" &
616                                     Trim(Ide'Img, Both));
617     Instr_1_Op("jmp", "_etq_" &
618                                     Trim(Ic3a.Camp3.Ide'Img, Both));
619     Etiqueta("_etq_" & Trim(Ide'Img, Both));
620
621 WHEN Major =>
622     IF Ic3a.Camp3.Tc /= Etiq THEN
623         RAISE Error_Assemblador;
624     END IF;
625     Comentari("IF Major");
626     Ide := Nova_Etiq;
627     Ld(Ic3a.Camp1, "%eax");
628     Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");
629     Instr_2_Op("cmpl", "%ebx", "%eax");
630     Instr_1_Op("jle", "_etq_" &
631                                     Trim(Ide'Img, Both));
632     Instr_1_Op("jmp", "_etq_" &
633                                     Trim(Ic3a.Camp3.Ide'Img, Both));
634     Etiqueta("_etq_" & Trim(Ide'Img, Both));
635
636 WHEN Diferent =>
637     IF Ic3a.Camp3.Tc /= Etiq THEN
638         RAISE Error_Assemblador;
639     END IF;
640     Comentari("IF Diferent");
641     Ide := Nova_Etiq;
642     Ld(Ic3a.Camp1, "%eax");
643     Ld(Ic3a.Camp2, "%ebx");

```

```

644 Instr_2_Op("cml", "%ebx", "%eax");
645 Instr_1_Op("je", "_etq_" &
646 Trim(Ide'Img, Both));
647 Instr_1_Op("jmp", "_etq_" &
648 Trim(Ic3a.Camp3.Ide'Img, Both));
649 Etiqueta("_etq_" & Trim(Ide'Img, Both));
650
651 WHEN OTHERS =>
652 RAISE Error_Assemblador;
653 END CASE;
654 END LOOP;
655
656 END Gce_Genera;
657
658
659 PROCEDURE Gce_Finalitza IS
660 BEGIN
661 Tanca_Fitxer; --dc3a
662 Close(Fitxer_Asmbl);
663 EXCEPTION
664 WHEN OTHERS=>
665 NULL;
666 END Gce_Finalitza;
667
668
669 PROCEDURE Genera_Assemblador
670 (Nom_Fitxer : IN String) IS
671 BEGIN
672 IF Esem THEN
673 RAISE Error_Assemblador;
674 END IF;
675 Gce_Inicialitza(Nom_Fitxer);
676 Gce_Genera;
677 Gce_Finalitza;
678 EXCEPTION
679 WHEN Error_Assemblador =>
680 Comentari("Error assemblador");
681 END Genera_Assemblador;
682
683
684 END Semantica.Assemblador;

```

## 7 Proves i programa principal

### 7.1 Fitxer *compilemon.adb*, programa principal

```
1 -- COMPILEMON.adb
2 -- Programa per compilar el compilador
3
4 WITH Ada.Text_IO ,
5     Ada.Command_Line ,
6     Decls.D_Taula_De_Noms ,
7     Decls.Dgenerals ,
8     Decls.Dtdesc ,
9     Pk_Usintactica_Tokens ,
10    Pk_Ulexica_Io ,
11    U_Lexica ,
12    Pk_Usintactica ,
13    Decls.D_Atribut ,
14    Semantica ,
15    Decls.Dtnode ,
16    Semantica.Ctipus ,
17    Semantica.Declsc3a ,
18    Semantica.Gci ,
19    Semantica.Assemblador ;
20
21 USE Ada.Text_IO ,
22     Ada.Command_Line ,
23     Decls.D_Taula_De_Noms ,
24     Decls.Dgenerals ,
25     Decls.Dtdesc ,
26     Pk_Usintactica_Tokens ,
27     Pk_Ulexica_Io ,
28     U_Lexica ,
29     Pk_Usintactica ,
30     Decls.D_Atribut ,
31     Semantica ,
32     Decls.Dtnode ,
33     Semantica.Ctipus ,
34     Semantica.Declsc3a ,
35     Semantica.Gci ,
36     Semantica.Assemblador ;
37
38
39 PROCEDURE Compilemon IS
```

```
40
41 BEGIN
42   Open_Input (Argument (1));
43   Inicia_analisi (Argument (1));
44   yyparse;
45
46   --Comprovacio de tipus
47   Ct_Programa (Arbre);
48
49   IF NOT esim THEN
50     -- Generacio de codi intermedi
51     Inicia_Generacio (Argument (1));
52     Gci_Programa (Arbre);
53
54     -- Generacio de codi ensamblador
55     Genera_Asamblador (Argument (1));
56   END IF;
57
58   Close_Input;
59
60 EXCEPTION
61   WHEN Syntax_Error =>
62     Put_Line ("ERROR CompileMON: Error a la linea "
63              &yy_line_number'img&
64              " i columna "&yy_begin_column'img);
65 END compilemon;
```

## 8 Declaracions i altres paquets

### 8.1 Fitxer *decls.ads*

```
1 -- DECLS.ads
2 -- Paquet de declaracions
3
4 PACKAGE decls IS
5
6     PRAGMA pure;
7
8
9 END decls;
```

## 8.2 Fitxer *decls-dgenerals.ads*

```

1 -- DECLS-DGENERALS.ads
2 -- Paquet de declaracions generals
3
4 PACKAGE Decls.Dgenerals IS
5
6     Max_Id : CONSTANT Integer := 1000;
7     Long_Num_Ident : CONSTANT Integer := 40;
8
9     Max_Var : CONSTANT Integer := 1000;
10    TYPE Num_Var IS NEW Natural
11        RANGE 0 .. Max_Var;
12    Var_Nul : Num_Var := 0;
13
14    Max_Proc : CONSTANT Integer := 100;
15    TYPE Num_Proc IS NEW Natural
16        RANGE 0 .. Max_Proc;
17    Proc_Nul : Num_Proc := 0;
18
19    Max_Etiquetes : CONSTANT Integer := 4000;
20    TYPE Num_Etiq IS NEW Integer
21        RANGE 0 .. Max_Etiquetes;
22    Etiq_Nul : Num_Etiq := 0;
23    TYPE Tipus_Etiq IS
24        (Etiq_Num,
25         Etiq_Proc);
26
27    TYPE valor IS NEW Integer
28        RANGE Integer'First..Integer'Last;
29
30    TYPE tipus_atribut IS
31        (Atom,
32         A_Ident,
33         A_Lit_C,
34         A_Lit_N,
35         A_Lit_S,
36         NodeArbre);
37
38    Esem : Boolean := False;
39
40 END Decls.Dgenerals;
```

## 9 Jocs de proves

### 9.1 Arrays de records

#### 9.1.1 Fitxer *prova1.lem*

```

1 -- PROVA1.lem
2 -- Array de records.
3
4 PROCEDURE prova1 IS
5
6     TYPE tipussubjacent IS RECORD
7         linf : integer;
8         lsup : integer;
9         tsc : character;
10        tss : string;
11    END RECORD;
12
13    TYPE rang IS NEW integer RANGE 0..3;
14
15    TYPE descrip_tipus IS ARRAY (rang) OF tipussubjacent;
16    d : descrip_tipus;
17
18    i : rang;
19
20 BEGIN
21    d(0).tsc := 'n';
22    d(0).tss := "Sencer";
23    d(0).linf := 0;
24    d(0).lsup := 0;
25
26    d(1).tsc := 'b';
27    d(1).tss := "Boolea";
28    d(1).linf := -1;
29    d(1).lsup := 0;
30
31    d(2).tsc := 'c';
32    d(2).tss := "Caracter";
33    d(2).linf := 1;
34    d(2).lsup := 4;
35
36    d(3).tsc := 's';
37    d(3).tss := "String";

```



```
38      d(3).linf := 4;
39      d(3).lsup := 256;
40
41      i := 0;
42      WHILE (i <= 3) LOOP
43          putc(d(i).tsc);
44          new_line;
45          puts(d(i).tss);
46          new_line;
47          puti(d(i).linf);
48          new_line;
49          puti(d(i).lsup);
50          new_line;
51          new_line;
52          i := i + 1;
53      END LOOP;
54 END prova1;
```

9.1.2 Fitxer *prova1.lem.c3at*

1	ETIQUETA	1		
2	PREAMB	9		
3	COPIA	16	15	
4	RESTA	17	16	18
5	PRODUCTE		19	17
6	SUMA	23	19	22
7	COPIA	25	24	
8	ASIGINDEX		12	23
9	COPIA	27	26	25
10	RESTA	28	27	29
11	PRODUCTE		30	28
12	SUMA	34	30	33
13	COPIA	36	35	
14	ASIGINDEX		12	34
15	COPIA	38	37	36
16	RESTA	39	38	40
17	PRODUCTE		41	39
18	SUMA	45	41	44
19	COPIA	47	46	
20	ASIGINDEX		12	45
21	COPIA	49	48	47
22	RESTA	50	49	51
23	PRODUCTE		52	50
24	SUMA	56	52	55
25	COPIA	58	57	
26	ASIGINDEX		12	56
27	COPIA	60	59	58
28	RESTA	61	60	62
29	PRODUCTE		63	61
30	SUMA	67	63	66
31	COPIA	69	68	
32	ASIGINDEX		12	67
33	COPIA	71	70	69
34	RESTA	72	71	73
35	PRODUCTE		74	72
36	SUMA	78	74	77
37	COPIA	80	79	
38	ASIGINDEX		12	78
39	COPIA	82	81	80
40	RESTA	83	82	84
41	PRODUCTE		85	83
				86

42	SUMA	89	85	88	
43	COPIA	91	90		
44	NEGACIO	92	91		
45	ASIGINDEX		12	89	92
46	COPIA	94	93		
47	RESTA	95	94	96	
48	PRODUCTE		97	95	98
49	SUMA	101	97	100	
50	COPIA	103	102		
51	ASIGINDEX		12	101	103
52	COPIA	105	104		
53	RESTA	106	105	107	
54	PRODUCTE		108	106	109
55	SUMA	112	108	111	
56	COPIA	114	113		
57	ASIGINDEX		12	112	114
58	COPIA	116	115		
59	RESTA	117	116	118	
60	PRODUCTE		119	117	120
61	SUMA	123	119	122	
62	COPIA	125	124		
63	ASIGINDEX		12	123	125
64	COPIA	127	126		
65	RESTA	128	127	129	
66	PRODUCTE		130	128	131
67	SUMA	134	130	133	
68	COPIA	136	135		
69	ASIGINDEX		12	134	136
70	COPIA	138	137		
71	RESTA	139	138	140	
72	PRODUCTE		141	139	142
73	SUMA	145	141	144	
74	COPIA	147	146		
75	ASIGINDEX		12	145	147
76	COPIA	149	148		
77	RESTA	150	149	151	
78	PRODUCTE		152	150	153
79	SUMA	156	152	155	
80	COPIA	158	157		
81	ASIGINDEX		12	156	158
82	COPIA	160	159		
83	RESTA	161	160	162	
84	PRODUCTE		163	161	164

85	SUMA	167	163	166	
86	COPIA	169	168		
87	ASIGINDEX		12	167	169
88	COPIA	171	170		
89	RESTA	172	171	173	
90	PRODUCTE		174	172	175
91	SUMA	178	174	177	
92	COPIA	180	179		
93	ASIGINDEX		12	178	180
94	COPIA	182	181		
95	RESTA	183	182	184	
96	PRODUCTE		185	183	186
97	SUMA	189	185	188	
98	COPIA	191	190		
99	ASIGINDEX		12	189	191
100	COPIA	193	192		
101	COPIA	13	193		
102	ETIQUETA		2		
103	COPIA	195	194		
104	MENORIGUAL		13	195	4
105	COPIA	196	1		
106	BRANC_INC		5		
107	ETIQUETA		4		
108	COPIA	196	2		
109	ETIQUETA		5		
110	IGUAL	196	1	3	
111	RESTA	197	13	198	
112	PRODUCTE		199	197	200
113	SUMA	203	199	202	
114	PARAMC	12	203		
115	CALL	3			
116	CALL	8			
117	RESTA	204	13	205	
118	PRODUCTE		206	204	207
119	SUMA	210	206	209	
120	PARAMC	12	210		
121	CALL	6			
122	CALL	8			
123	RESTA	211	13	212	
124	PRODUCTE		213	211	214
125	SUMA	217	213	216	
126	PARAMC	12	217		
127	CALL	1			

128	CALL	8			
129	RESTA	218	13	219	
130	PRODUCTE		220	218	221
131	SUMA	224	220	223	
132	PARAMC	12	224		
133	CALL	1			
134	CALL	8			
135	CALL	8			
136	COPIA	226	225		
137	SUMA	227	13	226	
138	COPIA	13	227		
139	BRANC_INC		2		
140	ETIQUETA		3		
141	RTN	9			

## 9.2 Suma de matrius 3x3

### 9.2.1 Fitxer *prova2.lem*

```

1 -- PROVA2.lem
2 -- Prova amb suma de matrius 3x3
3
4 PROCEDURE prova2 IS
5
6     TYPE rang IS NEW integer RANGE 0..2;
7     TYPE matriu IS ARRAY (rang, rang) OF integer;
8     a, b, c : matriu;
9
10    i, j : rang;
11    aux_a, aux_b : integer;
12
13 BEGIN
14
15    -- Exemple extret de l'article 'Matrices'
16    -- de la Wikipedia
17
18    -- Matriu 'a':
19    -- 1 3 2
20    -- 1 0 0
21    -- 1 2 2
22    a(0, 0) := 1;
23    a(0, 1) := 3;
24    a(0, 2) := 2;
25    a(1, 0) := 1;
26    a(1, 1) := 0;
27    a(1, 2) := 0;
28    a(2, 0) := 1;
29    a(2, 1) := 2;
30    a(2, 2) := 2;
31
32    -- Matriu 'b'
33    -- 1 0 5
34    -- 7 5 0
35    -- 2 1 1
36    b(0, 0) := 1;
37    b(0, 1) := 0;
38    b(0, 2) := 5;
39    b(1, 0) := 7;
40    b(1, 1) := 5;

```

```
41      b(1, 2) := 0;
42      b(2, 0) := 2;
43      b(2, 1) := 1;
44      b(2, 2) := 1;
45
46      -- Sumam
47      -- Resultat:
48      -- 2 3 7
49      -- 8 5 0
50      -- 3 3 3
51      i := 0;
52      j := 0;
53      WHILE (i <= 2) LOOP
54          WHILE (j <= 2) LOOP
55              c(i, j) := a(i, j) + b(i, j);
56              puti(c(i, j));
57              j := j + 1;
58          END LOOP;
59          new_line;
60          j := 0;
61          i := i + 1;
62      END LOOP;
63
64 END prova2;
```

### 9.2.2 Fitxer *prova2.lem.c3at*

1	ETIQUETA	1		
2	PREAMB	9		
3	COPIA	21	20	
4	COPIA	23	22	
5	PRODUCTE	25	21	24
6	SUMA	26	25	23
7	RESTA	27	26	28
8	PRODUCTE	29	27	30
9	COPIA	33	32	
10	ASIGINDEX	14	29	33
11	COPIA	35	34	
12	COPIA	37	36	
13	PRODUCTE	39	35	38
14	SUMA	40	39	37
15	RESTA	41	40	42
16	PRODUCTE	43	41	44
17	COPIA	47	46	
18	ASIGINDEX	14	43	47
19	COPIA	49	48	
20	COPIA	51	50	
21	PRODUCTE	53	49	52
22	SUMA	54	53	51
23	RESTA	55	54	56
24	PRODUCTE	57	55	58
25	COPIA	61	60	
26	ASIGINDEX	14	57	61
27	COPIA	63	62	
28	COPIA	65	64	
29	PRODUCTE	67	63	66
30	SUMA	68	67	65
31	RESTA	69	68	70
32	PRODUCTE	71	69	72
33	COPIA	75	74	
34	ASIGINDEX	14	71	75
35	COPIA	77	76	
36	COPIA	79	78	
37	PRODUCTE	81	77	80
38	SUMA	82	81	79
39	RESTA	83	82	84
40	PRODUCTE	85	83	86
41	COPIA	89	88	



42	ASIGINDEX	14	85	89
43	COPIA 91	90		
44	COPIA 93	92		
45	PRODUCTE	95	91	94
46	SUMA 96	95	93	
47	RESTA 97	96	98	
48	PRODUCTE	99	97	100
49	COPIA 103	102		
50	ASIGINDEX	14	99	103
51	COPIA 105	104		
52	COPIA 107	106		
53	PRODUCTE	109	105	108
54	SUMA 110	109	107	
55	RESTA 111	110	112	
56	PRODUCTE	113	111	114
57	COPIA 117	116		
58	ASIGINDEX	14	113	117
59	COPIA 119	118		
60	COPIA 121	120		
61	PRODUCTE	123	119	122
62	SUMA 124	123	121	
63	RESTA 125	124	126	
64	PRODUCTE	127	125	128
65	COPIA 131	130		
66	ASIGINDEX	14	127	131
67	COPIA 133	132		
68	COPIA 135	134		
69	PRODUCTE	137	133	136
70	SUMA 138	137	135	
71	RESTA 139	138	140	
72	PRODUCTE	141	139	142
73	COPIA 145	144		
74	ASIGINDEX	14	141	145
75	COPIA 147	146		
76	COPIA 149	148		
77	PRODUCTE	151	147	150
78	SUMA 152	151	149	
79	RESTA 153	152	154	
80	PRODUCTE	155	153	156
81	COPIA 159	158		
82	ASIGINDEX	13	155	159
83	COPIA 161	160		
84	COPIA 163	162		

85	PRODUCTE	165	161	164
86	SUMA	166	165	163
87	RESTA	167	166	168
88	PRODUCTE	169	167	170
89	COPIA	173	172	
90	ASIGINDEX	13	169	173
91	COPIA	175	174	
92	COPIA	177	176	
93	PRODUCTE	179	175	178
94	SUMA	180	179	177
95	RESTA	181	180	182
96	PRODUCTE	183	181	184
97	COPIA	187	186	
98	ASIGINDEX	13	183	187
99	COPIA	189	188	
100	COPIA	191	190	
101	PRODUCTE	193	189	192
102	SUMA	194	193	191
103	RESTA	195	194	196
104	PRODUCTE	197	195	198
105	COPIA	201	200	
106	ASIGINDEX	13	197	201
107	COPIA	203	202	
108	COPIA	205	204	
109	PRODUCTE	207	203	206
110	SUMA	208	207	205
111	RESTA	209	208	210
112	PRODUCTE	211	209	212
113	COPIA	215	214	
114	ASIGINDEX	13	211	215
115	COPIA	217	216	
116	COPIA	219	218	
117	PRODUCTE	221	217	220
118	SUMA	222	221	219
119	RESTA	223	222	224
120	PRODUCTE	225	223	226
121	COPIA	229	228	
122	ASIGINDEX	13	225	229
123	COPIA	231	230	
124	COPIA	233	232	
125	PRODUCTE	235	231	234
126	SUMA	236	235	233
127	RESTA	237	236	238

128	PRODUCTE	239	237	240
129	COPIA 243	242		
130	ASIGINDEX	13	239	243
131	COPIA 245	244		
132	COPIA 247	246		
133	PRODUCTE	249	245	248
134	SUMA 250	249	247	
135	RESTA 251	250	252	
136	PRODUCTE	253	251	254
137	COPIA 257	256		
138	ASIGINDEX	13	253	257
139	COPIA 259	258		
140	COPIA 261	260		
141	PRODUCTE	263	259	262
142	SUMA 264	263	261	
143	RESTA 265	264	266	
144	PRODUCTE	267	265	268
145	COPIA 271	270		
146	ASIGINDEX	13	267	271
147	COPIA 273	272		
148	COPIA 16	273		
149	COPIA 275	274		
150	COPIA 15	275		
151	ETIQUETA	2		
152	COPIA 277	276		
153	MENORIGUAL	16	277	4
154	COPIA 278	1		
155	BRANC_INC	5		
156	ETIQUETA	4		
157	COPIA 278	2		
158	ETIQUETA	5		
159	IGUAL 278	1	3	
160	ETIQUETA	6		
161	COPIA 280	279		
162	MENORIGUAL	15	280	8
163	COPIA 281	1		
164	BRANC_INC	9		
165	ETIQUETA	8		
166	COPIA 281	2		
167	ETIQUETA	9		
168	IGUAL 281	1	7	
169	PRODUCTE	283	16	282
170	SUMA 284	283	15	

171	RESTA	285	284	286	
172	PRODUCTE		287	285	288
173	PRODUCTE		291	16	290
174	SUMA	292	291	15	
175	RESTA	293	292	294	
176	PRODUCTE		295	293	296
177	PRODUCTE		299	16	298
178	SUMA	300	299	15	
179	RESTA	301	300	302	
180	PRODUCTE		303	301	304
181	CONINDEX		306	14	295
182	CONINDEX		307	13	303
183	SUMA	308	306	307	
184	ASIGINDEX		12	287	308
185	PRODUCTE		310	16	309
186	SUMA	311	310	15	
187	RESTA	312	311	313	
188	PRODUCTE		314	312	315
189	PARAMC	12	314		
190	CALL	1			
191	COPIA	318	317		
192	SUMA	319	15	318	
193	COPIA	15	319		
194	BRANC_INC		6		
195	ETIQUETA		7		
196	CALL	8			
197	COPIA	321	320		
198	COPIA	15	321		
199	COPIA	323	322		
200	SUMA	324	16	323	
201	COPIA	16	324		
202	BRANC_INC		2		
203	ETIQUETA		3		
204	RTN	9			

## 9.3 Vector amb rangs negatius

### 9.3.1 Fitxer *prova3.lem*

```
1 -- PROVA3.lem
2 -- Vectors amb rangs negatius
3
4 PROCEDURE prova3 IS
5     TYPE rang IS NEW integer RANGE -2..5;
6     TYPE vector IS ARRAY (rang) OF integer;
7     v : vector;
8     i : rang;
9 BEGIN
10
11     i := -2;
12     WHILE (i <=5) LOOP
13         v(i) := 7;
14         i := i + 1;
15     END LOOP;
16
17     i := -2;
18     WHILE (i <= 5) LOOP
19         puti(v(i));
20         new_line;
21         i := i + 1;
22     END LOOP;
23
24 END prova3;
```

### 9.3.2 Fitxer *prova3.lem.c3at*

1	ETIQUETA	1		
2	PREAMB	9		
3	COPIA	16	15	
4	NEGACIO	17	16	
5	COPIA	13	17	
6	ETIQUETA	2		
7	COPIA	19	18	
8	MENORIGUAL	13	19	4
9	COPIA	20	1	
10	BRANC_INC	5		
11	ETIQUETA	4		
12	COPIA	20	2	
13	ETIQUETA	5		
14	IGUAL	20	1	3
15	RESTA	21	13	22
16	PRODUCTE		23	21
17	COPIA	27	26	24
18	ASIGINDEX		12	23
19	COPIA	29	28	27
20	SUMA	30	13	29
21	COPIA	13	30	
22	BRANC_INC		2	
23	ETIQUETA		3	
24	COPIA	32	31	
25	NEGACIO	33	32	
26	COPIA	13	33	
27	ETIQUETA		6	
28	COPIA	35	34	
29	MENORIGUAL	13	35	8
30	COPIA	36	1	
31	BRANC_INC		9	
32	ETIQUETA		8	
33	COPIA	36	2	
34	ETIQUETA		9	
35	IGUAL	36	1	7
36	RESTA	37	13	38
37	PRODUCTE		39	37
38	PARAMC	12	39	40
39	CALL	1		
40	CALL	8		
41	COPIA	43	42	

42	SUMA	44	13	43
43	COPIA	13	44	
44	BRANC_INC		6	
45	ETIQUETA		7	
46	RTN	9		

### 9.3.3 Fitxer *prova3.lem.s*

```

1 .section .DATA
2     _zero : .long 0
3     _menysu : .long -1
4     true : .long -1
5     false : .long 0
6     _cnt_14 : .long -2
7     _cnt_15 : .long 2
8     _cnt_18 : .long 5
9     _cnt_22 : .long -2
10    _cnt_24 : .long 4
11    _cnt_26 : .long 7
12    _cnt_28 : .long 1
13    _cnt_31 : .long 2
14    _cnt_34 : .long 5
15    _cnt_38 : .long -2
16    _cnt_40 : .long 4
17    _cnt_42 : .long 1
18
19 .section .bss
20     .comm DISP, 100
21
22 .section .text
23     .global main
24
25 main:
26     JMP _etq_1
27
28     #           Etiqueta    1
29 _etq_1: NOP
30
31     #           Preambul    9
32     movl    $DISP, %ESI
33     pushl   4(%ESI)
34     pushl   %EBP
35     movl    %ESP, %EBP
36     movl    %EBP, 4(%ESI)
37     subl    $160, %ESP
38
39     #           Copia
40     #           LD ES una constant 15, %EAX
41     movl    $2, %EAX

```



```

42      #      ST a una variable LOCAL
43      movl    %EAX, -48(%EBP)
44
45      #      Negacio
46      xorl    %EAX, %EAX
47      #      LD variable LOCAL
48      movl    -48(%EBP), %EBX
49      subl    %EBX, %EAX
50      #      ST a una variable LOCAL
51      movl    %EAX, -52(%EBP)
52
53      #      Copia
54      #      LD variable LOCAL
55      movl    -52(%EBP), %EAX
56      #      ST a una variable LOCAL
57      movl    %EAX, -36(%EBP)
58
59      #      Etiqueta 2
60      _etq_2: NOP
61
62      #      Copia
63      #      LD ES una constant 18, %EAX
64      movl    $5, %EAX
65      #      ST a una variable LOCAL
66      movl    %EAX, -60(%EBP)
67      #      IF Menor o Igual
68      #      LD variable LOCAL
69      movl    -36(%EBP), %EAX
70      #      LD variable LOCAL
71      movl    -60(%EBP), %EBX
72      cmpl    %EBX, %EAX
73      JG      _etq_10
74      JMP     _etq_4
75      _etq_10: NOP
76
77      #      Copia
78      #      LD ES una constant 1, %EAX
79      movl    $0, %EAX
80      #      ST a una variable LOCAL
81      movl    %EAX, -64(%EBP)
82
83      #      Brancament Incondicional 5
84      JMP     _etq_5

```

```

85
86      #      Etiqueta 4
87 _etq_4: NOP
88
89      #      Copia
90      #      LD ES una constant 2, %EAX
91      movl    $-1, %EAX
92      #      ST a una variable LOCAL
93      movl    %EAX, -64(%EBP)
94
95      #      Etiqueta 5
96 _etq_5: NOP
97      #      IF Igual
98      #      LD variable LOCAL
99      movl    -64(%EBP), %EAX
100     #      LD ES una constant 1, %EBX
101     movl    $0, %EBX
102     cmpl    %EBX, %EAX
103     JNE    _etq_11
104     JMP    _etq_3
105 _etq_11: NOP
106
107     #      Resta
108     #      LD variable LOCAL
109     movl    -36(%EBP), %EAX
110     #      LD ES una constant 22, %EBX
111     movl    $-2, %EBX
112     subl    %EBX, %EAX
113     #      ST a una variable LOCAL
114     movl    %EAX, -68(%EBP)
115
116     #      Producte
117     #      LD variable LOCAL
118     movl    -68(%EBP), %EAX
119     #      LD ES una constant 24, %EBX
120     movl    $4, %EBX
121     imull    %EAX, %EBX
122     #      ST a una variable LOCAL
123     movl    %EBX, -76(%EBP)
124
125     #      Copia
126     #      LD ES una constant 26, %EAX
127     movl    $7, %EAX

```

```

128      #      ST a una variable LOCAL
129      movl    %EAX, -92(%EBP)
130
131      #      Assignacio d'index
132      #      LDADDR amb variable local
133      leal    -32(%ebp), %edi
134      #      LD variable local
135      movl    -76(%ebp), %eax
136      addl    %eax, %edi
137      #      LD variable local
138      movl    -92(%ebp), %eax
139      movl    %eax, (%edi)
140
141      #      Copia
142      #      LD es una constant 28, %eax
143      movl    $1, %eax
144      #      ST a una variable local
145      movl    %eax, -100(%ebp)
146
147      #      Suma
148      #      LD variable local
149      movl    -36(%ebp), %eax
150      #      LD variable local
151      movl    -100(%ebp), %ebx
152      addl    %eax, %ebx
153      #      ST a una variable local
154      movl    %ebx, -104(%ebp)
155
156      #      Copia
157      #      LD variable local
158      movl    -104(%ebp), %eax
159      #      ST a una variable local
160      movl    %eax, -36(%ebp)
161
162      #      Brancament Incondicional 2
163      jmp     _etq_2
164
165      #      Etiqueta 3
166      _etq_3: nop
167
168      #      Copia
169      #      LD es una constant 31, %eax
170      movl    $2, %eax

```

```

171      #      ST a una variable local
172      movl    %eax, -112(%ebp)
173
174      #      Negacio
175      xorl    %eax, %eax
176      #      LD variable local
177      movl    -112(%ebp), %ebx
178      subl    %ebx, %eax
179      #      ST a una variable local
180      movl    %eax, -116(%ebp)
181
182      #      Copia
183      #      LD variable local
184      movl    -116(%ebp), %eax
185      #      ST a una variable local
186      movl    %eax, -36(%ebp)
187
188      #      Etiqueta 6
189      _etq_6: nop
190
191      #      Copia
192      #      LD es una constant 34, %eax
193      movl    $5, %eax
194      #      ST a una variable local
195      movl    %eax, -124(%ebp)
196      #      IF Menor o Igual
197      #      LD variable local
198      movl    -36(%ebp), %eax
199      #      LD variable local
200      movl    -124(%ebp), %ebx
201      cmpl    %ebx, %eax
202      jg      _etq_12
203      jmp     _etq_8
204      _etq_12: nop
205
206      #      Copia
207      #      LD es una constant 1, %eax
208      movl    $0, %eax
209      #      ST a una variable local
210      movl    %eax, -128(%ebp)
211
212      #      Brancament Incondicional 9
213      jmp     _etq_9

```

```
214
215      #      Etiqueta 8
216 _etq_8: nop
217
218      #      Copia
219      #      LD es una constant 2, %eax
220      movl    $-1, %eax
221      #      ST a una variable local
222      movl    %eax, -128(%ebp)
223
224      #      Etiqueta 9
225 _etq_9: nop
226      #      IF Igual
227      #      LD variable local
228      movl    -128(%ebp), %eax
229      #      LD es una constant 1, %ebx
230      movl    $0, %ebx
231      cmpl    %ebx, %eax
232      jne     _etq_13
233      jmp     _etq_7
234 _etq_13: nop
235
236      #      Resta
237      #      LD variable local
238      movl    -36(%ebp), %eax
239      #      LD es una constant 38, %ebx
240      movl    $-2, %ebx
241      subl    %ebx, %eax
242      #      ST a una variable local
243      movl    %eax, -132(%ebp)
244
245      #      Producte
246      #      LD variable local
247      movl    -132(%ebp), %eax
248      #      LD es una constant 40, %ebx
249      movl    $4, %ebx
250      imull    %eax, %ebx
251      #      ST a una variable local
252      movl    %ebx, -140(%ebp)
253
254      #      Parametre Compost
255      #      LDADDR amb variable local
256      leal    -32(%ebp), %eax
```

```

257      #      LD variable local
258      movl    -140(%ebp), %ebx
259      addl    %ebx, %eax
260      pushl   %eax
261
262      #      Call 1
263      call    _puti
264      addl    $4, %esp
265
266      #      Call 8
267      call    _new_line
268      addl    $0, %esp
269
270      #      Copia
271      #      LD es una constant 42, %eax
272      movl    $1, %eax
273      #      ST a una variable local
274      movl    %eax, -156(%ebp)
275
276      #      Suma
277      #      LD variable local
278      movl    -36(%ebp), %eax
279      #      LD variable local
280      movl    -156(%ebp), %ebx
281      addl    %eax, %ebx
282      #      ST a una variable local
283      movl    %ebx, -160(%ebp)
284
285      #      Copia
286      #      LD variable local
287      movl    -160(%ebp), %eax
288      #      ST a una variable local
289      movl    %eax, -36(%ebp)
290
291      #      Brancament Incondicional 6
292      jmp     _etq_6
293
294      #      Etiqueta 7
295      _etq_7: nop
296
297      #      Return 9
298      movl    %ebp, %esp
299      popl    %ebp

```

```
300      movl    $DISP, %edi
301      popl    4(%edi)
302      ret
```

## 9.4 Algoritme d'ordenació *Quicksort*

### 9.4.1 Fitxer *prova4.lem*

```

1 -- PROVA4.lem
2 -- Ordenacio Quicksort
3
4 PROCEDURE qsort IS
5
6   TYPE a_range IS NEW integer RANGE 0..24;
7   v_len : CONSTANT a_range := 20;
8   TYPE a_value IS ARRAY (a_range) OF integer;
9   values : a_value;
10  s : string;
11
12  PROCEDURE omple_vector IS
13    i : a_range;
14    val : integer;
15    max : CONSTANT integer := 251;
16    tmp: integer;
17  BEGIN
18    i := 0;
19    tmp := 19;
20    WHILE i <= v_len LOOP
21      values(i) := tmp;
22
23      tmp := tmp +50;
24      tmp := tmp*tmp;
25      tmp := tmp MOD max;
26
27      i := i +1;
28      puti(tmp);
29      new_line;
30    END LOOP;
31  END omple_vector;
32
33  PROCEDURE put_vect(vect: OUT a_value) IS
34    i : a_range;
35    ax : integer;
36    s: string;
37  BEGIN
38    i := 0;
39    ax := 0;
40    s := " , ";

```



```
41     WHILE i <= v_len LOOP
42         ax := vect(i);
43         puti(ax);
44         puts(s);
45         i := i+1;
46     END LOOP;
47 END put_vect;
48
49 PROCEDURE swap(left: IN a_range; right: IN a_range) IS
50 tmp : integer;
51 BEGIN
52 tmp := values(left);
53 values(left) := values(right);
54 values(right) := tmp;
55 END swap;
56
57 PROCEDURE sort(inferior: IN a_range; superior: IN a_range) IS
58 i: a_range;
59 j: a_range;
60 pivot: integer;
61 tmp: a_range;
62
63 BEGIN
64
65     IF inferior < superior THEN
66         tmp := (inferior + superior) / 2;
67         pivot := values(tmp);
68         swap(inferior, tmp);
69         i := inferior + 1;
70         j := superior;
71         WHILE i <= j LOOP
72             IF values(i) <= pivot THEN
73                 i := i + 1;
74             ELSE
75                 swap(i, j);
76                 j := j - 1;
77             END IF;
78         END LOOP;
79         swap(inferior, j);
80         IF j > inferior THEN
81             sort(inferior, j - 1);
82         END IF;
83         IF j < superior THEN
```

```
84         sort(j + 1, superior);
85         END IF;
86     END IF;
87     END sort;
88
89 BEGIN
90     omple_vector;
91     s:= "vector desordenat";
92     puts(s);
93     new_line;
94     put_vect(values);
95     new_line;
96     sort(0, v_len);
97     s:="vector ordenat";
98     puts(s);
99     new_line;
100    put_vect(values);
101    new_line;
102 END qsort;
```

9.4.2 Fitxer *prova4.lem.c3at*

1	ETIQUETA	2		
2	PREAMB	10		
3	COPIA	34	33	
4	COPIA	15	34	
5	COPIA	36	35	
6	COPIA	18	36	
7	ETIQUETA	3		
8	COPIA	37	12	
9	MENORIGUAL	15	37	5
10	COPIA	38	1	
11	BRANC_INC	6		
12	ETIQUETA	5		
13	COPIA	38	2	
14	ETIQUETA	6		
15	IGUAL	38	1	4
16	RESTA	39	15	40
17	PRODUCTE		41	39
18	ASIGINDEX		13	41
19	COPIA	45	44	
20	SUMA	46	18	45
21	COPIA	18	46	
22	PRODUCTE		47	18
23	COPIA	18	47	18
24	COPIA	48	17	
25	MODUL	49	18	48
26	COPIA	18	49	
27	COPIA	51	50	
28	SUMA	52	15	51
29	COPIA	15	52	
30	PARAMS	18		
31	CALL	1		
32	CALL	8		
33	BRANC_INC		3	
34	ETIQUETA		4	
35	RTN	10		
36	ETIQUETA		7	
37	PREAMB	11		
38	COPIA	54	53	
39	COPIA	20	54	
40	COPIA	56	55	
41	COPIA	21	56	

42	COPIA	58	57		
43	COPIA	22	58		
44	ETIQUETA		8		
45	COPIA	59	12		
46	MENORIGUAL	20	59	10	
47	COPIA	60	1		
48	BRANC_INC		11		
49	ETIQUETA		10		
50	COPIA	60	2		
51	ETIQUETA		11		
52	IGUAL	60	1	9	
53	RESTA	61	20	62	
54	PRODUCTE		63	61	64
55	CONSDINDEX		21	19	63
56	PARAMS	21			
57	CALL	1			
58	PARAMS	22			
59	CALL	6			
60	COPIA	67	66		
61	SUMA	68	20	67	
62	COPIA	20	68		
63	BRANC_INC		8		
64	ETIQUETA		9		
65	RTN	11			
66	ETIQUETA		12		
67	PREAMB	12			
68	COPIA	69	23		
69	RESTA	70	69	71	
70	PRODUCTE		72	70	73
71	CONSDINDEX		25	13	72
72	COPIA	75	23		
73	RESTA	76	75	77	
74	PRODUCTE		78	76	79
75	COPIA	81	24		
76	RESTA	82	81	83	
77	PRODUCTE		84	82	85
78	CONSDINDEX		87	13	84
79	ASIGINDEX		13	78	87
80	COPIA	88	24		
81	RESTA	89	88	90	
82	PRODUCTE		91	89	92
83	ASIGINDEX		13	91	25
84	RTN	12			

85	ETIQUETA	13		
86	PREAMB	13		
87	COPIA	94	26	
88	COPIA	95	27	
89	MENOR	94	95	15
90	COPIA	96	1	
91	BRANC_INC		16	
92	ETIQUETA		15	
93	COPIA	96	2	
94	ETIQUETA		16	
95	IGUAL	96	1	14
96	COPIA	97	26	
97	COPIA	98	27	
98	SUMA	99	97	98
99	COPIA	101	100	
100	DIVISIO	102	99	101
101	COPIA	31	102	
102	RESTA	103	31	104
103	PRODUCTE		105	103
104	CONINDEX		30	13
105	COPIA	108	26	106
106	PARAMS	31		105
107	PARAMS	108		
108	CALL	12		
109	COPIA	109	26	
110	COPIA	111	110	
111	SUMA	112	109	111
112	COPIA	28	112	
113	COPIA	113	27	
114	COPIA	29	113	
115	ETIQUETA		17	
116	MENORIGUAL		28	29
117	COPIA	114	1	19
118	BRANC_INC		20	
119	ETIQUETA		19	
120	COPIA	114	2	
121	ETIQUETA		20	
122	IGUAL	114	1	18
123	RESTA	115	28	116
124	PRODUCTE		117	115
125	CONINDEX		120	13
126	MENORIGUAL		120	30
127	COPIA	121	1	23

128	BRANC_INC	24		
129	ETIQUETA	23		
130	COPIA 121	2		
131	ETIQUETA	24		
132	IGUAL 121	1	21	
133	COPIA 123	122		
134	SUMA 124	28	123	
135	COPIA 28	124		
136	BRANC_INC	22		
137	ETIQUETA	21		
138	PARAMS 29			
139	PARAMS 28			
140	CALL 12			
141	COPIA 126	125		
142	RESTA 127	29	126	
143	COPIA 29	127		
144	ETIQUETA	22		
145	BRANC_INC	17		
146	ETIQUETA	18		
147	COPIA 128	26		
148	PARAMS 29			
149	PARAMS 128			
150	CALL 12			
151	COPIA 129	26		
152	MAJOR 29	129	26	
153	COPIA 130	1		
154	BRANC_INC	27		
155	ETIQUETA	26		
156	COPIA 130	2		
157	ETIQUETA	27		
158	IGUAL 130	1	25	
159	COPIA 131	26		
160	COPIA 133	132		
161	RESTA 134	29	133	
162	PARAMS 134			
163	PARAMS 131			
164	CALL 13			
165	ETIQUETA	25		
166	COPIA 135	27		
167	MENOR 29	135	29	
168	COPIA 136	1		
169	BRANC_INC	30		
170	ETIQUETA	29		

171	COPIA	136	2	
172	ETIQUETA		30	
173	IGUAL	136	1	28
174	COPIA	138	137	
175	SUMA	139	29	138
176	COPIA	140	27	
177	PARAMS	140		
178	PARAMS	139		
179	CALL	13		
180	ETIQUETA		28	
181	ETIQUETA		14	
182	RTN	13		
183	ETIQUETA		1	
184	PREAMB	9		
185	CALL	10		
186	COPIA	142	141	
187	COPIA	14	142	
188	PARAMS	14		
189	CALL	6		
190	CALL	8		
191	PARAMS	13		
192	CALL	11		
193	CALL	8		
194	COPIA	144	143	
195	COPIA	145	12	
196	PARAMS	145		
197	PARAMS	144		
198	CALL	13		
199	COPIA	147	146	
200	COPIA	14	147	
201	PARAMS	14		
202	CALL	6		
203	CALL	8		
204	PARAMS	13		
205	CALL	11		
206	CALL	8		
207	RTN	9		

## 9.5 Multiplicació e inversió de matrius 5x5

### 9.5.1 Fitxer *prova5.lem*

```

1 -- PROVA5.lem
2 -- Multiplicacio e inversio de matrius 5x5
3
4 PROCEDURE opsMatrius IS
5
6     TYPE rang IS NEW integer RANGE 1..5;
7     TYPE matriu IS ARRAY (rang, rang) OF integer;
8     m1, m2, mr : matriu;
9
10    i, j, k : rang;
11    x : integer;
12
13 BEGIN
14    x:=1;
15    --Omplim les matrius
16    i:=1;
17    WHILE i <= 5 LOOP
18        j:=1;
19        WHILE j <= 5 LOOP
20            m1(i, j) := x;
21            m2(i, j) := x;
22            mr(i, j) := 0;
23            x:=x+1;
24            j:=j+1;
25        END LOOP;
26
27        i:=i+1;
28    END LOOP;
29
30    --Multiplicacio matrius
31    i:=1;
32    WHILE i <= 5 LOOP
33        j:=1;
34        WHILE j <= 5 LOOP
35            k:=1;
36            WHILE k <= 5 LOOP
37                mr(i, j) := mr(i, j) + (m1(i, k) * m2(k, j));
38                k:=k+1;
39            END LOOP;
40            j:=j+1;

```



```
41         END LOOP;  
42         i:=i+1;  
43     END LOOP;  
44  
45     --Inversio de matrius  
46     i:=2;  
47     WHILE i <= 5 LOOP  
48         j:=1;  
49         WHILE j < i LOOP  
50             x := mr(i, j);  
51             mr(i, j) := mr(j, i);  
52             mr(j, i) := x;  
53             j:=j+1;  
54         END LOOP;  
55         i:=i+1;  
56     END LOOP;  
57  
58  
59     --Mostram el resultat  
60     i:=1;  
61     WHILE i <= 5 LOOP  
62         j:=1;  
63         WHILE j <= 5 LOOP  
64             puti(mr(i, j));  
65             new_line;  
66             j:=j+1;  
67         END LOOP;  
68         new_line;  
69         i:=i+1;  
70     END LOOP;  
71  
72  
73 END opsMatrius;
```

9.5.2 Fitxer *prova5.lem.c3at*

1	ETIQUETA	1		
2	PREAMB	9		
3	COPIA	21	20	
4	COPIA	18	21	
5	COPIA	23	22	
6	COPIA	17	23	
7	ETIQUETA	2		
8	COPIA	25	24	
9	MENORIGUAL	17	25	4
10	COPIA	26	1	
11	BRANC_INC	5		
12	ETIQUETA	4		
13	COPIA	26	2	
14	ETIQUETA	5		
15	IGUAL	26	1	3
16	COPIA	28	27	
17	COPIA	16	28	
18	ETIQUETA	6		
19	COPIA	30	29	
20	MENORIGUAL	16	30	8
21	COPIA	31	1	
22	BRANC_INC	9		
23	ETIQUETA	8		
24	COPIA	31	2	
25	ETIQUETA	9		
26	IGUAL	31	1	7
27	PRODUCTE	33	17	32
28	SUMA	34	33	16
29	RESTA	35	34	36
30	PRODUCTE	37	35	38
31	ASIGINDEX	14	37	18
32	PRODUCTE	41	17	40
33	SUMA	42	41	16
34	RESTA	43	42	44
35	PRODUCTE	45	43	46
36	ASIGINDEX	13	45	18
37	PRODUCTE	49	17	48
38	SUMA	50	49	16
39	RESTA	51	50	52
40	PRODUCTE	53	51	54
41	COPIA	57	56	

42	ASIGINDEX	12	53	57
43	COPIA 59	58		
44	SUMA 60	18	59	
45	COPIA 18	60		
46	COPIA 62	61		
47	SUMA 63	16	62	
48	COPIA 16	63		
49	BRANC_INC	6		
50	ETIQUETA	7		
51	COPIA 65	64		
52	SUMA 66	17	65	
53	COPIA 17	66		
54	BRANC_INC	2		
55	ETIQUETA	3		
56	COPIA 68	67		
57	COPIA 17	68		
58	ETIQUETA	10		
59	COPIA 70	69		
60	MENORIGUAL	17	70	12
61	COPIA 71	1		
62	BRANC_INC	13		
63	ETIQUETA	12		
64	COPIA 71	2		
65	ETIQUETA	13		
66	IGUAL 71	1	11	
67	COPIA 73	72		
68	COPIA 16	73		
69	ETIQUETA	14		
70	COPIA 75	74		
71	MENORIGUAL	16	75	16
72	COPIA 76	1		
73	BRANC_INC	17		
74	ETIQUETA	16		
75	COPIA 76	2		
76	ETIQUETA	17		
77	IGUAL 76	1	15	
78	COPIA 78	77		
79	COPIA 15	78		
80	ETIQUETA	18		
81	COPIA 80	79		
82	MENORIGUAL	15	80	20
83	COPIA 81	1		
84	BRANC_INC	21		

85	ETIQUETA	20		
86	COPIA 81	2		
87	ETIQUETA	21		
88	IGUAL 81	1	19	
89	PRODUCTE	83	17	82
90	SUMA 84	83	16	
91	RESTA 85	84	86	
92	PRODUCTE	87	85	88
93	PRODUCTE	91	17	90
94	SUMA 92	91	16	
95	RESTA 93	92	94	
96	PRODUCTE	95	93	96
97	PRODUCTE	99	17	98
98	SUMA 100	99	15	
99	RESTA 101	100	102	
100	PRODUCTE	103	101	104
101	PRODUCTE	107	15	106
102	SUMA 108	107	16	
103	RESTA 109	108	110	
104	PRODUCTE	111	109	112
105	CONSINDEX	114	14	103
106	CONSINDEX	115	13	111
107	PRODUCTE	116	114	115
108	CONSINDEX	117	12	95
109	SUMA 118	117	116	
110	ASIGINDEX	12	87	118
111	COPIA 120	119		
112	SUMA 121	15	120	
113	COPIA 15	121		
114	BRANC_INC	18		
115	ETIQUETA	19		
116	COPIA 123	122		
117	SUMA 124	16	123	
118	COPIA 16	124		
119	BRANC_INC	14		
120	ETIQUETA	15		
121	COPIA 126	125		
122	SUMA 127	17	126	
123	COPIA 17	127		
124	BRANC_INC	10		
125	ETIQUETA	11		
126	COPIA 129	128		
127	COPIA 17	129		

128	ETIQUETA	22		
129	COPIA 131	130		
130	MENORIGUAL	17	131	24
131	COPIA 132	1		
132	BRANC_INC	25		
133	ETIQUETA	24		
134	COPIA 132	2		
135	ETIQUETA	25		
136	IGUAL 132	1	23	
137	COPIA 134	133		
138	COPIA 16	134		
139	ETIQUETA	26		
140	MENOR 16	17	28	
141	COPIA 135	1		
142	BRANC_INC	29		
143	ETIQUETA	28		
144	COPIA 135	2		
145	ETIQUETA	29		
146	IGUAL 135	1	27	
147	PRODUCTE	137	17	136
148	SUMA 138	137	16	
149	RESTA 139	138	140	
150	PRODUCTE	141	139	142
151	CONSEX	18	12	141
152	PRODUCTE	145	17	144
153	SUMA 146	145	16	
154	RESTA 147	146	148	
155	PRODUCTE	149	147	150
156	PRODUCTE	153	16	152
157	SUMA 154	153	17	
158	RESTA 155	154	156	
159	PRODUCTE	157	155	158
160	CONSEX	160	12	157
161	ASIGINDEX	12	149	160
162	PRODUCTE	162	16	161
163	SUMA 163	162	17	
164	RESTA 164	163	165	
165	PRODUCTE	166	164	167
166	ASIGINDEX	12	166	18
167	COPIA 170	169		
168	SUMA 171	16	170	
169	COPIA 16	171		
170	BRANC_INC	26		

171	ETIQUETA	27		
172	COPIA	173	172	
173	SUMA	174	17	173
174	COPIA	17	174	
175	BRANC_INC		22	
176	ETIQUETA		23	
177	COPIA	176	175	
178	COPIA	17	176	
179	ETIQUETA		30	
180	COPIA	178	177	
181	MENORIGUAL		17	178 32
182	COPIA	179	1	
183	BRANC_INC		33	
184	ETIQUETA		32	
185	COPIA	179	2	
186	ETIQUETA		33	
187	IGUAL	179	1	31
188	COPIA	181	180	
189	COPIA	16	181	
190	ETIQUETA		34	
191	COPIA	183	182	
192	MENORIGUAL		16	183 36
193	COPIA	184	1	
194	BRANC_INC		37	
195	ETIQUETA		36	
196	COPIA	184	2	
197	ETIQUETA		37	
198	IGUAL	184	1	35
199	PRODUCTE		186	17 185
200	SUMA	187	186	16
201	RESTA	188	187	189
202	PRODUCTE		190	188 191
203	PARAMC	12	190	
204	CALL	1		
205	CALL	8		
206	COPIA	194	193	
207	SUMA	195	16	194
208	COPIA	16	195	
209	BRANC_INC		34	
210	ETIQUETA		35	
211	CALL	8		
212	COPIA	197	196	
213	SUMA	198	17	197

214	COPIA	17	198
215	BRANC_INC		30
216	ETIQUETA		31
217	RTN	9	

## A Conclusions

S'han desenvolupat 6 207 línies de codi Ada i 371 línies de codi yacc. Segons el model COCOMO, l'esforç dels desenvolupadors és de 1,48 persones-anys. El nombre estimat de desenvolupadors és de 2,38 i el cost de desenvolupar el treball és de 199,326 \$.

El desenvolupament d'una pràctica gran i complexa com aquesta ens ha plantejat un conjunt de reptes. En altres pràctiques, no havíem necessitat un control tan gran sobre els fitxers generats i sobre les versions de codi generades. El fet d'esser 3 persones programant ha fet que ens haguem hagut de dividir les feines i organitzar de tal forma que no hi hagi hagut col·lisions i que tots els bossins hagin hagut d'encaixar de forma perfecta. Personalment, trobam que ha estat un repte haver desenvolupat el nostre compilador, i hem après molts conceptes mentre ho feiem.