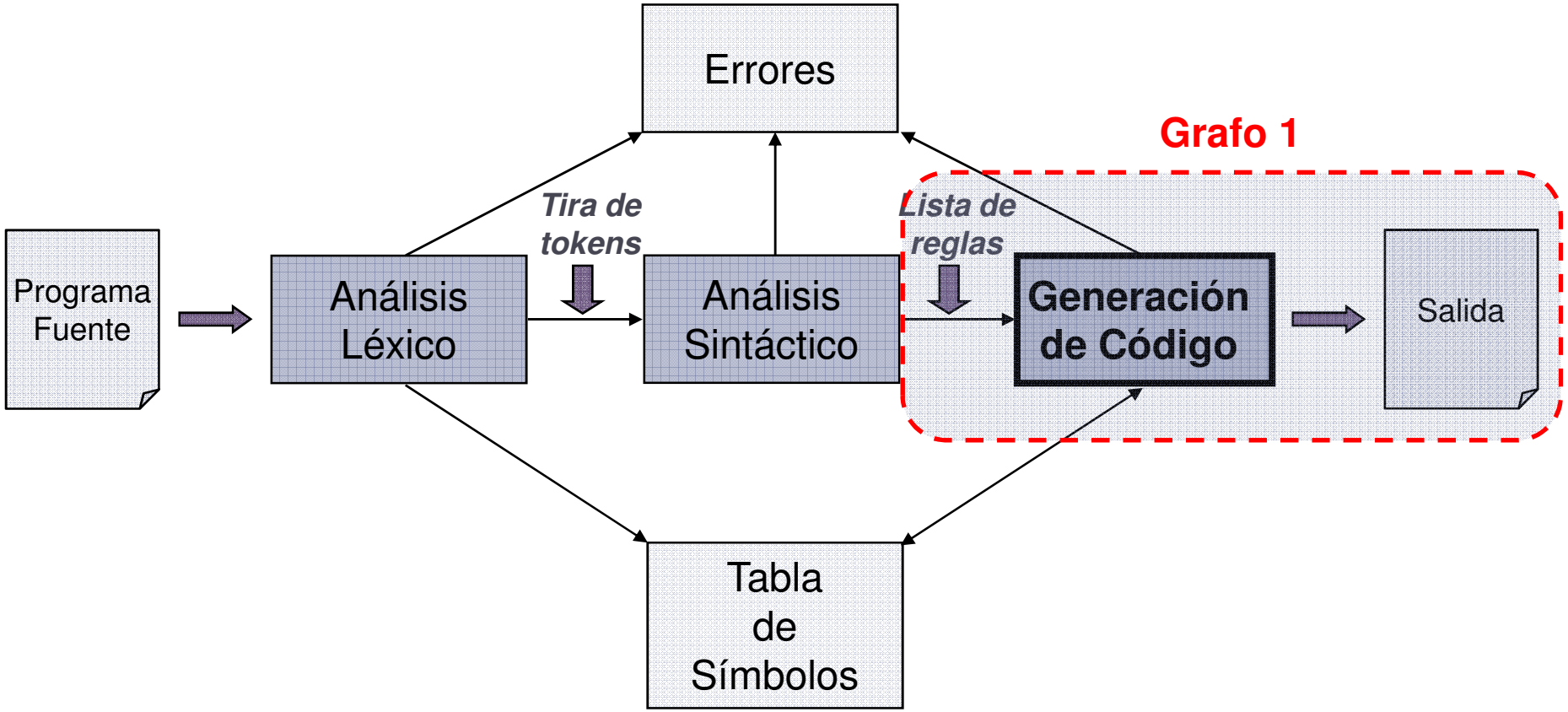
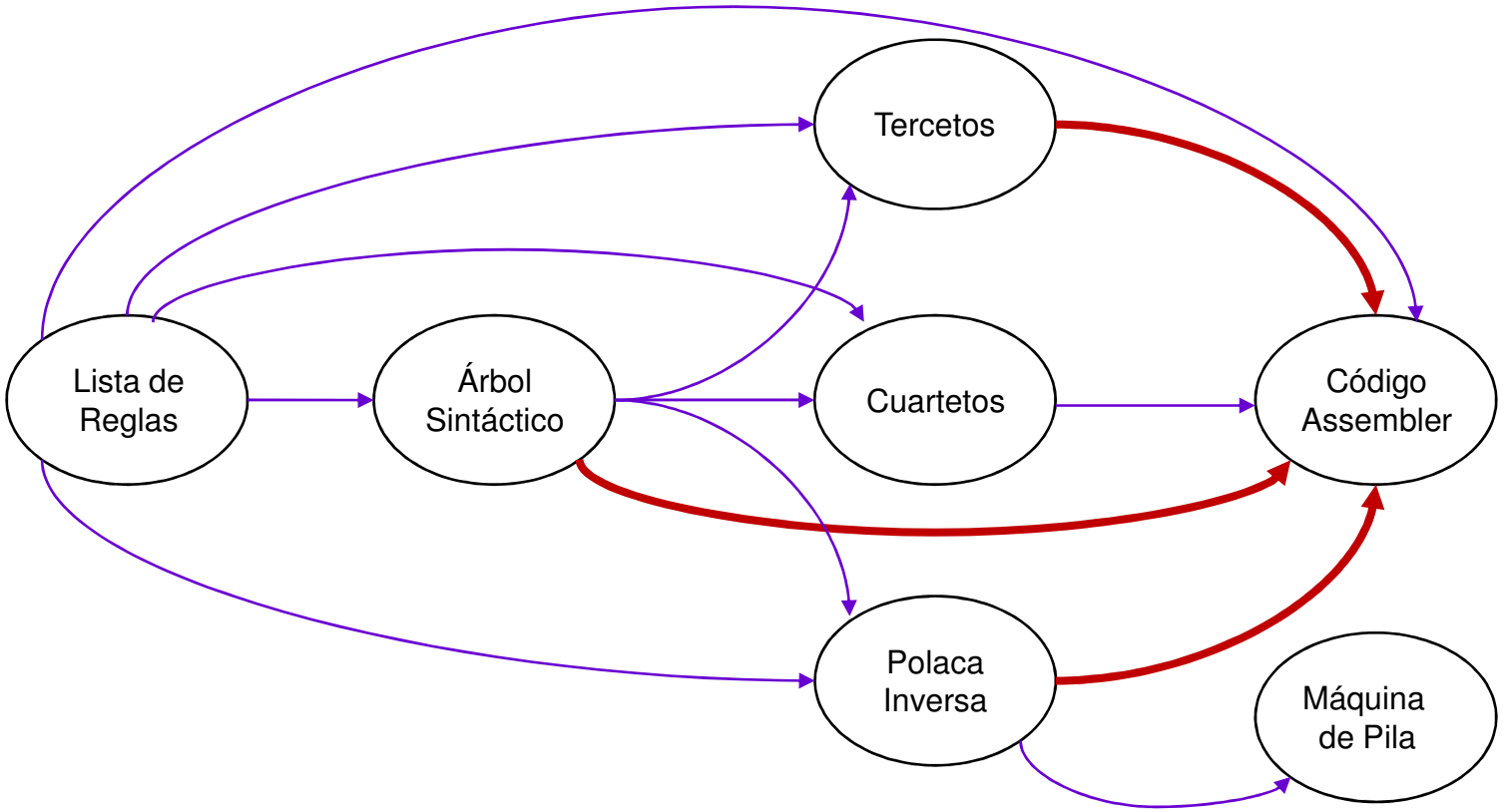
Diseño de Compiladores I

Generación de Código

Fases de la Compilación



Generación de Código



Sentencias de Control

Árbol Sintáctico → Assembler

Polaca Inversa → Assembler

Tercetos → Assembler

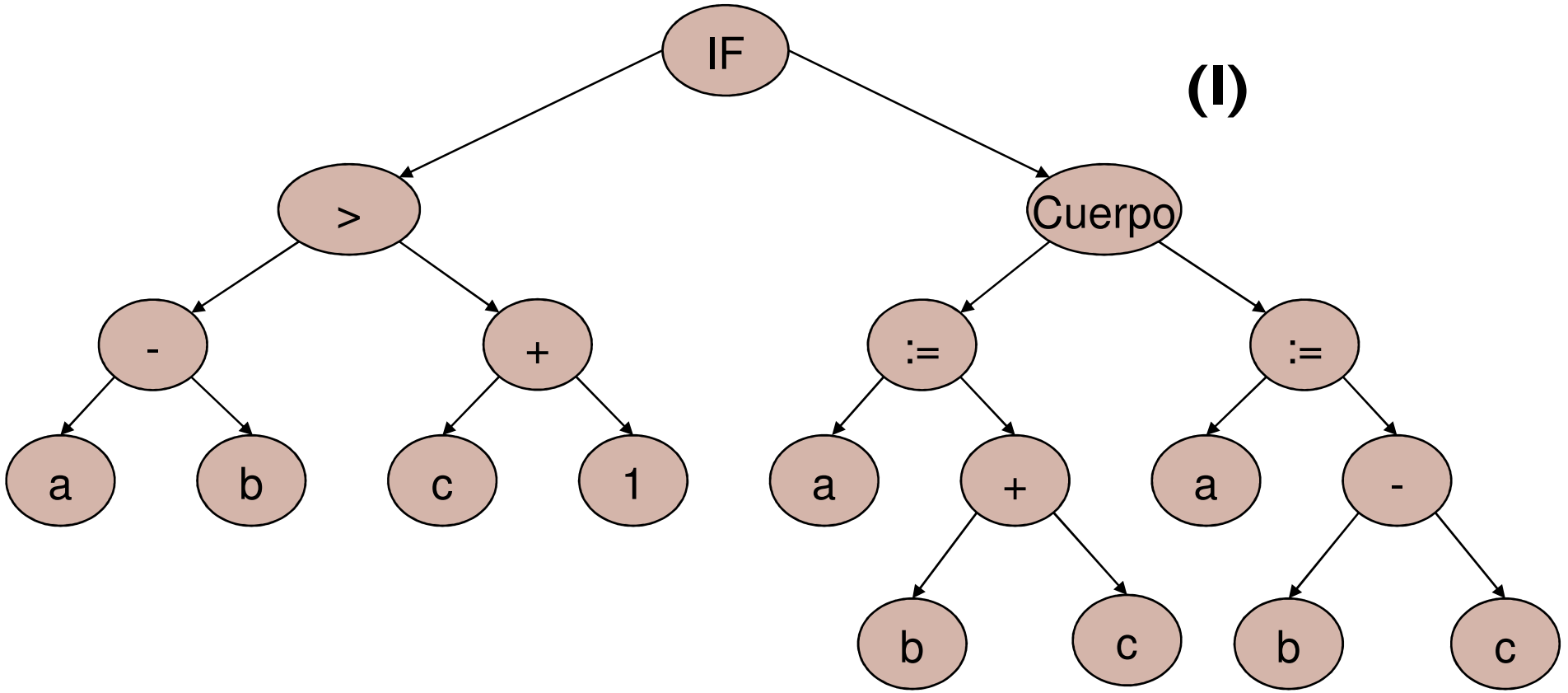
Árbol Sintáctico → ASSEMBLER

Sentencia IF

Árbol Sintáctico → Assembler

Ejemplo:

IF (a – b > c + 1) THEN a := b + c; ELSE a := b – c;

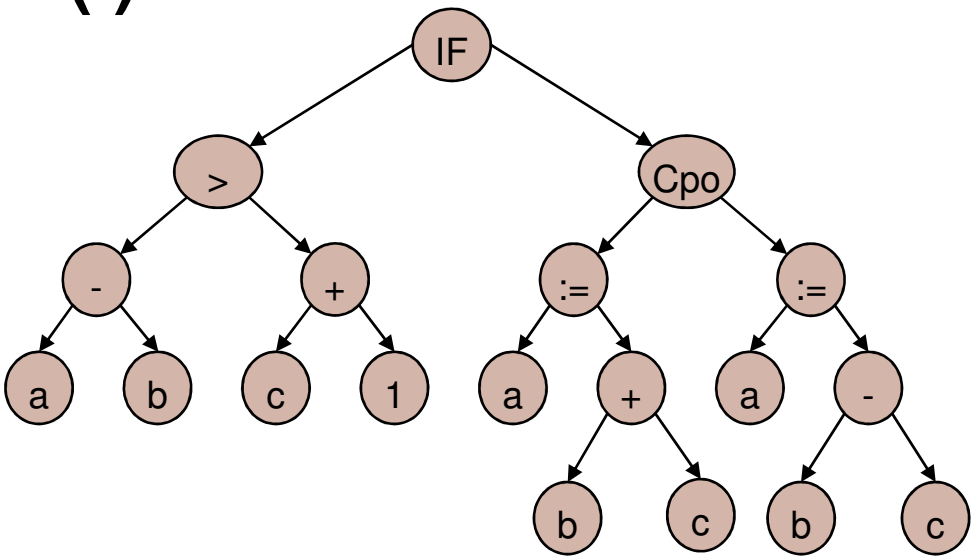


Árbol Sintáctico → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a O - L - L - L
- SUB R1, _b O - L - L – L

(I)

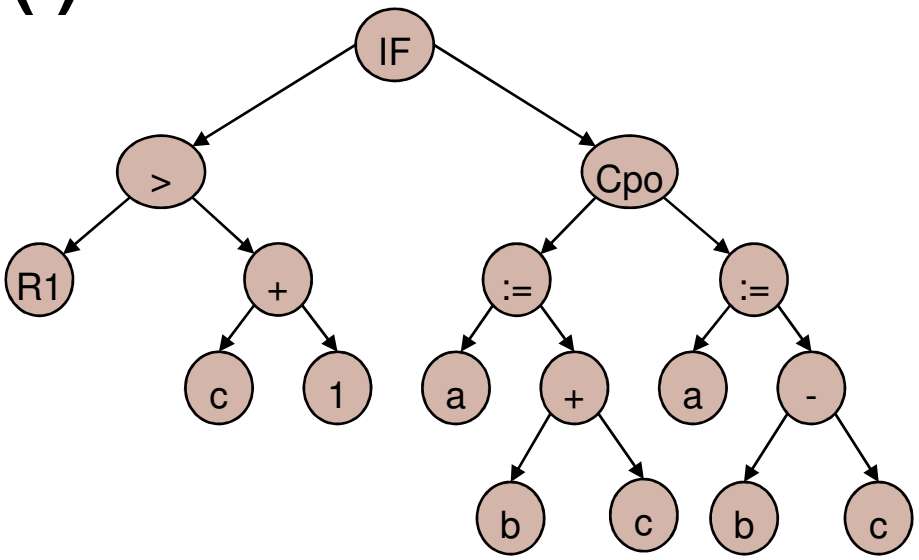


Árbol Sintáctico → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a — O - L - L - L
- SUB R1, _b — O - L - L - L
- MOV R2, _c — O - O - L - L
- ADD R2, 1 — O - O - L - L

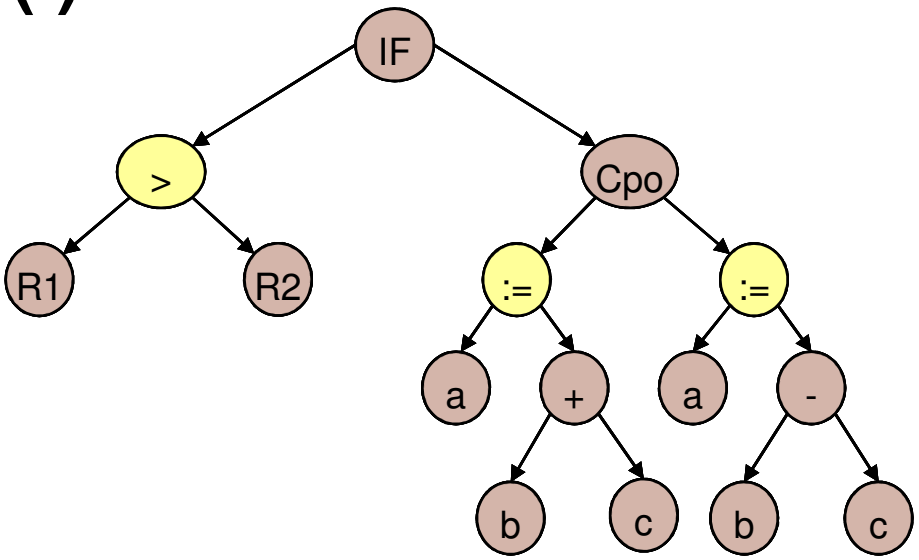
(I)



Árbol Sintáctico → Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

(I)



L - L - L - L

- MOV R1, _a O - L - L - L
- SUB R1, _b O - L - L - L
- MOV R2, _c O - O - L - L
- ADD R2, 1 O - O - L - L
- CMP R1, R2 L - L - L - L

(Si es hijo izq de IF)

JLE Label1 **Apilo Label1**

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L - L

(Si es hijo izq de cuerpo)

JMP Label2 **Desapilo**

Label1: **Apilo Label2**

- MOV R1, _b O - L - L - L
- SUB R1, _c O - L - L - L
- MOV, _a, R1 L - L - L - L

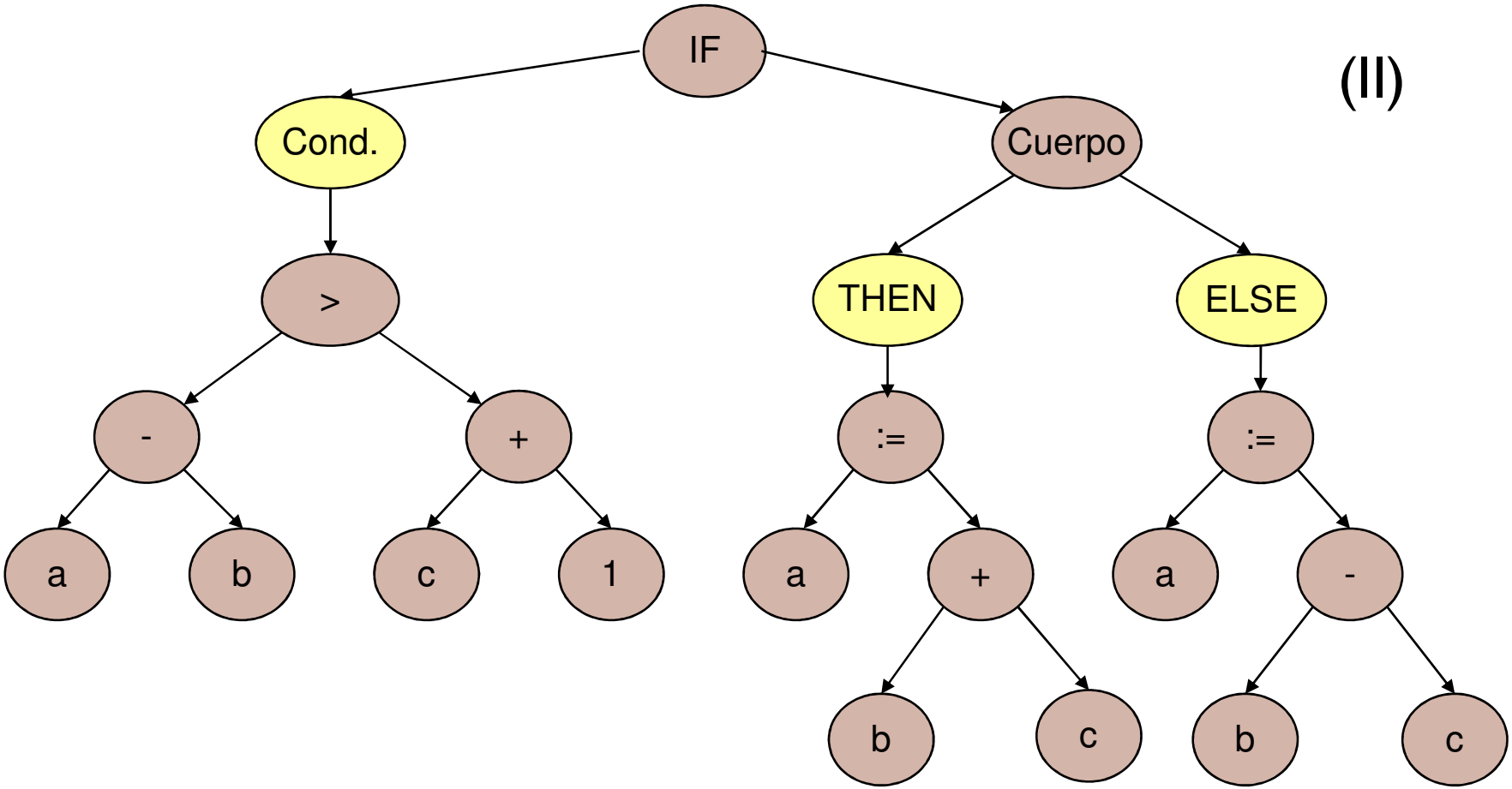
(Si es hijo der de cuerpo)

Desapilo

Label2:

Árbol Sintáctico → Assembler

IF (a – b > c + 1) THEN a := b + c; ELSE a := b – c;



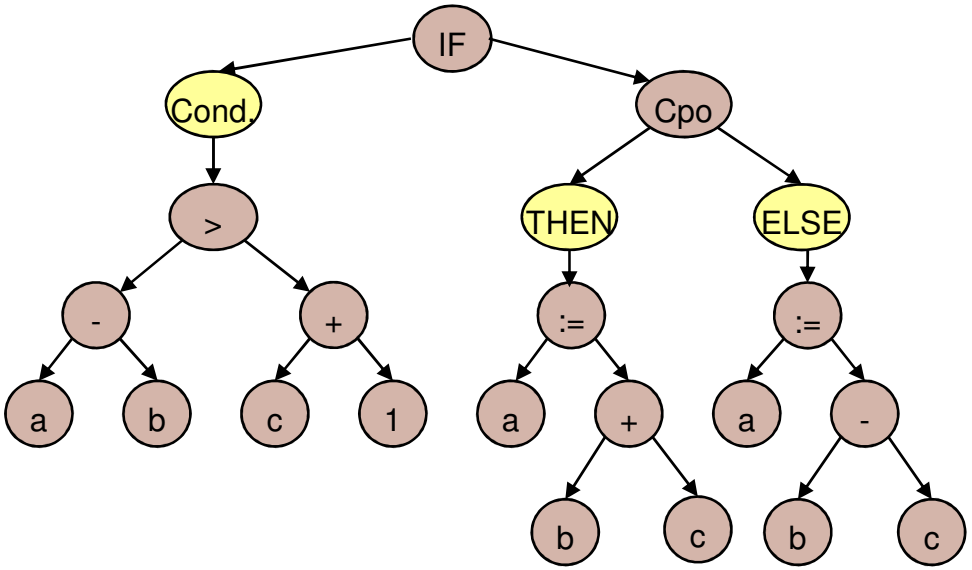
(II)

Árbol Sintáctico → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a O - L - L - L
- SUB R1, _b O - L - L – L

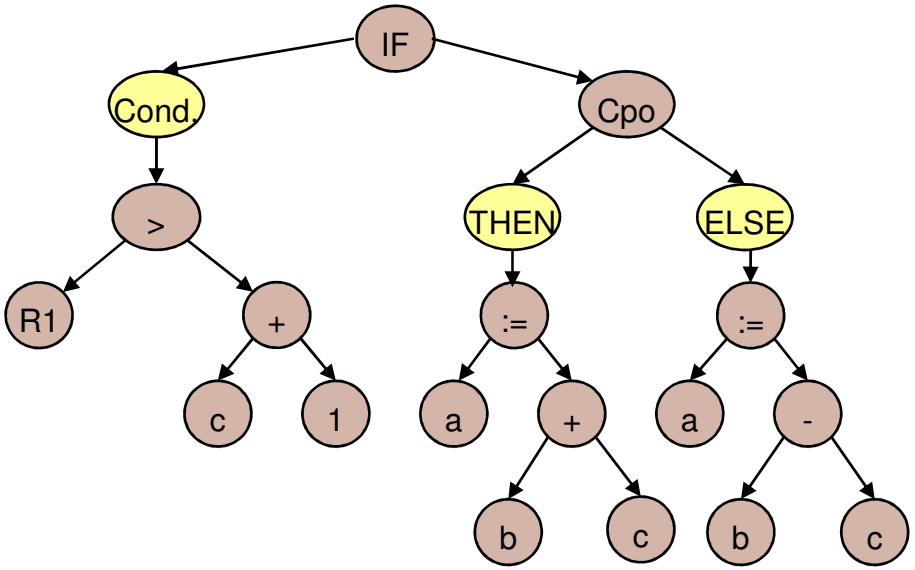
(II)



Árbol Sintáctico → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

(II)

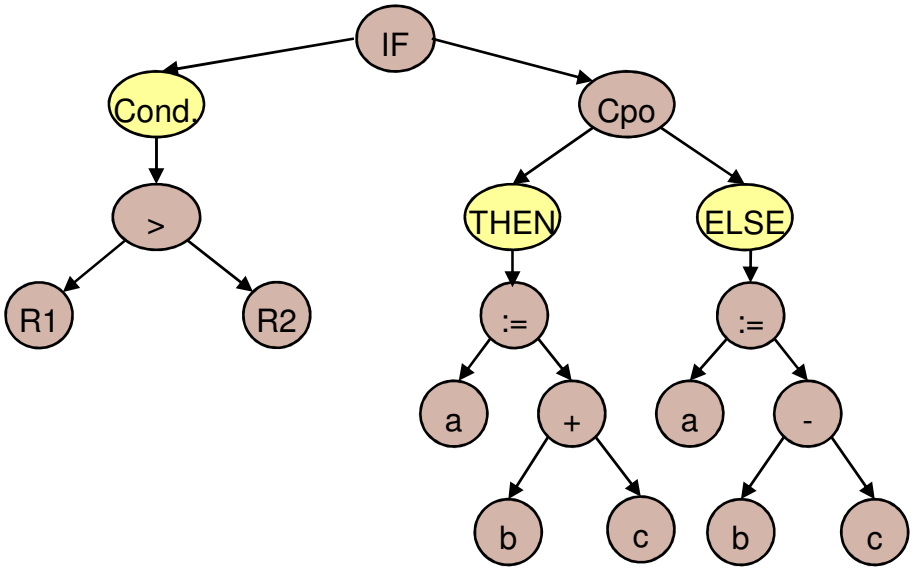


	L - L - L - L
MOV R1, _a	O - L - L - L
SUB R1, _b	O - L - L - L
MOV R2, _c	O - O - L - L
ADD R2, 1	O - O - L - L

Árbol Sintáctico → Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

(II)

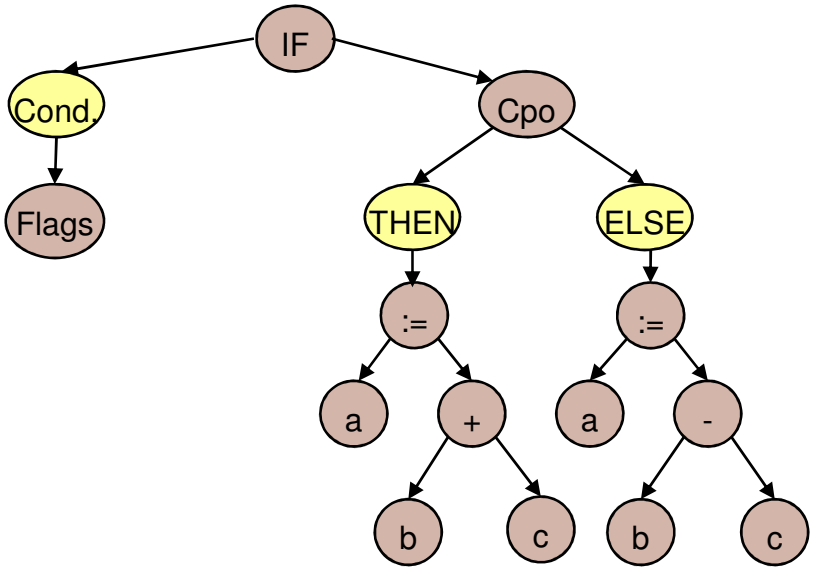


	L - L - L - L
MOV R1, _a	O - L - L - L
SUB R1, _b	O - L - L - L
MOV R2, _c	O - O - L - L
ADD R2, 1	O - O - L - L
CMP R1, R2	L - L - L - L

Árbol Sintáctico → Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

(II)



L - L - L - L

- MOV R1, _a — O - L - L - L
- SUB R1, _b — O - L - L - L
- MOV R2, _c — O - O - L - L
- ADD R2, 1 — O - O - L - L
- CMP R1, R2 — L - L - L - L

(Si la raíz del subárbol es Cond)

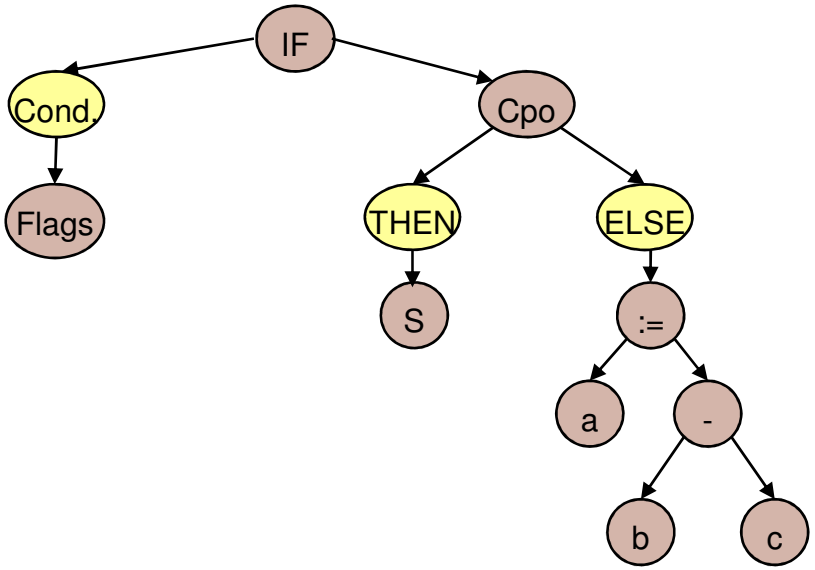
JLE Label1 **Apilo Label1**

- MOV R1, _b — O - L - L - L
- ADD R1, _c — O - L - L - L
- MOV _a, R1 — L - L - L - L

Árbol Sintáctico → Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

(II)



L - L - L - L

- MOV R1, _a O - L - L - L
- SUB R1, _b O - L - L - L
- MOV R2, _c O - O - L - L
- ADD R2, 1 O - O - L - L
- CMP R1, R2 L - L - L - L

(Si la raíz del subárbol es Cond)

JLE Label1 **Apilo Label1**

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L - L

(Si la raíz del subárbol es THEN)

JMP Label2 **Desapilo**

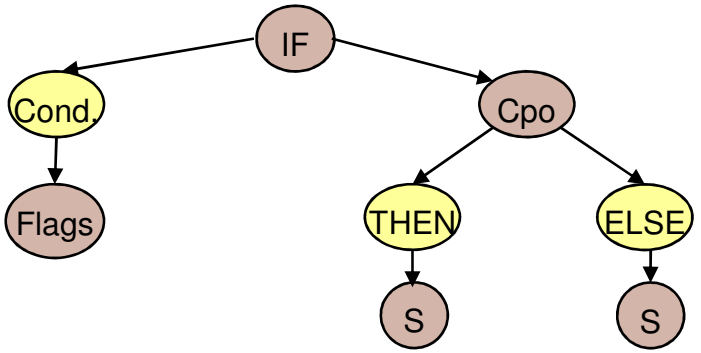
Label1: **Apilo Label2**

- MOV R1, _b O - L - L - L
- SUB R1, _c O - L - L - L
- MOV, _a, R1 L - L - L - L

Árbol Sintáctico → Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

(II)



L - L - L - L

- MOV R1, _a O - L - L - L
- SUB R1, _b O - L - L - L
- MOV R2, _c O - O - L - L
- ADD R2, 1 O - O - L - L
- CMP R1, R2 L - L - L - L

(Si la raíz del subárbol es Cond)

JLE Label1 **Apilo Label1**

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L - L

(Si la raíz del subárbol es THEN)

JMP Label2 **Desapilo**

Label1: **Apilo Label2**

- MOV R1, _b O - L - L - L
- SUB R1, _c O - L - L - L
- MOV, _a, R1 L - L - L - L

(Si la raíz del subárbol es ELSE)

Desapilo

Label2:

Árbol Sintáctico → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a
- SUB R1, _b
- MOV R2, _c
- ADD R2, 1
- CMP R1, R2

JLE Label1

- MOV R1, _b
- ADD R1, _c
- MOV _a, R1

JMP Label2

Label1:

- MOV R1, _b
- SUB R1, _c
- MOV, _a, R1

Label2:

Polaca Inversa→ ASSEMBLER

Sentencia IF

Polaca Inversa → Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

Alternativa 1: 2 pasadas

- **Pasada 1: Se marcan los destinos de las bifurcaciones**
- **Pasada 2: Se genera código**

a	b	-	c	1	+	>	17	BF	a	b	c	+	:=	22	BI	a	b	c	-	:=	...
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Bifurcación

Bifurcación

Paso marcado

Paso marcado

	L - L - L - L
MOV R1, _a	O - L - L - L
SUB R1, _b	O - L - L - L
MOV R2, _c	O - O - L - L
ADD R2, 1	O - O - L - L
CMP R1, R2	L - L - L - L
JLE Label17	
MOV R1, _b	O - L - L - L
ADD R1, _c	O - L - L - L
MOV _a, R1	L - L - L - L

JMP Label22

Label17:

MOV R1, _b	O - L - L - L
SUB R1, _c	O - L - L - L
MOV, _a, R1	L - L - L – L

Label22:

Polaca Inversa → Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

Alternativa 2.a:

- **Durante la generación de la Polaca, se marcan los destinos de las bifurcaciones.**
- **En una sola pasada, se genera código.**

a	b	-	c	1	+	>	17	BF	a	b	c	+	:=	22	BI	a	b	c	-	:=	...
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Paso marcado

Paso marcado

L - L - L - L

- MOV R1, _a O - L - L - L
- SUB R1, _b O - L - L - L
- MOV R2, _c O - O - L - L
- ADD R2, 1 O - O - L - L
- CMP R1, R2 L - L - L - L

JLE Label17

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L – L

JMP Label22

Label17:

- MOV R1, _b O - L - L - L
- SUB R1, _c O - L - L - L
- MOV, _a, R1 L - L - L – L

Label22:

Polaca Inversa → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a
- SUB R1, _b
- MOV R2, _c
- ADD R2, 1
- CMP R1, R2

JLE Label17

- MOV R1, _b
- ADD R1, _c
- MOV _a, R1

JMP Label22

Label17:

- MOV R1, _b
- SUB R1, _c
- MOV, _a, R1

Label22:

Polaca Inversa → Assembler

IF (a – b > c + I)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

Alternativa 2.b:

- **Durante la generación de la Polaca, se agregan pasos con las etiquetas.**
- **En una sola pasada, se genera código.**

a	b	-	c	I	+	>	17	BF	a	b	c	+	:=	23	BI	L17	a	b	c	-	:=	L23	…
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Etiqueta

Etiqueta

L - L - L - L

- MOV R1, _a O - L - L - L
- SUB R1, _b O - L - L - L
- MOV R2, _c O - O - L - L
- ADD R2, 1 O - O - L - L
- CMP R1, R2 L - L - L - L

JLE L17

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L – L

JMP L23

L17:

- MOV R1, _b O - L - L - L
- SUB R1, _c O - L - L - L
- MOV, _a, R1 L - L - L – L

L23:

Polaca Inversa → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a
- SUB R1, _b
- MOV R2, _c
- ADD R2, 1
- CMP R1, R2

JLE L17

- MOV R1, _b
- ADD R1, _c
- MOV _a, R1

JMP L23

L17:

- MOV R1, _b
- SUB R1, _c
- MOV, _a, R1

L23:

Tercetos → ASSEMBLER

Sentencia IF

Tercetos→ Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

Alternativa 1: 2 pasadas

- **Pasada 1: Se marcan los destinos de las bifurcaciones**
- **Pasada 2: Se genera código**

9.	…
10.	(- , a , b)
11.	(+ , c , 1)
12.	(> , [10] , [11])
13.	(BF , [12] , 17)
14.	(+ , b , c)
15.	(:= , a , [14])
16.	(BI , 19 , -)
17.	(- , b , c)
18.	(:= , a , [17])
19.	FUERA_DEL_IF

Bifurcación

Bifurcación

Terceto marcado

Terceto marcado

	L - L - L - L
MOV R1, _a	O - L - L - L
SUB R1, _b	O - L - L - L
MOV R2, _c	O - O - L - L
ADD R2, 1	O - O - L - L
CMP R1, R2	L - L - L - L
JLE Label17	
MOV R1, _b	O - L - L - L
ADD R1, _c	O - L - L - L
MOV _a, R1	L - L - L – L
JMP Label19	
Label17:	
MOV R1, _b	O - L - L – L
SUB R1, _c	O - L - L - L
MOV, _a, R1	L - L - L – L
Label19:	

Tercetos→ Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

Alternativa 2.a:

- **Durante la generación de los Tercetos, se marcan los destinos de las bifurcaciones**
- **En una sola pasada, se genera código.**

9.	…
10.	(- , a , b)
11.	(+ , c , 1)
12.	(> , [10] , [11])
13.	(BF , [12] , 17)
14.	(+ , b , c)
15.	(:= , a , [14])
16.	(BI , 19 , -)
17.	(- , b , c)
18.	(:= , a , [17])
19.	FUERA_DEL_IF

Bifurcación

Bifurcación

Terceto marcado

Terceto marcado

	L - L - L - L
MOV R1, _a	O - L - L - L
SUB R1, _b	O - L - L - L
MOV R2, _c	O - O - L - L
ADD R2, 1	O - O - L - L
CMP R1, R2	L - L - L - L
JLE Label17	
MOV R1, _b	O - L - L - L
ADD R1, _c	O - L - L - L
MOV _a, R1	L - L - L – L
JMP Label19	
Label17:	
MOV R1, _b	O - L - L – L
SUB R1, _c	O - L - L - L
MOV, _a, R1	L - L - L – L
Label19:	

Tercetos → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a
- SUB R1, _b
- MOV R2, _c
- ADD R2, 1
- CMP R1, R2

JLE Label17

- MOV R1, _b
- ADD R1, _c
- MOV _a, R1

JMP Label19

Label17:

- MOV R1, _b
- SUB R1, _c
- MOV, _a, R1

Label19:

Tercetos→ Assembler

IF (a – b > c + 1)
THEN a := b + c;
ELSE a := b – c;

Alternativa 2.b:

- **Durante la generación de los Tercetos, se agregan tercetos etiqueta.**
- **En una sola pasada, se genera código.**

9.	…
10.	(- , a , b)
11.	(+ , c , 1)
12.	(> , [10] , [11])
13.	(BF , [12] , 17)
14.	(+ , b , c)
15.	(:= , a , [14])
16.	(BI , 20 , -)
17.	(Label17 , - , -)
18.	(- , b , c)
19.	(:= , a , [17])
20.	(Label20 , - , -)

Terceto etiqueta

Terceto etiqueta

	L - L - L - L
MOV R1, _a	O - L - L - L
SUB R1, _b	O - L - L - L
MOV R2, _c	O - O - L - L
ADD R2, 1	O - O - L - L
CMP R1, R2	L - L - L - L
JLE Label17	
MOV R1, _b	O - L - L - L
ADD R1, _c	O - L - L - L
MOV _a, R1	L - L - L – L
JMP Label20	
Label17:	
MOV R1, _b	O - L - L – L
SUB R1, _c	O - L - L - L
MOV, _a, R1	L - L - L – L
Label20:	

Tercetos → Assembler

```
IF ( a – b > c + 1 )
   THEN a := b + c;
   ELSE a := b – c;
```

- MOV R1, _a
- SUB R1, _b
- MOV R2, _c
- ADD R2, 1
- CMP R1, R2

JLE Label17

- MOV R1, _b
- ADD R1, _c
- MOV _a, R1

JMP Label20

Label17:

- MOV R1, _b
- SUB R1, _c
- MOV, _a, R1

Label20:

Árbol Sintáctico → ASSEMBLER
Polaca Inversa → ASSEMBLER
Tercetos → ASSEMBLER

Sentencia WHILE

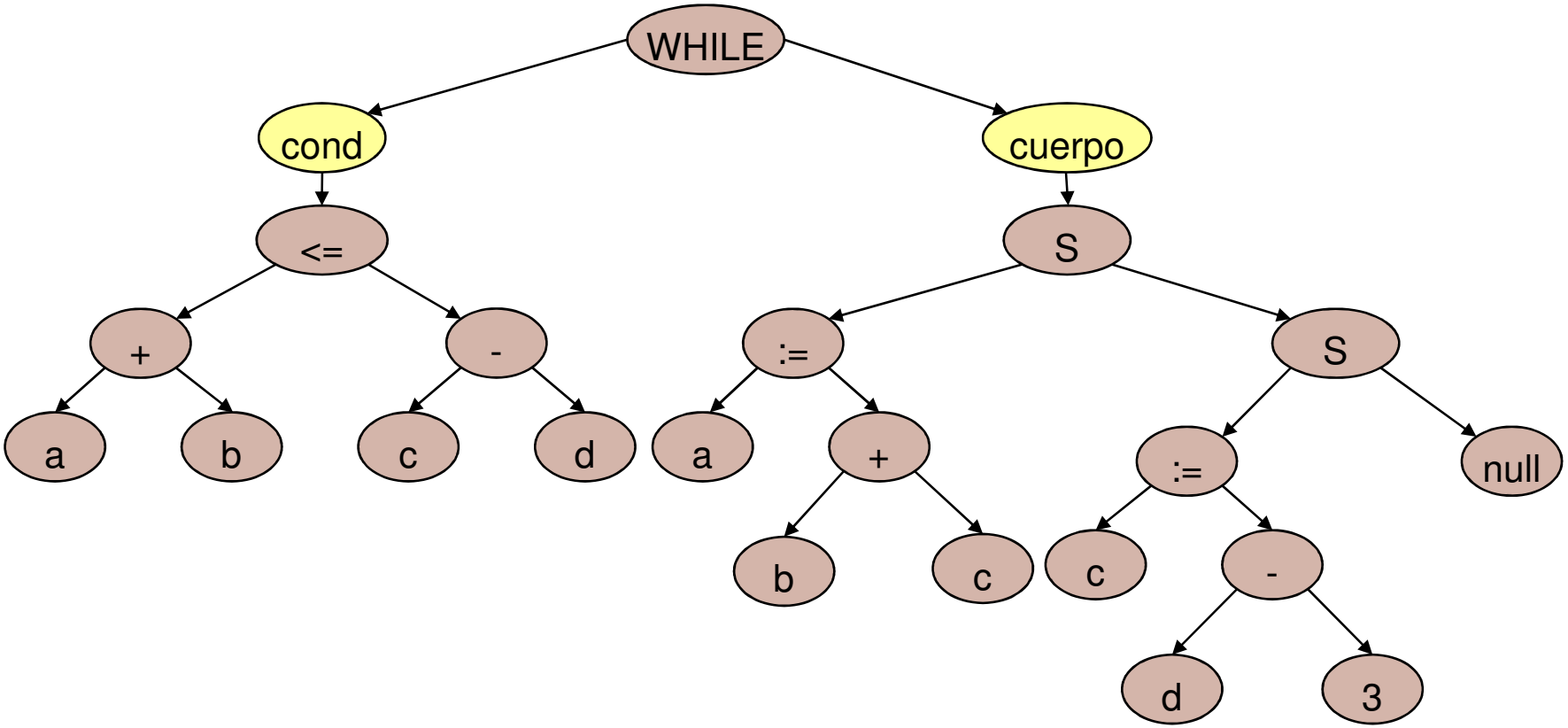
Árbol Sintáctico → ASSEMBLER

Sentencia WHILE

Árbol Sintáctico → Assembler

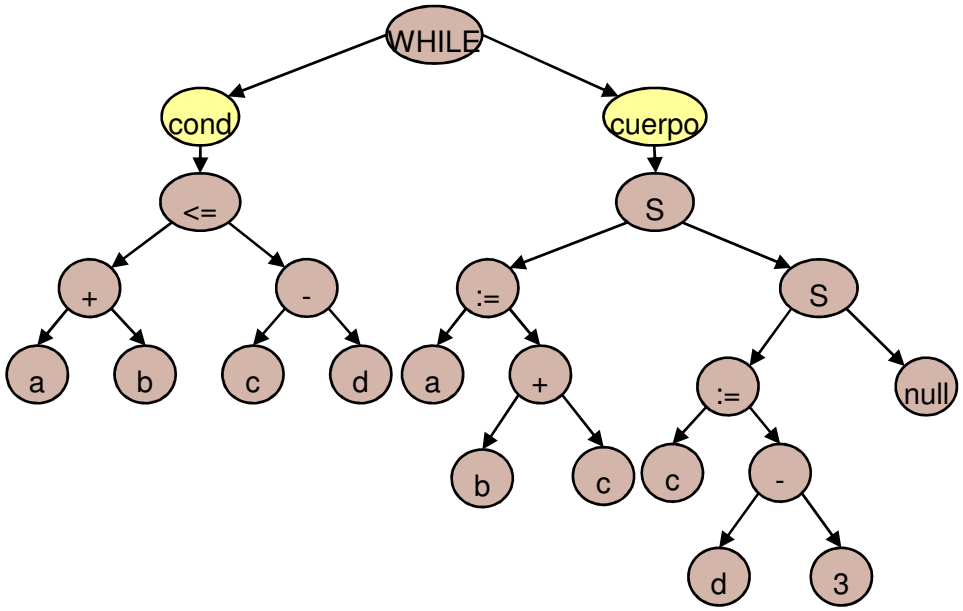
Ejemplo:

WHILE (a + b <= c - d) { a := b + c; c := d – 3; }



Árbol Sintáctico → Assembler

```
WHILE ( a + b <= c - d ) {
        a := b + c;
        c := d – 3; }
```



Label1: **Apilo Label1**

- MOV R1, _a O - L - L - L
- ADD R1, _b O - L - L - L
- MOV R2, _c O - O - L - L
- SUB R2, _d O - O - L - L
- CMP R1, R2 L - L - L - L

(Si la raíz del subárbol es cond o es hijo izq de WHILE

JG Label2 **Apilo Label2**

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L – L
- MOV R1, _d O - L - L - L
- SUB R1, 3 O - L - L - L
- MOV _c, R1 L - L - L – L

(Si la raíz del subárbol es cuerpo o hijo der. de WHILE

Desapilo

Desapilo

JMP Label1

Label2:

- SENTENCIA SIGUIENTE AL WHILE

Árbol Sintáctico → Assembler

```
WHILE ( a + b <= c - d ) {
        a := b + c;
        c := d – 3; }
```

Label1:

- MOV R1, _a
- ADD R1, _b
- MOV R2, _c
- SUB R2, _d
- CMP R1, R2

JG Label2

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L – L
- MOV R1, _d O - L - L - L
- SUB R1, 3 O - L - L - L
- MOV _c, R1 L - L - L – L

JMP Label1

Label2:

- SENTENCIA SIGUIENTE AL WHILE

Polaca Inversa→ ASSEMBLER

Sentencia WHILE

Polaca Inversa → Assembler

```
WHILE ( a + b <= c - d ) {
    a := b + c;
    c := d – 3; }
```

Alternativa 1: 2 pasadas

- **Pasada 1: Se marcan los destinos de las bifurcaciones**
- **Pasada 2: Se genera código**

a	b	+	c	d	-	<=	22	BF	b	c	+	a	:=	d	3	-	c	:=	I	BI	...
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Label1:

- MOV R1, _a O - L - L - L
- ADD R1, _b O - L - L - L
- MOV R2, _c O - O - L - L
- SUB R2, _d O - O - L - L
- CMP R1, R2 L - L - L – L

JG Label22

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L – L
- MOV R1, _d O - L - L - L
- SUB R1, 3 O - L - L - L
- MOV _c, R1 L - L - L – L

JMP Label1

Label22:

- SENTENCIA SIGUIENTE AL WHILE

Polaca Inversa → Assembler

WHILE (a + b <= c - d) { a := b + c; c := d – 3; }

Alternativa 2.a:

Durante la generación de la Polaca, se marcan los destinos de las bifurcaciones.
En una sola pasada, se genera código.

a	b	+	c	d	-	<=	22	BF	b	c	+	a	:=	d	3	-	c	:=	I	BI	...
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Alternativa 2.b:

Durante la generación de la Polaca, se agregan pasos con las etiquetas.
En una sola pasada, se genera código.

L1	a	b	+	c	d	-	<=	23	BF	b	c	+	a	:=	d	3	-	c	:=	I	BI	L23	...
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Polaca Inversa → Assembler

```
WHILE ( a + b <= c - d ) {
        a := b + c;
        c := d – 3; }
```

Label1:

- MOV R1, _a
- ADD R1, _b
- MOV R2, _c
- SUB R2, _d
- CMP R1, R2

JG Label22/23

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L – L
- MOV R1, _d O - L - L - L
- SUB R1, 3 O - L - L - L
- MOV _c, R1 L - L - L – L

JMP Label1

Label22/23:

- SENTENCIA SIGUIENTE AL WHILE

Tercetos→ ASSEMBLER

Sentencia WHILE

Tercetos→ Assembler

```
WHILE ( a + b <= c - d ) {
    a := b + c;
    c := d – 3; }
```

24.	…
25.	(+ , a , b)
26.	(- , c , d)
27.	(<= , [25] , [26])
28.	(BF , [27] , 34)
29.	(+ , b , c)
30.	(:= , a , [29])
31.	(- , d , 3)
32.	(:= , c , [31]
33.	(BI , 25 , -)
34.	SENT_SIG_AL_WHILE

Alternativa 1: 2 pasadas

- **Pasada 1: Se marcan los destinos de las bifurcaciones**
- **Pasada 2: Se genera código**

Label25:

MOV R1, _a	O - L - L - L
ADD R1, _b	O - L - L - L
MOV R2, _c	O - O - L - L
SUB R2, _d	O - O - L - L
CMP R1, R2	L - L - L – L

JG Label34

MOV R1, _b	O - L - L - L
ADD R1, _c	O - L - L - L
MOV _a, R1	L - L - L – L
MOV R1, _d	O - L - L - L
SUB R1, 3	O - L - L - L
MOV _c, R1	L - L - L – L

JMP Label25

Label34:

- SENTENCIA SIGUIENTE AL WHILE

Tercetos→ Assembler

WHILE (a + b <= c - d) { a := b + c; c := d – 3; }

Alternativa 2.a:

Durante la generación de los Tercetos, se marcan los destinos de las bifurcaciones

En una sola pasada, se genera código.

24.	…
25.	(+ , a , b)
26.	(- , c , d)
27.	(<= , [25] , [26])
28.	(BF , [27] , 34)
29.	(+ , b , c)
30.	(:= , a , [29])
31.	(- , d , 3)
32.	(:= , c , [31]
33.	(BI , 25 , -)
34.	FUERA_DEL_WHILE

Tercetos→ Assembler

WHILE (a + b <= c - d) { a := b + c; c := d – 3; }

Alternativa 2.b:

Durante la generación de los Tercetos, se agregan tercetos etiqueta.
En una sola pasada, se genera código.

24.	…
25.	(Label25, - , -)
26.	(+ , a , b)
27.	(- , c , d)
28.	(<= , [26] , [27])
29.	(BF , [28] , 35)
30.	(+ , b , c)
31.	(:= , a , [30])
32.	(- , d , 3)
33.	(:= , c , [32]
34.	(BI , 25 , -)
35.	(Label 35 , - , -)
36.	FUERA_DEL_WHILE

Polaca Inversa → Assembler

```
WHILE ( a + b <= c - d ) {
        a := b + c;
        c := d – 3; }
```

Label25:

- MOV R1, _a
- ADD R1, _b
- MOV R2, _c
- SUB R2, _d
- CMP R1, R2

JG Label34/35

- MOV R1, _b O - L - L - L
- ADD R1, _c O - L - L - L
- MOV _a, R1 L - L - L – L
- MOV R1, _d O - L - L - L
- SUB R1, 3 O - L - L - L
- MOV _c, R1 L - L - L – L

JMP Label25

Label34/35:

- SENTENCIA SIGUIENTE AL WHILE

¿PREGUNTAS?