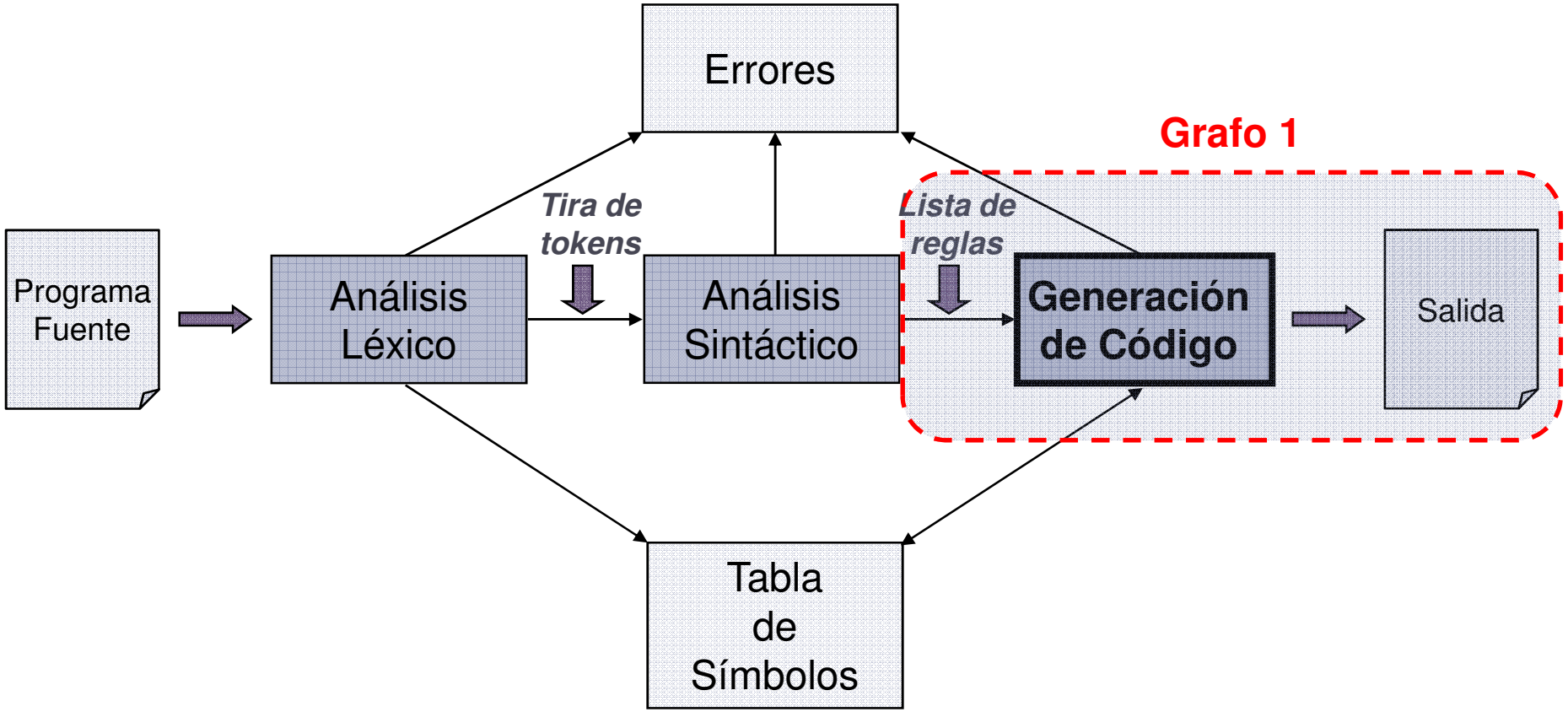
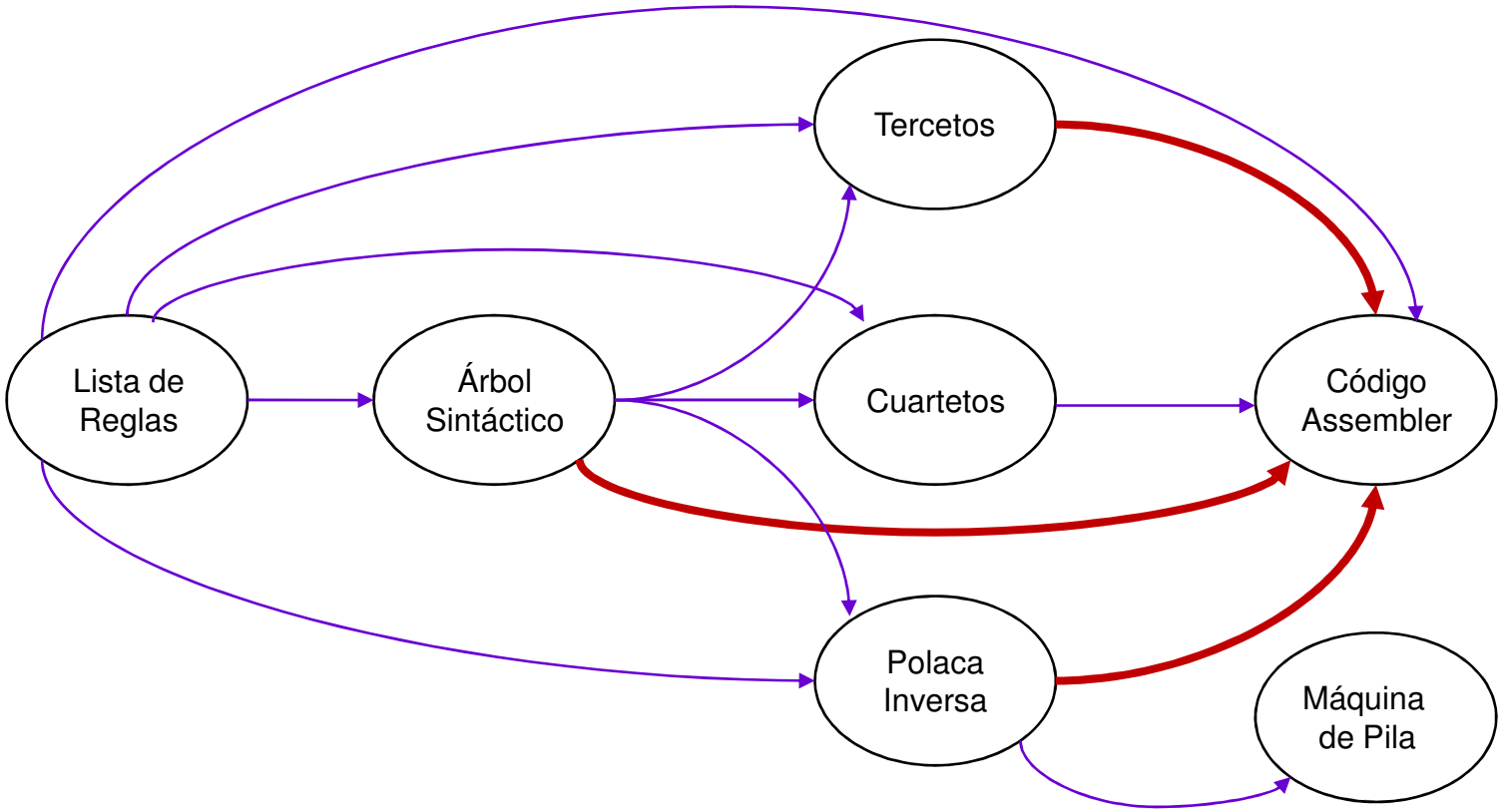
Diseño de Compiladores I

Generación de Código

Fases de la Compilación



Generación de Código



Generación de Código Assembler
Técnicas

- Variables Auxiliares
- Seguimiento de Registros

ASIGNACIONES / EXPRESIONES

Tercetos → Assembler

Polaca Inversa → Assembler

Árbol Sintáctico → Assembler

Polaca Inversa → Assembler

Polaca Inversa → Assembler

Ejemplo: z := a + b * c – d / (e + f) + 20

Árbol Sintáctico → Polaca Inversa

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Lista de Reglas → Polaca Inversa

a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	z	:=

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

- Se apilan los operandos hasta llegar a un operador.
- Operador binario:
  - Desapilar 2 elementos
  - Generar código creando una variable auxiliar
  - Apilar variable auxiliar donde quedó el resultado
- Operador unario:
  - Desapilar 1 elemento
  - Generar código creando una variable auxiliar
  - Apilar variable auxiliar donde quedó el resultado

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
z	z
a	z a
b	z a b
c	z a b c
*	z a
*****	**z a @aux1**

MOV R1, _b
MUL R1, _c
MOV @aux1, R1

Código Assembler

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
MOV @aux1, R1
```

- El texto marcado en rojo es texto fijo.
- Se agregan prefijos (_, @) a las variables para evitar errores en la compilación del código Assembler.

  Por ejemplo:

  x := MUL * k

  MOV R1, MUL ← Error de compilación
- Los prefijos para las variables auxiliares deben ser diferentes a los de las variables del usuario.
- **Las variables auxiliares se guardan en la TdeS**.

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z a @aux1
+	z
+	**z @aux2**

```
MOV R1, _a
ADD R1, @aux1
MOV @aux2, R1
```

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z @aux2
d	z @aux2 d
e	z @aux2 d e
f	z @aux2 d e f
+	z @aux2 d
+	**z @aux2 d @aux3**

```
MOV R1, _e
ADD R1, _f
MOV @aux3, R1
```

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z @aux2 d @aux3
/	z @aux2
/	**z @aux2 @aux4**

```
MOV R1, _d
DIV R1, @aux3
MOV @aux4, R1
```

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z @aux2 @aux4
-	z
-	**z @aux5**

MOV R1, @aux2
SUB R1, @aux4
MOV @aux5, R1

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z @aux5
20	z @aux5 20
+	z
+	**z @aux6**

MOV R1, @aux5

ADD R1, 20

MOV @aux6, R1

Polaca Inversa → Assembler
Variables Auxiliares

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z @aux6
:=	-
:=	-

MOV R1, @aux6

MOV _z, R1

Variables Auxiliares

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
MOV @aux1, R1
MOV R1, _a
ADD R1, @aux1
MOV @aux2, R1
MOV R1, _e
ADD R1, _f
MOV @aux3, R1
MOV R1, _d
DIV R1, @aux3
MOV @aux4, R1
MOV R1, @aux2
SUB R1, @aux4
MOV @aux5, R1
MOV R1, @aux5
ADD R1, 20
MOV @aux6, R1
MOV R1, @aux6
MOV _z, R1
```

20 instrucciones
+
6 variables
auxiliares

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

- Previo a la generación de código al encontrar un operador, se debe verificar qué registro está disponible.
- Se utiliza una tabla de ocupación de registros:

R1	R2	R3	R4
L	L	L	L

- Luego de generar código para los elementos desapilados, el registro que quedó ocupado por el resultado de la operación, quedará marcado como ocupado.
- Se apila el registro donde quedó el resultado.

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

- Se apilan los operandos hasta llegar a un operador.
- Operador binario:
  - Desapilar 2 elementos
  - Generar código ocupando / liberando registros según corresponda
  - Apilar registro donde quedó el resultado
- Operador unario:
  - Desapilar 1 elemento
  - Generar código ocupando / liberando registros según corresponda
  - Apilar registro donde quedó el resultado

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
z	z
a	z a
b	z a b
c	z a b c
*	z a
*	**z a R1**

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

MOV R1, _b

MUL R1, _c

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z a R1
+	z
+	**z R1**

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

ADD R1, _a

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z R1
d	z R1 d
e	z R1 d e
f	z R1 d e f
+	z R1 d
+	**z R1 d R2**

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	~~L~~ O	L	L

MOV R2, _e

ADD R2, _f

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z R1 d R2
/	z R1
/	**z R1 R3**

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	~~L~~ O	L

MOV R3, _d

DIV R3, R2

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z R1 R3
-	z
-	z R1

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

SUB R1, R3

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z R1
20	z R1 20
+	z
+	**z R1**

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

ADD R1, 20

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

z	a	b	c	*	+	d	e	f	+	/	-	20	+	:=

Leído	Pila
	z R1
:=	-
:=	-

R1	R2	R3	R4
L	L	L	L

MOV _z, R1

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
ADD R1, _a
MOV R2, _e
ADD R2, _f
MOV R3, _d
DIV R3, R2
SUB R1, R3
ADD R1, 20
MOV _z, R1
```

10 instrucciones
Y
ninguna variable
auxiliar

Código más chico

Código más rápido

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 1:

Operación entre 2 variables y/o constantes

vble1	vble2	OP

Pila:

vble2
vble1

1. Ocupar un registro
2. Generar código sobre ese registro

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

MOV R1, vble1

OP R1, vble2

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 2:

Operación entre un registro y una variable o constante

reg	vble	OP

Pila:

vble
reg

1. Generar código sobre ese registro

   (Tabla sin cambios)

OP R1, vble

R1	R2	R3	R4
O	L	L	L

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 3:

Operación entre dos registros

reg1	reg2	OP

Pila:

reg2
reg1

1. Generar código sobre el primer registro
2. Liberar el segundo registro

OP R1, R2

R1	R2	R3	R4
O	~~O~~ L	L	L

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4:

Operación entre una variable (o constante) y un registro

Pila:

reg
vble

vble	reg	OP

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4.a:

Operación conmutativa entre una variable (o constante) y un registro

Pila:

reg
vble

vble	reg	+

1. Generar código sobre el registro

   (Tabla sin cambios)

ADD R1, vble

R1	R2	R3	R4
O	L	L	L

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4.b:

Operación no conmutativa entre una variable (o constante) y un registro

vble	reg	/

1. Ocupar nuevo registro
2. Generar código sobre el nuevo registro
3. Liberar el primer registro

Pila:

reg
vble

R1	R2	R3	R4
O	~~L~~ O	L	L

MOV R2, vble

DIV R2, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	O	L	L

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Asignaciones – Situación a:

Valor a asignar en un registro

AS → PI

vble	reg	:=

o

LR → PI

reg	vble	:=

Pila:

reg
vble

AS → PI

o

vble
reg

LR → PI

MOV vble, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	L	L	L

1. Generar código usando el registro
2. Liberar el registro

Polaca Inversa → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Asignaciones – Situación b:

Valor a asignar en una variable (o constante)

vble1	vble2	:=

1. Ocupar registro
2. Generar código usando el registro
3. Liberar el registro

Pila:

vble2
vble1

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

MOV R1, vble2

MOV vble1, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	L	L	L

Seguimiento de Registros

Para cualquier representación intermedia

- El ***número máximo de registros*** necesarios depende del número de niveles de precedencia:
  - Con 2 niveles (+ y -, * y /) → 2 registros
  - Con 3 niveles (potencia) → 3 registros
  - Con 4 niveles (< y >) → 4 registros
  - Con 5 niveles (AND y OR) → 5 registros

Seguimiento de Registros

- Si se necesita un registro y no hay más, se libera un registro, moviendo su contenido a una variable auxiliar.
- Se posterga el uso de registros que tienen usos específicos (sirven para más operaciones).
- Ejemplo:

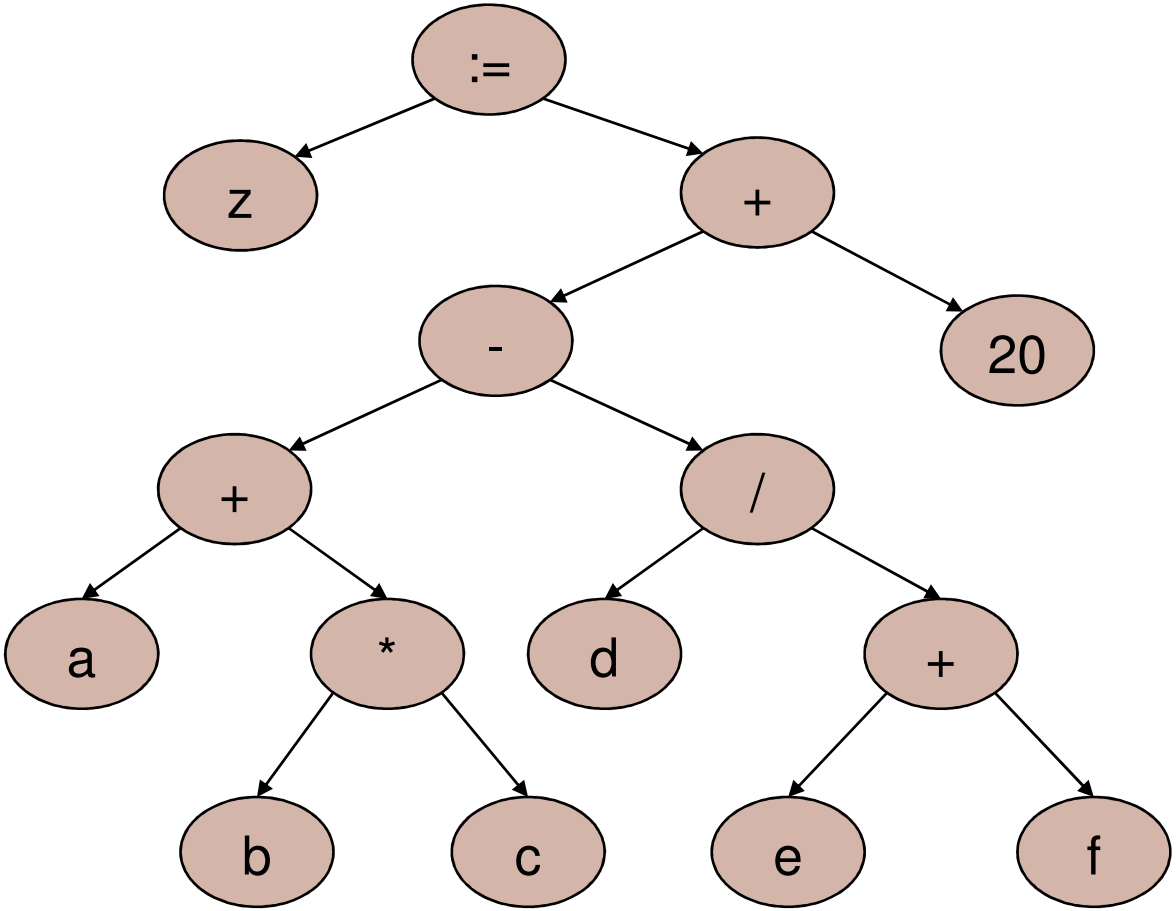
  Registros para Pentium: EAX, EBX, ECX, EDX
- EAX y EDX se utilizan para multiplicaciones y divisiones

  → Comenzar utilizando los otros 2.

Árbol Sintáctico→ Assembler

Árbol Sintáctico → Assembler

Ejemplo: z := a + b * c – d / (e + f) + 20.

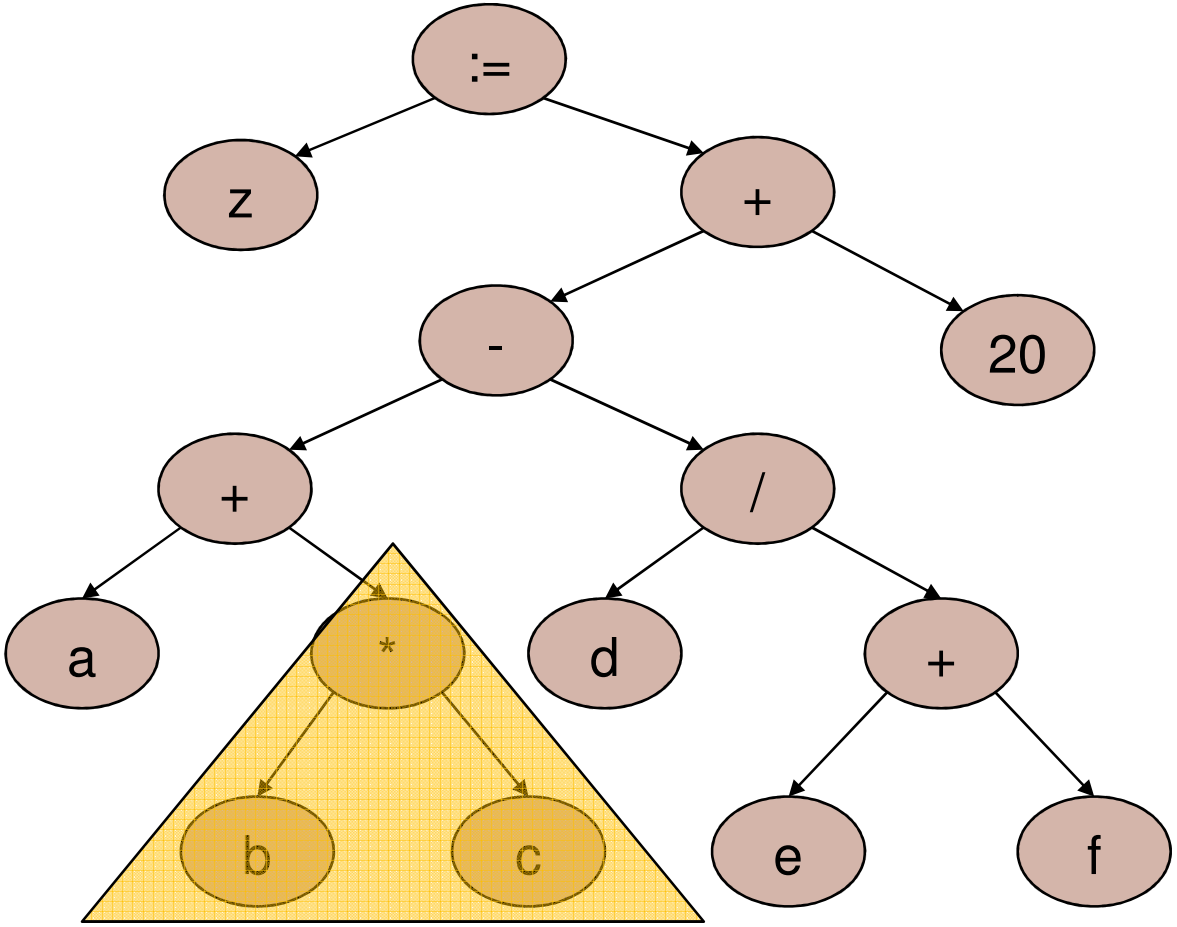


Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

- Se busca el subárbol de más a la izquierda con hijos hojas.

  (Si se trata de un operador unario, será un subárbol con un solo hijo hoja)
- Se genera código para el subárbol, creando una variable auxiliar
- Se reemplaza el subárbol por la variable auxiliar donde quedó el resultado de la operación.

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

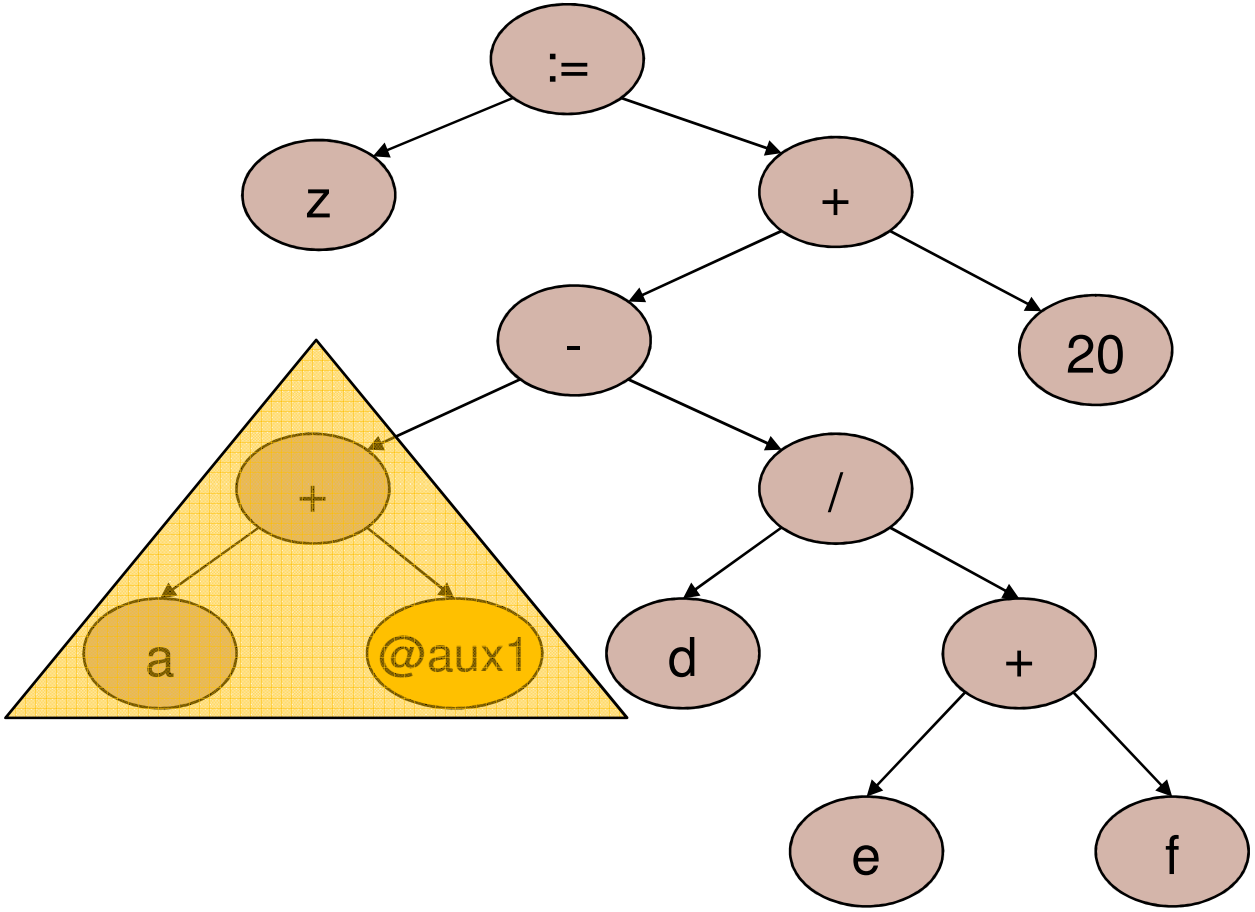


MOV R1, _b

MUL R1, _c

MOV @aux1, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

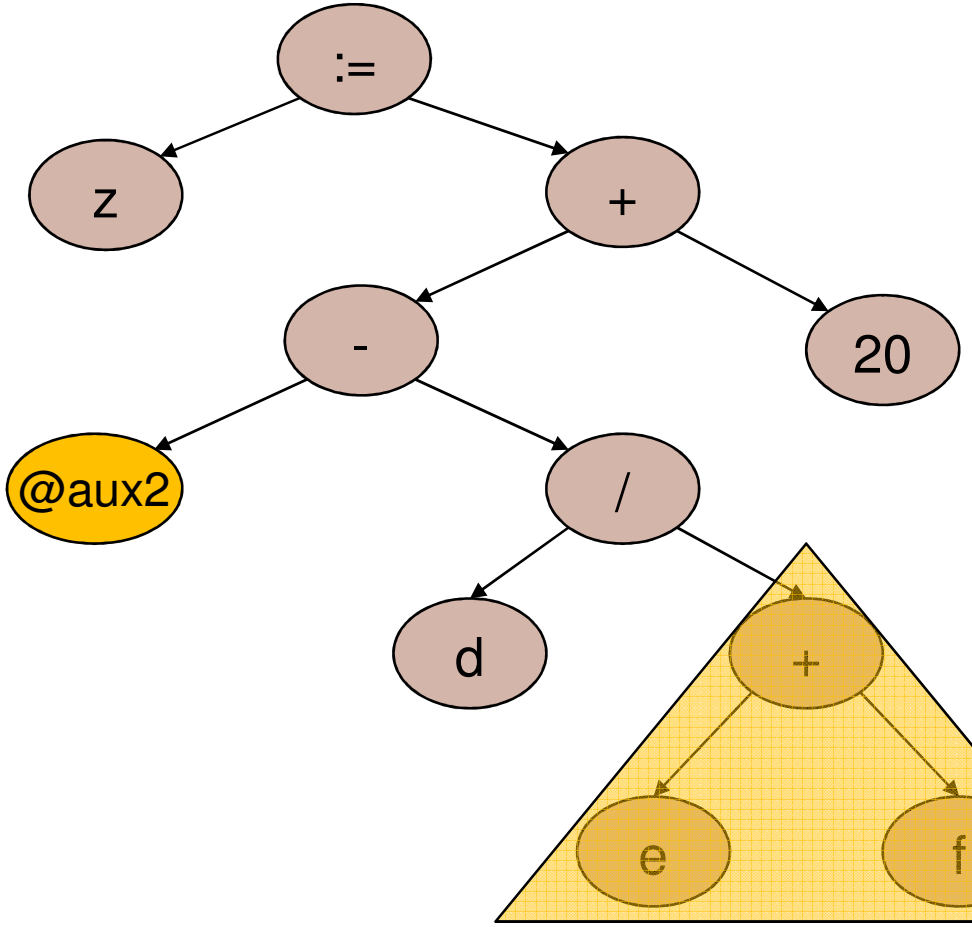


MOV R1, _a

ADD R1, @aux1

MOV @aux2, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

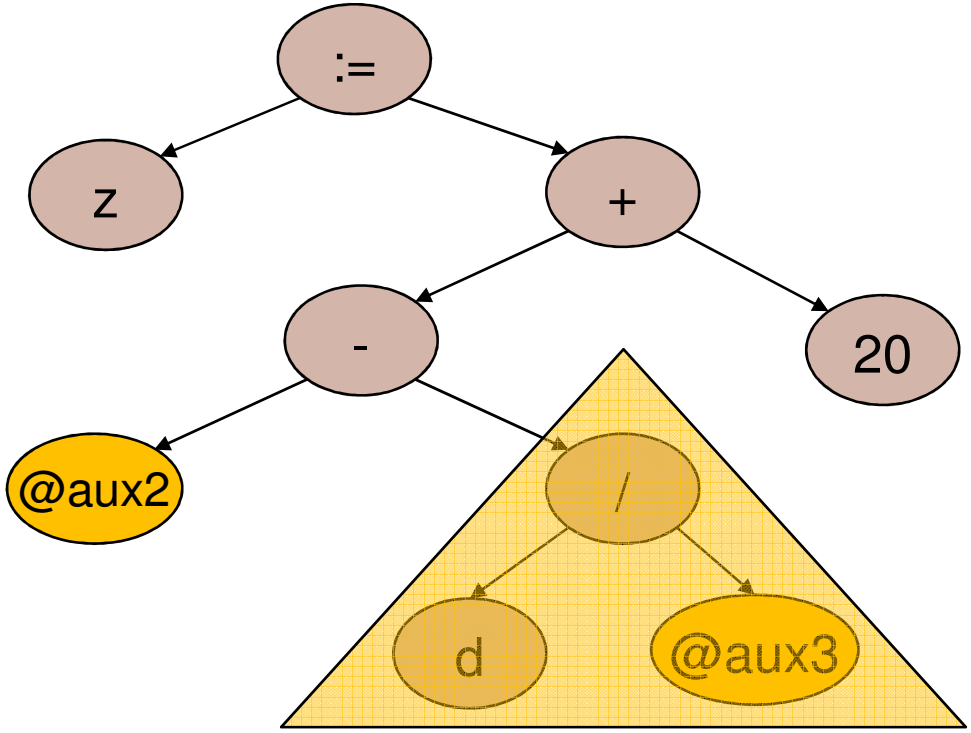


MOV R1, _e

ADD R1, _f

MOV @aux3, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

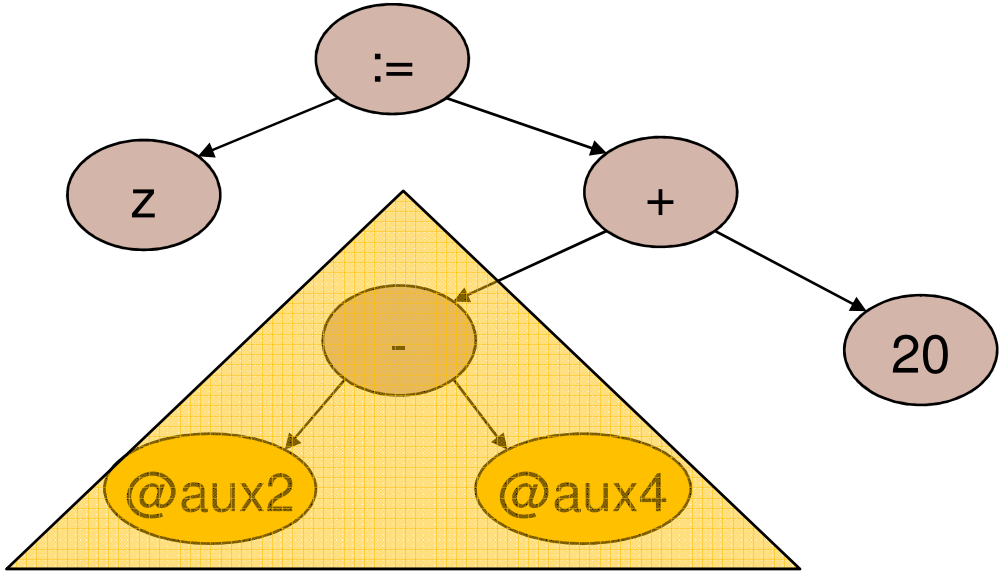


MOV R1, _d

DIV R1, @aux3

MOV @aux4, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

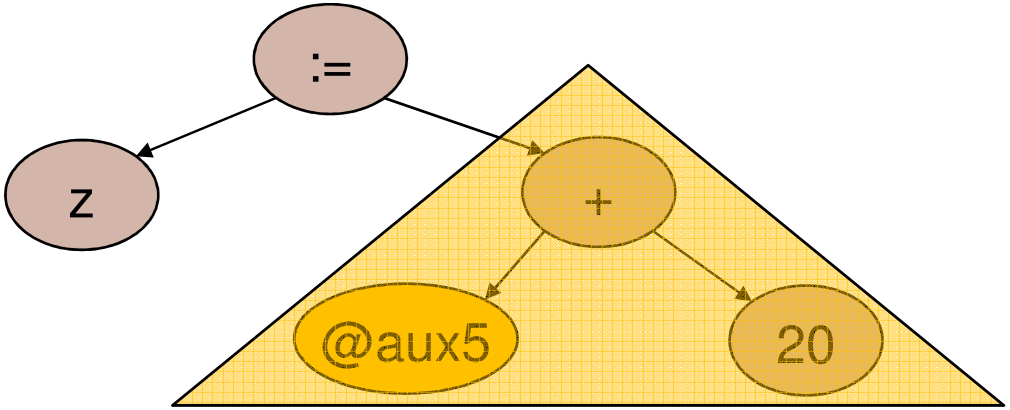


MOV R1, @aux2

SUB R1, @aux4

MOV @aux5, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

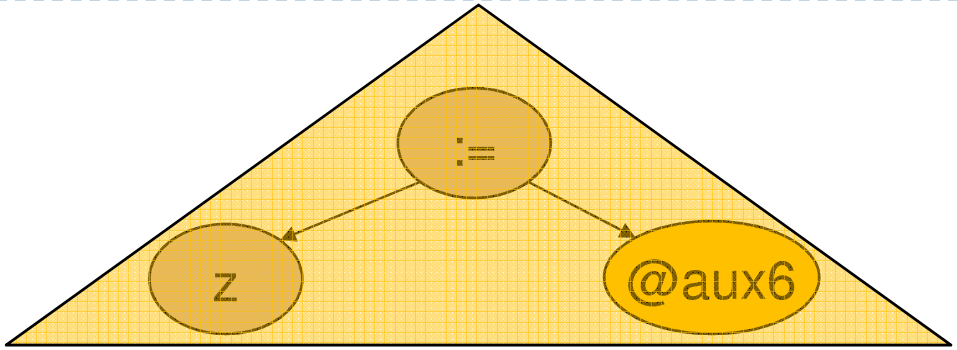


MOV R1, @aux5

ADD R1, 20

MOV @aux6, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares



MOV R1, @aux6

MOV _z, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Variables Auxiliares

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
MOV @aux1, R1
MOV R1, _a
ADD R1, @aux1
MOV @aux2, R1
MOV R1, _e
ADD R1, _f
MOV @aux3, R1
MOV R1, _d
DIV R1, @aux3
MOV @aux4, R1
MOV R1, @aux2
SUB R1, @aux4
MOV @aux5, R1
MOV R1, @aux5
ADD R1, 20
MOV @aux6, R1
MOV R1, @aux6
MOV _z, R1
```

20 instrucciones
+
6 variables
auxiliares

Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros

- Previo a la generación de código para un subárbol, se debe verificar qué registro está disponible.
- Se utiliza una tabla de ocupación de registros:

R1	R2	R3	R4
L	L	L	L

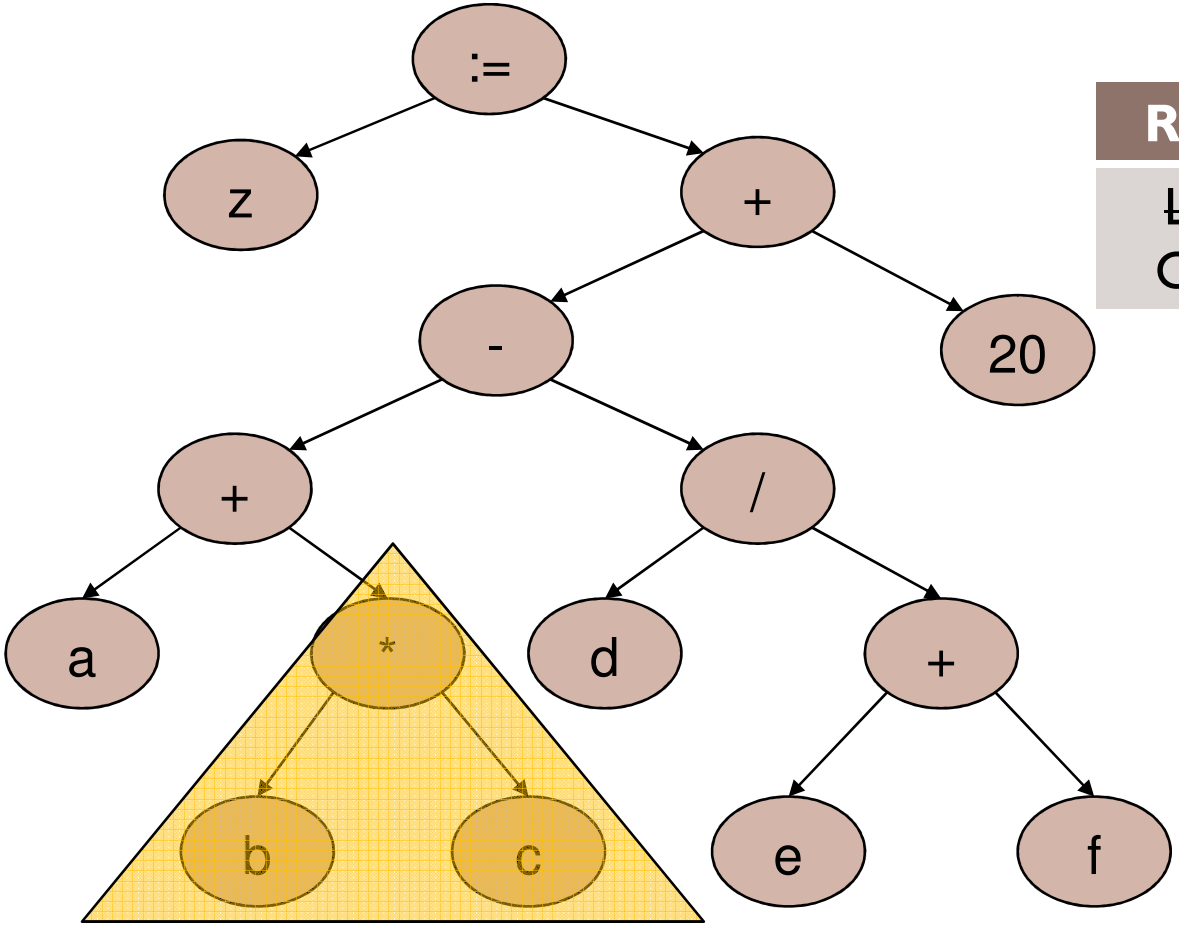
- Luego de generar código para el subárbol, se marcará el registro que quedó ocupado por el resultado de la operación.
- Se reemplaza el subárbol por el registro donde quedó el resultado.

Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros

- Se busca el subárbol de más a la izquierda con hijos hojas.

  (Si se trata de un operador unario, será un subárbol con un solo hijo hoja)
- Se genera código para el subárbol, ocupando/liberando registros según corresponda.
- Se reemplaza el subárbol por el registro donde quedó el resultado de la operación.

Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros

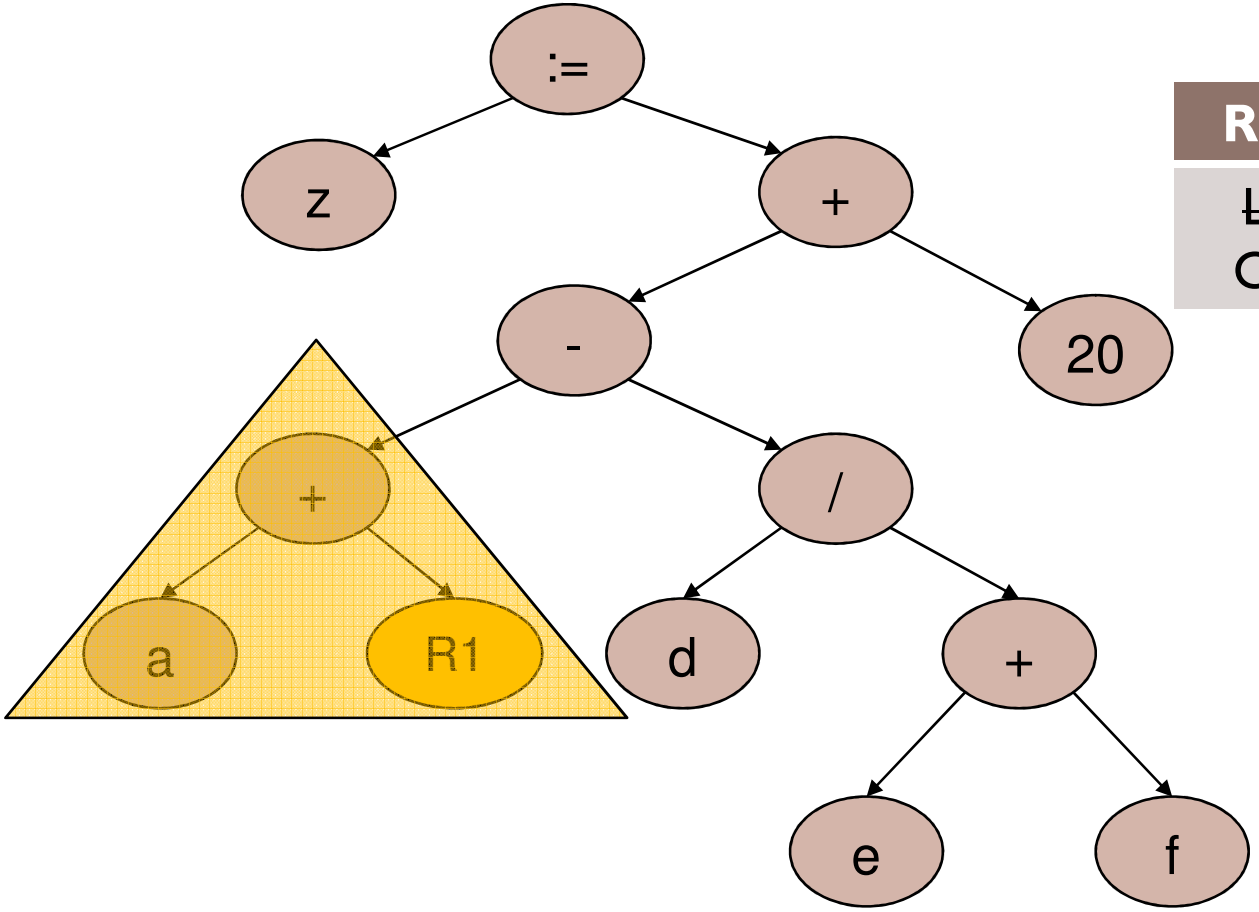


R1	R2	R3	R4
L O	L	L	L

MOV R1, _b

MUL R1, _c

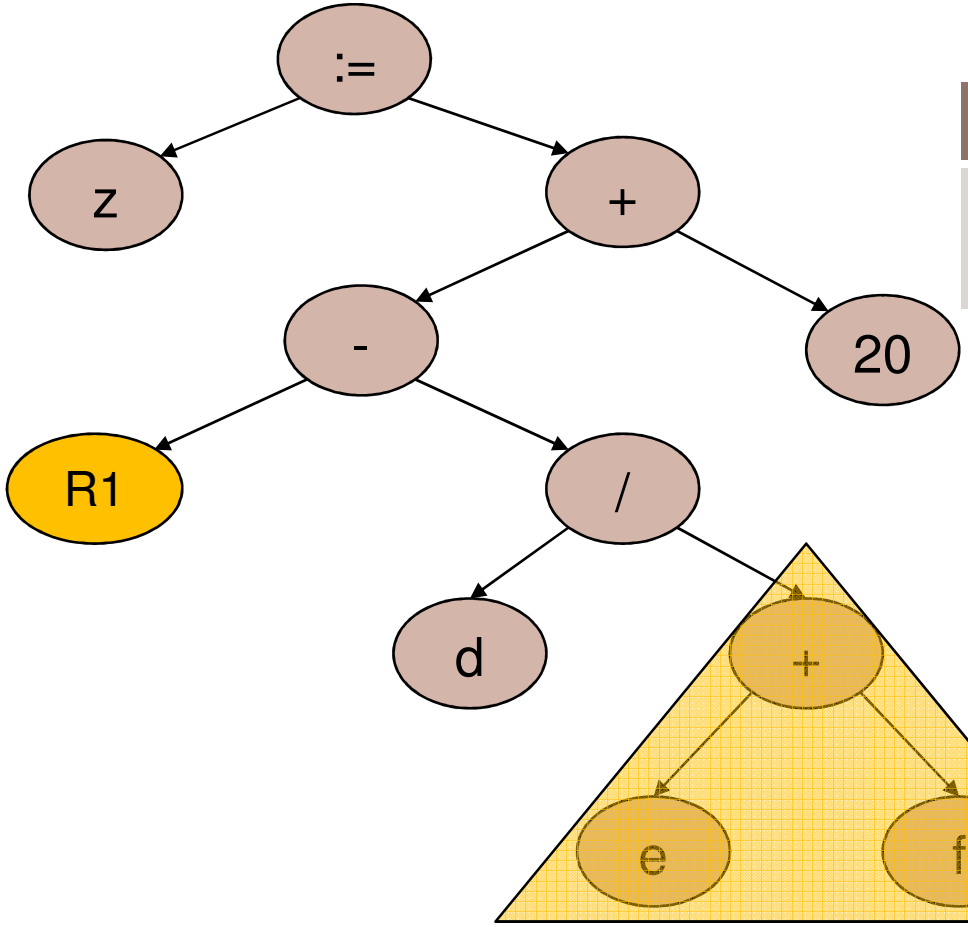
Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros



R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

ADD R1, _a

Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros

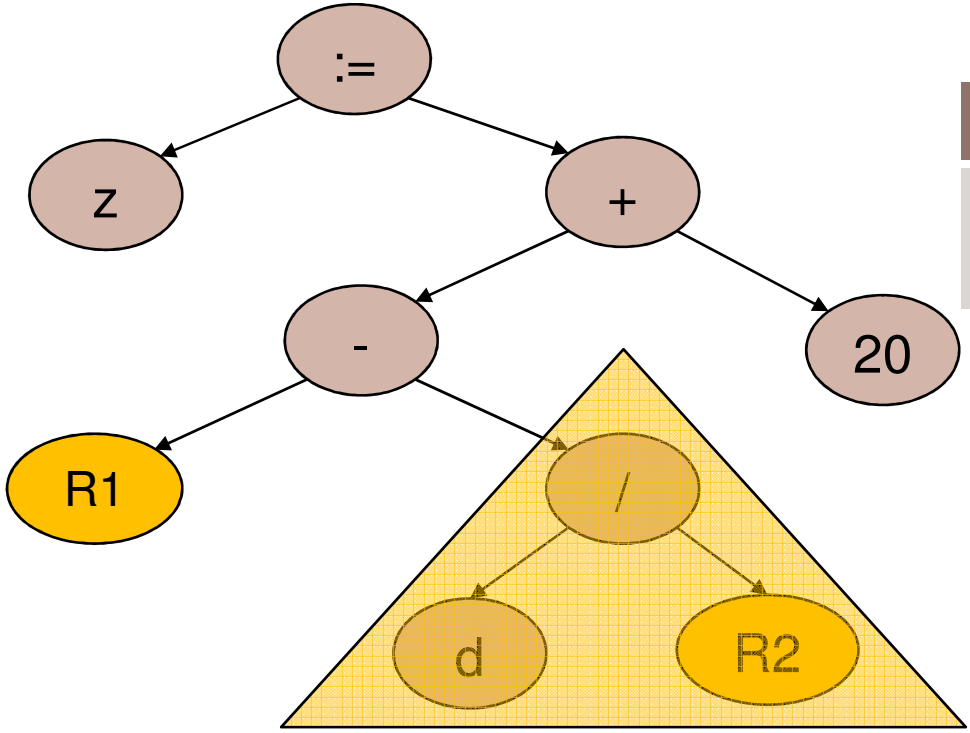


R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	~~L~~ O	L	L

MOV R2, _e

ADD R2, _f

Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros

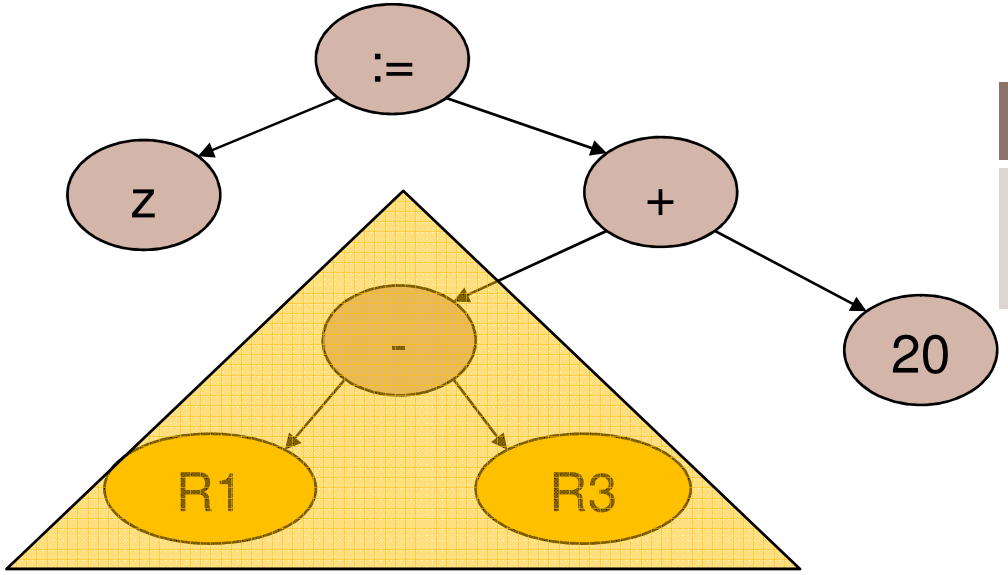


R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	~~L~~ O	L

MOV R3, _d

DIV R3, R2

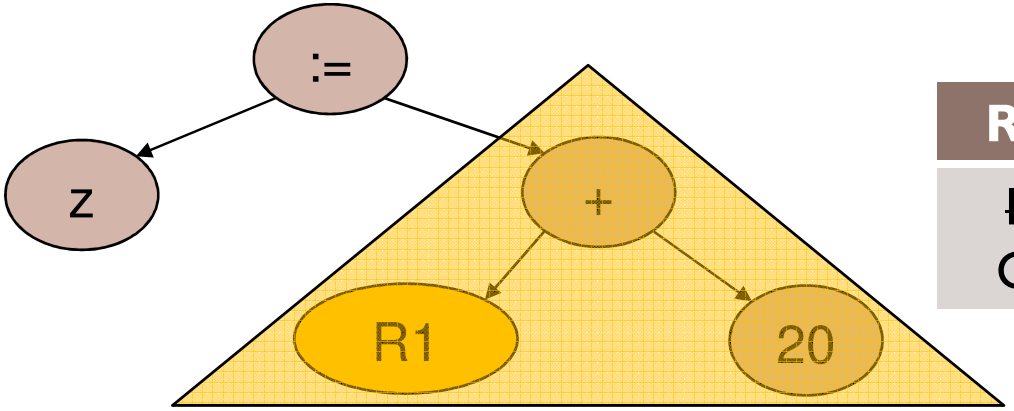
Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros



R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

SUB R1, R3

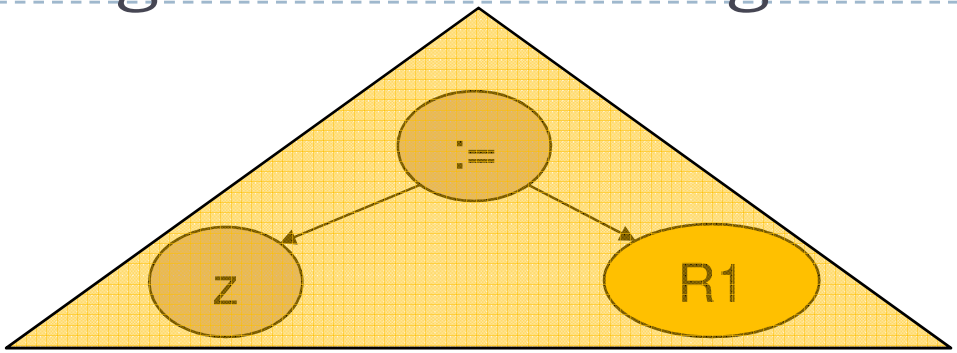
Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros



R1	R2	R3	R4
L O	L	L	L

ADD R1, 20

Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros



R1	R2	R3	R4
L	L	L	L

MOV _z, R1

Árbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
ADD R1, _a
MOV R2, _e
ADD R2, _f
MOV R3, _d
DIV R3, R2
SUB R1, R3
ADD R1, 20
MOV _z, R1
```

10 instrucciones
Y
ninguna variable
auxiliar

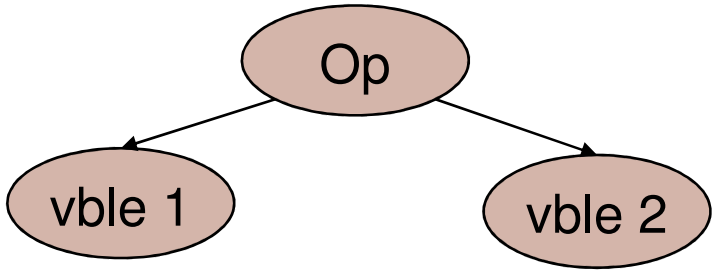
Código más chico

Código más rápido

Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 1:

Operación entre 2 variables y/o constantes



1. Ocupar un registro
2. Generar código sobre ese registro

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

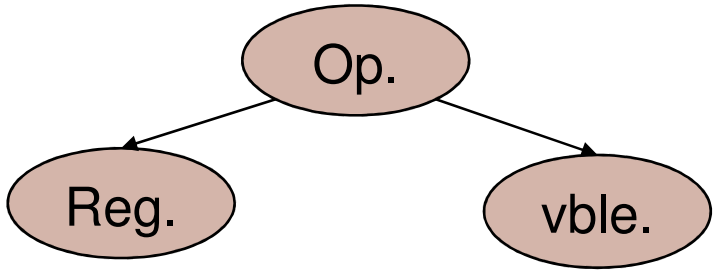
MOV R1, vble1

OP R1, vble2

Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 2:

Operación entre un registro y una variable o constante



1. Generar código sobre ese registro

   (Tabla sin cambios)

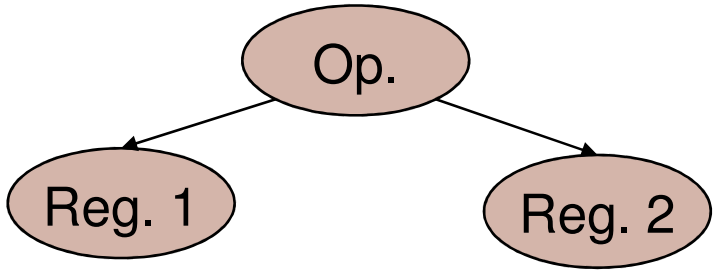
OP R1, vble

R1	R2	R3	R4
O	L	L	L

Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 3:

Operación entre dos registros



1. Generar código sobre el primer registro
2. Liberar el segundo registro

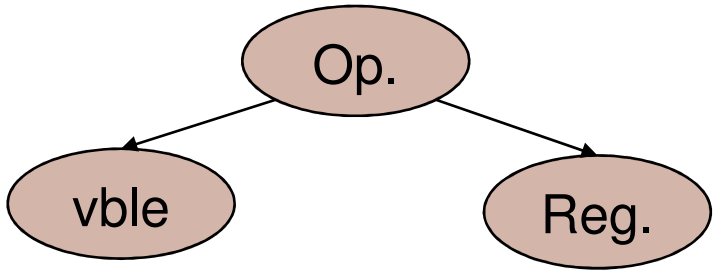
OP R1, R2

R1	R2	R3	R4
O	~~O~~ L	L	L

Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4:

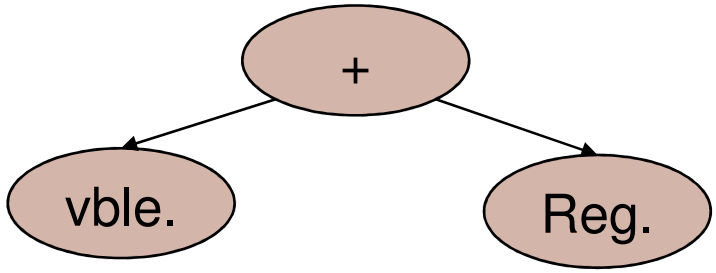
Operación entre una variable (o constante) y un registro



Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4.a:

Operación conmutativa entre una variable (o constante) y un registro



1. Generar código sobre el registro

   (Tabla sin cambios)

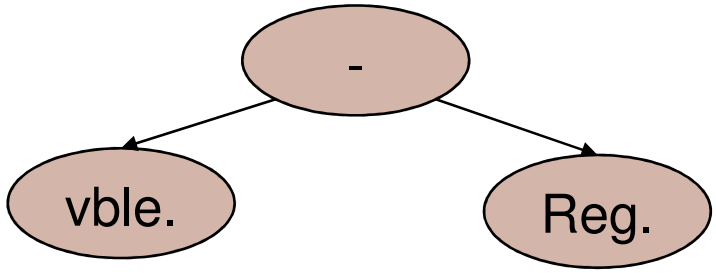
ADD R1, vble

R1	R2	R3	R4
O	L	L	L

Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4.b:

Operación no conmutativa entre una variable (o constante) y un registro



1. Ocupar nuevo registro
2. Generar código sobre el nuevo registro
3. Liberar el primer registro

R1	R2	R3	R4
O	~~L~~ O	L	L

MOV R2, vble

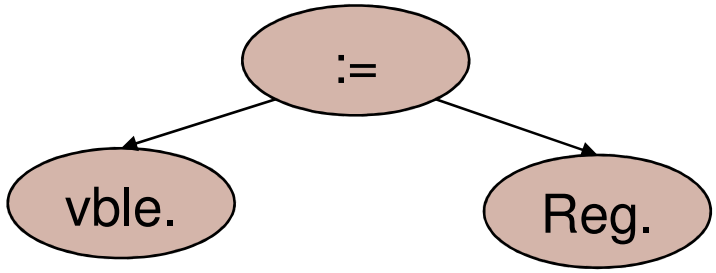
SUB R2, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	O	L	L

Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Asignaciones – Situación a:

Valor a asignar en un registro



1. Generar código usando el registro
2. Liberar el registro

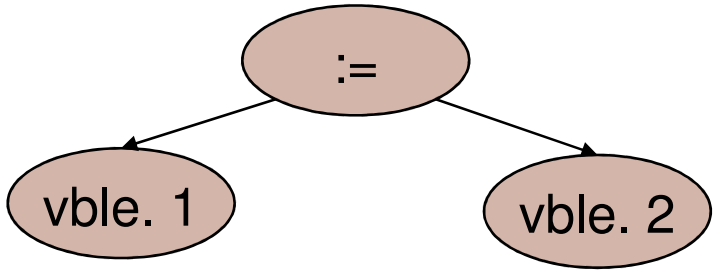
MOV vble, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	L	L	L

Arbol Sintáctico → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Asignaciones – Situación b:

Valor a asignar en una variable (o constante)



1. Ocupar registro
2. Generar código usando el registro
3. Liberar el registro

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

MOV R1, vble2

MOV vble1, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	L	L	L

Tercetos→ Assembler

Tercetos → Assembler

Ejemplo: z := a + b * c – d / (e + f) + 20

10. (* , b , c)
11. (+ , a , [10])
12. (+ , e , f)
13. (/ , d , [12])
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

- Se genera código para cada terceto, creando una variable auxiliar para almacenar el resultado.
- Se agrega al terceto, la información de la variable utilizada.

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) @aux1
11. (+ , a , [10])
12. (+ , e , f)
13. (/ , d , [12])
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
MOV @aux1, R1
```

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) @aux1
11. (+ , a , [10]) @aux2
12. (+ , e , f)
13. (/ , d , [12])
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, _a
ADD R1, @aux1
MOV @aux2, R1
```

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) @aux1
11. (+ , a , [10]) @aux2
12. (+ , e , f) @aux3
13. (/ , d , [12])
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, _e
ADD R1, _f
MOV @aux3, R1
```

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) @aux1
11. (+ , a , [10]) @aux2
12. (+ , e , f) @aux3
13. (/ , d , [12]) @aux4
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, _d
DIV R1, @aux3
MOV @aux4, R1
```

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) @aux1
11. (+ , a , [10]) @aux2
12. (+ , e , f) @aux3
13. (/ , d , [12]) @aux4
14. (- , [11] , [13]) @aux5
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, @aux2
SUB R1, @aux4
MOV @aux5, R1
```

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) @aux1
11. (+ , a , [10]) @aux2
12. (+ , e , f) @aux3
13. (/ , d , [12]) @aux4
14. (- , [11] , [13]) @aux5
15. (+ , [14] , 20) @aux6
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, @aux5
ADD R1, 20
MOV @aux6, R1
```

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) @aux1
11. (+ , a , [10]) @aux2
12. (+ , e , f) @aux3
13. (/ , d , [12]) @aux4
14. (- , [11] , [13]) @aux5
15. (+ , [14] , 20) @aux6
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, @aux6
MOV _z, R1
```

Variables Auxiliares

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
MOV @aux1, R1
MOV R1, _a
ADD R1, @aux1
MOV @aux2, R1
MOV R1, _e
ADD R1, _f
MOV @aux3, R1
MOV R1, _d
```

```
DIV R1, @aux3
MOV @aux4, R1
MOV R1, @aux2
SUB R1, @aux4
MOV @aux5, R1
MOV R1, @aux5
ADD R1, 20
MOV @aux6, R1
MOV R1, @aux6
MOV _z, R1
```

20 instrucciones
+
6 variables
auxiliares

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

- Previo a la generación de código para un terceto, se debe verificar qué registro está disponible.
- Se utiliza una tabla de ocupación de registros:

R1	R2	R3	R4
L	L	L	L

- Luego de generar código para el terceto, el registro donde quedó el resultado de la operación, quedará marcado como ocupado.
- Se agrega al terceto, la información del registro donde quedó el resultado.

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

- Se genera código para cada terceto, ocupando/liberando registros según corresponda.
- Se agrega al terceto, la información del registro donde quedó el resultado.

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

10. (* , b , c) R1
11. (+ , a , [10])
12. (+ , e , f)
13. (/ , d , [12])
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
```

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

10. (* , b , c) R1
11. (+ , a , [10]) R1
12. (+ , e , f)
13. (/ , d , [12])
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

ADD R1, _a

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

10. (* , b , c) R1
11. (+ , a , [10]) R1
12. (+ , e , f) R2
13. (/ , d , [12])
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	~~L~~ O	L	L

MOV R2, _e

ADD R2, _f

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

10. (* , b , c) R1
11. (+ , a , [10]) R1
12. (+ , e , f) R2
13. (/ , d , [12]) R3
14. (- , [11] , [13])
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	~~L~~ O	L

MOV R3, _d

DIV R3, R2

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

10. (* , b , c) R1
11. (+ , a , [10]) R1
12. (+ , e , f) R2
13. (/ , d , [12]) R3
14. (- , [11] , [13]) R1
15. (+ , [14] , 20)
16. (:= , z , [15])

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

SUB R1, R3

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) R1
11. (+ , a , [10]) R1
12. (+ , e , f) R2
13. (/ , d , [12]) R3
14. (- , [11] , [13]) R1
15. (+ , [14] , 20) R1
16. (:= , z , [15])

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

ADD R1, 20

Tercetos → Assembler
Variables Auxiliares

10. (* , b , c) R1
11. (+ , a , [10]) R1
12. (+ , e , f) R2
13. (/ , d , [12]) R3
14. (- , [11] , [13]) R1
15. (+ , [14] , 20) R1
16. (:= , z , [15])

R1	R2	R3	R4
L	L	L	L

MOV _z, R1

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros

```
MOV R1, _b
MUL R1, _c
ADD R1, _a
MOV R2, _e
ADD R2, _f
MOV R3, _d
DIV R3, R2
SUB R1, R3
ADD R1, 20
MOV _z, R1
```

10 instrucciones
Y
ninguna variable
auxiliar

Código más chico

Código más rápido

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 1:

Operación entre 2 variables y/o constantes — (OP , vble1 , vble2)

Situación 2:

Operación entre un registro y una variable o constante — (OP , R1 , vble)

Situación 3:

Operación entre dos registros — (OP , reg1 , reg2)

Situación 4.a:

Operación conmutativa entre una variable (o constante) y un registro — (* , vble , reg)

Situación 4.b:

Operación no conmutativa entre una variable (o constante) y un registro — (- , vble , reg)

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 1:

Operación entre 2 variables y/o constantes

(OP , vble1 , vble2)

1. Ocupar un registro
2. Generar código sobre ese registro

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

MOV R1, vble1

OP R1, vble2

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 2:

Operación entre un registro y una variable o constante

(OP , R1 , vble)

1. Generar código sobre ese registro

   (Tabla sin cambios)

OP R1, vble

R1	R2	R3	R4
O	L	L	L

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 3:

Operación entre dos registros

(OP , reg1 , reg2)

1. Generar código sobre el primer registro
2. Liberar el segundo registro

OP R1, R2

R1	R2	R3	R4
O	~~O~~ L	L	L

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4:

Operación entre una variable (o constante) y un registro (OP , vble , reg)

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4.a:

Operación conmutativa entre una variable (o constante) y un registro

(* , vble , reg)

1. Generar código sobre el registro

   (Tabla sin cambios)

MUL R1, vble

R1	R2	R3	R4
O	L	L	L

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Situación 4.b:

Operación no conmutativa entre una variable (o constante) y un registro

(- , vble , reg)

1. Ocupar nuevo registro
2. Generar código sobre el nuevo registro
3. Liberar el primer registro

R1	R2	R3	R4
O	~~L~~ O	L	L

MOV R2, vble

SUB R2, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	O	L	L

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Asignaciones – Situación a:

Valor a asignar en un registro

(:= , vble , reg)

1. Generar código usando el registro
2. Liberar el registro

MOV vble, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	L	L	L

Tercetos → Assembler
Seguimiento de Registros
Decisiones del Algoritmo:

Asignaciones – Situación b:

Valor a asignar en una variable (o constante)

(:= , vble1 , vble2)

1. Ocupar registro
2. Generar código usando el registro
3. Liberar el registro

R1	R2	R3	R4
~~L~~ O	L	L	L

MOV R1, vble2

MOV vble1, R1

R1	R2	R3	R4
~~O~~ L	L	L	L

Seguimiento de Registros

- El ***número máximo de registros*** necesarios depende del número de niveles de precedencia:
  - Con 2 niveles (+ y -, * y /) → 2 registros
  - Con 3 niveles (potencia) → 3 registros
  - Con 4 niveles (< y >) → 4 registros
  - Con 5 niveles (AND y OR) → 5 registros

Seguimiento de Registros

- Si se necesita un registro y no hay más, se libera un registro, moviendo su contenido a una variable auxiliar.
- Se posterga el uso de registros que tienen usos específicos (sirven para más operaciones).
- Ejemplo: En Pentium, EAX, EBX, ECX, EDX
- EAX y EDX se utilizan para multiplicaciones y divisiones → Comenzar utilizando los otros 2.

¿PREGUNTAS?