



INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE C

ARCOS.INF.UC3M.ES

FÉLIX GARCÍA CARBALLEIRA,
ALEJANDRO CALDERÓN MATEOS

Introducción al Lenguaje C

ADVERTENCIA

- Este material es un simple guión de la clase: no son los apuntes de la asignatura.
- El conocimiento exclusivo de este material no garantiza que el/la estudiante pueda alcanzar los objetivos de la asignatura.
- Se recomienda que el/la estudiante utilice los materiales complementarios propuestos.

Bibliografía

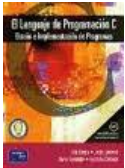
- **Problemas resueltos de programación en C**

F. García, J. Carretero, A. Calderón, J. Fernández, J. M. Pérez.

Thomson, 2003 (ISBN: 84-9732-102-2)

- **El lenguaje de programación C. Diseño e implementación de programas**

J. Carretero, F. García, J. Fernández, A. Calderón
Prentice Hall, 2001



Contenidos

- **Introducción al lenguaje C**
 - **Preprocesador**
 - **Comentarios**
 - **Tipos de datos básicos, variables y constantes**
 - **Asignación y conversión de tipos (casting)**
 - **Definición de tipos**
 - **Tipos compuestos: array y struct**
 - **Sentencias de control**
 - **Funciones**
 - **Punteros**

Hola mundo

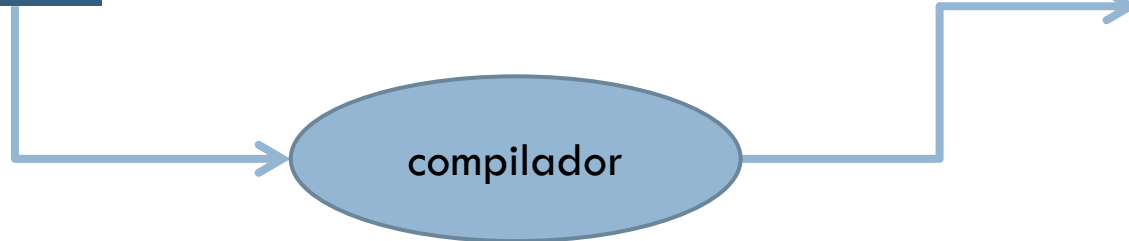
5



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
/* Inclusión de archivos */  
#include <stdio.h>  
  
/* Función principal */  
int main (int argc, char **argv)  
{  
    /* Impresión por pantalla y salida del programa */  
    printf("Hola mundo\n");  
    return 0;  
}
```

hola.c



Hola mundo

```
/* Inclusión de archivos */
#include <stdio.h>

/* Función principal */
int main (int argc, char **argv)
{
    /* Impresión por pantalla y salida del programa */
    printf("Hola mundo\n");
    return 0;
}
```

hola.c

gcc hola.c -Wall -g -o hola

./hola

Hola mundo

7



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
/* Inclusión de archivos */
#include <stdio.h>

/* Función principal */
int main (int argc, char **argv)
{
    /* Impresión por pantalla y salida del programa */
    printf("Hola mundo\n");
    return 0;
}
```

hola.c

cpp cc1 as ld
gcc hola.c -Wall -g -o hola

./hola

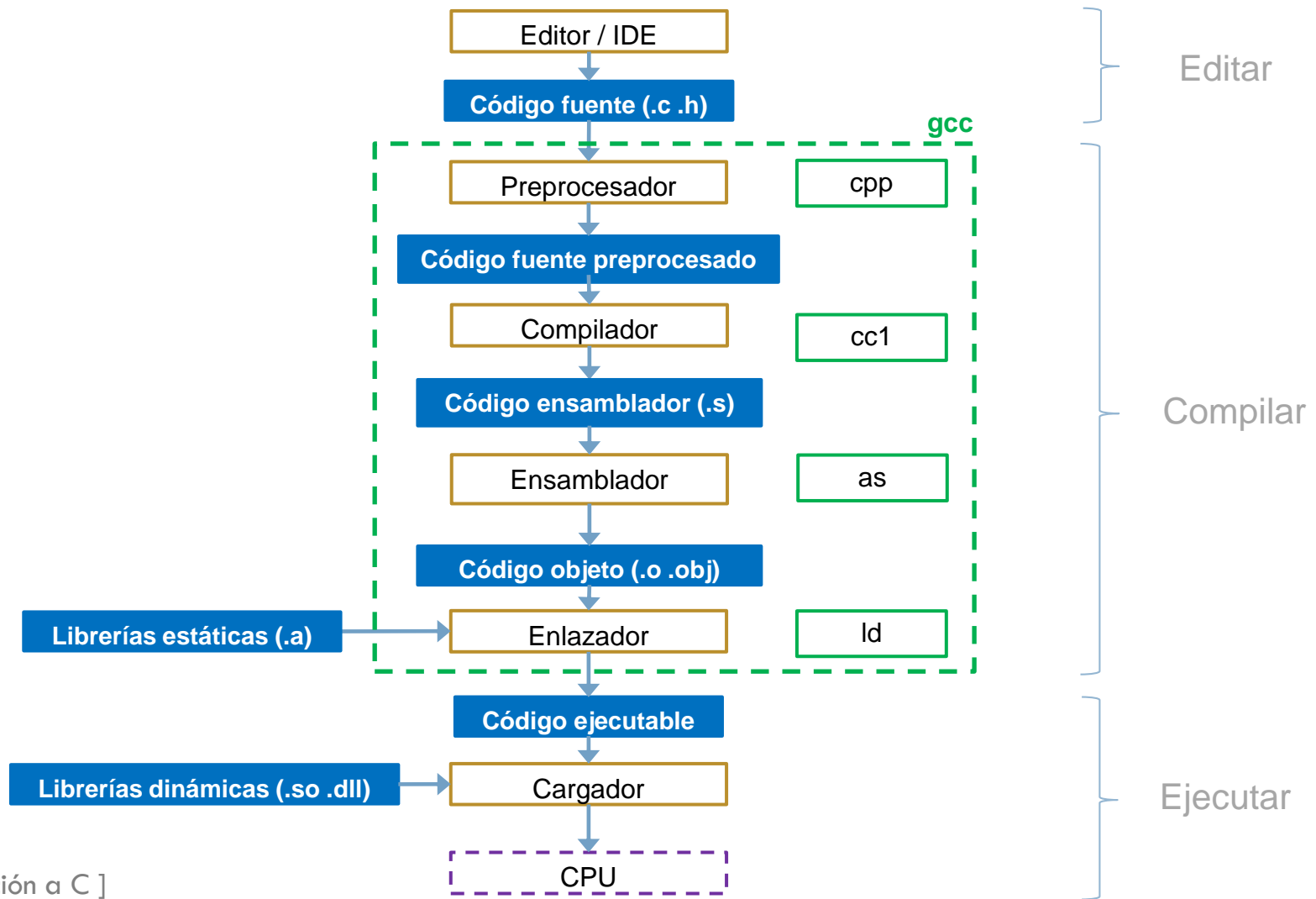
Modelo de compilación de C

¿Qué pasa al ejecutar `gcc -g hola.c -o hola`?

8



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



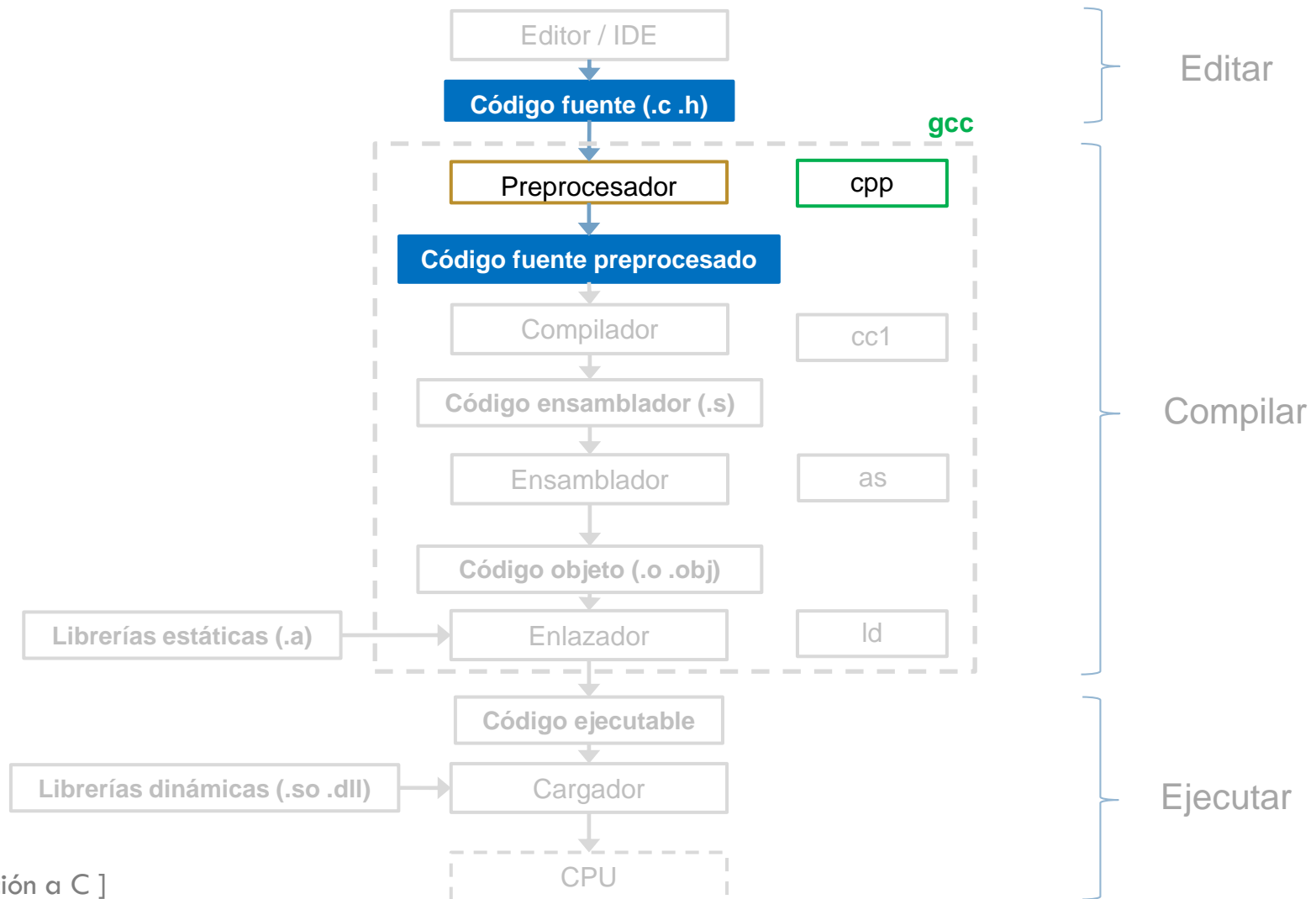
Modelo de compilación de C

¿Qué pasa al ejecutar `gcc -g hola.c -o hola`?

9



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



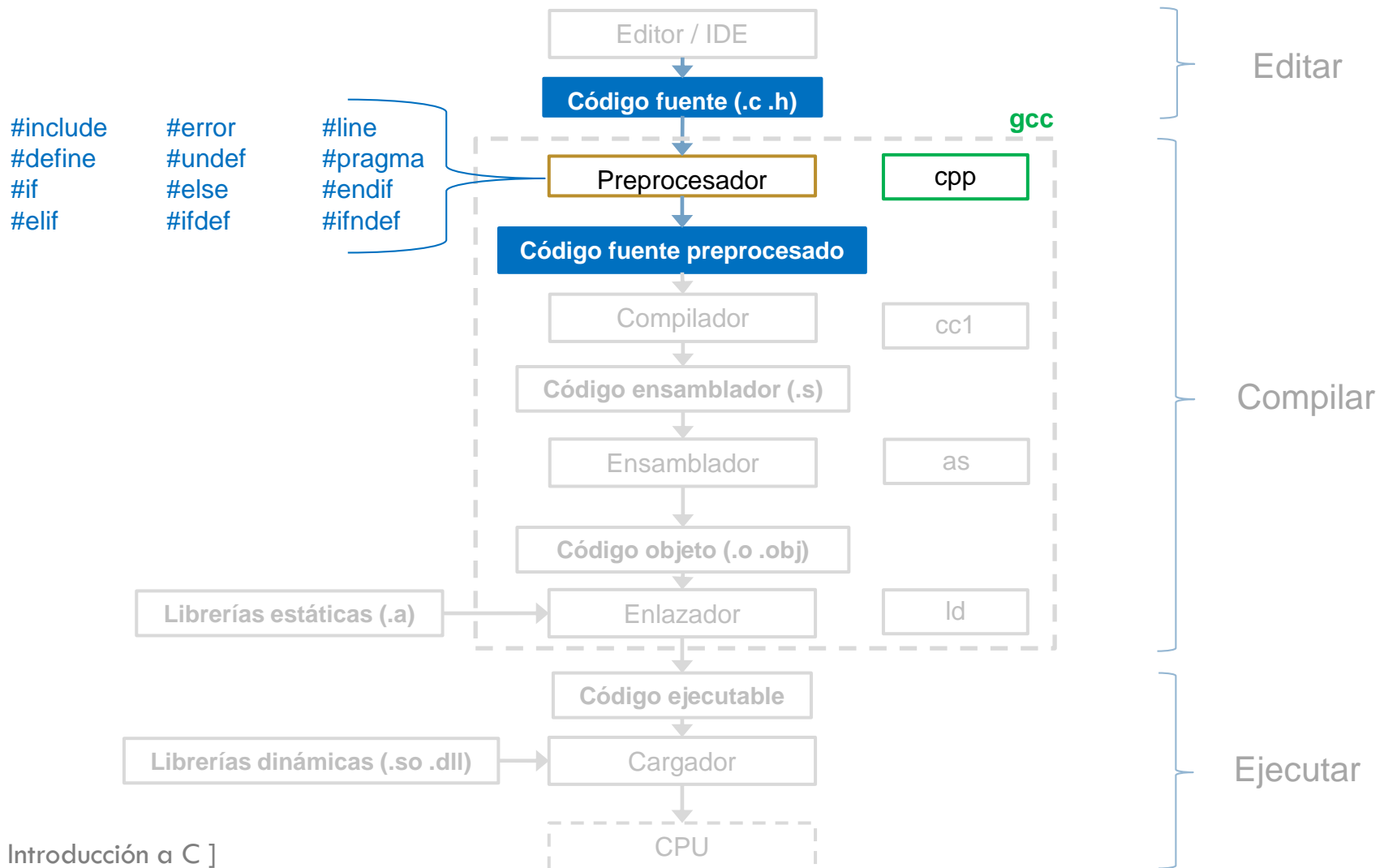
Modelo de compilación de C

¿Qué pasa al ejecutar `gcc -g hola.c -o hola`?

10



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



(1 / 5) #include (inclusión)



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

.c / .h

Preprocesador

.i

```
#include <stdio.h>
```

```
struct __sFile
{
    int unused;
};

typedef struct __sFILE FILE;
...
```

(2/5) #define (constantes)



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

.c / .h

Preprocesador

.i

```
#define PI_PLUS_ONE (3.14 + 1)
#define PI_PLUS_TWO 3.14 + 2
```

```
x = PI_PLUS_ONE * 5;
x = PI_PLUS_TWO * 5;
```

```
x = (3.14 + 1) * 5;
x = 3.14 + 2 * 5;
```

(3/5) #if/#endif (guardas)



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

.c / .h

Preprocesador

.i

```
#ifndef NULL
#define NULL (void *)0
#endif
```

```
#define NULL (void *)0
```

(4/5) #define (macros)



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

.c / .h

Preprocesador

.i

```
#define ADD(x,y) (x+y)
```

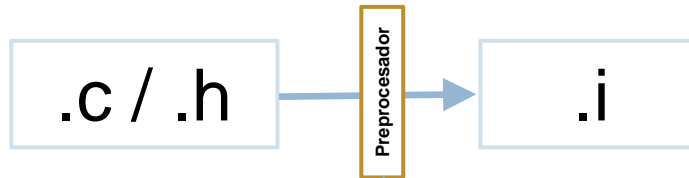
```
A = ADD(3, 4) ;
```

```
A = (3 + 4) ;
```

(5/5) #error (error preprocesando)



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



```
#ifndef NULL
#error "Undefined NULL value"
#endif
```

<Si NULL no está definido el
compilador muestra error>

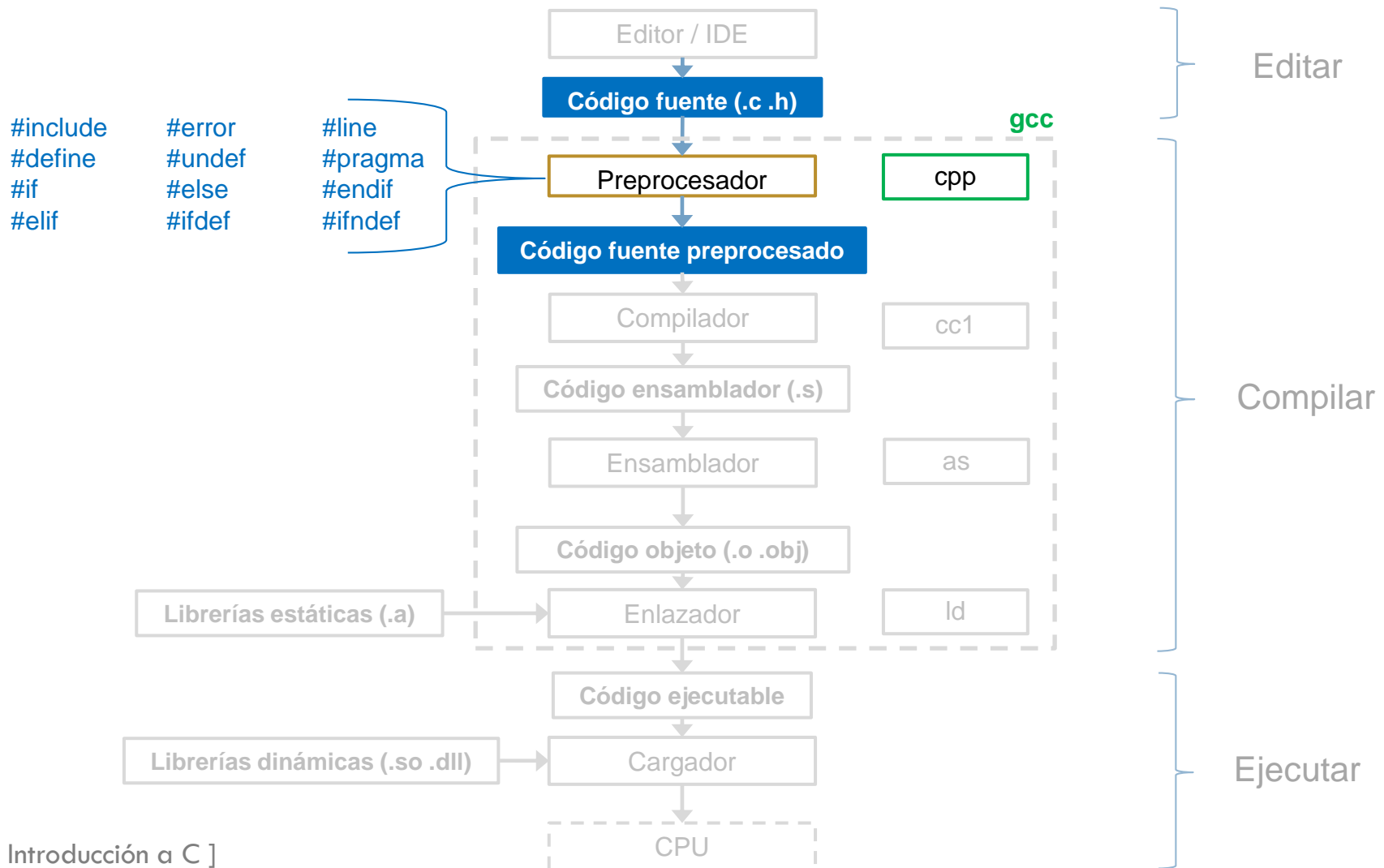
Modelo de compilación de C

¿Qué pasa al ejecutar `gcc -g hola.c -o hola`?

16



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Contenidos

- **Introducción al lenguaje C**
 - **Preprocesador**
 - **Comentarios**
 - **Tipos de datos básicos, variables y constantes**
 - **Asignación y conversión de tipos (casting)**
 - **Tipos compuestos: array y struct**
 - **Definición de tipos**
 - **Sentencias de control**
 - **Funciones**
 - **Punteros**

Hola mundo

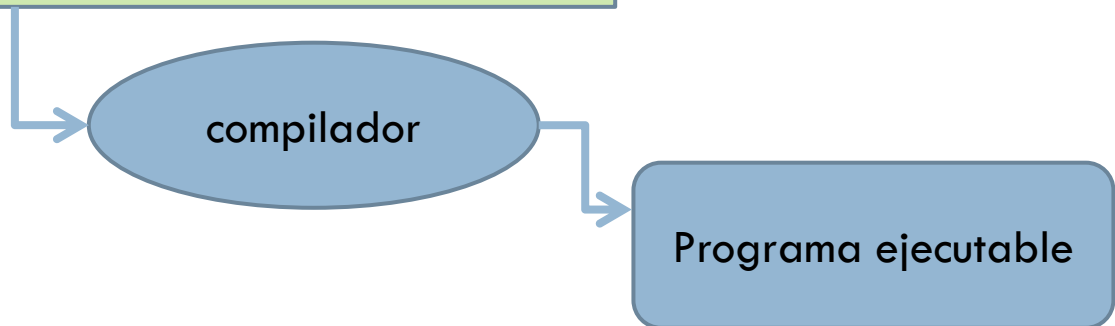
18



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

hola.c

```
/* Inclusión de archivos */  
#include <stdio.h>  
  
/* Función principal */  
int main (int argc, char **argv)  
{  
    /* Impresión por pantalla y salida del programa */  
    printf("Hola mundo\n");  
    return 0;  
}
```



Comentarios

□ Comentario de **línea**

- `//` ignora hasta el final de línea
- Los comentarios del tipo `//` no son válidos en ANSI C.

□ Comentario de **bloque**

- Cualquier secuencia entre `/*` y `*/`.
- No se pueden anidar comentarios: `/* /* ... */ */`

Comentarios

- Comentar ayuda a entender el código:
 - ▣ Ejemplo: `int funcion1 (char *parámetro) ;`
 - ▣ ¿Es un char por referencia, una cadena, ...?

- Comentar permite añadir un poco de arte:
 - ▣ Generador de “ascii-art”

Comentarios

- Comentar ayuda a entender el código:
 - ▣ Ejemplo: `int funcion1 (char *parámetro) ;`
 - ▣ ¿Es un char por referencia, una cadena, ...?

- Comentar permite añadir un poco de arte:
 - ▣ Generador de “ascii-art”

Doxygen

Generate documentation from source code

Doxygen is the de facto standard tool for generating documentation from annotated C++ sources, but it also supports other popular programming languages such as C, Objective-C, C#, PHP, Java, Python, IDL (Corba, Microsoft, and UNO/OpenOffice flavors), Fortran, VHDL and to some extent D.

Doxygen can help you in three ways:

1. It can generate an on-line documentation browser (in HTML) and/or an off-line reference manual (in \LaTeX) from a set of documented source files. There is also support for generating output in RTF (MS-Word), PostScript, hyperlinked PDF, compressed HTML, and Unix man pages. The documentation is extracted directly from the sources, which makes it much easier to keep the documentation consistent with the source code.
2. You can [configure](#) doxygen to extract the code structure from undocumented source files. This is very useful to quickly find your way in large source distributions. Doxygen can also visualize the relations between the various elements by means of include dependency graphs, inheritance diagrams, and collaboration diagrams, which are all generated automatically.
3. You can also use doxygen for creating normal documentation (as I did for the doxygen user manual and web-site).

Doxygen is developed under Mac OS X and Linux, but is set-up to be highly portable. As a result, it runs on most other Unix flavors as well. Furthermore, executables for Windows are available.

Adobe Creative Cloud for Teams
starting at \$33.99 per month.
ADS VIA CARBON

Ejemplo de comentario para doxygen

```
/**  
 * a normal member taking two arguments and returning an integer value.  
 * @param a an integer argument.  
 * @param s a constant character pointer.  
 * @see testMeToo()  
 * @see publicVar()  
 * @return The test results  
 */  
int testMe ( int a, const char *s ) ;
```

Ejemplo de uso de doxygen

1. `cd <directorio raíz del proyecto>`
2. `doxygen -g <config-file>`
3. `gedit <config-file>`
 - ▣ `PROJECT_NAME='proyecto'`
 - ▣ `INPUT=./src ./include`
 - ▣ `HTML_OUTPUT=html/`
 - ▣ `GENERATE_HTML=YES`
4. `doxygen <config-file>`

Comentarios

25



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

- Comentar ayuda a entender el código:
 - Ejemplo: `int funcion1 (char *parámetro) ;`
 - ¿Es un char por referencia, una cadena, ...?

- Comentar permite añadir un poco de arte:
 - Generador de “ascii-art”

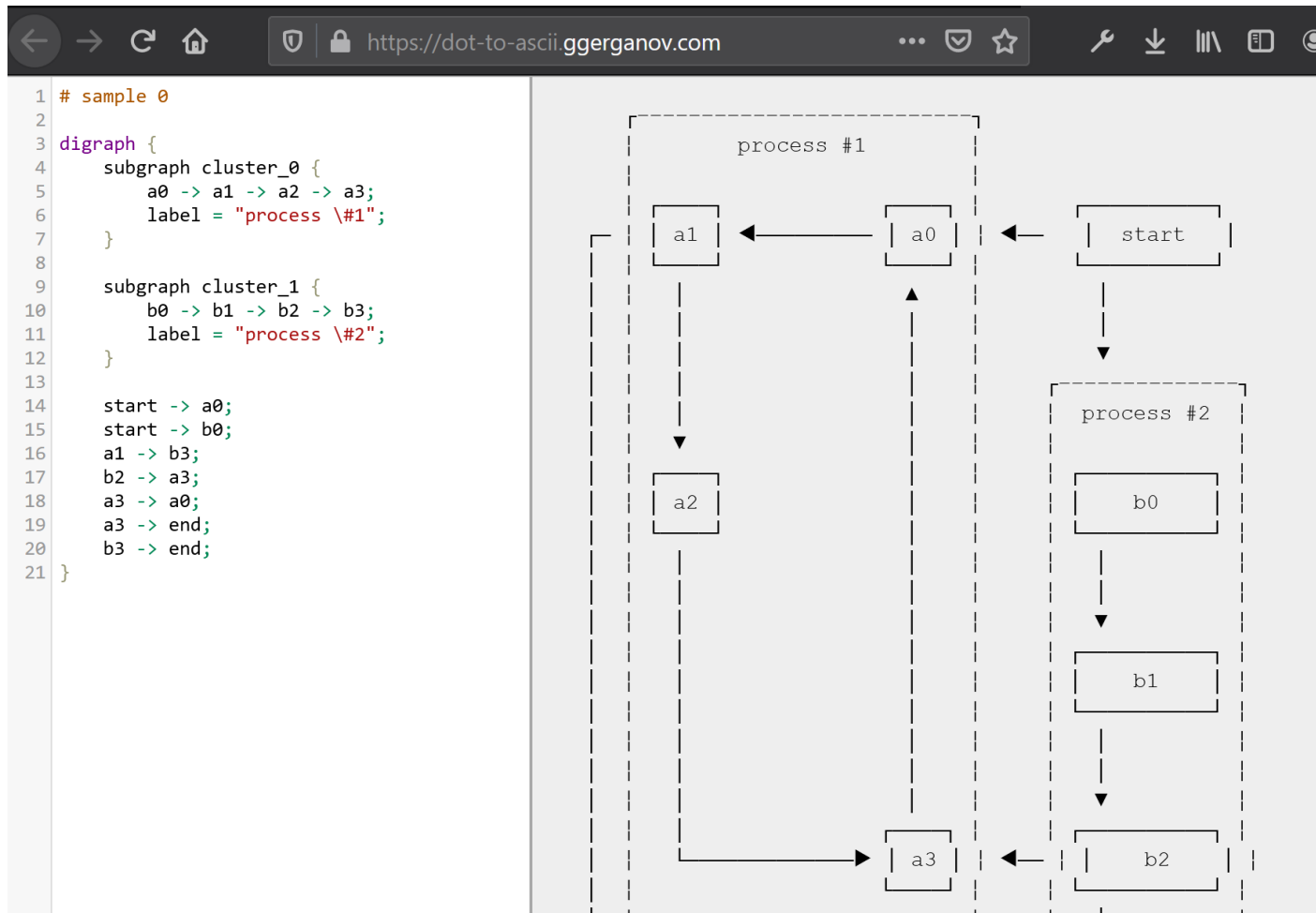
ASCII-ART

<https://dot-to-ascii.ggerganov.com/>

26



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Contenidos

□ **Introducción al lenguaje C**

- **Preprocesador**
- **Comentarios**
- **Bibliotecas**
- **Tipos de datos básicos, variables y constantes**
- **Asignación y conversión de tipos (casting)**
- **Tipos compuestos: array y struct**
- **Definición de tipos**
- **Sentencias de control**
- **Funciones**
- **Punteros**

Hola mundo

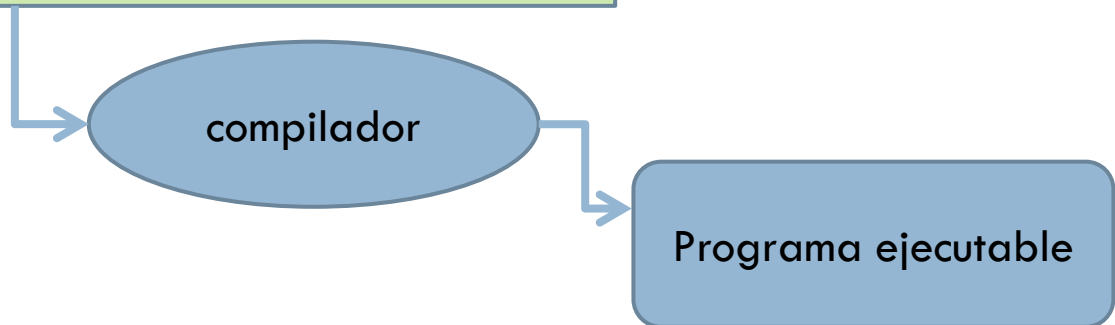
28



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

hola.c

```
/* Inclusión de archivos */  
#include <stdio.h>  
  
/* Función principal */  
int main ( int argc, char **argv )  
{  
    /* Impresión por pantalla y salida del programa */  
    printf("Hola mundo\n");  
    return 0;  
}
```



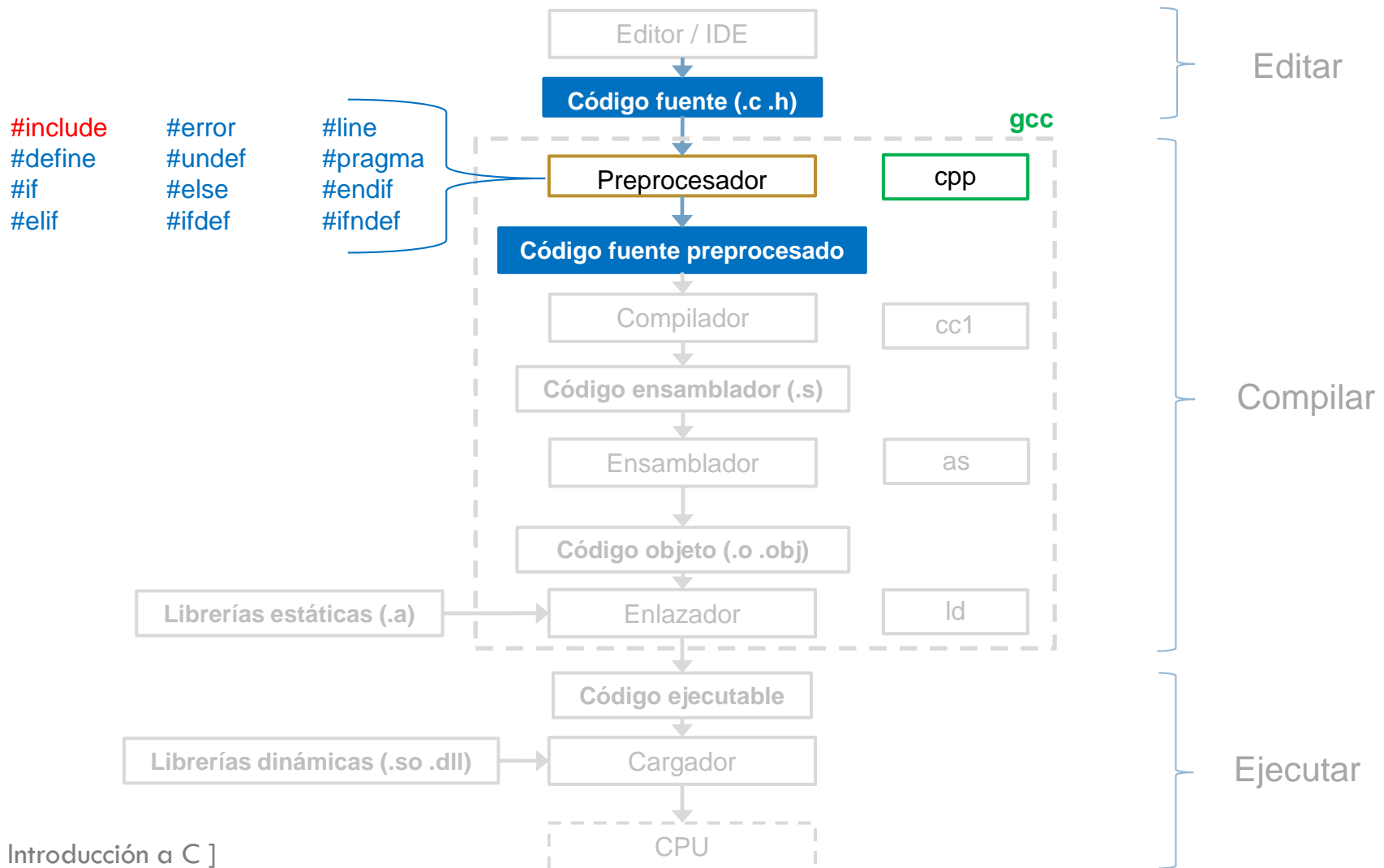
Modelo de compilación de C

¿Qué pasa al ejecutar `gcc -g hola.c -o hola`?

29



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Utilización de bibliotecas

- En **C** La directiva **#include** de preprocesador copia el contenido de un archivo un el punto de inclusión.
 - `#include <archivo.h>` → Inclusión de biblioteca del sistema.
 - `#include "archivo.h"` → Inclusión de biblioteca del usuario.

Ejemplo de biblioteca de usuario

31



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

declaraciones

mi.h

```
extern int g1 ;  
int f1( int p1, char p2 );
```

definiciones

mi.c

```
int g1 = 10 ;  
int f1( int p1, char p2 )  
{  
    return p1+(int)p2 ;  
}
```

main.c

```
#include "mi.h"  
#include <stdio.h>  
  
int main ( int argc,  
           char *argv[] )  
{  
    int r ;  
  
    r=f1(5,'0') ;  
    printf("r=%d\n",r) ;  
    return 0 ;  
}
```

Ejemplo de biblioteca de usuario

32



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

declaraciones

mi.h

```
extern int g1 ;  
int f1( int p1, char p2 );
```

definiciones

mi.c

```
int g1 = 10 ;  
int f1( int p1, char p2 )  
{  
    return p1+(int)p2 ;  
}
```

main.c

```
extern int g1 ;  
int f1( int p1, char p2 );  
#include <stdio.h>  
  
int main ( int argc,  
           char *argv[] )  
{  
    int r ;  
  
    r=f1(5,'0') ;  
    printf("r=%d\n",r) ;  
    return 0 ;  
}
```


Utilización de bibliotecas

- En C La directiva `#include` de preprocesador copia el contenido de un archivo un el punto de inclusión.
 - `#include <archivo.h>` → Inclusión de biblioteca del sistema.
 - `#include "archivo.h"` → Inclusión de biblioteca del usuario.
- En **C** NO existe nativamente el concepto en Python de *module* ni hay clausula *import*.
 - ▣ Hay que incluir en el programa la declaración de los tipos de datos y funciones que se usan.
 - ▣ Las bibliotecas estándar se enlazan por defecto. Las bibliotecas propias se le indican al compilador.

Ejemplo de biblioteca de usuario

34



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

declaraciones

```
mi.h
#ifndef _MI_H_
#define _MI_H_
extern int g1 ;
int f1( int p1, char p2 );
#endif
```

definiciones

```
mi.c
#include "mi.h"

int g1 = 10 ;
int f1( int p1, char p2 )
{
    return p1+(int)p2 ;
}
```

main.c

```
#include "mi.h"
#include <stdio.h>

int main ( int argc,
            char *argv[] )
{
    int r ;

    r=f1(5,'0') ;
    printf("r=%d\n",r) ;
    return 0 ;
}
```

Ejemplo de biblioteca de usuario

35



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

declaraciones

```
mi.h
#ifndef _MI_H_
#define _MI_H_
extern int g1 ;
int f1( int p1, char p2 );
#endif
```

definiciones

```
mi.c
#include "mi.h"

int g1 = 10 ;
int f1( int p1, char p2 )
{
    return p1+(int)p2 ;
}
```

gcc -Wall -g -c mi.c -o mi.o

1

main.c

```
#include "mi.h"
#include <stdio.h>

int main ( int argc,
            char *argv[] )
{
    int r ;

    r=f1(5,'0') ;
    printf("r=%d\n",r) ;
    return 0 ;
}
```

gcc -Wall -g -c main.c -o main.o

2

gcc -o main main.o mi.o

3

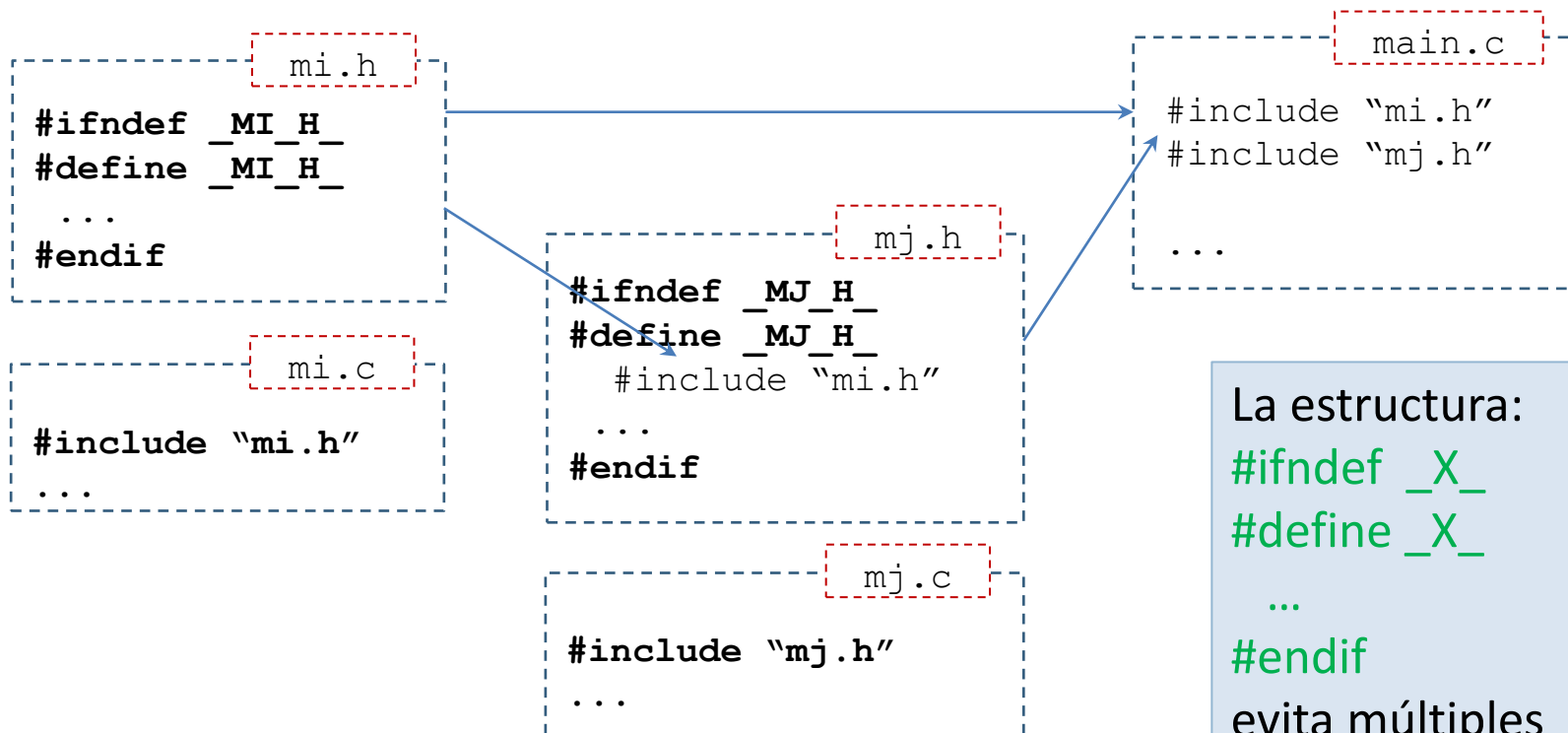
dependencias

Ejemplo de guardas

36



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



La estructura:

```
#ifndef _X_
#define _X_
...
```

```
#endif
```

evita múltiples
inclusiones
no necesarias

Ejemplo de biblioteca de usuario

37



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

declaraciones

```
mi.h

#ifndef _MI_H_
#define _MI_H_
extern int g1 ;
int f1( int p1, char p2 );
#endif
```

definiciones

```
mi.c

#include "mi.h"

int g1 = 10 ;
int f1( int p1, char p2 )
{
    return p1+(int)p2 ;
}
```

```
main.c

#include "mi.h"
#include <stdio.h>

int main ( int argc,
            char *argv[] )
{
    int r ;

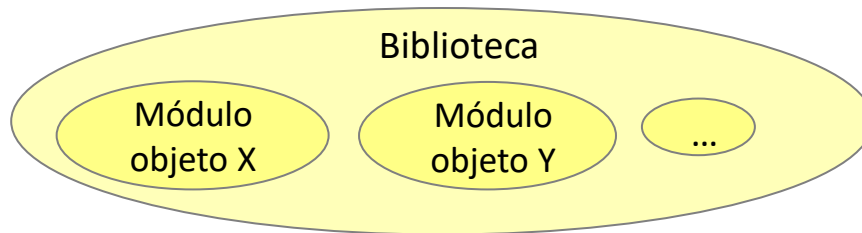
    r=f1(5,'0') ;
    printf("r=%d\n",r) ;
    return 0 ;
}
```

```
gcc -Wall -g -c mi.c    -o mi.o
gcc -Wall -g -o main.o -c main.c
gcc -o main  main.o  mi.o
```

Biblioteca estática vs dinámica

□ Biblioteca

- ▣ Colección de módulos objetos relacionados



□ Biblioteca **estática**

- ▣ Carga y montaje en tiempo de compilación

□ Biblioteca **dinámica**

- ▣ Carga y montaje en tiempo de ejecución
- ▣ Se indica al montar qué biblioteca usar, carga y montaje posterior

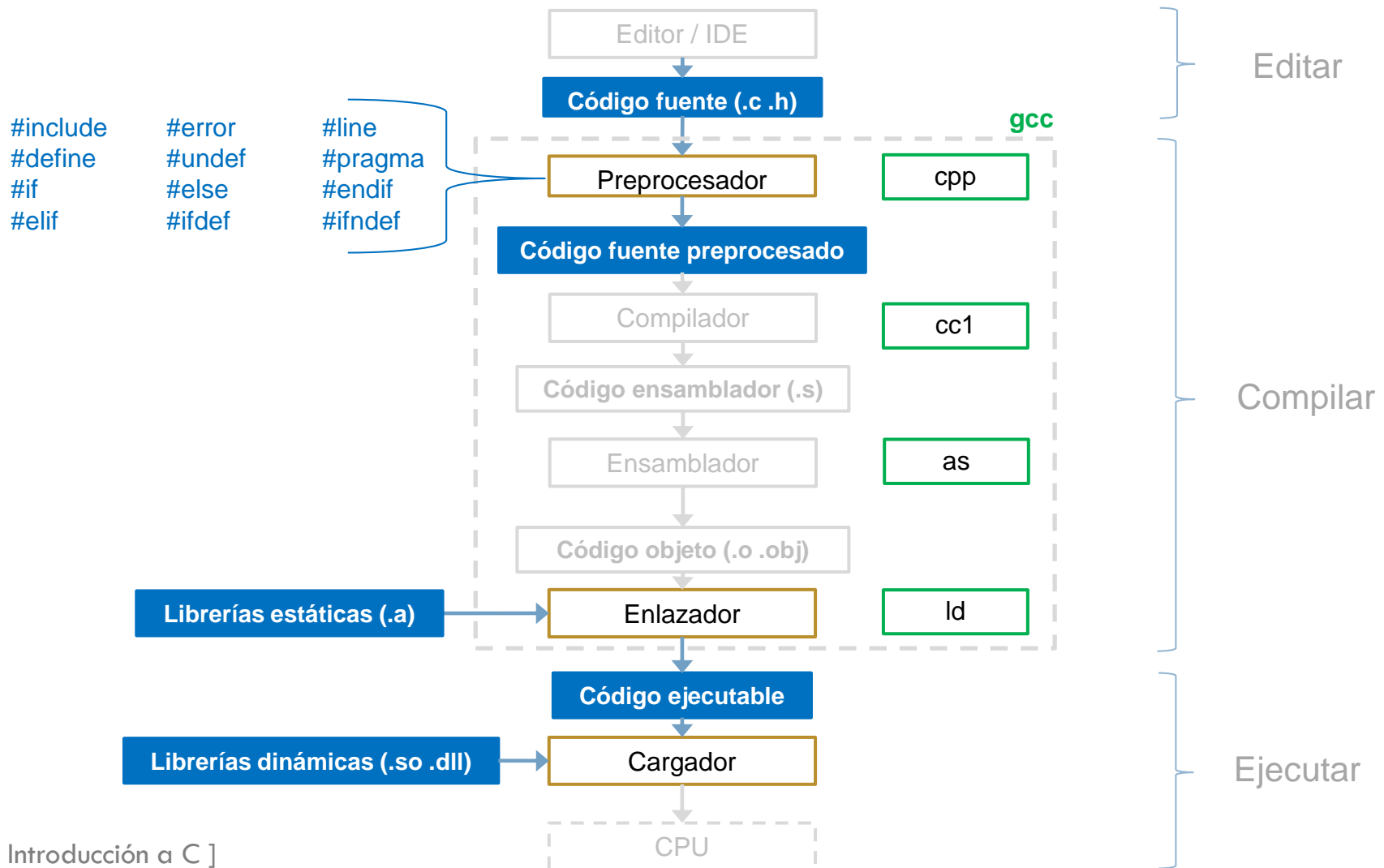
Modelo de compilación de C

¿Qué pasa al ejecutar `gcc -g hola.c -o hola`?

39



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Ejemplo de biblioteca estática y dinámica

40



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

a.c

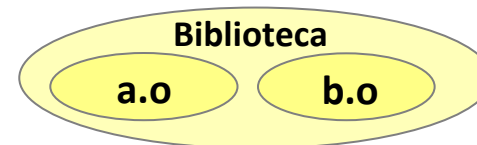
```
extern void decir ( char * str ) ;  
  
void decir_hola( void )  
{  
    decir("Hola mundo...\n") ;  
}
```

b.c

```
#include <stdio.h>  
  
void decir ( char * str )  
{  
    printf("%s",str) ;  
}
```

main.c

```
extern void decir_hola( void ) ;  
  
int main (int argc, char *argv[])  
{  
    decir_hola() ;  
    return 0 ;  
}
```

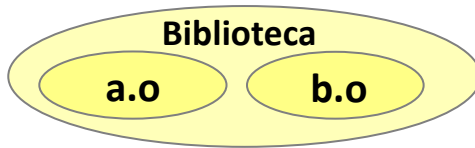


Ejemplo de biblioteca estática

41



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



```
gcc -Wall -g -o a.o -c a.c  
gcc -Wall -g -o b.o -c b.c  
ar rcs libestatica.a a.o b.o
```

□ Biblioteca **estática**

- ▣ Carga y montaje en tiempo de compilación

```
gcc -Wall -g -o main.exe main.c -lestatica -L./  
./main.exe
```

□ Biblioteca **dinámica**

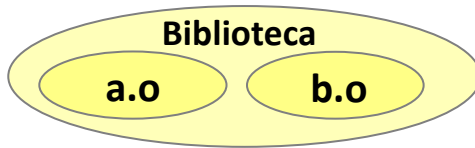
- ▣ Carga y montaje en tiempo de ejecución
- ▣ Se indica al montar qué biblioteca usar, carga y montaje posterior

Ejemplo de biblioteca dinámica

42



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos



□ Biblioteca **estática**

- Carga y montaje en tiempo de ejecución

```
gcc -Wall -g -fPIC -o a.o -c a.c
gcc -Wall -g -fPIC -o b.o -c b.c
gcc -shared -Wl,-soname,libdinamica.so \
    -o libdinamica.so.1.0 a.o b.o
ln -s libdinamica.so.1.0 libdinamica.so
```

□ Biblioteca **dinámica**

- Carga y montaje en tiempo de ejecución
- Se indica al momento de ejecutar el programa

```
gcc -Wall -g -o main.exe main.c -ldinamica -L./
env LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:. ./main.exe
```

Contenidos

- **Introducción al lenguaje C**
 - **Preprocesador**
 - **Comentarios**
 - **Bibliotecas**
 - **Tipos de datos básicos, variables y constantes**
 - **Asignación y conversión de tipos (casting)**
 - **Definición de tipos**
 - **Tipos compuestos: array y struct**
 - **Sentencias de control**
 - **Funciones**
 - **Punteros**

Tipos de datos básicos

Tipo		Con signo	Sin signo
Carácter	ASCII	char c = 'a' ; signed char c = 'a' ;	char c = 'a' ; unsigned char c = 'a' ;
Número Entero	corto (mitad)	s = 1 ; short int s = 1 ; signed short s = 1 ;	unsigned short int s=1 ; unsigned short s=1 ;
	por defecto	int e = 2 ; signed int e = 2 ;	unsigned e = 2 ; unsigned int e = 2 ;
	largo (doble)	long e = 2 ; signed long e = 2 ;	unsigned long e = 2 ;
Número Decimal	simple	float f = 1.2 ;	
	doble	double f = 1.2 ;	

Tipos de datos básicos

Tipo	C90	C99 (se añade a C90)
Enumerado	<pre>enum color { rojo, verde, azul } ; enum color c = azul;</pre>	
Booleano	<pre>int c = 0 ; // false c = 1 ; // true (valor !=0)</pre>	<pre>#include <stdbool.h> bool a=true, b=false;</pre>

Tipos enumerados

46



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Tipos definidos por el usuario con una enumeración finita de valores.

```
enum color { rojo, verde, azul } ;  
           //    0      1      2    //
```

```
enum color c ;  
c = azul; // c = 2;
```

- Detalles:
 - ▣ Tratamiento similar a los enteros.
 - ▣ No se pueden imprimir (se imprime el entero asociado).

Definición de tipos

- Se puede definir un alias de un tipo con typedef

```
typedef float medida;  
medida x = 1.0;
```

- “Si primero define una variable y luego se pone al inicio typedef entonces la variable se transforma en el nombre del nuevo tipo”

```
float medida ; // medida -> variable  
typedef float medida ; // medida -> tipo
```

Tipo boolean con typedef/enum

Tipo	C90	C99
Enumerado	<pre>enum color { rojo, verde, azul } ; color c = azul;</pre>	
Booleano	<pre>int c = 0 ; // false c = 1 ; // true (valor !=0) typedef int bool; enum { false, true }; typedef int bool; #define true 1 #define false 0</pre>	<pre>#include <stdbool.h> bool a=true, b=false;</pre>

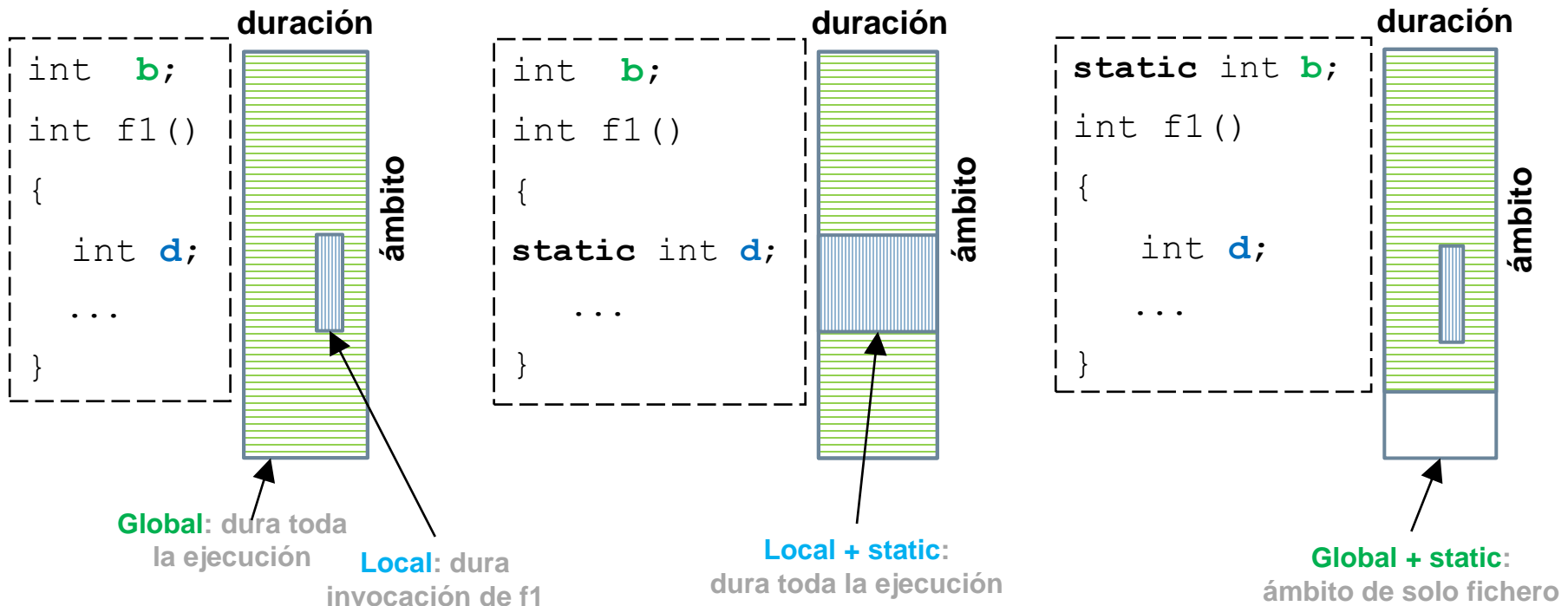
Variable: ámbito y duración

49



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- **Ámbito:** zona de código donde se puede hacer referencia.
- **Duración:** espacio de tiempo que la variable persiste.



Variable: declaración y definición

50



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Declaración: asocia un tipo de datos a una o más variables.
 - ▣ **extern** tipo_de_datos var1, var2, ..., varN;
- Definición: declara y reserva espacio de memoria.
 - ▣ tipo_de_datos var1, var2, ..., varN;
- Deben declararse todas las variables antes de su uso.
Cada variable debe definirse solo una vez.

declaraciones

```
#ifndef _MI_H_
#define _MI_H_
extern int g1 ;
int f1( int p1, char p2 );
#endif
```

mi.h

definiciones

```
#include "mi.h"

int g1 = 10 ;
int f1( int p1, char p2 ) {
    return p1+(int)p2 ;
}
```

mi.c

Constantes

□ Dos alternativas:

□ (**#define**) Utilizando el preprocesador:

- `#define A1 4;`
- Reemplaza texto en el archivo fuente antes de compilar.

□ (**const**) Declarando una variable como constante:

- `const int A2 = 4;`
- Permite comprobación de tipos.

□ La 2ª opción es preferible, pero existe mucho código ya escrito que sigue usando la 1ª.

Constantes

52



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

```
#define PI_1    3.1416

const float PI_2 = 3.1416;

int main()
{
    float radio = 20.0 ;
    print("%e\n", 2*PI_1*radio) ;
    print("%e\n", 2*PI_2*radio) ;

    ...
    return 0;
}
```

Operadores de asignación

□ Asignación:

`identificador = expresión`

- El **operador de asignación** `=` y el de **igualdad** `==` son **distintos**

□ Asignaciones múltiples:

`int i = j = 5 ;`

- Las asignaciones se efectúan de derecha a izquierda.
(5 se asigna a j y luego el valor de j se asigna a i)

Conversión de tipos o *casting*

casting implícito

54



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- En C un **operador** se puede aplicar a dos variables o expresiones distintas.
- Ejemplo:
$$5 * 3.14 ;$$
- Conversión implícita:
 - ▣ Los operandos que difieren en tipo pueden sufrir una **conversión de tipo o casting**.
 - ▣ **Norma general:** El operando de menor precisión toma el tipo del operando de mayor precisión.

Conversión de tipos o *casting*

casting explícito

55



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

- Se puede convertir una expresión a otro tipo:

(tipo datos) expresión

- Ejemplos:

```
int a = (int) (5.5) % 4 ;
```

```
int b = (int) (5.5 % 4) ;
```

```
printf("%d\n", (int) 'a') ;
```

Reglas de asignación

- Si en una sentencia de asignación los dos operandos son de tipos distintos, entonces el valor del operando de la derecha será automáticamente convertido al tipo del operando de la izquierda.

double d = 5.1 ;

- Además:
 - ▣ Entero = decimal => se puede truncar.
 - ▣ Simple = doble => puede redondearse.
 - ▣ Entero corto = entero => puede alterarse el valor entero resultante.
- Es **importante** en C usar correctamente la conversión de tipos.

Contenidos

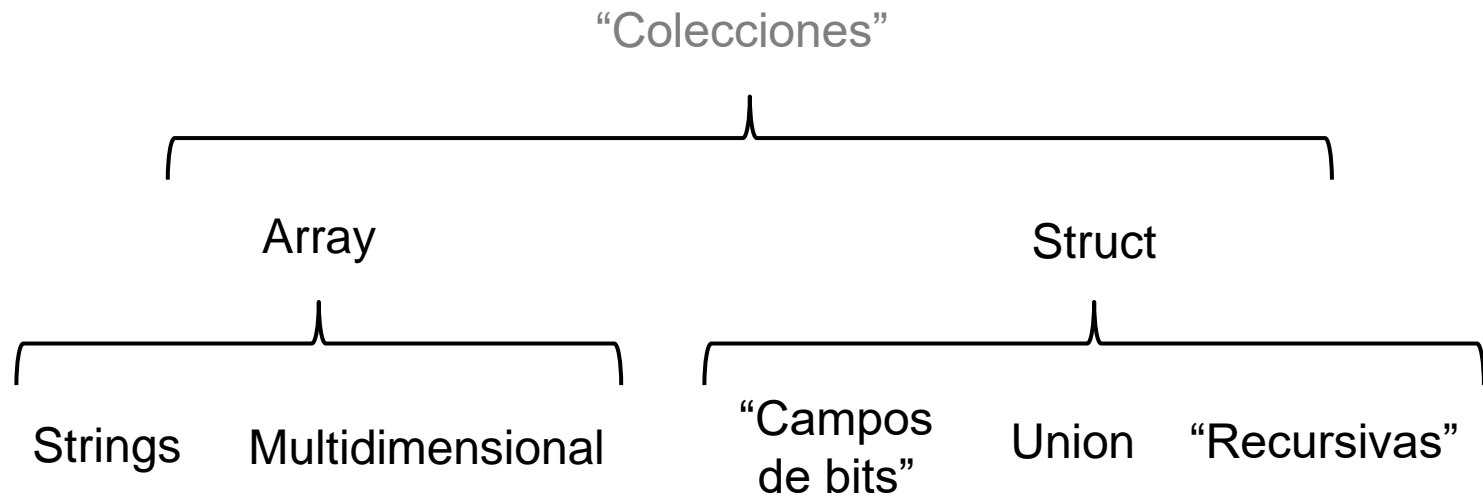
- **Introducción al lenguaje C**
 - Preprocesador
 - Comentarios
 - Bibliotecas
 - Tipos de datos básicos, variables y constantes
 - Asignación y conversión de tipos (casting)
 - Definición de tipos
 - **Tipos compuestos: array y struct**
 - Sentencias de control
 - Funciones
 - Punteros

Array, struct, union, ...

58



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

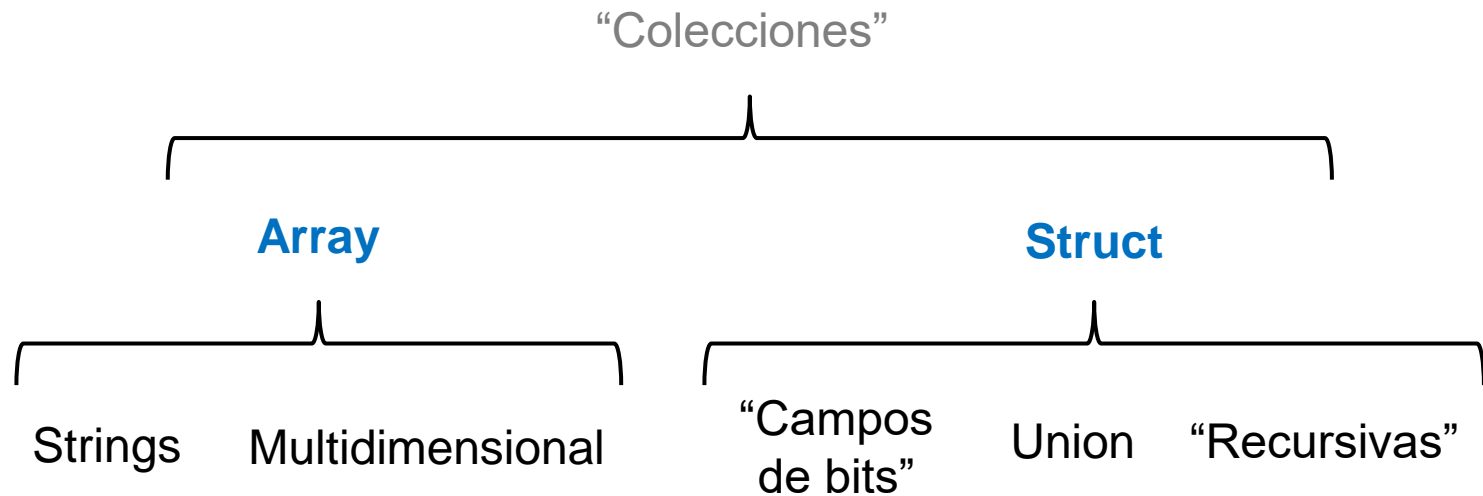


Array, struct, union, ...

59



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Array vs Struct

60



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

	Array	Struct
Colección de...	Elementos del mismo tipo	Elementos de igual o distinto tipo
Definición	<pre>int arr1[10];</pre>	<pre>struct punto { char x ; int y ; }; struct punto p1 ;</pre>
Acceso	<pre>arr1[0] = arr1[9] = ...</pre>	<pre>p1.x = p1.y = ...</pre>

typedef

61

- Para struct y union el uso de typedef permite ahorrar tener que poner struct/union como parte del nombre del tipo.

```
struct punto {  
    char x ;  
    int y ;  
};
```

```
// sin typedef -> "struct punto"  
struct punto var1 = { 1, 2 } ;
```

```
typedef struct punto punto_t ;
```

```
// con typedef  
punto_t var2 = { 1, 2 } ;  
...
```

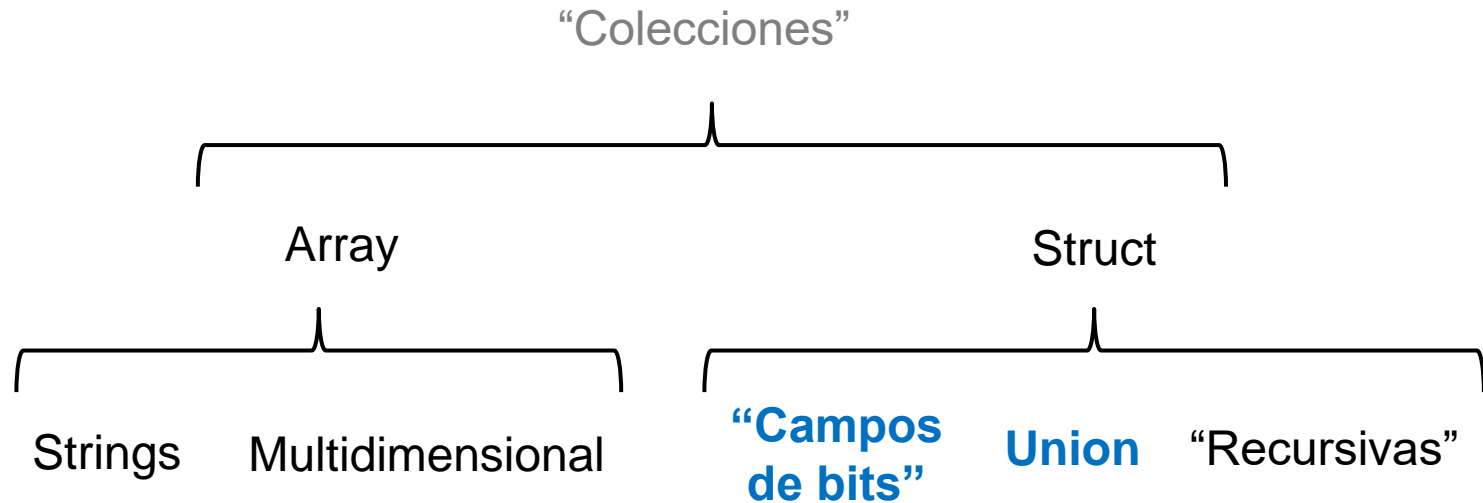
eira,
ateos

Array, struct, union, ...

62



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Campos de bits

63

- En los campos de una estructura (struct) que son números enteros se puede indicar el número de bits.

```
struct float32 {  
    int signo:      1 ;  
    int exponente:  8 ;  
    int mantisa:    23 ;  
};  
  
struct float32  f1 ;  
  
// dar valores dentro del rango  
f1.signo      = 0 ;  
f1.exponente  = 0x0003 ;  
f1.mantisa    = 0x12345 ;  
  
// “overflow”  
f1.signo      = 3 ;  
f1.exponente  = 257 ;  
...
```

eira,
ateos

Uniones

64

- Una union se diferencia de un struct en que los campos están solapados en memoria.
- El tamaño de la unión es el tamaño del campo de mayor tamaño.

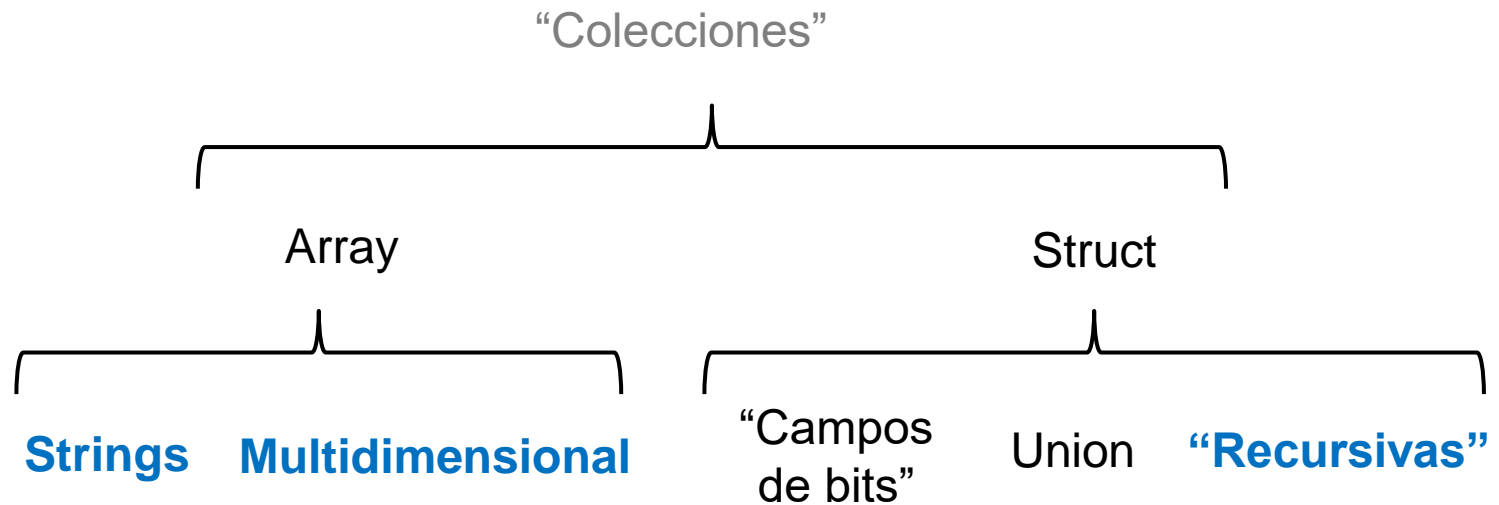
```
struct float32 {  
    int signo:      1 ;  
    int exponente:  8 ;  
    int mantisa:    23 ;  
};  
  
union vistas {  
    struct float32 partes ;  
    float          valor  ;  
};  
  
union vistas u1 ;  
  
u1.valor = 3.14 ;  
  
printf("%d\n", u1.partes.signo) ;  
printf("%d \n", u1.partes.exponente) ;  
printf("%d \n", u1.partes.mantisa) ;
```


Array, struct, union, ...

65



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



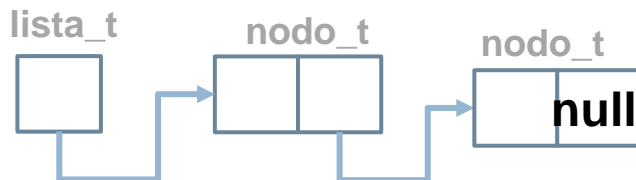
{array, struct} x {tipo, array, struct}

	Array	Struct
Tipo básico	<pre>char s1[12] = "hola" ; char s2[12] = {'h','o','l','a','\0'} ; s1[1] = 'o' ;</pre>	<pre>struct punto { int x ; int y ; } ; struct punto p1 ;</pre>
Array	<pre>int mat1[3][4] = { {0, 1, 3, 5}, {1, 2, 3, 4}, {2, 4, 8, 9} } ; mat1[1][2] = 2 ;</pre>	<pre>struct ficha { char nombre[20]; int id ; } ; struct ficha f1 = { "n1", 2 } ;</pre>
Struct	<pre>struct ficha fichas1[100] ; fichas1[10].id = 0 ;</pre>	<pre>struct registro { struct ficha fichas[10]; int en_uso ; } r1 ;</pre>

{struct} x {struct}: recursivas

67

- **No** se puede definir un campo de una estructura de tipo estructura (definición recursiva directa).
- Pero **si** el campo puede ser un puntero a la propia estructura.



```
struct nodo {
    struct nodo nodo;
    int valor ;
};
```

```
struct nodo {
    struct nodo *siguiente;
    int valor ;
};
```

```
typedef struct nodo  nodo_t ;
typedef struct nodo * lista_t ;
```

```
lista_t lista1 = NULL ;
lista1 = malloc(sizeof(nodo_t)) ;
lista1->valor = 1 ;
lista1->siguiente = NULL;
...
```

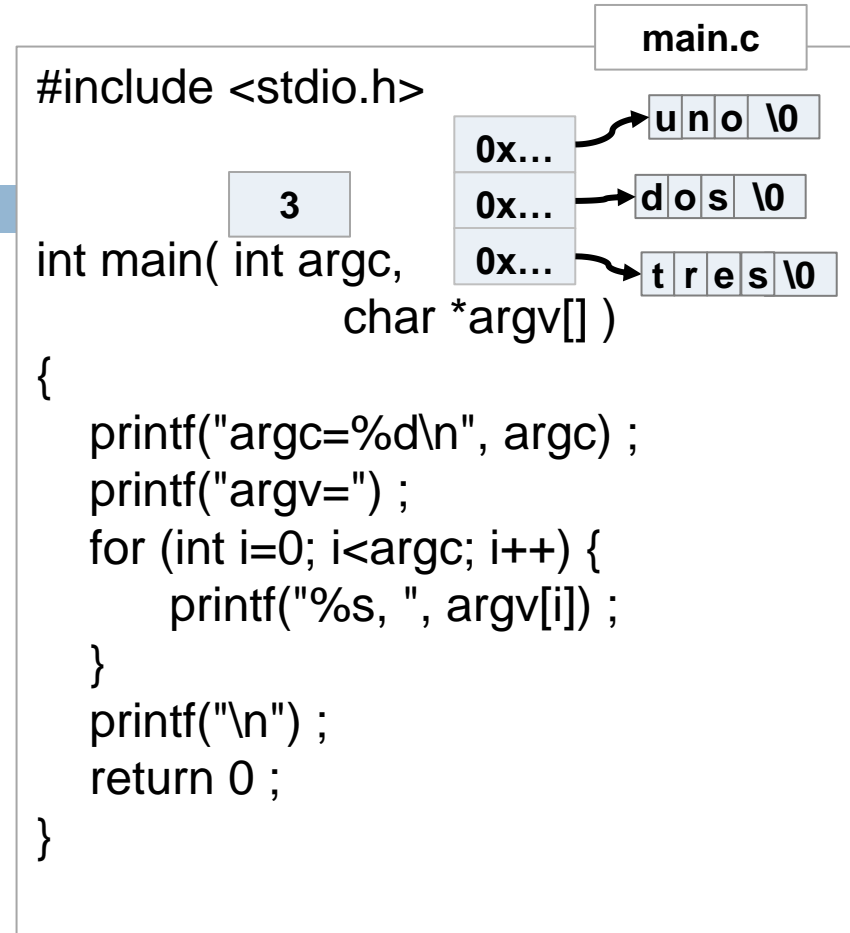
{array} x {tipo}: char [] => String

	Cadena de caracteres (String)	
Tipo básico	<pre>char s1[12] = { 'h', 'o', 'l', 'a', '\0' } ; char s2[12] = "hola" ; char s3[] = "hola" ; char *s4 = "hola" ;</pre>	
Operaciones típicas	Longitud	<pre>int s1_length = strlen(s1) ;</pre>
	Comparar	<pre>if (strcmp(s1, s2) == 0) { printf("Iguales"); }</pre>
	Concatenar	<pre>strcat(s2, s1) ; // s2 = "holahola" ;</pre>
	Leer	<pre>scanf("%s", s2) ;</pre>
	Imprimir	<pre>printf("%s", s2) ;</pre>
	Copiar	<pre>strcpy(s2, "prueba") ; // s2 = "prueba"</pre>
	String a entero	<pre>int v1 = atoi("123") ;</pre>

char [] => String

69

- Los argumentos pasados al programa llegan a la función main a través de `argc` y `argv`.
- ▣ **argc** es el número de argumentos.
- ▣ **argv** es un vector de cadenas de caracteres.



```
gcc -g -Wall main.c -o main
./main uno dos tres
argc=3
argv=uno, dos, tres,
```

Contenidos

- **Introducción al lenguaje C**
 - **Preprocesador**
 - **Comentarios**
 - **Bibliotecas**
 - **Tipos de datos básicos, variables y constantes**
 - **Asignación y conversión de tipos (casting)**
 - **Tipos compuestos: array y struct**
 - **Definición de tipos**
 - **Sentencias de control**
 - **Funciones**
 - **Punteros**

Sentencias de control

71



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Condicionales
 - Alternativas
 - if
 - if-else
 - switch
 - Iterativas
 - for
 - while
 - do-while
- Incondicionales
 - continue
 - break
 - goto

Sentencias de control

72



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

□ Condicionales

□ Alternativas

- if
- if-else
- switch

□ Iterativas

- for
- while
- do-while

□ Incondicionales

- continue
- break
- goto

Sentencias control: alternativas

73

<https://www.learn-c.org/>



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Característica	Python	C
Alternativa (if)	<pre>if b > a: print("b > a")</pre>	<pre>if (b > a) { printf("b > a"); }</pre>
Alternativa con exclusión (if - else)	<pre>if b > a: print("b > a") else # elif print("b <= a")</pre>	<pre>if (b > a) { printf("b > a"); } else { printf("b <= a") ; }</pre>
Alternativa múltiple (switch)		<pre>switch (x) { case 3: // ... break ; default: // ... }</pre>

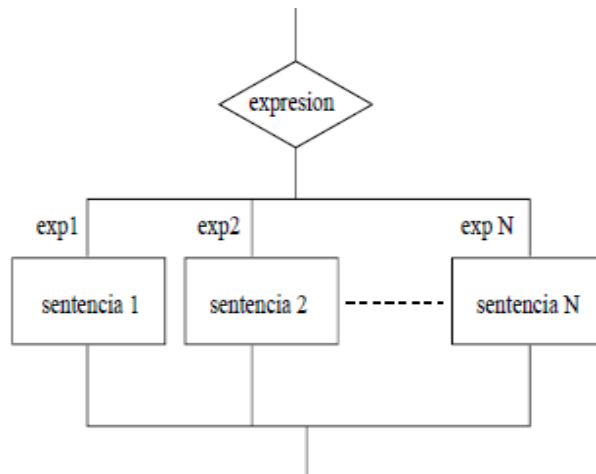
Estructuras de control (alternativas)

74



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Estructuras de evaluación de condición: **if** y **switch**
 - ▣ Las condiciones son expresiones de tipo entero.
 - ▣ switch evitaría if encadenados:



```
switch (expresión)
{
    case exp1:
        sentencia1;
        ...
        break;

    case expX:
    case expY:
        sentenciaX1;
        ...
        break;
    default:
        sentenciaD1;
        ...
        break;
}
```

Estructuras de control (alternativas)

- Estructuras de evaluación de condición: **if** y **switch**
 - ▣ Mejor (0 == variable) que (variable == 0): cuidado if (**x=1**)...
 - ▣ Un if que precisa *scroll* de pantalla es difícil de leer

```
division_entera ( int par1, int part2 )
{
    int valor ;

    if (part2 != 0)
    {
        valor = par1 / par2 ;
    }
    else {
        valor = 0 ;
        printf("ERROR: par2 es cero\n") ;
    }

    return valor ;
}
```

```
division_entera ( int par1, int part2 )
{
    int valor = 0 ;

    // comprobar parámetros
    if (0 == part2) {
        printf("ERROR: par2 es cero\n") ;
        return valor ;
    }

    // caso correcto
    valor = par1 / par2 ;
    return valor ;
}
```

Sentencias de control

76



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

□ Condicionales

▣ Alternativas

- if
- if-else
- switch

▣ Iterativas

- for
- while
- do-while

□ Incondicionales

- continue
- break
- goto

Sentencias control: iterativas

77

<https://www.learn-c.org/>



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Característica	Python	C
for (0 ... N)	<pre>for x in range(6): print(x)</pre>	<pre>for (int x=0; x<6; x++) { printf("%d", x) ; }</pre>
while (0 ... N)	<pre>l = 1 while i < 6: print(i) i += 1 # break (end) vs # continue (skip 1)</pre>	<pre>int i = 1 ; while (i < 6) { printf("%d", i); i++ ; // break (end) vs // continue (skip 1) }</pre>
until (1 ... N)		<pre>int i = 1 ; do { // ... } while (i < 6) ;</pre>

Estructuras de control (iterativas)

78



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- ▣ Estructuras de repetición: **while**, **do-while**, **for**
 - ▣ El índice for se debe declarar como otra variable más:

```
int main()
{
    int i;

    for (i=0; i<10; i++) {
        printf("hola\n");
    }
    return 0;
}
```

Sentencias de control

79



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

□ Condicionales

▣ Alternativas

- if
- if-else
- switch

▣ Iterativas

- for
- while
- do-while

□ Incondicionales

- continue
- break
- goto

Estructuras de control (continue)

80



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- ▣ Estructuras de repetición: **while**, **do-while**, **for**
 - ▣ Uso de **continue** permite saltar ciertas iteraciones.

```
int main()
{
    int i;

    for (i=0;i<10;i++)
    {
        if ((i % 2) == 0)
            continue;
        printf("impar\n");
    }
    return 0;
}
```


Estructuras de control (break)

- Estructuras de repetición: **while**, **do-while**, **for**
 - **break** permite salir del bucle/switch cercano al break.

```
int main()
{
    int i, j;

    for (i=0; i<10; i++) {
        for (j=0; j<10; j++) {
            printf("diagonal\n");
            if (j > i)
                break;
        }
    }
    return 0;
}
```

```
switch (expresión)
{
    case exp1:
        sentencia1;
        ...
        break;

    case expX:
    case expY:
        sentenciaX1;
        ...
        break;

    default:
        sentenciaD1;
        ...
        break;
}
```

Estructuras de ~~des~~control (forgoto it)

- ▣ Poco recomendable el uso de `goto`
- ▣ **No se puede usar en prácticas (salvo que el enunciado de forma explícita lo permita).**

```
int f1 ( char * p1)
{
    if (p1 == NULL)
        goto error;

    ... //

error:
    return -1;
}
```

Contenidos

□ **Introducción al lenguaje C**

- **Preprocesador**
- **Comentarios**
- **Bibliotecas**
- **Tipos de datos básicos, variables y constantes**
- **Asignación y conversión de tipos (casting)**
- **Tipos compuestos: array y struct**
- **Definición de tipos**
- **Sentencias de control**
- **Funciones**
- **Punteros**

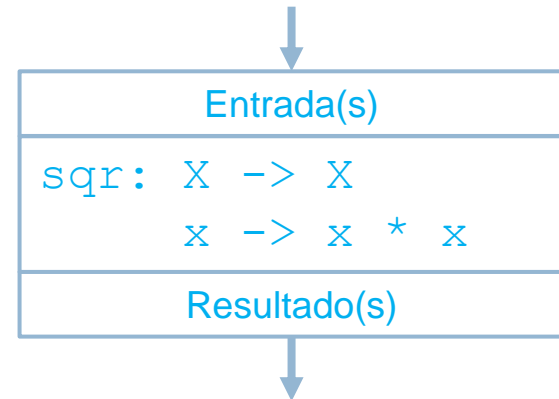
Inspiración de las funciones de C

84



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Inspiración de las funciones matemáticas:
 - Argumentos x
 - Resultado $f(x)$
 - Relación x y $f(x)$



Inspiración de las funciones de C

85



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Inspiración de las funciones matemáticas:
 - Argumentos x
 - Resultado $f(x)$
 - Relación x y $f(x)$

```
resultado(s)      argumento(s)
int sqr ( int a )
{
    return a * a ;
}
               cómputo
```

Inspiración de las funciones de C

86



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

□ Inspiración de las funciones matemáticas:

- Argumentos x
- Resultado $f(x)$
- Relación x y $f(x)$

□ Función pura:

“Lo que pasa en una función se queda en una función”.

resultado(s) argumento(s)

```
int sqr ( int a )  
{  
  
    return a * a ;  
}
```

Inspiración de las funciones de C

87



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

□ Inspiración de las funciones matemáticas:

- Argumentos x
- Resultado $f(x)$
- Relación x y $f(x)$

□ Función pura

□ Efecto colateral

```
int sqr ( int a )  
{  
    printf("%d",a);  
    return a * a ;  
}
```

resultado(s)
fuera del
ámbito de
la función

Que no son funciones

- En C solamente hay **funciones**, no hay clases ni métodos.
- Una función NO...:
 - No se puede definir una función dentro de otra.
 - En una función no hay tratamiento de excepciones.
 - No se pueden sobrecargar funciones (usar el mismo nombre de función con distintos argumentos).

Prototipo de una función: declaración y definición

89



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

- **Prototipo** de una función es su declaración.
- **Ejemplo:**

```
float potencia (float x, int y); /* prototipo */
float potencia (float x, int y) /* definición */
{
    int i;
    float prod = 1;
    for (i = 0; i < y; i++)
        prod = prod * x;
    return(prod);
}
```

Prototipo de una función: declaración y definición

90



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Permite la comprobación de errores entre la llamada a una función y la definición de la función correspondiente.

```
#include <stdio.h>

int suma (int a, int b);    /* Prototipo */

int main() {
    int x, y;
    x=3;
    y = suma(x,2);          /* Llamada a la función */
    printf("%d + %d = %d\n", x, 2, y);
    return 0;
}

int suma (int a, int b) {   /* Definición */
    return a+b;
}
```

Definición de una función

```
tipo nombre (tipo1 arg1, ..., tipoN argN)
{
    /* CUERPO DE LA FUNCIÓN */
}
```

- Una función devuelve un valor de tipo **tipo**:
 - Si se omite tipo se considera que devuelve un `int`.
 - Si no devuelve ningún tipo: `void`.
- Una función acepta un conjunto de argumentos:
 - Si se omite argumentos entonces equivale a `(int)`
 - Si no tiene argumentos: `void explicacion(void) { ... }`
- La última sentencia de una función es **return valor**;
 - Finaliza la ejecución y devuelve valor a la función que realizó la llamada.

Variables locales y globales

- Las variables que se declaran dentro de una función, son **locales** a esa función.
 - ▣ Existen solamente durante la ejecución de la función.
 - ▣ Se almacenan en la pila.

- Las variables que se declaran fuera de las funciones, son **globales**.
 - ▣ Se puede acceder a ellas desde cualquier función.
 - ▣ Poco deseable, pero **necesario** a veces.

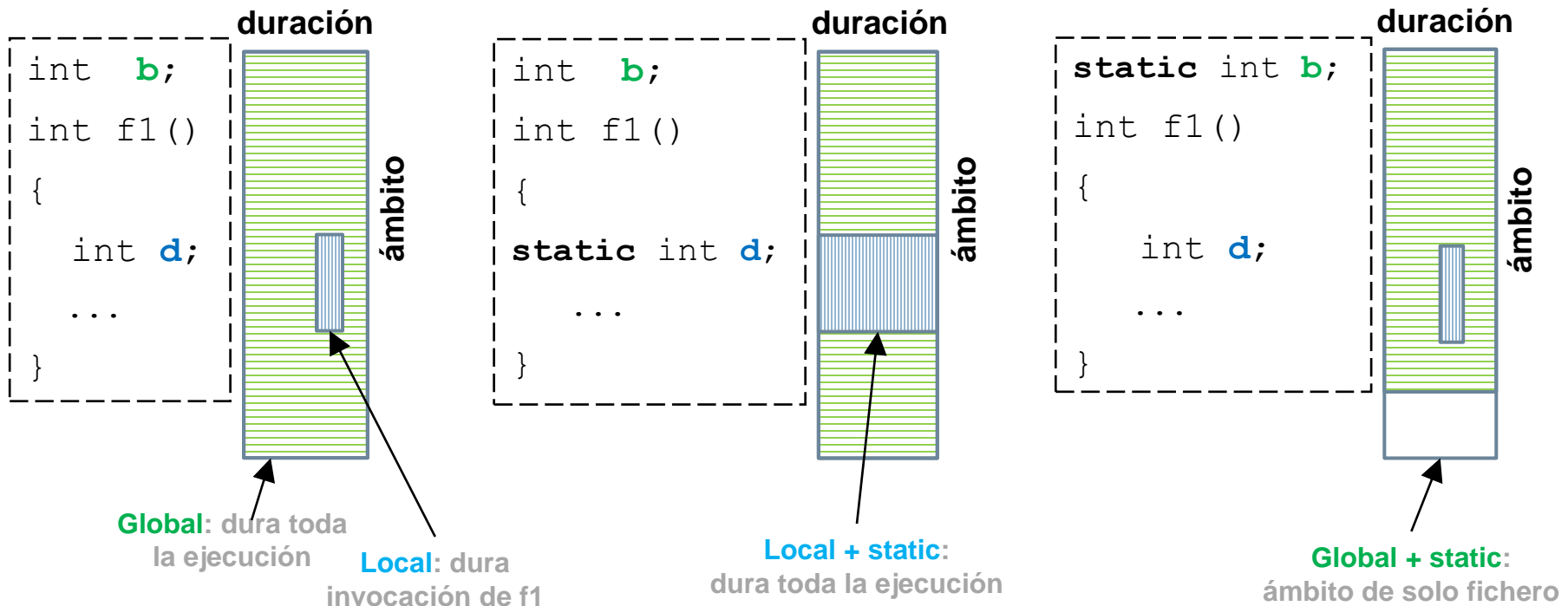
Variable: ámbito y duración

93



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- **Ámbito:** zona de código donde se puede hacer referencia.
- **Duración:** espacio de tiempo que la variable persiste.



Paso de parámetros

```
void prueba2 ( int j, char c, float f, int pj )  
{  
    /* ... */  
}
```

Paso de parámetros

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;  
  
prueba2 ( i,      'a',      PI,      &i ) ;  
...
```

```
void prueba2 ( int j, char c, float f, int pj )  
{  
    /* ... */  
}
```

Paso de parámetros

96



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;  
  
prueba2 ( i,      'a',      PI,      &i ) ;  
...
```

```
void prueba2 (     )  
{  
    /* ... */  
}
```

1) Se crea en pila las variables formales

Paso de parámetros



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;  
  
prueba2 ( i,      'a',      PI,      &i ) ;  
...
```

```
void prueba2 ( int j, char c, float f, int pj )  
{  
    /* ... */  
}
```

2) Se copia el valor de los parámetros reales

Paso de parámetros

98



Félix García Carballera,
Ilderón Mateos

Siempre se realiza una copia de los parámetros

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;
```

```
prueba2 ( i,      'a',      PI,      &i ) ;  
...
```

10

'a'

3.14

0x

```
void prueba2 ( int j, char c, float f, int pj )  
{  
    /* ... */  
}
```

Paso de parámetros

99



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int i = 10;

    /* ... */
    inc(i) ;
    /* ... */
}
```

```
void inc ( int j )
{
    j = j + 1 ;
}
```

Paso de parámetros

100



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int i = 10;

    /* ... */
    inc(i) ;
    /* ... */
}
```

1) se copia
i en j

10

```
void inc ( int j )
{
    j = j + 1 ;
}
```

Paso de parámetros

101



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int i = 10;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(i) ;
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
i en j

10

```
void inc ( int j )
```

```
{
```

```
    j = j + 1 ;
```

```
}
```

2) se modifica
j (la copia)

Paso de parámetros

102

https://www.iconfinder.com/icons/25350/dialog_question_tux_icon



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Paso de
parámetro por
valor

Paso de
parámetro por
referencia

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int i = 10;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(i);
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
i en j

10

```
void inc ( int j )
```

```
{
```

```
    j = j + 1 ;
```

```
}
```

2) se modifica
j (la copia)



Paso de parámetros



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

103

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int i = 10;

    /* ... */
    inc(i) ;
    /* ... */
}
```

1) se copia
i en j

```
void inc ( int j )
{
    j = j + 1 ;
}
```

2) se modifica
j (la copia)

Paso de parámetro por referencia

```
#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int i = 3;

    /* ... */
    inc(&i) ;
    /* ... */
}
```

```
void inc ( int *j )
{
    *j = *j + 1 ;
}
```

Paso de parámetros



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

104

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int i = 10;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(i) ;
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
i en j

10

```
void inc ( int j )
```

```
{
```

```
    j = j + 1 ;
```

```
}
```

2) se modifica
j (la copia)

Paso de parámetro por referencia

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int i = 3;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(&i) ;
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
&i en j

&i

```
void inc ( int *j )
```

```
{
```

```
    *j = *j + 1 ;
```

```
}
```


Paso de parámetros

para paso por referencia se usan punteros



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

105

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)  
{
```

```
    int i = 10;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(i) ;
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
i en j

10

```
void inc ( int j )
```

```
{
```

```
    j = j + 1 ;
```

```
}
```

2) se modifica
j (la copia)

Paso de parámetro por referencia

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)  
{
```

```
    int i = 3;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(&i) ;
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
&i en j

&i

```
void inc ( int *j )
```

```
{
```

```
    *j = *j + 1 ;
```

```
}
```

2) se modifica
i a través de *j

Funciones (resumen)

- En C no hay clases ni métodos, solamente hay **funciones**.
- Una función:
 - Tiene que haberse declarado antes de usarse.
 - Acepta un **conjunto de parámetros [0,n]** y devuelve un **resultado [0,1]**.
 - El paso de parámetros es siempre por **valor** (se copian).
- Una función NO:
 - No se pueden sobrecargar los nombres de las funciones.
 - No se puede definir una función dentro de otra.
 - No hay tratamiento de excepciones.

Función como tipo de dato en C

107



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Tipo	Array	Funciones
Concepto	Colección de elementos del mismo tipo.	Colección de sentencias (array de bytes de código).
Definición	<pre>int arr1 [10] = { 0x1, 10, 020 } ;</pre>	<pre>int fun1 (char ch1) { // sentencias }</pre>
Como es visto por el programador/a	<ul style="list-style-type: none">• arr1 es una variable de tipo array.• arr1 solo es la dirección del primer elemento del array.	<ul style="list-style-type: none">• fun1 es una constante de tipo función que acepta un char y devuelve un entero.• fun1 solo es la dirección del primer byte de código.

Función como tipo de dato en C

108



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

- Es posible que una variable sea de tipo puntero a función... y usar una función para darle valor:

```
int  v1[10] ;  
char v2[10] ;
```

```
imprimir_entero ( void *v, int i ) {  
    printf("%d, ", ((int *)v)[i]) ;  
}
```

```
int (*pv1)[10] = v1;  
void (*fimpres)(void *v, int i) = imprimir_entero ;
```

```
int  *pv1 [10] = v1; // array de 10 punteros a entero  
int  (*pv1)[10] = v1; // puntero a array de 10 enteros
```

Función como tipo de dato en C

- Es posible que una variable sea de tipo puntero a función... y usar una función para darle valor:

```
int  v1[10] ;  
char v2[10] ;
```

```
imprimir_entero ( void *v, int i ) {  
    printf("%d, ", ((int *)v)[i]) ;  
}
```

```
int (*pv1)[10] = v1;  
void (*fimpre)(void *v, int i) = imprimir_entero ;
```

```
void *fimpre (void *v, int i) // función... devuelve puntero a void  
void (*fimpre)(void *v, int i) // puntero función...
```

Función como tipo de dato en C

110



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Es posible que una función trabaje con variables que son funciones (metafunciones).

```
int  v1[10] ;
char v2[10] ;

void imprimir_entero ( void *v, int i ) {
    printf("%d, ", ((int *)v)[i]) ;
}

int imprimir_vector( int neltos, void *vector,
                    void (*fimpre)(void *v, int i) )
{
    for (int k=0; k<neltos; k++) {
        (*fimpre)(vector, k) ;
    }
}

imprimir_vector(10, v1, imprimir_entero) ;
```

Función como tipo de dato en C

- Es posible que una variable sea de tipo puntero a función... y usar una función para darle valor:

```
int  v1[10] ;
char v2[10] ;

void imprimir_entero ( void *v, int i ) {
    printf("%d, ", ((int *)v)[i]) ;
}

typedef int (*ptrarr_t)[10];
ptrarr_t pv1 = v1;

typedef void (*fprnt_t)(void *v, int i) ;
fprnt_t  fimpres1 = imprimir_entero ;
```

Contenidos

- **Introducción al lenguaje C**
 - **Preprocesador**
 - **Comentarios**
 - **Tipos de datos básicos, variables y constantes**
 - **Asignación y conversión de tipos (casting)**
 - **Tipos compuestos: array y struct**
 - **Definición de tipos**
 - **Sentencias de control**
 - **Funciones**
 - **Punteros**

- ❑ **Introducción a punteros**
- ❑ Casos de uso típicos:
 - ❑ Iterador: `for (int *p=v; p<&(v[10]); p++) ...`
 - ❑ Memoria dinámica: `p = malloc(10); ...`
 - ❑ Paso de parámetros: `f1(&a, &b) ;`
- ❑ Aritmética de punteros

Dirección, valor y tamaño



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

114

00	'a'
01	222
02	0x3F
03	'&'
...	...

Cualquier variable de un tipo:

```
char chr1 = 'a' ;
```

Tiene asociada una terna (d, v, t)

Dirección, valor y tamaño




Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

115

□ Valor

- Elemento guardado en memoria.



00	'a'
01	222
02	0x3F
03	'&'
...	...

Cualquier variable de un tipo:

```
char chr1 = 'a' ;
```


Tiene asociada una terna (d, v, t)

Dirección, valor y tamaño



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

116



00	'a'
01	222
02	0x3F
03	'&'
...	...

□ Valor

- Elemento guardado en memoria.

□ Dirección

- Posición de memoria.

Cualquier variable de un tipo:

```
char chr1 = 'a' ;
```

Tiene asociada una terna (d, v, t)

Dirección, valor y tamaño



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

117

00	'a'	}
01	222	
02	0x3F	
03	'&'	
...	...	

Cualquier variable de un tipo:

```
char chr1 = 'a' ;
```

Tiene asociada una terna (d, v, t)

□ Valor

- Elemento guardado en memoria.

□ Dirección

- Posición de memoria.

□ Tamaño

- Número de bytes necesarios para almacenar el valor.

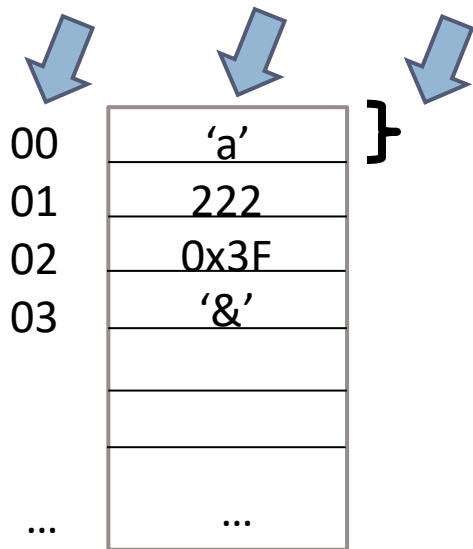
Dirección, valor y tamaño

hablamos de dirección de memoria, todavía no de punteros



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

118



Cualquier variable de un tipo:

```
char chr1 = 'a' ;
```

Tiene asociada una terna (d, v, t)

□ Valor

- Elemento guardado en memoria a partir de una dirección, y que ocupa un cierto tamaño para ser almacenada.

□ Dirección

- Número que identifica la posición de memoria (celda) a partir de la cual se almacena el valor de un cierto tamaño.

□ Tamaño <-> Tipo de datos

- Número de bytes necesarios a partir de la dirección de comienzo para almacenar el valor de un tipo de datos.

Valor, dirección, tamaño: ejemplo 1

119



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
#include <stdio.h>

int main ( int argc,
           char *argv[] )
{
    int i = 3;

    printf("%d ", i);
    printf("%d ", &i);
    printf("%d", sizeof(i));

    return 0;
}
```

☐ en definición: **int i** ;

☐ Variable **i** de tipo entero

☐ en uso: **<var>**

☐ Valor de...

☐ en uso: **&** **<var>**

Asignada en tiempo de
compilación (ro)

☐ Dirección de...

☐ en uso: **sizeof(<var>)**

☐ Tamaño en bytes de...

Valor, dirección, tamaño: ejemplo 1

120



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
#include <stdio.h>
```

```
int i = 3;
```

```
int main ( int argc,  
          char *argv[] )
```

```
{
```

```
    printf("%d ", i);
```

```
    printf("%d ", &i);
```

```
    printf("%d", sizeof(i));
```

```
    return 0;
```

```
}
```

.data

ptr_i: .word 0x3

.text

main: # printf("%d", i);

lw \$a0 ptr_i

li \$v0 1

syscall

printf("%d", &i);

la \$a0 ptr_i

li \$v0 1

syscall

printf("%d", sizeof(i));

li \$a0 4

li \$v0 1

syscall

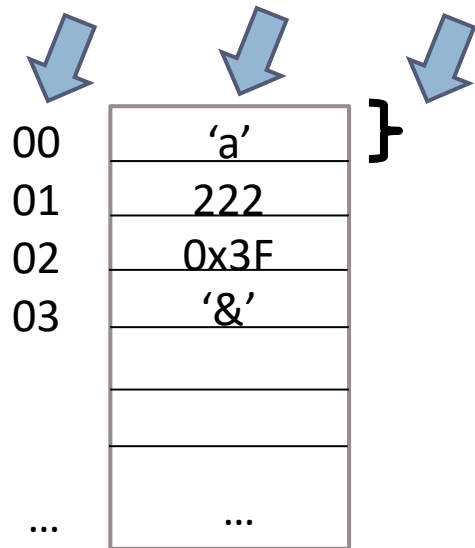
Tipo de datos puntero

dirección que apunta a un elemento de tipo x...



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

121



□ Valor

- Elemento guardado en memoria a partir de una dirección, y que ocupa un cierto tamaño para ser almacenada.

□ Dirección

- Número que identifica la posición de memoria (celda) a partir de la cual se almacena el valor de un cierto tamaño.

□ Tamaño

- Número de bytes necesarios a partir de la dirección de comienzo para almacenar el valor

variable **puntero** (*) representa la dirección a un elemento de un tipo:

```
int * ptr_int = 0x0 ;
```

Y tiene asociada una terna (d, v, t) 😊

Valor, dirección, tamaño: ejemplo 2

si hay puntero entonces hay dirección de memoria



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

122

```
#include <stdio.h>

int main ( int argc,
           char *argv[] )
{
    int i = 3;
    int *pi = &i;

    printf("%ld ", pi);
    printf("%d ", *pi);
    printf("%d", sizeof(*pi));
    return 0;
}
```

☐ en definición: **int *pi;**

☒ Puntero a entero

☐ en uso: **<var>**

☒ Dirección de...

☐ en uso: *** <exp>**

Asignada en tiempo de
ejecución (rw)

☒ Valor contenido en...

☐ en uso: **sizeof(<tipo>)**

☒ Tamaño en bytes de...

Uso básico de la memoria

interfaz funcional



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

123

00	'a'
01	222
02	0x3F
03	'&'
...	...

- ▣ **valor = mem_leer** (dirección)
- ▣ **mem_escribir** (dirección, valor)

NOTA: antes de acceder a una dirección, esta tiene que apuntar a una zona de memoria previamente reservada.

Uso de memoria en C: ejemplo 1

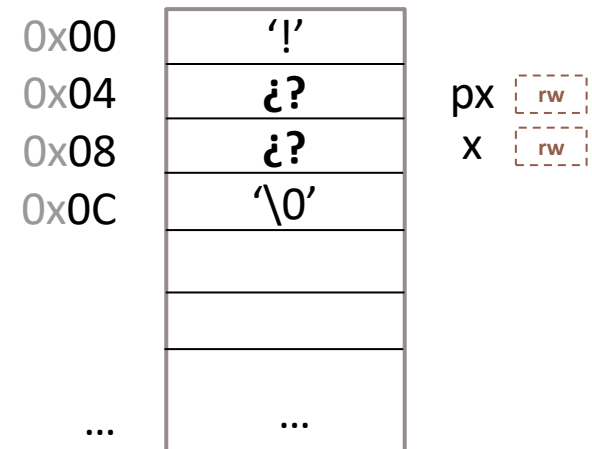
124



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Dos variables

- `int *px;`
- `int x;`



Uso de memoria en C: ejemplo 1

125

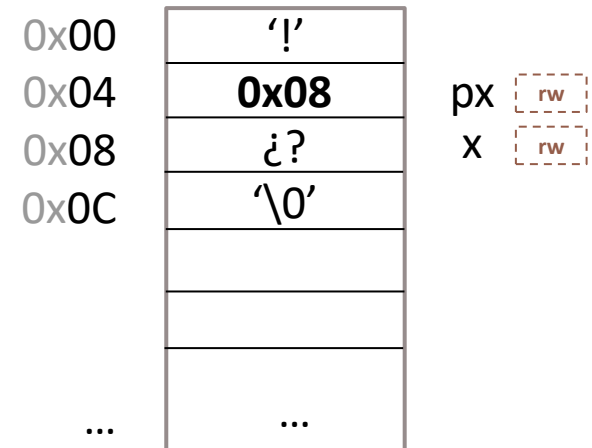


Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Dos variables

- `int *px;`
- `int x;`

☆ `px = &x;`



Uso de memoria en C: ejemplo 1

126

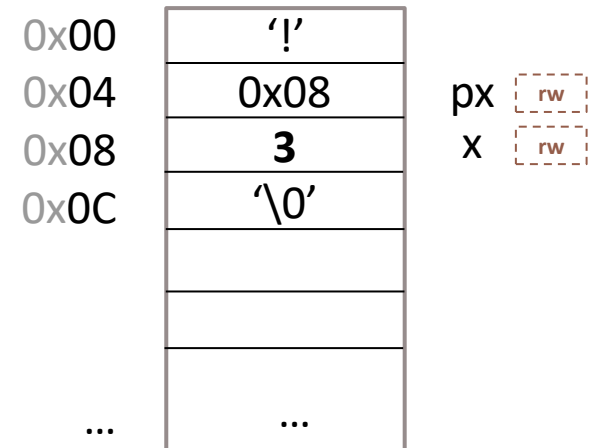


Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Dos variables

- `int *px;`
- `int x;`

☆ `px = &x;`
`*px = 3;`



Uso de memoria en C: ejemplo 1

127

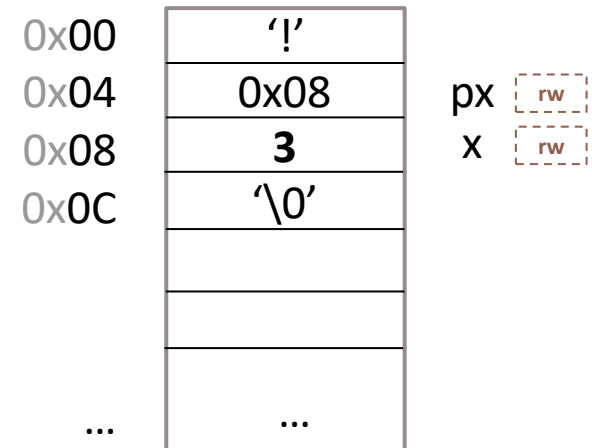


Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Dos variables

- `int *px;`
- `int x;`

```
☆ px = &x;  
  *px = 3;  
  printf("x:%d\n", x) ;
```



mem_leer y mem_escribir en C: ejemplo 2

128



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
#include <stdio.h>
```

```
void imprimir ( int val ) {  
    printf("v:%d\n", val);  
}
```

```
int main ( int argc,  
           char *argv[] )  
{  
    int i = 3;  
    imprimir(i);  
    return 0;  
}
```

⑨ Lectura de variable

+ <var> => Valor de...

⑨ Escritura de variable:

+ en **asignación**: **int i = 3 ;**

& Asignar valor...

+ en **paso de parámetros**: <var>

& Asignar valor de...

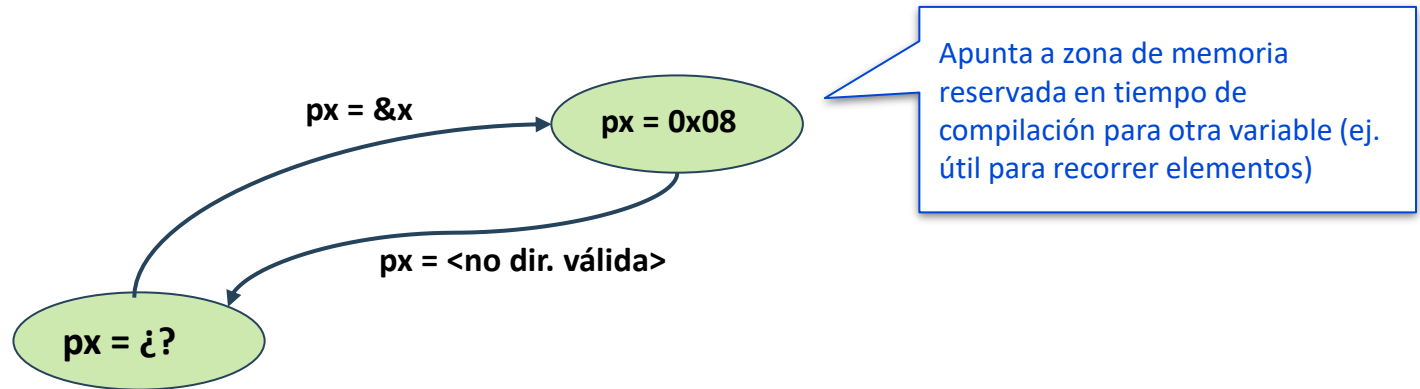
Por defecto, TÚ tienes que llevar la gestión...

máquina de estado finito para cada puntero

129



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



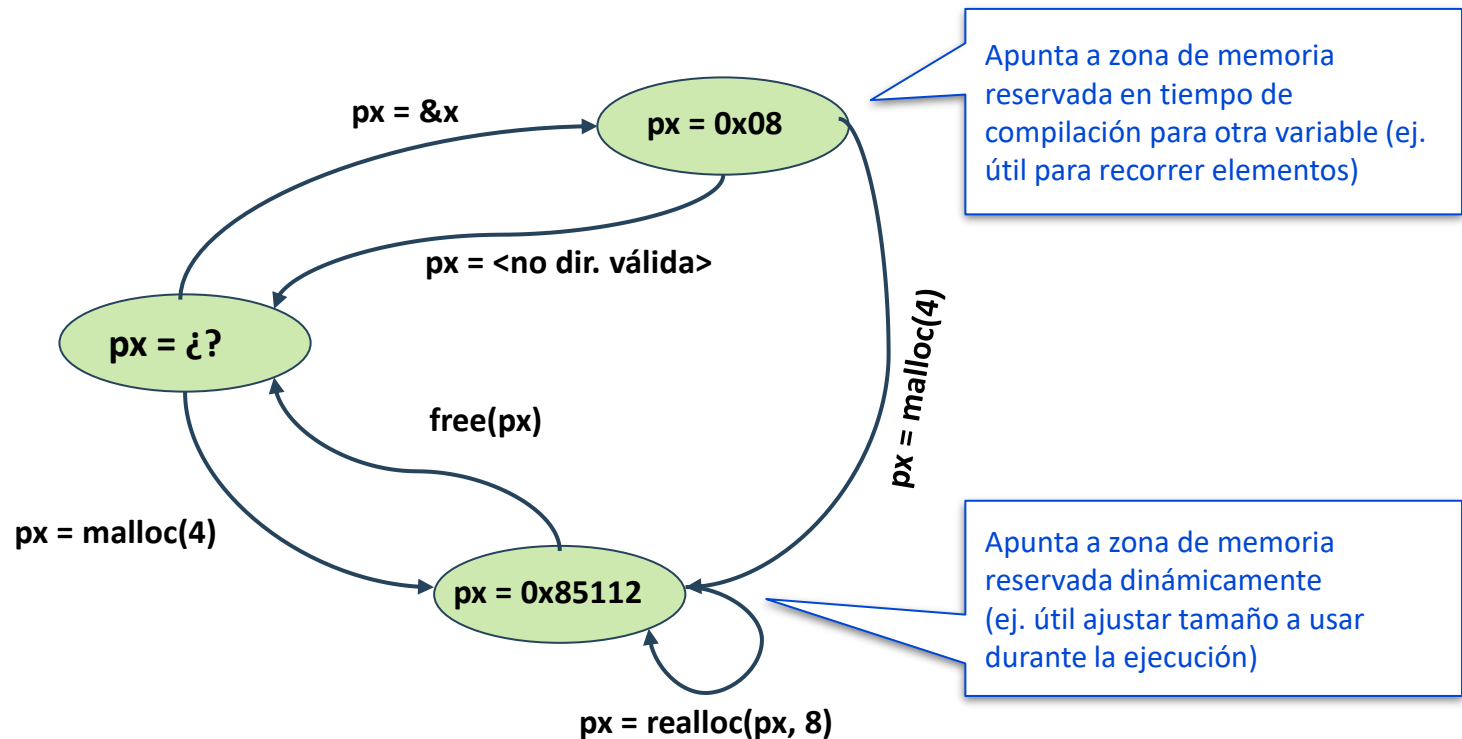
Por defecto, TÚ tienes que llevar la gestión...

máquina de estado finito para cada puntero

130



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Contabilidad errónea -> SIGSEGV



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

131

☆ Dos variables

- `int *px;`
- `int x;`

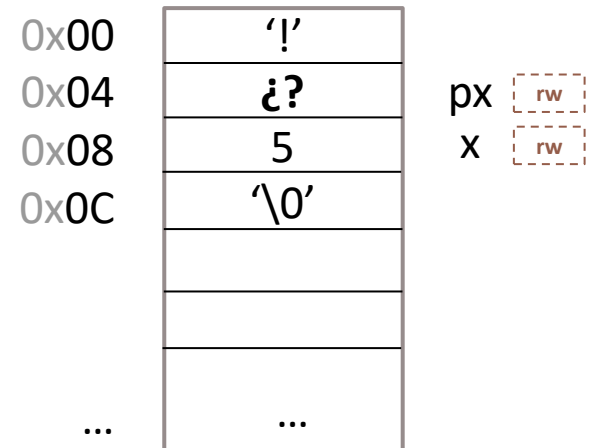
☆ `*px = x;`

- **MAL:** Si no se ha reservado memoria.

```
int *px;  
*px = 5;
```

- **BIEN:** Si se ha reservado previamente.

```
int *px;  
px = &x; // espacio x ya reservado  
*px = 5;
```



Contabilidad errónea -> SIGSEGV

☆ Gestor de memoria apropiado:

- ▣ libc malloc
- ▣ dlmalloc, jemalloc, hoard, etc.
- ▣ Electric Fence: https://elinux.org/Electric_Fence
<http://ithare.com/testing-memory-allocators-ptmalloc2-tcmalloc-hoard-jemalloc-while-trying-to-simulate-real-world-loads/>

☆ Herramientas de asistencia apropiadas:

- ▣ valgrind
- ▣ gdb, etc.

Valgrind: ejemplo típico de uso

133

<https://valgrind.org/docs/manual/quick-start.html#quick-start.interpret>



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Here's an example C program, in a file called a.c, with a memory error and a memory leak.

```
#include <stdlib.h>

void f(void)
{
    int* x = malloc(10 * sizeof(int));
    x[10] = 0;          // problem 1: heap block overrun
}                      // problem 2: memory leak -- x not freed

int main(void)
{
    f();
    return 0;
}
```

Most error messages look like the following, which describes problem 1, the heap block overrun:

```
==19182== Invalid write of size 4
==19182==    at 0x804838F: f (example.c:6)
==19182==    by 0x80483AB: main (example.c:11)
==19182== Address 0x1BA45050 is 0 bytes after a block of size 40 alloc'd
==19182==    at 0x1B8FF5CD: malloc (vg_replace_malloc.c:130)
==19182==    by 0x8048385: f (example.c:5)
==19182==    by 0x80483AB: main (example.c:11)
```

Things to notice:

- There is a lot of information in each error message; read it carefully.

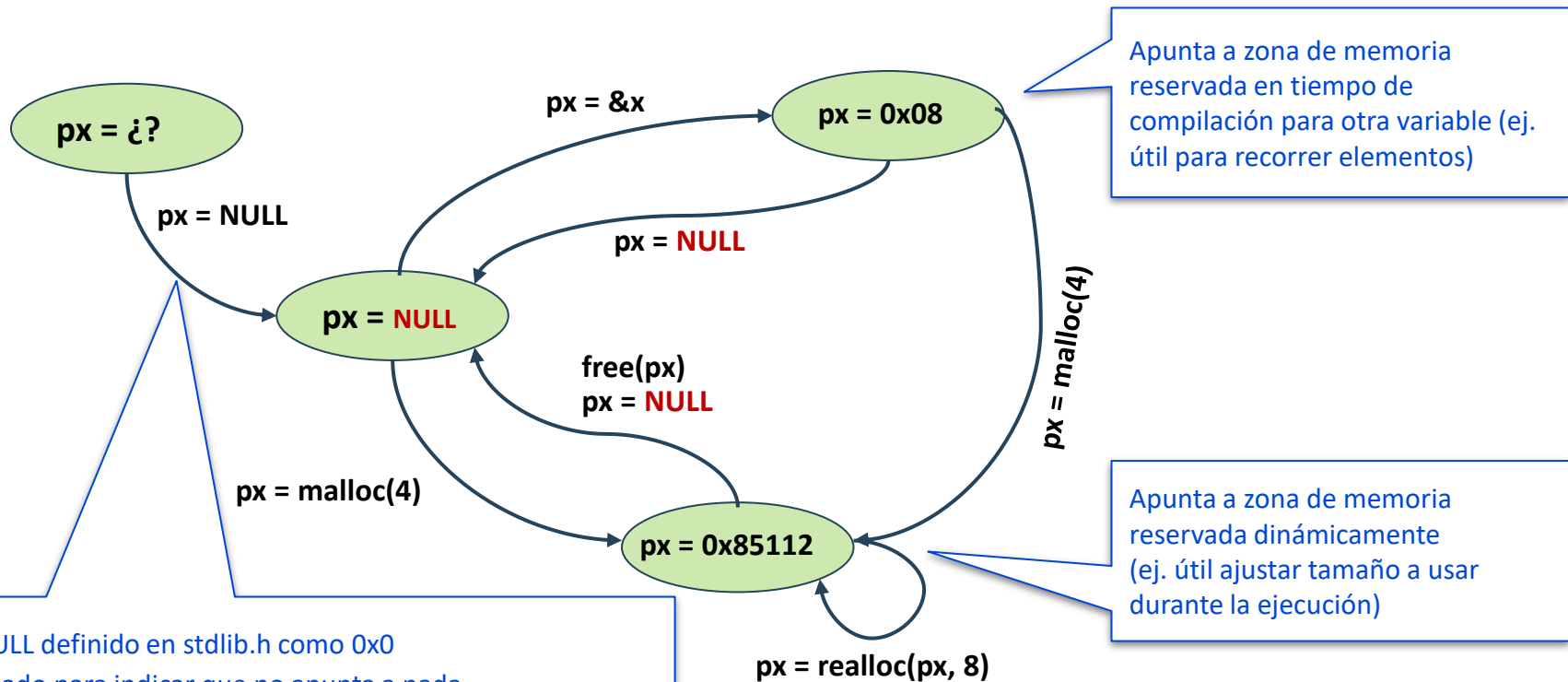
Por defecto, TÚ tienes que llevar la gestión...

máquina de estado finito para cada puntero



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

134



- NULL definido en `stdlib.h` como `0x0`
- Usado para indicar que no apunta a nada
- Buena práctica: inicializar toda variable puntero a NULL :
`int * p = NULL`
- Buena práctica: comprobar toda variable puntero:
`if (p == NULL) {...`

Apunta a zona de memoria reservada en tiempo de compilación para otra variable (ej. útil para recorrer elementos)

Apunta a zona de memoria reservada dinámicamente (ej. útil ajustar tamaño a usar durante la ejecución)

Contenidos

135



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Introducción a punteros
- **Casos de uso típicos:**
 - **Iterador:** `for (int *p=v; p<&(v[10]); p++) ...`
 - Memoria dinámica: `p = malloc(10); ...`
 - Paso de parámetros: `f1(&a, &b) ;`
- Aritmética de punteros

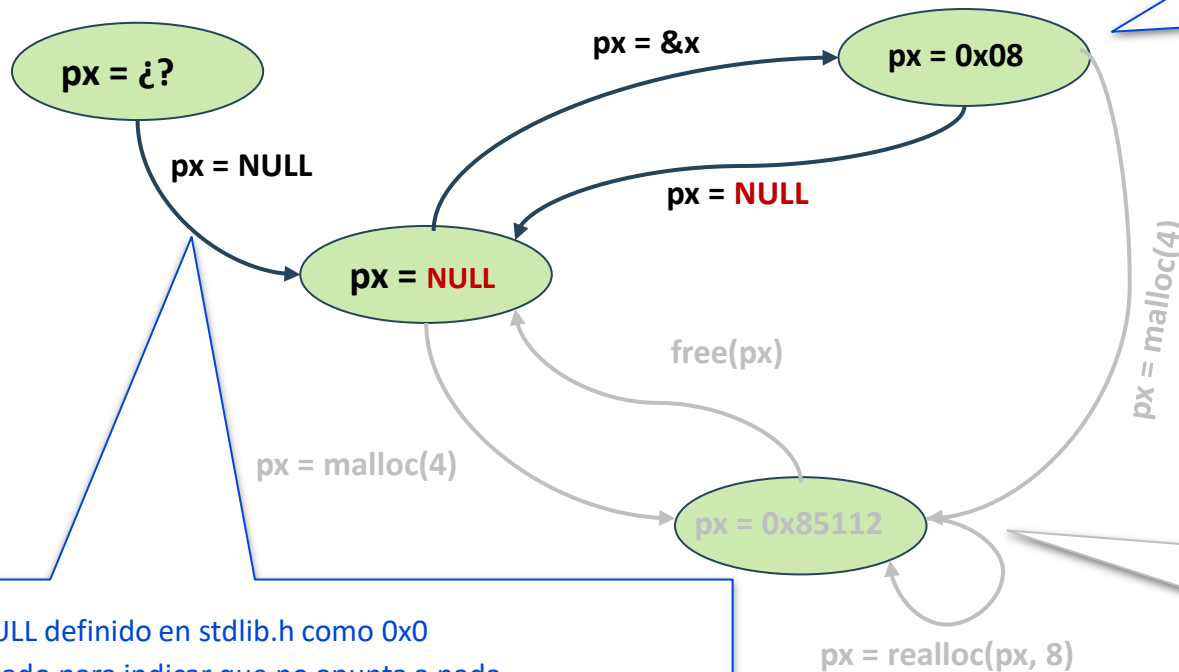
Por defecto, TÚ tienes que llevar la gestión...

máquina de estado finito para cada puntero

136



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos



Apunta a zona de memoria reservada en tiempo de compilación para otra variable (ej. útil para recorrer elementos)

Apunta a zona de memoria reservada dinámicamente (ej. útil ajustar tamaño a usar durante la ejecución)

- NULL definido en `stdlib.h` como `0x0`
- Usado para indicar que no apunta a nada
- Buena práctica: inicializar toda variable puntero a NULL :
`int * p = NULL`
- Buena práctica: comprobar toda variable puntero:
`if (p == NULL) {...`

dirección y contenido en C: array vs pointers

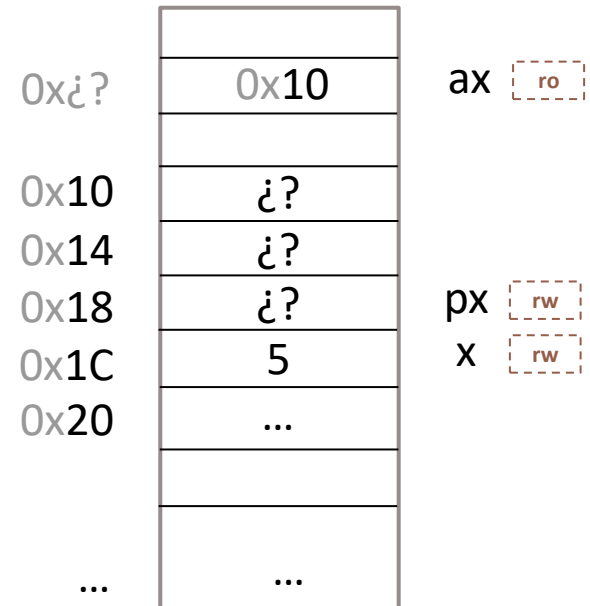
137



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Tres variables

- `int ax[2];`
- `int *px;`
- `int x = 5;`



dirección y contenido en C: array vs pointers

138



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

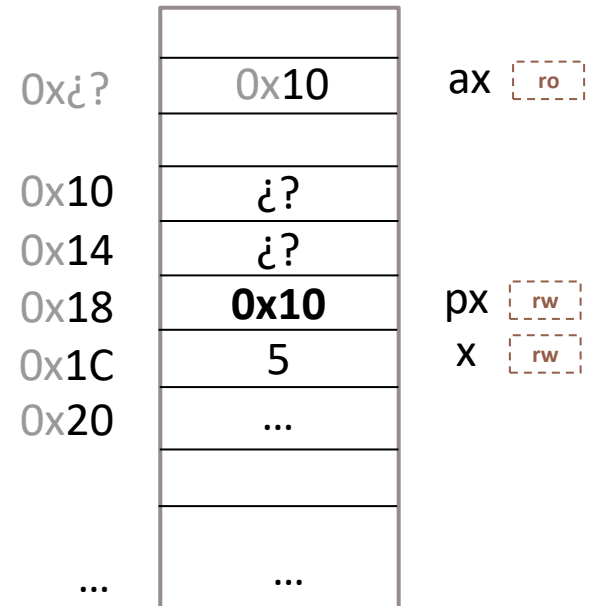
☆ Tres variables

- `int ax[2];`
- `int *px;`
- `int x = 5;`

☆ `px = ax; // ax == &ax`

☆ `ax = px; // ERROR`

☆ `for (int i=0; i<2; i++) {
 px[i] = i; // ptr como arr
 ax[i] = i; // arr como arr
 *(px+i) = i; // ptr como ptr
 *(ax+i) = i; // arr como ptr
}`



dirección y contenido en C: array vs pointers

139



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

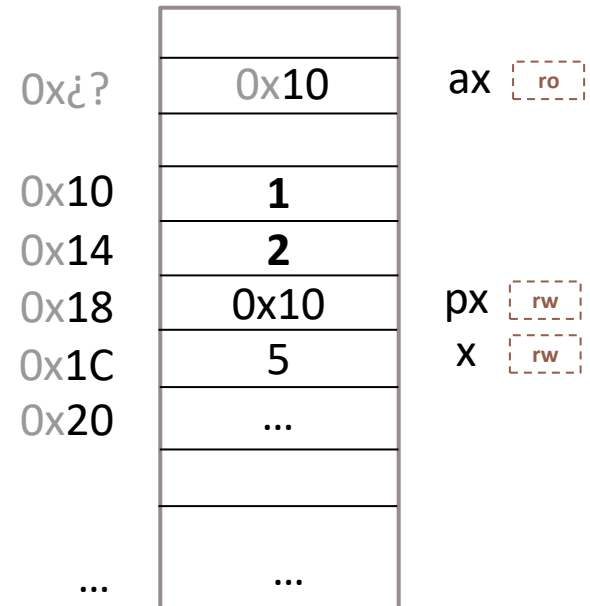
☆ Tres variables

- `int ax[2];`
- `int *px;`
- `int x = 5;`

☆ `px = ax; // ax == &ax`

☆ `ax = px; // ERROR`

```
☆ for (int i=0; i<2; i++) {  
    px[i] = i+1; // ptr como arr  
    ax[i] = i+1; // arr como arr  
    *(px+i) = i+1; // ptr como ptr  
    *(ax+i) = i+1; // arr como ptr  
}
```



Contenidos

140



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Introducción a punteros
- **Casos de uso típicos:**
 - Iterador: `for (int *p=v; p<&(v[10]); p++) ...`
 - **Memoria dinámica: `p = malloc(10); ...`**
 - Paso de parámetros: `f1(&a, &b) ;`
- Aritmética de punteros

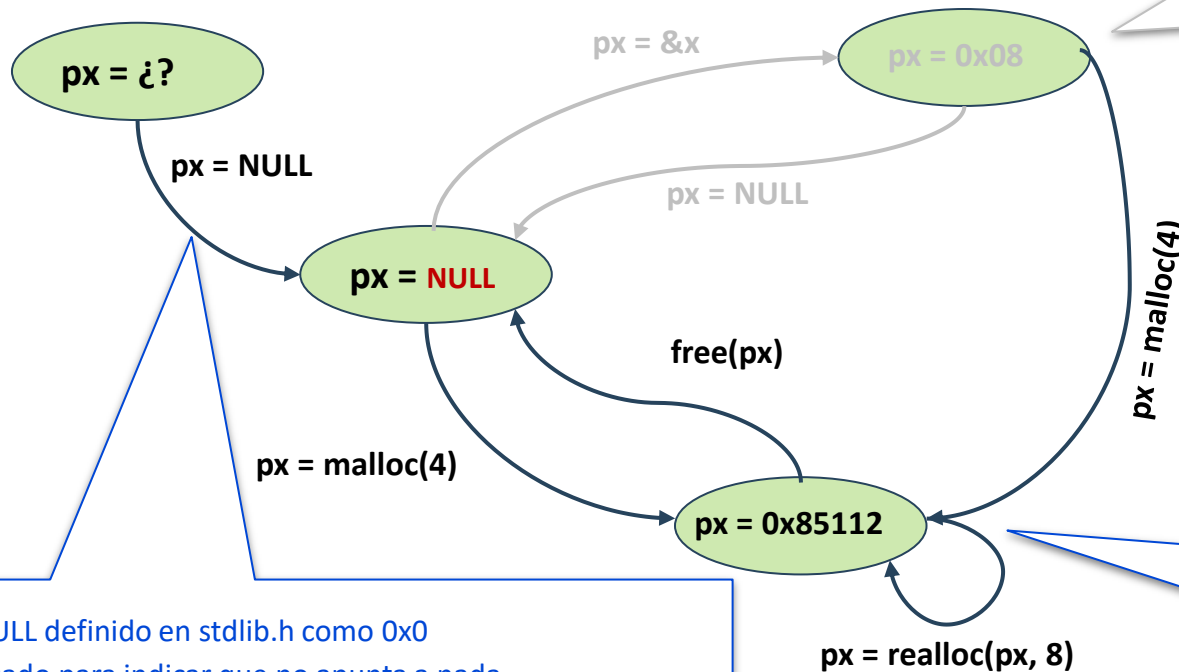
Por defecto, TÚ tienes que llevar la gestión...

máquina de estado finito para cada puntero



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

141



Apunta a zona de memoria reservada en tiempo de compilación para otra variable (ej. útil para recorrer elementos)

Apunta a zona de memoria reservada dinámicamente (ej. útil ajustar tamaño a usar durante la ejecución)

- NULL definido en `stdlib.h` como `0x0`
- Usado para indicar que no apunta a nada
- Buena práctica: inicializar toda variable puntero a NULL :
`int * p = NULL`
- Buena práctica: comprobar toda variable puntero:
`if (p == NULL) {...`

dirección y contenido en C: malloc (1/2)

142

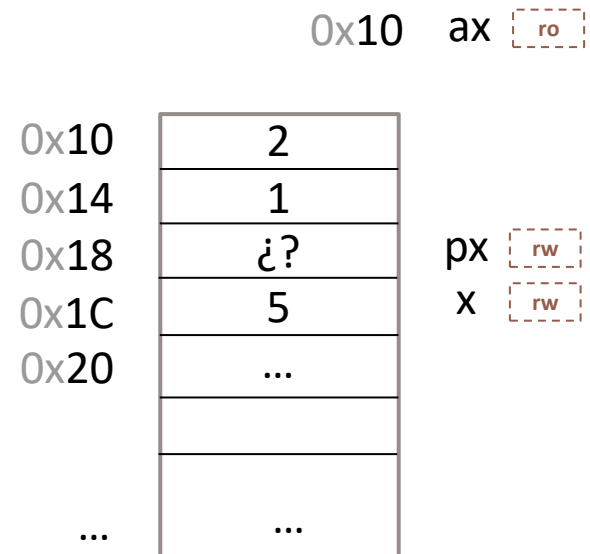


Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Tres variables

- `int ax[2];`
- `int *px = NULL;`
- `int x = 5;`

- ☆ `px = (int *)malloc(4*sizeof(int));`
- ☆ `px[2] = 1; // *(px+2) = 1;`
- ☆ `...`
- ☆ `free(px) // liberar NO ES AUTOMÁTICO`
- ☆ `px = NULL;`



dirección y contenido en C: malloc (1/2)



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

143

☆ Tres variables

- `int ax[2];`
- `int *px = NULL;`
- `int x = 5;`

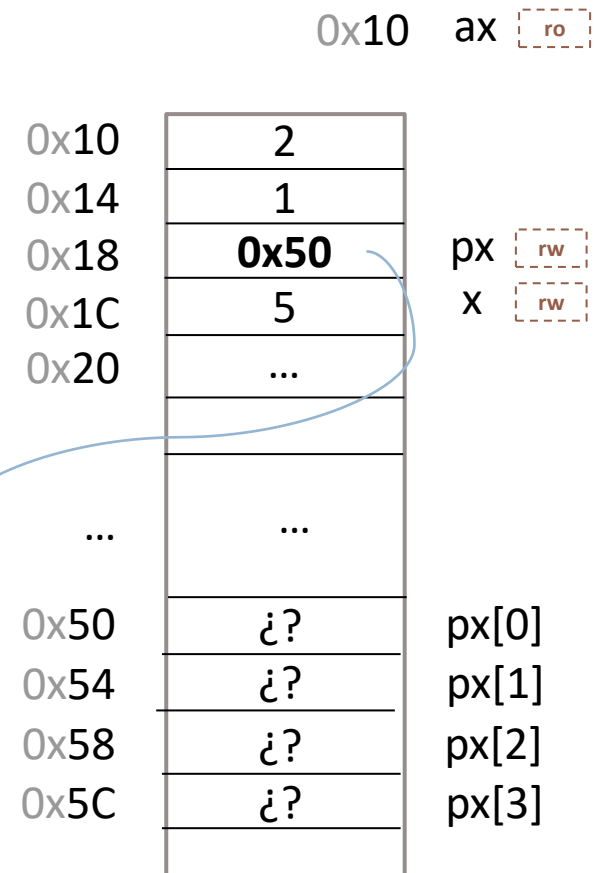
☆ `px = (int *)malloc(4*sizeof(int));`

☆ `px[2] = 1; // *(px+2) = 1;`

☆ ...

☆ `free(px) // liberar` **NO ES AUTOMÁTICO**

☆ `px = NULL;`



dirección y contenido en C: malloc (1/2)

144



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Tres variables

- `int ax[2];`
- `int *px = NULL;`
- `int x = 5;`

- ☆ `px = (int *)malloc(4*sizeof(int));`
- ☆ `px[2] = 1; // *(px+2) = 1;`
- ☆ `...`
- ☆ `free(px) // liberar NO ES AUTOMÁTICO`
- ☆ `px = NULL;`

0x10	ax	ro
0x10	2	
0x14	1	
0x18	0x50	px rw
0x1C	5	x rw
0x20	...	
...	...	
0x50	¿?	
0x54	¿?	
0x58	1	
0x5C	¿?	

dirección y contenido en C: malloc (1/2)

145

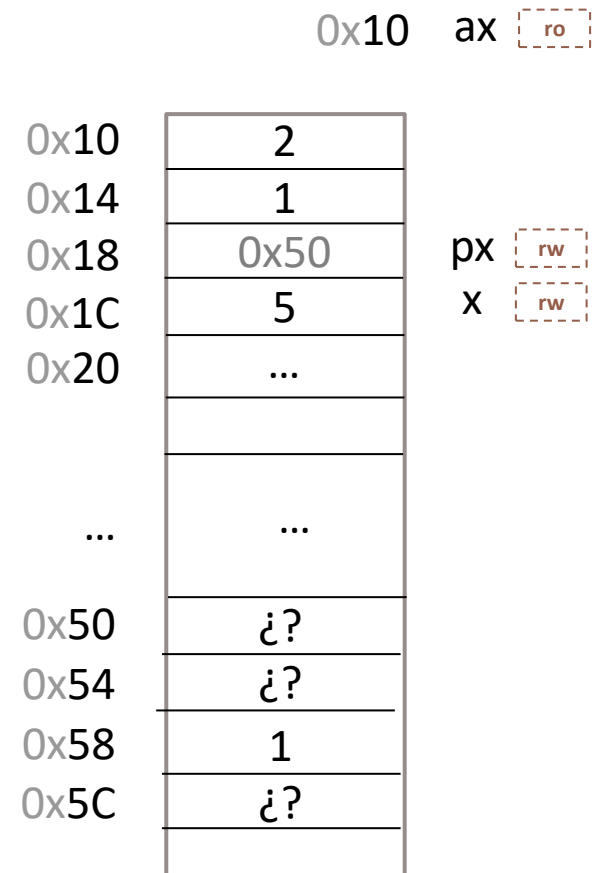


Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Tres variables

- `int ax[2];`
- `int *px = NULL;`
- `int x = 5;`

- ☆ `px = (int *)malloc(4*sizeof(int));`
- ☆ `px[2] = 1; // *(px+2) = 1;`
- ☆ `...`
- ☆ `free(px) // liberar NO ES AUTOMÁTICO`
- ☆ `px = NULL;`



dirección y contenido en C: malloc (2/2)

146

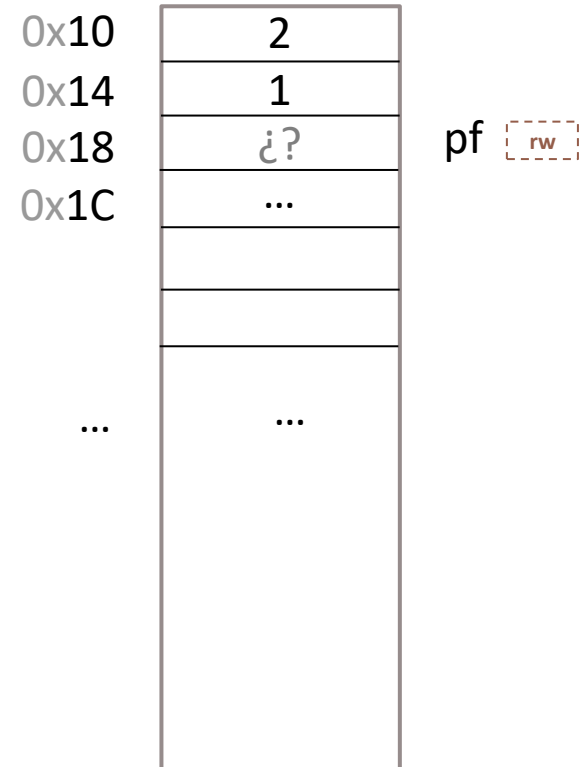


Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Tres variables

```
• struct ficha {  
    int    id;  
    char *nombre;  
} ;  
• struct ficha *pf = NULL;
```

```
☆ pf = malloc(sizeof(struct ficha));  
☆ (*pf).nombre = malloc(12*sizeof(char));  
☆ pf->id = 100 ;  
☆ strcpy(pf->nombre, "nombre");  
☆ ...  
☆ free(pf)    // liberar NO ES AUTOMÁTICO  
☆ pf = NULL;
```



dirección y contenido en C: malloc (2/2)



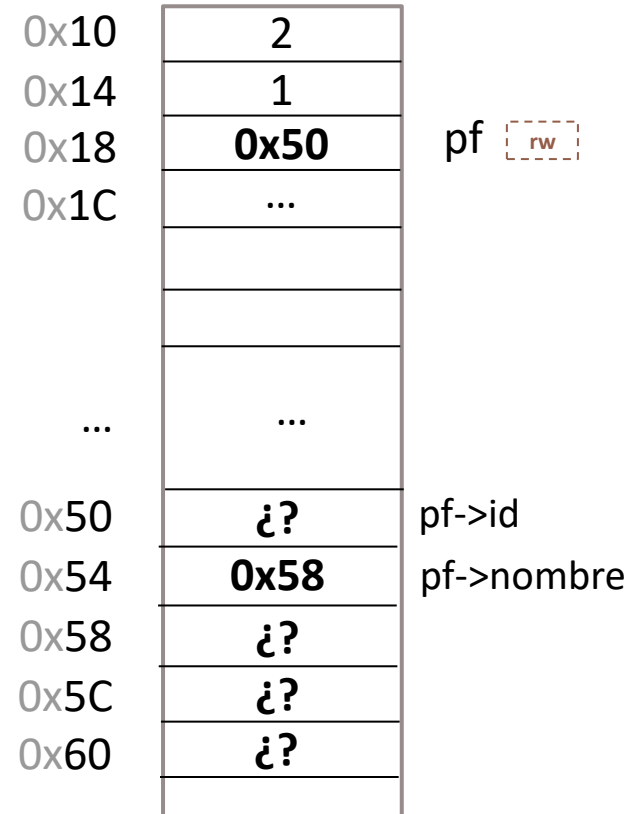
Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

147

☆ Tres variables

```
• struct ficha {  
    int    id;  
    char *nombre;  
} ;  
• struct ficha *pf = NULL;
```

```
☆ pf = malloc(sizeof(struct ficha));  
☆ (*pf).nombre = malloc(12*sizeof(char));  
☆ pf->id = 100 ;  
☆ strcpy(pf->nombre, "nombre");  
☆ ...  
☆ free(pf)    // liberar NO ES AUTOMÁTICO  
☆ pf = NULL;
```



dirección y contenido en C: malloc (2/2)

148



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

☆ Tres variables

```
• struct ficha {  
    int    id;  
    char *nombre;  
} ;  
• struct ficha *pf = NULL;
```

```
☆ pf = malloc(sizeof(struct ficha));  
☆ (*pf).nombre = malloc(12*sizeof(char));  
☆ pf->id = 100 ;  
☆ strcpy(pf->nombre, "nombre");  
☆ ...  
☆ free(pf)    // liberar NO ES AUTOMÁTICO  
☆ pf = NULL;
```

0x10	2	pf rw
0x14	1	
0x18	0x50	
0x1C	...	
...	...	
0x50	100	pf->id
0x54	0x58	pf->nombre
0x58	nomb	
0x5C	re\0	
0x60	¿?	

dirección y contenido en C: malloc (2/2)



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

149

☆ Tres variables

```
• struct ficha {  
    int    id;  
    char *nombre;  
} ;  
• struct ficha *pf = NULL;
```

```
☆ pf = malloc(sizeof(struct ficha));  
☆ (*pf).nombre = malloc(12*sizeof(char));  
☆ pf->id = 100 ;  
☆ strcpy(pf->nombre, "nombre");  
☆ ...  
☆ free(pf)    // liberar NO ES AUTOMÁTICO  
☆ pf = NULL;
```

0x10	2	pf rw
0x14	1	
0x18	NULL	
0x1C	...	
	...	
...	...	
0x50	100	pf->id
0x54	0x58	pf->nombre
0x58	nomb	
0x5C	re\0	
0x60	¿?	

Contenidos

- Introducción a punteros
- **Casos de uso típicos:**
 - Iterador: `for (int *p=v; p<&(v[10]); p++) ...`
 - Memoria dinámica: `p = malloc(10); ...`
 - **Paso de parámetros: `f1(&a, &b) ;`**
- Aritmética de punteros

Paso de parámetros

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;  
  
prueba2 ( i+2, 'a', PI, &i ) ;  
...
```

```
void prueba2 ( int j, char c, float f, int pj )  
{  
    /* ... */  
}
```

Paso de parámetros

152



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;  
  
prueba2 ( i+2, 'a', PI, &i ) ;  
...
```

```
void prueba2 (     )  
{  
    /* ... */  
}
```

1) Se crea en pila las variables formales

Paso de parámetros

153



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;
```

```
prueba2 ( i+2, 'a', PI, &i ) ;  
...
```

```
void prueba2 ( int j, char c, float f, int pj )  
{  
    /* ... */  
}
```

2) Se copia el valor de los parámetros reales

Paso de parámetros

154



Félix García Carballera,
Ilderón Mateos

Siempre se realiza una copia de los parámetros

```
i = 10 ;  
float PI = 3.14 ;
```

```
prueba2 ( i+2, 'a', PI, &i ) ;  
...
```

```
void prueba2 ( int j, char c, float f, int pj )  
{  
    /* ... */  
}
```

Paso de parámetros

155



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int i = 10;

    /* ... */
    inc(i) ;
    /* ... */
}
```

1) se copia
i en j

```
void inc ( int j )
{
    j = j + 1 ;
}
```

2) se modifica
j (la copia)

Paso de parámetro por referencia

```
#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int i = 3;

    /* ... */
    inc(&i) ;
    /* ... */
}
```

```
void inc ( int *j )
{
    *j = *j + 1 ;
}
```

Paso de parámetros



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

156

Paso de parámetro por valor

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)  
{
```

```
    int i = 10;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(i) ;
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
i en j

10

```
void inc ( int j )
```

```
{
```

```
    j = j + 1 ;
```

```
}
```

2) se modifica
j (la copia)

Paso de parámetro por referencia

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)  
{
```

```
    int i = 3;
```

```
    /* ... */
```

```
    inc(&i) ;
```

```
    /* ... */
```

```
}
```

1) se copia
&i en j

&i

```
void inc ( int *j )
```

```
{
```

```
    *j = *j + 1 ;
```

```
}
```

2) se modifica
i a través de *j

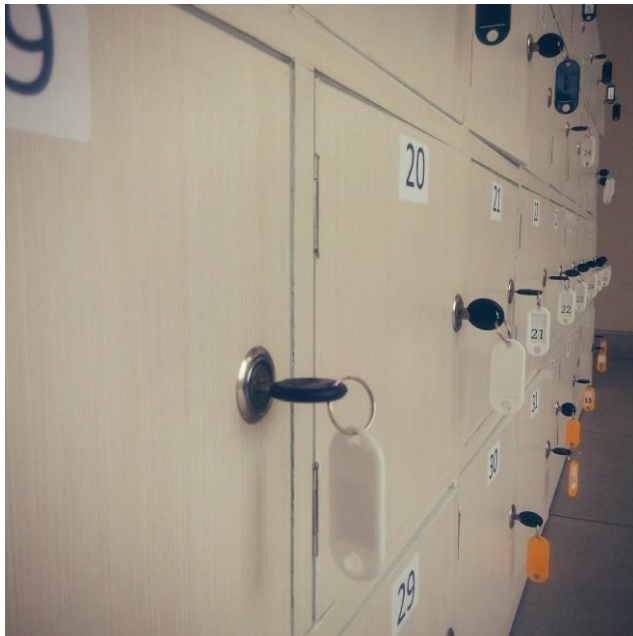
Paso de parámetros por referencia

uso aunque no se modifiquen valores



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

157



El array está guardado en memoria (consigna) y pasamos la referencia (llave) para llevar menos peso (evitar copia de datos en paso por valor).

Paso de parámetro por **referencia**

```
#include <stdio.h>
```

```
int main (void)
```

```
{
```

```
    int ai[]={1,2,3,4,5};
```

```
    int x=asuma(5, &ai);
```

```
}
```

1) se copia
&ai en arr

&ai

```
int asuma(int n, int *arr)
```

```
{
```

```
    int r=0;
```

```
    for (int i=0; i<n; i++)
```

```
        r = r + arr[i];
```

```
}
```

2) se accede a
través de arr

Paso de parámetros: ejemplo

```
#include <stdio.h>

void inc ( int *j )
{
    *j = *j + 1 ;
}

int main (void)
{
    int i = 3;

    inc(&i) ;
    printf("%d\n",i) ;

    return 0;
}
```

- La función *inc* incrementa el valor pasado por referencia en *j*
- La función *main* define una variable *i*, incrementa su valor y lo imprime

Paso de parámetros: ejemplo

159



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
#include <stdio.h>

void inc ( int *j )
{
    *j = *j + 1 ;
}

int main (void)
{
    int i = 3;

    inc(&i) ;
    printf("%d\n",i) ;

    return 0;
}
```

- **gcc -Wall -g -o e2 e2.c**
 - -Wall:
mostrar todas las advertencias
 - -g:
añadir información de depuración
 - -o:
establecer el nombre del ejecutable
- **./e2**
 - El directorio actual (.) no está en la variable PATH

Paso de parámetros: ejemplo

160





Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
#include <stdio.h>

void inc ( int *j )
{
    *j = *j + 1 ;
}

int main (void)
{
    int i = 3;

     inc(  i ) ;
    printf("%d\n",i) ;

    return 0;
}
```

□ **gcc -Wall -g -o e3 e3.c**

- -Wall:
mostrar todas las advertencias
- -g:
añadir información de depuración
- -o:
establecer el nombre del ejecutable

□ **./e2**

- El directorio actual (.) no está en la variable PATH

Paso de parámetros: ejemplo

161



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
Violación de segmento
acaldero@phoenix:/tmp$ gdb e13
GNU gdb (Ubuntu/Linaro 7.2-1ubuntu11) 7.2
Copyright (C) 2010 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.  Type "show copying"
and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "i686-linux-gnu".
Para las instrucciones de informe de errores, vea:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>...
Leyendo símbolos desde /tmp/e13...hecho.
(gdb) run
Starting program: /tmp/e13

Program received signal SIGSEGV, Segmentation fault.
0x080483ca in inc (j=0x3) at e13.c:5
5          *j = *j + 1 ;
(gdb)
```

Contenidos

162



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Introducción a punteros
- Casos de uso típicos:
 - Iterador: `for (int *p=v; p<&(v[10]); p++) ...`
 - Memoria dinámica: `p = malloc(10); ...`
 - Paso de parámetros: `f1(&a, &b) ;`
- **Aritmética de punteros**

Aritmética de punteros...



163

<https://pixabay.com/photos/concepts-journey-outdoor-barefoot-316725/>



Félix García Carballeira,
Alejandro Calderón Mateos

- Aritmética de punteros con entero permite saltar elementos (entero multiplicado por sizeof(tipo base))

☆ Tres variables

- `int ax[4];`
- `int *px;`
- `char *pc;`

☆ `px = &(ax[3]);`

☆ `px-- ; // apunta al anterior entero`

☆ `pc = &ax; // px = &(ax[0])`

☆ `pc++ ; // apunta al siguiente char`

0x14	0x50	ax	ro
0x18	¿?	px	rw
0x1C	¿?	pc	rw
0x20	...		
	...		
0x50	¿?		
0x54	¿?		
0x58	¿?		
0x5C	¿?		

Puntero a void

- Puntero genérico:
 - `void * p = NULL ;`

- Permite casting implícito/explicito desde “puntero a x”:
 - `void *p ;`
 - `int *pi ; char *pc ;`
 - `p = pi ; p = pc ;`

- Permite casting explícito a “puntero a x”:
 - `pi = (int *)p ;`

- NO permite des-referenciar:
 - `*p = 3 ;`

Contenidos

- Introducción al lenguaje C
 - Preprocesador
 - Comentarios
 - Tipos de datos básicos, variables y constantes
 - Asignación y conversión de tipos (casting)
 - Tipos compuestos: array y struct
 - Definición de tipos
 - Sentencias de control
 - Funciones
 - Punteros
- Aspectos de interés sobre estructuras de datos

sizeof(struct)

166

- El tamaño de un struct puede ser mayor que la suma del tamaño de sus campos.
- ▣ Puede ser debido a efecto de relleno (*padding*) para alinear datos en memoria.

// Ejemplo en una CPU de 32 bits

struct punto

{

char x ; // 1 byte + 3 de relleno



int y ; // 4 bytes



};

// imprimir tamaño total

printf("%d\n", sizeof(struct punto)) ;

printf("%d\n", sizeof(char) +
sizeof(int)) ;

// sizeof(struct punto) >= sizeof(char) + sizeof(int)

Orden de bytes

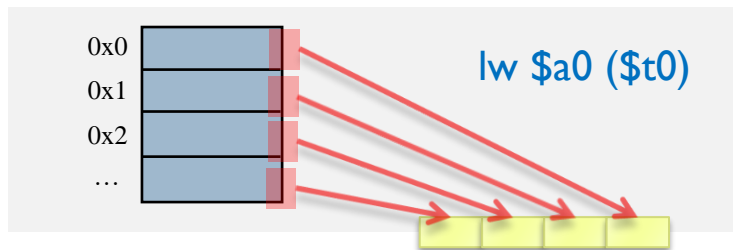
167



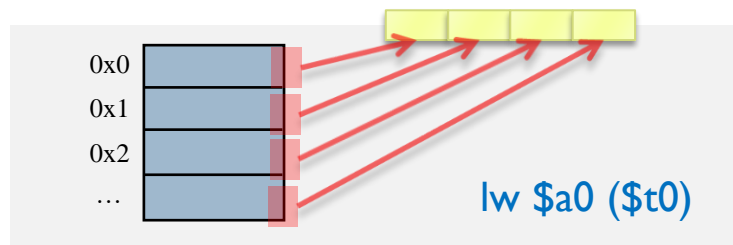
Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

► Hay dos tipos de ordenamiento de bytes:

► Little-endian (Dirección 'pequeña' termina la palabra...)



► Big-endian (Dirección 'grande' termina la palabra...)



Orden de bytes

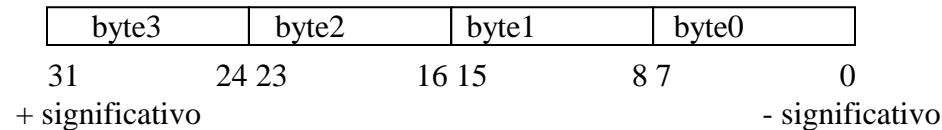
168



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Hay dos tipos de ordenamiento de bytes:

Palabra de 32 bits



A	byte3
A+1	byte2
A+2	byte1
A+3	byte0

BigEndian

A	byte0
A+1	byte1
A+2	byte2
A+3	byte3

LittleEndian

A	00000000
A+1	00000000
A+2	00000000
A+3	00011011

BigEndian

A	00011011
A+1	00000000
A+2	00000000
A+3	00000000

LittleEndian

Orden de bytes

169

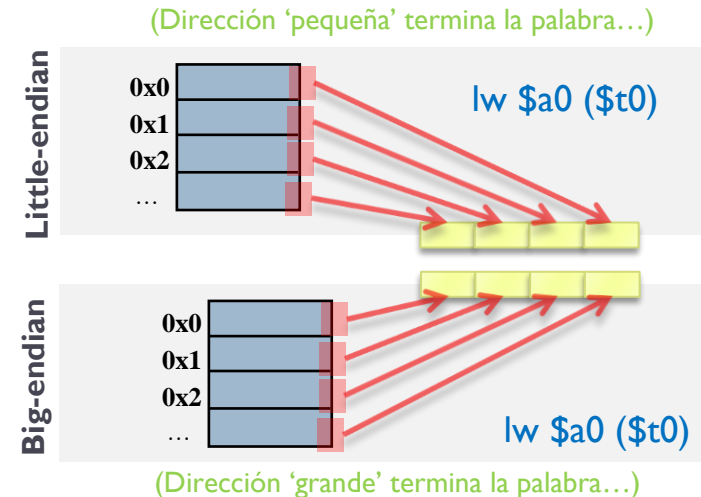


Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

```
#include <stdio.h>
#include <stdbool.h>
#include <math.h>
```

```
int main()
{
    int x = 4 ;
    unsigned char *p ;
```

```
    p = (unsigned char*) &x ;
    printf("En dirección %p se almacena %d\n", &x, x) ;
    printf("En dirección %p se almacena %d\n", p, *p) ;
    printf("En dirección %p se almacena %d\n", p+1, *(p+1)) ;
    printf("En dirección %p se almacena %d\n", p+2, *(p+2)) ;
    printf("En dirección %p se almacena %d\n", p+3, *(p+3)) ;
}
```



Orden de bytes

170



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

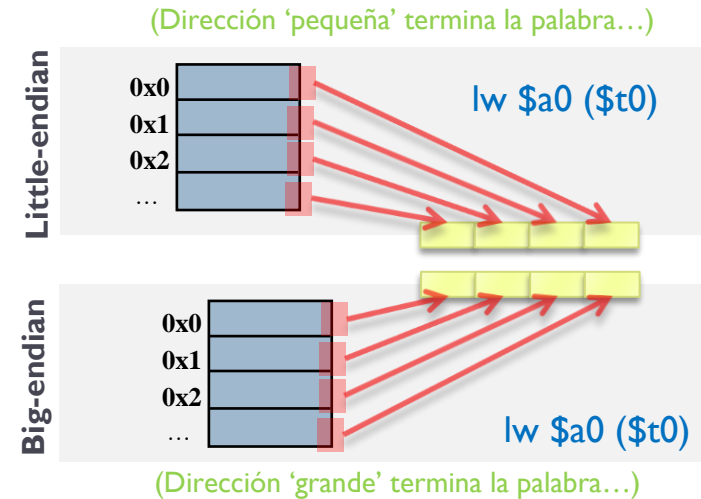
```
#include <stdio.h>
#include <stdbool.h>
#include <math.h>
```

```
int main()
{
    int x = 4 ;
    unsigned char *p ;
```

```
    p = (unsigned char*) &x ;
```

```
En dirección 0x7ffc30babdbc se almacena 4
En dirección 0x7ffc30babdbc se almacena 4
En dirección 0x7ffc30babdbd se almacena 0
En dirección 0x7ffc30babdbe se almacena 0
En dirección 0x7ffc30babdbf se almacena 0
}
```

```
&x, x) ;
p, *p) ;
p+1, *(p+1)) ;
p+2, *(p+2)) ;
p+3, *(p+3)) ;
```



Orden de bytes

171



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Problemas en la comunicación entre computadores con arquitectura distinta:

El número $27_{(10)} = 11011_{(2)} = 00000000000000000000000000011011$



A	00000000
A+1	00000000
A+2	00000000
A+3	00011011

BigEndian

A	
A+1	
A+2	
A+3	

LittleEndian

Orden de bytes

172



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Problemas en la comunicación entre computadores con arquitectura distinta:

El número $27_{(10)} = 11011_{(2)} = 00000000000000000000000000011011$

A	00000000
A+1	00000000
A+2	00000000
A+3	00011011

BigEndian



Transmisión de
datos por la red

A	
A+1	
A+2	
A+3	

LittleEndian

Orden de bytes

173



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Problemas en la comunicación entre computadores con arquitectura distinta:

El número $27_{(10)} = 11011_{(2)} = 00000000000000000000000000011011$

A	00000000
A+1	00000000
A+2	00000000
A+3	00011011

BigEndian

A	00000000
A+1	00000000
A+2	00000000
A+3	00011011

LittleEndian



El número almacenado es: 00011011000000000000000000000000 ¡que no es el 27!

Orden de bytes

174



Félix García Carballera,
Alejandro Calderón Mateos

- Problemas en la comunicación entre computadores con arquitectura distinta:

El número $27_{(10)} = 11011_{(2)} = 00000000000000000000000000011011$





INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE C

ARCOS.INF.UC3M.ES

FÉLIX GARCÍA CARBALLEIRA,
ALEJANDRO CALDERÓN MATEOS