Fundamentos de la programación

3 Tipos e instrucciones II

Grado en Ingeniería Informática
Grado en Ingeniería del Software
Grado en Ingeniería de Computadores

Luis Hernández Yáñez
Facultad de Informática
Universidad Complutense

Índice

Luis Hernández Yáñez

Tipos, valores y variables

Luis Hernández Yáñez

Tipos, valores y variables

Tipo
Conjunto de valores con sus posibles operaciones

Valor
Conjunto de bits interpretados como de un tipo concreto

Variable (o constante)
Cierta memoria con nombre para valores de un tipo

Declaración
Instrucción que identifica un nombre

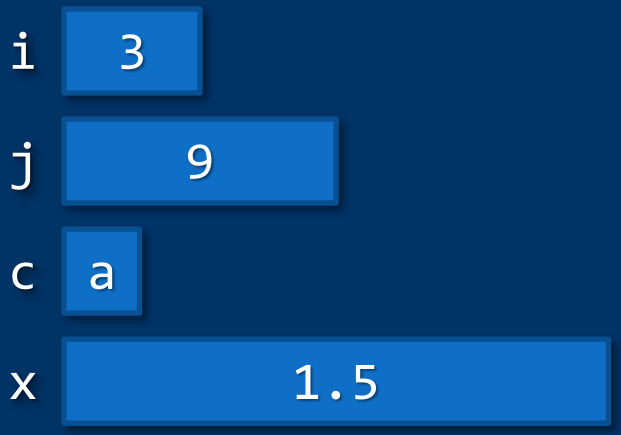
Definición
Declaración que asigna memoria a una variable o constante

Luis Hernández Yáñez

Variables

Memoria suficiente para su tipo de valores

```
short int i = 3;
int j = 9;
char c = 'a';
double x = 1.5;
```



El significado de los bits depende del tipo de la variable:

`00000000 00000000 00000000 01111000`

Interpretado como `int` es el entero `120`

Interpretado como `char` (sólo `01111000`) es el carácter `'x'`

Luis Hernández Yáñez

Tipos

- ✓ Simples
  - Estándar: `int`, `float`, `double`, `char`, `bool`
    Conjunto de valores predeterminado
  - Definidos por el usuario: *enumerados*
    Conjunto de valores definido por el programador
- ✓ Estructurados (Tema 5)
  - Colecciones homogéneas: *arrays*
    Todos los elementos de la colección de un mismo tipo
  - Colecciones heterogéneas: *estructuras*
    Elementos de la colección de tipos distintos

Luis Hernández Yáñez

Tipos simples estándar

Con sus posibles modificadores:

```
[unsigned] [short] int
long long int
float
[long] double
char
bool
```

`long int` ≡ `int`

Definición de variables:

```
tipo nombre [ = expresión] [, ...];
```

Definición de constantes con nombre:

```
const tipo nombre = expresión;
```

Luis Hernández Yáñez

Conversión de tipos

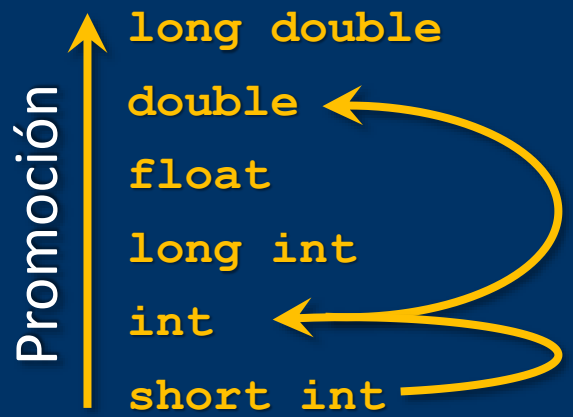
Luis Hernández Yáñez

Conversiones automáticas de tipos

Promoción de tipos

Dos operandos de tipos distintos:
El valor del tipo *menor* se promociona al tipo *mayor*

```
short int i = 3;
int j = 2;
double a = 1.5, b;
b = a + i * j;
```




```
b = a + 3 * 2;
```

Valor `3` `short int` (2 bytes) → `int` (4 bytes)

```
b = 1.5 + 6;
```

Valor `6` `int` (4 bytes) → `double` (8 bytes)

Conversiones seguras y no seguras

Conversión segura:

De un tipo menor a un tipo mayor

`short int` → `int` → `long int` → …

Conversión no segura:

De un tipo mayor a un tipo menor

```
int entero = 1234;
char caracter;
caracter = entero; // Conversión no segura
```

Menor memoria: Pérdida de información en la conversión

```
long double
double
float
long int
int
short int
```

Luis Hernández Yáñez

Moldes (*casts*)

Fuerzan una conversión de tipo:

tipo(*expresión*)

El valor resultante de la *expresión* se trata como un valor del *tipo*

```
int a = 3, b = 2;
cout << a / b;          // Muestra 1 (división entera)
cout << double(a) / b; // Muestra 1.5 (división real)
```

Tienen la mayor prioridad

Luis Hernández Yáñez

Tipos declarados por el usuario

Luis Hernández Yáñez

Tipos declarados por el usuario

Describimos los valores de las variables del tipo

```
typedef descripción nombre_de_tipo;
```

Identificador válido

Nombres de tipos propios:

`t` minúscula seguida de una o varias palabras capitalizadas

Los colorearemos en naranja, para remarcar que son tipos

```
typedef descripción tMiTipo;
typedef descripción tMoneda;
typedef descripción tTiposDeCalificacion;
```

Declaración de tipo frente a definición de variable

Luis Hernández Yáñez

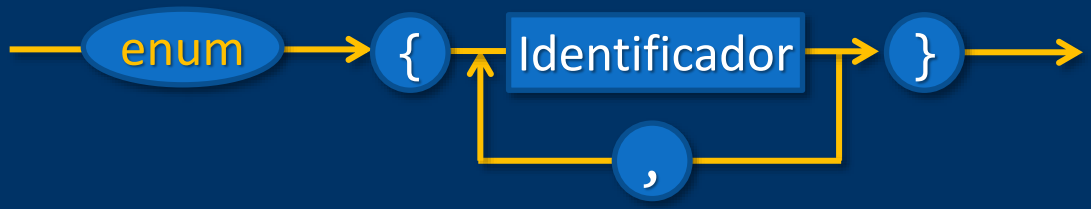
Tipos enumerados

Luis Hernández Yáñez

Enumeraciones

Enumeración del conjunto de valores posibles para las variables:

```
enum { símbolo1, símbolo2, ..., símboloN }
```




```
enum { centimo, dos_centimos, cinco_centimos,
       diez_centimos, veinte_centimos,
       medio_euro, euro }
```

Valores literales que pueden tomar las variables (en amarillo)

Luis Hernández Yáñez

Tipos enumerados

Mejoran la legibilidad

```
typedef descripción nombre_de_tipo;
```

Elegimos un nombre para el tipo: `tMoneda`

descripción

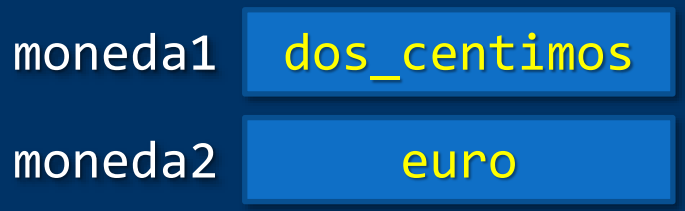
```
typedef enum { centimo, dos_centimos, cinco_centimos,
               diez_centimos, veinte_centimos,
               medio_euro, euro } tMoneda;
```

En el ámbito de la declaración, se reconoce un nuevo tipo `tMoneda`

```
tMoneda moneda1, moneda2;
```

Cada variable de ese tipo contendrá alguno de los símbolos

```
moneda1 = dos_centimos;
moneda2 = euro;
```



(Internamente se usan enteros)

Luis Hernández Yáñez

Entrada/salida para tipos enumerados

```
typedef enum { enero, febrero, marzo, abril, mayo,
   junio, julio, agosto, septiembre, octubre,
   noviembre, diciembre } tMes;
tMes mes;
```

Lectura de la variable `mes`:

```
cin >> mes;
```

Se espera un valor entero

No se puede escribir directamente `enero` o `junio`

Y si se escribe la variable en la pantalla:

```
cout << mes;
```

Se verá un número entero

→ Código de entrada/salida específico

Luis Hernández Yáñez

Lectura del valor de un tipo enumerado

```
typedef enum { enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio,
   agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre } tMes;
```

```
int op;
cout << " 1 - Enero"      << endl;
cout << " 2 - Febrero"    << endl;
cout << " 3 - Marzo"      << endl;
cout << " 4 - Abril"      << endl;
cout << " 5 - Mayo"       << endl;
cout << " 6 - Junio"      << endl;
cout << " 7 - Julio"      << endl;
cout << " 8 - Agosto"     << endl;
cout << " 9 - Septiembre" << endl;
cout << "10 - Octubre"    << endl;
cout << "11 - Noviembre"  << endl;
cout << "12 - Diciembre"  << endl;
cout << "Numero de mes: ";
cin >> op;
tMes mes = tMes(op - 1);
```

Luis Hernández Yáñez

Escritura de variables de tipos enumerados

```
typedef enum { enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio,
   agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre } tMes;
```

```
if (mes == enero) {
   cout << "enero";
}
if (mes == febrero) {
   cout << "febrero";
}
if (mes == marzo) {
   cout << "marzo";
}
...
if (mes == diciembre) {
   cout << "diciembre";
}
```

También podemos utilizar una instrucción `switch`

Luis Hernández Yáñez

Tipos enumerados

Conjunto de valores ordenado (posición en la enumeración)

```
typedef enum { lunes, martes, miercoles, jueves,
   viernes, sabado, domingo } tDiaSemana;

tDiaSemana dia;
...
if (dia == jueves)...
bool noLaborable = (dia >= sabado);
```

```
lunes < martes < miercoles < jueves
< viernes < sabado < domingo
```

No admiten operadores de incremento y decremento

Emulación con moldes:

```
int i = int(dia); // ¡dia no ha de valer domingo!
i++;
dia = tDiaSemana(i);
```

Luis Hernández Yáñez

Ejemplo de tipos enumerados

```
#include <iostream>
using namespace std;

typedef enum { enero, febrero, marzo, abril, mayo,
   junio, julio, agosto, septiembre, octubre,
   noviembre, diciembre } tMes;

typedef enum { lunes, martes, miercoles, jueves,
   viernes, sabado, domingo } tDiaSemana;

string cadMes(tMes mes);
string cadDia(tDiaSemana dia);

int main() {
   tDiaSemana hoy = lunes;
   int dia = 21;
   tMes mes = octubre;
   int anio = 2013;
   ...
```

Si los tipos se usan en varias funciones, los declaramos antes de los prototipos

Luis Hernández Yáñez

Ejemplo de tipos enumerados

```
    // Mostramos la fecha
    cout << "Hoy es: " << cadDia(hoy) << " " << dia
         << " de " << cadMes(mes) << " de " << anio
         << endl;

    cout << "Pasada la medianoche..." << endl;
    dia++;
    int i = int(hoy);
    i++;
    hoy = tDiaSemana(i);

    // Mostramos la fecha
    cout << "Hoy es: " << cadDia(hoy) << " " << dia
         << " de " << cadMes(mes) << " de " << anio
         << endl;

    return 0;
}
```

Luis Hernández Yáñez

Ejemplo de tipos enumerados

fechas.cpp

```
string cadMes(tMes mes) {
   string cad;

   if (mes == enero) {
      cad = "enero";
   }
   if (mes == febrero) {
      cad = "febrero";
   }
   ...
   if (mes == diciembre) {
      cad = "diciembre";
   }

   return cad;
}
```

```
string cadDia(tDiaSemana dia);
   string cad;

   if (dia == lunes) {
      cad = "lunes";
   }
   if (dia == martes) {
      cad = "martes";
   }
   ...
   if (dia == domingo) {
      cad = "domingo";
   }

   return cad;
}
```

Luis Hernández Yáñez

Entrada/Salida con archivos de texto

Luis Hernández Yáñez

Archivos

Datos del programa: en la memoria principal (volátil)

Medios (dispositivos) de almacenamiento permanente:

- Discos magnéticos fijos (internos) o portátiles (externos)
- Cintas magnéticas
- Discos ópticos (CD, DVD, BlueRay)
- Memorias USB

…

Mantienen la información en archivos

Secuencias de datos

Luis Hernández Yáñez

Archivos de texto y archivos binarios

Archivo de texto: secuencia de caracteres

Archivo binario: contiene una secuencia de códigos binarios

(Códigos representados en notación hexadecimal)

Los archivos se manejan en los programas por medio de *flujos*

Archivos de texto: *flujos de texto*
Similar a la E/S por consola

(Más adelante veremos el uso de archivos binarios)

Archivos de texto

Textos dispuestos en sucesivas líneas

Carácter de fin de línea entre línea y línea (Intro)

Posiblemente varios datos en cada línea

Ejemplo: Compras de los clientes

En cada línea, NIF del cliente, unidades compradas, precio unitario y descripción de producto, separados por espacio

```
12345678F 2 123.95 Reproductor de DVD↲
00112233A 1 218.4 Disco portátil↲
32143567J 3 32 Memoria USB 16Gb↲
76329845H 1 134.5 Modem ADSL↲
...
```

Normalmente terminan con un dato especial (*centinela*)

Por ejemplo, un NIF que sea X

Luis Hernández Yáñez

Flujos de texto para archivos `#include <fstream>`

- ✓ Lectura del archivo: flujo de entrada
- ✓ Escritura en el archivo: flujo de salida

No podemos leer y escribir en un mismo flujo

Un flujo de texto se puede utilizar para lectura o para escritura:

- Flujos (archivos) de entrada: variables de tipo `ifstream`
- Flujos (archivos) de salida : variables de tipo `ofstream`

Biblioteca `fstream` (sin espacio de nombres)

Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

Flujos de texto de entrada

`ifstream`

Para leer de un archivo de texto:

1. Declara una variable de tipo `ifstream`
2. Asocia la variable con el archivo de texto (*apertura del archivo*)
3. Realiza las operaciones de lectura
4. Desliga la variable del archivo de texto (*cierre el archivo*)

Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

Apertura del archivo

Conecta la variable con el archivo de texto del dispositivo

```
flujo.open(cadena_literal);
```

```
ifstream archivo;
archivo.open("abc.txt");
if (archivo.is_open()) ...
```

¡El archivo debe existir!

`is_open()`:
`true` si el archivo se ha podido abrir
`false` en caso contrario

Cierre del archivo

Desconecta la variable del archivo de texto del dispositivo

```
flujo.close();
```

```
archivo.close();
```

Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

Operaciones de lectura

- ✓ Extractor (>>) `archivo >> variable;`

  Salta primero los espacios en blanco (espacio, tab, Intro, ...)

  Datos numéricos: lee hasta el primer carácter no válido

  Cadenas (`string`): lee hasta el siguiente espacio en blanco
- ✓ `archivo.get(c)`

  Lee el siguiente carácter en la variable `c`, sea el que sea
- ✓ `getline(archivo, cadena)`

  Lee en la *cadena* todos los caracteres que queden en la línea

  Incluidos los espacios en blanco

  Hasta el siguiente salto de línea (descartándolo)

Con los archivos no tiene efecto la función `sync()`

Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

¿Qué debo leer?

- ✓ Un número
  Usa el extractor `archivo >> num;`
- ✓ Un carácter (sea el que sea)
  Usa la función `get()` `archivo.get(c);`
- ✓ Una cadena sin espacios
  Usa el extractor `archivo >> cad;`
- ✓ Una cadena posiblemente con espacios
  Usa la función `getline()` `getline(archivo, cad);`

Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

¿Dónde queda pendiente la entrada?

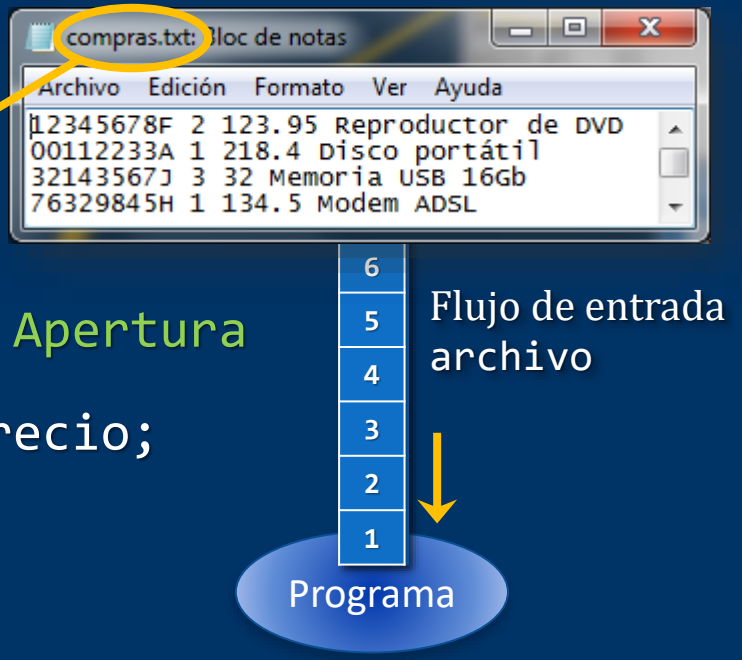
- ✓ Número leído con el extractor
  En el primer carácter no válido (inc. espacios en blanco)
- ✓ Carácter leído con `get()`
  En el siguiente carácter (inc. espacios en blanco)
- ✓ Una cadena leída con el extractor
  En el siguiente espacio en blanco
- ✓ Una cadena leída con la función `getline()`
  Al principio de la siguiente línea

Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

```
string nif, producto;
int unidades;
double precio;
char aux;
```

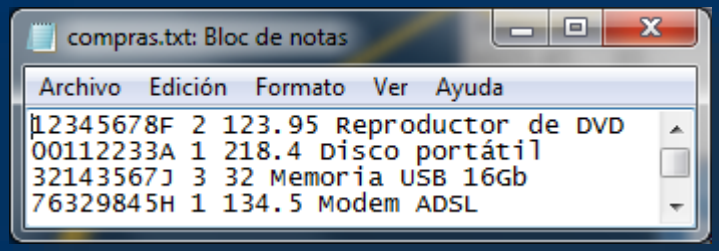
1. `ifstream archivo;`
2. `archivo.open("compras.txt"); // Apertura`
3. `archivo >> nif >> unidades >> precio;`
   `getline(archivo, producto);`
4. `archivo.close(); // Cierre`

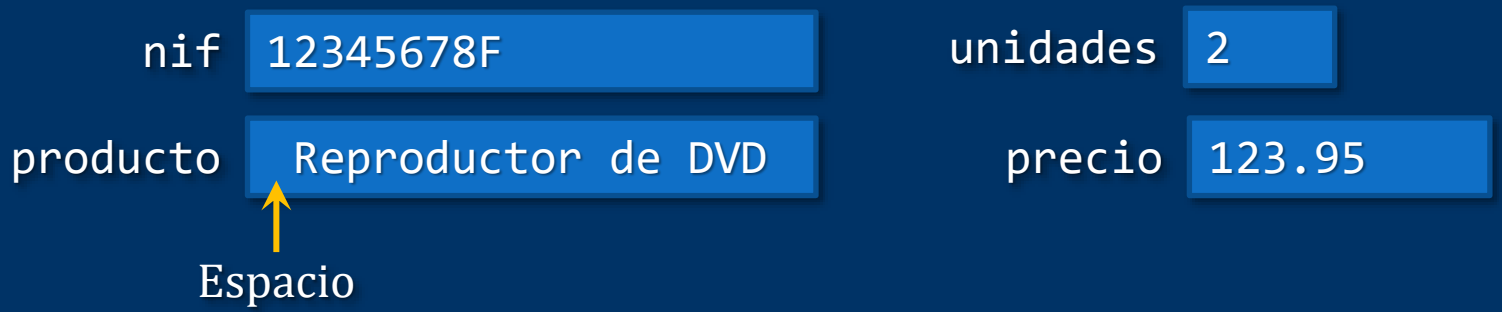


Luis Hernández Yáñez

Lectura de archivos de texto

```
archivo >> nif;
archivo >> unidades;
archivo >> precio;
getline(archivo, producto);
```

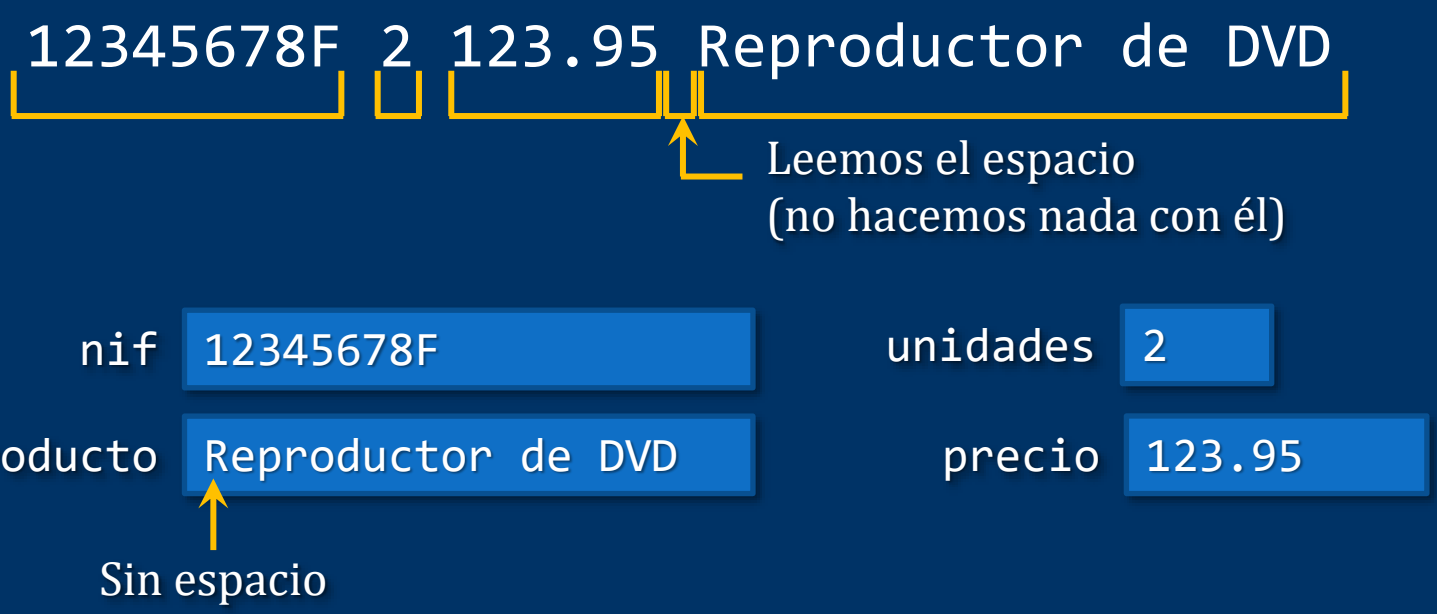




Luis Hernández Yáñez

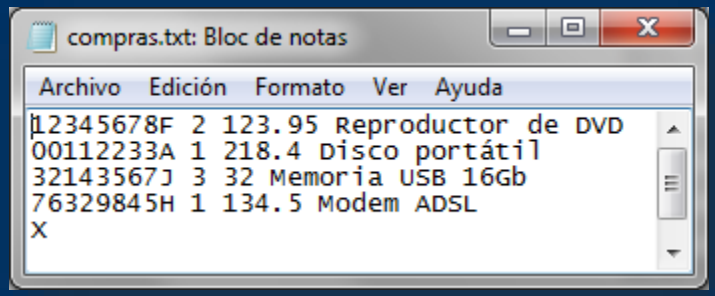
Lectura de archivos de texto

```
archivo >> nif;
archivo >> unidades;
archivo >> precio;
archivo.get(aux); // Salta el espacio en blanco
getline(archivo, producto);
```



Luis Hernández Yáñez

Procesamiento de los datos de un archivo



Cada línea, datos de una compra

Mostrar el total de cada compra

unidades x precio más IVA (21%)

Final: "X" como NIF

Bucle de procesamiento:

- ✓ Cada paso del bucle (ciclo) procesa una línea (compra)
- ✓ Podemos usar las mismas variables en cada ciclo

Leer primer NIF

Mientras el NIF no sea X:

Leer unidades, precio y descripción

Calcular y mostrar el total

Leer el siguiente NIF

Luis Hernández Yáñez

Procesamiento de los datos de un archivo

leer.cpp

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
#include <fstream>
#include <iomanip> // Formato de salida

int main() {
    const int IVA = 21;
    string nif, producto;
    int unidades;
    double precio, neto, total, iva;
    char aux;
    ifstream archivo;
    int contador = 0;

    archivo.open("compras.txt"); // Apertura
    ...
```

Luis Hernández Yáñez

Procesamiento de los datos de un archivo

```
if (archivo.is_open()) { // Existe el archivo
   archivo >> nif; // Primer NIF
   while (nif != "X") {
      archivo >> unidades >> precio;
      archivo.get(aux); // Salta el espacio
      getline(archivo, producto);
      contador++;
      neto = unidades * precio;
      iva = neto * IVA / 100;
      total = neto + iva;
      cout << "Compra " << contador << ".-" << endl;
      cout << "   " << producto << ": " << unidades
         << " x " << fixed << setprecision(2)
         << precio << " = " << neto << " - I.V.A.: "
         << iva << " - Total: " << total << endl;
      archivo >> nif; // Siguiente NIF
   } ...
```

Luis Hernández Yáñez

Procesamiento de los datos de un archivo

```
        archivo.close(); // Cierre
    }
    else {
        cout << "ERROR: No se ha podido abrir el archivo"
             << endl;
    }
    return 0;
}
```

```
Compra 1.-
   Reproductor de DVD: 2 x 123.95 = 247.90 - I.V.A.: 52.06 - Total: 299.96
Compra 2.-
   Disco portßtil: 1 x 218.40 = 218.40 - I.V.A.: 45.86 - Total: 264.26
Compra 3.-
   Memoria USB 16Gb: 3 x 32.00 = 96.00 - I.V.A.: 20.16 - Total: 116.16
Compra 4.-
   Modem ADSL: 1 x 134.50 = 134.50 - I.V.A.: 28.25 - Total: 162.75
```

Luis Hernández Yáñez

Escritura en archivos de texto

Luis Hernández Yáñez

Escritura en archivos de texto

Flujos de texto de salida

`ofstream`

Para crear un archivo de texto y escribir en él:

1. Declara una variable de tipo `ofstream`
2. Asocia la variable con el archivo de texto (*crea el archivo*)
3. Realiza las escrituras por medio del operador << (insertor)
4. Desliga la variable del archivo de texto (*cierra el archivo*)

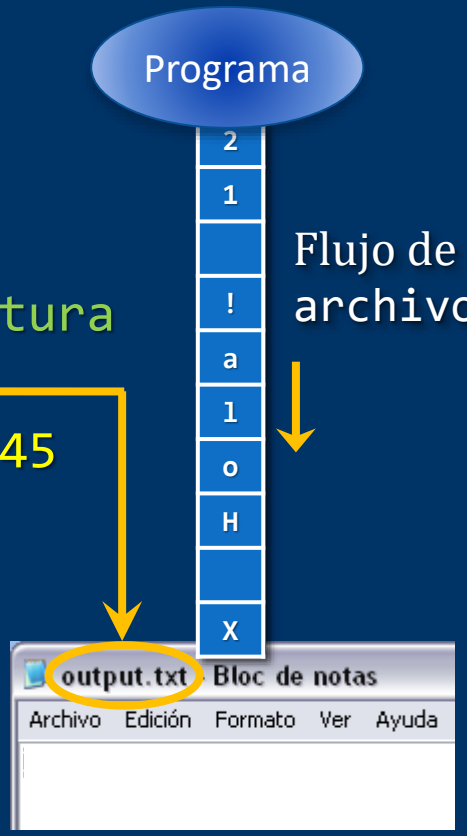
¡Atención!
Si el archivo ya existe, se borra todo lo que hubiera

¡Atención!
Si no se cierra el archivo se puede perder información

Luis Hernández Yáñez

Escritura en archivos de texto

```
int valor = 999;

1 ofstream archivo;

2 archivo.open("output.txt"); // Apertura

3 archivo << 'X' << " Hola! " << 123.45
          << endl << valor << "Bye!";

4 archivo.close(); // Cierre
```



Luis Hernández Yáñez

Escritura en archivos de texto

escribir.cpp

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
#include <fstream>

int main() {
    string nif, producto;
    int unidades;
    double precio;
    char aux;
    ofstream archivo;

    archivo.open("output.txt"); // Apertura (creación)

    cout << "NIF del cliente (X para terminar): ";
    cin >> nif;
    ...
```

Luis Hernández Yáñez

Escritura en archivos de texto

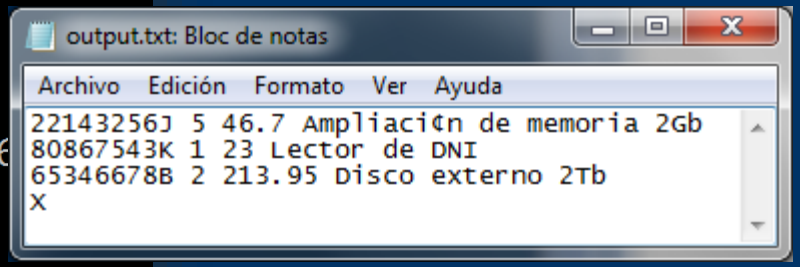
```
while (nif != "X") {
    // Queda pendiente el Intro anterior...
    cin.get(aux); // Leemos el Intro
    cout << "Producto: ";
    getline(cin, producto);
    cout << "Unidades: ";
    cin >> unidades;
    cout << "Precio: ";
    cin >> precio;
    // Escribimos los datos en una línea del archivo...
    // Con un espacio de separación entre ellos
    archivo << nif << " " << unidades << " "
        << precio << " " << producto << endl;
    cout << "NIF del cliente (X para terminar): ";
    cin >> nif;
}
...
```

Luis Hernández Yáñez

Escritura en archivos de texto

```
    // Escribimos el centinela final...
    archivo << "X";
    archivo.close(); // Cierre del archivo

    return 0;
}
```

```
NIF del cliente (X para terminar): 22143256J
Producto: Ampliación de memoria 2Gb
Unidades: 5
Precio: 46.7
NIF del cliente (X para terminar): 8086
Producto: Lector de DNI
Unidades: 1
Precio: 23
NIF del cliente (X para terminar): 65346678B
Producto: Disco externo 2Tb
Unidades: 2
Precio: 213.95
NIF del cliente (X para terminar): X
```

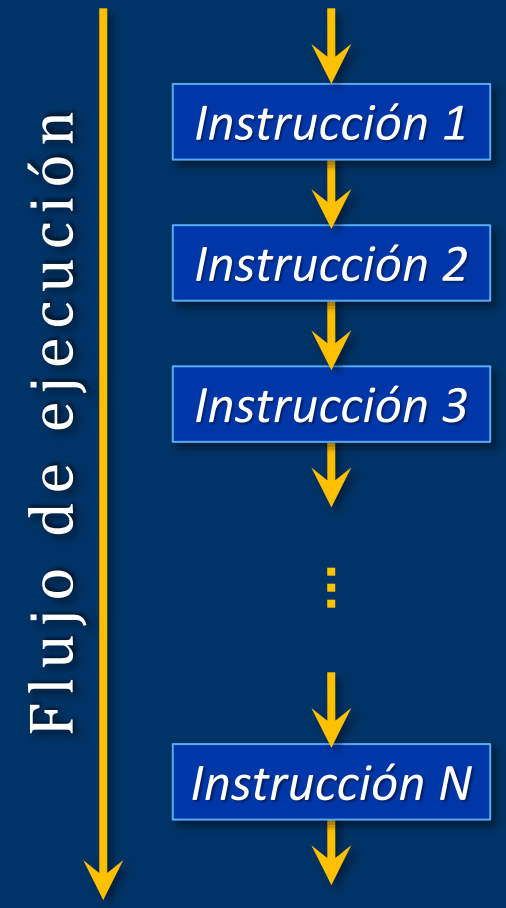


Luis Hernández Yáñez

Flujo de ejecución

Luis Hernández Yáñez

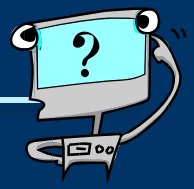
Ejecución secuencial




```
{
    double oper1, oper2, prod;

    cout << "Operando 1: ";

    cin >> oper1;

    cout << "Operando 2: ";

    ...

    cout << "Producto: " << prod;

    return 0;
}
```

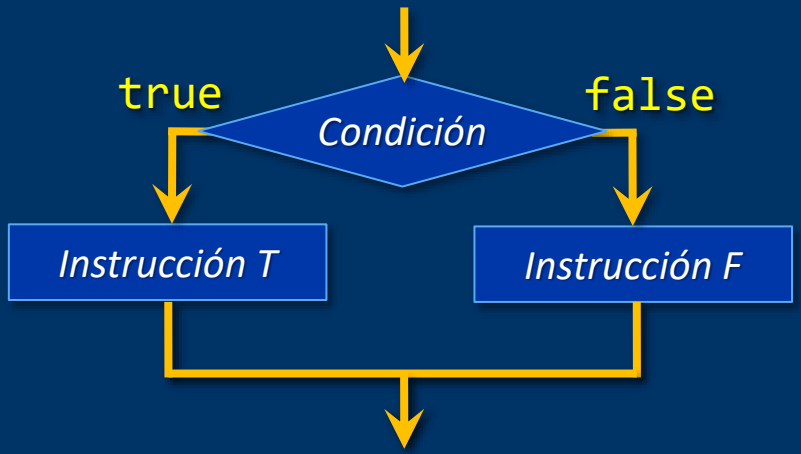
Luis Hernández Yáñez

Selección



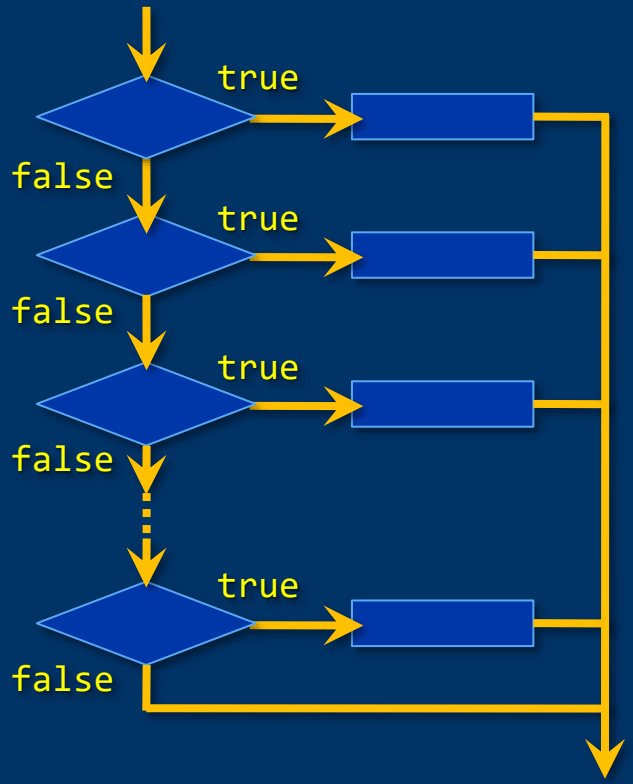
Uno entre dos o más caminos de ejecución

Selección simple (2 caminos)



`if`

Selección múltiple (> 2 caminos)



`if-else-if`

`switch`

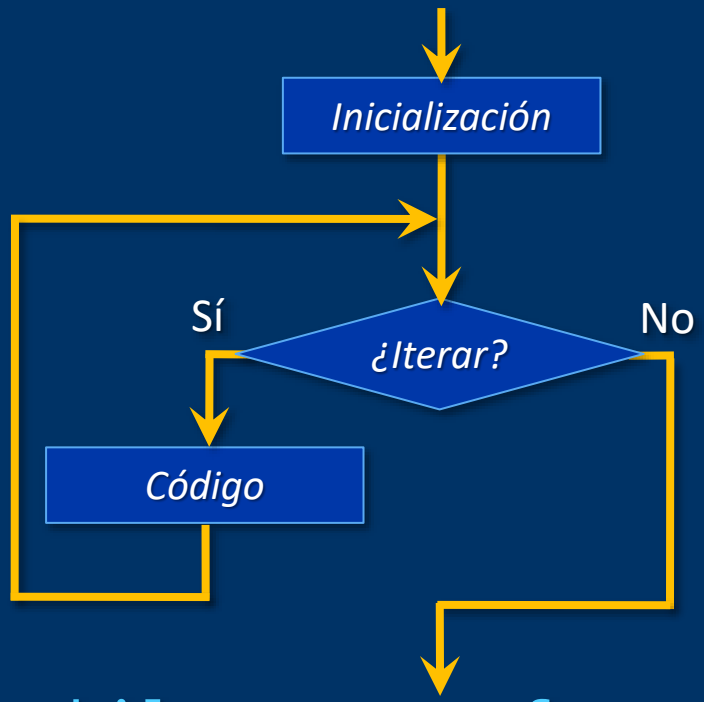
Diagramas de flujo

Luis Hernández Yáñez

Repetición (iteración)

Repetir la ejecución de una o más instrucciones

Acumular, procesar colecciones, ...

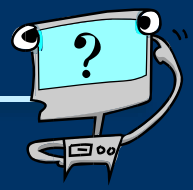


Luis Hernández Yáñez

Selección simple

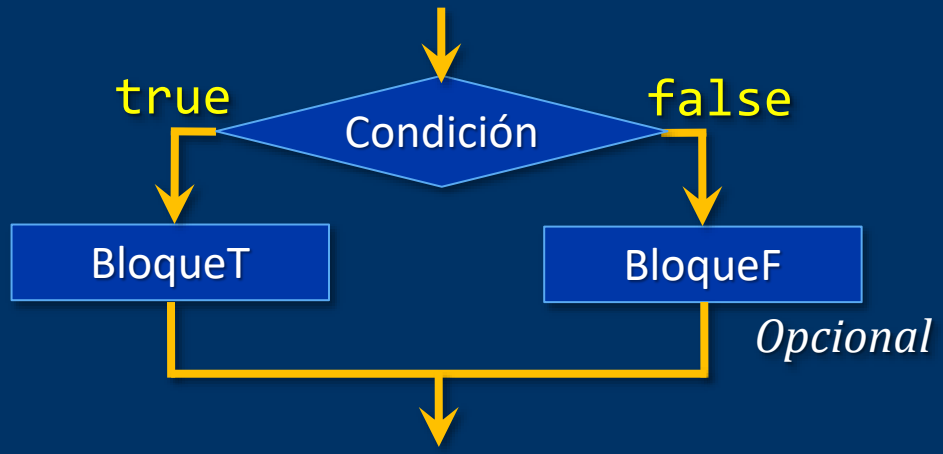
Luis Hernández Yáñez

Selección simple (bifurcación)



La instrucción `if`

```
if (condición) {
⟶ códigoT
}
[else {
⟶ códigoF
}]
```



condición: expresión `bool`

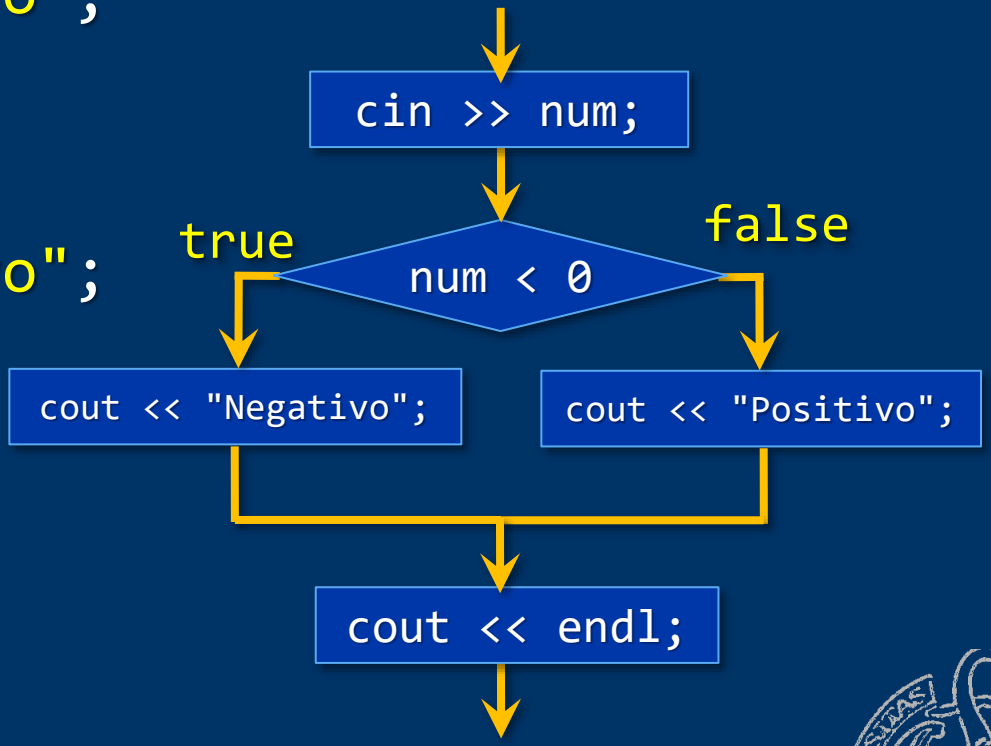
Cláusula `else` opcional

Luis Hernández Yáñez

La instrucción if

signo.cpp

```
int num;
cin >> num;
if (num < 0) {
    cout << "Negativo";
}
else {
    cout << "Positivo";
}
cout << endl;
```

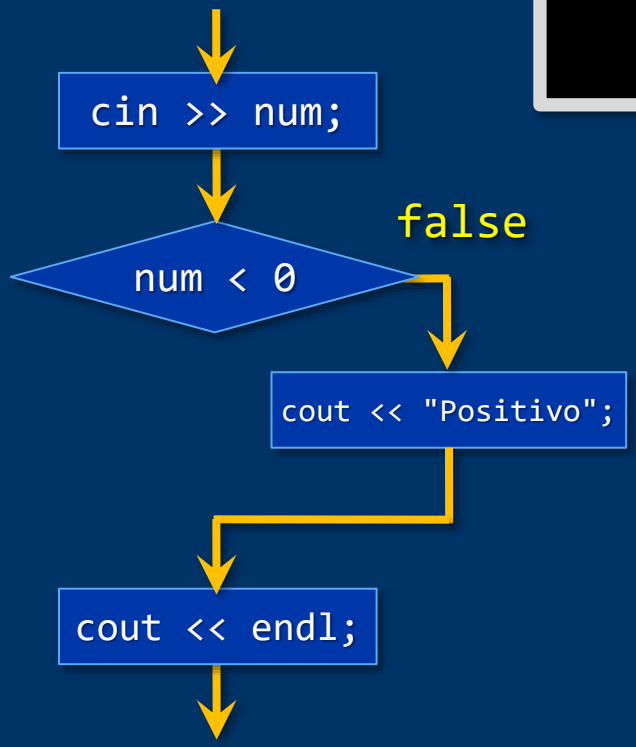


Luis Hernández Yáñez

La instrucción if

```
int num;
cin >> num;
if (num < 0) {
    cout << "Negativo";
}
else {
    cout << "Positivo";
}
cout << endl;
```

```
129
Positivo
_
```

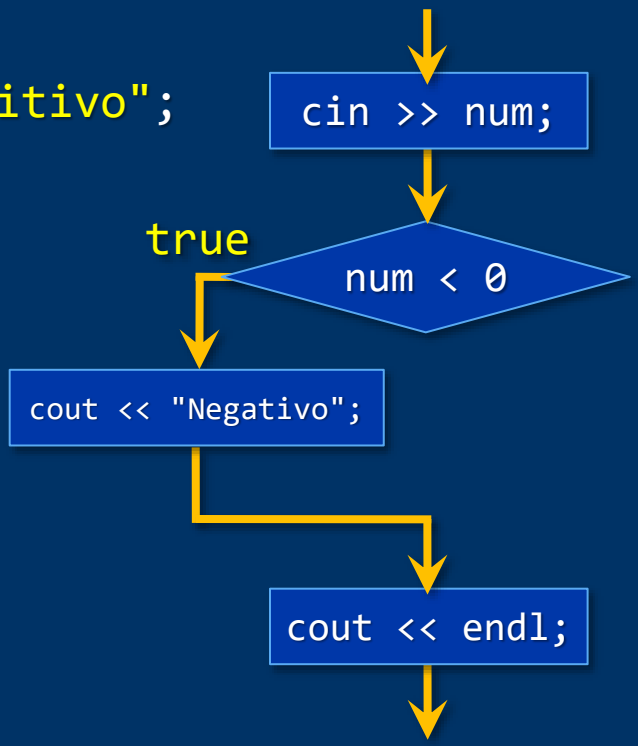


num 129

Luis Hernández Yáñez

La instrucción if

```
int num;
cin >> num;
if (num < 0) {
    cout << "Negativo";
}
else {
    cout << "Positivo";
}
cout << endl;
```




```
-5
Negativo
_
```

num	-5

Luis Hernández Yáñez

Ejemplo

división.cpp

División entre dos números protegida frente a intento de división por 0

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    double numerador, denominador, resultado;
    cout << "Numerador: ";
    cin >> numerador;
    cout << "Denominador: ";
    cin >> denominador;
    if (denominador == 0) {
        cout << "Imposible dividir entre 0!";
    }
    else {
        resultado = numerador / denominador;
        cout << "Resultado: " << resultado << endl;
    }
    return 0;
}
```

Luis Hernández Yáñez

Operadores lógicos
(condiciones compuestas)

Luis Hernández Yáñez

Operadores lógicos (booleanos)

Se aplican a valores `bool` (*condiciones*)

El resultado es de tipo `bool`

!	NO	Monario
&&	Y	Binario
||	O	Binario

Operadores (prioridad)
. . .
!
* / %
+ -
< <= > >=
== !=
&&
||

Operadores lógicos - Tablas de verdad

!	
true	false
false	true

NO (*Not*)

&&	true	false
true	true	false
false	false	false

Y (*And*)

||	true	false
true	true	true
false	true	false

O (*Or*)

```
bool cond1, cond2, resultado;
int a = 2, b = 3, c = 4;
resultado = !(a < 5);          // !(2 < 5) → !true → false
cond1 = (a * b + c) >= 12;     // 10 >= 12 → false
cond2 = (a * (b + c)) >= 12;   // 14 >= 12 → true
resultado = cond1 && cond2;    // false && true → false
resultado = cond1 || cond2;    // false || true → true
```

Luis Hernández Yáñez

Ejemplo

condiciones.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main()
{
   int num;
   cout << "Introduce un número entre 1 y 10: ";
   cin >> num;
   if ((num >= 1) && (num <= 10)) {
      cout << "Número dentro del intervalo de valores válidos";
   }
   else {
      cout << "Número no válido!";
   }
   return 0;
}
```

¡Encierra las condiciones simples entre paréntesis!

Condiciones equivalentes

```
((num >= 1) && (num <= 10))
 ((num > 0) && (num < 11))
((num >= 1) && (num < 11))
 ((num > 0) && (num <= 10))
```

Luis Hernández Yáñez

Anidamiento de `if`

Luis Hernández Yáñez

Número de días de un mes

diasmes.cpp

```
int mes, anio, dias;
cout << "Número de mes: ";
cin >> mes;
cout << "Año: ";
cin >> anio;
if (mes == 2) {
    if (bisiesto(mes, anio)) {
        dias = 29;
    }
    else {
        dias = 28;
    }
}
else {
    if ((mes == 1) || (mes == 3) || (mes == 5) || (mes == 7)
        || (mes == 8) || (mes == 10) || (mes == 12)) {
        dias = 31;
    }
    else {
        dias = 30;
    }
}
```

Luis Hernández Yáñez

¿Año bisiesto?

Calendario Gregoriano: bisiesto si divisible por 4, excepto el último de cada siglo (divisible por 100), salvo que sea divisible por 400

```
bool bisiesto(int mes, int anio) {
    bool esBisiesto;
    if ((anio % 4) == 0) { // Divisible por 4
        if (((anio % 100) == 0) && ((anio % 400) != 0)) {
            // Pero último de siglo y no múltiplo de 400
            esBisiesto = false;
        }
        else {
            esBisiesto = true; // Año bisiesto
        }
    }
    else {
        esBisiesto = false;
    }
    return esBisiesto;
}
```

Luis Hernández Yáñez

Asociación de cláusulas `else`

Cada `else` se asocia al `if` anterior más cercano sin asociar (mismo bloque)

```
if (condición1) {
    if (condición2) {...}
    else  {...}
}
else {
    if (condición3) {
        if (condición4) {...}
        if (condición5) {...}
        else {...}
    }
    else { ...
```

Una mala sangría puede confundir

```
if (x > 0) {
    if (y > 0) {...}
else {...}
```

```
if (x > 0) {
    if (y > 0) {...}
    else {...}
```

La sangría ayuda a asociar los `else` con sus `if`

Condiciones

Luis Hernández Yáñez

Condiciones

- Condición simple: Expresión lógica (`true`/`false`)
  Sin operadores lógicos

```
num < 0
car == 'a'
isalpha(car)
12
```

Compatibilidad con el lenguaje C:
`0` es equivalente a `false`
Cualquier valor distinto de `0` es equivalente a `true`

- Condición compuesta:
  Combinación de condiciones simples y operadores lógicos

```
!isalpha(car)
(num < 0) || (car == 'a')
(num < 0) && ((car == 'a') || !isalpha(car))
```

No confundas el operador de igualdad (==) con el operador de asignación (=).

Luis Hernández Yáñez

Evaluación perezosa

Shortcut Boolean Evaluation

```
true || X ≡ true
```

```
(n == 0) || (x >= 1.0 / n)
```

Si n es 0: ¿división por cero? (segunda condición)

Como la primera sería `true`: ¡no se evalúa la segunda!

```
false && X ≡ false
```

```
(n != 0) && (x < 1.0 / n)
```

Si n es 0: ¿división por cero? (segunda condición)

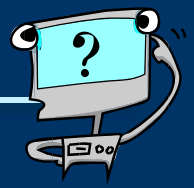
Como la primera sería `false`: ¡no se evalúa la segunda!

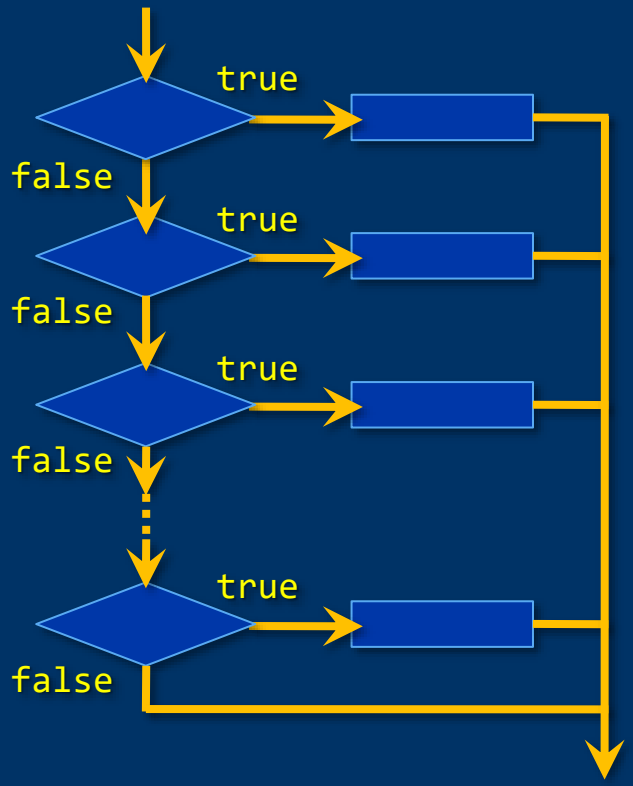
Luis Hernández Yáñez

Selección múltiple

Luis Hernández Yáñez

Selección múltiple





if-else-if

switch

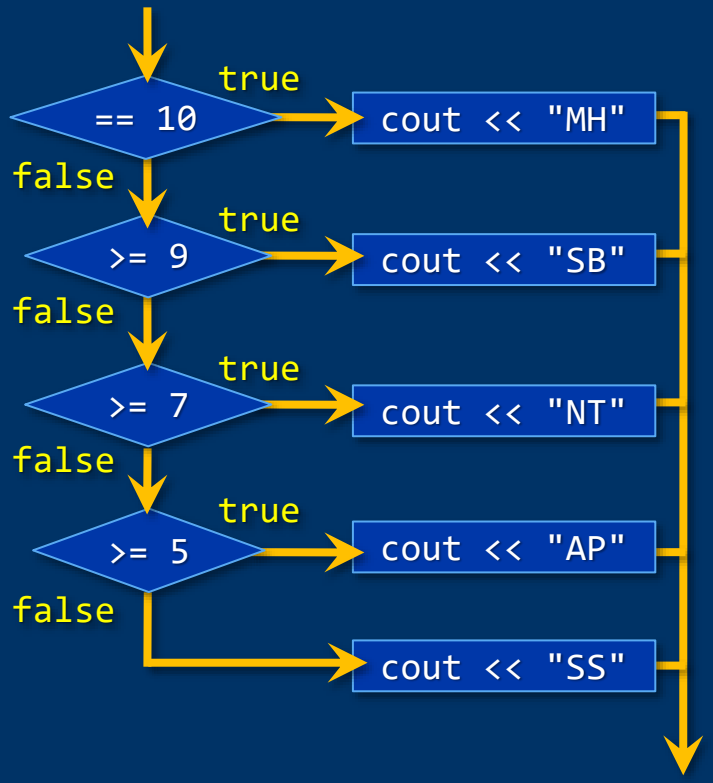
Luis Hernández Yáñez

La escala `if-else-if`

Luis Hernández Yáñez

La escala `if-else-if`

Ejemplo:
Calificación (en letras)
de un estudiante en base
a su nota numérica (0-10)



Si `nota == 10` entonces MH

si no, si `nota >= 9` entonces SB

si no, si `nota >= 7` entonces NT

si no, si `nota >= 5` entonces AP

si no SS

Luis Hernández Yáñez

La escala if-else-if

nota.cpp

```
double nota;
cin >> nota;
if (nota == 10) {
   cout << "MH";
}
else {
   if (nota >= 9) {
      cout << "SB";
   }
   else {
      if (nota >= 7) {
         cout << "NT";
      }
      else {
         if (nota >= 5) {
            cout << "AP";
         }
         else {
            cout << "SS";
         }
      }
   }
}
```

≡

```
double nota;
cin >> nota;
if (nota == 10) {
   cout << "MH";
}
else if (nota >= 9) {
   cout << "SB";
}
else if (nota >= 7) {
   cout << "NT";
}
else if (nota >= 5) {
   cout << "AP";
}
else {
   cout << "SS";
}
```

Luis Hernández Yáñez

La escala if-else-if

¡Cuidado con el orden de las condiciones!

```
double nota;
cin >> nota;
if (nota < 5) { cout << "SS"; }
else if (nota < 7) { cout << "AP"; }
else if (nota < 9) { cout << "NT"; }
else if (nota < 10) { cout << "SB"; }
else { cout << "MH"; }
```

```
double nota;
cin >> nota;
if (nota >= 5) { cout << "AP"; }
else if (nota >= 7) { cout << "NT"; }
else if (nota >= 9) { cout << "SB"; }
else if (nota == 10) { cout << "MH"; }
else { cout << "SS"; }
```

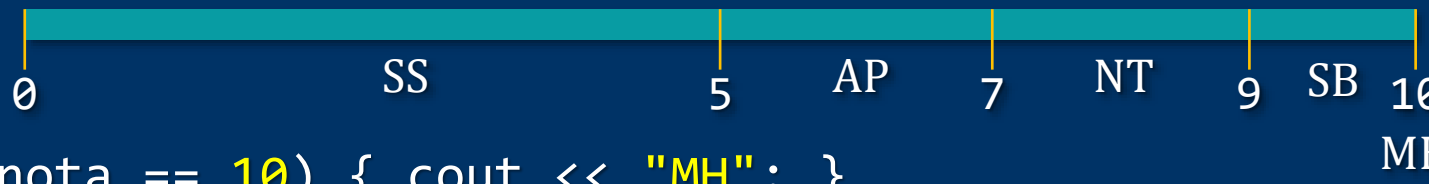
¡No se ejecutan nunca!

Sólo muestra AP o SS

Luis Hernández Yáñez

La escala if-else-if

Simplificación de las condiciones




```
if (nota == 10) { cout << "MH"; }
else if ((nota < 10) && (nota >= 9)) { cout << "SB"; }
else if ((nota < 9) && (nota >= 7)) { cout << "NT"; }
else if ((nota < 7) && (nota >= 5)) { cout << "AP"; }
else if (nota < 5)  { cout << "SS"; }
```

Siempre `true`: ramas `else`
Si no es 10, es menor que 10
Si no es >= 9, es menor que 9
Si no es >= 7, es menor que 7
...
`true && X` ≡ `X`

```
if (nota == 10) { cout << "MH"; }
else if (nota >= 9) {cout << "SB"; }
else if (nota >= 7) { cout << "NT"; }
else if (nota >= 5) { cout << "AP"; }
else { cout << "SS"; }
```


Nivel de un valor

nivel.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int num;
    cout << "Introduce el nivel: ";
    cin >> num;
    if (num == 4) {
        cout << "Muy alto" << endl;
    }
    else if (num == 3) {
        cout << "Alto" << endl;
    }
    else if (num == 2) {
        cout << "Medio" << endl;
    }
    else if (num == 1) {
        cout << "Bajo" << endl;
    }
    else {
        cout << "Valor no válido" << endl;
    }
    return 0;
}
```

Si num == 4 entonces Muy alto
Si num == 3 entonces Alto
Si num == 2 entonces Medio
Si num == 1 entonces Bajo

Luis Hernández Yáñez

¿Código repetido en las distintas ramas?

```
if (num == 4) { cout << "Muy alto" << endl; }
else if (num == 3) { cout << "Alto" << endl; }
else if (num == 2) { cout << "Medio" << endl; }
else if (num == 1) { cout << "Bajo" << endl; }
else cout << "Valor no válido" << endl; }
```

```
if (num == 4) cout << "Muy alto";
else if (num == 3) cout << "Alto";
else if (num == 2) cout << "Medio";
else if (num == 1) cout << "Bajo";
else cout << "Valor no válido";
cout << endl;
```

Luis Hernández Yáñez

La instrucción `switch`

Luis Hernández Yáñez

La instrucción switch

Selección entre valores posibles de una expresión

```
switch (expresión) {
case constante1:
   {
      código1
   }
   [break;]
case constante2:
   {
      código2
   }
   [break;]
...
case constanteN:
   {
      códigoN
   }
   [break;]
[default:
   {
      códigoDefault
   }]
}
```

Luis Hernández Yáñez

La instrucción switch

nivel2.cpp

```
switch (num) {
case 4:
   {
      cout << "Muy alto";
   }
   break;
case 3:
   {
      cout << "Alto";
   }
   break;
case 2:
   {
      cout << "Medio";
   }
   break;
case 1:
   {
      cout << "Bajo";
   }
   break;
default:
   {
      cout << "Valor no válido";
   }
}
```

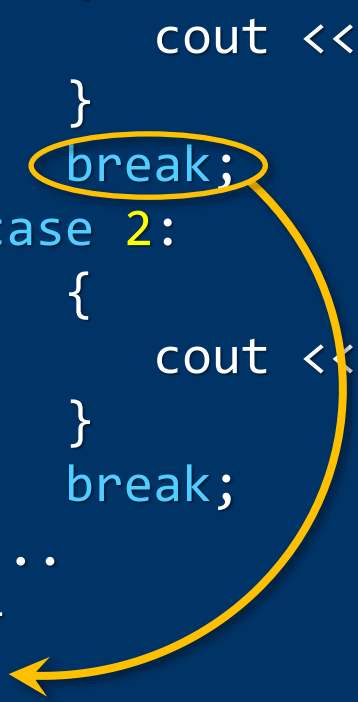
Si num == 4 → Muy alto
Si num == 3 → Alto
Si num == 2 → Medio
Si num == 1 → Bajo

Luis Hernández Yáñez

La instrucción break

Interrumpe el `switch`; continúa en la instrucción que le siga

```
switch (num) {
...
case 3:
   {
      cout << "Alto";
   }
   break;
case 2:
   {
      cout << "Medio";
   }
   break;
...
}
```



```
Num: 3
Alto
```

Luis Hernández Yáñez

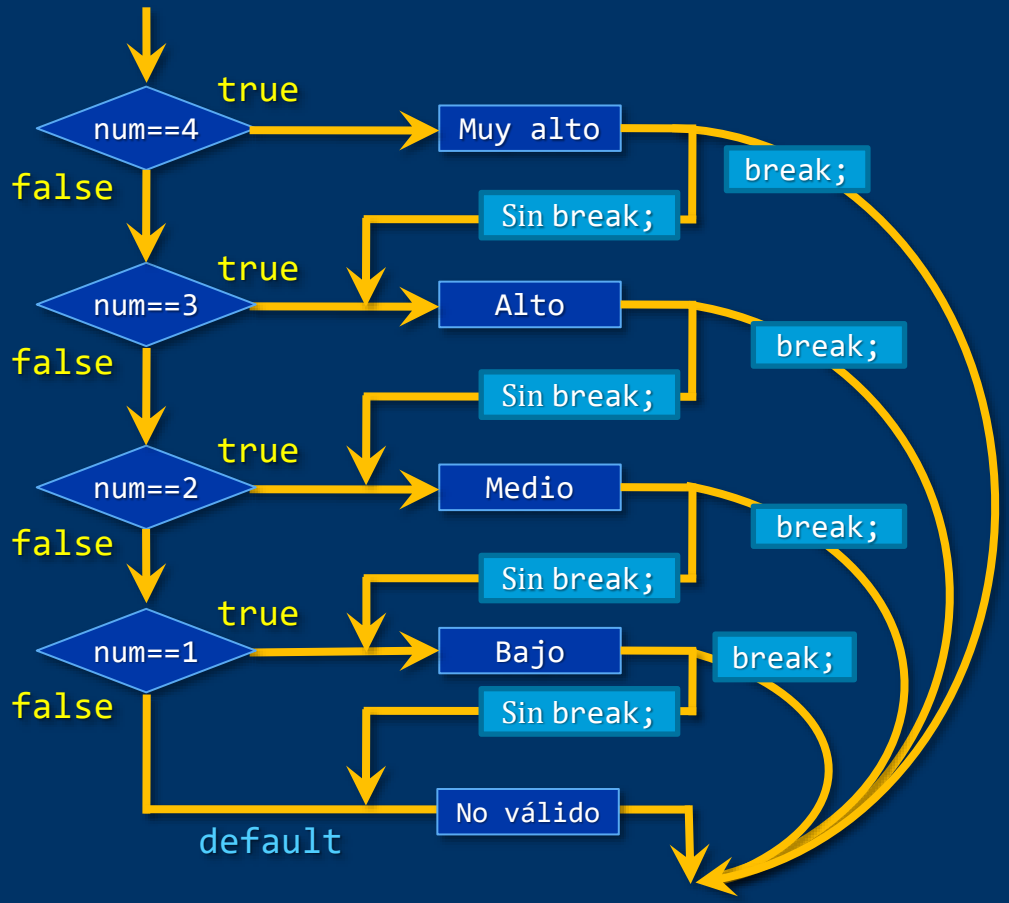
La instrucción break

```
switch (num) {
...
case 3:
    {
        cout << "Alto";
    }
case 2:
    {
        cout << "Medio";
    }
case 1:
    {
        cout << "Bajo";
    }
default:
    {
        cout << "Valor no válido";
    }
}
```

```
Num: 3
Alto
Medio
Bajo
Valor no válido
```

Luis Hernández Yáñez

Con y sin break



Luis Hernández Yáñez

Un menú

```
int menu() {
   int op = -1; // Cualquiera no válida

   while ((op < 0) || (op > 4)) {
      cout << "1 - Nuevo cliente" << endl;
      cout << "2 - Editar cliente" << endl;
      cout << "3 - Baja cliente" << endl;
      cout << "4 - Ver cliente" << endl;
      cout << "0 - Salir" << endl;
      cout << "Opción: ";
      cin >> op;

      if ((op < 0) || (op > 4)) {
         cout << "¡Opción no válida!" << endl;
      }
   }

   return op;
}
```

```
1 - Nuevo cliente
2 - Editar cliente
3 - Baja cliente
4 - Ver cliente
0 - Salir
Opción: 5
¡Opción no válida!
1 - Nuevo cliente
2 - Editar cliente
3 - Baja cliente
4 - Ver cliente
0 - Salir
Opción: 3
```


Un menú

```
int opcion;
...
opcion = menu();
switch (opcion) {
case 1:
   {
      cout << "En la opción 1..." << endl;
   }
   break;
case 2:
   {
      cout << "En la opción 2..." << endl;
   }
   break;
case 3:
   {
      cout << "En la opción 3..." << endl;
   }
   break;
case 4:
   {
      cout << "En la opción 4..." << endl;
   } // En la última no necesitamos break
}
```

Luis Hernández Yáñez

El menú con su bucle...

```
int opcion;
...
opcion = menu();
while (opcion != 0) {
   switch (opcion) {
   case 1:
      {
         cout << "En la opción 1..." << endl;
      }
      break;
   ...
   case 4:
      {
         cout << "En la opción 4..." << endl;
      }
   } // switch
   ...
   opcion = menu();
} // while
```

Luis Hernández Yáñez

Casos múltiples

nota2.cpp

```
int nota; // Sin decimales
cout << "Nota (0-10): ";
cin >> nota;
switch (nota) {
case  0:
case  1:
case  2:
case  3:
case  4:
   {
      cout << "Suspenso";
   }
   break; // De 0 a 4: SS
case  5:
case  6:
   {
      cout << "Aprobado";
   }
   break; // 5 o 6: AP
case  7:
case  8:
   {
      cout << "Notable";
   }
   break; // 7 u 8: NT
case  9:
case 10:
   {
      cout << "Sobresaliente";
   }
   break; // 9 o 10: SB
default:
   {
      cout << "¡No válida!";
   }
}
```


Escritura de variables de tipos enumerados

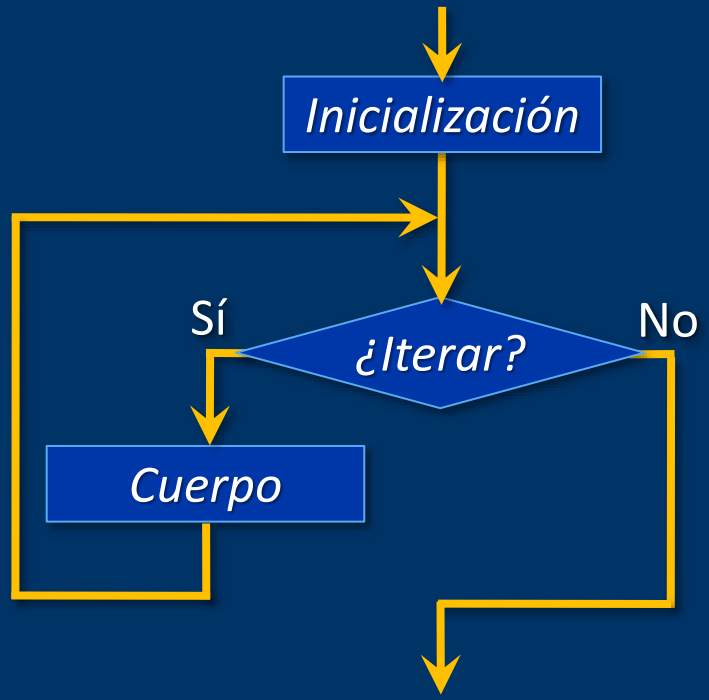
```
typedef enum { enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio,
   julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre }
tMes;
tMes mes;
...
switch (mes) {
case enero:
   {
      cout << "enero";
   }
   break;
case febrero:
   {
      cout << "febrero";
   }
   break;
...
case diciembre:
   {
       cout << "diciembre";
   }
}
```

Luis Hernández Yáñez

Repetición

Luis Hernández Yáñez

Repetición (iteración)



Bucles `while` y `for`

Luis Hernández Yáñez

Tipos de bucles

- ✓ Número de iteraciones condicionado (*recorrido variable*):
  - Bucle `while`

    `while (condición) cuerpo`

    Ejecuta el *cuerpo* mientras la *condición* sea `true`
  - Bucle `do-while`

    Comprueba la condición al final (lo veremos más adelante)
- ✓ Número de iteraciones prefijado (*recorrido fijo*):
  - Bucle `for`

    `for (inicialización; condición; paso) cuerpo`

    Ejecuta el *cuerpo* mientras la *condición* sea `true`

    Se usa una variable contadora entera

Luis Hernández Yáñez

El bucle `while`

Luis Hernández Yáñez

El bucle while

while.cpp

Mientras la condición sea cierta, ejecuta el cuerpo

```
while (condición) {
    cuerpo
}
```

Condición al principio del bucle

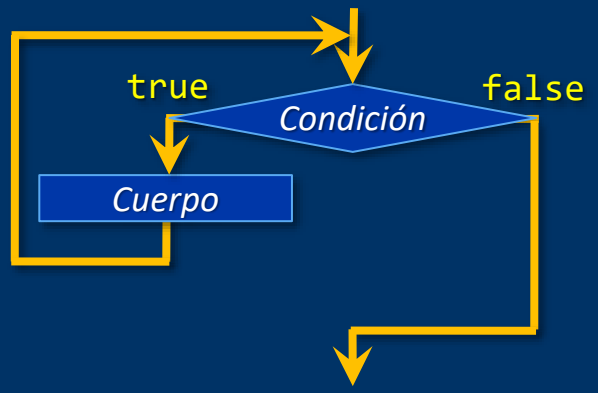
```
int i = 1; // Inicialización de la variable i
while (i <= 100) {
    cout << i << endl;
    i++;
}
```

Muestra los números del 1 al 100

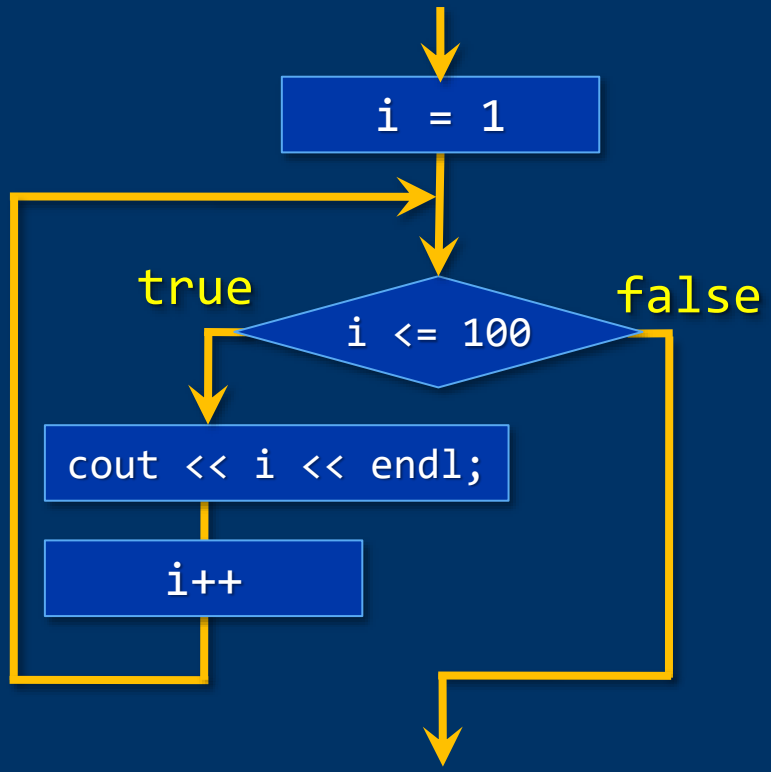
Luis Hernández Yáñez

Ejecución del bucle while

```
int i = 1;
while (i <= 100) {
    cout << i << endl;
    i++;
}
```



i 101




```
1
2
3
...
99
100
_
```

El bucle while

¿Y si la condición es falsa al comenzar?

No se ejecuta el cuerpo del bucle ninguna vez

```
int op;
cout << "Introduce la opción: ";
cin >> op;
while ((op < 0) || (op > 4)) {
   cout << "¡No válida! Inténtalo otra vez" << endl;
   cout << "Introduce la opción: ";
   cin >> op;
}
```

Si el usuario introduce un número entre 0 y 4:

No se ejecuta el cuerpo del bucle

Luis Hernández Yáñez

Ejemplo de bucle while

primero.cpp

Primer entero cuyo cuadrado es mayor que 1.000

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
   int num = 1;

   while (num * num <= 1000) {
      num++;
   }

   cout << "1er. entero con cuadrado mayor que 1.000: "
        << num << endl;

   return 0;
}
```

¡Ejecuta el programa para saber cuál es ese número!

← Empezamos en 1

← Incrementamos en 1

Recorre la *secuencia* de números 1, 2, 3, 4, 5, ...

Luis Hernández Yáñez

Suma y media de números

sumamedia.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
   double num, suma = 0, media = 0;
   int cont = 0;
   cout << "Introduce un número (0 para terminar): ";
   cin >> num;
   while (num != 0) { // 0 para terminar
      suma = suma + num;
      cont++;
      cout << "Introduce un número (0 para terminar): ";
      cin >> num;
   }
   if (cont > 0) {
      media = suma / cont;
   }
   cout << "Suma = " << suma << endl;
   cout << "Media = " << media << endl;
   return 0;
}
```

Recorre la *secuencia* de números introducidos

Leemos el primero

Leemos el siguiente

Luis Hernández Yáñez

El bucle for

Luis Hernández Yáñez

Bucle for

Número de iteraciones prefijado

Variable contadora que determina el número de iteraciones:

```
for ([int] var = ini; condición; paso) cuerpo
```

La *condición* compara el valor de *var* con un valor final

El *paso* incrementa o decrementa el valor de *var*

El valor de *var* debe ir aproximándose al valor final

```
for (int i = 1; i <= 100; i++)...   1, 2, 3, 4, 5, ..., 100
for (int i = 100; i >= 1; i--)...   100, 99, 98, 97, ..., 1
```

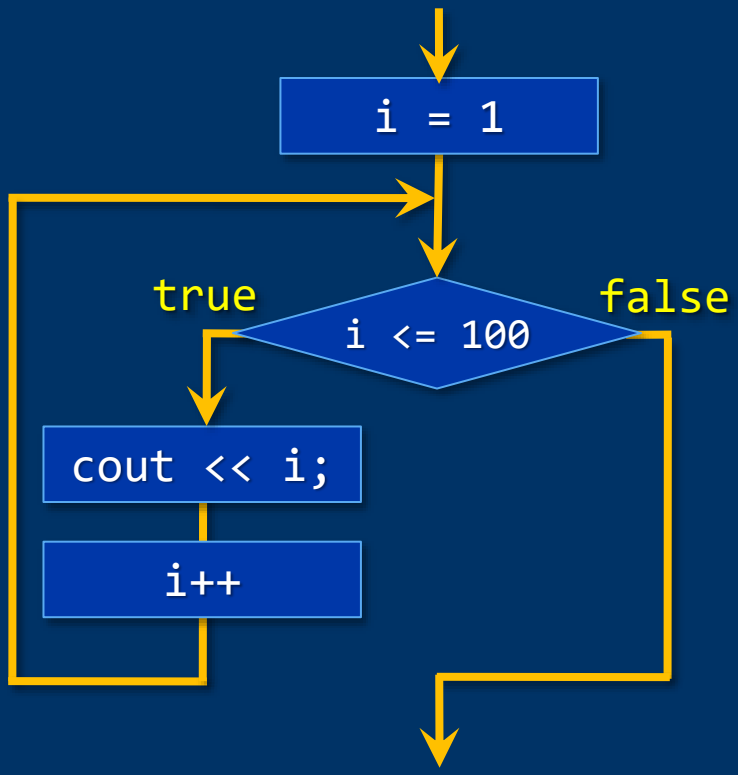
Tantos ciclos como valores toma la variable contadora

Luis Hernández Yáñez

Ejecución del bucle for

```
for (inicialización; condición; paso) cuerpo
```

```
for (int i = 1; i <= 100; i++) {
    cout << i;
}
```



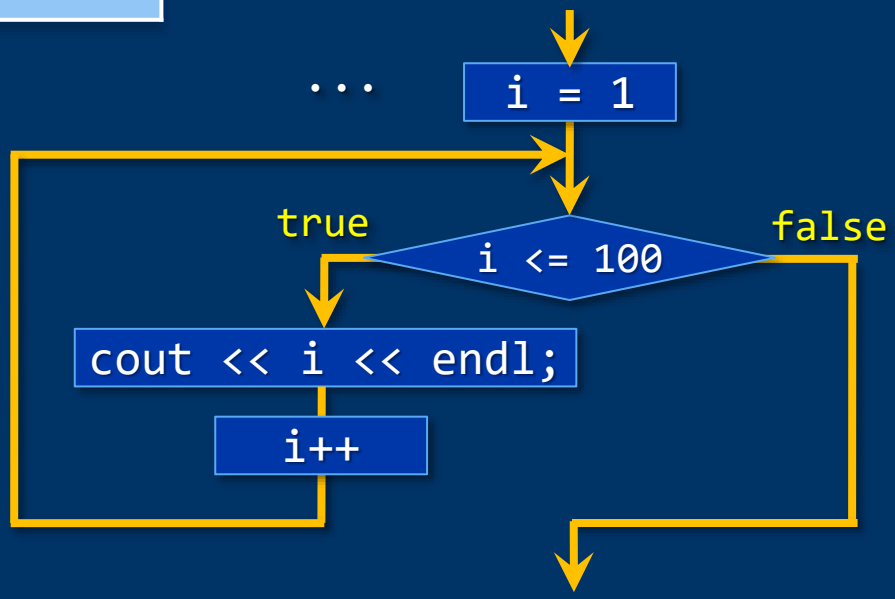
Luis Hernández Yáñez

Ejecución del bucle for

for1.cpp

```
for (int i = 1; i <= 100; i++) {
    cout << i << endl;
}
```

i 101




```
1
2
3
...
99
100
```

Luis Hernández Yáñez

Bucle for

La variable contadora

for2.cpp

El *paso* no tiene porqué ir de uno en uno:

```
for (int i = 1; i <= 100; i = i + 2)
    cout << i << endl;
```

Este bucle `for` muestra los números impares de 1 a 99

Muy importante

El cuerpo del bucle NUNCA debe alterar el valor del contador

Garantía de terminación

Todo bucle debe terminar su ejecución

Bucles `for`: la variable contadora debe converger al valor final

Luis Hernández Yáñez

Ejemplo de bucle for

suma.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

long long int suma(int n);

int main() {
   int num;
   cout << "Número final: ";
   cin >> num;
   if (num > 0) { // El número debe ser positivo
      cout << "La suma de los números entre 1 y "
           << num << " es: " << suma(num);
   }
   return 0;
}

long long int suma(int n) {
   long long int total = 0;
   for (int i = 1; i <= n; i++) {
      total = total + i;
   }
   return total;
}
```

$$\sum_{i=1}^{N} i$$

Recorre la *secuencia* de números
1, 2, 3, 4, 5, ..., *n*

Bucle for

¿Incremento/decremento prefijo o postfijo?

Es indiferente

Estos dos bucles producen el mismo resultado:

```
for (int i = 1; i <= 100; i++) ...
for (int i = 1; i <= 100; ++i) ...
```

Bucles infinitos

```
for (int i = 1; i <= 100; i--) ...
```

1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 ...

Cada vez más lejos del valor final (100)

Es un error de diseño/programación

Luis Hernández Yáñez

Ámbito de la variable contadora

Declarada en el propio bucle

```
for (int i = 1; ...)
```

Sólo se conoce en el cuerpo del bucle (su ámbito)

No se puede usar en instrucciones que sigan al bucle

Declarada antes del bucle

```
int i;
for (i = 1; ...)
```

Se conoce en el cuerpo del bucle y después del mismo

Ámbito externo al bucle

Luis Hernández Yáñez

Bucle `for` *versus* bucle `while`

Los bucles `for` se pueden reescribir como bucles condicionados

```
for (int i = 1; i <= 100; i++) cuerpo
```

Es equivalente a:

```
int i = 1;
while (i <= 100) {
    cuerpo
    i++;
}
```

La inversa no es siempre posible:

```
int i;
cin >> i;
while (i != 0) {
    cuerpo
    cin >> i;
}
```

¿Bucle `for` equivalente?

¡No sabemos cuántos números introducirá el usuario!

Bucles anidados

Luis Hernández Yáñez

Bucles for anidados

Un bucle `for` en el cuerpo de otro bucle `for`

Cada uno con su propia variable contadora:

```
for (int i = 1; i <= 100; i++) {
    for (int j = 1; j <= 5; j++) {
        cuerpo
    }
}
```

Para cada valor de `i`
el valor de `j` varía entre `1` y `5`

`j` *varía más rápido* que `i`

i	j
1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
2	1
2	2
2	3
2	4
2	5
3	1
...	

Tablas de multiplicación

tablas.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
#include <iomanip>

int main() {
    for (int i = 1; i <= 10; i++) {
        for (int j = 1; j <= 10; j++) {
            cout << setw(2) << i << " x "
                 << setw(2) << j << " = "
                 << setw(3) << i * j << endl;
        }
    }

    return 0;
}
```

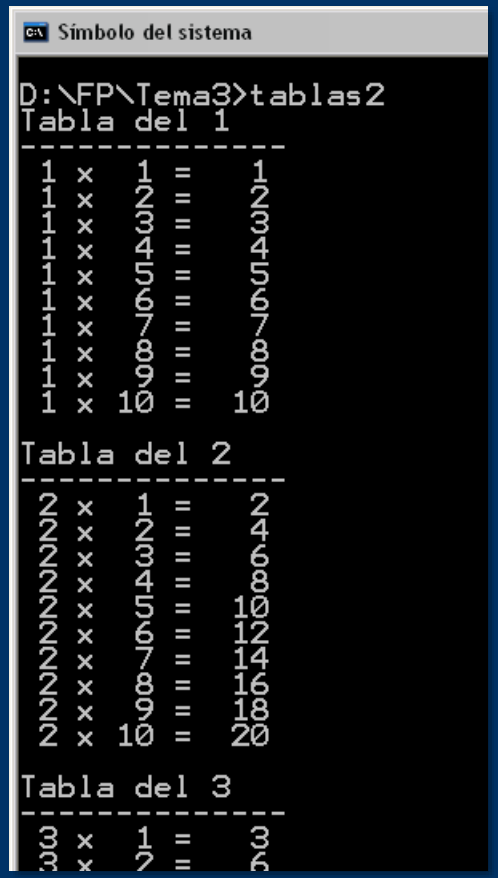
```
 1 x  1 =   1
 1 x  2 =   2
 1 x  3 =   3
 1 x  4 =   4
 ...
 1 x 10 =  10
 2 x  1 =   2
 2 x  2 =   4
 ...
10 x  7 =  70
10 x  8 =  80
10 x  9 =  90
10 x 10 = 100
```

Luis Hernández Yáñez

Mejor presentación

tablas2.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
#include <iomanip>

int main() {
    for (int i = 1; i <= 10; i++) {
        cout << "Tabla del " << i << endl;
        cout << "--------------" << endl;
        for (int j = 1; j <= 10; j++) {
            cout << setw(2) << i << " x "
                 << setw(2) << j << " = "
                 << setw(3) << i * j << endl;
        }
        cout << endl;
    }

    return 0;
}
```



Más bucles anidados

menú.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
#include <iomanip>

int menu(); // 1: Tablas de multiplicación; 2: Sumatorio
long long int suma(int n); // Sumatorio

int main() {
   int opcion = menu();
   while (opcion != 0) {
      switch (opcion) {
      case 1:
         {
            for (int i = 1; i <= 10; i++) {
               for (int j = 1; j <= 10; j++) {
                  cout << setw(2) << i << " x "
                     << setw(2) << j << " = "
                     << setw(3) << i * j << endl;
               }
            }
         }
         break; ...
```

Luis Hernández Yáñez

Más bucles anidados

```
        case 2:
            {
                int num = 0;
                while (num <= 0) {
                    cout << "Hasta (positivo)? ";
                    cin >> num;
                }
                cout << "La suma de los números del 1 al "
                     << num << " es: " << suma(num) << endl;
            }
        } // switch
        opcion = menu();
    } // while (opcion != 0)
    return 0;
}
```

Luis Hernández Yáñez

Más bucles anidados

```
int menu() {
   int op = -1;
   while ((op < 0) || (op > 2)) {
      cout << "1 - Tablas de multiplicar" << endl;
      cout << "2 - Sumatorio" << endl;
      cout << "0 - Salir" << endl;
      cout << "Opción: " << endl;
      cin >> op;
      if ((op < 0) || (op > 2)) {
         cout << "¡Opción no válida!" << endl;
      }
   }
   return op;
}
long long int suma(int n) {
   long long int total = 0;
   for (int i = 1; i <= n; i++) {
      total = total + i;
   }
   return total;
}
```


Ambos tipos de bucles anidados

```
while (opcion != 0) {
    ...
        for (int i = 1; i <= 10; i++) {
            for (int j = 1; j <= 10; j++) {
                ...
            }
        }
        while (num <= 0) {
            ...
        }                                   suma()
        for (int i = 1; i <= n; i++) {
            ...
        }
    while ((op < 0) || (op > 2)) {
        ...
    }                                       menu()
}
```

Luis Hernández Yáñez

Ámbito y visibilidad

Luis Hernández Yáñez

Ámbito de los identificadores

Cada bloque crea un nuevo ámbito:

```
int main() {
   double d = -1, suma = 0;
   int cont = 0;
   while (d != 0) {
      cin >> d;
      if (d != 0) {
         suma = suma + d;
         cont++;
      }
   }
   cout << "Suma = " << suma << endl;
   cout << "Media = " << suma / cont << endl;
   return 0;
}
```

3 ámbitos anidados

Luis Hernández Yáñez

Ámbito de los identificadores

Un identificador se conoce
en el ámbito en el que está declarado
(a partir de su instrucción de declaración)
y en los subámbitos posteriores

Luis Hernández Yáñez

Ámbito de los identificadores

```
int main() {
    double d;
    if (...) {
        int cont = 0;
        for (int i = 0; i <= 10; i++) {
            ...
        }
    }
    char c;
    if (...) {
        double x;
        ...
    }
    return 0;
}
```

Ámbito de la variable d

Luis Hernández Yáñez

Ámbito de los identificadores

```
int main() {
    double d;
    if (...) {
        int cont = 0;
        for (int i = 0; i <= 10; i++) {
            ...
        }
    }
    char c;
    if (...) {
        double x;
        ...
    }
    return 0;
}
```

Ámbito de la variable cont

Luis Hernández Yáñez

Ámbito de los identificadores

```
int main() {
    double d;
    if (...) {
        int cont = 0;
        for (int i = 0; i <= 10; i++) {
            ...
        }
    }
    char c;
    if (...) {
        double x;
        ...
    }
    return 0;
}
```

Ámbito de la variable i

Ámbito de los identificadores

```
int main() {
    double d;
    if (...) {
        int cont = 0;
        for (int i = 0; i <= 10; i++) {
            ...
        }
    }
    char c;
    if (...) {
        double x;
        ...
    }
    return 0;
}
```

Ámbito de la variable c

Luis Hernández Yáñez

Ámbito de los identificadores

```
int main() {
    double d;
    if (...) {
        int cont = 0;
        for (int i = 0; i <= 10; i++) {
            ...
        }
    }
    char c;
    if (...) {
        double x;
        ...
    }
    return 0;
}
```

Ámbito de la variable x

Luis Hernández Yáñez

Visibilidad de los identificadores

Si en un subámbito se declara
un identificador con idéntico nombre
que uno ya declarado en el ámbito,
el del subámbito *oculta* al del ámbito
(no es visible)

Luis Hernández Yáñez

Visibilidad de los identificadores

```
int main() {
    int i, x;
    if (...) {
        int i = 0;
        for(int i = 0; i <= 10; i++) {
            ...
        }
    }
    char c;
    if (...) {
        double x;
        ...
    }
    return 0;
}
```

Oculta , en su ámbito, a la `i` anterior

Oculta , en su ámbito, a la `i` anterior

Oculta , en su ámbito, a la `x` anterior

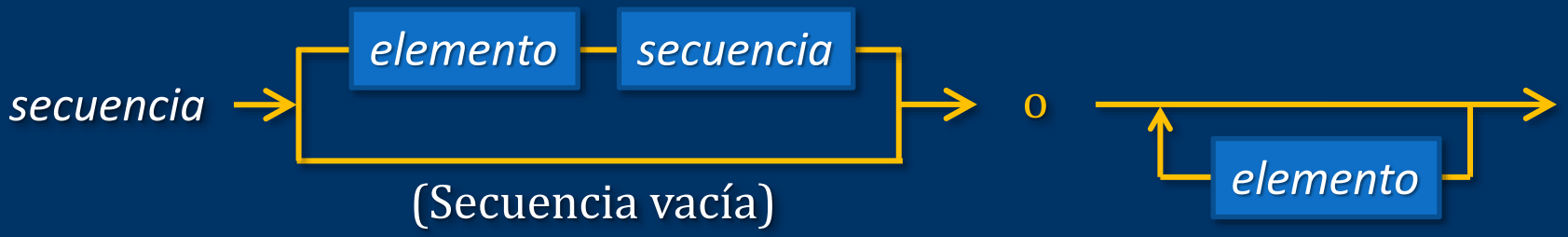
Luis Hernández Yáñez

Secuencias

Luis Hernández Yáñez

Secuencias

Sucesión de elementos de un mismo tipo que se acceden linealmente



1 34 12 26 4 87 184 52

Comienza en un *primer* elemento (si no está vacía)

A cada elemento le sigue otra secuencia (vacía, si es el *último*)

Acceso secuencial (lineal)

Se comienza siempre accediendo al primer elemento

Desde un elemento sólo se puede acceder a su elemento siguiente (*sucesor*), si es que existe

Todos los elementos, de un mismo tipo

Luis Hernández Yáñez

Secuencias en programación

No tratamos secuencias infinitas: siempre hay un último elemento

- ✓ Secuencias explícitas:
  - Sucesión de datos de un dispositivo (teclado, disco, sensor, ...)
- ✓ Secuencias calculadas:
  - Fórmula de recurrencia que determina el elemento siguiente
- ✓ Listas (*más adelante*)

Secuencias explícitas que manejaremos:

Datos introducidos por el teclado o leídos de un archivo

Con un elemento especial al final de la secuencia (*centinela*)

```
1  34  12  26  4  87  184  52  -1
```

Luis Hernández Yáñez

Detección del final de la secuencia

- ✓ Secuencia explícita leída de archivo:
  - Detectar la marca de final de archivo (`Eof` - *End of file*)
  - Detectar un valor centinela al final ←
- ✓ Secuencia explícita leída del teclado:
  - Preguntar al usuario si quiere introducir un nuevo dato
  - Preguntar al usuario primero cuántos datos va a introducir
  - Detectar un valor centinela al final ←

Valor *centinela*:

Valor especial al final que no puede darse en la secuencia
(Secuencia de números positivos → centinela: cualquier negativo)

```
12  4  37  23  8  19  83  63  2  35  17  76  15  -1
                                                  ↓
```

Luis Hernández Yáñez

Centinelas

Debe haber algún valor que no sea un elemento válido

Secuencias numéricas:

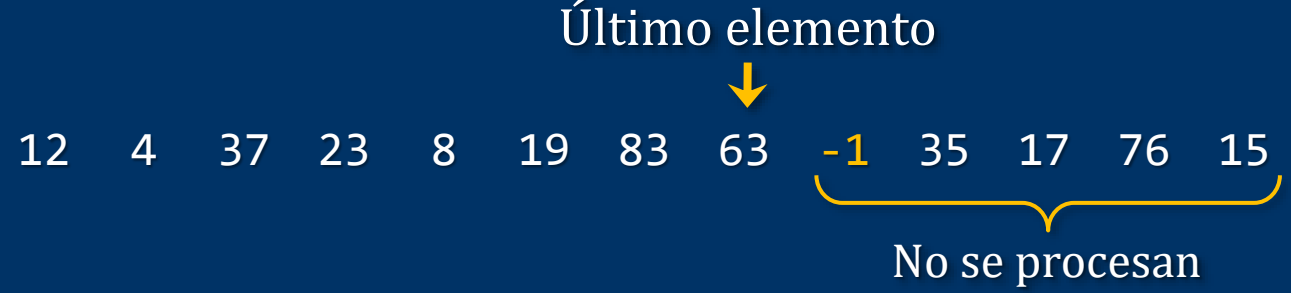
Si se permite cualquier número, no hay centinela posible

Cadenas de caracteres:

¿Caracteres especiales (no imprimibles)?

En realidad el valor centinela es parte de la secuencia, pero su significado es especial y no se procesa como el resto

Significa que se ha alcanzado el final de la secuencia (*Incluso aunque haya elementos posteriores*)



Luis Hernández Yáñez

Esquemas de tratamiento de secuencias

Tratamiento de los elementos uno a uno desde el primero

Recorrido

Un mismo tratamiento para todos los elementos de la secuencia

Ej.- Mostrar los elementos de una secuencia, sumar los números de una secuencia, ¿par o impar cada número de una secuencia?, ...

Termina al llegar al final de la secuencia

Búsqueda

Recorrido de la secuencia hasta encontrar un elemento buscado

Ej.- Localizar el primer número que sea mayor que 1.000

Termina al localizar el primer elemento que cumple la condición o al llegar al final de la secuencia (*no encontrado*)

Luis Hernández Yáñez

Recorrido de secuencias

Luis Hernández Yáñez

Esquema de recorrido

Un mismo tratamiento a todos los elementos

Inicialización

Mientras no se llegue al final de la secuencia:

Obtener el siguiente elemento

Procesar el elemento

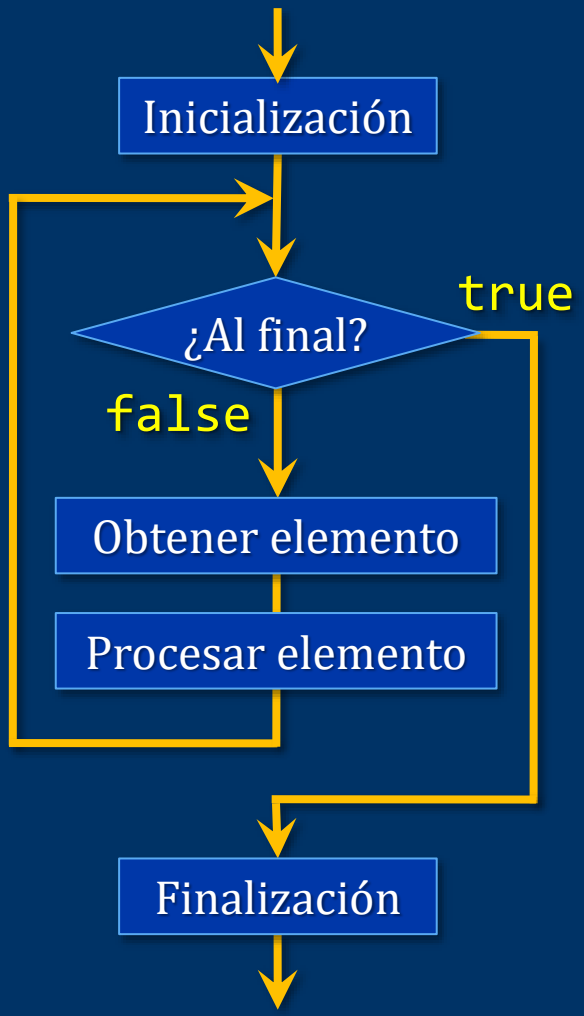
Finalización

Al empezar se obtiene el primer elemento de la secuencia

En los siguientes pasos del bucle se van obteniendo los siguientes elementos de la secuencia

Luis Hernández Yáñez

Esquema de recorrido



No sabemos cuántos elementos hay
→ No podemos implementar con `for`

Luis Hernández Yáñez

Secuencias explícitas con centinela

Implementación con `while`

Inicialización

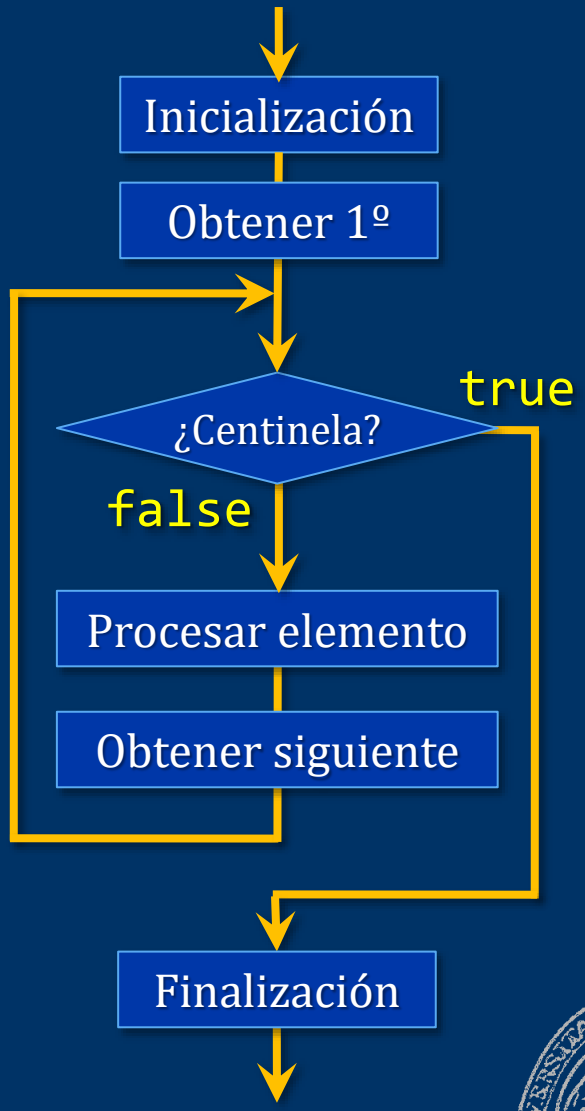
Obtener el primer elemento

Mientras no sea el centinela:

    Procesar el elemento

    Obtener el siguiente elemento

Finalización



Luis Hernández Yáñez

Secuencias explícitas leídas del teclado

Secuencia de números positivos

Siempre se realiza al menos una lectura
Centinela: `-1`

```
double d, suma = 0;
cout << "Valor (-1 termina): ";
cin >> d;
while (d != -1) {
    suma = suma + d;
    cout << "Valor (-1 termina): ";
    cin >> d;
}
cout << "Suma = " << suma << endl;
```

Inicialización

Primer elemento

Mientras no el centinela

Procesar elemento

Siguiente elemento

Finalización

Luis Hernández Yáñez

Secuencias explícitas leídas del teclado

Longitud de una secuencia de caracteres

longitud.cpp

Centinela: carácter punto (`.`)

```
int longitud() {
    int l = 0;
    char c;
    cout << "Texto terminado en punto: ";
    cin >> c;              // Obtener primer carácter
    while (c != '.') { // Mientras no el centinela
        l++;               // Procesar
        cin >> c;          // Obtener siguiente carácter
    }
    return l;
}
```

Luis Hernández Yáñez

Secuencias explícitas leídas del teclado

¿Cuántas veces aparece un carácter en una cadena?

Centinela: asterisco (*)

cont.cpp

```
char buscado, c;
int cont = 0;
cout << "Carácter a buscar: ";
cin >> buscado;
cout << "Cadena: ";
cin >> c;                          — Primer elemento
while (c != '*') {                 — Mientras no el centinela
    if (c == buscado) {
        cont++;                    } Procesar elemento
    }
    cin >> c;                      — Siguiente elemento
}
cout << buscado << " aparece " << cont
     << " veces.";
```

Luis Hernández Yáñez

Secuencias explícitas leídas de archivo

Suma de los números de la secuencia

suma2.cpp

Centinela: `0`

```
int sumaSecuencia() {
    double d, suma = 0;
    ifstream archivo; // Archivo de entrada (lectura)
    archivo.open("datos.txt");
    if (archivo.is_open()) {
        archivo >> d; // Obtener el primero
        while (d != 0) { // Mientras no sea el centinela
            suma = suma + d; // Procesar el dato
            archivo >> d; // Obtener el siguiente
        }
        archivo.close();
    }
    return suma;
}
```

Luis Hernández Yáñez

Secuencias calculadas

Luis Hernández Yáñez

Secuencias calculadas

sumatorio.cpp

Recurrencia: $e_{i+1} = e_i + 1$ $e_1 = 1$

1 2 3 4 5 6 7 8 ...

$$\sum_{i=1}^{N} i$$

Suma de los números de la secuencia calculada:

```
int main() {
   int num;
   cout << "N = ";
   cin >> num;
   cout << "Sumatorio:" << suma(num);
   return 0;
}
long long int suma(int n) {
   int sumatorio = 0;
   for (int i = 1; i <= n; i++) {
      sumatorio = sumatorio + i;
   }
   return sumatorio;
}
```

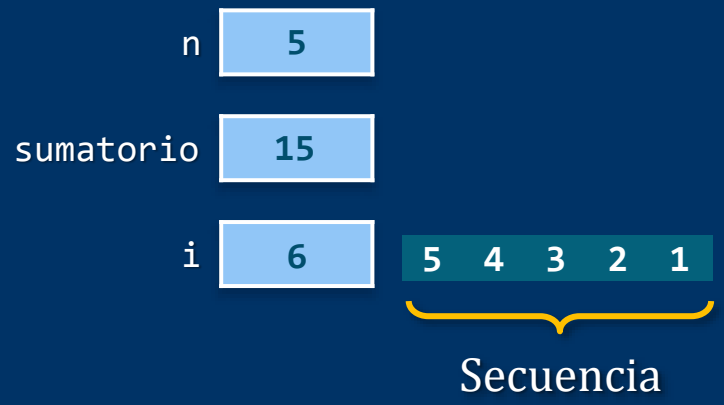
Último elemento de la secuencia: n

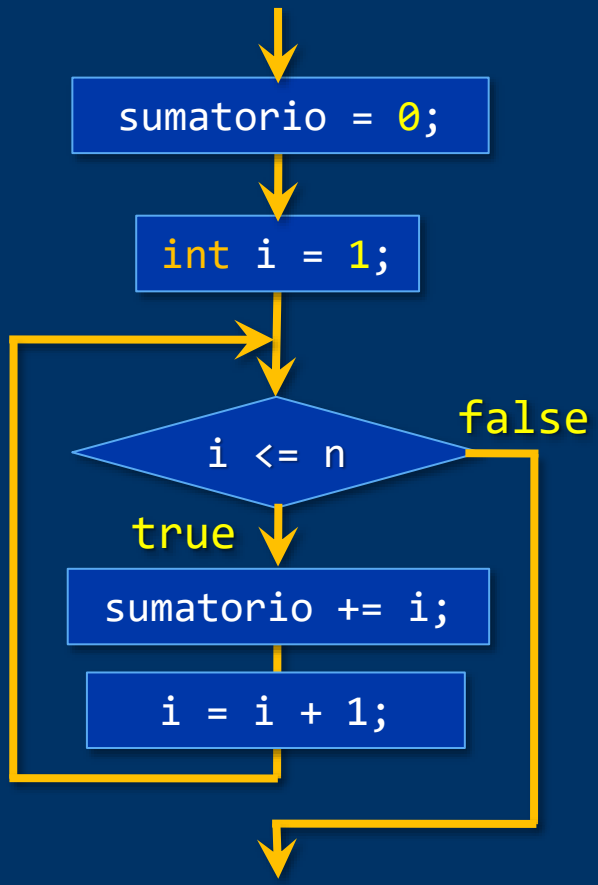
Luis Hernández Yáñez

Suma de una secuencia calculada

```
long long int suma(int n) {
   int sumatorio = 0;
   for (int i = 1; i <= n; i++) {
      sumatorio = sumatorio + i;
   }
   ...
```

$$\sum_{i=1}^{N} i$$





Luis Hernández Yáñez

Números de Fibonacci

Definición

$F_i = F_{i-1} + F_{i-2}$

$F_1 = 0$

$F_2 = 1$

```
0 1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 89 ...
```

¿Fin de la secuencia?

Primer número de Fibonacci mayor que un número dado

Ese número de Fibonacci actúa como centinela

Si `num` es `50`, la secuencia será:

```
0 1 1 2 3 5 8 13 21 34
```

Luis Hernández Yáñez

Números de Fibonacci

fibonacci.cpp

Recorrido de la secuencia calculada

```
int num, fib, fibMenos2 = 0, fibMenos1 = 1; // 1º y 2º
fib = fibMenos2 + fibMenos1; // Calculamos el tercero
cout << "Hasta: ";
cin >> num;
if (num >= 1) { // Ha de ser entero positivo
   cout << "0 1 "; // Los dos primeros son <= num
   while (fib <= num) { // Mientras no mayor que num
      cout << fib << " ";
      fibMenos2 = fibMenos1; // Actualizamos anteriores
      fibMenos1 = fib; // para obtener...
      fib = fibMenos2 + fibMenos1; // ... el siguiente
   }
}
```

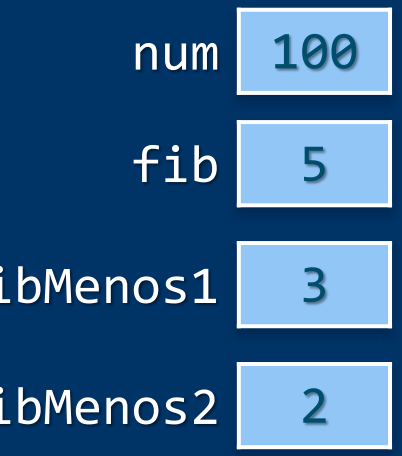
¿Demasiados comentarios?
Para no oscurecer el código, mejor una explicación al principio

Luis Hernández Yáñez

Números de Fibonacci

El bucle calcula adecuadamente la secuencia:

```
while (fib <= num) {
    cout << fib << " ";
    fibMenos2 = fibMenos1;
    fibMenos1 = fib;
    fib = fibMenos2 + fibMenos1;
}
```



0 1 1 2 3 5...

Luis Hernández Yáñez

Búsqueda en secuencias

Luis Hernández Yáñez

Esquema de búsqueda

Localización del primer elemento con una propiedad

Inicialización

Mientras no se encuentre el elemento
y no se esté al final de la secuencia:

Obtener el siguiente elemento

Comprobar si el elemento satisface la condición

Finalización
(tratar el elemento encontrado o indicar que no se ha encontrado)

Elemento que se busca: satisfará una condición

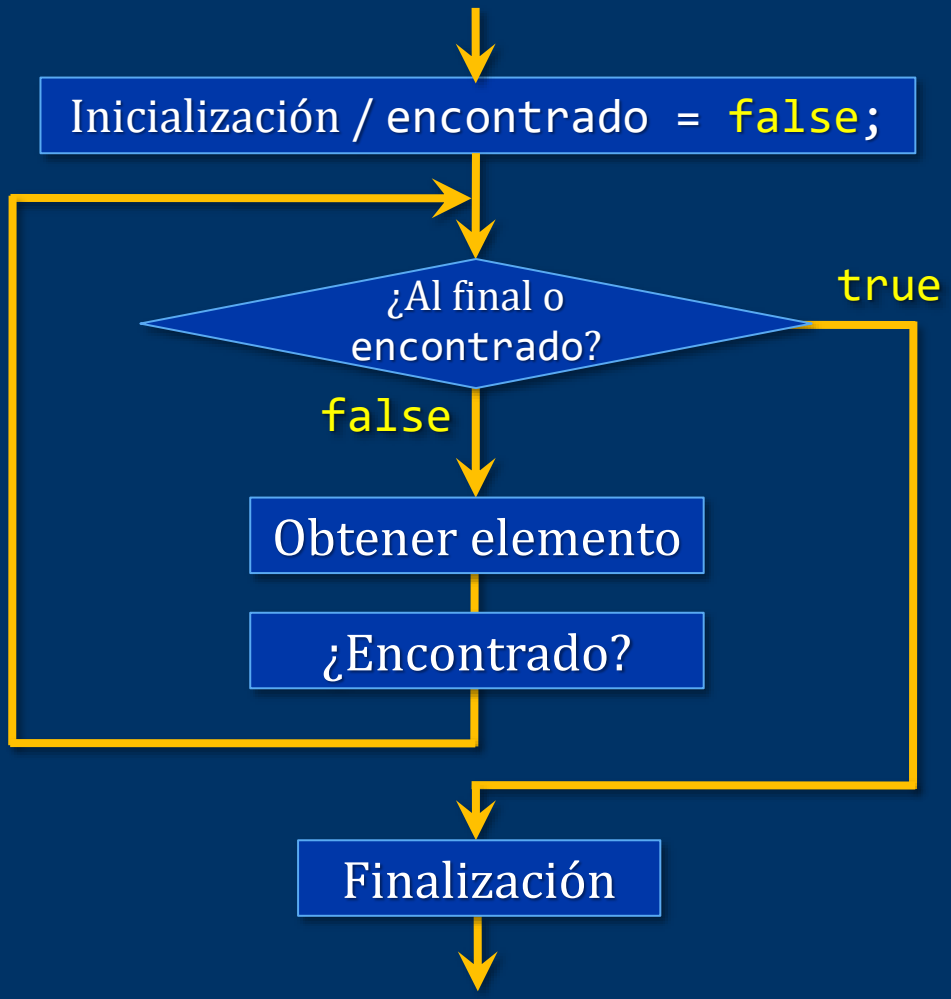
Dos condiciones de terminación del bucle: se encuentra / al final

Variable lógica que indique si se ha encontrado

Luis Hernández Yáñez

Esquema de búsqueda

Localización del primer elemento con una propiedad



Luis Hernández Yáñez

Secuencias explícitas con centinela

Implementación con `while`

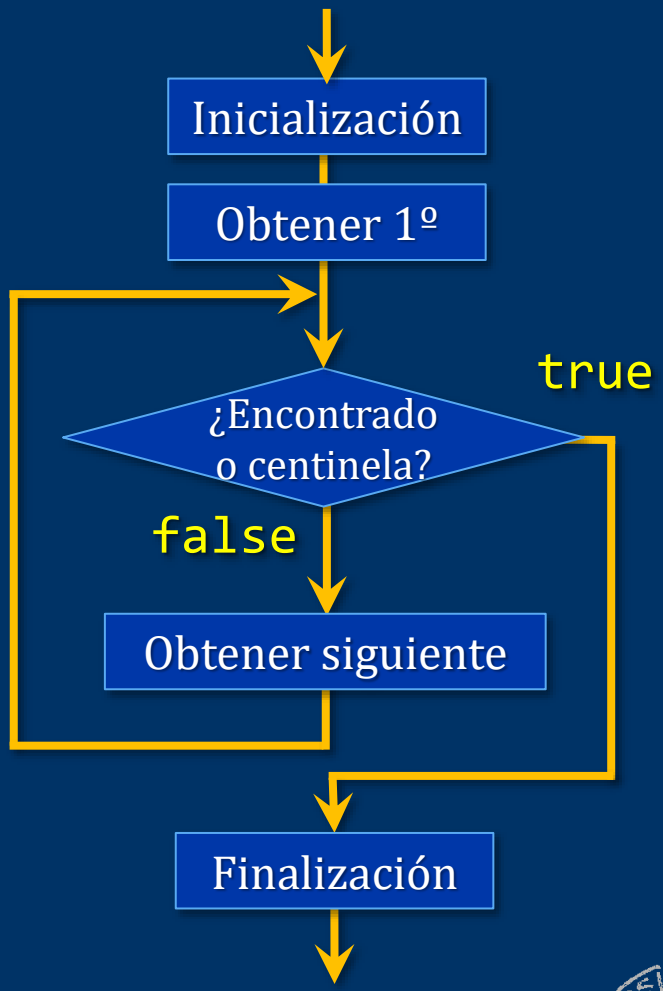
Inicialización

Obtener el primer elemento

Mientras ni encontrado ni el centinela:

    Obtener el siguiente elemento

Finalización (¿encontrado?)



Secuencias explícitas leídas del teclado

Primer número mayor que uno dado

busca.cpp

Centinela: **-1**

```
double d, num;
bool encontrado = false;
cout << "Encontrar primero mayor que: ";
cin >> num;
cout << "Siguiente (-1 para terminar): ";
cin >> d; // Obtener el primer elemento
while ((d != -1) && !encontrado) {
// Mientras no sea el centinela y no se encuentre
   if (d > num) { // ¿Encontrado?
      encontrado = true;
   }
   else {
      cout << "Siguiente (-1 para terminar): ";
      cin >> d; // Obtener el siguiente elemento
   }
}
```

Luis Hernández Yáñez

Arrays de tipos simples

Luis Hernández Yáñez

Arrays

Colecciones homogéneas

Un mismo tipo de dato para varios elementos:

- ✓ Notas de los estudiantes de una clase
- ✓ Ventas de cada día de la semana
- ✓ Temperaturas de cada día del mes

...

En lugar de declarar *N* variables...

vLun	vMar	vMie	vJue	vVie	vSab	vDom
125.40	76.95	328.80	254.62	435.00	164.29	0.00

... declaramos una tabla de *N* valores:

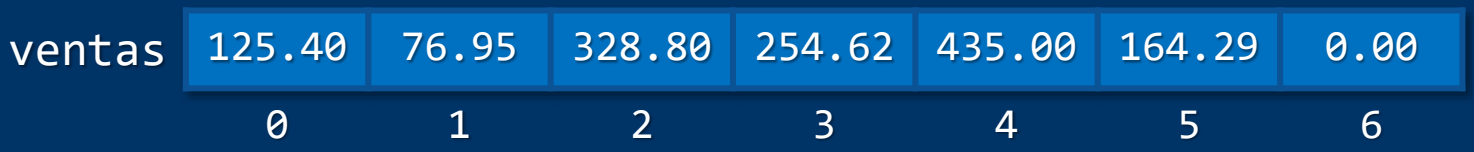
ventas	125.40	76.95	328.80	254.62	435.00	164.29	0.00
Índices →	0	1	2	3	4	5	6

Arrays

Estructura secuencial

Cada elemento se encuentra en una posición (*índice*):

- ✓ Los índices son enteros positivos
- ✓ El índice del primer elemento siempre es 0
- ✓ Los índices se incrementan de uno en uno



Acceso directo

A cada elemento se accede a través de su índice:

`ventas[4]` accede al 5º elemento (contiene el valor `435.00`)

```
cout << ventas[4];
ventas[4] = 442.75;
```

Datos de un mismo tipo base:
Se usan como cualquier variable

Luis Hernández Yáñez

Tipos arrays

Declaración de tipos de arrays

```
typedef tipo_base nombre_tipo[tamaño];
```

Ejemplos:

```
typedef double tTemp[7];
typedef short int tDiasMes[12];
typedef char tVocales[5];
typedef double tVentas[31];
typedef tMoneda tCalderilla[15]; // Enumerado tMoneda
```

Recuerda: Adoptamos el convenio de comenzar los nombres de tipo con una `t` minúscula, seguida de una o varias palabras, cada una con su inicial en mayúscula

Luis Hernández Yáñez

Variables arrays

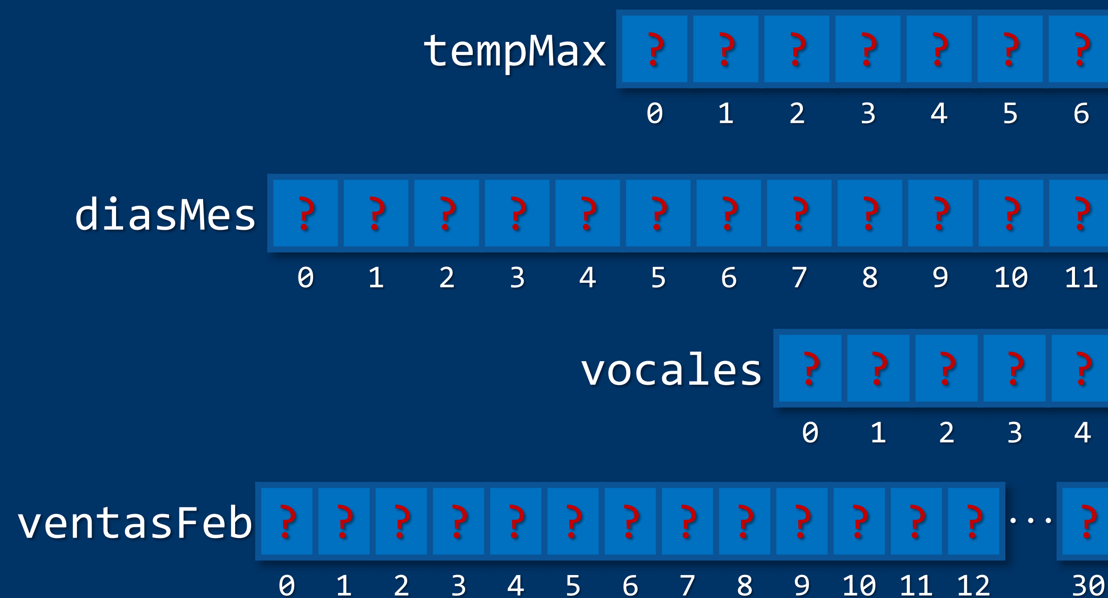
Declaración de variables arrays

```
typedef double tTemp[7];
typedef short int tDiasMes[12];
typedef char tVocales[5];
typedef double tVentas[31];
```

```
tipo nombre;
```

Ejemplos:

```
tTemp tempMax;

tDiasMes diasMes;

tVocales vocales;

tVentas ventasFeb;
```



NO se inicializan los elementos automáticamente

Uso de variables arrays

Luis Hernández Yáñez

Acceso a los elementos de un array

nombre[*índice*]

Cada elemento se accede a través de su índice (posición en el array)

```
tVocales vocales;
```

```
typedef char tVocales[5];
```

5 elementos, índices de 0 a 4:

```
vocales[0]   vocales[1]   vocales[2]   vocales[3]   vocales[4]
```

Procesamiento de cada elemento:

Como cualquier otra variable del tipo base

```
cout << vocales[4];
vocales[3] = 'o';
if (vocales[i] == 'e') ...
```

Luis Hernández Yáñez

Acceso a los elementos de un array

¡IMPORTANTE!

¡No se comprueba si el índice es correcto!

¡Es responsabilidad del programador!

```
const int Dim = 100;
typedef double tVentas[Dim];
tVentas ventas;
```

Índices válidos: enteros entre 0 y Dim-1

`ventas[0]  ventas[1]  ventas[2] ... ventas[98]  ventas[99]`

¿Qué es `ventas[100]`? ¿O `ventas[-1]`? ¿O `ventas[132]`?

¡Memoria de alguna otra variable del programa!

Define los tamaños de los arrays con constantes

Luis Hernández Yáñez

Recorrido de arrays

Luis Hernández Yáñez

Recorrido de arrays

Arrays: tamaño fijo → Bucle de recorrido fijo (`for`)

Ejemplo: Media de un array de temperaturas

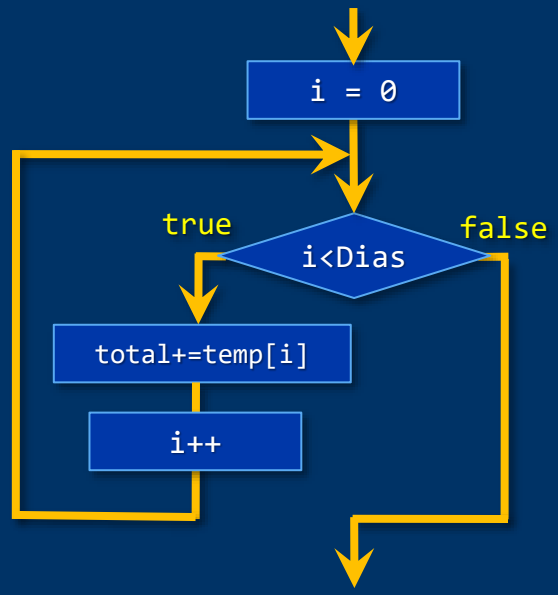
```
const int Dias = 7;
typedef double tTemp[Dias];
tTemp temp;
double media, total = 0;
...
for (int i = 0; i < Dias; i++) {
   total = total + temp[i];
}
media = total / Dias;
```

Luis Hernández Yáñez

Recorrido de arrays

12.40	10.96	8.43	11.65	13.70	13.41	14.07
0	1	2	3	4	5	6

```
tTemp temp;
double media, total = 0;
...
for (int i = 0; i < Dias; i++) {
   total = total + temp[i];
}
```



Memoria

Dias	7
temp[0]	12.40
temp[1]	10.96
temp[2]	8.43
temp[3]	11.65
temp[4]	13.70
temp[5]	13.41
temp[6]	14.07
media	?
total	84.62
i	7

...

Luis Hernández Yáñez

Recorrido de arrays

mediatemp.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;

const int Dias = 7;
typedef double tTemp[Dias];

double media(const tTemp temp);

int main() {
   tTemp temp;
   for (int i = 0; i < Dias; i++) { // Recorrido del array
      cout << "Temperatura del día " << i + 1 << ": ";
      cin >> temp[i];
   }
   cout << "Temperatura media: " << media(temp) << endl;
   return 0;
}
...
```

Los usuarios usan de 1 a 7 para numerar los días
La interfaz debe aproximarse a los usuarios, aunque internamente se usen los índices de 0 a 6

Luis Hernández Yáñez

Recorrido de arrays

```
double media(const tTemp temp) {
   double med, total = 0;

   for (int i = 0; i < Dias; i++) { // Recorrido del array
      total = total + temp[i];
   }
   med = total / Dias;

   return med;
}
```

Los arrays se pasan a las funciones como constantes

Las funciones no pueden devolver arrays

Luis Hernández Yáñez

Arrays de tipos enumerados

```
const int Cuantas = 15;
typedef enum { centimo, dos_centimos, cinco_centimos,
   diez_centimos, veinte_centimos, medio_euro, euro } tMoneda;
typedef tMoneda tCalderilla[Cuantas];
string aCadena(tMoneda moneda);
// Devuelve la cadena correspondiente al valor de moneda

tCalderilla bolsillo; // Exactamente llevo Cuantas monedas
bolsillo[0] = euro;
bolsillo[1] = cinco_centimos;
bolsillo[2] = medio_euro;
bolsillo[3] = euro;
bolsillo[4] = centimo;
...
for (int moneda = 0; moneda < Cuantas; moneda++)
   cout << aCadena(bolsillo[moneda]) << endl;
```

Luis Hernández Yáñez

Búsqueda en arrays

Luis Hernández Yáñez

Búsqueda en arrays

buscaarray.cpp

¿Qué día las ventas superaron los 1.000 €?

```
const int Dias = 365; // Año no bisiesto
typedef double tVentas[Dias];

int busca(const tVentas ventas) {
// Índice del primer elemento mayor que 1000 (-1 si no hay)
   bool encontrado = false;
   int ind = 0;
   while ((ind < Dias) && !encontrado) { // Esquema de búsqueda
      if (ventas[ind] > 1000) {
         encontrado = true;
      }
      else {
         ind++;
      }
   }
   if (!encontrado) {
      ind = -1;
   }
   return ind;
}
```


Capacidad y copia de arrays

Luis Hernández Yáñez

Capacidad de los arrays

La capacidad de un array no puede ser alterada en la ejecución

El tamaño de un array es una decisión de diseño:

- ✓ En ocasiones será fácil (días de la semana)
- ✓ Cuando pueda variar ha de estimarse un tamaño
  Ni corto ni con mucho desperdicio (posiciones sin usar)

STL (*Standard Template Library*) de C++:
Colecciones más eficientes cuyo tamaño puede variar

Luis Hernández Yáñez

Copia de arrays

No se pueden copiar dos arrays (del mismo tipo) con asignación:

```
array2 = array1; // ¡¡¡ NO COPIA LOS ELEMENTOS !!!
```

Han de copiarse los elementos uno a uno:

```
for (int i = 0; i < N; i++) {
    array2[i] = array1[i];
}
```

Luis Hernández Yáñez

Arrays no completos

Luis Hernández Yáñez

Arrays no completos

Puede que no necesitemos todas las posiciones de un array...

La dimensión del array será el máximo de elementos

Pero podremos tener menos elementos del máximo

Necesitamos un contador de elementos...

```
const int Max = 100;
typedef double tArray[Max];
tArray lista;
int contador = 0;
```

`contador`: indica cuántas posiciones del array se utilizan

Sólo accederemos a las posiciones entre 0 y `contador-1`

Las demás posiciones no contienen información del programa

Luis Hernández Yáñez

Arrays no completos

lista.cpp

```
#include <iostream>
using namespace std;
#include <fstream>

const int Max = 100;
typedef double tArray[Max];

double media(const tArray lista, int cont);

int main() {
   tArray lista;
   int contador = 0;
   double valor, med;
   ifstream archivo;
   archivo.open("lista.txt");
   if (archivo.is_open()) {
      archivo >> valor;
      while ((valor != -1) && (contador < Max)) {
         lista[contador] = valor;
         contador++;
         archivo >> valor;
      } ...
```

Luis Hernández Yáñez

Arrays no completos

```
        archivo.close();
        med = media(lista, contador);
        cout << "Media de los elementos de la lista: " << med << endl;
    }
    else {
        cout << "¡No se pudo abrir el archivo!" << endl;
    }

    return 0;
}

double media(const tArray lista, int cont) {
    double med, total = 0;
    for (int ind = 0; ind < cont; ind++) {
        total = total + lista[ind];
    }
    med = total / cont;
    return med;
}
```

Sólo recorremos hasta cont-1

Acerca de *Creative Commons*

Licencia CC (Creative Commons)

Este tipo de licencias ofrecen algunos derechos a terceras personas bajo ciertas condiciones.

Este documento tiene establecidas las siguientes:

- Reconocimiento (*Attribution*):
  En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia hará falta reconocer la autoría.
- No comercial (*Non commercial*):
  La explotación de la obra queda limitada a usos no comerciales.
- Compartir igual (*Share alike*):
  La explotación autorizada incluye la creación de obras derivadas siempre que mantengan la misma licencia al ser divulgadas.

Pulsa en la imagen de arriba a la derecha para saber más.

Luis Hernández Yáñez