

Estructura general de un programa en C++

De manera general podemos dar una estructura a nuestro código en c++ y separarlo en diferentes secciones (el orden en el que aparecen las siguientes secciones NO es obligatorio, es decir, podrías

- Sección de librerías.
- Directivas del preprocesador
- Funciones / Clases
- Función principal (código principal)

A continuación se muestra la estructura general de un programa en C++

```
#include<iostream>
#include<stdlib.h>
#include"arithmetic.h"
#include"wolfram_alpha.h"
```

Sección de librerías

```
#define PI = 3.1416;
```

Directivas del preprocesador

```
int resuelveSituacionProblema(int a, double b)
{
    int resultado = 0;
    return resultado;
}
```

```
bool noMePongoLasPilasEnElCurso(bool melaspongo)
{
    bool repruebo = true;
    bool apruebo = false;
    if (melaspongo == false)
        return repruebo;
    else
        return apruebo;
}
```

Funciones

Recuerda que las funciones también pueden estar en archivos separados (hpp y cpp). ¿Cuál crees que sea la ventaja de que estén separados en archivos separados?

```
int main()
{
    resuelveSituacionProblema(10, 8.8);
    noMePongoLasPilasEnElCurso(false);
}
```

Función principal / Código principal

Sección de LIBRERÍAS

Permite incluir funciones de código a partir de otros archivos (reusar código). Para incluir una librería se utiliza la palabra reservada “**include**” y el símbolo “**#**”. Observa que el nombre de la librería se puede incluir

- Entre comillas. Significa que la librería se busca en el **directorio actual** en el que está el código de programa
- Entre signos de mayor que y menor que. La librería se busca en el **directorio del sistema**

A continuación se muestra un ejemplo de cómo incluir librerías que están en el sistema o librerías propias.

```
#include<iostream>
#include<stdlib.h>
#include"arithmetic.h"
#include"wolfram_alpha.h"

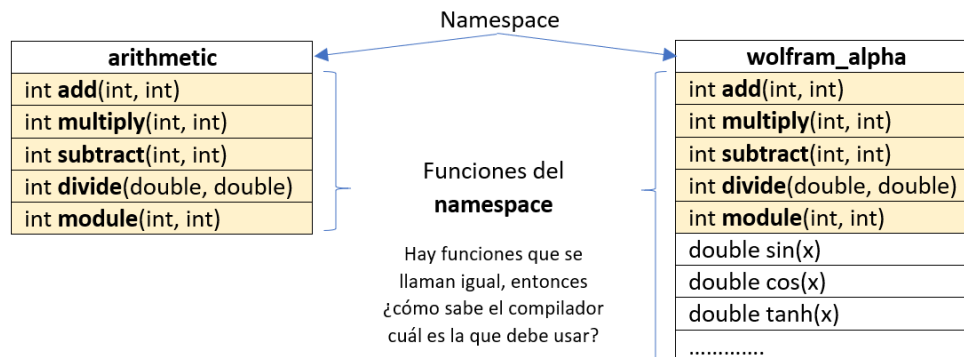
using namespace std;
```

Además, es IMPORTANTE QUE NOTES que en el código aparece `using namespace std;` que indica que estoy utilizando el espacio de nombres **std** que hace referencia a la librería estándar.

Namespaces. Muchas de las funciones más comunes o más usadas están agrupadas en lo que se llama la “librería estándar” (**std**). Esta agrupación de nombre “std” se llama “espacio de nombres” (**namespaces**). “std” es el nombre que alguien le dio al **namespace**, pero podría ser cualquier nombre.

Ejemplo. Agrupar las funciones en **namespaces** es como entrar a la biblioteca del campus e ir directamente a la sección de “computación”. Dividir la biblioteca en secciones permite buscar fácilmente libros.

Dividir nuestro código en **namespaces** permite organizar mejor mis funciones y me facilita buscar las funciones otros programadores han hecho. Ej. Imagina que defines tus propias funciones aritméticas y la guardas en tu propia librería y espacio de nombres y lo llamas “arithmetic”, pero luego quieres incluir las funciones matemáticas de “Wolfram Alpha”. (a continuación, se muestran las funciones incluidas en cada **namespace**)




Si incluyes ambas librerías en tu código, entonces ¿cómo sabe el programa cuál de las dos funciones “**add**” usar?

```
#include "arithmetic.h"
#include "wolfram_alpha.h"
```

```
int main()
{
    add(5,5);
}
```

¿Cómo sabe c++ cuál **add** usar?
¿usa el de arithmetic o el de wolfram?



La respuesta es simple: hay que indicar a qué **namespace** pertenece la función que voy a usar. Esto se puede hacer de 2 formas:

1. Utilizando las palabra reservadas **using namespace**

```
#include "arithmetic.h"
#include "wolfram_alpha.h"

using namespace arithmetic;
int main()
{
    add(5,5);
    wolfram_alpha::add(8,8);
}
```

2. A través del operador de desambiguación (the **scope resolution operator** is **::**)

```
#include "arithmetic.h"
#include "wolfram_alpha.h"

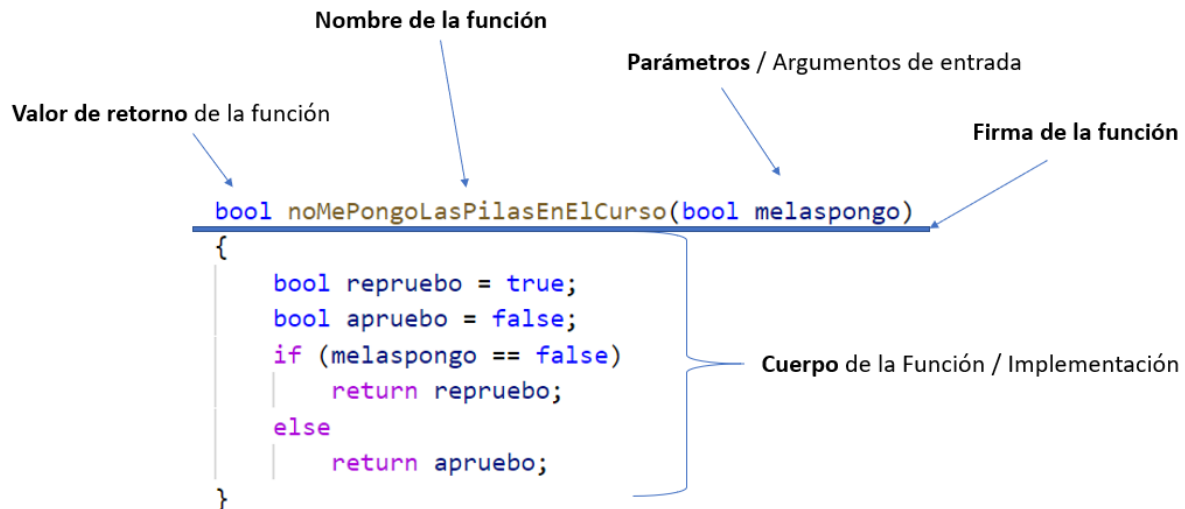
int main()
{
    arithmetic::add(5,5);
    wolfram_alpha::add(8,8);
}
```

Sección de Directivas de Preprocesador

Esta sección permite mandar comandos de procesamiento, es decir, todo aquello que quiero que se realice el compilador de C++ antes de iniciar el proceso de compilación de mi código. Nota: cuando lleguemos a programación Orientada a Objetos utilizaremos la directiva del preprocesador **#pragma once**, así que de momento no daremos más detalles.

SECCIÓN FUNCIONES / CLASES

En esta sección se definen las funciones o clases que usaremos en nuestro programa. Es importante que separemos nuestras funciones / clases en diferentes archivos porque eso facilita reusar nuestro código (compartirlo o usarlo en otro programa). Imagina qué pasaría si pones 100 funciones matemáticas en un mismo archivo, entonces, cuando quieras ocupar el subconjunto de las funciones aritméticas, entonces tienes que importar TODAS y no únicamente el grupo de las aritméticas (overhead). Es muy importante que identifiques las partes de una función. A continuación se detallan:



Partes de una función

* **Firma de la función.** Está formada diferentes elementos:

- **Nombre** de la función. Identificador único (más adelante veremos cómo nombrar dos funciones con el mismo nombre).
- **Valor de retorno.** Permite indicar qué valor devuelve la función (`int`, `void`, etc.) Recuerda que `void` significa que la función no regresa ningún valor.
- **Parámetros** entrada de la función. Son los valores de entrada que vas a procesar en el cuerpo de tu función. Sí, debes estar pensando en ¿cuál es a diferencia con una variable? La diferencia es el lugar donde se declaran. Si está declarada dentro del cuerpo de una función, entonces se llama variable. Si está declarada en la firma de una función, entonces se llama parámetro.

* **Cuerpo de la función / Implementación.** El cuerpo de la función es donde están las instrucciones a ejecutar por nuestro programa. Recuerda que el cuerpo de una función puede estar compuesto por declaración de variables, uso de estructuras condicionales (`if`), uso de estructuras de repetición (`for`), diferentes instrucciones (`cout`, `a+b`, etc.). Además es importante que recuerdes que el cuerpo/implementación de una función está delimitado por llaves/brackets/braces `{}`. Estas mismas llaves son las que permiten conocer el **scope** de una función. Recuerda que la variable de una función (delimitada por *braces*) sólo es visible para esa función y no para otras. Esa visibilidad está delimitada por el scope y el scope está delimitado por las llaves `{}`

FUNCIÓN MAIN

Es la función principal del programa. A partir de ella inicia el flujo de cualquier programa. Sus principales características son:

- Debe devolver un entero. Usualmente se asocia que devolver 0 es un estado “correcto” o que el programa está finalizando de manera adecuada
- Puede o no tener parámetros. Los parámetros se le agregan cuando deseamos que el programa lea valores desde la terminal en la misma línea que se ejecuta el programa. Ej. La siguiente línea ejecuta el programa “suma” y le pasa como parámetros de entrada 2 valores enteros `classPreparation $./suma 1 2`

Nota: Las funciones las volveremos a abordar más adelante como parte del contenido del curso

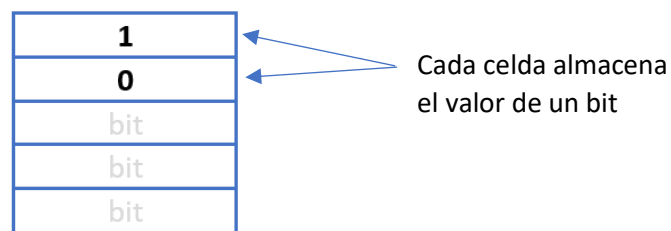
MI PROGRAMA EN C++ Y LA MEMORIA DE MI COMPUTADORA.

Ahora ya tienes más clara la estructura básica de un programa en C++, pero No te has preguntado **¿cómo se guarda mi programa en la memoria de mi computadora? ¿Cómo se guardan las variables?**

Lo primero es recordar que tu PC lo “único” que entiende es código binario. Recuerda que la memoria está compuesta por transistores y capacitores.

- Capacitor. El capacitor sólo guarda un estado (está prendido o apagado)
- El transistor. Es un switch que lee el estado del capacitor o que cambia su estado (lo prende o lo apaga)

Lo anterior es lo que sucede a nivel de hardware, pero para explicarlo mejor y con fines educativos asumiremos de manera muy básica que la memoria de la computadora es como una lista de valores (Lista si pensamos en Python) o como un Arreglo (Arreglo si pensamos en C++ -después daremos más detalles-), donde el valor de cada celda corresponde a un bit (prendido 1, apagado 0). Observa en el siguiente diagrama cómo cada celda almacena el valor de un bit.



Pero, el diagrama anterior no te hace pensar ¿cómo sé en qué celda hay un cero y en qué celda hay un uno? La respuesta es muy sencilla: hay que colocar un índice o un valor que esté asociado a cada celda. Ej. Piensa en algo tan simple como tu casa. ¿Cómo sabe el cartero dónde entregar tus cartas? Por tu dirección que tiene **un número o índice**.



Dado que la memoria sólo entiende binario, entonces los índices se representan con números binarios. Sin embargo, eso sería muy complejo de leer e interpretar para el ser humano por lo que se buscó un sistema numérico que fuera más amigable con el ser humano (se seleccionó el sistema hexadecimal). Si buscaban algo más amigable ¿por qué no eligieron el sistema decimal para representar el índice de cada celda? Simple, porque es más fácil convertir números binarios en números hexadecimales y viceversa. Así, llegamos a la siguiente representación en la que la dirección de memoria de cada celda está representada por números binarios.

0x000000001	1
0x000000002	0
0x000000003	bit
0x000000004	bit
0x000000005	bit
0x000000006	bit
0x000000007	bit
0x000000008	bit
0x000000009	bit
0x00000000A	bit
0x00000000B	bit
0x00000000C	bit
⋮	

Todo va bien, pero para facilitar aún más la “interpretación” de la memoria se decidió agrupar los bits en bloques de 8 bits y se les llamó Bytes. Así, pasamos de tener una lista a tener una matriz de bits como se ve en la siguiente figura

1 byte								
0x000000000	0	1	0	Bit	bit	bit	bit	bit
0x000000001	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000002	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000003	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000004	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000005	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000006	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000007	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000008	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit
0x000000009	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit
0x00000000A	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit
0x00000000B	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit
0x00000000C	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit
0x00000000D	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit
0x00000000E	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit
0x00000000F	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit
0x000000010	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	Bit

Bueno, todo está muy bonito hasta aquí, pero ¿en mi programa cómo veo lo anterior?

Para poder verlo necesitamos una forma de obtener la dirección de una variable en mi programa. Para ello utilizaremos un nuevo **operador**:

- **&** Operador “address of”

El operador “address of” nos dice la dirección en memoria en la que está almacenada una variable (también tiene otros usos). Veámoslo con el siguiente código:

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

El operador “address of” se coloca antes de la variable.

```
int main()
```

```
{
  int a = 5;
  cout << &a;
}
```

Esta línea se lee como “imprime la dirección de A”

El resultado de compilar y ejecutar el código anterior es:

```
ariellucien@L0:
0x7ffffe66292f4;
```

Que es la dirección de memoria en la que se encuentra almacenado el valor 5. Agreguemos más variables a nuestro código

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

```
int main()
```

```
{
  int a = 5;
  int b = 10;
  int c = 15;
  cout << "Dirección de a es" << &a << endl;
  cout << "Dirección de b es" << &b << endl;
  cout << "Dirección de c es" << &c << endl;
}
```

El resultado de compilar y ejecutar el código anterior se muestra a continuación:

```
Dirección de a es0x7ffff9e832ac
Dirección de b es0x7ffff9e832b0
Dirección de c es0x7ffff9e832b4
```

Realicemos un pequeño análisis del resultado anterior. Tomemos los últimos valores del resultado:

```
Dirección de a es0x7ffff9e832ac
Dirección de b es0x7ffff9e832b0
Dirección de c es0x7ffff9e832b4
```

Ahora hagamos una conversión de cada número a binario:


Hexadecimal	Binario
ac	172
b0	176
b4	180

¿Qué puedes deducir a partir de los resultados anteriores?

Sí. Puedes deducir el tamaño de cada tipo de datos. Con lo anterior sabemos que en mi computadora en particular un **entero** se guarda en **4 bytes**

Ejercicio a.

Crea un programa que te permite resolver las siguientes preguntas que apliquen

1. ¿Cuántos bytes se utilizan para almacenar los siguientes tipos de datos?
 - a. Entero (**int**)
 - b. Entero corto (**short**)
 - c. Carácter (**char**)
 - d. Punto flotante (**float**)
 - e. Doble precisión (**double**)
 - f. Boolean (**bool**)
 - g. Long int (**long int**)
 - h. Long double (**long double**)
- 
- Tipos de datos de C++

Conociendo más de la memoria de mi PC y de C++

Ahora conoces un poco mejor cómo se almacena la información en la memoria. Y ¿qué tanta diferencia hay entre c++ y Python? Resulta que python nos hace la vida muuuuy fácil para escribir programas, pero por dentro hace exactamente lo mismo que c++ (hay direcciones de memoria, tipos de datos para guardar diferentes tipos de valores), entonces ¿cuál crees que es la ventaja de usar C++ en lugar de Python? Sí, la ventaja más clara es que nuestros programas en c++ son más óptimos (son más rápidos y pueden usar menos recursos). Entonces un programa en c++ es más complejo de escribir, pero más veloz y con menos recursos computacionales.

Bueno, sigamos con la explicación de cómo C++ administra la memoria. Volvamos a nuestro programa original:

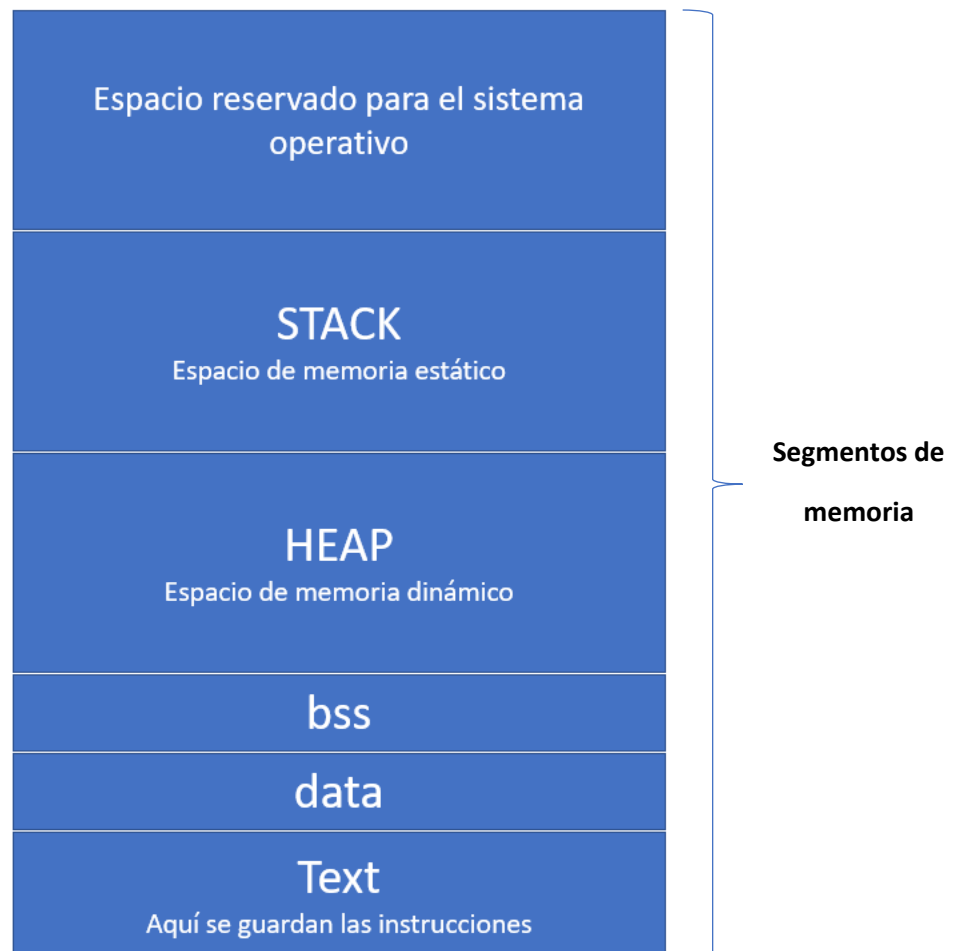
```
#include<iostream>
using namespace std;

int main()
{
    int a = 5;
    int b = 10;
    int c = 15;
}
```

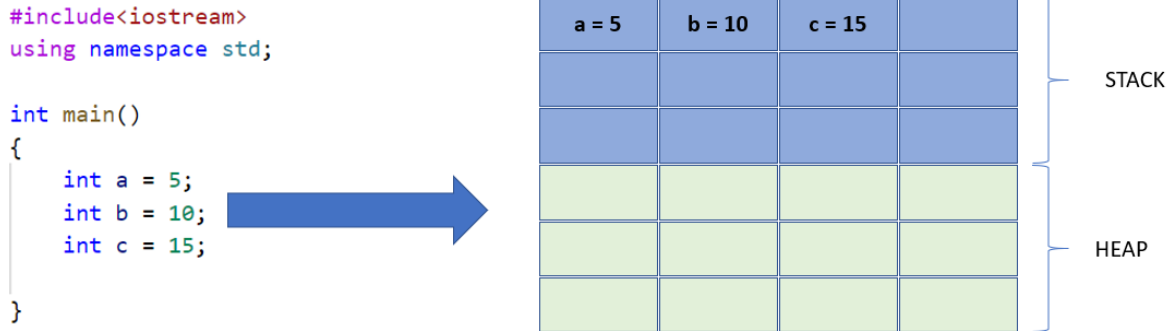
Dado el programa anterior ¿Cuánta memoria se reserva para su ejecución? Sí, sólo 12 bytes. Esa memoria se reserva al inicio de la ejecución del programa porque el compilador sabe que sólo utilizará 12 bytes, es decir, ese programa NO puede utilizar más de 12 bytes porque cuando se compiló se determinó que sólo utilizaría 12 bytes. Esos 12 bytes son fijo, o no se mueven. En términos de programación se dice que esos 12 bytes son estáticos y el área de memoria en el que se reservan se llama “pila” o “**STACK**”. Al ser estática dicha memoria, entonces hay dificultades.

Ej. Imagina que tienes un programa para almacenar a todos los alumnos de tu salón (30 alumnos) y que para cada alumno vas a utilizar 100 bytes, entonces, cuando se compila el programa se indica que en total el programa va a utilizar 30,000 bytes. Esos 30 kbytes (kilo bytes) se reservan en el stack (espacio estático de la memoria), pero ¿qué pasaría si llegaran más alumnos? ¿podrías almacenarlos en tu programa? No, no podrías porque al compilar el programa se determinó que era necesario sólo reservar 30,000 bytes. Entonces ¿cómo hace c++ para permitir que los programas puedan utilizar la memoria libremente, que no sea estática a reserva?

Para poder permitir la administración dinámica de la memoria c++ provee de **apuntadores** y un espacio de memoria que puede ser administrado libremente y es llamado **HEAP**. Veamos el siguiente diagrama que muestra parcialmente cómo está distribuida la memoria:



Regresemos a nuestro programa y veamos cómo se almacena en memoria



Entonces cómo se podemos administrar la memoria de manera dinámica: **APUNTADORES**

APUNTADORES

Los apuntadores permiten administrar la memoria dinámica de un programa. Se llaman apuntadores porque **apuntan a una dirección de memoria**. Los **apuntadores** son variables “especiales” que no guardan valores nativos (int, double, etc.) sino que **guardan direcciones de memoria** (por eso dedicamos toda la primera parte en hablar de direcciones de memoria).

NOTA: Es muy común que cuando se habla de apuntadores se hable de REFERENCIAS. “El apuntador guarda **REFERENCIAS**”. Hablar de referencias es lo mismo que hablar de direcciones de memoria

A continuación aprenderemos cómo manipular apuntadores

- Declaración de apuntadores
- Asignación de valores a un apuntador
- De-Referenciación de un apuntador (acceso al contenido apuntado)
- Reservar memoria dinámica con un apuntador
- Liberar la memoria dinámica reservada con un apuntador

Declaración de apuntadores

Los apuntadores se declaran igual que las variables (recuerda que cuando declaras una variable es forzoso especificar qué tipo de datos va a almacenar). Se especifica el tipo de datos de la dirección que almacenan. Se declaran usando *

A continuación algunos ejemplos de declaración de apuntadores

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

int main()
{
    int *pointer2int;           // La variable pointer2int es un apuntador a una dirección que guarda un entero
    double *pointer2double;    // La variable pointer2double apunta a una dirección que guarda un valor double
    char *pointer2char;        // La variable pointer2char apunta a una dirección que guarda un caracter
}
```

Como verás la declaración de apuntadores es muy simple (sólo es necesario anteponer un * al nombre de la variable)

Asignar valores a un apuntador

Antes de asignar valores a un apuntador debes recordar que los apuntadores **ALMACENAN DIRECCIONES DE MEMORIA** ¿recuerdas cuál es el operador que obtiene la dirección de memoria de una variable? Sí, el ampersand **&**

Vemos algunos ejemplos de cómo asignar valores a un apuntador

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

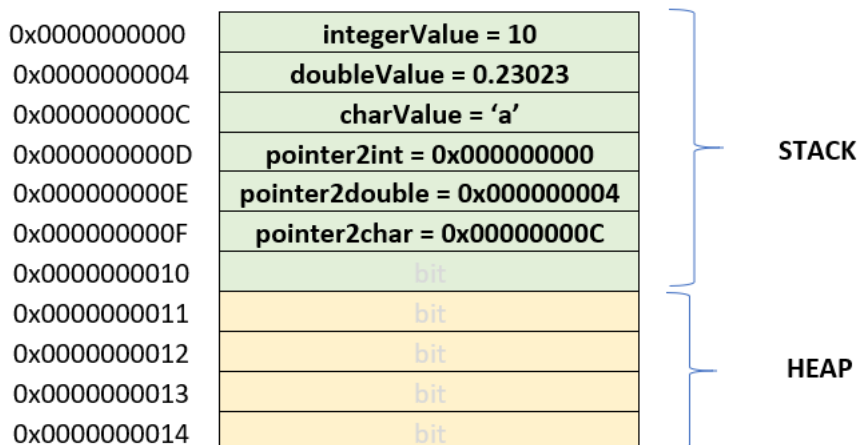
int main()
{
    int integerValue = 10;
    double doubleValue = 0.23023;
    char charValue = 'a';

    // La variable pointer2int guarda la dirección de la variable integerValue
    int *pointer2int = &integerValue;

    // La variable pointer2double apunta a la dirección la variable doubleValue
    double *pointer2double = &doubleValue;

    // La variable pointer2char apunta a la dirección de la variable charValue
    char *pointer2char = &charValue;
}
```

Veamos un pequeño diagrama que representa lo que sucedió en memoria con el programa anterior



Observa cómo los **APUNTADORES SON VARIABLES QUE GUARDAN REFERENCIAS** de memoria. Seguro te estarás preguntando ¿no quedamos que los apuntadores permiten guardar valores dinámicos? ¿por qué están en el stack si el stack es el espacio estático? Tranqui, más adelante llegaremos a ese punto.

Es importante que sepas que, aunque los apuntadores guardan direcciones de memoria, **NO SE PUEDE ASIGNAR** directamente valores HEXADECIMALES. En el siguiente código se muestra lo que **NO ES VÁLIDO HACER**

```
int main()
{
    int*a = 0xff;
}
```

De-Referenciación de un apuntador (acceso al contenido de la dirección del apuntador)

Recuerda que dijimos que hablar de REFERENCIAS es lo mismo que hablar de direcciones de memoria. En pasos previos aprendiste cómo asignar direcciones de memoria a un apuntador, pero en nuestros programas nunca usaremos impresas direcciones de memoria, sólo vemos valores, entonces ¿cómo puedo acceder al valor al que apunta el apuntador? Es decir ¿cómo puedo acceder al contenido apuntado? Muy sencillo.

Acceder al contenido de un apuntador se llama De-Referenciar el apuntador. Se llama de-referenciar por que le voy a quitar la referencia, es decir la dirección, para quedarme solo con el valor.

Para de-referenciar se utiliza el operador *, queeeeeeeé? WT..? el mismo asterisco es para declarara apuntadores y para de-referenciar? Sí, es el mismo. A continuación algunos ejemplos

```
void main3()
{
    int integerValue = 10;
    double doubleValue = 0.23023;
    char charValue = 'a';

    int *pointer2int = &integerValue;
    double *pointer2double = &doubleValue;
    char *pointer2char = &charValue;

    cout << " la dirección que guarda pointer2int es " << pointer2int << " y su contenido es " << *pointer2int << endl;
    cout << " la dirección que guarda pointer2double es " << pointer2double << " y su contenido es " << *pointer2double << endl;
    cout << " la dirección que guarda pointer2char es " << pointer2char << " y su contenido es " << *pointer2char << endl;
}
```

**Pointer o
Dirección de memoria**



**Contenido o
Dereferencia**



Usos del operador *

- Sirve para declarar apuntadores
- Permite dereferenciar apuntadores (acceder a su contenido)

Operadores de De-Referenciación

Existen dos operadores que permiten dereferenciar apuntadores. Se pueden utilizar de manera indistinta (depende del programador cuál quiera usar)

- * El asterisco
- [] Los corchetes

A continuación un ejemplo

```
int main()
{
    int integerValue = 10;
    double doubleValue = 0.23023;
    char charValue = 'a';

    int *pointer2int = &integerValue;
    double *pointer2double = &doubleValue;
    char *pointer2char = &charValue;

    Dereferencia con *      Dereferencia con []
           ↓                ↓

    cout << " pointer2int dereferenciado con * " << *pointer2int << " y con [] " << pointer2int[0] << endl;
    cout << " pointer2int dereferenciado con * " << *pointer2double << " y con [] " << pointer2double[0] << endl;
    cout << " pointer2int dereferenciado con * " << *pointer2char << " y con [] " << pointer2char[0] << endl;
}
```

¡Y ahora la pregunta del millón! ¿Por qué crees que cuando se usan los corchetes [] para dereferenciar se coloca el índice cero? ¿qué te recuerda esto? ¿Qué puedes deducir a partir de esto? Envía tu respuesta directamente al chat de tu mentor 😊 (no tiene fecha, pero sé que te ayudará)

Con esto en mente ¿qué pasaría si cambio el valor al que apunta uno de mis apuntadores? ¿qué pasaría con valor de la variable original? Vemos el código y obtén tus conclusiones

```
int main()
{
    int integerValue = 10;
    int *pointer2int = &integerValue;

    //ahora cambiemos al valor al que apunta pointer2int -dupliquémoslo-
    *pointer2int = *pointer2int*2;

    //vamos a imprimir el valo original
    cout << "el valor de la variable original integerValue ahora es " << integerValue;
}
```

Reservar Memoria Dinámica con Apuntadores

Hasta ahora sólo hemos reservado memoria en la parte estática (aún utilizando apuntadores), pero cómo podemos realmente explotar las ventajas de administrar “libremente” la memoria en mis programas?

Para reservar memoria de manera dinámica hay 2 operadores:

- **malloc** esta es la forma de reservar memoria en C
- **new** esta es la forma de reservar memoria en C++ (en el interior de new, en las tripas, se utiliza malloc, pero para facilitar todo en C++ se creo una función más simple)

A continuación se muestra cómo se reserva memoria de forma dinámica

```
int main()
{
    int *pointer2int;

    pointer2int = new int;

    return 0;
}
```

Donde `int *pointer2int;` es la declaración del apuntador. Luego, en lugar de asignarle una dirección de memoria (como en capítulos anteriores), le indicamos al compilador que reserve **nuevo** espacio de memoria y, siguiendo las reglas para las variables, es necesario indicar cuánto espacio es que se quiere reservar (espacio para un entero) `pointer2int = new int;` Ahora veamos cómo se ve el código anterior en memoria

0x000000000	pointer2int
0x000000004	
0x00000000C	
0x00000000D	
0x00000000E	
0x00000000F	
0x000000010	
0x000000011	
0x000000012	
0x000000013	
0x000000014	

```
int *pointer2int;
```

Cuando se ejecuta la instrucción anterior lo único que sucede en memoria es que se reserva espacio en el **stack** para una variable que es un apuntador. Observa que NO tiene valor o no apunta a nada

Luego cuando ejecutamos la siguiente instrucción:

0x000000000	pointer2int = 0x000000011
0x000000004	
0x00000000C	
0x00000000D	
0x00000000E	
0x00000000F	
0x000000010	
0x000000011	////
0x000000012	////
0x000000013	////
0x000000014	////

```
pointer2int = new int;
```

Cuando ejecutamos la instrucción anterior se reserva espacio para almacenar un entero -4 bytes- Dicho espacio se reserva en el **heap**

Observa cómo el espacio se reservó al final de la memoria. Se utilizaron `////` para indicar que es espacio reservado, pero nota que ese espacio NO TIENE NOMBRE.

¡Pregunta del segundo millón! Explica ¿por qué crees que se reservó la memoria del Heap al revés?

Envía tu respuesta directamente al whatsapp de tu mentor (a ver qué cara pone cuando le llenemos el whats de mensajes 😊)

A continuación más ejemplos de reserva de memoria dinámica. Además de la reserva asignaremos valores a los apuntadores.

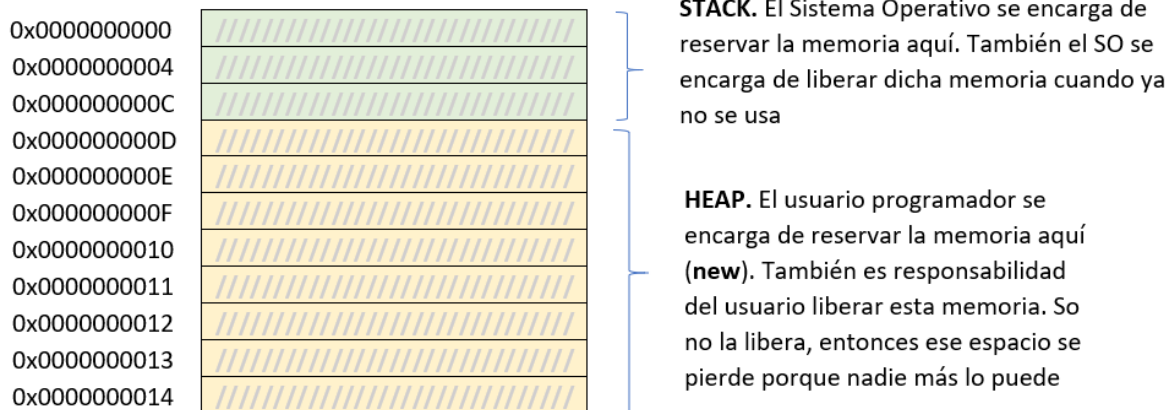
```
int main()
{
    int *pointer2int;
    float *pointer2float;
    string *pointer2string;

    pointer2int = new int;
    pointer2float = new float;
    pointer2string = new string;

    *pointer2int = 323;
    *pointer2float = 323.3f;
    *pointer2string = "échale ganitas para no reprobar";
    return 0;
}
```

NOTA MUY MUY IMPORTANTE RESPECTO A LA MEMORIA

Es muy importante que sepas que TODO LO QUE SE RESERVA EN ESPACIO ESTÁTICO (MEMORIA EN EL STACK) es administrado por el sistema operativo. Esto es una gran ventaja porque cuando compilas tu programa, entonces EL COMPILADOR PIDE AL SISTEMA OPERATIVO QUE RESERVE ESPACIO EN LA MEMORIA y así lo hace, pero cuando termina tu programa ¿quién se encarga de liberar dicha memoria? Correcto, el sistema operativo es quien se encarga de liberar la memoria, porque él la reservó. ¿Qué pasa cuando tú reservas espacio de manera dinámica? ¿Quién se encarga de liberar la memoria dinámica reservada? Correcto, es TÚ RESPONSABILIDAD COMO PROGRAMADOR liberar la memoria que hayas reservado de manera dinámica!!!!!!



Liberar la memoria dinámica reservada con un apuntador

Para liberar la memoria dinámica se pueden utilizar 2 operadores

- **free** Es el operador de C que permite liberar memoria
- **delete** Es el operador de C++ para liberar memoria dinámica (muy en su interior delete funciona usando el free de c++)

se recomienda liberar la memoria cuando sabes que ya no vas a utilizar una variable. A continuación algunos ejemplos de cómo reservar y liberar memoria:


```
int main()
{
    int *pointer2int;
    float *pointer2float;
    string *pointer2string;

    pointer2int = new int;
    pointer2float = new float;
    pointer2string = new string;

    *pointer2int = 323;
    *pointer2float = 323.3f;
    *pointer2string = "échale ganitas para no reprobar";

    delete pointer2int;
    delete pointer2float;
    delete pointer2string;

    return 0;
}
```



Se debe liberar la memoria dinámica reservada antes de que termine nuestro programa

Funciones

Ahora vamos a hacer un pequeño repaso de funcione. Recuerda que las funciones son bloques de código cuyo principal objetivo es reutilizar código: “sí hago un programa que resuelve integrales, entonces cada vez que quiera resolver una integral sólo mando llamar mi programa/función sin tener que escribir toooodo el código necesario para resolver una integral. Los temas que vamos a tratar son (recuerda que los parámetros son las variables de entrada de una función):

- Pasar parámetros por valor
- Pasar parámetros por referencia
- Pasar parámetros por dirección

Pero, como estoy obsesionado con el la memoria de la computadora, entonces veamos qué sucede en memoria cuando definimos y usamos funciones (veremos un programa con funciones y paso a paso veremos qué sucede en memoria)

```
87  int add(int num1, int num2)
88  {
89      return num1+num2;
90  }
91
92  int multiply(int num1, int num2)
93  {
94      return num1*num2;
95  }
96
97  int main2()
98  {
99      int num1 = 10;
100     int num2 = 20;
101
102     int res = add(num1, num2);
103 }
104
```

Sigamos paso a paso cada una de las instrucciones y vemos qué va sucediendo en memoria. Todo inicia en la línea 99

Primero se crean 3 variables en memoria

<code>int num1 = 10;</code>	0x0000000000	num1 = 10
<code>int num2 = 20;</code>	0x0000000004	num2 = 20
<code>int res =</code>	0x000000000C	res =
	0x000000000D	
	0x000000000E	
	0x000000000F	
	0x0000000010	
	0x0000000011	
	0x0000000012	
	0x0000000013	
	0x0000000014	

Luego viene la llamada a la función (aquí lo interesante). Si ves la firma de la función verás que tiene 2 parámetros de tipo entero. Esos parámetros se deben crear también en memoria

<code>add(num1, num2);</code>	0x0000000000	num1 = 10
	0x0000000004	num2 = 20
	0x000000000C	res =
	0x000000000D	num1 = 10
	0x000000000E	num2 = 20
	0x000000000F	
	0x0000000010	
	0x0000000011	
	0x0000000012	
	0x0000000013	
	0x0000000014	

iiiiQué diablos!!!!

¿Cómo puede haber en memoria dos variables que se llaman igual?

No entraré en detalle a lo que ocurre dentro de la función **add**, pero sí a lo que sucede cuando termina la función **add** y se devuelve el resultado de la operación

<code>int res = add(num1, num2);</code>	0x0000000000	num1 = 10
	0x0000000004	num2 = 20
	0x000000000C	res = 30
Observa cómo cuando se termina de ejecutar la instrucción desaparecen las variables num1 y num2 correspondientes a los parámetros de la función add y ahora la variable res almacena el resultado de la función	0x000000000D	
	0x000000000E	
	0x000000000F	
	0x0000000010	
	0x0000000011	
	0x0000000012	
	0x0000000013	
	0x0000000014	

Te diste cuenta de lo que comentamos en algún capítulo atrás “la memoria estática la administra el sistema operativo (la reserva y la libera automáticamente)”. ¿Cómo sabe el compilador que ya no va a usar las variables/atributos de la función **add** para liberarlas? Muy sencillo, gracias a los brackets/braces que delimitan la función 😊

Bueno, ahora que viste lo que sucede en memoria, viene la explicación teórica:

Las funciones se reservan en un espacio especial de la memoria “TEXT” segment, pero NO todo está guardado en éste segmento, sólo las instrucciones. Las variables y atributos que no son apuntadores se guardan en el stack y sí, cada que ejecutas una función que no tiene apuntadores se crean copias de los valores que le pasas a la función (los parámetros). Esto se llama “**Pasar parámetros por valor**”. Lo malo de pasar los parámetros así es que se copian, lo que significa que en memoria hay 2 veces el mismo valor repetido 😞 ¿esto no es ineficiente? Depende de lo que quiera el programador. Ej. Imagina que vas a comprar un auto y te piden que dejes las escrituras de tu casa para garantizar el pago ¿les das tus escrituras? Nooooo, claro que no, pq pueden hacer mal uso de tus escrituras, entonces lo que les das es UNA COPIA para que puedan hacer lo que tengan que hacer, pero sin darles tus valores originales. Así mismo en programación, tú decides si quieres que dar copia de tus datos/variables o les das los valores originales.

Pasar parámetros por referencia.

La segunda forma de pasar parámetros a una función es por referencia ¿esto no te trae un recuerdo? Sí, hablamos de referencia cuando hablamos de direcciones de memoria y sí, cuando pasamos un valor por referencia, significa que en lugar de copiarlo pasamos la dirección implícita de la variable que pasamos. También es importante qué recuerdes ¿qué operador usábamos para obtener la dirección de una variable? Sí, usábamos el ampersand **&** . Veamos un ejemplo de cómo usar el ampersand para pasar parámetros por referencia

```
int add(int &num1, int &num2)
{
    return num1+num2;
}

int multiply(int &num1, int &num2)
{
    return num1*num2;
}

int main2()
{
    int num1 = 10;
    int num2 = 20;

    int res = add(num1, num2);
}
```

Pasar por referencia es tan simple como agregarle el **&** en la lista de parámetros de la función. Todo lo demás es idéntico al código que tenemos en la sección anterior. Y claro, YA NO HAY COPIAS INECESARIAS EN MEMORIA.

¿cómo sé que el **&** es para pasar por referencia y no para obtener la dirección de una variable?

Fácil. Si el ampersand está en la firma de una función, entonces es paso por referencia, si no, entonces es para obtener la dirección de una variable

Te acuerdas ¿qué hacías cuando necesitabas que una variable la pudieran ver diferentes funciones?

Sí, te ponías a declarar VARIABLES GLOBALES. Tache, tache, tache. Es una muy mala práctica utilizar variables globales. Ahora que ya conoces cómo pasar valores por referencia entonces no necesitas usar variables globales 😊

A continuación un ejemplo en el que se muestra qué pasa si cambias el valor de un parámetro que has pasado por referencia y otro que ha pasado por valor/copia

```
void cambiaValores(int& num1, int num2)
{
    // ahora cambiemos los valores de ambos parámetros
    // y luego ve que sucede en la función main
    num1 = 111111;
    num2 = 222222;
}

int main()
{
    int num1 = 1;
    int num2 = 2;

    cout<<"num1 antes de llamar la función cambiaValores vale " << num1 << endl;
    cout<<"num2 antes de llamar la función cambiaValores vale " << num2 << endl;

    cambiaValores(num1, num2);

    cout<<"num1 antes de llamar la función cambiaValores vale " << num1 << endl;
    cout<<"num2 antes de llamar la función cambiaValores vale " << num2 << endl;
}
```

← num1 pasa por referencia
Y num2 pasa por valor

Pasar parámetros por dirección

La última forma de pasar parámetros es por dirección ¿otra vez direcciones? Sí, ajajajaj, sufre!!!!!!!!!!

Bueno, cuando hablamos de direcciones, hablamos de **apuntadores** y sí, pasar parámetros por dirección significa pasar parámetros como apuntadores 😊. Veamos un ejemplo y vayamos explicando paso a paso cada instrucción y viendo qué sucede en memoria