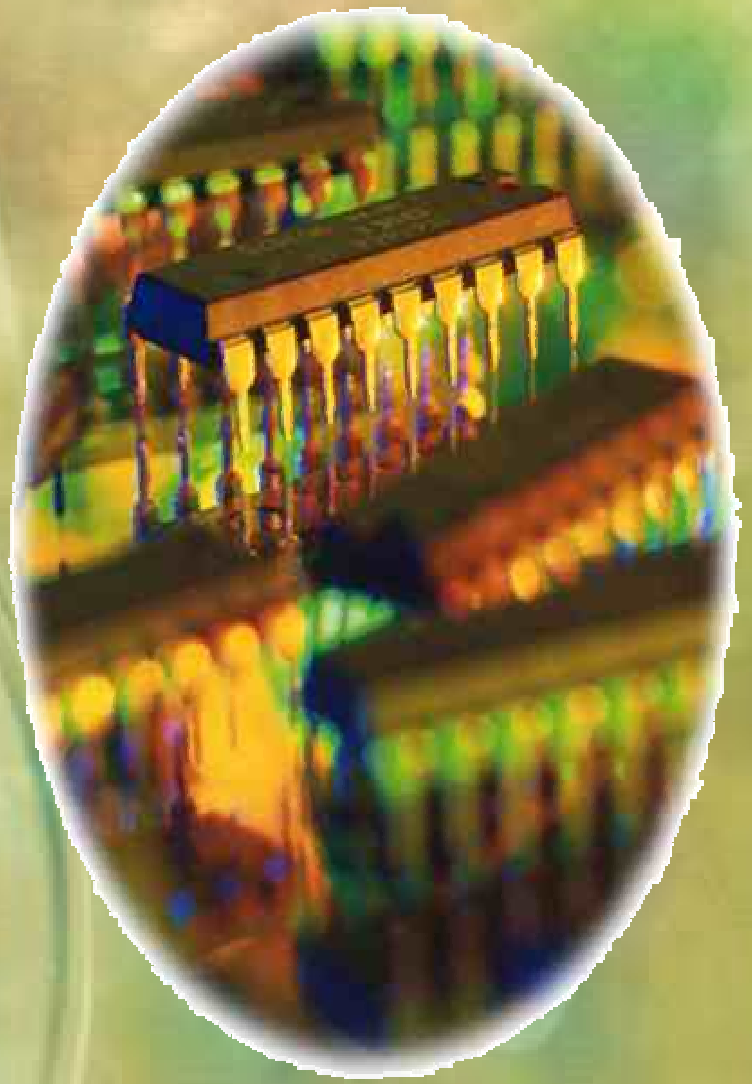
TEMA

1

Funciones y Procedimientos



Dept. Ciencias de la Computación e I.A.

Universidad de Granada

FUNCIONES
Y
PROCEDIMIENTOS

- Programación modular.
- Funciones.
- Parámetros formales y actuales.
- Procedimientos.
- Paso de parámetros por valor y por referencia.

Motivación I

- Una forma natural de atacar problemas grandes es dividirlo en sub-problemas que se puedan resolver de forma "independiente" y luego combinarse.
- En programación, esta técnica se refleja en el uso de sub-programas: conjunto de instrucciones que realizan una tarea específica.
- En C++ los sub-programas se denominan funciones.
- Recibe valores de entrada (parámetros) y proporciona un valor de salida (valor de retorno). La función se *llama* o *invoca* cuando deseamos aplicarla.
- Analogía: un jefe (él que llama la función) solicita a un empleado (la función), que realice una tarea y devuelva los resultados una vez que finalice.

Motivación II

La utilización de subprogramas permite:

- *Reducir la complejidad del programa (“divide y vencerás”).*
- *Eliminar código duplicado.*
- *Limitar los efectos de los cambios (aislar aspectos concretos).*
- *Ocultar detalles de implementación (p.ej. algoritmos complejos).*
- *Promover la reutilización de código*
- *Mejorar la legibilidad del código.*
- *Facilitar la portabilidad del código.*

Funciones

Desde el punto de vista matemático, una ***función*** es una operación que a partir de uno o mas valores (***argumentos***), produce un valor denominado ***resultado*** o ***valor de la función***.

Ejemplo:

$$F(x) = x / (1+x^2)$$

F es el nombre de la función y *x* es el argumento.

Para evaluar F se necesita darle valor a *x.*

Si $x = 3$, entonces

$$F(3) = 3 / (1+3^2)$$
$$= 0.3$$

Funciones

Una función puede tener varios argumentos, aunque el ***resultado*** o ***valor de la función*** es único.

Ejemplo:

$$F1(x,y) = x * y$$

$$F2(x,y,z) = x^2 + y^2 + z^2$$

Los lenguajes proveen una serie de funciones predefinidas que facilitan la tarea al programador. Por ejemplo, las incluídas en la librería matemática.

Para utilizarlas, debemos escribir

nombre de la función(argumentos)

sqrt(900.0)

la función *sqrt*, toma un argumento de tipo *double* y devuelve como resultado un valor de tipo *double*

- Hemos visto cuales son las motivaciones para la utilización de subprogramas (funciones en C++)

- Durante el curso anterior, se han utilizado funciones "provistas por el lenguaje", especialmente, las incluídas en la librería matemática

- Ahora tenemos la posibilidad de definir nuestras propias funciones.

Declaración de funciones

Declaración o Prototipo de la función

<tipo> nombre_func(<lista de parámetros>);

<tipo>: especifica el tipo del valor que devuelve la función (el tipo que tendrá el resultado)

nombre_func: el nombre de la función

<lista de parámetros> lista que indica cuantos argumentos y de qué tipo se necesitan para utilizar la función.

La declaración de la función termina con un punto y coma.

Definición de funciones

Definición de la función: *describe el funcionamiento interno de la misma: es decir, el algoritmo que se aplica para calcular el valor que se debe devolver.*

Se distinguen dos partes en la definición

1. ***la cabecera de la función***: que es idéntica al prototipo
2. ***el cuerpo de la función:*** serie de declaraciones y sentencias que deben encerrarse entre llaves (estructura similar al cuerpo del programa principal)

Ejemplos

Prototipos

- double promedio(double v1, double v2);
- bool esNroPar(int nro);
- double sqrt(double x);
- char toupper(char c);
- bool esMayor(int a, int b);
- bool aprobado(int notaPromedio);

Ejemplos

```
double promedio(double v1, double v2)
  {return((v1+v2)/2.0);
  }

bool esNroPar(int nro)
  {if(nro%2 == 0)
     return(true);
   else
    return(false);
  }

bool esMayor(int a, int b)
  {return(a > b);
  }
```

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

double precioFinal(double costoUnitario, int cantItems);

int main()
{double costo, precio;
 int cantidad;

 cout << " Ingrese la cantidad de items a comprar: ";
 cin >> cantidad;
 cout << " Ingrese el costo por unidad: ";
 cin >> costo;

 precio = precioFinal(costo, cantidad);

 cout << " Total a Pagar (iva incluido): " << precio;

 return(0);
}
```

Parámetros Formales

Declaración de la función o prototipo

Llamada a la función

Parámetros Actuales

```
double precioFinal(double costoUnitario, int cantItems)
{const double IVA = 0.16;
 double subTotal;

 subTotal = costoUnitario * cantItems;

 return(subTotal + subTotal*IVA);
}
```

Cabecera de la función

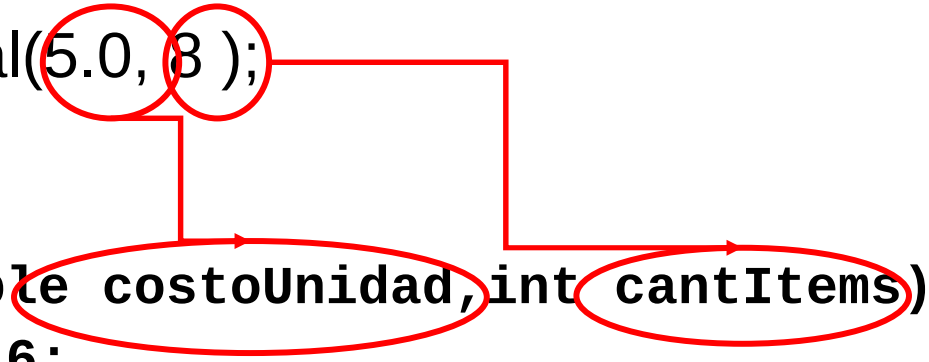
Cuerpo de la función

Parámetros Formales y Parámetros Actuales

Qué ocurre cuando hacemos:

precio = precioFinal(5.0, 8);

?



```
double precioFinal(double costoUnidad,int cantItems)
{const double IVA = 0.16;
 double subTotal;


 subTotal = costoUnitario * cantItems;
  return(subTotal + subTotal*IVA);
}
```

Se copia el valor de los parámetros actuales en los formales

- Se copia el valor de los argumentos o parámetros actuales en los parámetros formales.

- Se transfiere el flujo de ejecución a la función invocada.

- Cuando la función termina su ejecución, devuelve el control al programa principal, que continuará en la línea siguiente a la invocación

Ejemplos I

```
int sumatoria(int inicio, int
  fin)
{int suma,i;
 suma = 0;
 for(i=inicio;i <= fin, i=i+1)
  suma = suma + i;
 return(suma);
}

int potencia(int n, int k)
{int acum,i;
 acum = 1;
 for(i=1; i <= k; i=i+1)
```

Ejemplos II

```
int cuadrado(int n);
int cubo(int n);

int main ()
{int k = 3;
 cout << cuadrado(k);
 cout << cubo(k);
 return(0);
}
```

```
int cuadrado(int n)
   {return(n*n);
   }
```

```
int cubo(int n)
  {return(n*cuadrado(n));
  }
```

Funciones que no retornan ningún valor

- Llamadas también "Procedimientos"
- En la declaración se indica:

```
void nombre_func(<lista de parámetros>);
```

- Útiles para mostrar información:

void limpiarPantalla();

void mostrarValores(int v1, int v2);

Ejemplo: imprimir k asteriscos

imprimir k símbolos

dibujo de triángulos

Reglas de Alcance

El buen uso de la programación modular requiere que los módulos (funciones) sean independientes.

Esto se consigue intentando satisfacer dos condiciones:

- Cada módulo se diseña sin conocimiento del diseño de otros módulos
- La ejecución de un subprograma particular no tiene por que afectar a los valores de las variables de otros subprogramas.

Dado que se permite el anidamiento en la llamada a funciones, es necesario establecer mecanismos para evitar problemas con los identificadores definidos en varias partes del código.

Conceptos de **variables local**

variable global

Variables Locales

Son aquellas que se declaran en el cuerpo de la función. Solo son "visibles" o "usables" dentro de la función donde se han declarado.

Dos funciones diferentes, pueden utilizar los mismos nombres de variables sin "interferencias" ya que se refieren a posiciones diferentes de memoria.

```
int main ()
{int k = 3;
 cout << cuadrado(k);
 cout << k;
 return(0);
}
```

```
int cuadrado(int n)
{int k;
 k = n*n;
 return(k);
}
```

La variable *k* sigue valiendo 3 después de llamar a *cuadrado(k)*

Constantes y Variables Globales

Si definimos una constante

const double PI = 3.14159;

dentro de una función (incluyendo main), el valor *PI* será "local" a dicha función.

¿Cómo hacer para que sea visible en todas las funciones?

Declararla como constante global: no incluirla en el cuerpo de ninguna función.

También se pueden definir variables globales, aunque su utilización no está recomendada.

Ejemplo

```
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;
const double PI=3.14159;
//calcula el área de un círculo de radio "radio"
double area(double radio);
// calcula el volumen de un esfera de radio "radio"
double volumen(double radio);
int main ()
{double r = 2.5;
 cout << area(r);
 cout << volumen(r);
 system("PAUSE");
return(0);
}
```

```
double area(double radio)
  {return(PI*radio*radio);
  }
double volumen(double radio)
 {double tmp = pow(radio,3);
  return((4.0/3.0)*PI*tmp);
 }
```

Recomendaciones para la definición de funciones

- Escriba funciones como si fueran "cajas negras": el usuario debe saber QUÉ hace la función y no CÓMO lo hace.
- La declaración de la función y un comentario adecuado deben ser suficientes para saber como usarla.
- Todas las variables utilizadas en el cuerpo de la función deben estar definidas en el cuerpo de la función.
- Conceptos Relacionados: abstracción procedural, ocultamiento de información.

Ejemplos

- Defina una función que calcule el máximo de dos valores.
- Muestre como se puede utilizar la anterior para calcular el máximo de tres valores
- Defina una función que calcule la distancia entre dos puntos en el plano.
- Utilice la función anterior para calcular el perímetro de un cuadrilátero (definido mediante los 4 vértices)
- Implemente una función que permita dibujar cuadrados
- Dado el prototipo de función

  int F(int x, char y), y las variables a y b de tipo char, k de tipo int e inicializadas correctamente.

¿Qué es correcto?

b=F(a,'8'); F(b,1); F(1,a); k=F(k+1,b); k=F(98,'k');

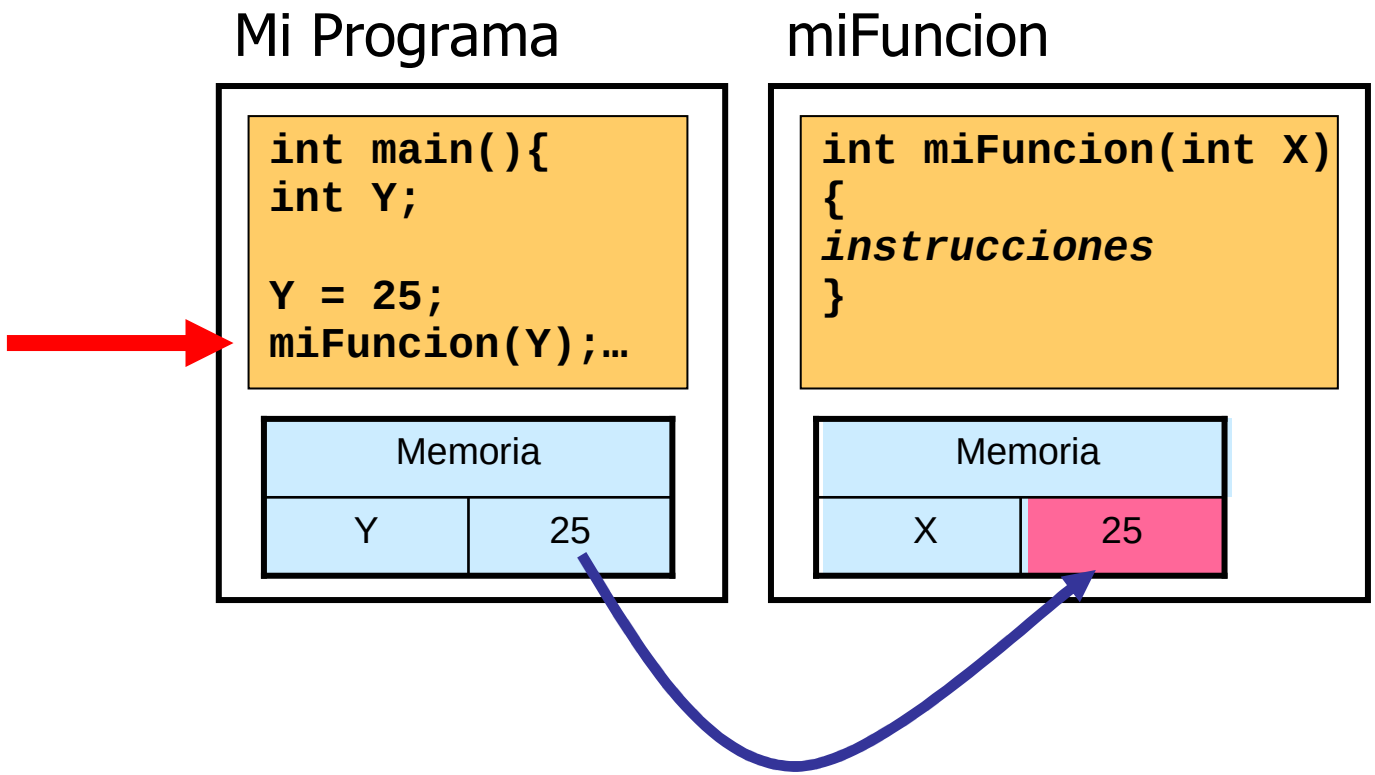
Paso de Parámetros a Funciones

- Paso de Parámetros por valor
- Paso de Parámetros por referencia
- Ejemplos de Utilización

Paso de Parámetros por Valor

- Es el mecanismo que hemos visto hasta ahora. El valor de los argumentos se copia en los parámetros formales.
- Los argumentos que se "pasan" por valor, también reciben el nombre de parámetros de entrada.
- Los parámetros formales funcionan como variables locales.
- Los argumentos pueden ser variables o valores literales *cuadrado(4)*, *cuadrado(n)*

Parámetros por Valor

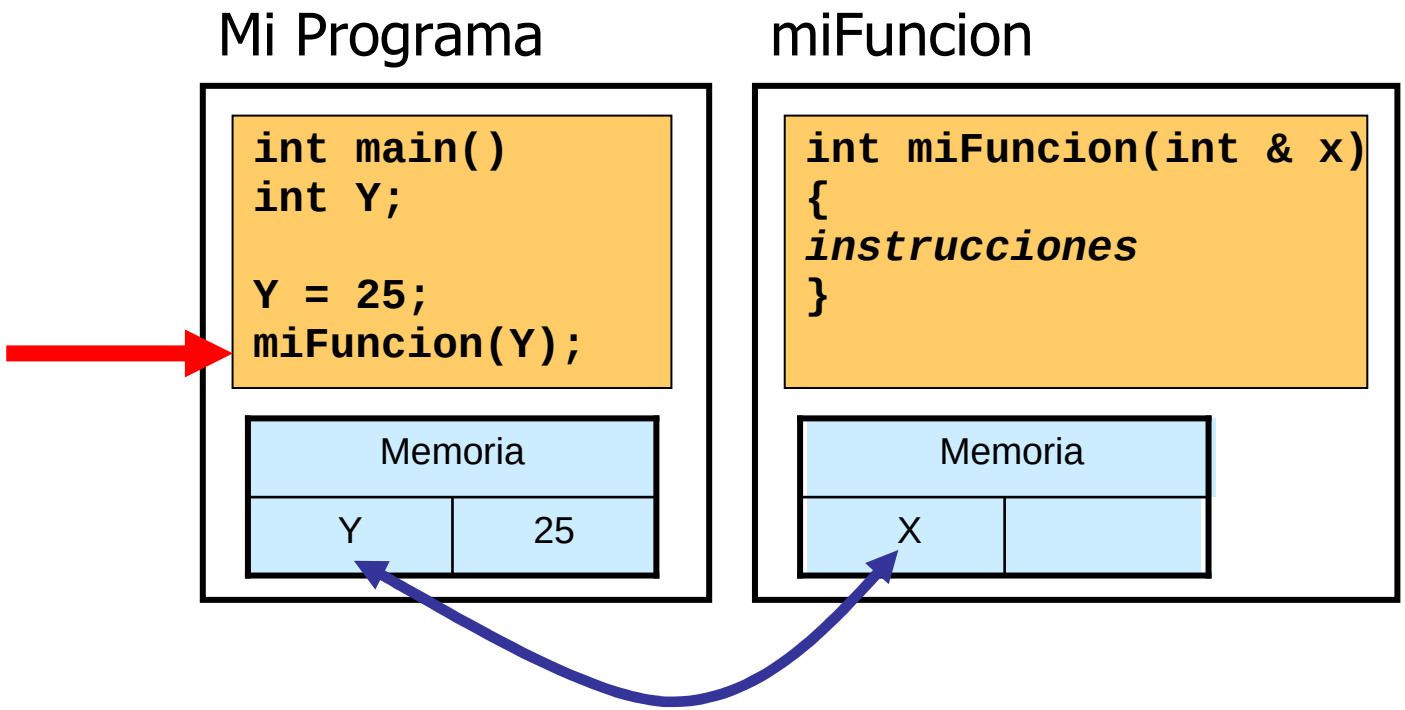


La función "miFuncion" trabaja sobre una copia del valor del parámetro actual.

Paso de Parámetros por Referencia

- Un parámetro por referencia sirve para que la función comunique valores calculados al programa que la invocó.
- También se denominan parámetros de salida o entrada/ salida
- El valor de un parámetro por referencia puede ser leído y modificado dentro de la función y ésta modificación queda reflejada en el parámetro real cuando acaba la función.
- Para usar parámetros por referencia el identificador del parámetro formal debe estar precedido por el símbolo clave **&**
- El parámetro actual debe ser una variable, no una expresión

Parámetros por Referencia



- La variable X es un "alias" para la variable Y.
- X e Y hacen referencia a la misma posición de memoria
- Todos los cambios que hagamos dentro de la función *“miFuncion”* sobre la variable X se reflejarán en el parámetro actual correspondiente.

Ejemplo

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

const double PI=3.14159;

void AreaVol(double radio, double &area, double &volumen);
//calcula área y volumen de un círculo de radio "radio"
int main ()
   {double r = 2.5;
    double a, v;
    Area_Vol(r,a,v);
    cout << "Area:" << a << ", Volumen:" << v;
    return(0);
   }

void AreaVol(double radio, double &area, double &volumen)
   {area = PI * radio * radio;
    volumen = (4.0/3.0)* PI * pow(radio,3);
   }
```

	Parámetros por valor	Parámetros por referencia
Propósito del parámetro	Usado para transmitir un valor al cuerpo de la función	Como por valor, pero puede afectar a la variable actual
Forma del parámetro actual	Una expresión, variable o literal	Una variable
Tipo del parámetro actual	El mismo tipo que el parámetro formal	El mismo tipo que el parámetro formal
Tareas realizadas antes de ejecutar el cuerpo de la función	Creación de una variable local copia del valor del parámetro actual	Ninguna
Variable realmente accedida al usar el parámetro formal	La variable local	La variable que es el parámetro actual

Ejercicios

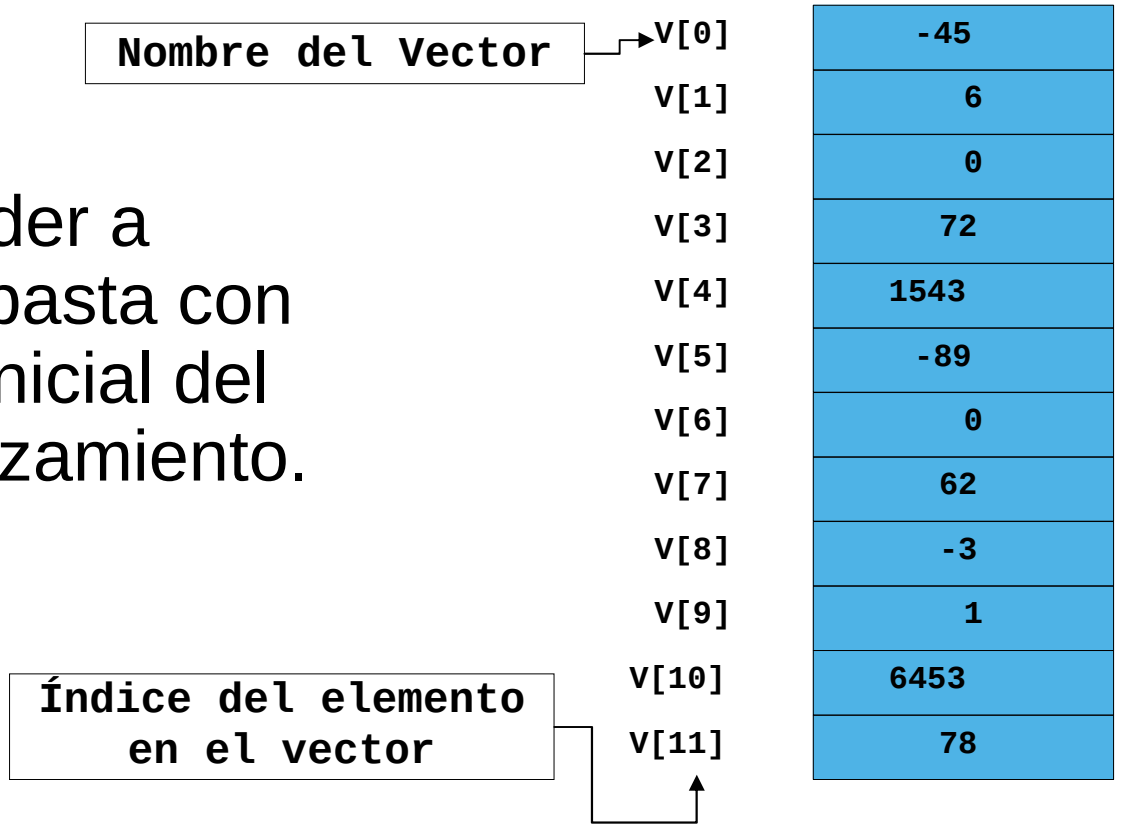
- Implemente una función *Intercambio* que reciba dos variables enteras e intercambie sus valores.
- Utilizando la función anterior, implemente una función que reciba tres variables de tipo entero *a, b* y *c*, y los reasigne de forma tal que

  a <= *b* <= *c*
- Implemente una función para obtener el módulo y argumento (forma polar), de un número complejo expresado en forma binomial

Vectores como Parámetros

La declaración de un vector produce la reserva de un conjunto consecutivo de posiciones de memoria (tantas como componentes tenga el vector).

Notar que para acceder a cualquier elemento, basta con conocer la posición inicial del vector más el desplazamiento.



Vectores como Parámetros

En el parámetro actual, indicaremos el nombre del vector sin los corchetes.

El paso de un vector

int Medidas[24];

a una función denominada *Calculo*, será similar a

Calculo(Medidas, 24);

Por lo general, siempre se pasa el tamaño del vector como parámetro

Vectores como Parámetros

Los vectores se pasan por referencia (aunque no se indique &)

- El nombre del vector es la dirección del primer elemento
- La función "conoce" donde está almacenado el vector
- La función modifica las posiciones de memoria originales

Por defecto, los valores individuales del vector, son pasados por valor

Vectores como Parámetros

El prototipo de la función será:

void Calculo(int v[], int nroElems);

Como antes, los nombres son opcionales en el prototipo

int v[] puede ser int []

int nroElems puede ser int

Valdría: *void Calculo(int[], int);*

Ejemplo

```
/* multiplica por 2 cada
componente del vector*/
#include <iostream>
using namespace std;
void doble(int[], int);
void mostrarVector(int[], int);
int main()
{const int TAM = 12;
 int vector[TAM];
 int i;
 for(i=0; i < TAM; i=i+1)
    vector[i] = i;
 mostrarVector(vector, TAM);
 doble(vector, TAM);
 mostrarVector(vector, TAM);
 system("PAUSE");
 return(0);   }
```

```
void doble(int T[], int N)
    {int i;
     for(i=0; i < N; i=i+1)
       T[i] = T[i] * 2;
    }
```

```
void mostrarVector(int T[], int N)
    {int i;
     for(i=0; i < N; i=i+1)
       cout << T[i] << ",";
     cout << endl;
    }
```

Ejercicios

- Dado un vector V de enteros, con elementos *V[i], i* $\in$ *[0,N]*, haz una función para construir el vector *A* de forma que $A[i] = \sum_{j=0}^{i} V[j]$
- Dado un vector C de tamaño N+1, donde cada componente C[i] representa el i-esimo coeficiente de un polinomio de grado N, construir una función que permita evaluar el polinomio para un valor x dado.
- Dados dos vectores X e Y de enteros, ambos de tamaño N, implemente una función que permita calcular el producto escalar

$$\sum_{i=0}^{N-1} X[i] * Y[i]$$

Ordenación de un Vector usando funciones. Ejemplo de ordenación por selección directa

Inicial	97	64	74	65	7	43	66	6	28	94
Paso 0	6	64	74	65	7	43	66	97	28	94
Paso 1	6	7	74	65	64	43	66	97	28	94
Paso 2	6	7	28	65	64	43	66	97	74	94
Paso 3	6	7	28	43	64	65	66	97	74	94
Paso 4	6	7	28	43	64	65	66	97	74	94
Paso 5	6	7	28	43	64	65	66	97	74	94
Paso 6	6	7	28	43	64	65	66	97	74	94
Paso 7	6	7	28	43	64	65	66	74	97	94
Paso 8	6	7	28	43	64	65	66	74	94	97
Final	6	7	28	43	64	65	66	74	94	97

Ordenación de un Vector usando funciones. Ejemplo de ordenación por selección directa

```
…….
int buscaMenor(int v[], int posI, int posF);
int swap(int & a, int & b);
int main() {
 const int TAM = 20;
 int v[TAM];
 int i, posMenor;
 ……
 // asumimos que el vector tiene valores
 for(i=0; i<TAM-1; i++) {
   posMenor = buscaMenor(v,i,TAM);
      swap(v[i],v[posMenor]);
 }

 for(i=0; i<TAM; i++)
   cout << v[i] << " ";
……
sytem (“pause”);
return(0);
}
```

Ordenación de un Vector usando funciones. Ejemplo de ordenación por selección directa

```
void swap(int & a, int & b) {
 int tmp;
 tmp = a;
 a = b;
 b = tmp;
}

int buscaMenor(int v[], int posI, int posF) {
 int min, j;

 min = posI;
 for(j=posI+1; j<posF; j++) {
   if(v[j] < v[min])
      min = j;
 }
 return(min);
}
```

Ejercicio

- Implementa una función que devuelva si un entero es perfecto. Ayudándote de dicha función, crea otra que tome un vector de enteros positivos v, de tamaño N, y obtenga otro vector w donde se almacenen los elementos de v que sean perfectos.

Matrices como parámetros de Funciones

En el parámetro actual, indicaremos el nombre de la matriz sin los corchetes.

El paso de una matriz

int tabla[24][12];

como argumento de una función denominada *Calculo*, será similar a

Calculo(tabla, 24, 12);

Por lo general, siempre se pasan todos los valores de las dimensiones

Matrices como parámetros de Funciones

El prototipo de la función será:

void Calculo(int V[][12], int nroFil, int nroCol);

Si la matriz tiene mas de dos dimensiones, entonces en el prototipo deben indicarse los valores máximos para todas excepto la primera.

void tresD(int v[][10][15], int d1, int d2, int d3);

Ejemplo

```
…….
const int FILA = 4;
const int COL = 8;
void cargaMatriz(int M[][COL],
   int f, int c);
int main() {
  int mat[FILA][COL];
  int i, j;
  cargaMatriz(mat, FILA, COL);
  for(i=0; i < FILA; i=i+1) {
    cout << endl;
    for(j=0; j < COL; j=j+1)
          cout << mat[i][j] <<
   "\t";
  }
}
```

```
void cargaMatriz(int M[][COL],
       int f, int c) {
  int i, j;
  for(i=0; i < f; i=i+1) {
    cout << endl;
    for(j=0; j < c; j=j+1)
        M[i][j] = i*COL + j;
  }
}
```

Ejercicio: Implementa una función para obtener la transpuesta de una matriz

Ejercicios

- Sea A una matriz de dimensión MxN. Utilizando resultados de ordenación de vectores, ¿cómo implementarías una función para ordenar sus elementos de forma creciente por filas y columnas? (primera fila ordenada, continuando la ordenación con la segunda, tercera, etc..)

  Ayúdate de funciones para pasar de vector a matriz y viceversa

- Implementa funciones para sumar, restar y multiplicar matrices introducidas por teclado.