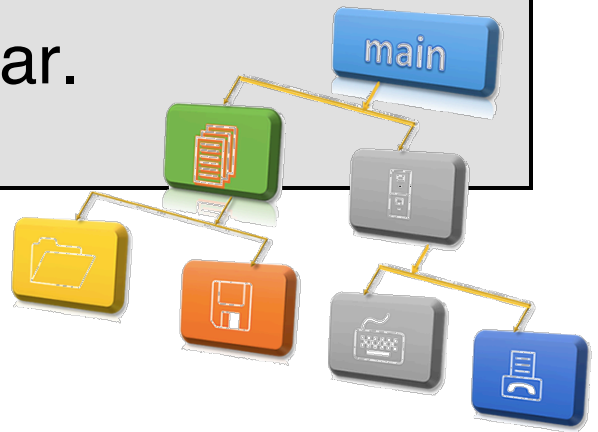


# Tema 7

## Programació modular.

### Funcions en Java.

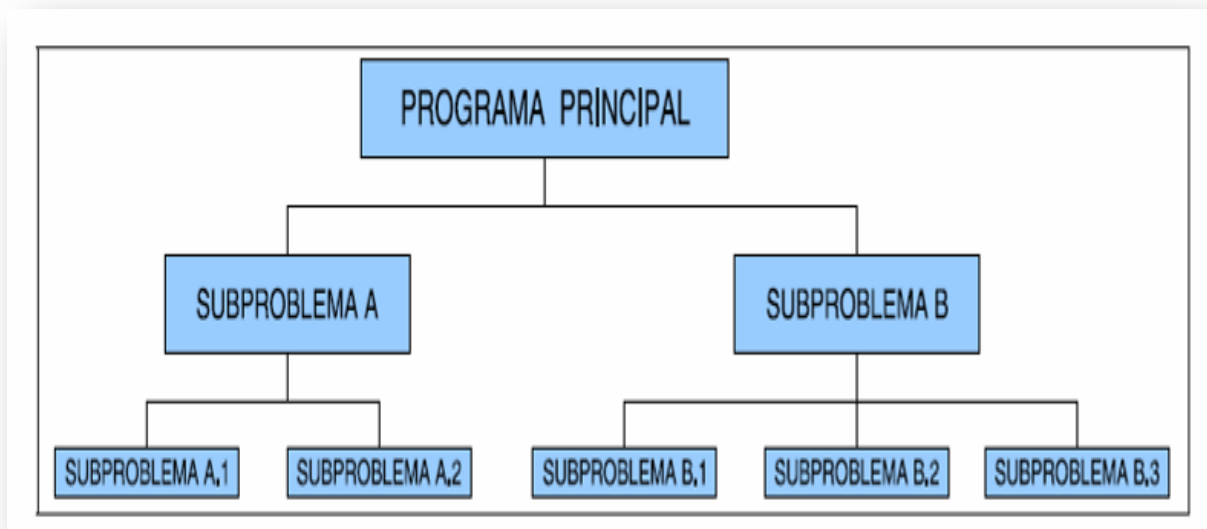


<b>1. Introducció</b>	<b>2</b>
<b>2. Tipus de subrutines: procediments i funcions</b>	<b>3</b>
2.1. Procediments	4
2.2. Funcions	9
<b>3. El control de flux</b>	<b>12</b>
<b>4. Classificació dels mòduls</b>	<b>15</b>
<b>5. Variables globals i locals</b>	<b>16</b>
<b>6. Comunicació entre les funcions</b>	<b>17</b>
6.1. Formes de comunicació	17
6.2. Com passar un vector com a paràmetre	18
6.3. Com fer que una funció retorne un vector	19
<b>7. Els paràmetres de <i>main</i></b>	<b>21</b>
<b>8. Arguments variables</b>	<b>23</b>
<b>9. Recursivitat</b>	<b>25</b>
9.1. Implementació	26
9.2. Funcionament	26
9.3. Com veure si la recursió està ben feta	28
9.4. Recursivitat vs iteració	28
9.5. Exemples d'ús de recursió	28
<b>10. Funcions en Python</b>	<b>31</b>

## 1. Introducció

Si un programa és molt llarg, és a dir, ocupa moltes línies de codi, tendix a complicar-se molt i a ser costós d'entendre.

Per tant, basant-nos en la idea de “dividix i venceràs”, farem ús de la tècnica coneguda com descomposició modular, amb la qual cosa es descompon el programa (mòdul) en mòduls més xicotets i, per tant, més fàcils d'entendre. Eixe procés també és conegut com disseny descendent o top-down.



Això s'aconsegueix amb les **subrutines**. També anomenades subprogrames, funcions o procediments. O bé mètodes, en el cas de llenguatges orientats a objectes, com Java.

Cal anar fent eixa descomposició successivament. Però fins quan? Hem de parar de descompondre quan un mòdul (o funció, mètode...) faci una feina molt concreta.

Altre avantatge que aconseguim amb les subrutines és no haver de repetir constantment fragments de codi.

## 2. Tipus de subrutines: procediments i funcions

Una subrutina és un bloc d'instruccions que executa una tasca concreta i a la qual se li dona un nom. Esta subrutina és invocada des d'altra o altres subrutines.

Per a usar una subrutina cal fer 2 coses:

- a) Definir la subrutina (només 1 vegada).
- b) Invocar (usar, cridar) eixa subrutina sempre que ho necessitem.

Depenent de si la subrutina ha de retornar un valor o no, serà diferent eixa definició de la subrutina i les invocacions a ella. Per tant, cal distingir 2 tipus de subrutines:

- **Procediments:** no retornen cap valor
- **Funcions:** retornen un valor

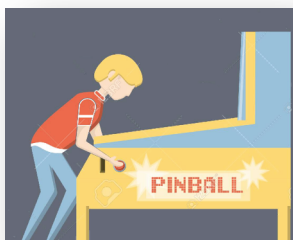
Podem pensar que **una subrutina és com una màquina** a la qual se li entren unes dades i fa unes accions determinades segons eixes dades. Si la màquina fa eixir alguna cosa fora d'ella direm que és una funció. Si no, és un procediment.

Una **funció** podria ser com una màquina de café:



- Entrada: la selecció del tipus de café, quantitat de sucre...
- Accions: preparar el café
- Eixida: el café

Un **procediment** podria ser com una màquina de pinball:



- Entrada: les pulsacions dels botons
- Accions: moure la boleta i mostrar punts per pantalla.
- Eixida: (res)

## 2.1. Procediments

### 2.2.1 Procediments sense paràmetres d'entrada

Imaginem que al llarg del nostre programa volem escriure línies llargues iguals:

```
public static void main(String args[]){  
    System.out.println("-----");  
    System.out.println("-----");  
    ...  
    System.out.println("-----");  
}
```

En compte d'això podríem fer un procediment que s'encarregara de fer eixa línia i així "invocaríem" eixe procediment cada vegada que necessitem fer una línia:

```
public static void main(String args[]){  
    linia();  
    linia();  
    ...  
    linia();  
}
```

Rutina principal

```
static void linia(){  
    System.out.println("-----");  
    return; // opcional  
}
```

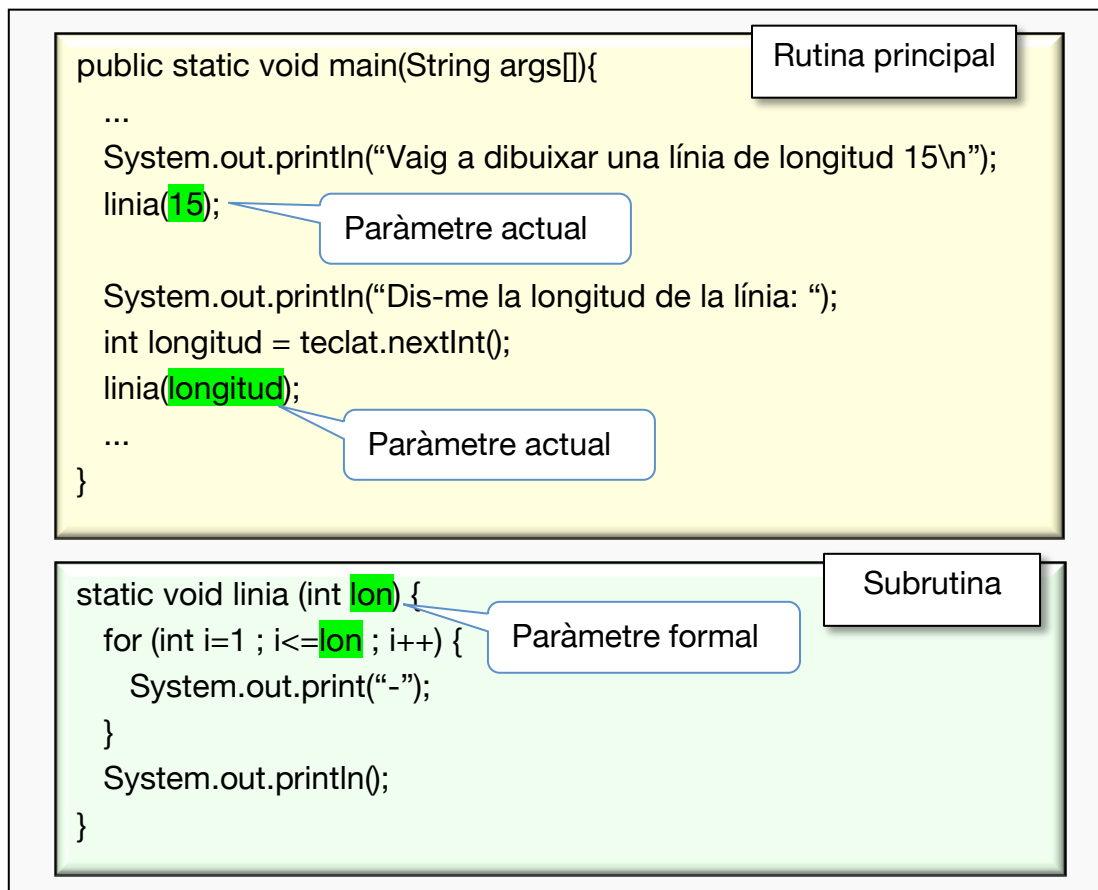
Subrutina

De moment, ja veiem alguns **avantatges** d'usar subrutines:

- No escrivim tantes línies ni "embrutem" tant el codi.
- Si decidim canviar l'aspecte de les línies només ho hem de fer en un lloc.
- Ens assegurem que totes les línies sempre es dibuixaran igual.

## 2.2.2 Procediments amb paràmetres d'entrada

Però ara pensem que estaria bé poder indicar cada vegada que posem una línia, quants guionets volem pintar. Per a fer això, caldrà dir-ho en la crida al procediment i, clar està, també en la definició del procediment:



Els valors que fan d'enllaç entre les 2 rutines que es comuniquen s'anomenen **paràmetres**:

- **Paràmetres actuals:** són els que s'envien a la subrutina. Poden ser constants, variables o expressions.
- **Paràmetres formals:** són els que rep la subrutina (les variables que estan en la definició de la funció, Només poden ser variables).

En qualsevol moment podem eixir d'un procediment amb una sentència "*return*;", encara que és recomanable no posar-lo i eixir en l'última instrucció del procediment.

Més **avantatges** d'usar subrutines:

- Podem aprofitar un mateix tros de codi per a fer coses amb diferents valors o variables.
- Podem escriure eixe tros de codi sense saber el nom de les variables amb les quals es cridarà a la subrutina.

A l'exemple anterior hem passat un paràmetre al procediment. Per a fer això hem hagut de modificar la crida i la definició del procediment. **Una subrutina pot tindre tots els paràmetres que necessitem.** Pensem per exemple, que també volem dir-li el caràcter amb el qual ha de pintar la línia. Caldrien 2 paràmetres:

```
public static void main(String args[]){  
    ...  
    System.out.println("Vaig a dibuixar una línia de longitud 15 i caràcters X\n");  
    linia(15, 'X');  
    System.out.println("Dis-me la longitud de la línia: ");  
    int longitud = teclat.nextInt();  
    System.out.println("Dis-me amb quin caràcter vols pintar la línia: ");  
    int caràcter = teclat.next().charAt(0);  
    linia(longitud, caràcter);  
    ...  
}
```

```
static void linia (int lon, char car) {  
    for (int i=1 ; i<=lon ; i++) {  
        System.out.print(car);  
    }  
    System.out.println();  
}
```

Procediment amb 2  
paràmetres d'entrada

Com veiem, quan es crida a una subrutina, el valor del 1r paràmetre de la crida es copia en el 1r paràmetre de la definició de la subrutina; el 2n en el 2n, etc.

**Resumint el que hem vist de procediments:** quan s'invoca un procediment, este fa una tasca determinada, acaba després de l'última sentència (o bé, quan ve una sentència return) i torna a cedir el control a on s'havia fet la crida.

Ara bé: els **procediments** poden tindre paràmetres d'entrada però no d'eixida. No retornen cap valor. Després vorem que les **funcions** (a més de poder tindre paràmetres d'entrada) sí que tenen un paràmetre d'eixida: retornaran un valor a qui ha invocat la funció.

### Exercicis de procediments

Fes un programa anomenat *ProvesProcediments*. En ell fes els procediments que es detallen i prova'ls amb crides des del *main*.

1. Fes un procediment anomenat *maxim* al qual li passes 2 enters com a paràmetres. El procediment haurà de mostrar el màxim dels 2 números.
2. Prova el procediment anterior fent crides des del *main*:
  - Mostra el més gran entre el 10 i el 20, fent una crida a "maxim".
  - Demana 2 números per teclat i mostra el major usant "màxim".
3. Fes els següents procediments sobre figures geomètriques:

3.1. Fes el procediment *rectangle*, el qual rep 3 paràmetres:

- Un enter indicant la quantitat de files
- Un enter indicant la quantitat de columnes
- Un caràcter

El procediment ha de mostrar un **rectangle** amb eixe caràcter i amb tantes files i columnes com indiquen els paràmetres. Exemple:

```
rectangle(3, 4, '*');      * * * *
                           * * * *
                           * * * *
```

3.2. Fes un altre procediment que es diga també *rectangle* però que només li passes la quantitat de files i de columnes. El procediment ha de pintar un rectangle d'eixes files i columnes però sempre amb el caràcter 'X'. Nota: dins d'eixa funció només hi haurà una única instrucció (usa la funció anterior).

3.3. Fes altre procediment anomenat *quadrat*, que rep només dos paràmetres: la longitud d'un costat i el caràcter amb el qual s'ha de pintar el quadrat. Nota: dins de la funció només hi haurà 1 única instrucció.

4. Fes el procediment de nom *titol*, al qual li passes com a paràmetre una cadena de text (String) i ha de mostrar eixa cadena envoltada d'asteriscos. Per exemple:

```

titol("Pep Garcia");
*****
*               *
*  Pep Garcia  *
*               *
*****

titol("Menú principal");
*****
*               *
*  Menú principal *
*               *
*****

```

5. Procediment *taulaMultiplicar* al qual li passes el número de taula i et mostra la taula corresponent. El procediment també rebrà un caràcter, que serà una C o una D. Si és una D, mostrarà la taula decreixent. Per exemple, si li passem 22, D:

```

22 x 10 = 220
...
22 x 2 = 44
22 x 1 = 22

```

6. Procediment *repetirNumeros* tal que, a partir d'un número n, mostre:

```

1
22
333
...
nnn .... n  (n vegades el número n)

```



## 2.2. Funcions

Hem vist que un procediment podia tindre 0, 1 o molts paràmetres **d'entrada**. Les funcions també però, a més, també poden tindre 1 paràmetre **de sortida**. És a dir: les funcions poden calcular un valor i **retornar-lo** a qui invoca la funció.

Exemple:

Imagina que necessitem demanar per teclat un número enter entre un rang determinat de valors possibles, i que mentre no es teclege un valor correcte, caldrà tornar-lo a demanar. Això es pot fer amb un bucle. Però si al llarg del programa necessitem demanar diversos números entre un rang, hauríem de copiar eixe bucle moltes vegades. Solució: farem una subrutina (una funció) que **retorne** un enter correcte cada vegada que invoquem la funció:

El paràmetre d'eixida  
serà de tipus *int*.

2 paràmetres  
d'entrada.

```
static int enterCorrecte (int minim, int maxim) {  
    Scanner teclat = new Scanner(System.in);  
    int num;  
    num = teclat.nextInt();  
    while (num<minim || num>maxim){  
        System.out.println("El número ha d'estar entre " + minim + " i " + maxim);  
        num = teclat.nextInt();  
    }  
    return num;  
}
```

Moment on es retorna el valor (el paràmetre d'eixida).  
Pot ser una constant, una variable o una expressió.  
En una funció pot haver més d'1 sentència *return*.

És a dir: les funcions sí que retornen un valor, mitjançant la instrucció *return*. I el tipus de la informació que es retorna s'especifica en la declaració de la funció (en els procediments es posa *void*, ja que no retornen res).

**IMPORTANT: Les crides a les funcions** (a diferència de les crides a procediments) **han d'estar dins d'alguna expressió**, ja que arrepleguen un valor. Han d'estar en una assignació de variable, en una condició, com a paràmetre en altra funció (println...), etc.

```
public static void main(String args[]){  
    ...  
    System.out.println("Dis-me l'edat: ");  
    int edat = enterCorrecte(0, 120);  
    ...  
  
    System.out.println("Tria una opció del menú: ");  
    switch ( enterCorrecte(1, 5) ) {  
        case 1: ...  
        case 2: ...  
        ...  
    }  
    ...  
    System.out.println("Endevina un número entre 1 i 10:");  
    System.out.println("No, no és el " + enterCorrecte(1, 10) + "!");  
    ...  
  
    System.out.println("Dis-me el dia del mes:");  
    enterCorrecte(1,31);  
  
}
```

La crida a la funció està en una instrucció d'assignació.

La crida a la funció està en una condició d'un switch.

La crida a la funció està en una expressió de concatenació de cadenes com a paràmetre de la funció *println*.

**Compte!** Esta crida a la funció no està dins de cap expressió.  
Eixa crida no donarà error però no té sentit, ja que el valor retornat per la funció no és utilitzat en cap lloc (no estem guardant-lo en una variable ni estem usant-lo en cap expressió).

Notes:

- Dins la definició d'una subrutina poden haver crides a altres subrutines.
- En els paràmetres d'una subrutina poden haver crides a altres subrutines.

Altre exemple:

```
public class ProvaFuncions {
```

```
    public static void main(String[] args){
        float a=6.3f, b= -4.2f, c=5.7f; // si no posem la f, és double i dóna error
        float prod;
        int n;
        // Arrepleguem resultat i imprimim
        prod = producte(a, b);
        System.out.printf("El producte de a i b és %3.4f", prod);

        // Imprimim el resultat directament
        System.out.printf("El producte de a i c és %3.4f", producte(a, c) );

        // Podem cridar a una funció sense arreplegar el resultat, però
        // no tindria sentit, ja que perdem el valor que retornem a la funció */
        producte(b, c);

        // Les crides a les funcions poden estar niuades. És a dir, podem
        // posar la crida a una funció com a paràmetre d'una altra funció */
        prod = producte( positiu (a*b) , producte(c*( positiu(b) ) , a) );
        ...
    }
```

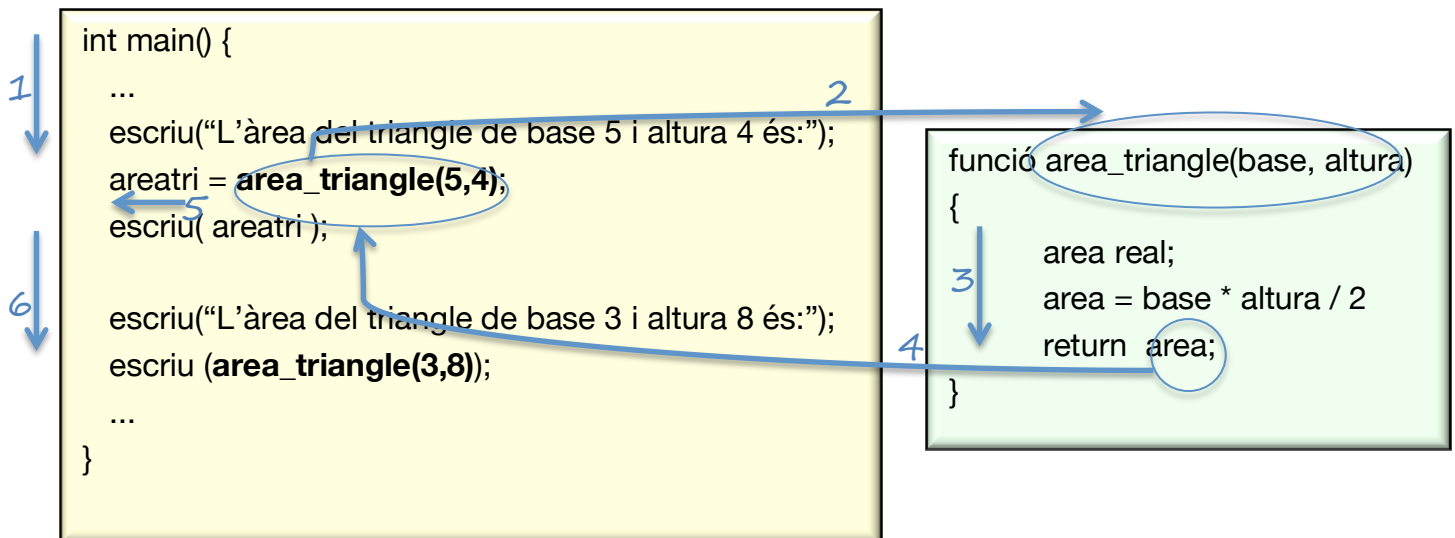
```
static float producte (float x, float y) {
    return x * y;
}
```

```
static float positiu (float x) {
    if (x<0) return -x;
    else    return x;
}
```

```
}
```

### 3. El control de flux

Per si encara no ha quedat clar, anem a veure amb un exemple els passos que segueix el flux de control del programa quan hi ha crides a subrutines. Ho veurem amb un **algorisme** (no és Java) ja que és igual per a qualsevol llenguatge de programació.



- 1 → S'executen les instruccions fins arribar a una crida a una funció (o procediment).
- 2 → Es copien els **paràmetres actuals** de la crida als corresponents **paràmetres formals** de la definició de la funció (el 2 es copia en la variable base i el 4 en la variable altura).
- 3 → Continua el flux de control per dins de la funció.
- 4 → Quan arriba a la sentència "return", es retorna un valor a on s'ha fet la crida. En este cas es retorna el valor de la variable "area". Com que eixa variable tenia el valor de 10, és com si ara tinguérem en el main la següent assignació: `areatri = 10;`
- 5 → Continua el flux de control per on s'havia quedat el main. És a dir, ara que ja se sap que el valor de `area_triangle(5, 4)` té el valor de 10, es fa l'assignació d'eixe 10 a la variable `areatri`.
- 6 → Continuen executant-se les instruccions del main fins una altra crida a altra funció (o a la mateixa).

## Exercicis de funcions

Fes un programa anomenat *ProvesFuncions*. En ell fes les funcions que es demanen i prova-les amb crides des del *main*.

7. Funció booleana *esBixest* que li passes com a paràmetre un any i retorna si és bixest o no. La funció no ha de demanar res per teclat ni mostrar res per pantalla). Un any és bixest només si complix alguna d'estes 2 condicions:

- ✓ és múltiple de 4 i no de 100 (per exemple, el 2008)
- ✓ és múltiple de 400 (per exemple, el 2000)

Observem que, per exemple, l'any 1900 no és bixest.

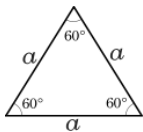

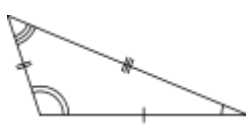
8. Funció *dataLLetra* que li passes una data amb 3 enters (19, 2, 2009) i que retorne la data amb el format "19 de febrer de 2009". Utilitza un switch. Si és un mes incorrecte, que retorne directament el text "error". Després, des del main, crida a la funció amb la data que cregues convenient. Si és correcta, la mostres. Si no, mostra el text "Data incorrecta".

9. Fes les següents funcions, que et serviran per a usar-les en altres Hicis. Passa com a paràmetre a cadascuna el text que es mostrarà en pantalla:

- a. la funció *llegirString* que llija una cadena de teclat i la retorne.
- b. Fes la funció *llegirChar* que llija un caràcter de teclat i el retorne.
- c. Fes la funció *llegirInt* que llija un int de teclat i el retorne.
- d. Fes la funció *llegirFloat* que llija un float de teclat i el retorne.

10. Funció *esTriangle* que, a partir de 3 dades, retorne un booleà dient si eixes dades es poden correspondre amb les longituds d'un triangle o no. Nota: formaran triangle si cada costat és menor que la suma dels altres dos.

11. Funció *tipusTriangle* que, a partir de les longituds dels costats, retorne el tipus de triangle: equilàter, isòsceles o escalé. O bé, "error" si les dades no es corresponen amb un triangle (utilitza la funció *esTriangle*).

<i>Equilàter</i>	<i>Isòsceles</i>	<i>Escalé</i>
3 costats iguals	2 costats iguals	3 costats diferents
		

12. Funció *factorial* que, a partir d'un enter, retorne el factorial. Sabent que:

$$0! = 1$$

$$n! = 1 * 2 * \dots * (n-1) * n$$

13. Funció booleana *numeroPrimer* que diga si el número passat és primer o no (és a dir, si és divisible només per ell mateix i per 1).

14. Funció booleana *numeroPerfecte* que diga si el número passat és perfecte o no. És a dir, si és igual a la suma dels seus divisors excepte ell. Per exemple, el 6 és u número perfecte perquè:

$$6 = 1 + 2 + 3 \quad (1, 2 \text{ i } 3 \text{ són els divisors de } 6, \text{ llevat del } 6)$$

15. Funció *sumaPotencies* que, a partir d'un número n, retorne un enter que serà el resultat de fer este càlcul:

$$1^1 + 2^2 + 3^3 + \dots + n^n$$

## 4. Classificació dels mòduls

Hi ha distints tipus de mòduls. Anem a classificar-los atenent a distints criteris.

### Segons el valor de retorn

- Funcions: retornen un valor al mòdul que l'ha invocat. El valor ha de ser arreplegat per una expressió. Per exemple, si la funció *maxim()* retorna el màxim de 2 números, la crida a eixa funció la trobarem a una expressió com per exemple *k=maxim(i,j)*.
- Procediments: el mòdul no retorna cap valor, simplement fa una determinada feina i punt.

### Segons el moment en què ha estat desenvolupat

- De llibreria: implementades prèviament i guardades als fitxers de llibreria (els fitxers \*.h de C), com per exemple *printf*, *strlen*, *scanf*, o directament les llibreries de classes de Java.
- De programa: la funció s'ha desenvolupat mentre féiem el programa actual.

### Segons la quantitat de mòduls que el criden

- Subprograma: només l'invocarà un mòdul (normalment serà main).
- Rutina o subrutina: poden ser invocats per qualsevol mòdul.

### Segons la situació respecte al mòdul que l'invoca

- Intern: quan està al mateix fitxer que el mòdul que invoca.
- Extern: quan està en un fitxer distint que el mòdul que invoca.

A partir d'això podem trobar altres avantatges de la descomposició modular:

- **Reduïx el temps de desenvolupament**, usant mòduls ja implementats.
- **Diversos programadors** poden col·laborar en la resolució d'un problema.
- **Millora la depuració**, ja que podem anar corregint mòduls individualment.
- **Facilita modificacions** posteriors ja que els programes són més fàcils de llegir.

## 5. Variables globals i locals

Hi ha diferents tipus de variables depenent d'on es definisquen.

```
public class ProvaFuncions {
```

```
    static int velocitat;
```

**Variable global.** Es definixen fora de les funcions (però dins la classe, clar) amb la paraula *static* davant. Es pot accedir a ella des de qualsevol funció de la classe. No s'aconsella l'ús de variables globals.

```
    public static void main(String[] args){
```

```
        int perc_accel;
```

```
        velocitat = 0;
```

```
        do {
```

```
            System.out.println("Quin % vols accelerar?");
```

```
            perc_accel = teclat.nextInt();
```

```
            accelerar(perc_accel);
```

```
            System.out.println("Velocitat actual: " + velocitat);
```

```
        } while (perc_accel !=0);
```

```
    }
```

**Variable local a la funció main.** Es pot accedir a ella només des de dins de la funció main. Es crea quan s'entra al main i es destrueix quan s'ix (dura tot el programa).

**Variable local que fa de paràmetre formal.** Són variables d'enllaç entre la crida a una funció i la definició de la funció. Estan definides entre els parèntesis de la capçalera de la definició de la funció.

```
    static void accelerar (int percentatge) {
```

```
        int augment;
```

**Variable local a la funció accelerar().** Es pot accedir a ella només des de la funció accelerar(). Es crea quan s'entra a la funció i es destrueix quan s'ix.

```
        augment = velocitat * percentatge / 100;
```

```
        velocitat += augment;
```

```
        if (velocitat > 120) {
```

```
            float multa;
```

```
            multa = (velocitat - 120) * 10;
```

```
            System.out.println("Tens una multa de " + multa + " euros.");
```

```
        }
```

```
    }
```

```
}
```

**Variable local al bloc de l'if.** Es pot accedir a ella només des de dins del bloc on està definida. es crea quan s'entra al bloc i es destrueix quan s'ix.



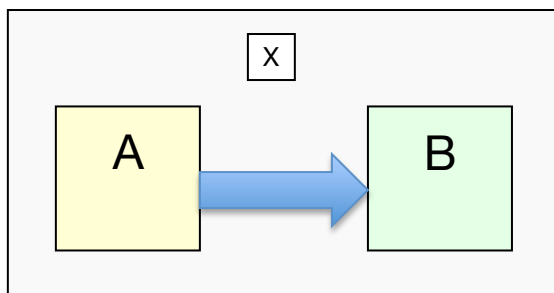
## 6. Comunicació entre les funcions

Quan una funció A invoca a una altra B, hi ha un possible intercanvi de dades. En este apartat vorem les formes en què es poden passar eixa informació.



### 6.1. Formes de comunicació

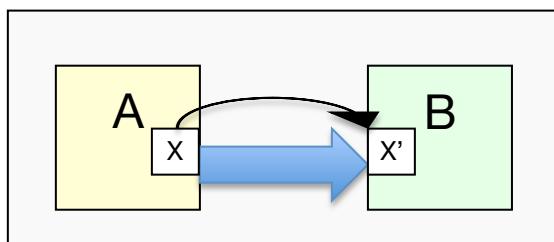
#### Variables globals



Potser siga la forma més senzilla però **es desaconsella el seu ús** ja que:

- Les funcions que invoquen B han de saber el nom de les variables globals que usa B, etc.
- Les variables poden ser modificades en qualsevol lloc no desitjat i interessa restringir eixe accés.

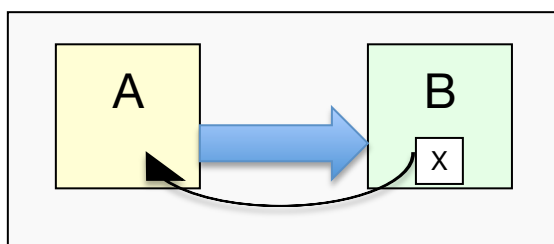
#### Pas de paràmetres per valor



El paràmetre actual (X) es copia en el paràmetre formal (X') però si B modifica el valor de X', el valor de X no es vorà alterar.

X pot ser una constant, variable atòmica (no vector ni objecte) o una expressió. X' ha de ser una variable atòmica.

#### Valor retornat

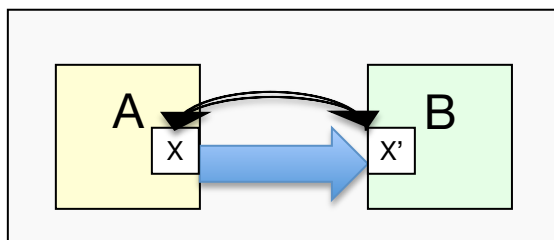


B podrà passar un valor X a A mitjançant la instrucció return X;

A haurà de tindre la crida a B dins d'alguna expressió per a usar el valor retornat per B.

X pot ser una constant, variable (atòmica, array o objecte) o una expressió.

#### Pas de paràmetres per referència

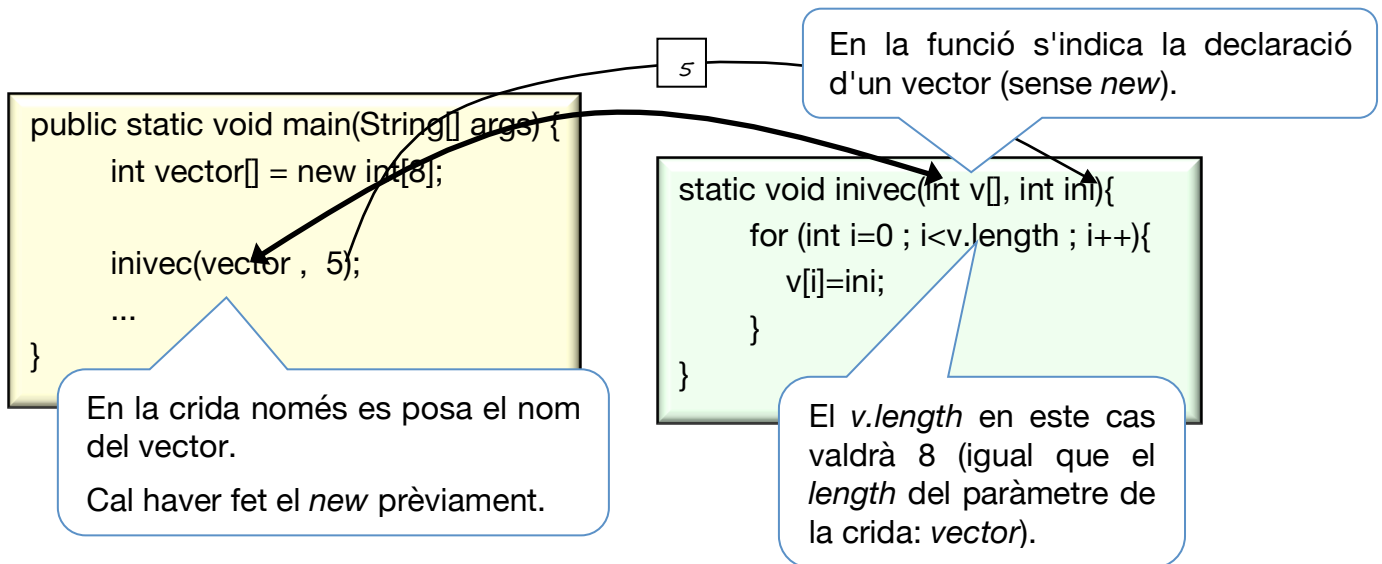


El paràmetre actual (X) "es copia" en el paràmetre formal (X') i, a més, si B modifica el valor de X', el valor de X també es vorà alterar.

X i X' han de ser arrays (vectors o matrius) o objectes. Ja vorem què són els objectes però per exemple, un *ArrayList* o un *HashMap* són objectes.

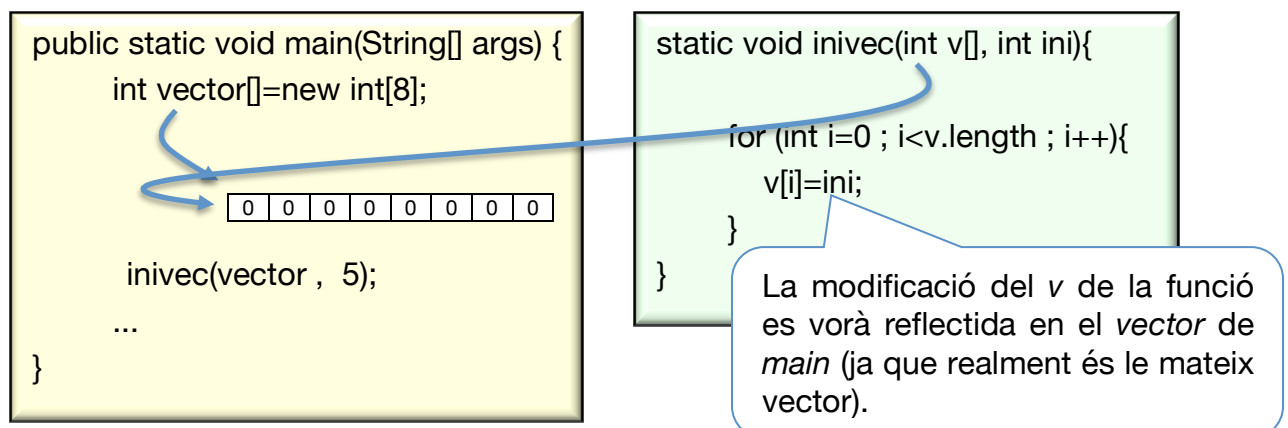
De les 4 formes de comunicació anteriors només no hem vist el pas de paràmetres per referència. Anem a veure-ho mitjançant un vector com a paràmetre. També vorem com retornar un vector. De forma anàloga, en compte de vectors podríem passar matrius (o els objectes, que ja vorem més endavant).

## 6.2. Com passar un vector com a paràmetre

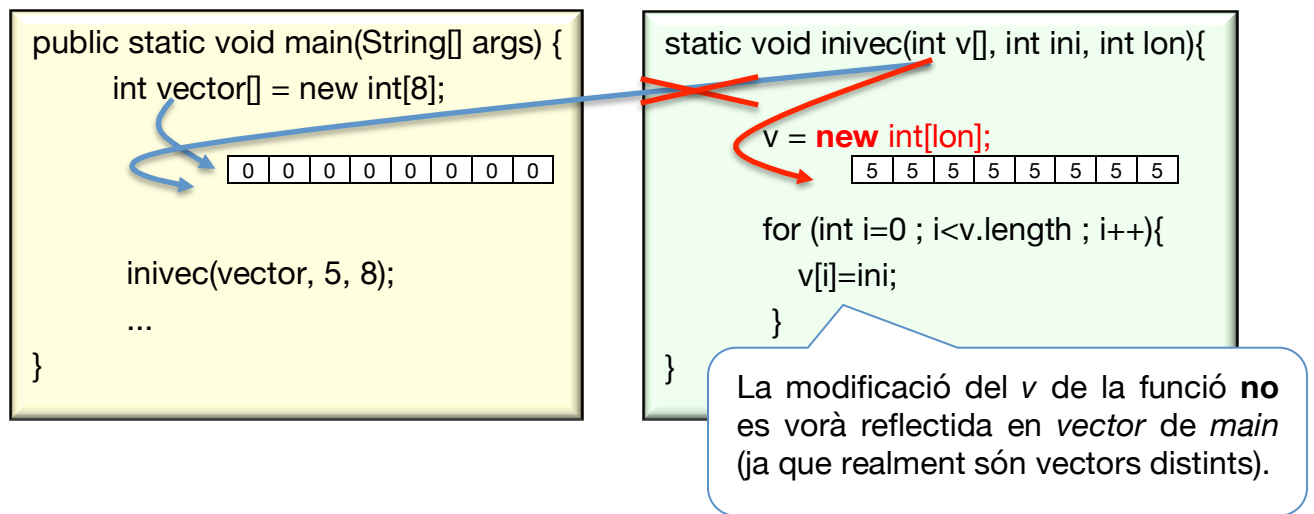


En la funció `main`, abans de cridar a `inivec`, la variable `vector` tindrà zeros als seus elements. I després de cridar a la funció, eixa variable estarà tota a cincs.

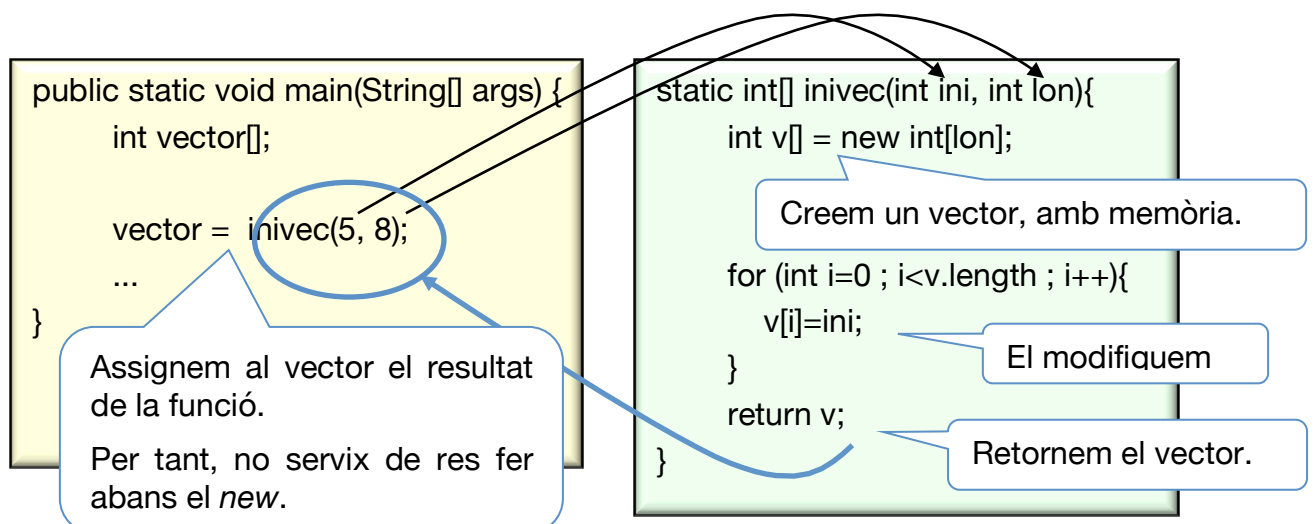
Això és degut a que **els arrays no es passen per valor** (no es passa una còpia del valor) **sinó per referència**: realment es passa com a paràmetre l'adreça en memòria (la "referència") del vector. Per això, `vector` i `v` apuntaran a la mateixa adreça de memòria i, si els components de `v` es modifiquen, també es modificaran els de `vector`, com podem veure aquí:



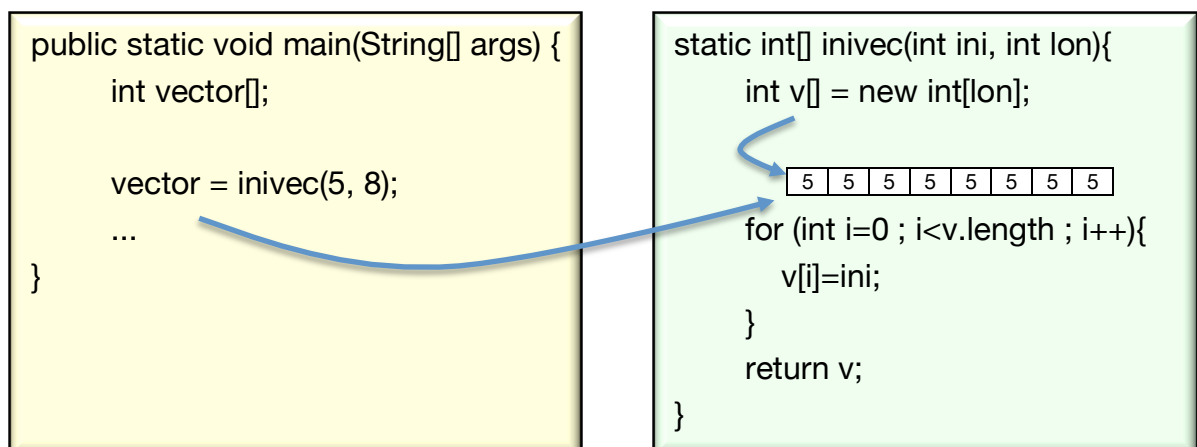
Compte! Si en la funció reservem memòria per al vector del paràmetre formal, NO podrem accedir a eixa informació en el paràmetre actual (el de la crida):



### 6.3. Com fer que una funció retorne un vector



Veiem que ara és la funció qui reserva memòria per al vector *v*. Després de cridar a la funció, la variable *vector* apuntarà a eixa zona de memòria:



## Exercicis de procediments i funcions amb vectors

16. Fes el procediment *mostrarVectorInt*, que imprimisca un vector d'enters passat com a paràmetre. Cal mostrar els elements separats per comes i amb salt de línia final.
17. Procediment *mostrarMatriuInt*, que imprimisca una matriu d'enters passada com a paràmetre. Cal mostrar-la en forma de matriu on, en cada fila, els elements han d'estar separats per comes. Pots ajudar-te del procediment *mostrarVectorInt*.
18. Procediment *copiarVector*. Rebrà 2 vectors com a paràmetres i ha de copiar el primer vector al segon. Si el vector origen té més elements que el vector destí, es copiaran els elements que càpiguen. Feu-ho sense utilitzar *System.arraycopy*.
19. Funció *igualsVectors*. Rebrà 2 vectors. La funció ha de retornar un booleà dient si els 2 vectors són iguals (igual grandària i mateixos elements). Feu-ho sense utilitzar *Arrays.equals*.
20. Fes un procediment que llija un vector d'enters. La crida serà *llegirVectorInt(vector)*. És a dir, li passem com a argument un vector (que ja té memòria reservada) i la funció l'ha d'omplir amb enters llegits per teclat. Ajuda't de la funció *llegirInt* que has fet anteriorment.
21. Funció *perfectes4* que retorne en un vector els primers 4 números perfectes. Ajuda't de la funció *numeroPerfecte* que has fet.
22. Procediment *grafic* que li passes un vector d'enters positius i mostre la gràfica. Utilitza el procediment *línia* descrit als apunts. Per exemple, si el vector és:

2	1	4	7
---	---	---	---

... ha de mostrar la gràfica:

```
0 * *
1 *
2 * * * *
3 * * * * * *
```

## 7. Els paràmetres de *main*

Fins ara hem parlat de paràmetres de les funcions en general, però no hem parlat dels paràmetres de la funció *main*.

En Java, la funció *main* només té un paràmetre formal: un vector de Strings:

```
public static void main( String[] args ){
```

Però per a què serveix?

Des de consola, en la línia de comandaments, l'usuari llança el programa amb l'ordre `java` i el nom del fitxer `java` (sense l'extensió `.java`). Així:

```
java nomPrograma
```

Però també podem passar-li al programa uns paràmetres (arguments). Per exemple, si tenim un programa anomenat *HolaPersona.java* i volem executar-lo passant-li com a paràmetres un nom, un cognom i una edat, ho farem així:

```
java HolaPersona Pep Garcia 33
```

Eixa ordre farà que s'execute la funció *main()* de *HolaPersona.java*, de forma que cadascun dels arguments es copiaran en una posició del vector de Strings *args* (encara que es podria dir d'una altra forma, en compte d'*args*). És a dir, quan s'execute el *main*, com li hem passat 3 arguments, el vector *args* tindrà 3 posicions.

Si volem fer eixe programa, editem el fitxer *HolaPersona.java*, escrivim açò i el guardem:

```
class HolaPersona{  
    public static void main(String[] args){  
        System.out.println("Hola " + args[0] + " " + args[1]);  
        System.out.println("Tens " + args[2] + " anys".  
    }  
}
```

El compilem: `javac HolaPersona.java`

L'executem amb els arguments: `java HolaPersona Pep Garcia 33`

Comprovem que per pantalla apareix:

```
Hola Pep Garcia  
Tens 33 anys
```

Si executem *HolaPersona* sense paràmetres, el programa donarà error d'execució (*ArrayIndexOutOfBoundsException*), ja que intentarà accedir a *args[0]* però com no li hem passat cap argument, el vector *args* no tindrà reservada cap memòria.

Si no volem executar l'aplicació des de consola, sinó des de *Netbeans*, i volem passar-li paràmetres al *main*, li'ls hem de posar així:

- Botó dret del ratolí sobre el nom de l'aplicació
- Seleccionar propietats
- Opció Run
- Escriure els arguments en l'apartat d'arguments: Pep Garcia 33
- Acceptar els canvis
- Executar l'aplicació (no cal tornar a compilar-la)

En *main*, amb *args.length* podem saber quants paràmetres ens passen cada vegada

#### Exercici resolt dels paràmetres del main

23. Programa que mostre per pantalla els arguments passats com a paràmetres al programa (és a dir, a *main*).

```
public static void main (String[] args) {  
    for (int i=0 ; i < args.length ; i++)  
        System.out.println(args[i]);  
}
```

## 8. Arguments variables

Podem cridar una funció amb distinta quantitat d'arguments. Tenim 3 solucions:

a) **Sobrecàrrega de funcions:** podem tindre diverses funcions amb el mateix nom però distinta quantitat de paràmetres o de tipus diferents.

```
public static void main(String args[]){  
    linia();  
    linia(50, '=');  
}
```

```
static void linia(){  
    System.out.println("-----");  
}
```

```
static void linia(int lon, char character){  
    for (int i=0; i<lon; i++) System.out.prit(character);  
    System.out.println();  
}
```

b) **Passar un vector d'arguments:** realment és un únic argument, però com és un vector, podem posar tots els valors que volem.

```
public static void main(String args[]){  
    String [] domiciliPep = {"Sequial", "10", "porta 3", "Sueca"};  
    String [] domiciliPepa = {"Carrer Mare de Déu, 10, porta 1", "Sueca"};  
    mostraClient("Pep", domiciliPep);  
    mostraClient("Pepa", domiciliPepa);  
}
```

```
public static void mostraClient(String nom, String [] domicili) {  
    System.out.println("Nom: " + nom);  
    System.out.println("Domicili:");  
    for (String linia_dom : domicili)  
        System.out.println(" " + linia_dom);  
}
```

c) **Ús de *varargs***: amb els "..." en l'últim paràmetre d'una funció podrem arreplegar distinta quantitat de paràmetres (com si fora un vector).

```
public static void main(String args[]){  
    mostraClient(1, "Pep", "C/ Sequial", "10", "Porta 3", "Sueca");  
    mostraClient(2, "Pepa", "C/ Mare de Déu, 10, porta 1", "Sueca");  
    mostraClient(3, "Pepet", "C/ La Punta, 5 - Sueca");  
    mostraClient(4, "Pepeta");  
}
```

El tipus de les dades  
que s'esperen.

3 punts

Nom de la variable  
(serà com un vector).

```
public static void mostraClient(int codi, String nom, String ... domicili) {  
    System.out.println("Codi: " + codi);  
    System.out.println("Nom: " + nom);  
    System.out.println("Domicili:");  
    for (String linia_dom : domicili) {  
        System.out.println(" " + linia_dom);  
    }  
}
```

### Exercicis de procediments i funcions amb vectors

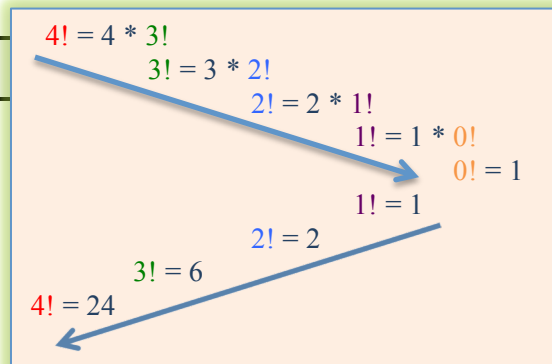
24. Volem una funció que calcule el màxim de distinta quantitat de números enters.

- Sobrecàrrega. Fes una funció *maxim* que retorne el màxim de 2 enters passats com a paràmetre. Fes-ne una altra que es diga igual però que accepti 3 enters. Usa-les des del *main* per comprovar el resultat.
- Vector d'arguments. Fes una funció *maxim* que li passes un vector d'enters i que retorne el major. Fes crides des del *main*.
- Varargs. Fes una funció que accepti qualsevol quantitat d'enters com a paràmetre i ha de tornar el major. No es podrà dir *maxim*, ja que entraria en conflicte amb la funció del mateix nom que rep un vector. Prova-la al *main*.



## 9. Recursivitat

La **recursivitat** és la forma d'especificar un procés basant-se en la seua pròpia definició. Per tant, una funció recursiva és aquella que es crida a ella mateixa.



Un mateix problema pot tindre una solució **iterativa** (amb bucles) o **recursiva** (funció que s'autocrida). Exemple: Com podem baixar una escala de 10 escalons?

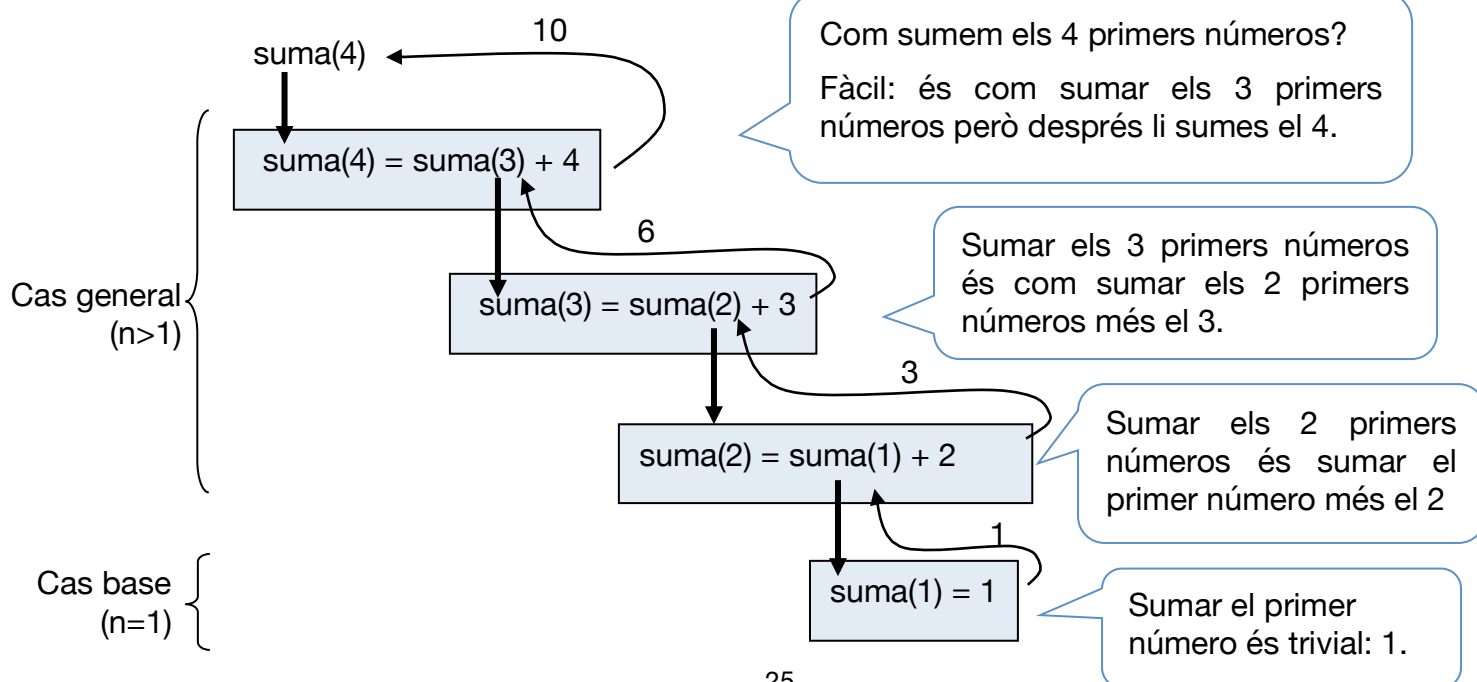
Baixar una escala de 10 escalons	
Solució iterativa	Solució recursiva
Fer 10 voltes { Baixar 1 escaló }	Baixar 1 escaló <b>Baixar una escala de 9 escalons</b>

Sol usar-se quan la solució d'un problema pot expressar-se com un un problema igual però de menor complexitat (com hem vist a l'exemple).

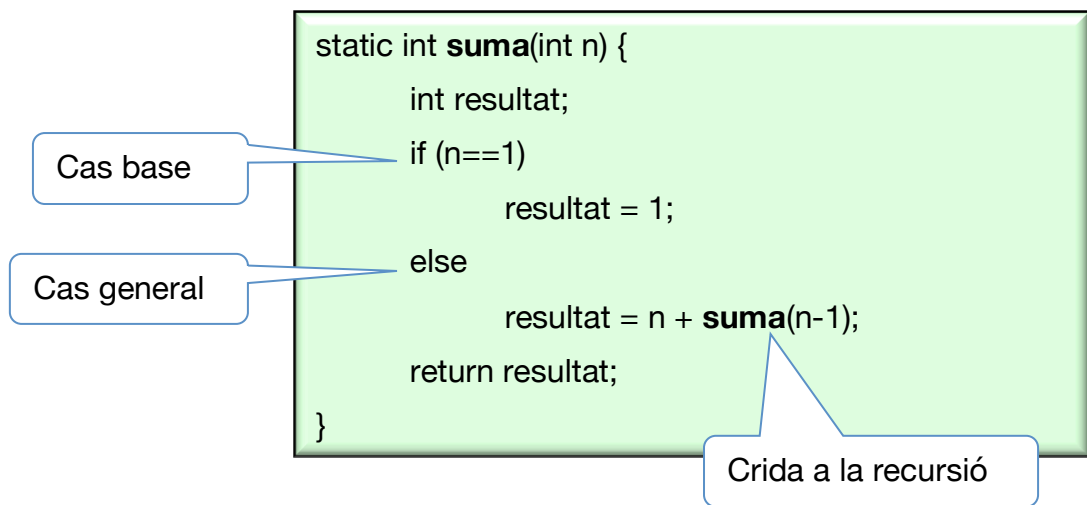
Ja hem dit que una funció recursiva és aquella que es crida a ella mateixa (directament o indirecta). Quan parará? Quan es complisca una determinada condició. Eixa condició (o condicions) s'anomena "cas base".

Exemple: calcular la suma dels  $n$  primers números naturals:

$$n + (n-1) + (n-2) + \dots + 1$$



## 9.1. Implementació



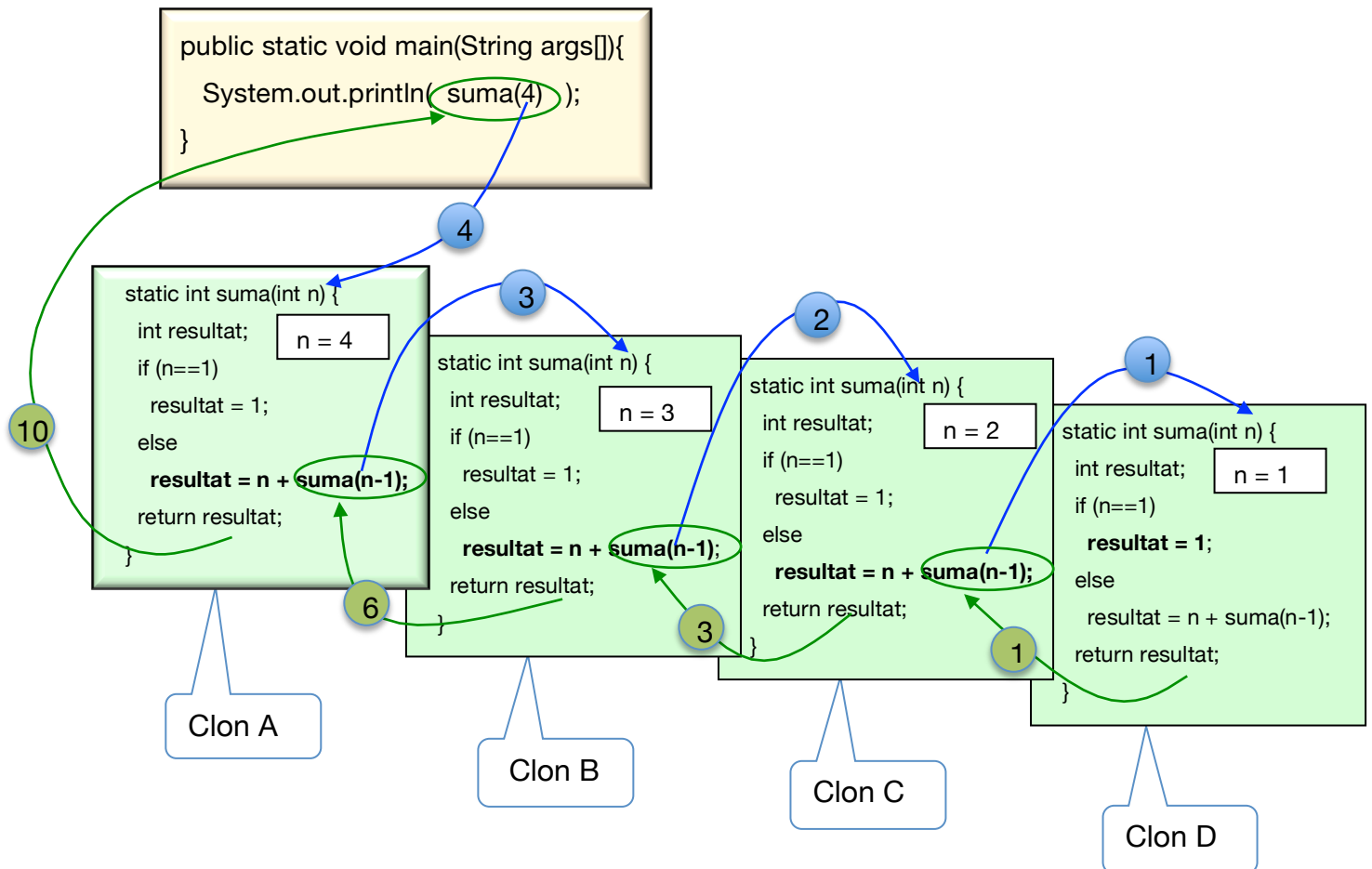
Dins d'una funció recursiva trobem 2 parts.

- **Cas general**: es torna a cridar a la funció, amb valors de paràmetres "més menuts".
- **Cas base**: no es torna a cridar a la funció. El cas o casos base són situacions que es poden resoldre amb molta facilitat.

## 9.2. Funcionament

El programa principal (*main*) crida a la funció recursiva, on, generalment, s'executa el **cas general**. Este cas consistix en cridar altra volta a la mateixa funció, on es torna a executar el cas general i així successivament fins que arriba un punt en què s'executa el **cas base**. En eixe moment acaba la recursió i el flux de control "va tornant per on havia vingut". Açò últim queda reflectit en les fletxes verdes de l'esquema que vorem a continuació.

Per a entendre millor el funcionament, hem d'imaginar-nos que, cada vegada que es fa una crida a la recursió, és com si es cridara a un "clon de la funció", amb els seus paràmetres i variables locals que no tenen res a veure amb els de "l'altre clon".



### La recursió va (fletxes blaves):

Quan fem la crida a `suma(4)`, s'executa la funció, que li direm "clon A". Esta fa una crida a `suma(3)` i s'executa B. Esta fa una crida a `suma(2)` i s'executa C. Esta fa una crida a `suma(1)` i s'executa D. Esta arriba al cas base i ja no crida a ningú.

### ... i la recursió torna (fletxes verdes):

La funció D acaba i retorna el valor 1 a qui l'havia cridat, que era el clon C, qui continua executant-se per on ho havia deixat. El clon C fa uns càlculs i retorna un 3 al clon B. Este fa uns càlculs i retorna un 6 al clon A. I este fa uns càlculs i retorna un 10 al `main`, qui havia iniciat la crida.

### **9.3. Com vore si la recursió està ben feta**

Per a vore que és correcte l'algorisme recursiu, hem de vore si almenys:

- Existix al menys un cas base.
- El paràmetre de la crida a la recursió de dins de la funció és cada volta "més menut" (va acostant-se al cas base).
- Finalment la crida recursiva acaba passant per algun cas base.

### **9.4. Recursivitat vs iteració**

Com hem de resoldre un problema determinat? De forma iterativa o recursiva? Per a saber-ho, veiem els inconvenients i avantatges de la recursió:

#### **Inconvenients:**

- La funció recursiva usa més memòria RAM ja que per a cada clon reserva nova memòria per als seus paràmetres i variables locals.
- La funció recursiva tarda més en executar-se ja que fa moltes crides a funcions i ha de reservar memòria per a les variables dels clons.

#### **Avantatges**

- A vegades, la solució recursiva és molt més fàcil de trobar que la iterativa. Fins i tot, en ocasions és l'única alternativa.

### **9.5. Exemples d'ús de recursió**

- ✓ Càlcul del factorial d'un número
- ✓ Destapar les caselles en el joc del buscamines
- ✓ Buscar la solució a un laberint
- ✓ Trobar la ruta òptima entre 2 pobles
- ✓ Mostrar els fitxers que hi ha en un arbre de directoris i subdirectoris.

## Exercicis resolts de recursió

25. Fes una funció que calcule el factorial d'un número de forma iterativa i altra funció que el calcule de forma recursiva. Suposem que mai es crida a la funció amb un número negatiu.

Versió iterativa	Versió recursiva
<pre>static long factorial(int n) {     long fact=1;     for (int i=n; i&gt;=2; i--)         fact = fact * i;     return fact; }</pre>	<pre>static long factorial(int n) {     if (n==0    n==1)         return 1;     else         return n*factorial(n-1); }</pre>

26. Fes el procediment recursiu anomenat *mostraBinari*, que reba un número enter (en sistema decimal) i mostre el corresponent número en binari. Després fes la funció recursiva *calculaBinari* que, en compte de mostrar el número en binari, retorne una cadena amb eixe binari.

```
static void mostraBinari(int n) {  
    if (n<=1)  
        System.out.print(n);  
    else {  
        mostraBinari(n/2);  
        System.out.print(n%2);  
    }  
}
```

```
static String calculaBinari(int n) {  
    if (n<=1)  
        return "" + n;  
    else {  
        return calculaBinari(n/2) + (n%2);  
    }  
}
```

27. Procediment recursiu anomenat *mostraInvers*, que mostre en pantalla els dígitos d'un número enter positiu en ordre invers.

Exemple de crida:

`mostraInvers(3478) --> 8743`

```
static void mostraInvers(int n){  
    System.out.print(n%10);  
    if (n >= 10)  
        mostraInvers(n/10);  
}
```

28. Observa el següent procediment recursiu. Quin és el cas base? Quin és el cas general? Sense executar-lo, intenta vore què mostrarà per pantalla si l'invocuem amb *hola(4)*.

```
static void hola(int n){  
    System.out.println(n);  
    if (n > 0) {  
        hola(n-1);  
    }  
    System.out.println(n);  
}
```

29. Calcula la potència de forma recursiva:

$$x^n = \begin{cases} 1 & \text{si } n = 0 \\ x * x^{n-1} & \text{si } n > 0 \end{cases}$$

30. Funció recursiva que calcule un número de la sèrie *Fibonacci*:

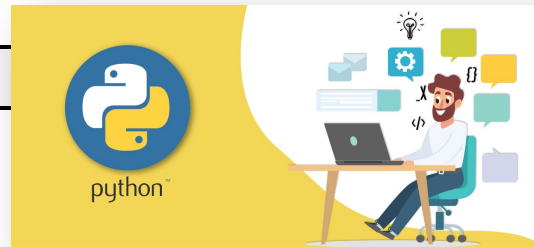
$$\text{fibonacci}(n) = \begin{cases} 0 & \text{si } n = 0 \\ 1 & \text{si } n = 1 \\ \text{fibonacci}(n-1) + \text{fibonacci}(n-2) & \text{si } n > 1 \end{cases}$$

31. Funció recursiva anomenada *palindrom* que retorne un booleà que indique si la cadena passada com a paràmetre és un palíndrom o no (si es llig igual d'esquerra a dreta que de dreta a esquerra). Exemples (sense tindre en compte accents ni espais ni majúscules):

- Senén té sis nens i set nenes
- Adán no cede con Eva y Yavé no cede con nada
- Sé verla al revés
- Dábale arroz a la zorra el abad
- Anita lava la tina
- La ruta nos aportó otro paso natural

Intenta millorar la funció, de forma que no faci cas dels possibles espais de la frase. Usa el mètode *replace* dels String de Java per a "canviar" els espais per res.

## 10. Funcions en Python



Anem a veure en Python com s'implementen les funcions (i procediments), així com algunes diferències respecte a Java.

- Una **funció** es definix igual que un **procediment**. Només es diferencia en el return:

```
def areaTriangle(b, h):  
    return b*h/2  
  
print(areaTriangle(3,5))
```

7.5

- En Python la definició de la funció ha d'anar abans que la crida.

- Com no s'indiquen els tipus dels paràmetres, estos poden admetre dades de qualsevol tipus:

```
def mostra(a, b):  
    print("a val", a, "i b val", b)  
  
mostra(10, 20)  
mostra("Pep", "Pepa")  
mostra(10, True)  
mostra((10,20,30), [40,50,60])
```

a val 10 i b val 20

a val Pep i b val Pepa

a val 10 i b val True

a val (10, 20, 30) i b val [40, 50, 60]

- Així passem un vector (llista) com a paràmetre:

```
def mostra(llista):  
    for i in llista:  
        print(i)  
  
amics = ["Pep", "Pepa", "Pepet"]  
mostra(amics)
```

Pep

Pepa

Pepet

- Els paràmetres poden tindre un valor per defecte:

```
def mostra(s = "persona"):
    print("Sóc", s)

mostra("dona")
mostra("home")
mostra()
```

Sóc dona  
Sóc home  
Sóc persona

- En Python no hi ha sobrecàrrega de funcions (dos funcions no poden tindre el mateix nom) però sí que admet *varargs* (una funció admet distinta quantitat de paràmetres). En Python cal posar un \* davant de l'últim paràmetre. Este funcionarà com una tupla (una llista no modificable):

```
def mostra(a, b, *c):
    print("a val", a, "i b val", b, "i c val", c)
    for i in c:
        print(i)

mostra(10, 20)
mostra(10, 20, 30)
mostra(10, 20, 30, 40, 50)
```

a val 10 i b val 20 i c val ()

a val 10 i b val 20 i c val (30,)  
30

Les tuples d'un únic element porten una coma.

a val 10 i b val 20 i c val (30, 40, 50)  
30  
40  
50

## Exercicis de funcions en Python

Intenta fer en Python els exercicis de procediments i funcions que has fet en Java.