FUNZIONI...

Una *funzione* permette di

- *dare un nome* a una espressione
- rendendola *parametrica*

```
float f(){
  return 2 + 3 * sin(0.75);
}

float f1(int x) {
  return 2 + x * sin(0.75);
}
```

E PROCEDURE

Una *procedura* permette di

- *dare un nome* a una istruzione
- rendendola *parametrica*
- *non denota un valore, quindi non c'è tipo di ritorno* → `void`

```
void p(int x) {
     float y = x * sin(0.75);
     printf("%f", y);
}
```

PROCEDURE COME COMPONENTI SOFTWARE

Una *procedura* è un *componente software* che cattura l'idea di "macro-istruzione"

- molti possibili parametri, che *possono anche essere modificati* mentre nelle funzioni non devono essere modificati
- nessun "valore di uscita" esplicito

PROCEDURE COME SERVITORI

- Come una funzione,una procedura è un servitore
  - *passivo*
  - che serve *un cliente per volta*
  - che può trasformarsi in cliente *invocando se stessa o altre procedure*
- In C, una procedura ha la stessa struttura di una funzione, salvo il *tipo di ritorno* che è **`void`**

RITORNO DA UNA PROCEDURA

- L'istruzione *return* provoca solo la restituzione del controllo al cliente
- *non è seguita da* una espressione da restituire
- quindi, *non è necessaria* se la procedura termina "spontaneamente" a fine blocco (cioè al raggiungimento della parentesi graffa di chiusura)

COMUNICAZIONE CLIENTE SERVITORE

- Nel caso di una procedura, non esistendo valore di ritorno, cliente e servitore comunicano solo:
  - mediante i *parametri*
  - mediante *aree dati globali*

- Il passaggio per valore non basta più:
  - occorre il passaggio per riferimento per poter fare cambiamenti permanenti ai dati del cliente.

PASSAGGIO DEI PARAMETRI

In generale, un parametro può essere trasferito dal cliente al servitore:

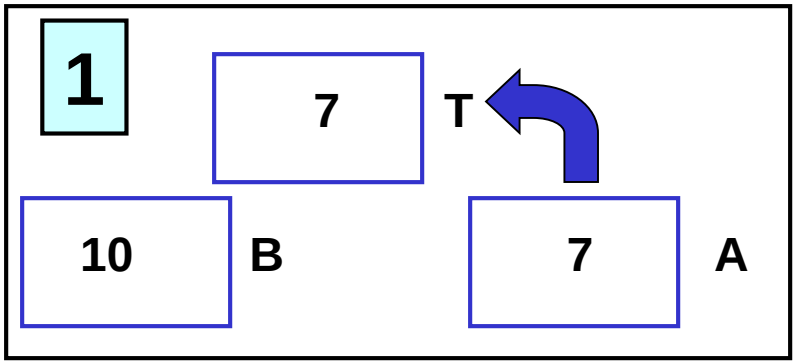
- **per valore o copia (*by value*)**
  - **si trasferisce *il valore* del parametro attuale**
- **per riferimento (*by reference*)**
  - **si trasferisce *un riferimento* al parametro attuale**

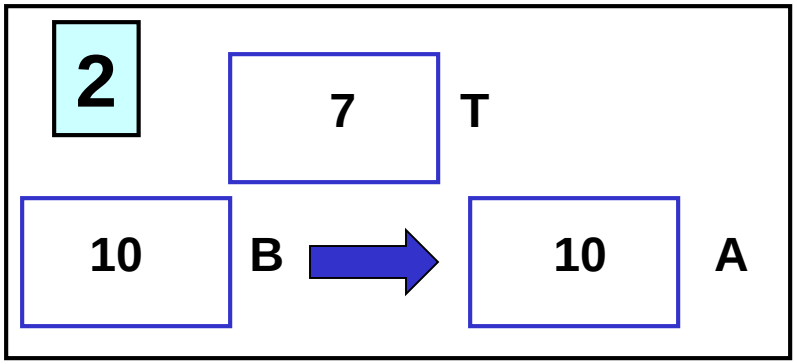
ESEMPIO

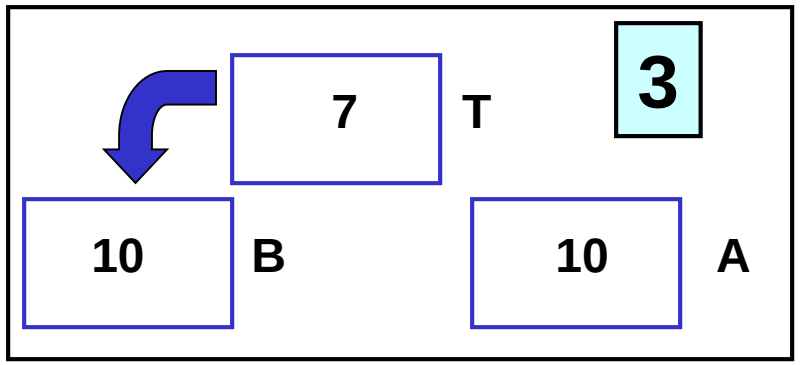
Perché il passaggio per valore non basta?

Problema: scrivere una procedura che *scambi i valori di due variabili intere.*

Specifica:
Dette A e B le due variabili, ci si può appoggiare a una *variabile ausiliaria T*, e fare una "triangolazione" in *tre fasi.*







ESEMPIO

Supponendo di utilizzare, senza preoccuparsi, il passaggio per valore usato finora, la codifica potrebbe essere espressa come segue:

```
void scambia(int a, int b) {
 int t;
 t = a;   a = b;   b = t;
 return; /* può essere omessa */
}
```

ESEMPIO

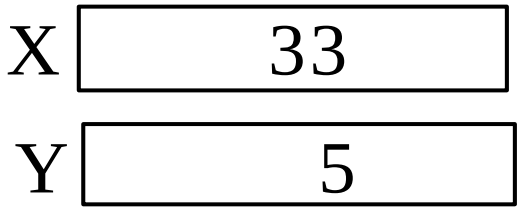
Il cliente invocherebbe quindi la procedura così:

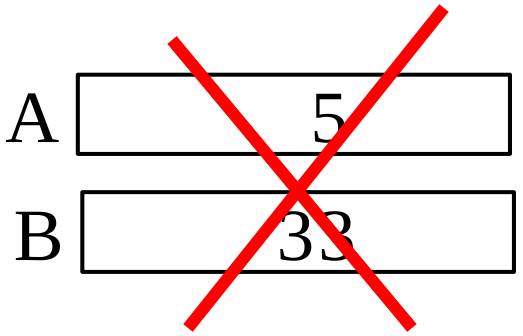
```
int main(){
 int y = 5, x = 33;
 scambia(x, y);
  /* ora dovrebbe essere
      x=5, y=33 ...
      MA NON E' VERO !!
   */
 return 0;}
```

Perché non funziona??

ESEMPIO

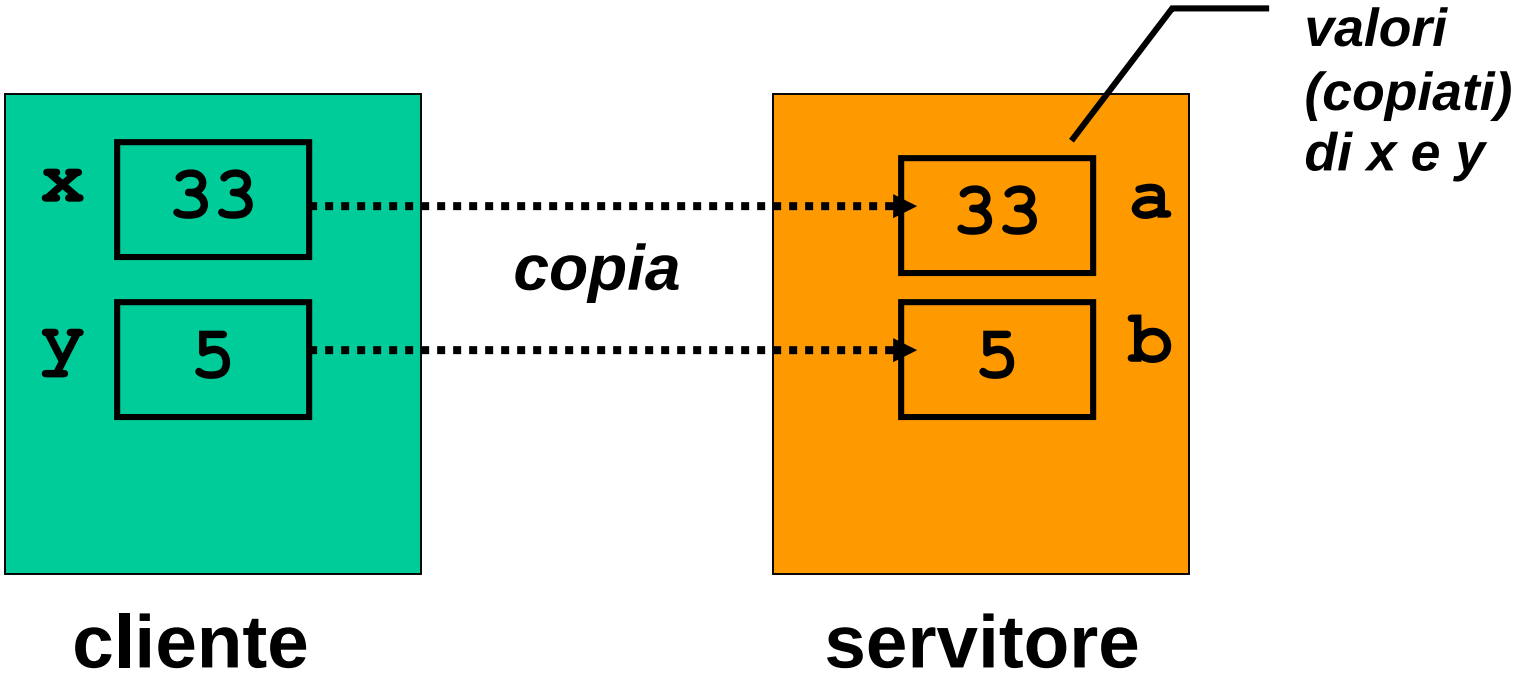
- La procedura ha *effettivamente scambiato* i valori di A e B *al suo interno*
- *ma questa modifica non si è propagata al cliente*, perché sono state scambiate *le copie locali alla procedura, non gli originali!*
- al termine della procedura, le sue variabili locali *sono state distrutte* → *nulla è rimasto* del lavoro fatto dalla procedura!!





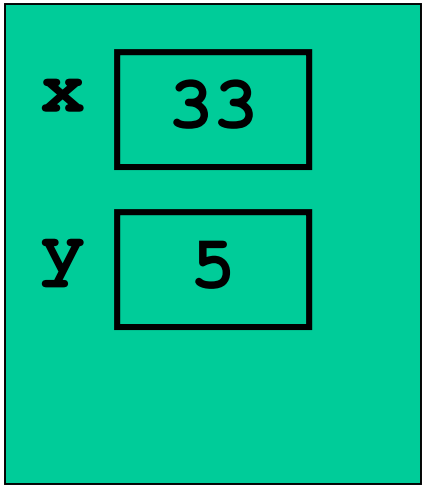
PASSAGGIO PER VALORE

Ogni azione fatta su `a` e `b` è strettamente locale al servitore. Quindi `a` e `b` vengono scambiati ma quando il servitore termina, tutto scompare.



PASSAGGIO PER VALORE

... e nel cliente non è cambiato niente!!!



cliente

PASSAGGIO DEI PARAMETRI IN C

Il C adotta sempre il passaggio per valore

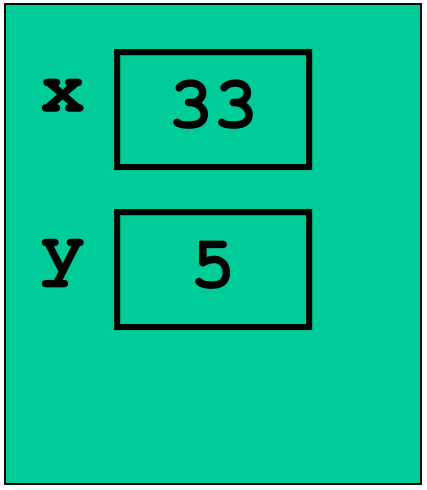
- è sicuro: le variabili del cliente e del servitore sono *disaccoppiate*
- ma *non consente di scrivere componenti software* il cui scopo sia *diverso dal calcolo di una espressione*
- per superare questo limite occorre il *passaggio per riferimento* (*by reference*)

PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

- Il passaggio per riferimento (*by reference*)
  - non trasferisce una copia del valore del parametro attuale
  - *ma un riferimento al parametro,* in modo da dare al servitore *accesso diretto* al parametro in possesso del cliente
  - il servitore, quindi, *accede direttamente* al dato del cliente *e può modificarlo.*

PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

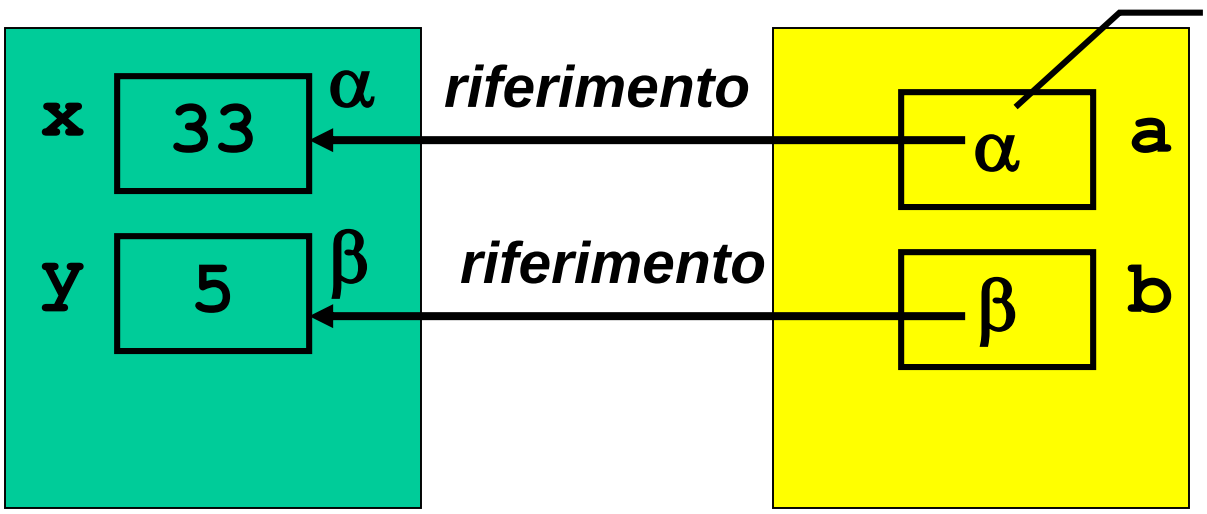
Si trasferisce *un riferimento* ai parametri attuali



cliente

PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

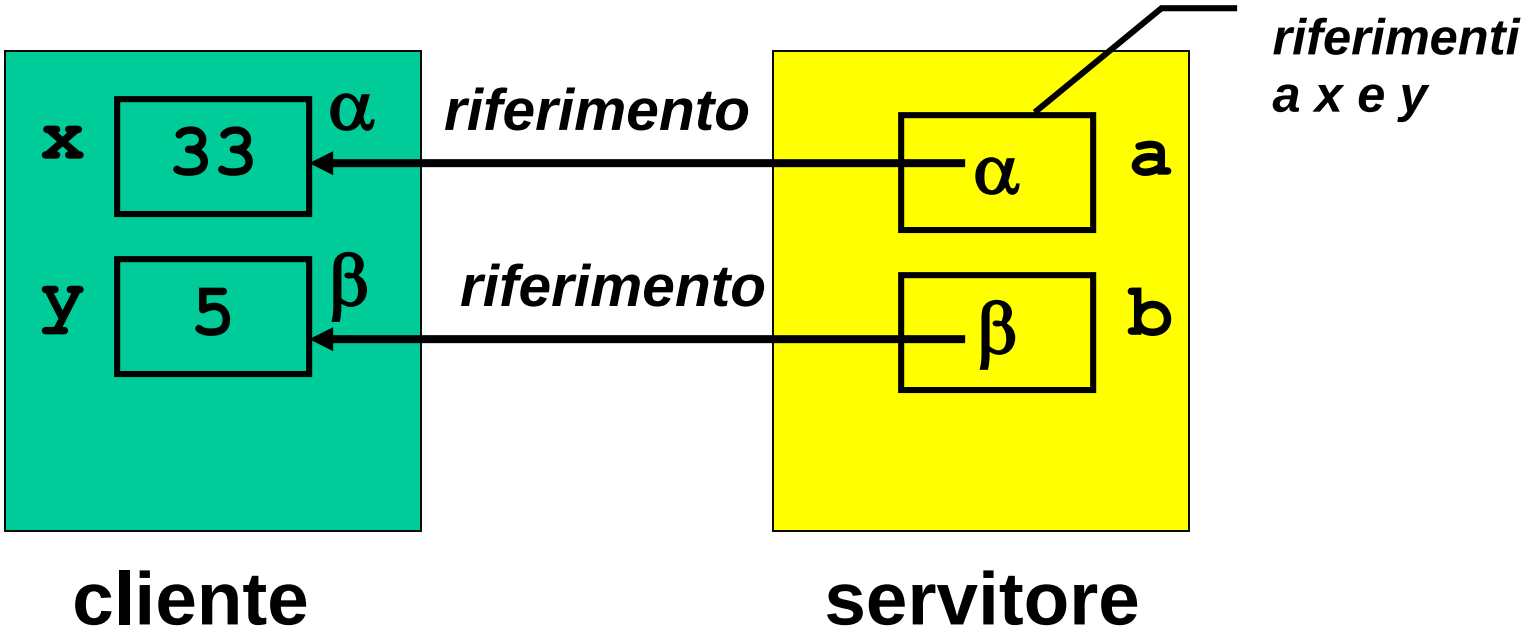
Ogni azione fatta su **a** e **b**
in realtà è fatta su ***x*** *e* ***y***
nell'environment del cliente



riferimenti a x e y (veri e propri riferimenti o indirizzi? Lo vediamo fra poco)

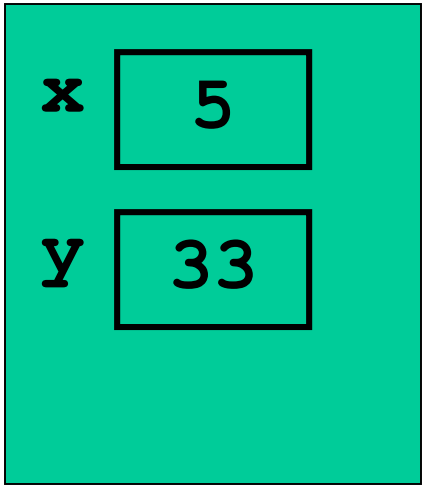
PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

Quindi, scambiando `a` e `b` in realtà si scambiano `x` e `y`



PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

... e alla fine *la modifica permane*!



cliente

REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

- Il C *non* fornisce *direttamente* un modo per attivare il passaggio per riferimento, che però è *praticamente indispensabile*
- quindi, dobbiamo *costruircelo.*

È possibile costruirlo? Come?

- Poiché passare un parametro per riferimento comporta la capacità di manipolare *indirizzi di variabili…*
- … gestire il passaggio per riferimento implica la capacità di *accedere*, *direttamente o indirettamente*, *agli indirizzi* delle variabili.

REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

In particolare occorre essere capaci di:

- *ricavare l'indirizzo* di una variabile
- *dereferenziare un indirizzo* di variabile, ossia "recuperare" la variabile dato il suo indirizzo.

- Nei linguaggi che offrono direttamente il passaggio per riferimento, *questi passi sono effettuati* in modo trasparente all'utente ➡ l'utente non manipola alcun dettaglio della macchina fisica sottostante
- In C l'utente deve conoscere gli indirizzi delle variabili e quindi accedere alla macchina sottostante.

INDIRIZZAMENTO E DEREFERENCING

Il C offre a tale scopo *due operatori*, che consentono di:

- ricavare l'indirizzo di una variabile

operatore *estrazione di indirizzo* **&**

- dereferenziare un indirizzo di variabile

operatore *di dereferenziamento* *****

INDIRIZZAMENTO E DEREFERENCING

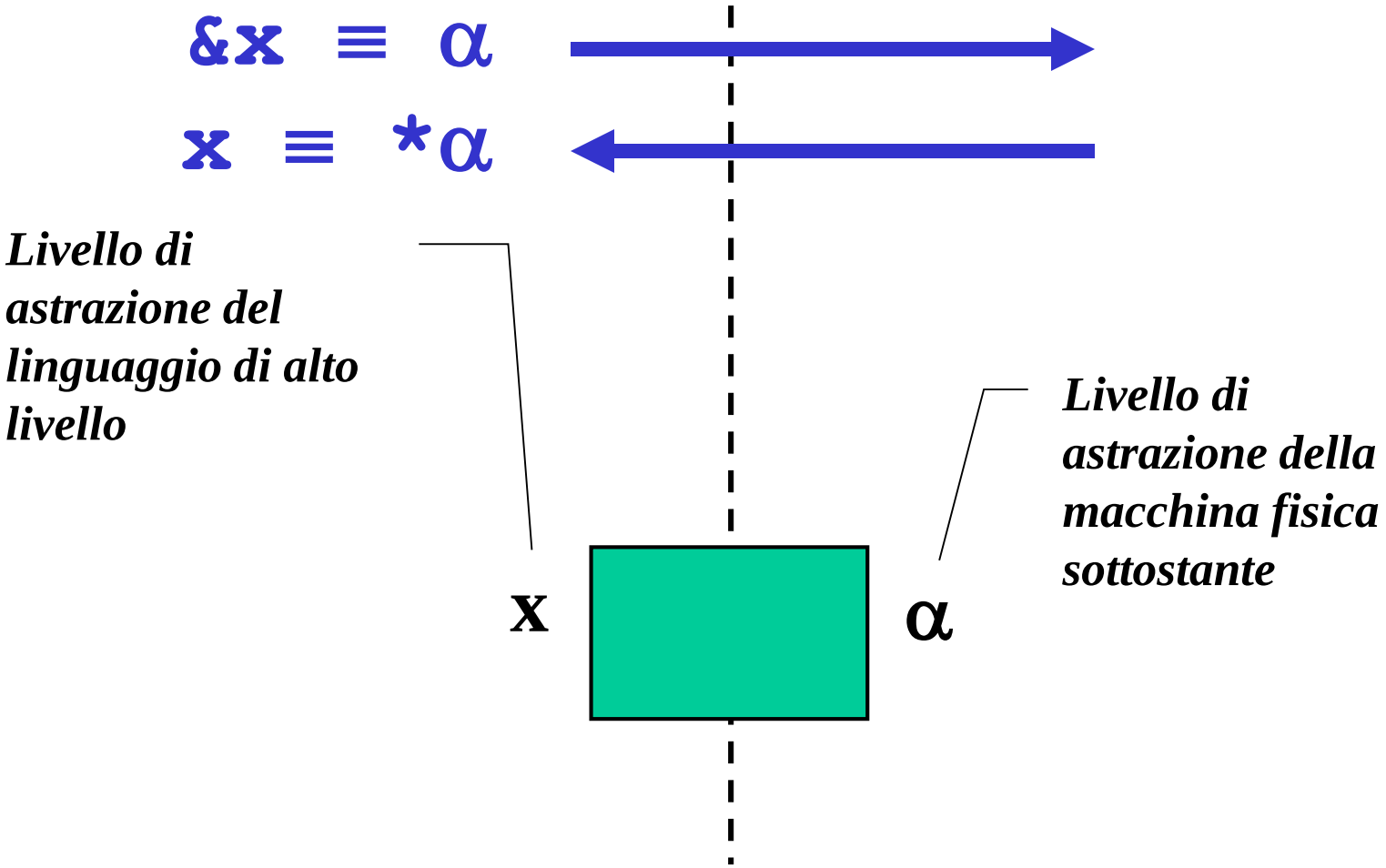
- Se **`x`** è il nome di una variabile,
  `&x` denota l'*indirizzo in memoria* di tale variabile:

  `&x` ≡ **α**

- Se α è l'indirizzo di una variabile,
  `*α` denota *tale variabile*:

  `x` ≡ **`*α`**

INDIRIZZAMENTO E DEREFERENCING



PUNTATORI

- Un *puntatore* è il costrutto linguistico introdotto dal C (e da molti altri linguaggi) come *forma di accesso alla macchina sottostante* e in particolare agli indirizzi di variabili
- Un *tipo puntatore a T* è un tipo che denota l'indirizzo di memoria di una variabile di tipo T.
- Un *puntatore a T* è una variabile di "*tipo puntatore a T"* che può contenere l'indirizzo di una variabile di tipo T.

PUNTATORI

- Definizione di una variabile puntatore:

  <tipo> ***** <nomevariabile> **;**

- Esempi:

```
int  *p;
int*  p;
int * p;
```

Queste tre forme sono equivalenti, e definiscono p come *“puntatore a intero”*

REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

- In C per realizzare il passaggio per riferimento:
  - il cliente deve *passare esplicitamente gli indirizzi*
  - il servitore deve *prevedere esplicitamente dei puntatori come parametri formali*

REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

```
void scambia(int* a, int* b) {
 int t;
 t = *a;  *a = *b;  *b = t;
}

int main(){
 int y = 5, x = 33;
 scambia(&x, &y);
 return 0;}
```

OSSERVAZIONE

- Quando un puntatore è usato per realizzare il passaggio per riferimento, *la funzione non dovrebbe mai alterare il valore del puntatore.*
- Quindi, se **a** e **b** sono due puntatori:

***a = *b** **SI**

a = b **NO**

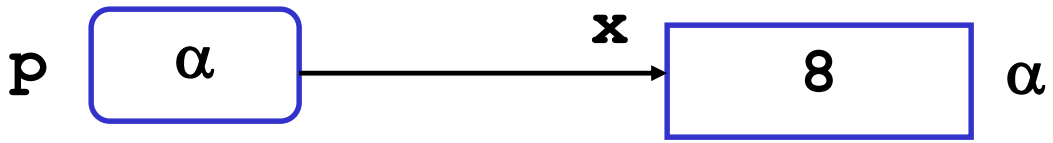
- In generale una funzione può modificare un puntatore, ma *non è opportuno che lo faccia se esso realizza un passaggio per riferimento*

PUNTATORI

- Un *puntatore* è una variabile *destinata a contenere l'indirizzo di un'altra variabile*

- Vincolo di tipo: un puntatore a T può contenere solo l'indirizzo di variabili di tipo T.

- Esempio:




```
int  x = 8;
int* p;
p = &x;
```

Da questo momento, `*p` e `x` sono *due modi alternativi per denotare la stessa variabile*

COMUNICAZIONE TRAMITE L'ENVIRONMENT GLOBALE

- Una procedura può anche comunicare con il suo cliente mediante *aree dati globali:* un esempio sono le *variabili globali del C.*

- Le *variabili globali* in C:
  - sono allocate nell'area dati globale (fuori da ogni funzione)
  - esistono *già prima* della chiamata del *main*
  - sono *inizializzate automaticamente a 0* salvo diversa indicazione
  - possono essere *nascoste* in una funzione da una variabile locale omonima
  - sono visibili, previa dichiarazione extern, in tutti i file dell'applicazione

ESEMPIO

Esempio: Divisione intera x/y con calcolo di quoziente e resto. Occorre calcolare *due* valori che supponiamo di mettere in due variabili globali.

```
int quoziente, int resto;

void dividi(int x, int y) {
   resto = x % y; quoziente = x/y;
}

int main(){
   dividi(33, 6);
   printf("%d%d", quoziente,resto);
   return 0;}
```

variabili globali **quoziente** e **resto** visibili in tutti i blocchi

Il risultato è disponibile per il cliente nelle variabili globali **quoziente** e **resto**

ESEMPIO

Esempio: Con il passaggio dei parametri per indirizzo avremmo il seguente codice

```
void dividi(int x, int y, int* quoziente, int* resto)
   {
   *resto = x % y; *quoziente = x/y;
}

int main(){
   int k = 33, h = 6, quoz, rest;
   int *pq = &quoz, *pr = &rest;
   dividi(k, h, pq, pr);
   printf("%d%d", quoz,rest);
   return 0;}
```