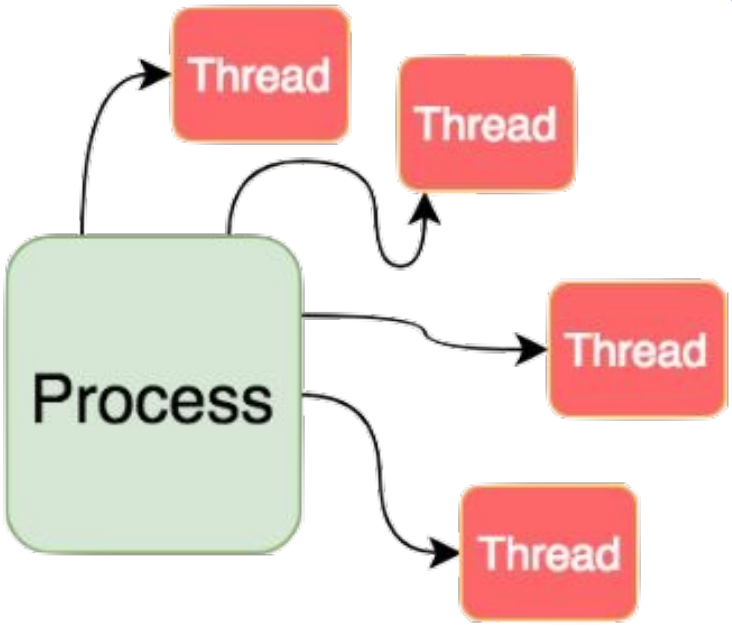



COMPLEX INTELLIGENT SYSTEMS RESEARCH GROUP

ComplexIntelligentSystems@gmail.com

http://cis-lab.dmi.unict.it/

# Sistemi Operativi (M-Z)

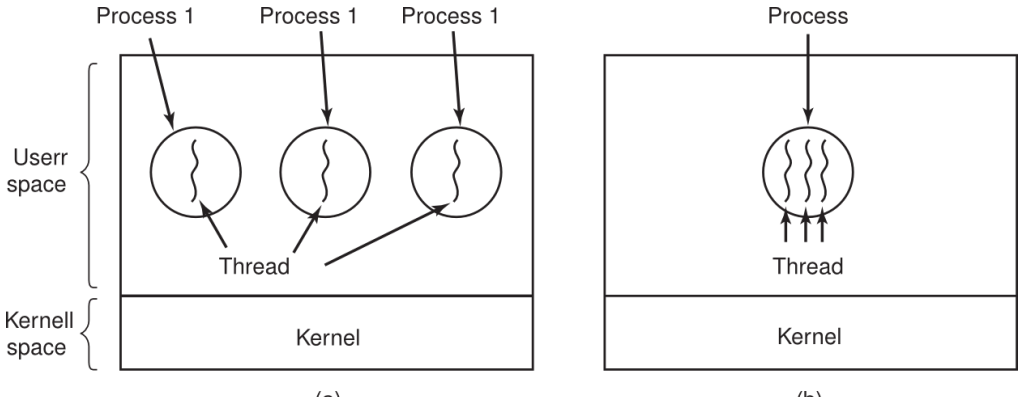
# I Thread

**C.d.L. in Informatica**
**(laurea triennale)**
A.A. 2025-2026

**Prof. Mario F. Pavone**

**Dipartimento di Matematica e Informatica**
**Università degli Studi di Catania**
**mario.pavone@unict.it**

# Thread




- Modello dei processi: entità indipendenti che **raggruppano risorse** e con un **flusso di esecuzione**;
- può essere utile far condividere a più flussi di esecuzione lo stesso spazio di indirizzi: **thread**;
- quando può essere utile?
  - esempi: web-browser, videoscrittura, web-server, …

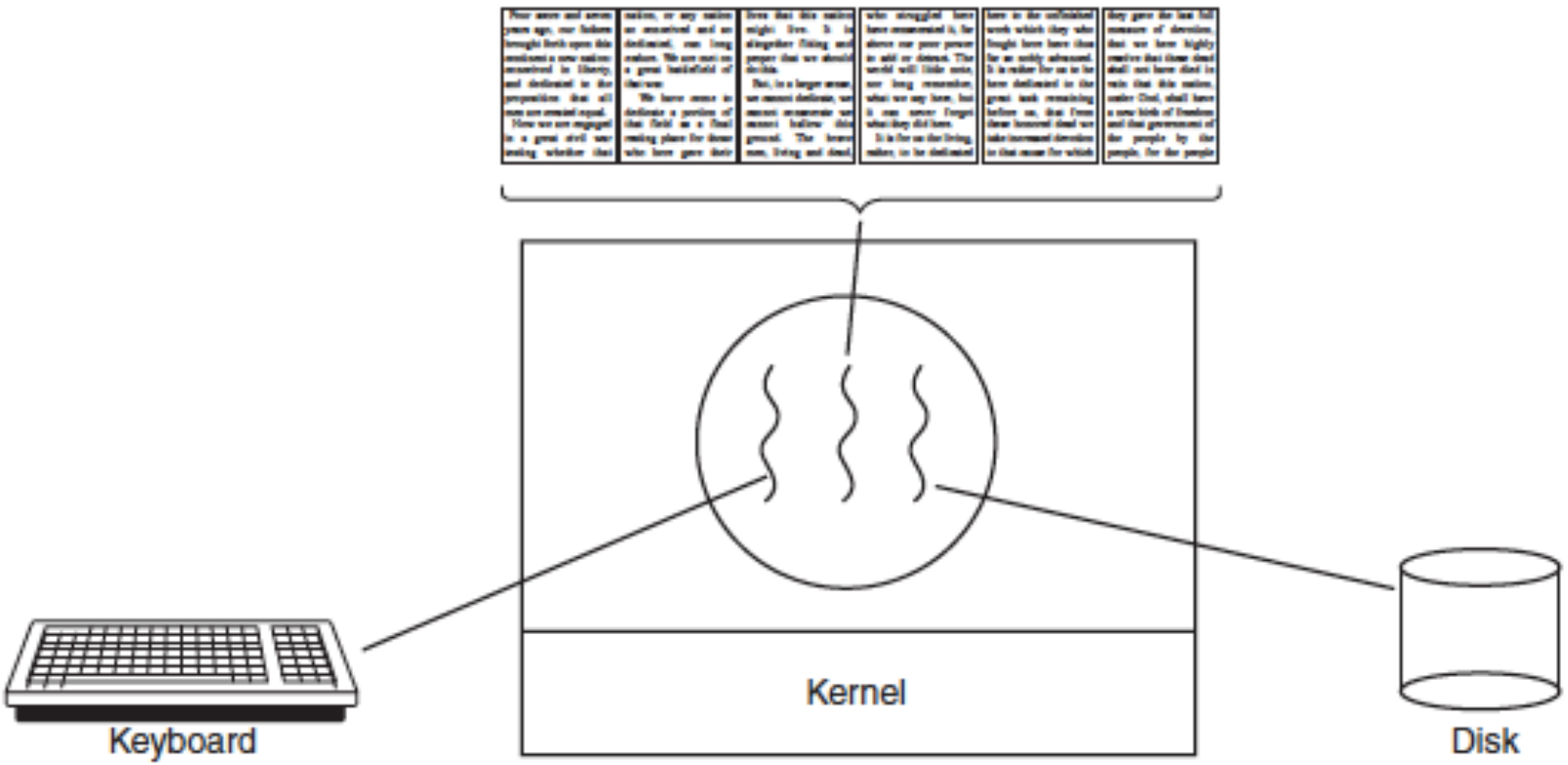



**Figure 2-7.** A word processor with three threads.

## Thread: an example

- **WORD PROCESSOR**

# Thread: an example

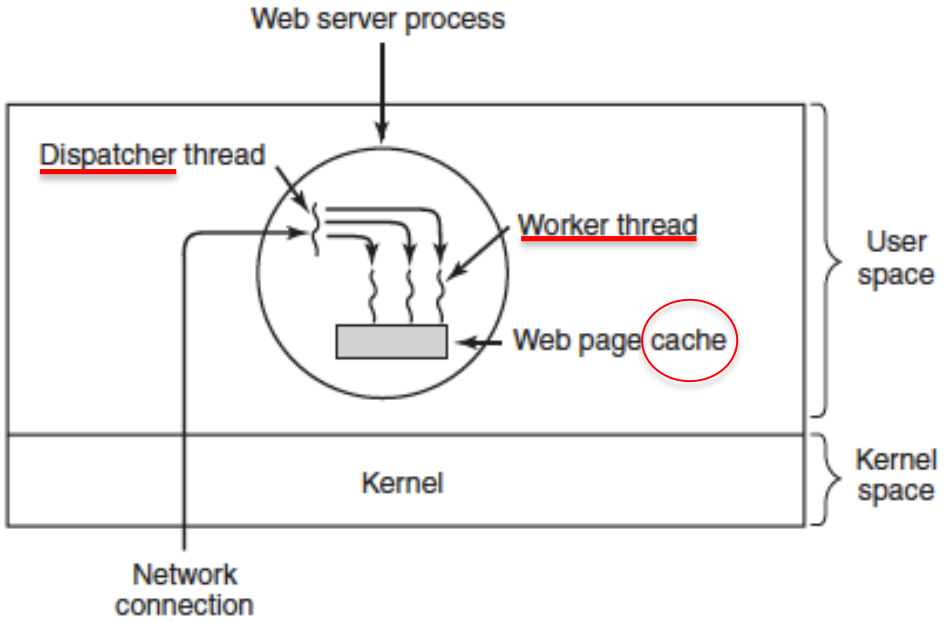
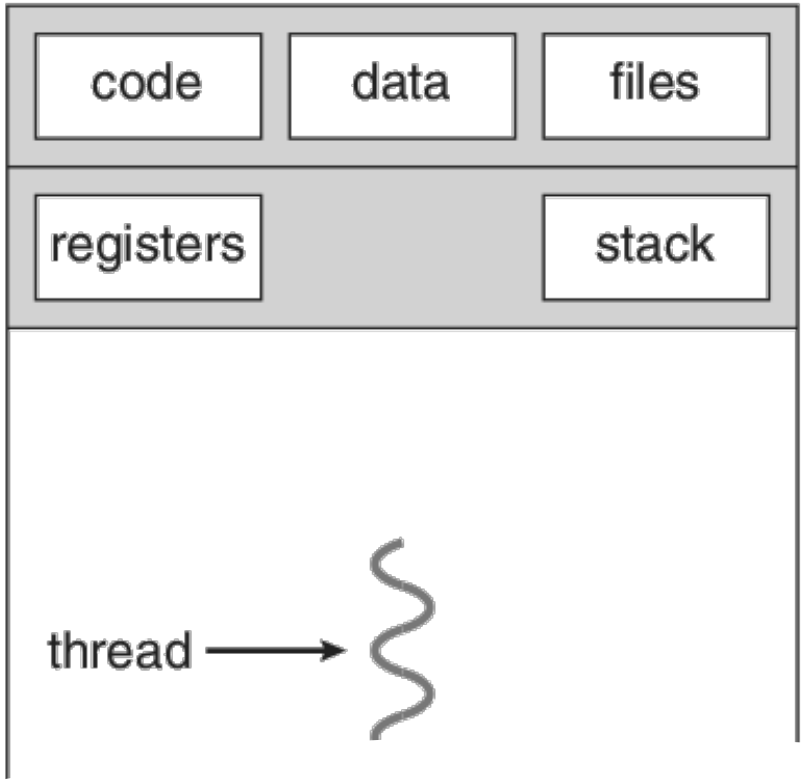


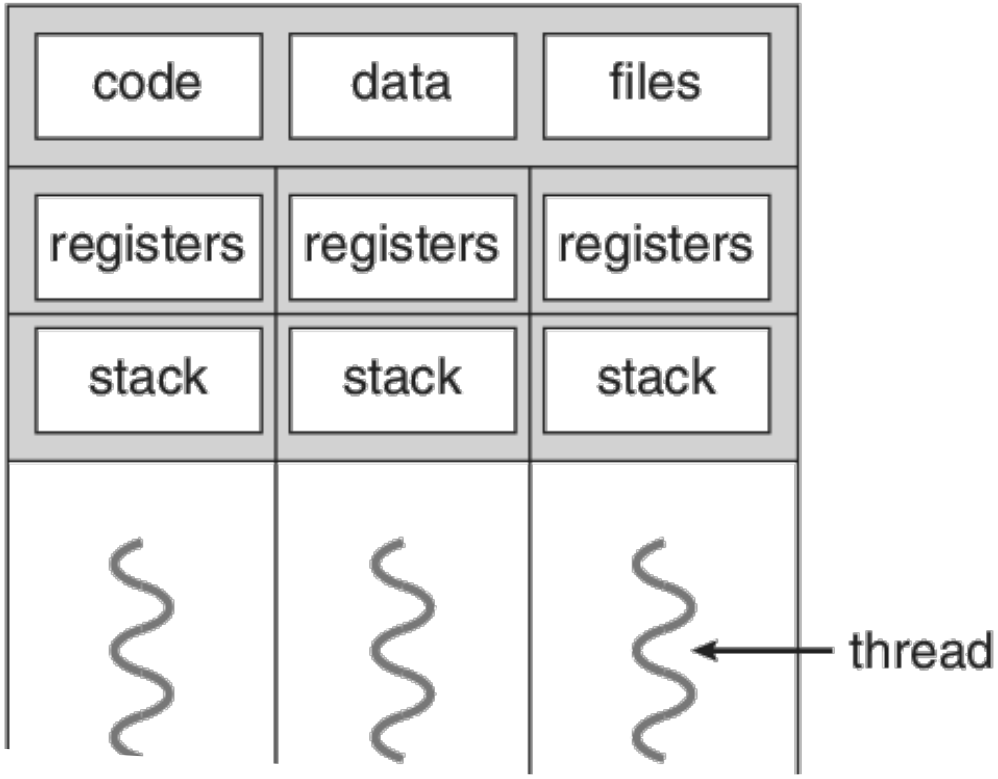

**Figure 2-8.** A multithreaded Web server.

- **WEB SERVER PROCESS**

NOTA: il *dispatcher* è un ciclo infinito che acquisisce richieste di lavoro e le passa ad un *worker thread*...

... anche quello del *worker thread* è un ciclo infinito



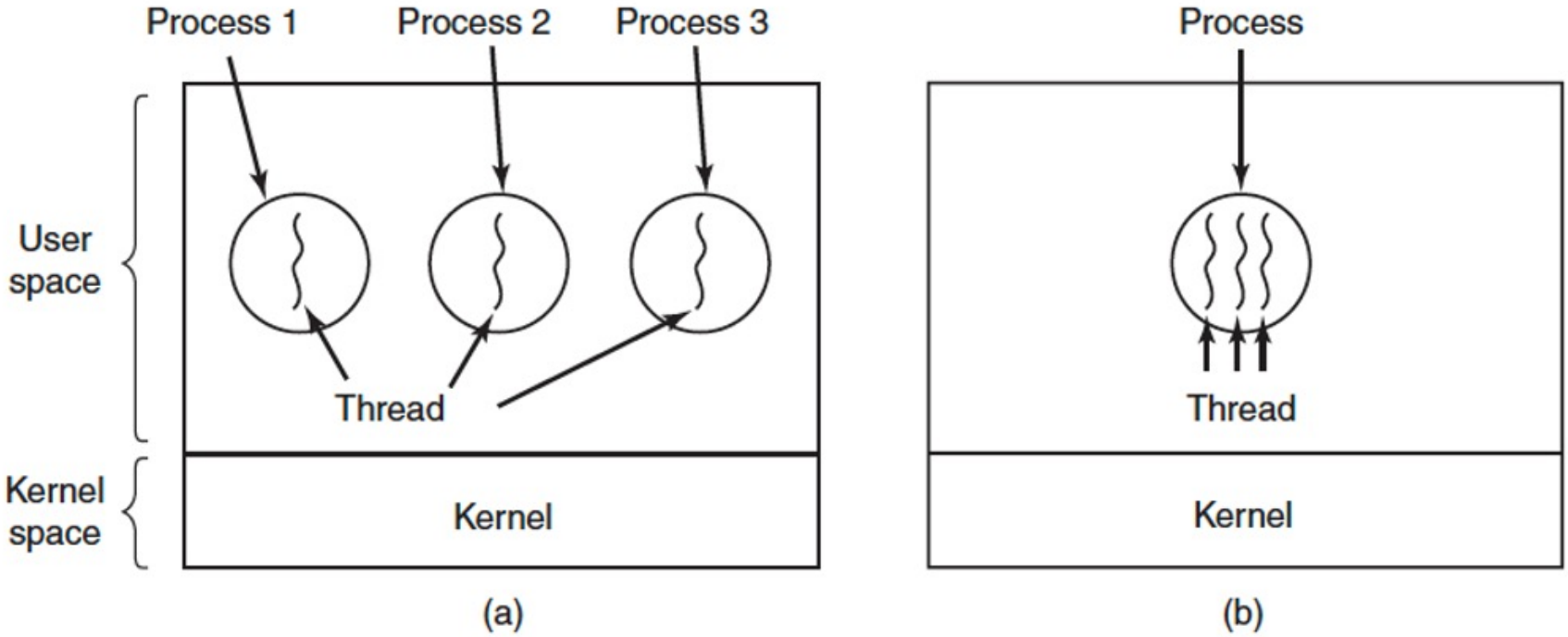




# Il Modello Thread

- ✓ Processo: raggruppare risorse
- ✓ Thread: esecuzione CPU

- Un thread è **caratterizzato** da:
  - PC, registri, stack, stato;
  - condivide tutto il resto;
    - non protezione di memoria.
- **scheduling** dei thread;
- **cambio di contesto** più veloce;

Sistemi Multithreading



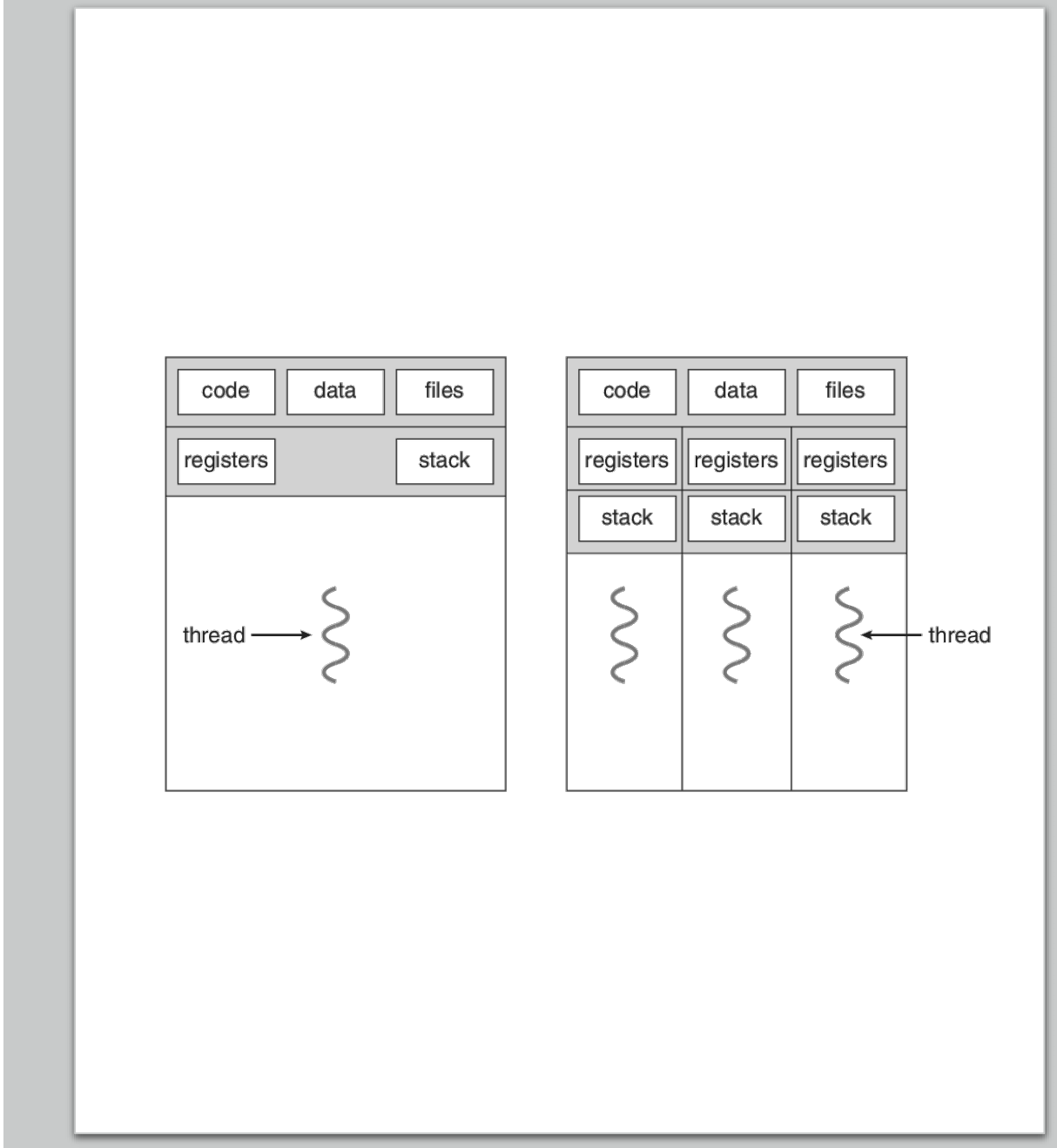

# Thread Vs. Processo

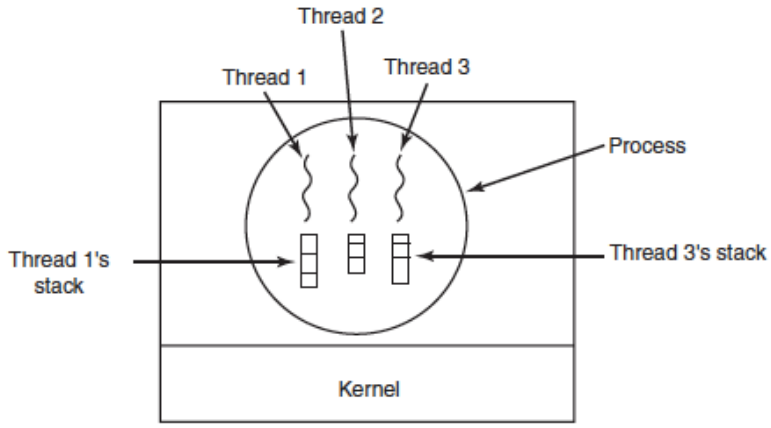
- Fig. (a): Ogni processo lavora in spazi degli indirizzi diversi
- Fig. (b): tutti I thread condividono lo stesso spazio degli indirizzi

# Thread

- Thread diversi nello stesso processo non sono indipendenti
- Condivisione e **No protezione di memoria**
  - un thread può leggere, scrivere o cancellare lo stack di un altro thread
- Stesso user -> Cooperano -> non entrano in conflitto
- Thread apre file => è visibile ad ogni thread nel processo

- **Unità di gestione delle risorse => Processo**



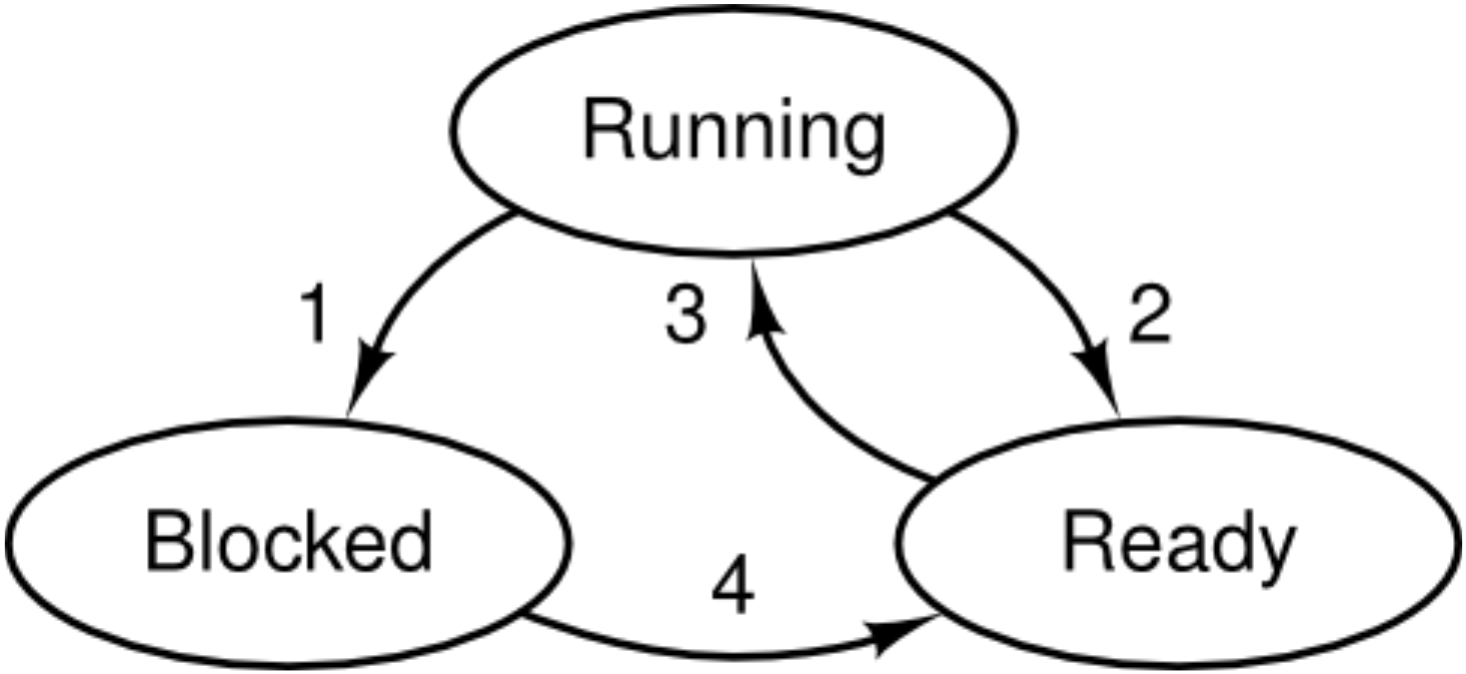



| Per-process items | Per-thread items |
|---|---|
| Address space | Program counter |
| Global variables | Registers |
| Open files | Stack |
| Child processes | State |
| Pending alarms | |
| Signals and signal handlers | |
| Accounting information | |

# Thread

- Ogni Thread ha un proprio Stack
  - **storia di esecuzione diversa**

NOTA: processo inizia con un solo thread
=> altri thread verranno creati



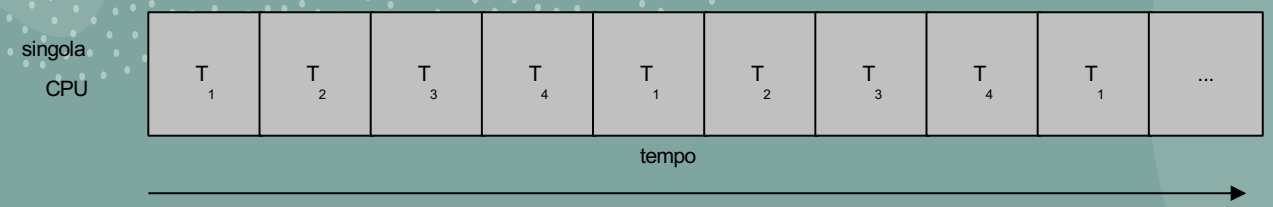

# Thread

- Anche un thread può trovarsi in uno dei seguenti stati
- Transizioni di stato => analogo a quello dei processi.

# Operazioni sui Thread

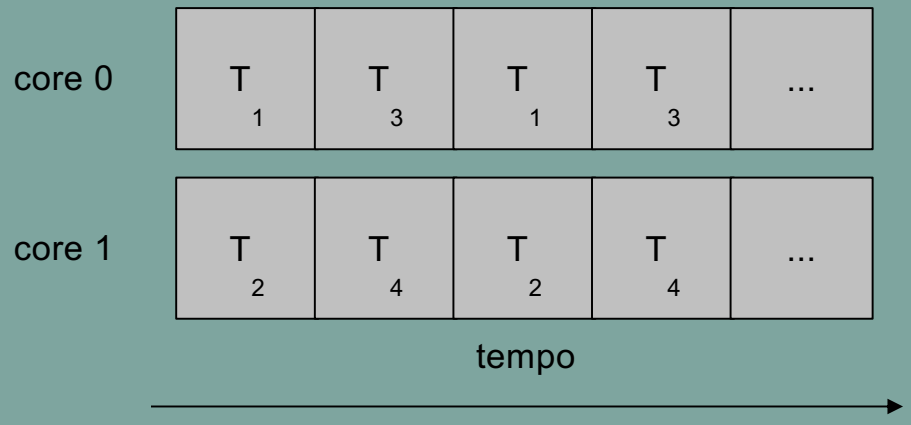
- Nei sistemi Multithreading i processi iniziano con un singolo thread
- **operazioni** tipiche sui thread:
  - **thread_create**: crea un nuovo thread e specifica la procedura che deve eseguire;
  - **thread_exit**: il thread chiamante termina;
  - **thread_join**: un thread si sincronizza con la fine di un altro thread (attende che uno specifico thread termini);
  - **thread_yield**: il thread chiamante rilascia **volontariamente** la CPU
    - **no clock interrupt**

**Libreria Pthread (sistemi Unix)**




# Programmazione multicore

- I thread permettono una **migliore scalabilità** con core con hypertreading e soprattutto con sistemi multicore;
- con un sistema single-core abbiamo una esecuzione interleaved;
- su un sistema multi-core abbiamo parallelismo puro.

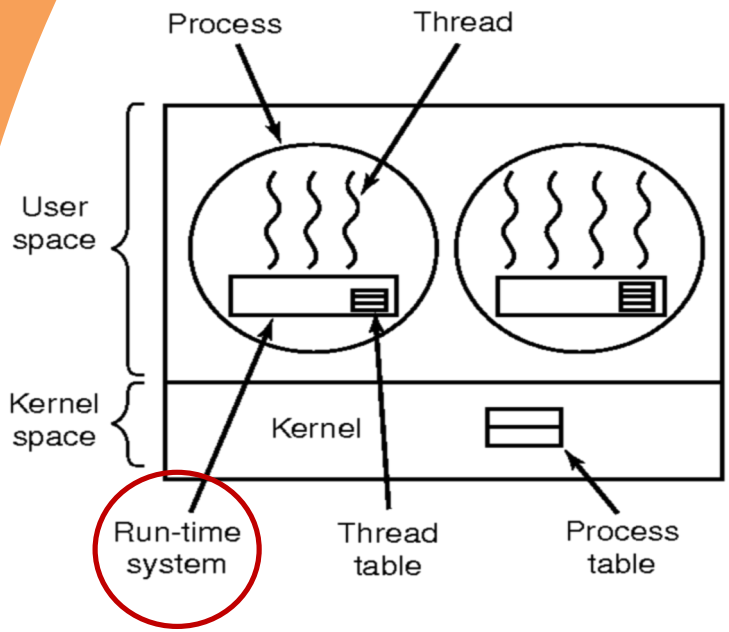


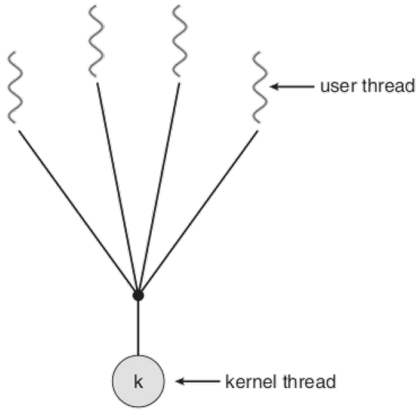
# Programmazione multicore

- Progettare programmi che sfruttino le moderne architetture multicore non è banale;
- **principi base**:
  - **separazione dei task**;
    - trovare aree per *attività separate e simultanee*
  - **bilanciamento**;
    - assicurarsi che eseguano lo *stesso lavoro di uguale valore*
  - **suddivisione dei dati**;
    - dividere i dati *per essere eseguiti su core separati*
  - **dipendenze dei dati**;
    - esecuzione delle *attività sia sincronizzata*
  - **test e debugging**

# Thread a livello utente

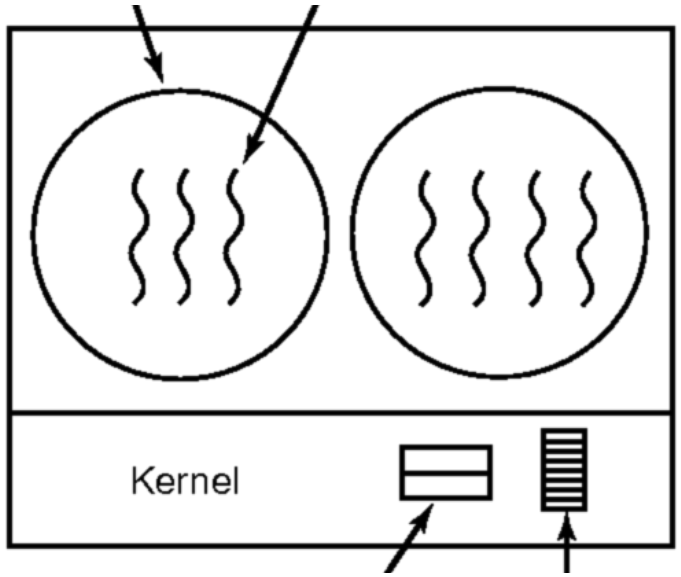
- Detto anche ”**modello 1-a-molti**”;
- utile se non c'è supporto da parte del kernel ai thread;
- una **libreria** che implementa un **sistema run-time** che gestisce una **tabella dei thread** del processo.
- **Pro**:
  - il dispatching non richiede trap nel kernel;
  - scheduling personalizzato;
- **Contro**:
  - chiamate bloccanti (select, page-fault);
  - possibilità di non rilascio della CPU.

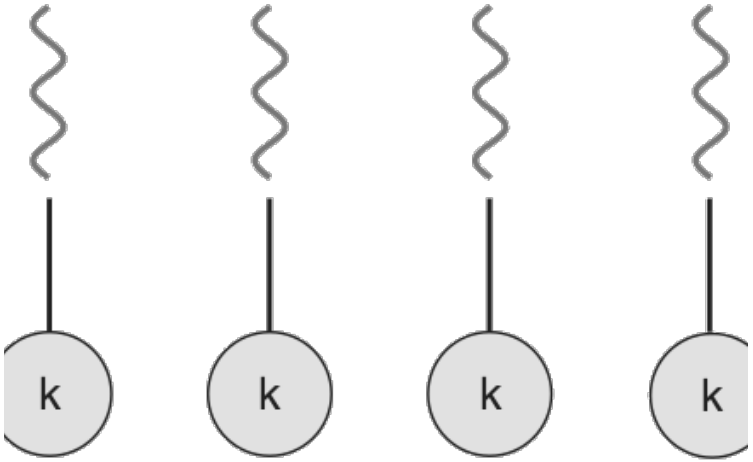


# Thread a livello kernel

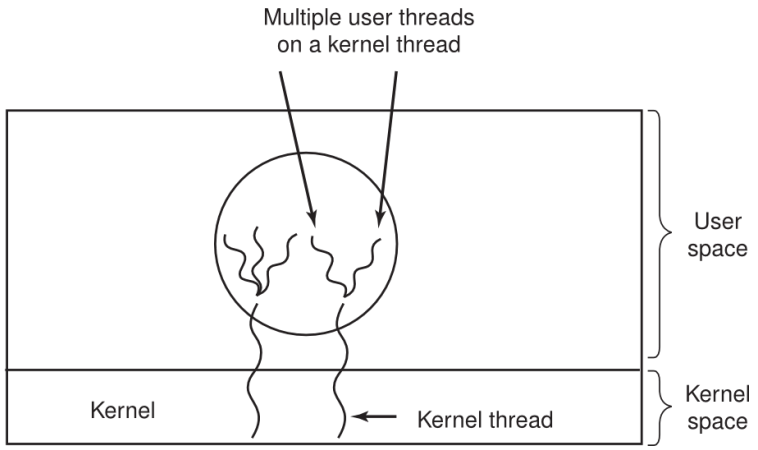
- Detto anche ”**modello 1-a-1**”;
- richiede il supporto specifico  dal kernel (praticamente tutti i moderni SO);
- **unica tabella dei thread** del kernel;
- **Pro**:
  - un thread su chiamata bloccante non intralcia gli altri;
- **Contro**:
  - cambio di contesto più lento (richiede trap);
  - creazione e distruzione più costose (numero di thread kernel tipicamente limitato, possibile riciclo).

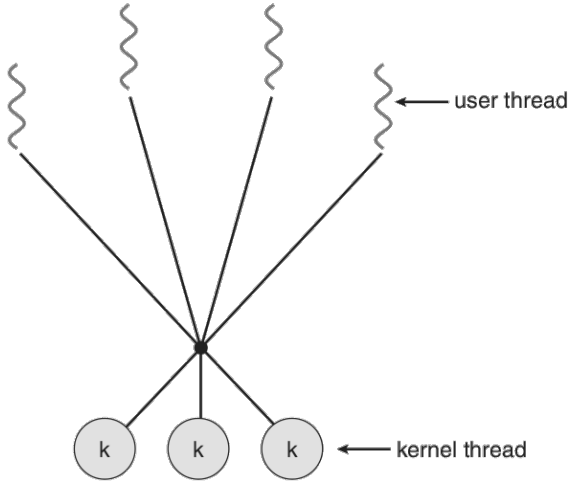


# Modello ibrido

- Detto anche ”**molti-a-molti**”;
- prende il meglio degli altri due;
- prevede un certo numero di **thread del kernel**;
- ognuno di essi viene assegnato ad un certo numero di **thread utente** (eventualmente uno);
- **assegnazione** decisa dal programmatore.



# I thread nei nostri sistemi operativi

- Quasi tutti i sistemi operativi supportano i **thread a livello kernel**;
  - Windows, Linux, Solaris, Mac OS X,...
- Supporto ai **thread utente** attraverso apposite librerie:
  - *green threads* su Solaris;
  - *GNU portable thread* su UNIX;
  - *fiber* su Win32.
- **Librerie di accesso ai thread** (a prescindere dal modello):
  - ***Pthreads*** di POSIX (Solaris, Linux, Mac OS X, anche Windows);
    - una specifica da implementare sui vari sistemi;
  - threads Win32;
  - thread in Java;
    - wrapper sulle API sottostanti.