Sistemas Operativos

Threads - I

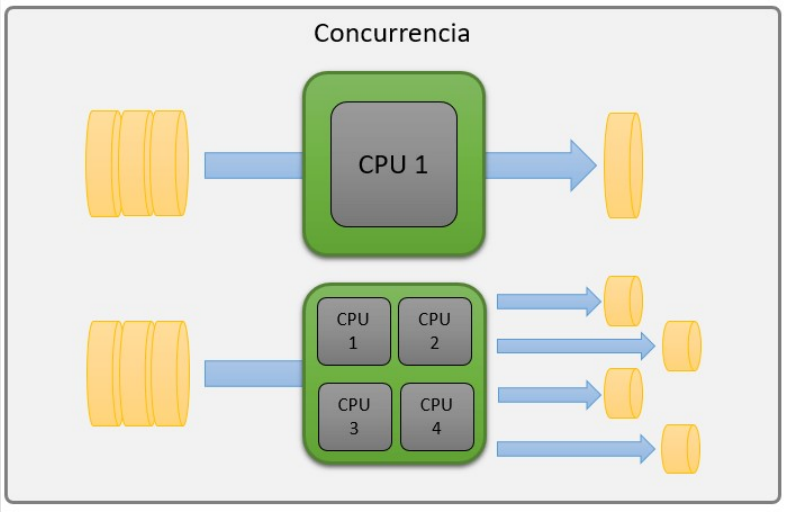
Sistemas Operativos

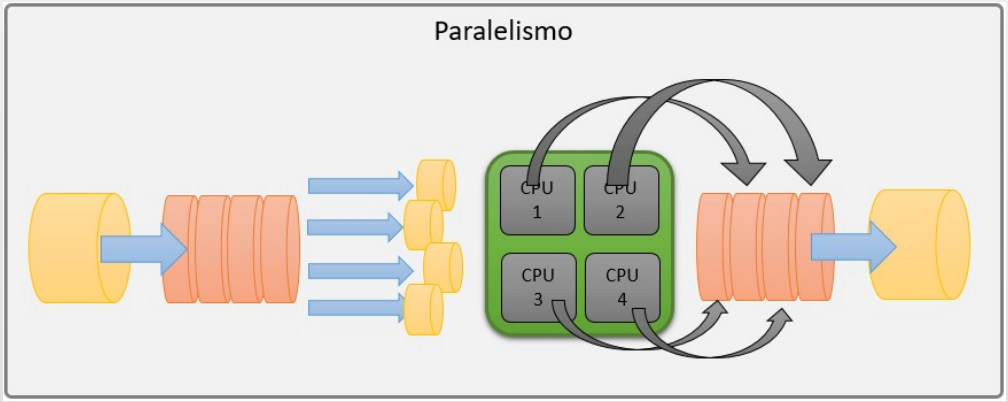
- ☑ Versión: Marzo 2020
- ☑ Palabras Claves: Threads, Hilos, ULT, KLT, Procesos, Concurrencia, Paralelismo, Multithreading

Algunas diapositivas han sido extraídas de las ofrecidas para docentes desde el libro de Stallings (Sistemas Operativos) y el de Silberschatz (Operating Systems Concepts)

Concurrencia y Paralelismo

- ☑ Es común dividir un programa en diferentes "tareas" que, independientemente o colaborativamente, solucionan el problema
- ☑ Es común contar con un pool de procesadores para ejecutar nuestros programas





Analicemos estas situaciones

- ☑ Procesador de texto: ingreso de caracteres, auto-guardado, análisis ortográfico/gramatical
- ☑ Aplicaciones que muestran una animación, o un gráfico a medida que se ingresan datos
- ☑ Acceso simultáneo a diferentes fuentes de E/S
- ☑ Tendencia de los procesadores actuales a contar con varios núcleos (multiprocesadores)

Los lenguajes de programación

- Brindan herramientas que nos permiten separar las diferentes "tareas" de los programas en unidades de ejecución diferentes:
  - Java – heredar de "Thread", implementar la interface "Runnable"
  - Delphi – Heredar de "TThread"
  - C#, C, etc
  - Ruby – Thread.new{CODIGO}
  - PHP – Heredar de Thread
  - Javascript – HTML5 Web Workers

Primeros SO – Procesos

- ☑ Unidad básica de utilización de CPU: Proceso
- ☑ Programa en Ejecución
- ☑ Unidad de asignación de los recursos
- ☑ Conceptos relacionados con proceso:
  - ✓ Espacio de direcciones
  - ✓ Punteros a los recursos asignados (stacks, archivos, etc.)
  - ✓ Estructuras asociadas: PCB, tablas

- ☑ En los primeros sistemas operativos, cada proceso tenía un espacio de direcciones y un solo hilo de control (se asemeja a la definición de proceso)

SO Actuales - Threads

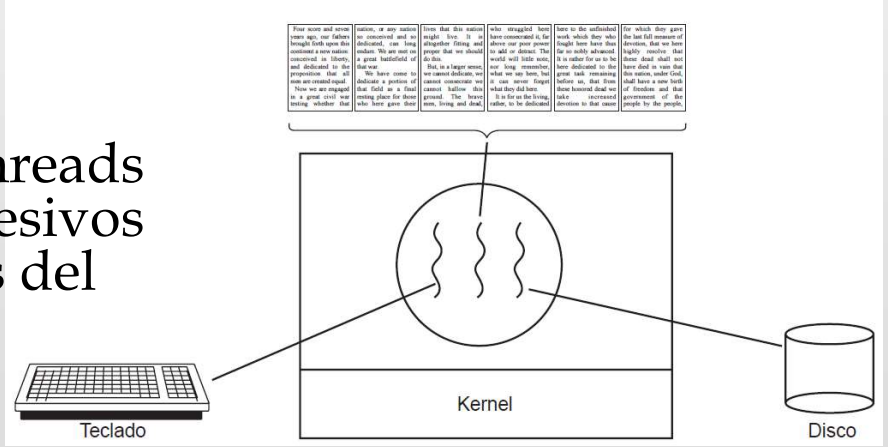
- Hay situaciones en las que es conveniente tener varios hilos de control en el mismo espacio de direcciones:
  - Ejecutarlos en cuasi-paralelo, como si fueran procesos (casi) separados
  - Compartir el espacio de direcciones
- Unidad básica de utilización de CPU: Hilo

SO Actuales - Threads

- ☑ Proceso:
  - ✓ Espacio de direcciones
  - ✓ Unidad de propiedad de recursos
  - ✓ Conjunto de threads (eventualmente uno)
- ☑ Thread:
  - ✓ Unidad de trabajo (hilo de ejecución)
  - ✓ Contexto del procesador
  - ✓ Stacks de Usuario y Kernel
  - ✓ Variables propias
  - ✓ Acceso a la memoria y recursos del PROCESO

Procesos e Hilos

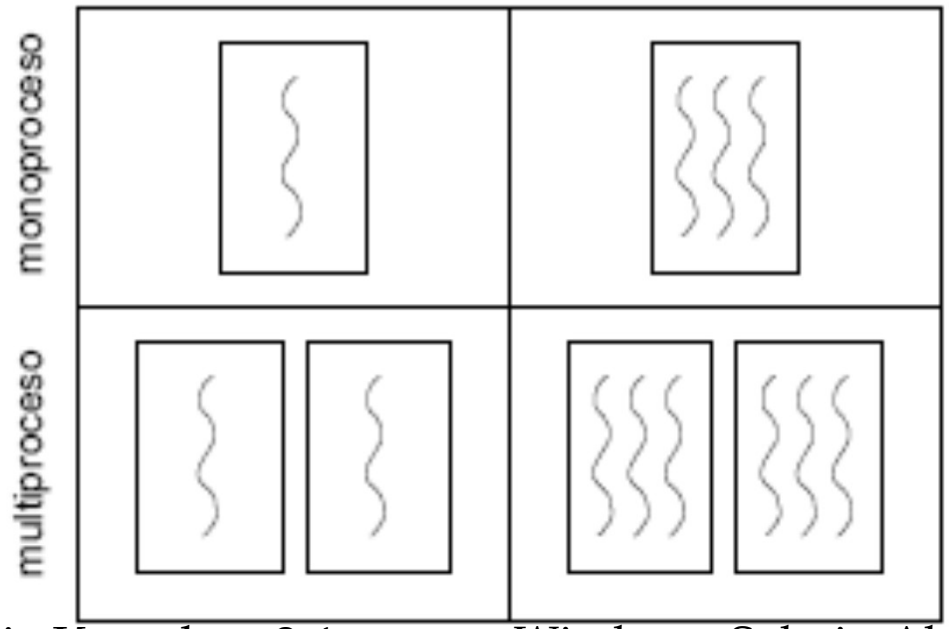
- ☑ Porqué dividir una aplicación en threads?
  - ✓ Respuestas percibidas por los usuarios, paralelismo/ejecución en background
    - Ejemplo: El servició de impresión de Word ejecuta en background y nos permite seguir editando
  - ✓ Aprovechar las ventajas de múltiples procesadores
    - Con *n* CPUs pueden ejecutarse *n* threads al mismo tiempo
    - Pregunta: Dada una aplicación con un único thread, agregar un nuevo procesador hará que esta se ejecute mas rápido?
  - ✓ Características complejas
    - Sincronización
    - Escalabilidad: cantidad de threads por proceso? (# de CPU, excesivos cambios de contexto de hilos del mismo proceso…)



Threads

- ☑ SO Monothreading vs. Multithreading

MS-DOS

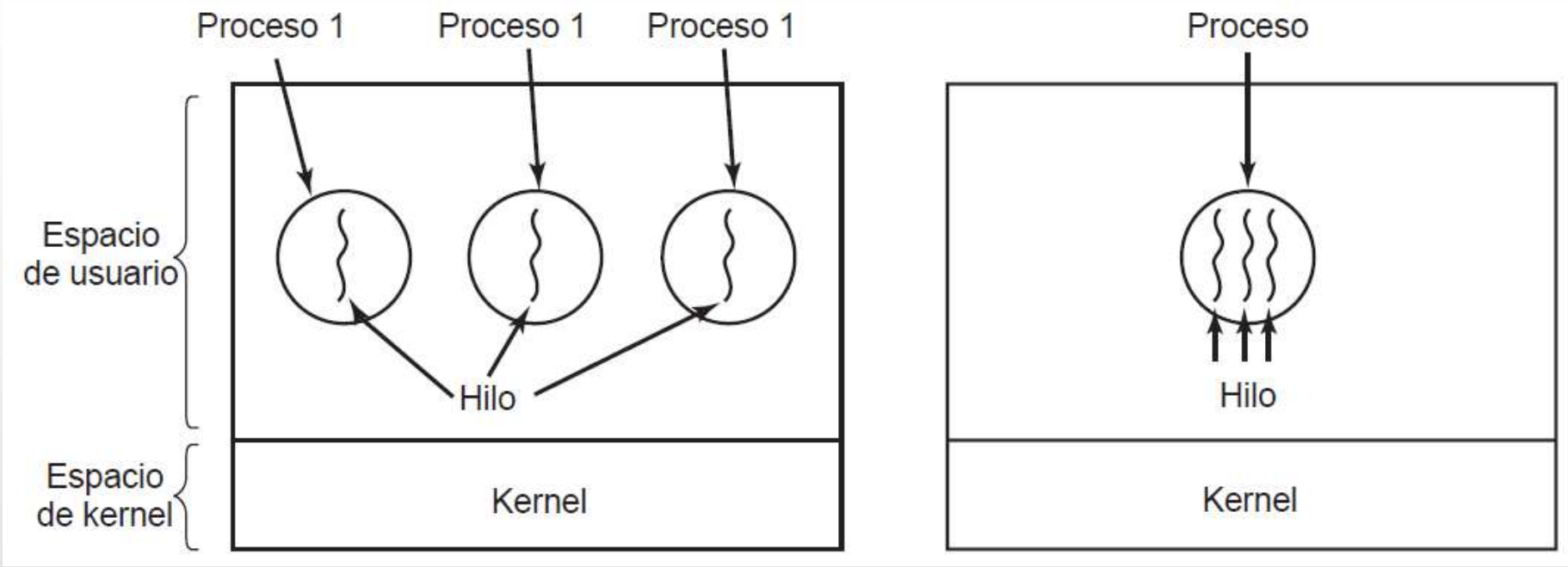


JRE (Java Runtime Environment)

Algunos Unix Kernel < v2.4

Windows, Solaris, Algunos Unix Kernel >= v2.6

Threads

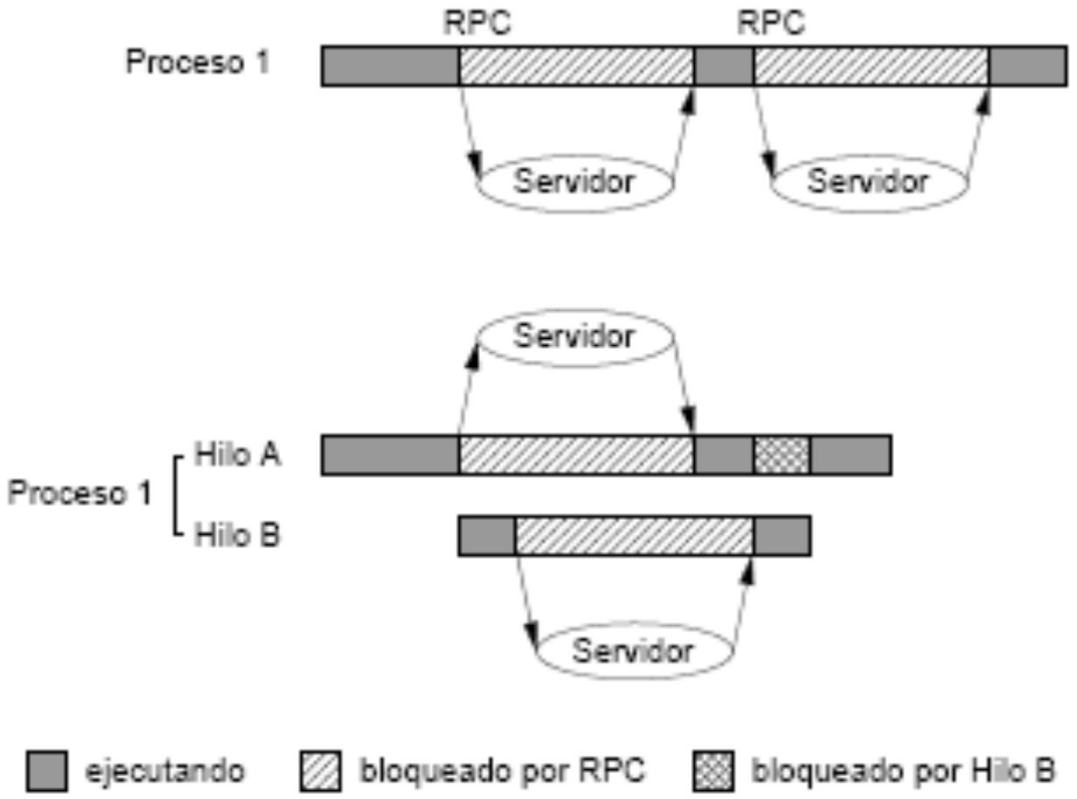


- ☑3 Procesos con 1 hilo de ejecución cada uno
- ☑3 espacios de direcciones distintos
- ☑1 Procesos con 2 hilos de ejecución
- ☑1 único espacio de direcciones

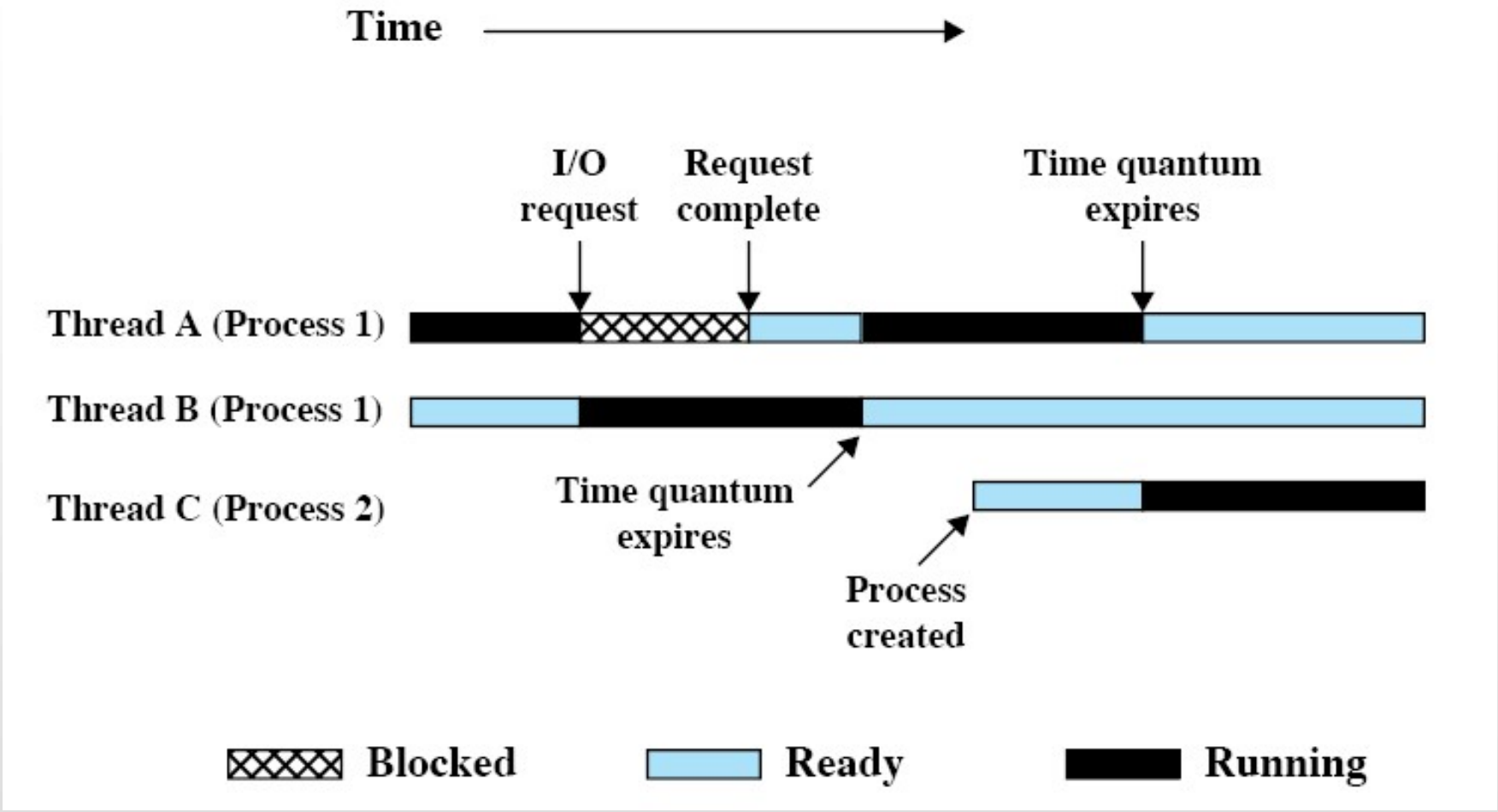
Threads - Ventajas

- ☑ Sincronización de Procesos
- ☑ Mejorar tiempos de Respuesta
- ☑ Compartir Recursos
- ☑ Economía
- ☑ Analicemos uso de RPC, o servidor de archivos

Threads– Ejemplo 1



Threads – Ejemplo 2



Algunos conceptos

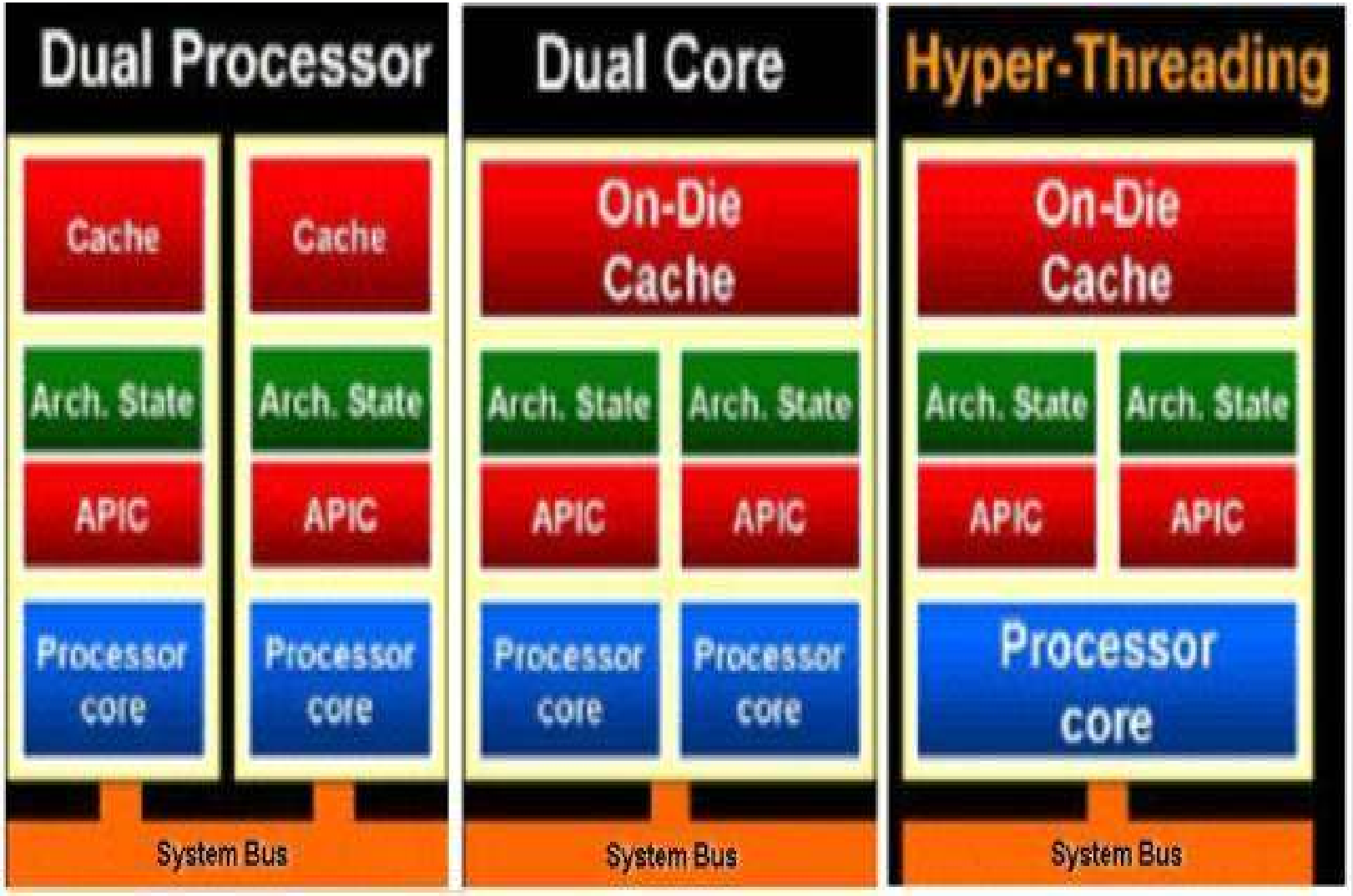
- ☑ Multithreading Simultáneo
  - ✓ Generalmente conocido como Hyper Threading, lo cual es propietario de las CPU Intel
  - ✓ Permite que el software programado para ejecutar múltiples hilos (multi-threaded) procese los hilos en paralelo dentro de un único procesador.
  - ✓ La tecnología simula dos procesadores lógicos dentro de un único procesador físico
    - Duplica solo algunas "secciones" de un procesador
      - Registros de Control (MMU, Interrupciones, Estado, etc)
      - Registros de Proposito General (AX, BX, PC, Stack, etc.)
  - ✓ Resultado: mejoría en el uso del procesador (entre 20 y 30%)

Algunos conceptos

- **Sistemas Dual-core:** una CPU con dos cores por procesador físico. Un circuito integrado tiene 2 procesadores completos. Los 2 procesadores combinan cache y controlador.
- **Sistemas Dual-processor (DP):** tiene 2 procesadores físicos en el mismo chasis. Pueden estar en la misma motherboard o no. Cache y controlador independientes.

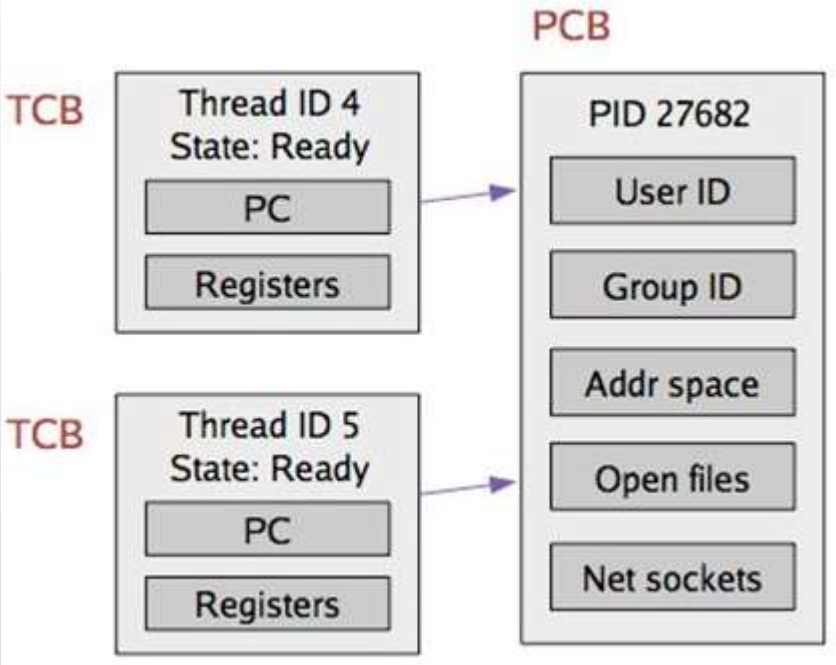
- En ambos casos, las APIC (Advanced Programmable Interrupt Controllers) están separadas por procesador. De esta manera proveen administración de interrupciones x procesador.

Algunos conceptos

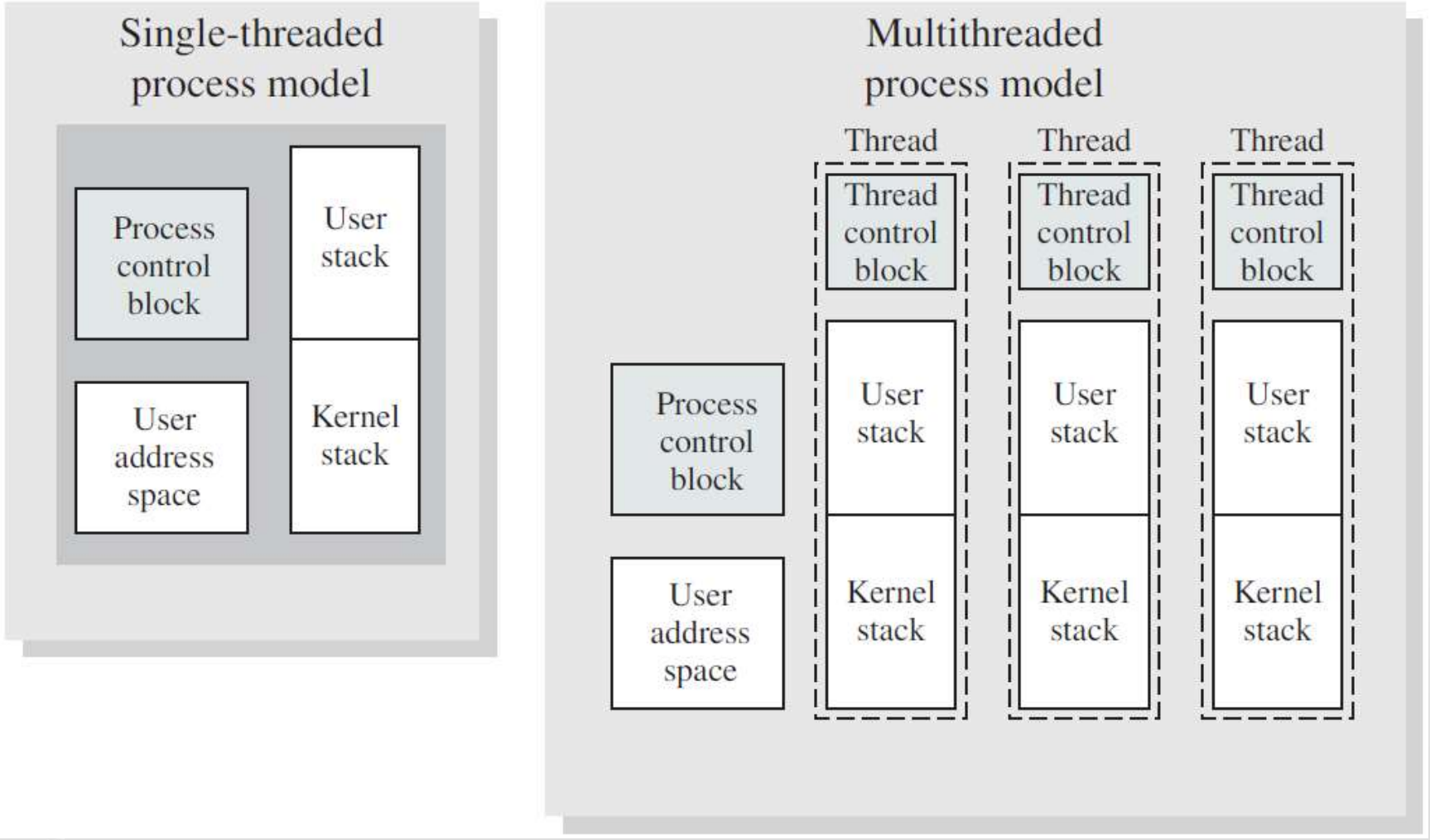


Estructura de un hilo

- ☑ Cada hilo cuenta con:
  - ➢ Un estado de ejecución
  - ➢ Un contexto de procesador
  - ➢ Stacks (uno en modo usuario y otro en modo supervisor)
  - ➢ Acceso a memoria y recursos del proceso:
    - Archivos abiertos
    - Señales
    - Código
    - Todos estos datos se compartirán con el resto de los hilos del proceso.
  - ➢ TCB – Thread Control Block



Estructura de un hilo



Análisis:

- El uso de hilos en reemplazo de los procesos posee ventajas:
  - **Context switch:**
    - **Procesos:** El SO debe intervenir con el fin de salvar el ambiente del proceso saliente y recuperar el ambiente del nuevo
    - **Hilos:** El cambio de contexto solo se realiza a nivel de registros y no espacio de direcciones. Lo lleva a cabo el proceso sin necesidad de intervención del SO
  - **Creación:**
    - **Procesos:** Implica la creación de un nuevo espacio de direcciones, PCB, PC, etc. Lo lleva a cabo el SO
    - **Hilos:** Implica la creación de una TCB, registros, PC y un espacio para el stack. Lo hace el mismo proceso sin intervención del SO

Análisis:

- El uso de hilos en reemplazo de los procesos posee ventajas:
  - **Destrucción:**
    - **Procesos:** El SO debe intervenir con el fin de salvar el ambiente del proceso saliente eliminar su PCB
    - **Hilos:** La tarea se realiza dentro del proceso sin necesidad de intervención del SO
  - Planificación:
    - **Procesos:** Es llevada a cabo por el sistema operativo. El cambio implica cambios de contexto continuos
    - **Hilos:** Es responsabilidad del desarrollador quien debe planificar sus hilos. Es menos costoso, pero puede traer desventajas aparejadas

Análisis:

- El uso de hilos en reemplazo de los procesos posee ventajas:
  - **Protección:**
    - **Procesos:** El SO garantiza la protección a través de distintos mecanismos de seguridad. La comunicación entre ellos implica el uso de técnicas mas avanzadas
    - **Hilos:** La protección debe darse desde el lado del desarrollo. Todos los hilos comparten la misma área de memoria. Un hilo podría bloquear la ejecución de otros

Análisis:

- ☑ ¿Qué realiza el siguiente código?
- ☑ ¿Cuáles son los problemas que podría generar?

```
void print_message_function( void *ptr );
main()
{
pthread_t thread1, thread2;
char *message1 = "Hello";
char *message2 = "World";
    pthread_create( &thread1, pthread_attr_default,
        (void*)&print_message_function, (void*) message1);
    pthread_create(&thread2, pthread_attr_default,
        (void*)&print_message_function, (void*) message2);
    exit(0);
}
void print_message_function( void *ptr )
{
char *message;
    message = (char *) ptr;
    printf("%s ", message);
}
```

Análisis:

- ¿El siguiente código soluciona el problema anterior?

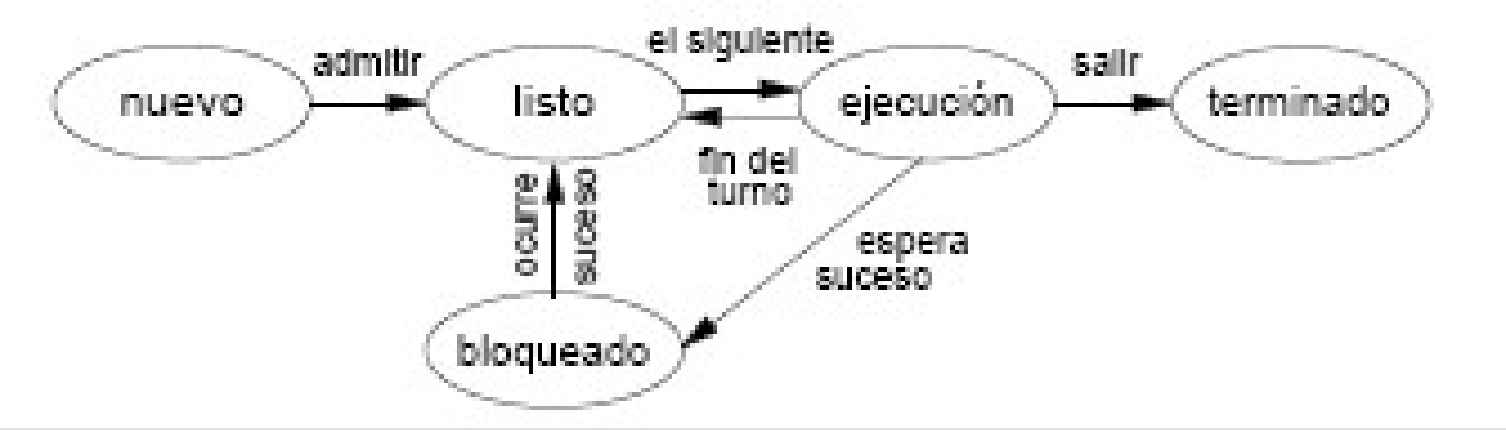
```
void print_message_function( void *ptr );
main()
{
pthread_t thread1, thread2;
char *message1 = "Hello";
char *message2 = "World";
     pthread_create( &thread1, pthread_attr_default,
          (void*)&print_message_function, (void*) message1);
     sleep(10);
     pthread_create(&thread2, pthread_attr_default,
          (void*)&print_message_function, (void*) message2);
     sleep(10);
     exit(0);
}
void print_message_function( void *ptr )
{
char *message;
     message = (char *) ptr;
     printf("%s ", message);
}
```

Análisis:

- La solución al problema anterior es la correcta utilización de funciones para la sincronización de hilos:
  - pthread_delay_np
  - Uso de semáforos
  - Más información en: http://www.lix.polytechnique.fr/~liberti/public/computing/parallel/threads/threads-tutorial/sect4.html

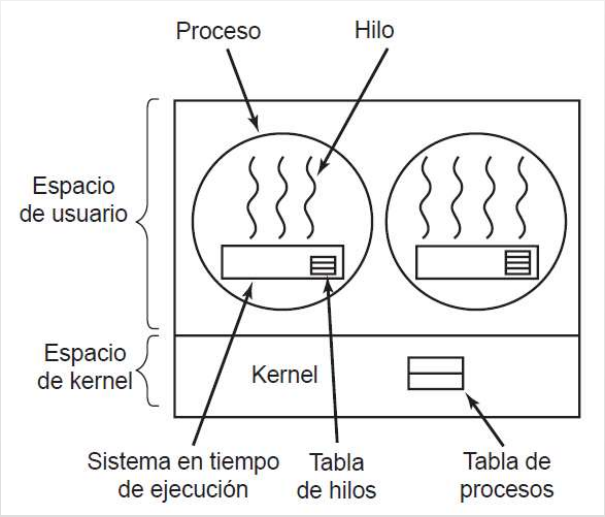
Estados de un Thread

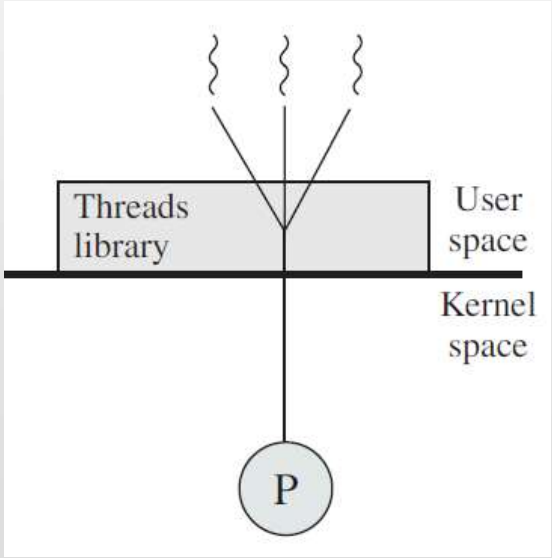
- ☑ Estados Mínimos:
  - Ejecución, Listo y Bloqueado
- ☑ Planificación: sobre los Threads
- ☑ Eventos sobre procesos afectaran todos sus Threads



Tipos - Usuario – ULT

- ☑ User Level Thread
- ☑ La aplicación, en modo usuario, se encarga de la gestión
  - – Por medio de una Bliblioteca de Threads
- ☑ El Kernel "no se entera" de la existencia de Threads.
- ☑ La Biblioteca deberá brindar funciones para:
  - ✓ Crear, destruir, planificar, etc.
- ☑ Ejemplos:
  - ✓ Java VM
  - ✓ POSIX Threads
  - ✓ Solaris Threads



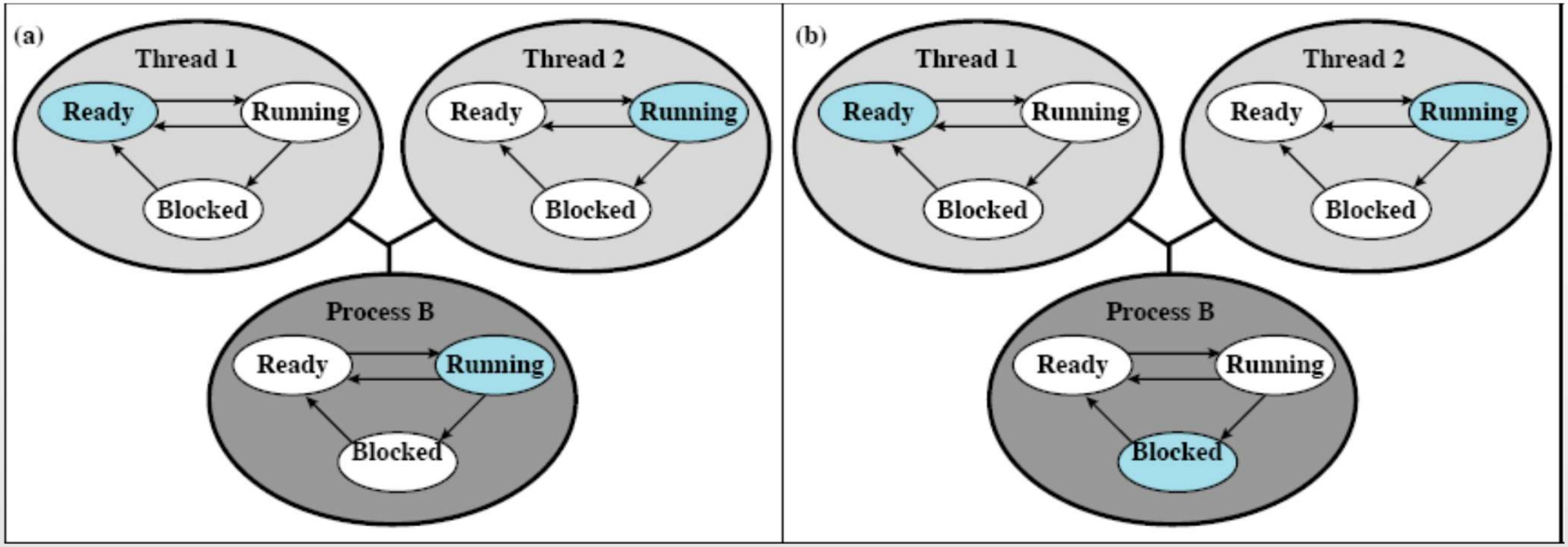


Tipos - Usuario – ULT

- ☑ Ventajas
  - ✓ Intercambio entre hilos
  - ✓ Planificación independiente
  - ✓ Portabilidad (no depende del SO multithreading)
  - ✓ No requiere cambios modo para su "existencia"
  - ✓ No es necesario que el SO soporte hilos
- ☑ Desventajas
  - ✓ Bloqueo del proceso durante una System Call bloqueante
  - ✓ No se puede ejecutar hilos del mismo proceso en distintos procesadores

Tipos - Usuario – ULT

- ☑ Threads State´s Vs. Process State´s

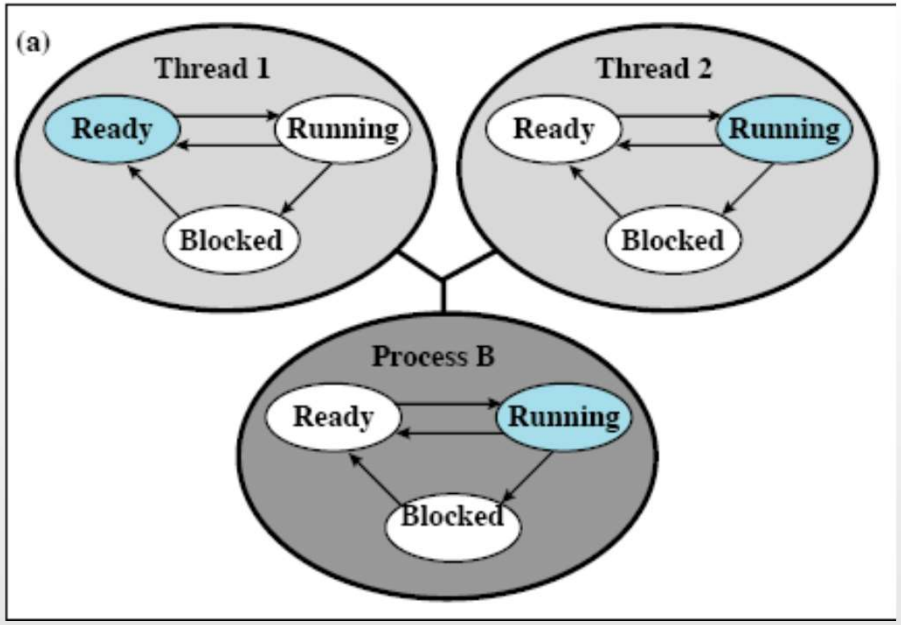


El Hilo 2 del proceso B está ejecutándose

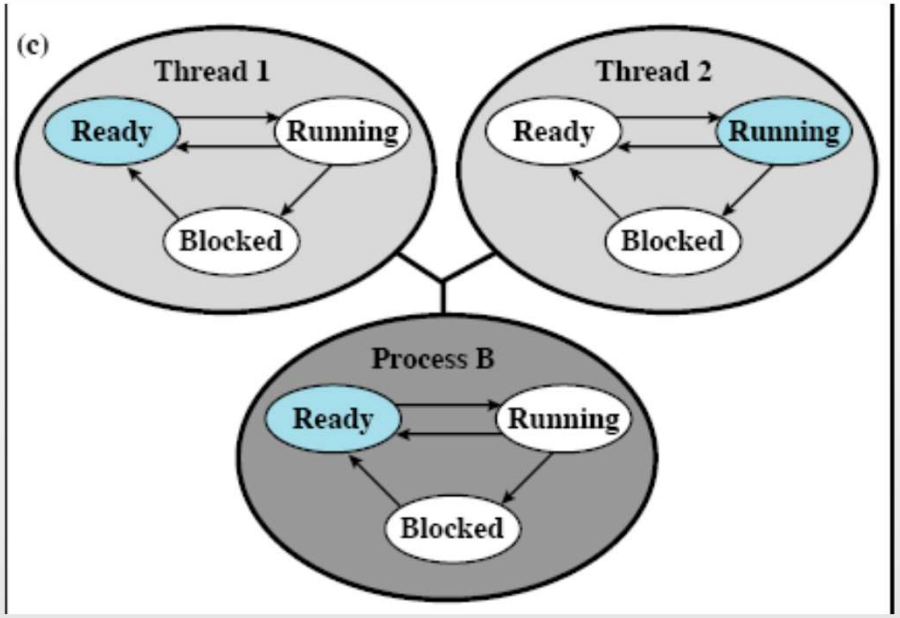
El Hilo 2 del proceso B invoca una sysCall (I/O por ejemplo). El SO bloquea al proceso, pero en la TCB se mantiene el estado running por mas que no esté en la CPU (manejado por la librería de hilos utilizada)

Tipos - Usuario – ULT

- ☑ Threads State´s Vs. Process State´s



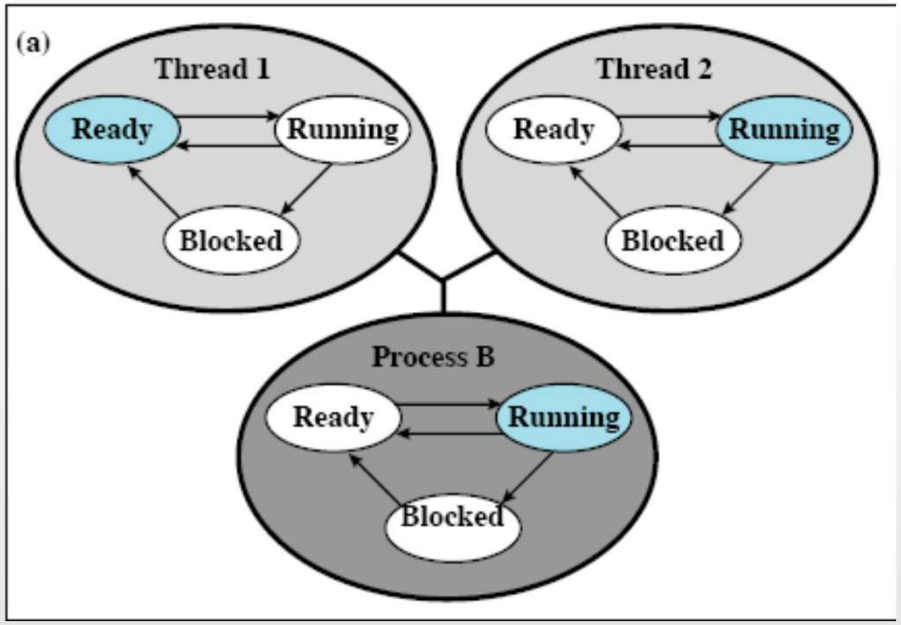
El Hilo 2 del proceso B está ejecutándose



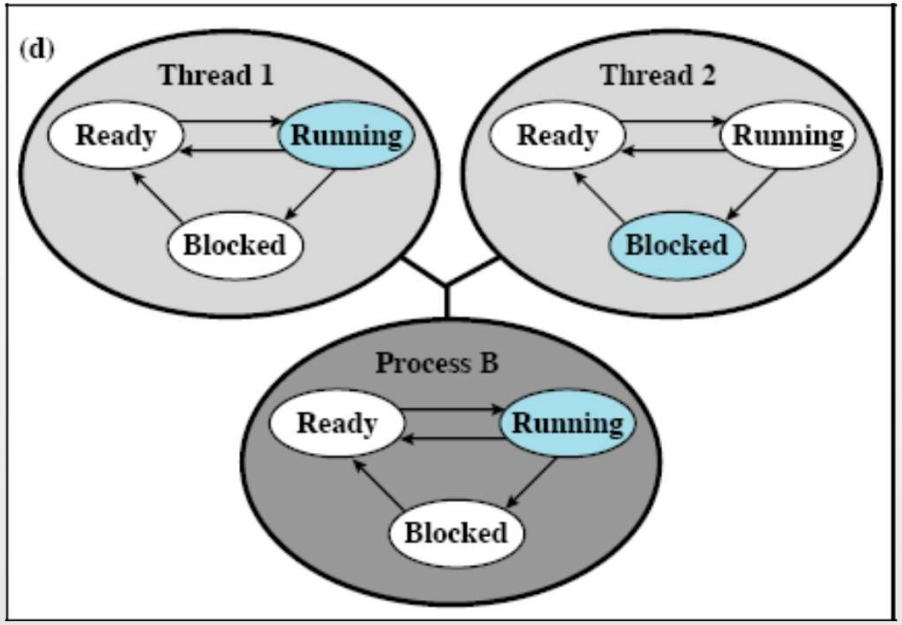
Se produce una interrupción por clock que pasa el control al Kernel. EL kernel determina que se acabó el quantum del proceso y lo pasa a estado Listo. Sin embargo la librería de hilos mantiene la información indicando que el hilo 2 esta en estado runnning por mas que no este en la CPU

Tipos - Usuario – ULT

- ☑ Threads State´s Vs. Process State´s



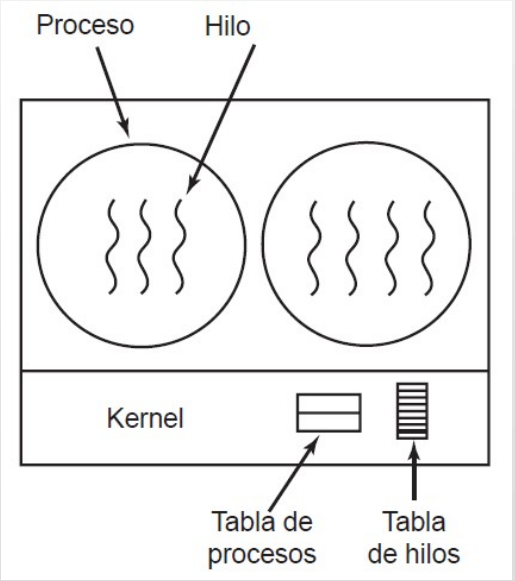
El Hilo 2 del proceso B está ejecutándose

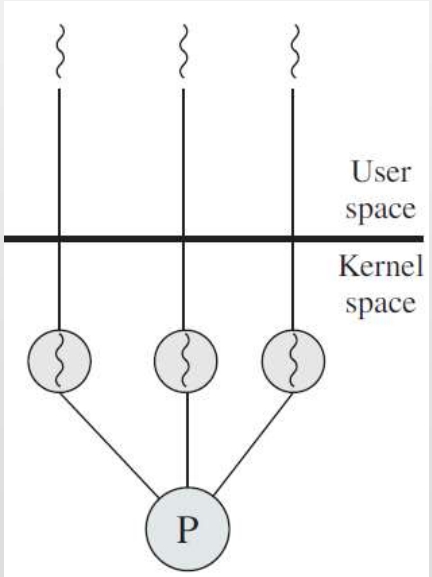


El hilo 2 se bloquea ya que necesita alguna acción del hilo 1, mientras que el hilo 1 pasa a ser ejecutado. El estado del proceso siempre se mantiene en Running

Tipos - Kernel – KLT

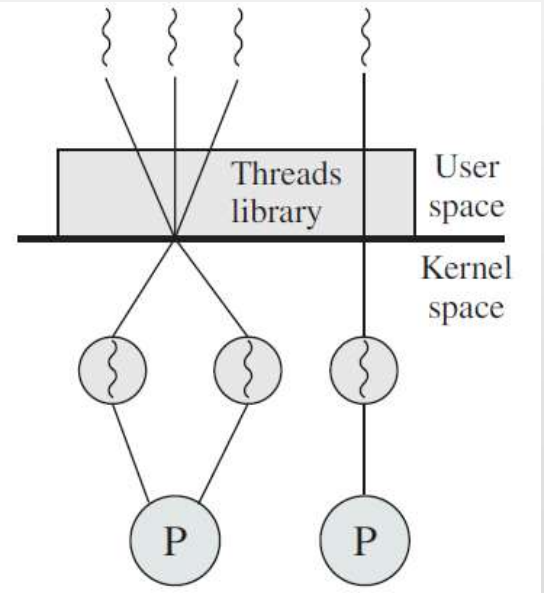
- ☑ Kernel Level Thread
- ☑ La gestión completa se realiza en modo Kernel
- ☑ Ventajas
  - ✓ Se puede multiplexar hilos del mismo proceso en diferentes procesadores
  - ✓ Independencia de bloqueos entre Threads de un mismo proceso
- ☑ Desventajas
  - ✓ Cambios de modo de ejecución para la gestión
    - Planificación, creación, destrucción, etc.
- ☑ Ejemplos:
  - ✓ Windows NT/2000
  - ✓ Linux





Tipos de Threads - Combinaciones

- ☑ Es posible combinar ULT y KLT
- ☑ En este tipo de sistemas, la creación de hilos se realiza a nivel de usuario y los mismos son mapeados a una cantidad igual o menor de KLT.
- ☑ La sincronización de hilos en este modelo, permite que un hilo se bloquee y otros hilos del mismo proceso sigan ejecutándose
- ☑ Permite que hilos de usuario mapeados a distintos KLT puedan ejecutarse en distintos procesadores.
- ☑ Este enfoque aprovecha las ventajas de ambos tipos

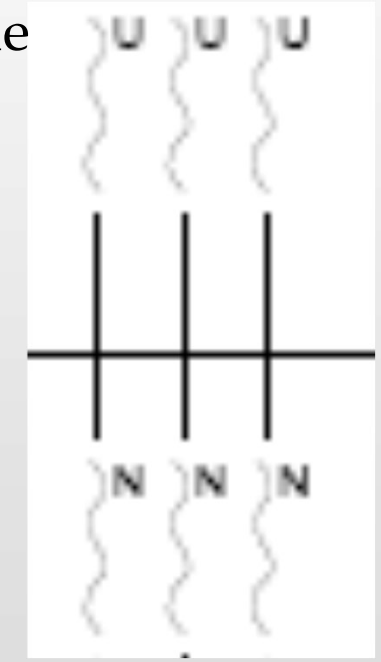


Modelos de Multithreading

- ☑ Relación entre ULT y KLT
- ☑ Tipos
  - ✓ Uno a Uno
  - ✓ Muchos a Uno
  - ✓ Muchos a Muchos

Modelos - Uno a Uno

- ☑ Cada ULT mapea con un KLT
- ☑ Cuando se necesita un ULT se debe crear un KLT
- ☑ Si se bloquea un ULT, otro hilo del mismo proceso puede seguir ejecutándose
- ☑ La concurrencia es máxima, ya que cada hilo puede correr en un procesador distinto
- ☑ Introduce un costo alto, ya que cada vez que se crea un hilo de usuario se debe crear un KLT
- ☑ Ejemplos: Windows – OS/2

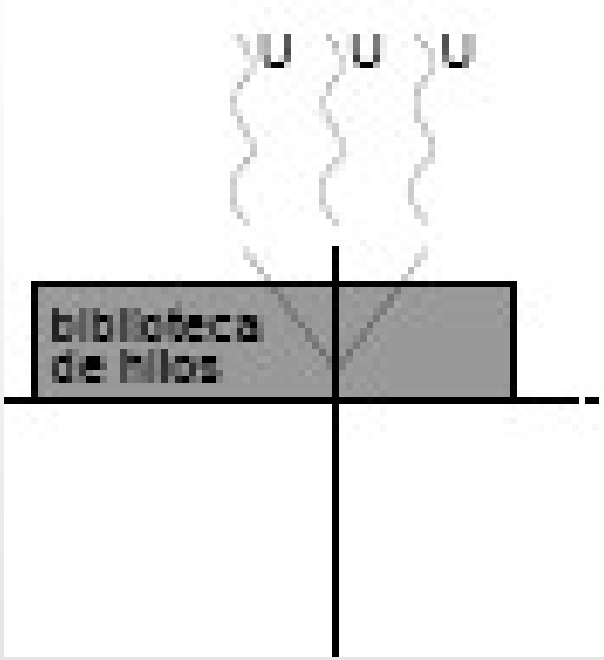


Modelos - Muchos a Uno

- ☑ Muchos ULT mapean a un único KLT
- ☑ Usado en sistemas que no soportan KLT
- ☑ Si se bloquea un ULT,

  se bloquea el proceso
- ☑ Java sobre un sistema que

  no soporta KLT



Modelos - Muchos a Muchos

- ☑ Muchos ULT mapean a muchos KLT
- ☑ Este modelo multiplexa los ULT en KLT, logrando un balanceo razonable:
  - ☑ No tiene el costo del modelo 1:1
  - ☑ Minimiza los problemas de bloqueo del modelo M:1
- ☑ Ejemplo: Solaris