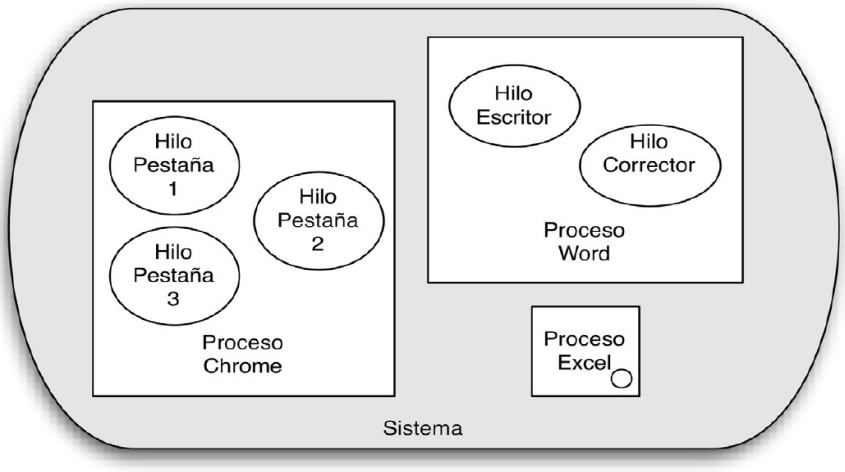
PROGRAMACIÓN MULTIHILO.

1. HILOS (THREAD).

Un proceso es un programa que se está ejecutando. Por lo tanto, la multitarea basada en procesos es la que permite que en un ordenador se ejecuten dos o más programas concurrentemente. Por ejemplo, la multitarea basada en procesos permite que se ejecute el compilador de Java al mismo tiempo que se está usando un editor de textos.

Pero, ¿qué es un hilo? De la misma manera que un S.O puede ejecutar varios procesos al mismo tiempo bien sea por concurrencia o paralelismo, dentro de un proceso puede haber varios hilos de ejecución. Por tanto, un hilo puede definirse como cada secuencia de control dentro de un proceso que ejecuta sus instrucciones de forma independiente.

Los hilos son procesos ligeros, comparten el mismo espacio de direccionamiento y el mismo proceso. La multitarea basada en hilos permite escribir programas muy eficientes que hacen una utilización óptima de la CPU, ya que el tiempo que ésta está libre se reduce al mínimo. Además, los hilos son imprescindibles en una arquitectura cliente/servidor. Por ejemplo, supóngase un servidor de páginas web que recibe peticiones de varios clientes, si no utilizamos programación multihilo solamente se podría atender peticiones de una en una.



En la Figura puede verse cómo sobre el hardware (una o varias CPU's) se sitúa el Sistema Operativo. Sobre éste se sitúan los procesos (Pi) que pueden ejecutarse concurrentemente y dentro de estos se ejecutan los hilos (hj) que también se pueden ejecutar de forma concurrente dentro del proceso. Es decir, tenemos concurrencia a dos niveles, una entre procesos y otra entre hilos de un mismo proceso. Si por ej. tenemos dos procesadores, se podrían estar ejecutando al mismo tiempo el hilo 1 del proceso 1 y el hilo 2 del proceso 3. Otra posibilidad podría ser el hilo 1 y el hilo 2 del proceso 1.

Los hilos comparten la información del proceso (código, datos, etc). Si un hilo modifica una variable del proceso, el resto de hilos verán esa modificación cuando accedan a esa variable. Los cambios de contexto entre hilos consumen poco tiempo de procesador, de ahí su éxito.

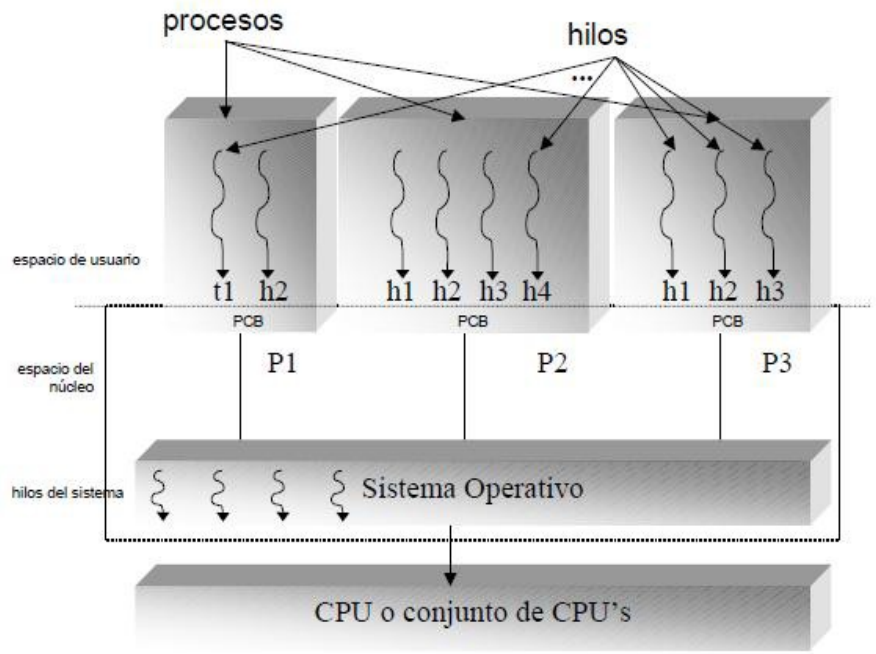


Figura 5 Concurrencia a dos niveles: procesos e hilos.

Resumiendo, las diferencias entre hilos y procesos son:

- Los hilos se ejecutan dentro del contexto de un proceso. Dependen de un proceso para ejecutarse.
- Los procesos son independientes y tienen espacios de memoria diferentes.
- Dentro de un mismo proceso pueden coexistir varios hilos ejecutándose que compartirán la memoria de dicho proceso.

2. LOS HILOS EN JAVA.

En Java un hilo es una clase que desciende de la clase java.lang.Thread o bien que implementa a la interfaz Runnable (útil en los casos de que la clase ya forme parte de una jerarquia de clases, esto es, que ya derive de otra clase). La forma de construccion del hilo (derivación o implementación) es independiente de su utilización, una vez creados se usan de la misma forma sea cual sea el método de construcción utilizado.

El intérprete de Java utiliza las prioridades para determinar cómo debe tratar cada hilo con respecto a los demás. La prioridad de un hilo se utiliza para decidir cuándo se pasa a ejecutar otro hilo *(cambio de contexto)*.

Java asigna a cada hilo una prioridad que determina cómo se debe tratar a ese hilo con relación a los demás. Las prioridades de los hilos son valores enteros. Cuando un hilo cede voluntariamente el uso de la CPU, ésta se asigna al hilo que, estando preparado para ejecutarse, tenga mayor prioridad. Además, un hilo puede ser desalojado por otro con prioridad más alta.

Para la sincronización de hilos, Java implementa monitores. En Java a cada objeto se asocia un monitor, y una vez que un hilo entra en el monitor todos los demás hilos deben esperar hasta que el hilo salga del monitor.

HILOS DEMONIO

Un proceso demonio es un proceso que debe ejecutarse continuamente en modo *background* (en segundo plano), y generalmente se diseña para responder a peticiones de otros procesos a través de la red.

La palabra *"daemon"* es propia de UNIX, pero no se utiliza de este mismo modo en Windows. En Windows, los demonios se denominan "servicios". Cuando los servicios atienden peticiones, se conocen como la parte "Servidor" de una arquitectura Cliente/Servidor.

Los hilos demonio también se llaman servicios, porque se ejecutan, normalmente, con prioridad baja y proporcionan un servicio básico a un programa o programas cuando la actividad de la máquina es reducida. Un ejemplo de hilo demonio que está ejecutándose continuamente es el recolector de basura (*garbage collector*). Este hilo, proporcionado por la Máquina Virtual Java, comprueba las variables de los programas a las que no se accede nunca y libera estos recursos, devolviéndolos al sistema.

Un hilo puede fijar su indicador de demonio pasando un valor **true** al método **setDaemon()**. Si se pasa **false** a este método, el hilo será devuelto por el sistema como un hilo de usuario. No obstante, esto último debe realizarse antes de que se arranque el hilo con el método **start()**.

2.1. LOS ESTADOS DE UN HILO.

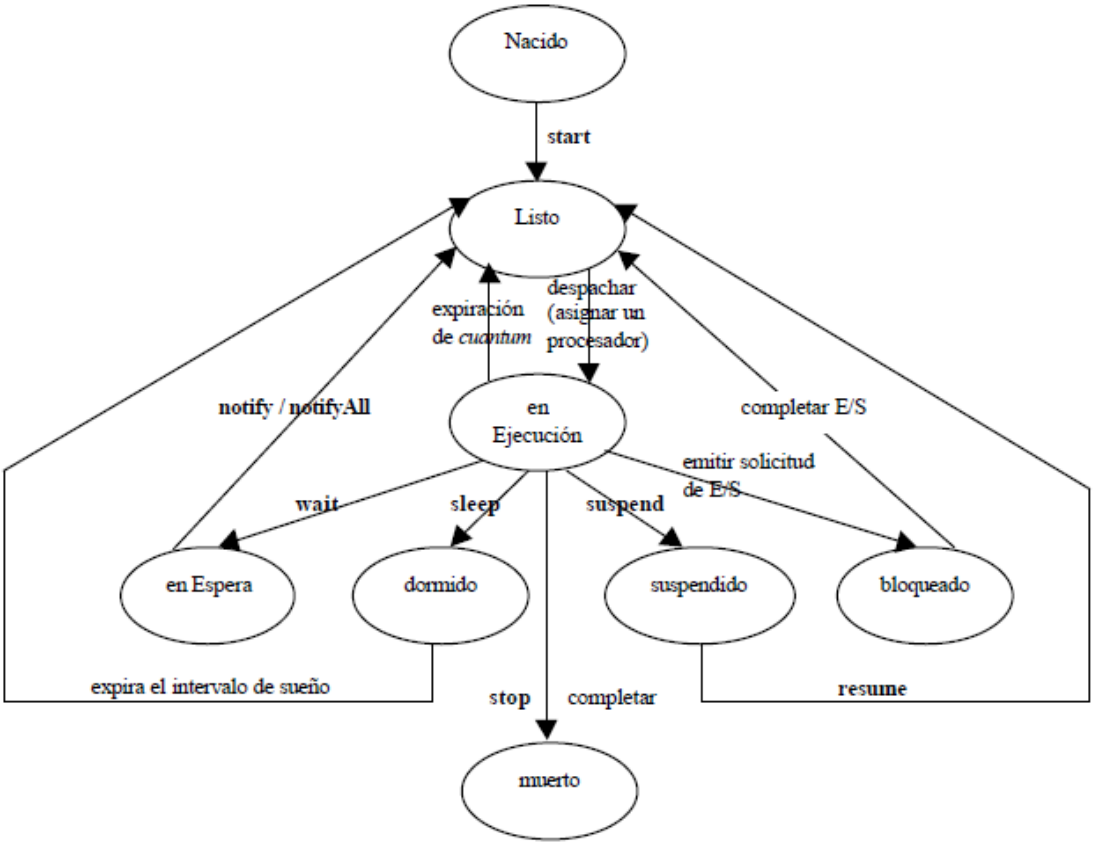
En Java un hilo puede encontrarse básicamente en uno de los siguientes estados:

- *Nuevo* (***New***): El ***thread*** ha sido creado pero no inicializado, es decir, no se ha ejecutado todavía el método ***start()***. Se producirá un mensaje de error (***IllegalThreadStateException***) si se intenta ejecutar cualquier método de la clase ***Thread*** distinto de ***start()***.

- *Ejecutable* (***Runnable***): El ***thread*** puede estar ejecutándose, siempre y cuando se le haya asignado un determinado tiempo de CPU. En la práctica puede no estar siendo ejecutado en un instante determinado en beneficio de otro ***thread***.

- *Bloqueado* (***Blocked*** o ***Not Runnable***): El ***thread*** podría estar ejecutándose, pero hay alguna actividad interna suya que lo impide, como por ejemplo una espera producida por una operación de escritura o lectura de datos por teclado (E/S). Si un ***thread*** está en este estado, no se le asigna tiempo de CPU.

- *Muerto* (***Dead***): La forma habitual de que un ***thread*** muera es finalizando el método ***run()***. También puede llamarse al método ***stop()*** de la clase ***Thread***, aunque dicho método es considerado "peligroso" y no se debe utilizar.



Ciclo de vida de un hilo

Cuando se instancia un *thread*, se inicializa sin asignarle recursos. Está en el estado **nuevo *Thread (Nacido)***. Un thread en este estado únicamente acepta las llamadas a los métodos start() o stop().

La llamada al método start() asigna los recursos necesarios al objeto, lo sitúa en el estado **Listo** y llama al método run() del objeto. Esto no significa que el *thread* esté ejecutándose sino que está en disposición de ejecutarse en cuanto la CPU le conceda su tiempo.
Un *thread* en estado **ejecutable** puede pasar al estado **no ejecutable** por alguna de las siguientes razones:

- que sean invocados alguno de sus métodos sleep() → pasará al **estado dormido**
- o que se invoque su método suspend(), pasará al **estado suspendido**
- o que el *thread* haga uso de su método wait() , con lo que estaría **En Espera**
- o que el *thread* esté **bloqueado** esperando una operación de entrada/salida o que se le asigne algún recurso.

Un *thread* puede pasar al estado **muerto** por dos motivos: que finalice normalmente su método run() o que se llame a su método stop() desde cualquiera de sus posibles estados (nuevo *thread*, ejecutable o no ejecutable).

Un *thread* pasa del estado **no ejecutable** a **ejecutable** por alguna de las siguientes razones:

- **dormido:** que pase el tiempo de espera indicado por su método sleep(), momento en el cual, el *thread* pasará al estado ejecutable y, si se le asigna la CPU, proseguirá su ejecución.
- **suspendido:** que, después de haber sido suspendido mediante el método suspend(), sea continuado mediante la llamada a su método resume().
- **esperando:** que después de una llamada a wait() se continúe su ejecución con notify() o notifyAll().
- **bloqueado:** una vez finalizada una espera sobre una operación de E/S sobre algún recurso.

2.2. EL HILO PRINCIPAL.

Cuando un programa Java comienza su ejecución, ya hay un hilo ejecutándose, es el indicado por el método *main*. Este hilo se denomina *hilo principal* del programa. El hilo principal es importante por dos razones:

- Es el hilo a partir del cual se crean el resto de los hilos del programa.
- Debe ser el último que finaliza su ejecución. Cuando el hilo principal finaliza, el programa termina. (Si un hilo principal finaliza antes que un hijo, Java puede bloquearse, *hang*)

Si no se crean más hilos desde el hilo principal tendremos algo como lo representado en la Figura inferior donde sólo existe un hilo de ejecución que va recorriendo los distintos objetos participantes en el programa según se vayan produciendo las distintas llamadas entre métodos de los mismos.

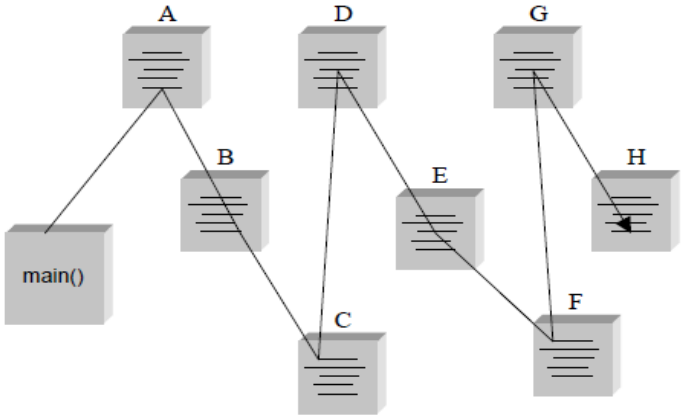


Figura Varios objetos y un solo hilo.

Sin embargo, si desde el hilo principal se crean por ejemplo dos hilos tendremos algo como lo representado en la Figura de abajo, en la que se puede ver cómo el programa se está ejecutando al mismo tiempo por tres sitios distintos: el hilo principal más los dos hilos creados. Los hilos pueden estar ejecutando código en diferentes objetos, código diferente en el mismo objeto o incluso el mismo código en el mismo objeto y al mismo tiempo.

Es necesario ver la diferencia entre objeto e hilo. Un objeto es algo estático, tiene una serie de atributos y métodos. Quien realmente ejecuta esos métodos es el hilo de ejecución. En ausencia de hilos sólo hay un hilo que va recorriendo los objetos según se van produciendo las llamadas entre métodos de los objetos. Podría darse el caso del objeto E en la Figura , donde es posible que tres hilos de ejecución distintos estén ejecutando el mismo método al mismo tiempo.

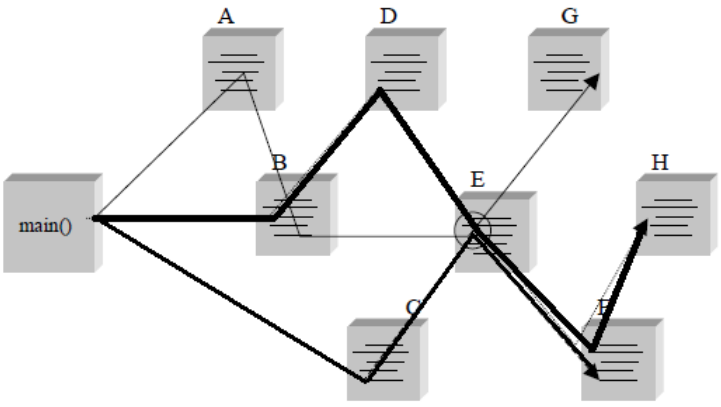


Figura Tres hilos "atravesando" varios objetos.

El método *run()* es el punto de entrada de un nuevo hilo de ejecución concurrente dentro de un programa. El hilo termina cuando finalice el método *run()*. Para que un hilo comience su ejecución se debe llamar a su método *start()*.

2.3. CREACIÓN DE UN HILO.

Los threads o hilos de ejecución permiten organizar los recursos del ordenador de forma que pueda haber varios programas actuando en paralelo. Un hilo de ejecución puede realizar cualquier tarea que pueda realizar un programa normal y corriente. Bastará con indicar lo que tiene que hacer en el método **run()**, que es el que define la actividad principal de los threads.

En ***Java*** hay dos formas de crear nuevos ***threads:***

1. La primera consiste en crear una nueva clase que herede de la clase ***java.lang.Thread*** y sobrecargar el método ***run()*** de dicha clase
2. El segundo método consiste en declarar una clase que implemente la interface ***java.lang.Runnable***, la cual declarará el ***método run();*** posteriormente se crea un objeto de tipo Thread pasándole como argumento al constructor el objeto creado de la nueva clase (la que implementa la ***interface Runnable).*** Tanto la clase Thread como la interface Runnable pertenecen al ***package java.lang***, por lo que no es necesario importarlas.

2.3.1. Heredando de la clase Thread.

Para crear un hilo de esta forma simplemente hay que crear una clase que extienda a la clase *Thread*. Debemos sobreescribir el método *run()* para poder indicar el código que deseamos que ejecute nuestro hilo. Esta clase ya será un hilo, por lo tanto no estaría de más el crear un constructor que llamase al constructor de *Thread* y le diese un nombre al hilo *(super(nombre))*. Podemos crear hilos desde cualquier parte de un programa creando objetos de esta nueva clase, y tratarlos como tales: *start(), sleep(), setName(),* etc.

Para poner en marcha este nuevo thread se debe crear un objeto de la clase creada, y llamar al método ***start()***, heredado de la super-clase ***Thread***, que se encarga de llamar a ***run()***.

```
class NombreHilo extends Thread{
        //propiedades, constructores y métodos de la clase.

        public void run(){
                //acciones que lleva a cabo el hilo
        }
}
```

Veamos un ejemplo:

1. Creo mi hilo como subclase de Thread
2. En la aplicación principal (main) creo un objeto hilo e invoco al método start() para que comience a ejecutarse el hilo llamando al método run()

```java
//Se crea la clase EjemHilo que hereda de Thread

    class EjemHilo extends Thread{

    //constructor, se asigna un nombre al nuevo hilo
    public EjemHilo (String nom){
        super(nom); //Llamada al constructor de la superclase.
    }

    //redefinición del método run(), que es el que contiene
    //las indicaciones de lo que hará el hilo
    public void run(){
        for (int i=0;i<10;i++)
            //Mostrará 10 veces el nombre del hilo
            System.out.println("Este es el thread: "+getName());

    }
}

public class MainEjemHilo{
    public static void main(String args[]){
        /*Para poner en marcha el Thread, creamos un objeto de la clase
        EjemHilo y llamamos al método start() heredado de la superclase
        Thread, que se encarga de llamar a run().

        */

        EjemHilo miHilo = new EjemHilo("HiloEjemplo");
        miHilo.start();


    }

}
```

2.3.2. Implementando la interfaz Runnable.

Para crear un hilo de esta forma simplemente hay que crear una clase que implemente [1]la interfaz *Runnable*, y luego redefinimos el método *run()*. Este método define el código que constituye el nuevo hilo, es importante entender que desde aquí se puede llamar a otros métodos, usar otras clases, declarar variables,... La única diferencia es que el método *run()* establece el punto de entrada para otro hilo de ejecución concurrente dentro del programa, es decir, puede haber dos hilos ejecutando a la vez código. El hilo finaliza cuando su método *run()* acaba. Después de crear una clase que implemente la interfaz Runnable podemos crear varios hilos que ejecuten su código, para ello desde cualquier parte del programa crearemos objetos de tipo Thread.

1Extends es para declarar una relación de herencia, es decir, establecer una relación “es un”
Implements es para implementar clases abstractas, las clases abstractas tienen declaracion de funciones sin ser implementades, por esa razon cuando usas implements tienes que sobrescribir todas las funciones de la clase abstracta. Una clase puede implementar más de una interfaz en Java, pero sólo puede extender una clase. Esto es lo más parecido que tiene Java a la herencia múltiple.

```
class NombreHilo implements Runnable{
        //propiedades, constructores y métodos de la clase.
        public void run(){
                //acciones que lleva a cabo el hilo
        }
}
```

La 2ª forma tiene como ventaja el hecho de que como en Java no hay herencia múltiple, esta forma de implementar hilos permite hacer que el método *run()* de una clase se ejecute en un hilo y además, esta clase herede el comportamiento de otra clase. En la 1ª forma nuestra clase no podría heredar de otras clases.

Un ejemplo sería el siguiente:

```
    class HiloRunnable implements Runnable{
    //atributos
    String palabra;

    //constructor
    public HiloRunnable (String pala){
        palabra=pala;
    }

    //redefinición del método run()
        public void run(){
        for (int i=0;i<10;i++)
            //Mostrará 10 veces ela palabra
            System.out.println(palabra);

    }
}

public class MainHiloRunnable{
    public static void main(String args[]){

        /*Se crean dos objetos de la clase HiloRunnable     */
        HiloRunnable objeto1= new HiloRunnable("Hola");
        HiloRunnable objeto2= new HiloRunnable("Adiós");

        /*En HiloRunnable sólo hemos creado una clase. Los objetos de esa clase
        no son hilos ya que no heredan de la clase Thread. Pero si queremos
        que un objeto de esta nuestra clase se ejecuten en un hilo independiente,
        entonces tenemos que crear un objeto de la clase Thread y le pasamos
        como parámetro el objeto donde queremos que empiece la ejecución del hilo*/

        Thread hilo1 = new Thread(objeto1);
        Thread hilo2 = new Thread(objeto2);

        /*Invocamos el método start() de la clase Thread que se encarga de llamar
        al método run(9 de los objetos objeto1 y objeto2 */

        hilo1.start();
        hilo2.start();
        }
}
```

Metodología para la creación del *thread mediante implements*:

1) La clase creada debe implementar el interface Runnable: class PrimerThread implements Runnable {

2) Redefinir el método run() tal y como se hace en la otra alternativa de creación de *threads* (mediante subclases de Thread).

3) En el main, hay que

- Instanciar un objeto de nuestra clase implementada, teniendo en cuenta si necesita parámetros el constructor o no.

```
PrimerThread objeto = new PrimerThread(parametros)
```

- Crear un objeto, un hilo, de la clase Thread llamando a su constructor y pasándole como parámetro el objeto creado

```
Thread hilo = new Thread(objeto);
```

Una vez declarada la clase que implementa la interface `Runnable`, ya puede ser instanciada e iniciada como cualquier *thread*. Es más, cualquier subclase descendiente de esta clase poseerá también las características propias de los *threads*.

- Iniciar el thread

```
Hilo.start();
```

Ahora mostramos un ejemplo en el que ya se crea el hilo (de la clase Thread) en el constructor de nuestra clase implementada, con lo cual, cuando creamos un nuevo objeto de la clase implementada ya creamos un hilo (objeto de la clase Thread) y por lo tanto por eso ya no lo creamos en el programa principal.

```
class HelloThread implements Runnable {
    Thread t; //La calse tiene un atributo hilo

    HelloThread () {//Constructor
    t = new Thread(this, "Nuevo Thread");
    System.out.println("Creado hilo: " + t);
    t.start(); // Arranca el nuevo hilo de ejecución. Ejecuta run
    }

    public void run() {
        System.out.println("Hola desde el hilo creado!");
        System.out.println("Hilo finalizando.");
        }
    }

class RunThread {//Programa principal
    public static void main(String args[]) {
        new HelloThread(); // Crea un nuevo hilo de ejecución
        System.out.println("Hola desde el hilo principal!");
        System.out.println("Proceso acabando.");
    }
}
```

EJERCICIO → Prueba a realizar el ejemplo del apartado 2.3.1 "creación de hilo heredando de Thread" (donde se mostraba el nombre del hilo) pero ahora implementando la interface Runnable.

```
public class EjemHiloRunnable implements Runnable {
    String nombre;

    public EjemHiloRunnable (String nom) {
        nombre=nom;
    }

    public void run() {
        for (int i=0; i<10; i++)
            System.out.println("Nombre del hilo: " + nombre);
    }
}
```

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

        //Creo un objeto de la clase implementada
        EjemHiloRunnable objetoRun = new EjemHiloRunnable("Hilito");

        /*Creo un objeto de la clase Thread, un hilo, pasándole
          el objeto Runnable como argumento */
        Thread Hilo = new Thread(objetoRun);

        Hilo.start();  //Arranco el hilo
    }
}
```

De las dos alternativas, ¿cuál utilizar? Depende de la necesidad:

- La utilización de la interfaz *Runnable* es más general, ya que el objeto puede ser una subclase de una clase distinta de *Thread*.
- La utilización de la interfaz *Runnable* no tiene ninguna otra funcionalidad además de *run()* que la incluida por el programador.
- La extensión de la clase *Thread* es más fácil de utilizar, ya que está definida una serie de métodos útiles para la administración de hilos.
- La extensión de la clase *Thread* está limitada porque los clases creadas como hilos deben ser descendientes únicamente de dicha clase.

2.4. LA CLASE THREAD.

Los métodos para gestionar los hilos son:

METODO	ACCION
void start()	Provoca la llamada al método run() para que dé comienzo la ejecución del hilo.
void run()	El hilo comienza su ejecución tras un *start()*. Independientemente de que haya sido construido a partir de la interfaz *Runnable* o de la clase *Thread*.
String getName()	Devuelve el nombre del hilo
void setName(string nombre)	asigna el nombre al hilo
int getPriority()	Devuelve la prioridad de un hilo
void setPriority(int prioridad)	asigna la prioridad indicada al hilo. Cada hilo tiene una prioridad, que es un valor entero entre 1 y 10, de modo que cuanto mayor sea el valor, mayor es la prioridad.
boolean isAlive()	Devuelve *true* si está en ejecución y *false* en caso contrario. Un hilo está vivo si ha sido lanzado con start() y no ha muerto todavía.
~~void resume()~~	reanuda la ejecución de un hilo suspendido. Método obsoleto
void sleep(long milseg)	hace que el thread actual pase del estado ejecutable a dormido y permanezca en dicho estado durante los milisegundos especificados como parámetro. Una vez que se ha cumplido el tiempo, el thread despierta y pasa automáticamente al estado de ejecutable. Este método puede lanzar una **InterruptedException**, por lo tanto, las llamadas hacia él deben envolverse en un bloque **try … catch**
~~void stop()~~	detiene la ejecución de un hilo. Método obsoleto
~~void suspend()~~	este método suspende un hilo, su estado pasa de ejecutable a suspendido

	inmediatamente y sólo puede ser reactivado (pasado al estado ejecutable) llamando a su método *resume()*. Método obsoleto
Thread currentThread()	devuelve una referencia al hilo que se está ejecutando actualmente.
void isDaemon()	devuelve verdadero si el hilo es daemon
void join()	Hace que el *thread* que se está ejecutando actualmente pase al estado "esperando" indefinidamente hasta que muera el *thread* sobre el que se realiza el `join()`.
void join(long miliseg)	espera como mucho los milisegundos indicados para que el hilo muera
void setDaemon (boolean on)	marca el hilo como daemon si el parámetro **on** es verdadero o como hilo de usuario si es falso. El método debe ser llamado antes de que el hilo sea lanzado. Los hilos demonio están supeditados a los hilos que los han creado, de tal manera que cuando el creador termina, sus hijos "demonio" también finalizan.
String toString()	devuelve una representación en forma de cadena del hilo, incluyendo su nombre, prioridad y grupo
void yield()	hace que el hilo que se está ejecutando actualmente pase al estado listo, permitiendo a otro hilo ganar el procesador.
void destroy()	destruye el hilo sin realizar ningún tipo de limpieza
void interrupt()	interrumpe la ejecución del hilo
boolean interrupted()	comprueba si el hilo actual ha sido interrumpido
void wait() void wait(long miliseg)	pondría el hilo en el estado "esperando" indefinidamente, hasta que el thread reciba un *notify() o notifyAll()*. si le indicamos un tiempo estará esperando durante ese tiempo.

CONSTRUCTORES

public Thread()	crea un nuevo objeto Thread.
public Thread (String nombre)	crea un nuevo objeto Thread asignándole el nombre indicado
public Thread (Runnable target)	crea un nuevo objeto Thread. target es el objeto que contiene el método **run()** que será invocado al lanzar el hilo con **start()**

public Thread (Runnable target, String name)	crea un nuevo objeto Thread, asignándole el nombre indicado. target es el objeto que contiene el método **run()** que será invocado al lanzar el hilo con **start()**

ATRIBUTOS	
int MIN_PRIORITY	la prioridad mínima que un hilo puede tener
int NORM_PRIORITY	la prioridad por defecto que se le asigna a un hilo
int MAX_PRIORITY	la prioridad máxima que un hilo puede tener.

2.5. OBTENER EL HILO PRINCIPAL.

Todo programa Java tiene al menos un hilo, llamado *hilo principal* y que podemos observar con el método *currentThread*, que obtiene el hilo actual.

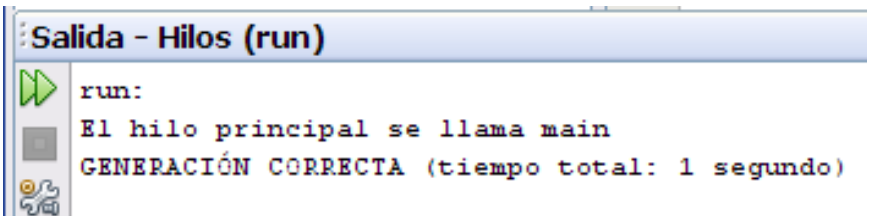
Este hilo es especial por dos razones:

- Desde él se crearán el resto de hilos del programa.
- Debe ser el último hilo que termine su ejecución. (Si un hilo principal finaliza antes que un hijo Java puede bloquearse, hang).

El método run() es el punto de entrada de un nuevo hilo de ejecución concurrente dentro de un programa. El hilo termina cuando finalice el método run().

```
public class HiloPrincipal {
    public static void main (String args[]) {
        Thread hilo = Thread.currentThread();

        System.out.println("El hilo principal se llama "+hilo.getName());
    }
}
```



2.6. MÚLTIPLES PROCESOS.

Podemos crear y ejecutar múltiples hilos en un mismo programa: basta con dar a cada hilo un nuevo objeto.
A continuación tienes un ejemplo en el que se crean 4 hilos y esperamos a que termine cada uno antes de finalizar la aplicación principal, cada uno imprima su nombre una vez por segundo, obtenemos además una ejecución secuencial ordenada.

```
Primero está ejecutándose...
Primero está ejecutándose...
Primero está ejecutándose...
Primero está ejecutándose...
Primero ha finalizado.
Segundo está ejecutándose...
Segundo está ejecutándose...
Segundo está ejecutándose...
Segundo está ejecutándose...
Segundo ha finalizado.
Tercero está ejecutándose...
Tercero está ejecutándose...
Tercero está ejecutándose...
Tercero está ejecutándose...
Tercero ha finalizado.
Cuarto está ejecutándose...
Cuarto está ejecutándose...
Cuarto está ejecutándose...
Cuarto está ejecutándose...
Cuarto ha finalizado.
FIN DE LA APLICACION PRINCIPAL
```

```
    class Multiples extends Thread{

    //constructor
    public Multiples (String nombre){
        super(nombre);
    }

    //redefinición del método run(), que es el que contiene
    //las indicaciones de lo que hará el hilo
    public void run(){
        try{
            for (int i=0;i<4;i++){
                //Mostrará el nombre del hilo actual
                System.out.println((Thread.currentThread()).getName()+" está ejecutándose.....");
                //Duermo el hilo actual un segundo
                Thread.sleep(1000);

            }
        }catch (InterruptedException ex){}
        System.out.println((Thread.currentThread()).getName()+" ha finalizado.");
    }
}
```

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

        Multiples hilo1 = new Multiples("Primero");
        Multiples hilo2 = new Multiples("Segundo");
        Multiples hilo3 = new Multiples("Tercero");
        Multiples hilo4 = new Multiples("Cuarto");

        try{

            hilo1.start();
            hilo1.join();

            hilo2.start();
            hilo2.join();

            hilo3.start();
            hilo3.join();

            hilo4.start();
            hilo4.join();

        }catch (InterruptedException ex){}

        System.out.println("Fin de la aplicación principal");
    }

}
```

3.AGRUPAMIENTO DE HILOS.

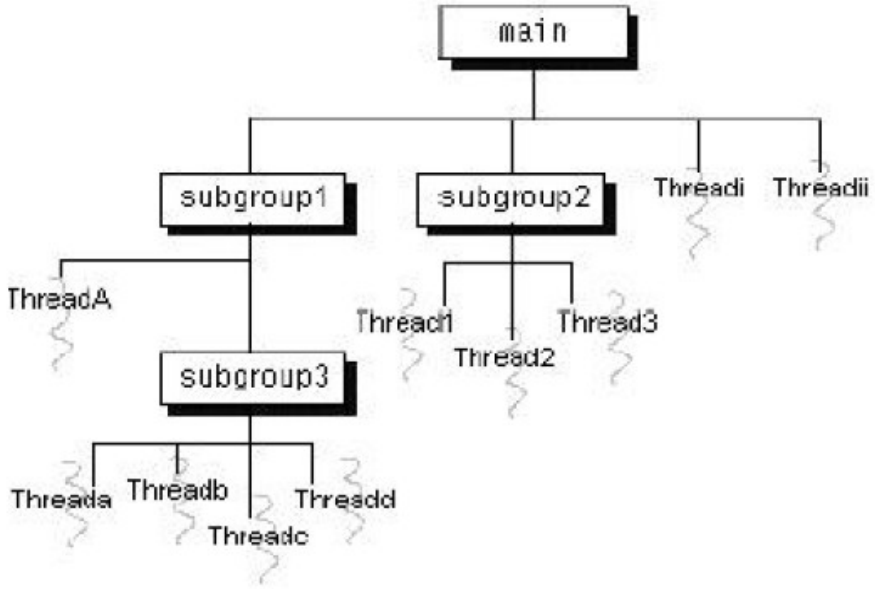
3.1 GRUPOS DE HILOS.

Todo hilo de Java es un miembro de un grupo de hilos. Los grupos de hilos proporcionan un mecanismo de reunión de múltiples hilos dentro de un único objeto y de manipulación de dichos hilos en conjunto, en lugar de una forma individual.

Por ejemplo, se pueden arrancar o suspender todos los hilos que están dentro de un grupo con una única llamada al método. Los grupos de hilos de Java están implementados por la clase ThreadGroup en el paquete java.lang.

Cuando se arranca un programa, el sistema crea un ThreadGroup llamado main. Si en la creación de un nuevo hilo no se especifica a qué grupo pertenece, automáticamente pasa a pertenecer al threadgroup del hilo desde el que ha sido creado (conocido como current threadgroup). Si en dicho programa no se crea ningún ThreadGroup adicional, todos los hilos creados pertenecerán al grupo main (en este grupo se encuentra el método main()).

Una vez que un hilo ha sido asociado a un grupo de hilos, no puede cambiar de grupo.



3.2. CREACIÓN DE UN HILO EN UN GRUPO DE FORMA EXPLÍCITA.

Como hemos mencionado anteriormente, un hilo es un miembro permanente de aquel grupo de hilos al cual se unió en el momento de su creación (no tenemos la posibilidad de cambiarlo posteriormente). De este modo, si quieres poner tu nuevo hilo en un grupo de hilos distinto del grupo por defecto, debes especificarlo explícitamente cuando lo creas.

Para conseguir que un hilo pertenezca a un grupo concreto, hay que indicarlo al crear el nuevo hilo, según uno de los siguientes constructores:

- public Thread(ThreadGroup grupo, Runnable destino)
- public Thread(ThreadGroup *grupo*, String *nombre)*
- public Thread(ThreadGroup grupo, Runnable destino, String *nombre)*

Cada uno de estos constructores crea un nuevo hilo, lo inicializa en base a los parámetros `Runnable` y `String`, y hace al nuevo hilo miembro del grupo especificado.

Por ejemplo, la siguiente muestra de código crea un grupo de hilos (`myThreadGroup`) y entonces crea un hilo (`myThread`) en dicho grupo

```
ThreadGroup miGrupoHilo = new ThreadGroup("Mi grupo hilos ");

Thread miHilo = new Thread(miGrupoHilos, "un hilo para mi grupo" );
```

El `ThreadGroup` pasado al constructor `Thread` no tiene que ser necesariamente un grupo que hayas creado tú, puede tratarse de un grupo creado por el sistema de ejecución de Java, o un grupo creado por la aplicación en la cual se está ejecutando un a*pplet*.

3.3 LA CLASE THREADGROUP

La clase `ThreadGroup` es la implementación del concepto de grupo de hilos en Java. Ofrece, por tanto, la funcionalidad necesaria para la manipulación de grupos de hilos para las aplicaciones Java. Un objeto `ThreadGroup` puede contener cualquier número de hilos. Los hilos de un mismo grupo generalmente se relacionan de algún modo, ya sea por quién los creó, por la función que llevan a cabo, o por el momento en que deberían arrancarse y parar.

El grupo de hilos de más alto nivel en una aplicación Java es el grupo de hilos denominado `main`. La clase `ThreadGroup` tiene métodos que pueden ser clasificados como sigue:

- *Collection Managment Methods* (Métodos de administración del grupo): métodos que manipulan la colección de hilos y subgrupos contenidos en el grupo de hilos.

- *Methods That Operate on the Group* (Métodos que operan sobre el grupo): estos métodos establecen u obtienen atributos del objeto `ThreadGroup`.

- *Methods That Operate on All Threads within a Group* (Métodos que operan sobre todos los hilos dentro del grupo): este es un conjunto de métodos que desarrollan algunas operaciones, como inicio y reinicio, sobre todos los hilos y subgrupos dentro del objeto `ThreadGroup`.

- *Access Restriction Methods* (Métodos de restricción de acceso): `ThreadGroup` y `Thread` permiten al administrador de seguridad restringir el acceso a los hilos en base a la relación de miembro/ grupo con el grupo

Métodos de administración del grupo

La clase `ThreadGroup` proporciona un conjunto de métodos que manipulan los hilos y los subgrupos que pertenecen al grupo y permiten a otros objetos solicitar información sobre sus miembros. Por ejemplo, puedes llamar al método `activeCount` de `ThreadGroup` para conocer el número de hilos activos que actualmente hay en el grupo. El método `activeCount` se usa generalmente con el método `enumerate` para obtener un vector (array) que contenga las referencias a todos los hilos activos en un `ThreadGroup`.

Métodos que operan sobre el grupo

La clase ThreadGroup da soporte a varios atributos que son establecidos y recuperados de un grupo de forma global (hacen referencia al concepto de grupo, no a los hilos individualmente).
Se incluyen atributos como la prioridad máxima que cualquiera de los hilos del grupo puede tener, el carácter "*daemon*" o no del grupo, el nombre del grupo, y el padre del grupo.

Los métodos que recuperan y establecen los atributos de `ThreadGroup` operan a nivel de grupo. Consultan o cambian el atributo del objeto de la clase `ThreadGroup`, pero no hacen efecto sobre ninguno de los hilos pertenecientes al grupo. La siguiente es una lista de métodos de `ThreadGroup` que operan a nivel de grupo:
- `getMaxPriority` y `setMaxPriority`
- `getDaemon` y `SetDaemon`
- `getName`
- `getParent` y `parentOf`
- `toString`

Métodos que operan sobre todos los hilos de un grupo

La clase `ThreadGroup` tiene tres métodos que te permiten modificar el estado actual de todos los hilos pertenecientes al grupo:
- `resume`
- `stop`
- `suspend`

Estos métodos suponen el cambio correspondiente de estado para todos y cada uno de los hilos del

grupo, así como los de sus subgrupos. No se aplican, por tanto, a un nivel de grupo, sino que se aplican individualmente a todos los miembros.

Métodos de restricción de acceso

La clase `ThreadGroup` no impone ninguna restricción de acceso por sí sola, como permitir a los hilos de un grupo consultar o modificar los hilos de un grupo diferente. En lugar de esto, las clases `Thread` y `ThreadGroup` cooperan con los administradores de seguridad (subclases de la clase `SecurityManager`), la cual impone las restricciones de acceso basándose en la pertenencia de los hilos a los grupos.