Desarrollo de Apps para iOS

Concurrencia y Usabilidad

IWEB 2015-2016
Santiago Pavón

ver: 2015.12.09

Objetivos

- La interface de usuario:
  - que no se quede bloqueada mientras estamos realizando un cálculo muy largo, descargando recursos de la red, ...
  - que siempre responda ágilmente a las acciones del usuario.

Main Run Loop

- Todas las aplicaciones tienen un thread (main thread) donde se ejecuta el main run loop.
  - Procesa los eventos, ejecuta las acciones de nuestros controles (target-action), actualiza el interface de usuario.

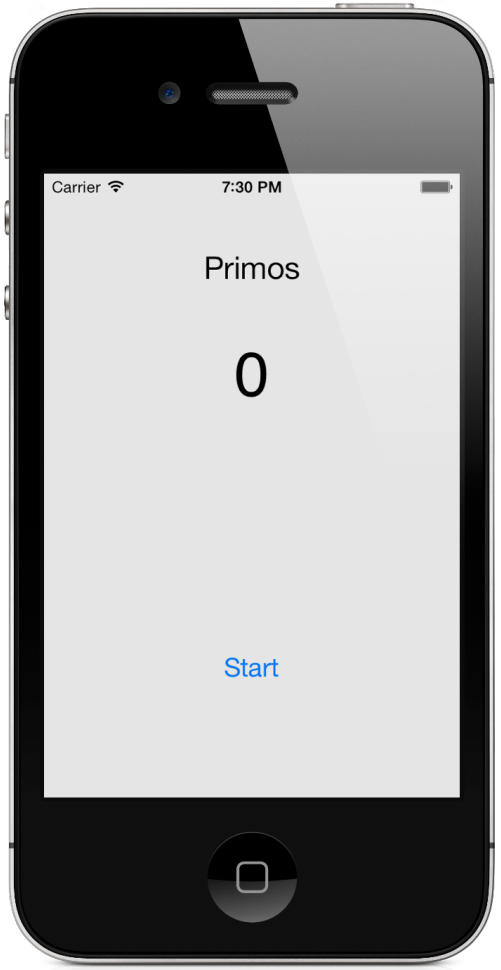
Ejemplo: Números Primos

- Este ejemplo ejecuta una acción en el main thread que tarda mucho en terminar.
  - **Se congela la interface de usuario.**
- Tiene una label donde muestra el último primo encontrado:

```
@IBOutlet weak var primeLabel: UILabel!
```

- Y un botón para empezar a calcular primos:

```
@IBAction func findPrimes()
```



```
private func isPrime(n: Int) -> Bool {
    let r = Int(sqrt(Double(n)))
    for (var i = 2 ; i <= r ; i++) {
        if n % i == 0 {
            return false
        }
    }
    return true
}

@IBAction func findPrimes() {
    for var n = 2 ; ; n++ {
        if isPrime(n) {
            print("Number \(n) is prime");
            primeLabel.text = "\(n)"
        }
    }
}
```

Esto es un bucle infinito, que provoca que el GUI se quede bloqueado.

NSTimer
Temporizadores

NSTimer

- Son objetos que planifican la ejecución de un método en ciertos instantes de tiempo.
  - Típicamente para retrasar una ejecución o para realizar ejecuciones repetitivas.
- El método planificado en el temporizador se ejecutará en el mismo thread del run loop donde se planificó.
  - Si es el main thread, la ejecución del método debe durar poco para no parar el main run loop.
    - Si el método requiere mucho tiempo de ejecución, conviene descomponerlo en varios métodos que requieran menos tiempo de ejecución cada uno de ellos.

- Crear un temporizador y planificarlo en el run loop:

```
class func scheduledTimerWithTimeInterval(
                    _ seconds: NSTimeInterval,
               target target: AnyObject,
             selector aSelector: Selector,
             userInfo userInfo: AnyObject?,
              repeats repeats: Bool) -> NSTimer
```

  - Ejecuta el selector del objeto target cuando han pasado el tiempo (en segundos) especificado.
    - Y puede repetirse indefinidamente si se desea.
  - El método selector tiene que tener un parámetro, donde le pasan el objeto **NSTimer** que lo llamó.

- Parar el temporizador: Para no ejecutar más veces el selector.

```
func invalidate()
```

- Estado del temporizador: ¿Es válido el temporizador?

```
var valid: Bool { get }
```

- Tolerancia: segundos que se puede retrasar el disparo del temporizador.
  - Recomendable porque mejora el gasto de batería.

```
var tolerance: NSTimeInterval
```

```
var counter: Int = 1  // Ultimo primo encontrado

@IBAction func findPrimes() {

     // Busco un nuevo primo cada 0.1 segundos
     NSTimer.scheduledTimerWithTimeInterval(0.1,
                                        target: self,
                                      selector: "findNextPrime:",
                                      userInfo: nil,
                                       repeats: true)
}

func findNextPrime(timer: NSTimer) {

    while !isPrime(++counter) {}

    self.primeLabel.text = "\(counter)"
}
```

Notas

El método referenciado por el selector debe ser accesible desde el runtime de Objective-C.

Esto ocurre cuando el objeto target deriva de `NSObject`, pero si es un objeto Swift puro, entonces es necesario añadir el prefijo `@objc` delante de la declaración del método usado como selector.

Además, el método referenciado por el selector no puede tener visibilidad `private`, su visibilidad debe ser por lo menos `internal`.

Concurrencia

Concurrencia

- El uso de temporizadores:
  - Es sencillo de utilizar si tenemos pocas tareas concurrentes.
    - Aunque partir un método que requiere mucho tiempo de ejecución en métodos que hagan tareas más cortas puede ser complicado.
  - Pero si necesitamos ejecutar bastantes tareas simultáneamente, la complejidad del código puede dispararse.
  - No es concurrencia de verdad.
    - Si la ejecución de los métodos dura mucho, el main run loop estará muy ocupado y la interface de usuario no responderá con agilidad.

UIKit no es Thread-safe

- Cuidado con la concurrencia:
  - La mayor parte del UIKit no es thread-safe.
    - por motivos de eficiencia.
  - Todo el trabajo de la interface de usuario debe hacerse en el main thread.

Threads

Threads

- El framework Foundation proporciona un recubrimiento (**`NSThread`**) para el manejo de threads.
- Pero hay que tener en cuenta que realizar programas concurrentes usando directamente threads es bastante complicado.
  - Condiciones de carrera, acceso simultáneo a secciones críticas y datos compartidos, bloqueos, inversión de prioridades, etc.
    - Obtendremos resultados y comportamientos erróneos.
    - Muy difícil de depurar.
  - Además, el uso de muchos threads puede ralentizar un programa.

NSThread

- Crear un objeto para controlar la ejecución de un thread.
- Varias formas de crearlos:
  - Invocando:

```
class func detachNewThreadSelector(_ aSelector: Selector,
                                   toTarget aTarget: AnyObject,
                                 withObject anArgument: AnyObject?)
```

    - Su ejecución empieza inmediatamente.
  - Invocando:

```
convenience init(target target: AnyObject,
                 selector selector: Selector,
                   object argument: AnyObject?)
```

    - Su ejecución empieza al llamar al método **start**.
  - También se puede crear una clase derivada de NSThread y sobreescribir el método **main**.
- Cada instancia de **NSThread** se ejecuta en su propio run loop.
  - hay que crear manualmente un **NSAutoreleasePool**.

Cerrojos

- Control de acceso a secciones críticas y a datos compartidos:

  `NSLock`

  `@synchonized(objetolock)`

- Señalización entre threads:

  `NSCondition`

```
NSLock * myLock = [[NSLock alloc] init];

[myLock lock];
// zona protegida
[myLock unlock];
```

```
@synchronized(self) {
    // zona protegida
}
```

```
NSCondition * cond = [[NSCondition alloc] init];

// En el Thread Productor:
  [cond lock];
  // Meter al saco
  [cond signal];
  [cond unlock];


// En el Thread Consumidor:
  [cond lock];
  while (saco esta vacio)
    [cond wait];
  // Sacar del saco
  [cond unlock];
```

Bloqueos

- Ocurre cuando un thread está bloqueado esperando por una condición que nunca va a ocurrir.
- Ejemplo:
  - Un thread tiene el cerrojo A y espera por el cerrojo B.
  - Otro thread tiene el cerrojo B y espera por el cerrojo A.
- Recomendación:
  - no llamar a un bloque de código protegido con un cerrojo desde un bloque de código protegido con otro cerrojo.

Dormir un rato

- Si el programa tiene muchos threads consumiendo mucha cpu, el programa puede congestionarse.
  - La interface de usuario dejará de responder ágilmente.
  - Esto se agrava más en un terminal con pocos recursos.
- Solución: Podemos hacer que los threads se duerman un rato para favorecer a los demás threads.

```
NSThread.sleepForTimeInterval(0.1)

let date = NSDate(timeIntervalSinceNow:0.1)
NSThread.sleepUntilDate(date)
```

- Muy importante: no dormir nunca el main thread.

Recomendaciones

- En general el uso de threads no se recomienda por su dificultad.
  - Difícil determinar cuantos threads usar dependiendo de los recursos disponibles, y gestionarlos.
    - O ajustar su número dinámicamente según la carga actual del sistema.
  - Difícil conseguir que se ejecuten eficientemente.
  - Difícil sincronización entre threads.
- Las tecnologías recomendadas para implementar concurrencia en las aplicaciones son:

  `Grand Central Dispatch`

  `Operation Queues`

  - No nos preocupamos de la creación y gestión de los threads.
  - La idea es definir tareas concretas a realizar, y dejar que el sistema las realice.

Operations

Operation Queue y Operations

- Abstracción de alto nivel para no tener que usar threads.
- Una operación (**`NSOperation`**) es un objeto que representa una unidad de trabajo a realizar.
  - con dependencias y prioridades
- Las colas de operaciones (**`NSOperationQueue`**):
  - Ejecutan **simultáneamente** todas las operaciones que se añaden a la cola, pero respetando las restricciones que indiquemos (**prioridades** y **dependencias**)
  - Ejecutan las operaciones usando eficientemente los recursos disponibles.
    - Cuando queda un thread libre se saca una operación de la cola.

NSOperation

- Es la clase que encapsula el código de una tarea a realizar.
- Es una clase **abstracta**:
  - No se crean instancias de esta clase.
- Para crear instancias de esta clase:
  - Tenemos que crear primero nuestras propias subclases de NSOperation.
    - En las subclases hay que sobreescribir el método **main**, controlar las excepciones, crear un autorelease pool, etc.
  - O usar una subclase que ya nos proporcionan hecha: **NSBlockOperation**.

Una Subclase Personalizada

- Demo:
  - Calcular simultáneamente dos secuencias de primos y mostrarlos en dos labels.
  - Creo una subclase de NSOperation, sobreescribiendo el método main, que calcula el siguiente primo.
  - Las labels se actualizan en el completion block de cada operación, y se crean mas NSOperación.

```
class PrimeOperation : NSOperation {

    // Valor inicial desde el que buscar el siguiente primo,
    // y donde queda el siguiente primo encontrado.
    var value: Int

    init(startValue: Int) {
        value = startValue
    }

    override func main() {
        autoreleasepool {
            if self.cancelled { return }
            while !self.isPrime(++self.value) {}
            if self.cancelled { return }
       }
    }

    private func isPrime(n: Int) -> Bool {
        let r = Int(sqrt(Double(n)))
        for (var i = 2 ; i <= r ; i++) {
            if n % i == 0 {
                return false
            }
        }
        return true
    }
}
```

```
class ViewController: UIViewController {

    @IBOutlet weak var prime1Label: UILabel!
    @IBOutlet weak var prime2Label: UILabel!

    // Cola de las operaciones
    lazy var queue = NSOperationQueue()

    override func viewDidLoad() {
        super.viewDidLoad()

        // Crea operaciones que busquen el siguiente primo despues
        // del valor dado y lo pongan en las labels dadas.
        setPrimesIntoLabel(prime1Label, startValue: 1)
        setPrimesIntoLabel(prime2Label, startValue: 1000000)
    }
```

```
    private func setPrimesIntoLabel(label: UILabel, startValue v: Int) {

        // Creo un objeto Operacion
        var ope: PrimeOperation? = PrimeOperation(startValue: v)

        // Closure que se ejecuta cuando termina la operación
        ope!.completionBlock = {

            let v = ope!.value // Nadie mas accede a value ya.
            ope = nil  // Rompo el bucle de retenciones.

            // Actualizar la label (el GUI) en el Main Thread
            NSOperationQueue.mainQueue().addOperationWithBlock({
                label.text = "\(v)"
            })

            NSThread.sleepForTimeInterval(0.01)  // Me duermo un rato

            // Creo una nueva operacion
            self.setPrimesIntoLabel(label, startValue: v)
        }

        // Meter la operacion en el Operation Queue
        queue.addOperation(ope!)
    }

}
```

NSBlockOperation

- Es una **subclase** de **`NSOperation`**.
- La operación ejecutará el block o los blocks dados.

```
convenience init(block block: () -> Void)
func addExecutionBlock(_ block: () -> Void)
```

```
class ViewController: UIViewController {

    @IBOutlet weak var prime1Label: UILabel!
    @IBOutlet weak var prime2Label: UILabel!



    // Cola de las operaciones
    lazy var queue = NSOperationQueue()


    override func viewDidLoad() {
        super.viewDidLoad()

        // Crea operaciones que busquen el siguiente primo despues
        // del valor dado y lo pongan en las labels dadas.
        setPrimesIntoLabel(prime1Label, startValue: 1)
        setPrimesIntoLabel(prime2Label, startValue: 1000000)
    }
```

```
    private func setPrimesIntoLabel(label: UILabel, startValue v: Int) {

        // Creo un objeto Operacion
        let ope = NSBlockOperation()

        // Añado el bloque a ejecutar a la operacion
        ope.addExecutionBlock {
            var v = startValue
            while !self.isPrime(++v) {}

            // Actualizar la label (el GUI) en el Main Thread
            NSOperationQueue.mainQueue().addOperationWithBlock({
                label.text = "\(v)"
            })

            NSThread.sleepForTimeInterval(0.01)  // Me duermo un rato

            // Creo una nueva operacion
            self.setPrimesIntoLabel(label, startValue: v)
        }

        // Meter la operacion en el Operation Queue
        queue.addOperation(ope)
    }

    private func isPrime(n: Int) -> Bool {. . .}
}
```

Completion Block

- A un objeto NSOperation puede asignársele un completion block.
  - Se invoca cuando la operación ha terminado de ejecutarse.
    - Tanto si termina con éxito o es cancelada.
      - Consultar el valor de la propiedad **cancelled**.

```
var completionBlock: (() -> Void)?
```

- Cuidado: El contexto de ejecución del bloque será algún thread secundario.
  - No es el Main Thread.

Dependencias entre Operaciones

- Podemos indicar que la operación B no puede ejecutarse hasta que no haya terminado la ejecución de la operación A.

```
func addDependency(_ operation: NSOperation)
```

- Consultar dependencias:

```
var dependencies: [AnyObject] { get }
```

- Eliminar dependencias:

```
func removeDependency(_ operation: NSOperation)
```

Prioridad de las Operaciones

- Las operaciones tienen una prioridad.
  - La usan las colas para decidir que operación ejecutar y cuanto tiempo se ejecutará.

```
var queuePriority: NSOperationQueuePriority
```

- Valores:

```
NSOperationQueuePriority.VeryLow
NSOperationQueuePriority.Low
NSOperationQueuePriority.Normal
NSOperationQueuePriority.High
NSOperationQueuePriority.VeryHigh
```

Cancelar una Operación

- La ejecución de una operación puede cancelarse:

```
func cancel()
```

- Cancelar una operación sólo hace que la propiedad **cancelled** valga **true**.
- Debemos consultar esta propiedad con frecuencia en el método **main** o los bloques de las operaciones, y terminar si vale **true**.
- Cancelar una operación pendiente en la cola no la saca de esta.
  - Hay que esperar hasta que empiece a ejecutarse, y comprobar inicialmente en el método **main** o en los bloques si la operación fue cancelada, y si es así, terminar. Las operaciones sólo se eliminan de la cola cuando termina su ejecución.
- En los completionBlock también hay que mirar si la operación fue cancelada.

Propiedad de las Operaciones

- `var ready: Bool { get }`
  - **true** si la operación está lista para ejecutarse, es decir, no hay dependencias por las que esperar.
- `var cancelled: Bool { get }`
  - **true** si la operación fue cancelada.
- `var executing: Bool { get }`
  - **true** si la operación es está ejecutando (ha empezado y no ha acabado su ejecución).
- `var finished: Bool { get }`
  - **true** si terminó la ejecución de la operación.
- `var concurrent: Bool { get }`
  - Sobreescribir para devolver **true** si la operación creará su propio thread para ejecutarse.
  - Hay que sobreescribir también otros métodos: **start**(), **executing**, **finished**, **asynchronuos**.
- `var asynchronous:  Bool { get }`
  - Indica si la operación se ejecuta asíncronamente.

Esperar a que Termine una Operación

- Detener el thread actual hasta que termine una operación.

```
func waitUntilFinished()
```

- Una operación no debe invocar este método con operaciones que están en su misma cola, ya que pueden producirse bloqueos.

- Normalmente se usa con operaciones añadidas a otras colas para esperar a que terminen.

NSOperationQueue

- Son los objetos que gestionan la ejecución de las operaciones.
- Para crear una cola:

```
let queue = NSOperationQueue()
```

- Para añadir una operación a la cola:

```
queue.addOperation(opA)
```

  - La operación se ejecutará cuanto exista un thread disponible y la operación esté lista (**ready** indicará que no hay dependencias pendientes).

- Por defecto, las colas deciden cuantos threads usarán dependiendo del hardware disponible.
  - Podemos modificar el número de threads a usar con la propiedad:

```
var maxConcurrentOperationCount: Int
```

    - Tendremos una cola serie si sólo usamos un thread.

- Una cola puede suspenderse para que no ejecute ninguna operación más.

```
var suspended: Bool
```

NSOperationQueue: Más Métodos

```
var operations: [AnyObject] { get }

func addOperations(_ ops: [AnyObject],
     waitUntilFinished wait: Bool)

func addOperationWithBlock(_ block: () -> Void)

func waitUntilAllOperationsAreFinished()

func cancelAllOperations()

class func currentQueue() -> NSOperationQueue?
class func mainQueue() -> NSOperationQueue

. . .
```

Grand Central Dispatch

GCD

- GCD es el nombre de libdispatch: librería (API **C**) para manejar el multithreading.
  - Nos oculta los detalles de la multiprogramación.
  - No tenemos que preocuparnos de los recursos disponibles. GCD se encarga de gestionarlos.
  - Se programa muy fácilmente.
  - Desde iOS 7 los objetos del GCD son objetos Objective-C.
- GCD nos proporciona colas a las que enviaremos tareas para que se ejecuten en orden.
  - Una tarea es un objeto block (closure).
    - También pueden usarse punteros a funciones.
  - En algún momento GCD asignará un thread libre a la siguiente tarea de la cola para que se ejecute.
    - GCD decide cuántos threads crea, cuándo un thread se encarga de ejecutar una tarea, y durante cuánto tiempo.
  - El encolado es **thread-safe**: Se puede acceder a las colas desde distintos threads de forma segura.

- Las colas pueden ser serie o concurrentes:
  - **Cola concurrente**:
    - El comienzo de la ejecución de las tareas es FIFO.
      - Las tareas empiezan a ejecutarse en el mismo orden en que se metieron en la cola.
    - Pero una vez que empieza la ejecución de una tarea, se puede comenzar con la ejecución de la siguiente tarea.
      - Es decir, las tareas se ejecutan concurrentemente.
    - Y pueden acabar en cualquier orden.
  - **Cola serie**:
    - Las tareas se ejecutan de una en una en modo FIFO, en el mismo orden en que se encolaron.
    - Hasta que una tarea no termina, no se empieza a ejecutar la siguiente.
- Hay varios tipos de colas disponibles:
  - **Cola main**: cola del sistema para ejecutar tareas en serie en el main thread.
  - **Colas globales**: colas del sistema para ejecutar tareas concurrentemente con distintas prioridades
  - **Colas personales**: podemos crear nuestras propias colas serie o concurrentes en cualquier momento.

Cola: **main**

- Ejecuta tareas en **serie** en el **Main Thread**.
  - Esta cola la crea el sistema automáticamente.
- Para obtener esta cola:

```
func dispatch_get_main_queue() -> dispatch_queue_t!
```

Cola: **Global**

- Es una cola global ya creada en el sistema que se usa para ejecutar tareas **concurrentemente** según la calidad de servicio (prioridad) indicada
  - El comienzo de la ejecución de las tareas es FIFO.
- GCD crea automáticamente **varias** colas con distintas propiedades.
- Para obtener estas colas:

```
func dispatch_get_global_queue(_ identifier: Int,
                               _ flags: UInt) -> dispatch_queue_t!
```

  - Valores para **identifier** (indican prioridad de las tareas):

```
QOS_CLASS_USER_INTERACTIVE // Tareas muy breves que tienen que
                           // hacerse con suma prioridad.
QOS_CLASS_USER_INITIATED // Tareas mas largas que también
                         // tienen prioridad alta.
QOS_CLASS_UTILITY        // Tareas largas que no tienen
                         // prioridad máxima.
QOS_CLASS_BACKGROUND     // Tareas para cosas que no necesito
                         //ahora mismo y tienen menos prioridad.
```

  - **flags**: es 0 (reservado para su uso en el futuro).

Colas: **Serie** o **Concurrentes**

- Pueden crearse en cualquier momento nuevas colas serie o concurrentes.
  - Las aplicaciones deben crearlas explícitamente.

```
func dispatch_queue_create(_ label: UnsafePointer<Int8>,
                           attr: dispatch_queue_attr_t!) -> dispatch_queue_t!
```

- Parámetros:
  - **label**: es un string (de C) que identifica la cola para ayuda en la depuración.
  - Valores de **attr**:

```
DISPATCH_QUEUE_SERIAL       // para crear una cola serie.
DISPATCH_QUEUE_CONCURRENT   // para crear una cola concurrente.
```

- Si la cola creada es serie, ejecuta sus tareas de una en una y en orden FIFO.
  - Si una operación se bloquea, sólo se bloquea su cola. Las demás colas continúan ejecutando sus tareas.
- Si la cola creada es concurrente, los bloques se desencolan en orden FIFO, y se ejecutan concurrentemente (si hay recursos disponibles para ello). Pueden terminar en cualquier orden.
- Usos: sacar del main thread tareas que pueden bloquearse, realizar tareas muy largas en otro thread, proteger zonas críticas, …

- Calidad de servicio:
  - También puede especificarse una calidad de servicio en estas colas.
  - Usar la función **dispatch_queue_attr_make_with_qos_class** para crear un atributo que incluya la calidad de servicio.

```
let qos_attr = dispatch_queue_attr_make_with_qos_class(
                            DISPATCH_QUEUE_SERIAL,
                            QOS_CLASS_BACKGROUND,
                            0)

let queue = dispatch_queue_create("cola", qos_attr)

dispatch_async(queue, { . . .})
```

Encolar Tareas

- Enviar una tarea a una cola:

```
func dispatch_async(_ queue: dispatch_queue_t!,
                    _ block: dispatch_block_t!)

func dispatch_sync(_ queue: dispatch_queue_t!,
                   _ block: dispatch_block_t!)
```

  - donde **`dispatch_block_t`** es un bloque (closure) de tipo `() -> Void`.
  - **`dispatch_async`** no es bloqueante.
  - **`dispatch_sync`** es bloqueante. Se espera hasta que el bloque ha terminado.

Bloques

- El tipo **dispatch_block_t** representa a los bloques que se envían por las colas.
- Estos bloques pueden crearse:
  - con un literal

```
{ print(“Hello”) }
```

  - con la función **dispatch_block_create**

```
let b = dispatch_block_create(dispatch_block_flags_t(0),
                              { print("Hello") })
```

  - con la función **dispatch_block_create_with_qos_class**, que permite asignar una QoS al bloque creado

```
let b = dispatch_block_create_with_qos_class(
                dispatch_block_flags_t(0),
                QOS_CLASS_UTILITY, 0, { print("hola") })
```

- GCD también permite esperar a hasta un bloque termine su ejecución (**dispatch_block_wait**), notificar cuando ha terminado (**dispatch_block_notify**), cancelarlo (**dispatch_block_cancel**), …

Ejemplo: Primos-Cola Global

```
class ViewController: UIViewController {

    @IBOutlet weak var prime1Label: UILabel!
    @IBOutlet weak var prime2Label: UILabel!


    override func viewDidLoad() {
        super.viewDidLoad()

        // Buscar el siguiente primo del valor dado y
        // ponerlo en label dada.
        setPrimesIntoLabel(prime1Label, startValue: 1)
        setPrimesIntoLabel(prime2Label, startValue: 1000000)
    }
```

```
    private func setPrimesIntoLabel(label: UILabel, var startValue v: Int) {


        // Cola Global con QOS Utility
        let queue = dispatch_get_global_queue(QOS_CLASS_UTILITY, 0)

        // Encolar asincrono
        dispatch_async(queue, {

            while !self.isPrime(++v) {}

            // Actualizar el GUI en el Main Thread
            dispatch_async(dispatch_get_main_queue(), {
                label.text = "\(v)"

                // Pasados 0.01 segundos busco el siguiente
                let t = dispatch_time(DISPATCH_TIME_NOW,
                                      Int64(NSEC_PER_SEC/10))
                dispatch_after(t, queue, {
                    self.setPrimesIntoLabel(label, startValue: v)
                })
            })
        })
    }

    private func isPrime(n: Int) -> Bool {. . .}
}
```

Ejemplo: Bajarse una Foto

```
let imgUrl = "http://www.etsit.upm.es/images/portada/logoetsitupm.png"

// Construir un NSURL
let url = NSURL(string: imgUrl)!

// Envio la tarea a un thread
let queue = dispatch_queue_create("Download", DISPATCH_QUEUE_SERIAL)
dispatch_async(queue, {

    // Bajar los datos del sitio Web
    if let data = NSData(contentsOfURL: url) {
        // Construir una imagen con los datos bajados
        if let img = UIImage(data: data) {

                // El GUI se actualiza en el Main Thread
                dispatch_async(dispatch_get_main_queue(), {
                    self.imageView.image = img
                })

        } else { print("Error construyendo la imagen") }
    } else { print("Error descargando") }
})
```

Ejemplo: Zona Crítica

- Podemos utilizar colas serie para proteger el acceso a zonas críticas:
  - Hay que hacer que la única forma de acceder a la zona crítica sea enviando una tarea (closure) a través de una cola serie.
  - Como esas tareas se ejecutarán de una en una, se elimina la posibilidad de que varias tareas se ejecuten concurrentemente sobre la zona crítica.

```
// Cola de acceso a la zona critica
var queue = dispatch_queue_create("Cola de acceso",
                                  DISPATCH_QUEUE_SERIAL)

func meter(n: Int) {
    dispatch_async(queue, {

        self.total += n;

        dispatch_async(dispatch_get_main_queue(), {
                self.totalLabel?.text = "\(self.total)"
        })
    })
}

func sacar(n: Int) {
    dispatch_async(queue, {

        self.total -= n;

        dispatch_async(dispatch_get_main_queue(), {
            self.totalLabel?.text = "\(self.total)"
        })
    })
}
```

Así es Thread Safe

Crear cola serie para serializar tareas

Zona crítica

Actualizo el GUI en el main thread

Así es Thread Safe

Zona crítica

Actualizo el GUI en el main thread

Retrasar una Tarea

- **dispatch_after** espera hasta el momento especificado, y entonces envía asíncronamente una tarea a la cola especificada.

```
// Disparar un segue dentro de 5 segundos.
let t = dispatch_time(DISPATCH_TIME_NOW,
                      Int64(5 * NSEC_PER_SEC))
dispatch_after(t, dispatch_get_main_queue(), {
    self.label = "hola"
})
```

Ejecutar solo una vez

- **dispatch_once** ejecuta una tarea una sola vez durante toda la vida de la app.
  - Esta función no hace nada si se intenta ejecutar el bloque una segunda vez.
- La ejecución es síncrona: se espera hasta que la función ha terminado.
  - Si varios thread llaman simultáneamente a esta función para realizar una tarea, las llamadas esperan hasta que la tarea se ha sido realizada por uno de ellos.
- Esta función toma como primer parámetro una referencia a un objeto **dispatch_once_t** para identificar la tarea y controlar que solo se ejecute una vez.
  - El objeto dispatch_once_t debe crearse y conservarse en un ámbito global o estático.

```
class Singleton {

    private static var pred : dispatch_once_t = 0

    private static var instance : Singleton?

    // Propiedad calculada que devuelve la unica instancia
    static var shared : Singleton {

        /*
           // Esto no es Thread-Safe
           if instance == nil {
              instance = Singleton()
           }
        */

        dispatch_once(&pred) {
            instance = Singleton()
        }

        return instance!
    }
}
```

Barreras

- **dispatch_barrier_sync** y **dispatch_barrier_async** crean un punto de sincronización en una cola concurrente.
  - La cola no ejecuta la tarea añadida con estas funciones hasta que no han terminado todas las tareas añadidas anteriormente.
  - Cuando las tareas añadidas anteriormente han terminado, se ejecuta la tarea barrera.
  - Cuando termina la tarea barrera, la cola sigue funcionando de forma concurrente.

```
var q = dispatch_queue_create("queue",  DISPATCH_QUEUE_CONCURRENT)

dispatch_async(q, { self.producir() })
dispatch_async(q, { self.producir() })
dispatch_async(q, { self.producir() })

dispatch_barrier_async(q, { self.barrera() })

dispatch_async(q, { self.consumir() })
dispatch_async(q, { self.consumir() })
dispatch_async(q, { self.consumir() })


func producir() { print("P") }

func barrera() { print("B") }

func consumir() { print("C") }


// PPPBCCC
```

API más …

- `dispatch_resume`
- `dispatch_suspend`
- `dispatch_time`
- `dispatch_set_context`
- `dispatch_get_context`
- `dispatch_group_create`
- `dispatch_group_enter`
- `dispatch_group_leave`
- `dispatch_group_async`
- `dispatch_group_wait`
- `dispatch_semaphore_create`
- `dispatch_semaphore_signal`
- `dispatch_semaphore_wait`
- `dispatch_source_*`
- etc. . .

¿Qué uso?
¿NSOperation o GCD?

¿Qué Elijo?

- NSOperation y NSOperation Queue están construidas sobre GCD.
  - Representan un nivel de abstracción más alto, lo cual es recomendable,
  - pero su uso introduce algo de sobrecarga respecto de usar GCD,
  - pero proporcionan algunas facilidades que GCD no tiene (hay que programárselas):
    - Definir dependencias entre tareas, cancelar o suspender tareas, etc.
  - . . .
- Hay que elegir teniendo en cuenta estos puntos.