

---

# Monitorización de señales biomédicas en sistemas Android

---



## TRABAJO DE FIN DE GRADO

Mario Michiels Toquero  
Cristian Pinto Lozano

Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid

Junio 2017



# Monitorización de señales biomédicas en sistemas Android

*Memoria que presentan para optar al título de Graduados en  
Ingeniería del Software*

**Mario Michiels Toquero  
Cristian Pinto Lozano**

*Dirigida por el Doctor*  
**Joaquín Recas Piorno**

**Departamento de Arquitectura de Computadores y  
Automática  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid**

**Junio 2017**



*A nuestros padres*



*Any fool can criticize, condemn and complain  
- and most fools do. But it takes character  
and self-control to be understanding and forgiving.  
Dale Carnegie (1888 - 1955)*





# Agradecimientos

*A todos los que la presente vieron y  
entendieron.*

Inicio de las Leyes Orgánicas. Juan  
Carlos I

Groucho Marx decía que encontraba a la televisión muy educativa porque cada vez que alguien la encendía, él se iba a otra habitación a leer un libro. Utilizando un esquema similar, nosotros queremos agradecer al Word de Microsoft el habernos forzado a utilizar  $\text{\LaTeX}$ . Cualquiera que haya intentado escribir un documento de más de 150 páginas con esta aplicación entenderá a qué nos referimos. Y lo decimos porque nuestra andadura con  $\text{\LaTeX}$  comenzó, precisamente, después de escribir un documento de algo más de 200 páginas. Una vez terminado decidimos que nunca más pasaríamos por ahí. Y entonces caímos en  $\text{\LaTeX}$ .

Es muy posible que hubiéramos llegado al mismo sitio de todas formas, ya que en el mundo académico a la hora de escribir artículos y contribuciones a congresos lo más extendido es  $\text{\LaTeX}$ . Sin embargo, también es cierto que cuando intentas escribir un documento grande en  $\text{\LaTeX}$  por tu cuenta y riesgo sin un enlace del tipo “*Author instructions*”, se hace cuesta arriba, pues uno no sabe por donde empezar.

Y ahí es donde debemos agradecer tanto a Pablo Gervás como a Miguel Palomino su ayuda. El primero nos ofreció el código fuente de una programación docente que había hecho unos años atrás y que nos sirvió de inspiración (por ejemplo, el fichero `guionado.tex` de  $\text{\TeX}$ IS tiene una estructura casi exacta a la suya e incluso puede que el nombre sea el mismo). El segundo nos dejó husmear en el código fuente de su propia tesis donde, además de otras cosas más interesantes pero menos curiosas, descubrimos que aún hay gente que escribe los acentos españoles con el `\'{\i}`.

No podemos tampoco olvidar a los numerosos autores de los libros y tutoriales de  $\text{\LaTeX}$  que no sólo permiten descargar esos manuales sin coste adicional, sino que también dejan disponible el código fuente. Estamos pensando en Tobias Oetiker, Hubert Partl, Irene Hyna y Elisabeth Schlegl, autores del famoso “The Not So Short Introduction to  $\text{\LaTeX}$  2 $\epsilon$ ” y en Tomás

Bautista, autor de la traducción al español. De ellos es, entre otras muchas cosas, el entorno **example** utilizado en algunos momentos en este manual.

También estamos en deuda con Joaquín Ataz López, autor del libro “Creación de ficheros  $\text{\LaTeX}$  con GNU Emacs”. Gracias a él dejamos de lado a WinEdt y a Kile, los editores que por entonces utilizábamos en entornos Windows y Linux respectivamente, y nos pasamos a emacs. El tiempo de escritura que nos ahorramos por no mover las manos del teclado para desplazar el cursor o por no tener que escribir `\emph` una y otra vez se lo debemos a él; nuestro ocio y vida social se lo agradecen.

Por último, gracias a toda esa gente creadora de manuales, tutoriales, documentación de paquetes o respuestas en foros que hemos utilizado y seguiremos utilizando en nuestro quehacer como usuarios de  $\text{\LaTeX}$ . Sabéis un montón.

Y para terminar, a Donal Knuth, Leslie Lamport y todos los que hacen y han hecho posible que hoy puedas estar leyendo estas líneas.

# Resumen

...

...



# Abstract

...

...



# Índice

<b>Agradecimientos</b>	<b>IX</b>
<b>Resumen</b>	<b>XI</b>
<b>Abstract</b>	<b>XIII</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Estructura de capítulos . . . . .	2
<b>A. Así se hizo...</b>	<b>3</b>
A.1. Introducción . . . . .	3
<b>Lista de acrónimos</b>	<b>5</b>





# Índice de figuras



# Índice de Tablas



# Capítulo 1

## Introducción

*Un comienzo no desaparece nunca,  
ni siquiera con un final.*

Harry Mulisch

### 1.1. Motivación

La sociedad actual en la que nos encontramos está completamente informatizada podríamos decir. Es posible encontrar software en todo tipo de lugares en los que jamás hubiesemos pensado hace décadas que hubiese sido posible, como por ejemplo, neveras en las que una vez acabado un cierto tipo de refrigerio, es el propio electrodoméstico el encargado de reponerlo por nosotros, relojes con los que podemos conectarnos a internet y comunicarnos, eliminando la necesidad de llevar un teléfono encima, e incluso zapatillas que se encargan de pedir nuestra comida favorita a domicilio con tan solo pulsar un pequeño botón.

Es imposible enumerar la cantidad de aplicaciones que el software podría tener, al menos en la presente memoria, y todo esto sin olvidar los futuros usos que adquirirá. Podríamos decir que la industria del Software está en pleno auge, es más, lleva en pleno auge desde hace décadas, y no parece que vaya a decaer. Con tantos posibles sectores en los que especializarse, parece complicado elegir uno en el que sumergirse.

Sin embargo, para los autores de la presente memoria siempre tuvo cierto atractivo el desarrollo de software para dispositivos empotrados que utilizan software libre. Fue entonces cuando se nos dio la posibilidad de trabajar en el presente proyecto, utilizando este tipo de dispositivos y además íntimamente enfocado y relacionado con el cuidado de la salud. La mezcla de ambos componentes nos fascinó a primera vista.

El desarrollo de software para dispositivos empotrados se encuentra en pleno crecimiento desde hace ya varios años, y cada vez son más populares

las comunidades que dan soporte a los desarrolladores de los mismos, facilitando así el proceso de creación del software. Asimismo también se encuentra en uno de sus mejores momentos todo tipo de gadget capaz de medir o monitorizar ciertas señales, como pueden ser los actuales relojes inteligentes, o las pulseras de actividad tan frecuentemente vistas. Estos dispositivos son capaces de monitorizar multitud de señales procedentes del cuerpo humano, y todo esto en un reducido espacio físico fácilmente portable.

La monitorizar ciertas señales biomédicas puede ser un factor fundamental a la hora de detectar problemas de salud de forma precoz. La presente memoria trata de ilustrar el proceso gracias al cual es posible monitorizar este tipo de señales utilizando un hardware de bajo coste y portable, y un software libre, adecuado y preciso, cuya unión pueda facilitar la práctica de este tipo de procesos en todos los contextos en los que pudiera ser necesario.

## **1.2. Estructura de capítulos**

# Apéndice A

## Así se hizo...

...

...

RESUMEN: ...

### A.1. Introducción

...





## Lista de acrónimos

*–¿Qué te parece desto, Sancho? – Dijo Don Quijote –  
Bien podrán los encantadores quitarme la ventura,  
pero el esfuerzo y el ánimo, será imposible.*

*Segunda parte del Ingenioso Caballero  
Don Quijote de la Mancha  
Miguel de Cervantes*

*–Buena está – dijo Sancho –; fírmela vuestra merced.  
–No es menester firmarla – dijo Don Quijote–,  
sino solamente poner mi rúbrica.*

*Primera parte del Ingenioso Caballero  
Don Quijote de la Mancha  
Miguel de Cervantes*

