

# Laboratorio de proyectos

Droidmotion

Laura Alonso Suárez  
Ricardo Domínguez Álvarez  
Brais Feijoo Blanco  
Ignacio Hernández Rial  
Javier Montoto Urrabieta

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Evolución de los métodos de entrada . . . . .	3
1.2. Autonomía energética . . . . .	3
1.3. Comunicación inalámbrica . . . . .	4
<b>2. Objetivo</b>	<b>4</b>
<b>3. Diseño</b>	<b>4</b>
3.1. Diagrama de módulos . . . . .	4
3.2. Descripción de los módulos . . . . .	5
3.2.1. Controlador . . . . .	5
3.2.2. Servicio traductor . . . . .	6
<b>4. Decisiones de diseño</b>	<b>6</b>
4.1. Controlador . . . . .	6
4.1.1. Método de entrada . . . . .	6
4.1.2. Alimentación . . . . .	7
4.1.3. Comunicación inalámbrica . . . . .	7
4.1.4. Placa de desarrollo . . . . .	7
4.1.5. Flujo de funcionamiento . . . . .	8
4.2. Servicio traductor . . . . .	8
4.2.1. Sistema operativo . . . . .	8
4.2.2. Módulos . . . . .	9
4.2.3. Flujo de funcionamiento . . . . .	9
<b>5. Resultados</b>	<b>11</b>
<b>6. Impacto social</b>	<b>11</b>
<b>7. Modelo de negocio</b>	<b>11</b>
<b>8. Lineas futuras</b>	<b>12</b>

# 1. Introducción

En los últimos años se esta dando la integración de elementos de la vida cotidiana en el mundo de las comunicaciones. Los teléfonos inteligentes han sustituido una amplia gama de dispositivos (cámaras, GPS, reproductor de música), centralizando así los servicios. La tendencia es que los dispositivos que no se pueden integrar internamente, lo hagan de forma externa. Este es el caso de los controles remotos, y diversos sistemas que controlan o interactúan con teléfonos inteligentes.

No todos los teléfonos inteligentes funcionan igual, cada terminal utiliza un sistema operativo diferente siendo cuatro los sistemas más utilizados: Android, iOS, Windows Mobile y Blackberry. Actualmente cerca del 80 % de los terminales móviles funcionan en Android, aunque este porcentaje varía de unos países a otros. Por ejemplo, en EE.UU la cuota de iOS supera el 40 %. [1]

Existen en el mercado ejemplos de controladores remotos para dispositivos móviles, como por ejemplo GoGlove o Ring. Todos ellos comparten tres elementos básicos: un método de entrada, alimentación y comunicación inalámbrica con el sistema operativo.

## 1.1. Evolución de los métodos de entrada

En los últimos años, el uso de teclados mecánicos con un número fijo de botones pasó a ser suplantado por otros sistemas que permitiesen mayor flexibilidad y facilidad de uso, como por ejemplo la tecnología táctil. [2]

Existen cuatro tipos de tecnología táctil: la infrarroja, la de onda acústica superficial, la capacitiva y la resistiva[3]. De estas, las dos que más se utilizan como métodos de entrada en pantallas son la resistiva y la basada en sensores capacitivos. Estas dos tecnologías están ampliamente extendidas y actualmente se usan en dispositivos tan diversos como cajeros automáticos, máquinas de autoservicio y otros muchos.

## 1.2. Autonomía energética

El crecimiento constante en la cantidad de dispositivos portátiles, así como las necesidades de autonomía solicitadas por los consumidores ha supuesto que exista una gran variedad de baterías en el mercado. [4][5]

Las baterías más utilizadas en dispositivos portátiles son:

- **Baterías Níquel-Cadmio.**

Es una tecnología muy consolidada debido a su duración, resistencia a amplios rangos de temperatura y relación calidad- precio. Está entrando en desuso por cuestiones medioambientales. Se suele emplear en herramientas, equipos de mano de radio y otros dispositivos electrónicos.

- **Baterías Níquel-Metalhidruro.**

Son más amigables con el medio ambiente que las NiCd y se las considera como sus sucesoras. Proporcionan una mejora en la energía específica y son las más utilizadas para consumo hoy en día. La mayoría de baterías (pilas) AA y AAA tienen este compuesto.

- **Baterías Litio-ion.**

Se están estableciendo como el referente para dispositivos que requieren un uso continuado y una amplia autonomía (teléfonos móviles, tabletas, vehículos híbridos). Proporcionan más prestaciones que sus predecesoras pero también suponen mayor coste. Este coste también se ve afectado por la circuitería auxiliar que necesitan.

En el enlace [6] se recogen las características energéticas y eléctricas de estas baterías. El factor de carga y descarga C establece la corriente nominal que es capaz de suministrar la batería en Ah.

### **1.3. Comunicación inalámbrica**

Dependiendo del propósito y de su extensión, las redes de comunicación se engloban en distintos tipos. Las redes formadas por 2 elementos con conexión punto a punto se denominan redes de área personal WPAN.

Bluetooth es el estándar para las comunicaciones WPAN[7]. Esta tecnología implementa perfiles de comunicación. Los perfiles se definen como una configuración del transceptor para efectuar correctamente la comunicación con el dispositivo remoto. Un perfil se puede entender como una aplicación que utiliza sólo ciertas características del protocolo de comunicaciones ya que según el propósito del servicio, el resto no son necesarias. [8]

Es destacable el perfil HID, que proporciona un protocolo estándar para comunicarse externos; por ejemplo, periféricos de PC como teclados y ratones. [9]

## **2. Objetivo**

Droidmotion se trata de un sistema de control remoto para dispositivos móviles, integrable en el manillar de una bicicleta.

Droidmotion permite el acceso e interacción con aplicaciones del dispositivo móvil mediante el uso de un controlador inalámbrico, ofreciendo al usuario una forma de integrar las funcionalidades de los teléfonos inteligentes con las bicicletas clásicas.

## **3. Diseño**

### **3.1. Diagrama de módulos**

El diseño se divide en dos módulos principales: el controlador y la aplicación del teléfono inteligente o tableta.

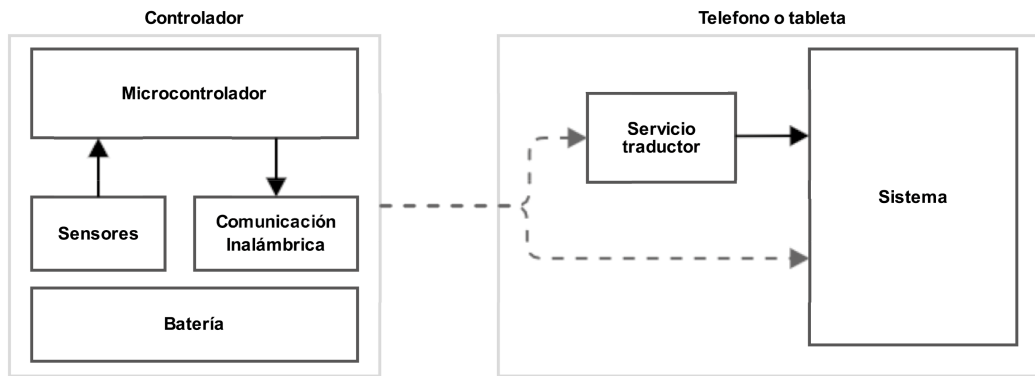


Figura 1: Diagrama de bloques.

El flujo de funcionamiento es el siguiente:

1. El usuario interactúa con alguno de los sensores táctiles.
2. El microcontrolador recibe y procesa la señal del sensor.
3. La señal se envía por el módulo de comunicación inalámbrica.
4. Si a la señal se le asigna un comando, el servicio traductor la interceptará y procesará. En caso contrario, se pasará directamente al sistema operativo.

### 3.2. Descripción de los módulos

#### 3.2.1. Controlador

El controlador se encarga de interactuar directamente con el usuario. Este módulo dispone de los siguientes elementos:

- **Microcontrolador:**

Gobierna y controla el comportamiento del módulo, monitorizando el flujo de entrada/salida de los diferentes sub-módulos del controlador. Dado que no es necesario una gran capacidad de procesamiento ni funciones de conectividad de red o procesamiento multimedia, se valorarán más que el dispositivo tenga un precio, tamaño y consumo reducidos.

- **Métodos de entrada:**

Recoge las órdenes del usuario. Interactúan directamente con el usuario para recoger las órdenes que se enviarán al teléfono o tableta. Se valorará que tengan un coste reducido, alta sensibilidad y alta resistencia.

- **Módulo de conexión inalámbrica:**

Actúa como intermediario entre el controlador y el teléfono inteligente. Se valorará un consumo reducido.

- **Alimentación:**

El módulo de alimentación está formado por dos elementos: la batería recargable y el

regulador de carga. El regulador de carga permite recargar la batería manteniendo la tensión necesaria y hacer bypass para suministrar la energía durante la carga.

### 3.2.2. Servicio traductor

El servicio traductor procesa parte de las señales enviadas por el controlador, ejecutando las acciones definidas por el usuario asociadas a cada mensaje. Se busca un servicio traductor universal y flexible, es decir, que el usuario pueda configurar accesos a cualquier aplicación instalada en el sistema.

## 4. Decisiones de diseño

### 4.1. Controlador

#### 4.1.1. Método de entrada

Se ha optado por el uso de tecnología capacitiva frente a la tecnología resistiva, puesto que la tecnología capacitiva presenta las siguientes ventajas: [10]

- **Exclusivamente sensibles a dedos humanos**  
De esta forma evitamos que ningún otro objeto pueda activar los sensores. Se asume que se usuario usará guantes de ciclista que dejen las yemas de los dedos al descubierto. Usando tecnología resistiva cualquier objeto que ejerza una presión se detectará como pulsación, lo que provocaría una dependencia fuerte del entorno.
- **Gran sensibilidad y mayor velocidad de respuesta**  
Un leve toque sobre la superficie activa el sensor capacitivo. La tecnología resistiva no presenta tanta sensibilidad, lo que empeoraría la experiencia del usuario.
- **Gran resistencia a arañazos y golpes.**  
El sensor irá acoplado al manillar de una bicicleta, por lo que es necesario que la superficie táctil sea resistente. La tecnología capacitiva presenta una durabilidad mayor que la resistiva: esta última utiliza un material flexible que puede ser más fácilmente dañado que el vidrio utilizado por la capacitiva.

El diseño del producto requiere una entrada que permita las siguientes funcionalidades:

- Navegación.
- Lanzamiento de aplicaciones.

Se ha optado por dividir el método de entrada en dos sensores. Uno de ellos se encargará de la navegación y el lanzamiento de aplicaciones, y conmutará entre estas dos acciones con un botón auxiliar.

Para el prototipo se ha optado por el uso de la placa de sensores 430BOOT-SENSE1 [11] para la navegación y el lanzamiento de las aplicaciones, formado por 5 sensores, 4 de ellos dispuestos de manera circular y un sensor central. La forma circular permite establecer una guía visual para el usuario.

Para el sensor auxiliar se ha optado por el ensamblado y diseño de un sensor genérico, cuyo proceso de fabricación se encuentra en el enlace. [12]

#### **4.1.2. Alimentación**

Se ha optado por el uso de baterías Litio-ion. El mercado de las baterías basadas en Litio-ion está experimentando un gran crecimiento y hay buena previsión de demanda en los próximos años. La madurez de la tecnología puede conducir a una mejora en las técnicas de producción y garantiza la existencia de recambios.

Para el prototipo se ha optado por el uso de la batería UNIONFORTUNE. La decisión sigue criterios puramente logísticos, al ser la única disponible en los proveedores proporcionados.[13]

#### **4.1.3. Comunicación inalámbrica**

Actualmente, el único protocolo estándar para redes WPAN suficientemente extendido es Bluetooth, por lo tanto el controlador se ha diseñado con soporte para Bluetooth y HID. El perfil HID nos permite una comunicación multiplataforma, proporcionando una funcionalidad parcial en cualquier sistema operativo.

Se ha optado por el uso de un módulo basado en el transductor RN-42. Este transductor presenta las siguientes ventajas.

- Implementa el perfil HID.
- Bajo consumo.
- Implementa los protocolos UART y USB.

#### **4.1.4. Placa de desarrollo**

La programación necesaria para el funcionamiento del prototipo no requiere una carga elevada de cómputo. Por este motivo:

- Se descarta la elección de una placa y procesador de propósito general, ya que no se necesita soporte para audio, vídeo y conectividad de red propias, características de este tipo de placas.
- Se busca que el procesador sea de bajo consumo, ya que el dispositivo requiere de autonomía elevada.

Además de esto, es necesario que la placa esté disponible en los proveedores en un tiempo razonable.

Según estos criterios, se han descartado las familias de placas Netduino, Picaxe y Parallax. La elección queda acotada a las placas Arduino Uno y LaunchPad MSP-430G2.

Arduino Uno se ha descartado ya que ofrece una alimentación de 5 V mientras que los módulos escogidos necesitan 3.3 V, además, Arduino posee un precio elevado, principalmente debido al bajo coste de ingeniería que presenta.

La placa MSP-430G2 trae de serie el microcontrolador MSP430G2553 de 16 bits. Este microcontrolador ha sido probada por el equipo y ha dado buenos resultados, además, la placa MSP-430G2 está diseñada para la conexión directa con el touchpad 430BOOST-SENSE1, siendo su precio mucho menor, por lo que el equipo se ha decantado por ella.

#### 4.1.5. Flujo de funcionamiento

En el programa del microcontrolador se han definido unas constantes que representan los códigos HID a enviar, y la posición de memoria de los puertos de entrada y salida.

El funcionamiento es el siguiente:

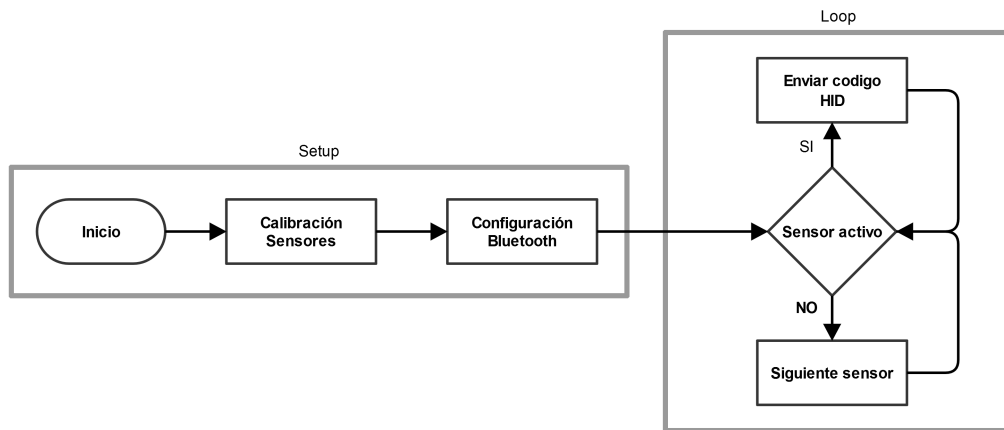


Figura 2: Diagrama de flujo del controlador.

1. Calibración de los sensores.
2. Configuración del perfil HID y el nombre del transductor RN-42.
3. La activación de los sensores se comprueba de manera secuencial en un bucle infinito. Cuando un sensor esté activo, se envía el comando adecuado al módulo Bluetooth.

## 4.2. Servicio traductor

### 4.2.1. Sistema operativo

A la hora de desarrollar una aplicación es necesario analizar si el soporte universal es posible. En general, es posible ofrecer soporte a todos los sistemas operativos mediante un Middleware común a ellos, como por ejemplo HTML5; sin embargo, el diseño de la aplicación exige el acceso a mecanismos de control del sistema, que requieren programación nativa. [14]

De todos los sistemas actuales se ha optado por el desarrollo de la aplicación en Android debido a su diverso mercado y por cuestiones técnicas, en concreto se ha optado por el desarrollo sobre la APIv15 de Android, ya que la versión 4.0 unificó las versiones de tabletas y de teléfonos, ofreciendo una mayor portabilidad. Con la APIv15 se consigue ofrecer soporte al 90 % de los terminales Android. [18]

Apple iOS limita fuertemente la interacción entre las diferentes aplicaciones, por lo tanto no es posible desarrollar un lanzador de aplicaciones que funcione como servicio [15][16]. Es posible el procesamiento de señales HID, sin embargo, iOS no ofrece un IDE para Linux/Windows [17]. A pesar de que se pueden desarrollar aplicaciones sin un IDE, se desaconseja esta práctica debido al alto coste de ingeniería.

Windows Mobile no presenta estas limitaciones, sin embargo posee escasa documentación y muy baja cuota de mercado.



### 4.2.2. Módulos

La aplicación consta de tres módulos, que siguen el esquema de comunicación que presenta la siguiente figura.

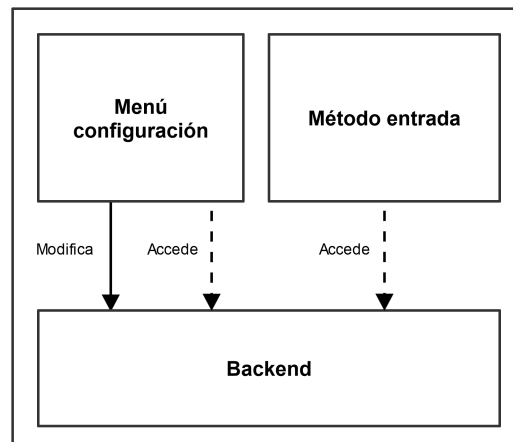


Figura 3: Diagrama de módulos.

A continuación se detalla la utilidad de los módulos.

- **Menú de configuración**

Un menú con el que el usuario puede definir las acciones asociadas a los botones del controlador.

- **Método de entrada**

El método de entrada virtual es necesario para poder interceptar los comandos enviados por el controlador.

- **Backend común**

Módulo puente entre los dos anteriores. La configuración que se establezca en el menú se depositará en el backend para ser accedida por parte del método de entrada.

### 4.2.3. Flujo de funcionamiento

El siguiente diagrama de flujo representa el funcionamiento de ambas partes.

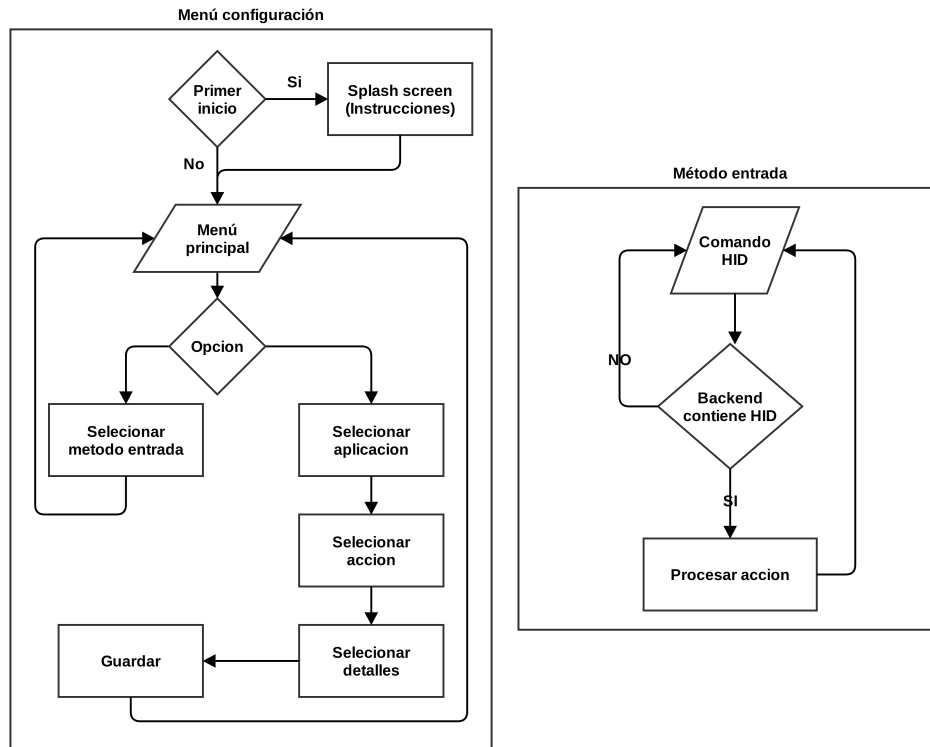


Figura 4: Diagrama de flujo de la aplicación.

El funcionamiento es el siguiente:

#### ■ Menú

1. Al iniciarse la aplicación, se comprueba si es la primera vez que se inicia. En ese caso, se indican en pantalla las instrucciones para sincronizar el controlador.
2. Se muestra el menú principal y se espera una pulsación por parte del usuario. El usuario puede optar por activar el servicio o puede configurar las acciones asociadas.
3. Si el usuario opta por configurar acciones, el procedimiento es el siguiente:
  - a) Se escoge la aplicación y la acción asociada que se desea configurar.
  - b) Se especifican los detalles necesarios. Por ejemplo, si el usuario escoge hacer una llamada automática, especificará en esta sección el número al que se efectuará la llamada.
  - c) Se almacenan los resultados en el backend común.
4. Si el usuario activa el servicio, se le pedirá escoger el método de entrada del sistema. En este menú, se podrá elegir el método de entrada de Droidmotion, que iniciará el servicio traductor.

#### ■ Método de entrada

1. Cuando se recibe un comando HID, este se retiene.
2. Se comprueba en el backend si hay alguna acción asociada a la tecla interceptada.
3. Se ejecuta la acción asignada o se libera el comando HID para que siga su funcionamiento estándar.

## 5. Resultados

El controlador funciona de la manera esperada y el servicio traductor consigue lanzar las aplicaciones definidas por el usuario. Se ha comprobado además que el controlador envía señales HID, procesables por cualquier dispositivo externo que implemente este estándar.

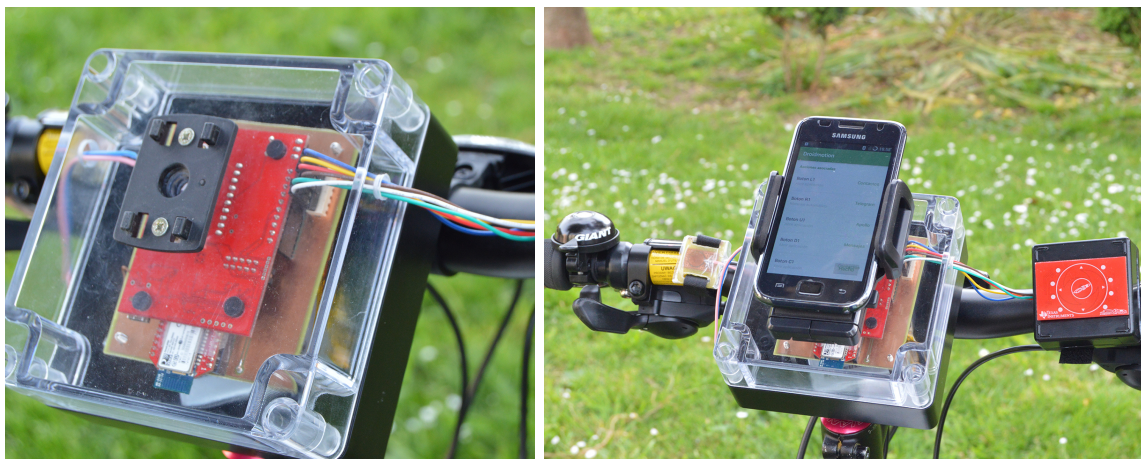


Figura 5: Prototipo sobre una bicicleta.

Se ha documentado todo el proceso de creación y diseño del producto en el enlace [19]

## 6. Impacto social

Se ha presentado el prototipo en un espacio público y las reacciones han sido:  
(Completar)

La familia de productos donde se engloba Droidmotion pretende hacer más atractivo el uso de la bicicleta, ayudando a las personas a utilizar las funcionalidades de su teléfono inteligente o tableta sin el riesgo de sufrir un accidente.

## 7. Modelo de negocio

Los beneficios de Droidmotion radican en la venta del controlador. Por tanto, será necesario establecer una relación comercial con un proveedor de placas y sensores. De esta forma, los costes de fabricación se reducirían en tal porcentaje con respecto al prototipo: de tantos euros del prototipo a tantos euros del dispositivo fabricado en serie.

El software de Droidmotion es de código abierto, lo cual permitirá a la comunidad de desarrolladores extender la funcionalidad del producto diluyendo los costes de mantenimiento.

El coste total de desarrollo del prototipo se ha desglosado de la siguiente forma:

- El personal supone un coste de 18000 €. La estimación se basa en el trabajo realizado durante 3 meses, con un coste de 1200 €/mes brutos por trabajador.
- El coste de hardware del prototipo asciende a 60 €.

- El coste de publicación de la aplicación en Google Play Store son 25 €.

La suma de estos costes ascendería a un subtotal de 18085 €.

No obstante, para que la salida al mercado de Droidmotion sea viable, existen otros costes que no se han reflejado en este documento. Estos costes corresponden a

- **Optimización de materiales.**

Es necesario diseñar nuevos prototipos optimizando la elección de los componentes, con el fin de reducir el coste de fabricación.

- **Publicidad.**

Se plantea además la contratación de un *Community Manager Freelance* para que dar a conocer Droidmotion a través de Internet.

## 8. Líneas futuras

El propio concepto de Droidmotion se basa en el uso de Android en entornos que por su naturaleza no permiten usar un teléfono inteligente o tableta, por lo tanto, se puede adaptar Droidmotion al uso en otros medios de transporte sin alterar el diseño.

Por otra parte, Google ha adoptado en los últimos años una postura expansiva con respecto a Android, buscando incluirlo en el máximo número de periféricos posibles, como pueden ser las *smart TVs* o los coches inteligentes. Por tanto, se plantea una adaptación del diseño de Droidmotion a este tipo de dispositivos.

## Referencias

- [1] Don't mistake Apple's market share for its installed base  
<http://fortune.com/2014/01/10/dont-mistake-apples-market-share-for-its-installed-base/>
- [2] The State of the Touch-Screen Panel Market in 2011  
<http://informationdisplay.org/IDArchive/2011/March/DisplayMarketplaceTheStateoftheTouchScreen.aspx>
- [3] Touchscreens or Human Machine Interface (HMI)  
<http://www.engineersgarage.com/articles/touchscreen-technology-working>
- [4] List of battery types  
[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_battery\\_types](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_battery_types)
- [5] The Different Types of Rechargeable Battery  
<http://blog.battery-force.co.uk/battery-news/the-different-types-of-rechargeable-battery>
- [6] BU-107: Comparison Table of Secondary Batteries  
[http://batteryuniversity.com/learn/article/secondary\\_batteries](http://batteryuniversity.com/learn/article/secondary_batteries)
- [7] Bluetooth Core Specification  
<https://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/core-specification.aspx>
- [8] Profiles Overview  
<https://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/Profiles.aspx>
- [9] Human Interface Device Profile (HID)  
<https://developer.bluetooth.org/TechnologyOverview/Pages/HID.aspx>
- [10] Resistive vs Capacitive touchscreen  
<http://www.codeworth.com/blog/mobile/resistive-vs-capacitive-touchscreen/>
- [11] 430BOOST-SENSE1 Overview  
<http://www.mouser.com/ds/2/405/slau337b-312799.pdf>
- [12] Diseño de sensor capacitivo  
<http://bit.ly/1G2VQ19>
- [13] 063450 LI-POLYMERBATTERY PACKS  
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Batteries/UnionBattery-1000mAh.pdf>
- [14] The Development of a Mobile Terminal Middleware Platform Based on HTML5  
<http://ojs.academypublisher.com/index.php/jsw/article/view/jsw080511861193>
- [15] iOS Inter-App Communication  
<https://developer.apple.com/library/ios/documentation/iPhone/Conceptual/iPhoneOSProgrammingGuide/Inter-AppCommunication/Inter-AppCommunication.html>
- [16] Intent in iOS  
<http://stackoverflow.com/questions/5630874/is-there-android-intent-concept-in-iphone-sdk>
- [17] Start Developing iOS Apps Today  
<https://developer.apple.com/library/ios/referencelibrary/GettingStarted/RoadMapiOS/>

- [18] Android platform versions  
<https://developer.android.com/about/dashboards/index.html#Platform>
- [19] Wiki Droidmotion  
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Batteries/UnionBattery-1000mAh.pdf>