



## Máster de Tecnologías de Telecomunicación

### Trabajo Fin de Máster

# Integración de un sistema de registro y transmisión vía BLE de la actividad bioeléctrica cerebral basado en dispositivos IoT

Autor: Laura Burgos Muñiz

Tutores: Valentín De Armas Sosa, Félix Tobajas Guerrero

Julio 2017

## 1. Resumen:

En el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se ha llevado a cabo el diseño y la implementación de una plataforma HW/SW inalámbrica basada en el estándar *Bluetooth Low Energy (BLE)*, cuyas principales aportaciones se centran en constituir una solución de muy bajo coste y consumo que permite visualizar, transmitir y procesar comandos a partir del registro de la información proporcionada por un sensor de electroencefalograma (EEG) y actuar posteriormente en base a ella.

### Elementos principales de la plataforma HW/SW propuesta



### Dispositivos IoT



Bluz DK



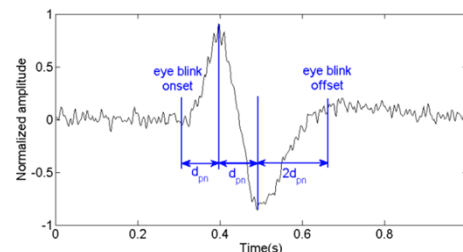
RedBear Duo

### Dispositivo EEG



Mindflex

### Señal EEG para la detección del parpadeo de ojos



### Montaje final para la detección del parpadeo de ojos



## 2. Resultados:

- Integración de los dispositivos de IoT *RedBear Duo* y *Bluz DK* haciendo uso del estándar *Bluetooth Low Energy*, actuando el primero de ellos como dispositivo *Central* y el segundo como dispositivo *Peripheral*.
- Correcta recepción de los paquetes de datos con la información de EEG del dispositivo *Mindflex* en sus dos modos de funcionamiento (modo *NORMAL* y modo *RAW*) a través del dispositivo *Peripheral Bluz DK*, y envío vía *Bluetooth Low Energy* al dispositivo *Central RedBear Duo*.
- Procesamiento de las muestras en modo *RAW* recibidas vía *BLE* por parte del dispositivo *Central RedBear Duo*, con el fin de detectar el parpadeo de ojos siguiendo para ello el algoritmo propuesto.

## 3. Conclusiones:

Cabe destacar que la plataforma desarrollada en este Trabajo Fin de Máster, basada en el uso de dispositivos IoT, pretende permitir a personas con discapacidad física interactuar con el medio que les rodea a partir del registro de la actividad bioeléctrica cerebral y su posterior procesamiento.

Además, haber logrado la comunicación e integración de los dispositivos *Bluz DK* y *RedBear Duo*, supone un valor añadido que podrá ser empleado en futuros proyectos.

Por otra parte, la realización de este TFM ha llevado a la identificación de un problema en el *firmware* del dispositivo *Bluz DK*, relacionado con la lectura del parámetro *CCCD*, que fue comunicado al foro de desarrolladores, reconocido y corregido en la *release 2.1.50*.

Asimismo, se detectó una limitación relacionada con el número de paquetes a enviar por intervalo de conexión por parte del dispositivo *RedBear Duo* como *Central*, relacionado con el chip *Broadcom BCM43438*, integrado en el dispositivo *RedBear Duo*. Esta limitación está siendo estudiada por la empresa *Cypress*, desarrolladora del dispositivo.

