



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE
INFORMACIÓN

ANTEPROYECTO DEL TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
INGENIERÍA DE COMPUTADORES

Sistema de Logging Geoposicional en Tiempo Real
para Sistemas Empotrados

Autor: Daniel Aguado Araujo
Director: Fernando Rincón Calle
Director: Alberto Gómez de Dios

Febrero, 2014

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. TECNOLOGÍA ESPECÍFICA / INTENSIFICACIÓN / ITINERARIO CURSADO POR EL ALUMNO	5
3. OBJETIVOS.....	6
4. MÉTODO Y FASES DE TRABAJO.....	8
5. MEDIOS QUE SE PRETENDEN UTILIZAR.....	9
5.1. Medios Hardware.....	9
5.2. Medios Software.....	9
6. REFERENCIAS.....	10
7. CONTRATO DE PROPIEDAD INTELECTUAL (si lo hubiera).....	11

1. INTRODUCCIÓN.

Este TFG se realiza en colaboración con la empresa SmartSoC Solutions y se encuentra enmarcado dentro del proyecto “BA-2013 Biker Assistant” de la citada empresa.

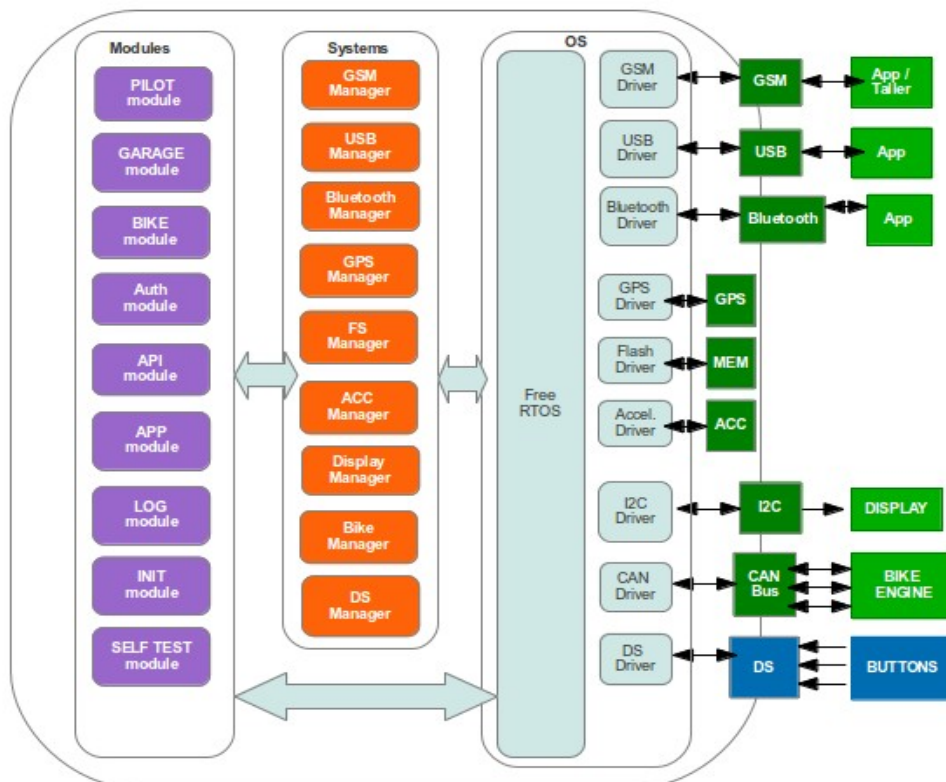
El proyecto Biker Assistant consiste en la creación de un sistema electrónico completo que gestione y controle los sistemas y comunicaciones de una motocicleta eléctrica.

En el desarrollo del proyecto BA-2013 intervienen los siguientes actores:

- LGN Tech Design, como líder del proyecto.
- IS2 del grupo POAS, como coordinador y responsable de electrónica.
- Electrónica Viesca, como responsable del sistema de gestión del motor eléctrico.
- SmartSoC Solutions, como responsable del firmware del sistema Biker Assistant.

El firmware del sistema Biker Assistant ha sido diseñado por SmartSoc Solutions dentro de su ámbito de responsabilidad en el proyecto, siguiendo las especificaciones técnicas y funcionales indicadas por el líder del proyecto.

Una vista general del sistema Biker Assistant se puede ver en la siguiente figura:



Dentro del sistema Biker Assistant se debe desarrollar un subsistema de acceso a geolocalización y logging de la misma en tiempo real, que constituye el objetivo de este TFG.

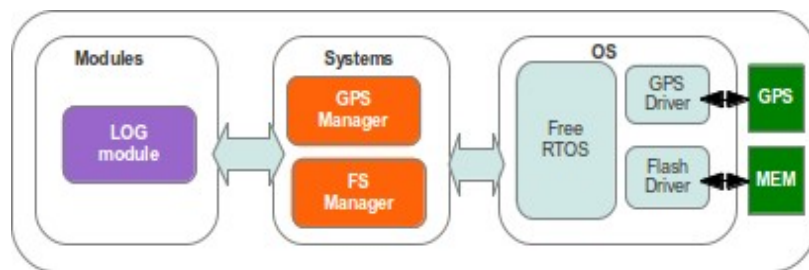
El TFG deberá incluir el diseño y desarrollo de este subsistema teniendo en cuenta las restricciones de los sistemas empotrados, así como las características en tiempo real necesarias y

las específicas del hardware disponible.

El subsistema de Logging Geoposicional en Tiempo Real constaría en principio de los siguientes elementos:

- Acceso al hardware: módulos GPS y memoria Flash.
- Integración con el sistema operativo en tiempo real.
- Gestor de alto nivel para el uso del GPS.
- Sistema de ficheros para la memoria Flash y gestor del mismo.
- Módulo encargado de realizar el logging del geoposicionamiento.

En la siguiente figura se puede ver un diagrama general del subsistema:



2. TECNOLOGÍA ESPECÍFICA / INTENSIFICACIÓN / ITINERARIO CURSADO POR EL ALUMNO

Tabla 1. Tecnología Específica cursada por el alumno

Marcar la tecnología cursada	
Tecnologías de la Información	
Computación	
Ingeniería del Software	
X	Ingeniería de Computadores

Las competencias específicas de Ingeniería de Computadores que se aplicarán al desarrollo del proyecto se comentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Justificación de las competencias específicas abordadas en el TFG

Competencias	Justificación
Capacidad de analizar y evaluar arquitecturas de computadores, incluyendo plataformas paralelas y distribuidas, así como desarrollar y optimizar software para las mismas.	Se deberá analizar para su comprensión la arquitectura del sistema empotrado en que se enmarca este TFG.
Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.	El diseño del subsistema de Logging constituye un sistema completo en si mismo, y así se tratará.
Capacidad de desarrollar procesadores específicos y sistemas empotrados, así como desarrollar y optimizar el software de dichos sistemas.	El diseño del subsistema de Logging constituye un sistema empotrado en si mismo, con todos sus condicionantes.
Capacidad de diseñar e implementar software de sistema y de comunicaciones.	El subsistema de este TFG constituye un desarrollo de firmware de sistema.
Capacidad de analizar, evaluar y seleccionar las plataformas hardware y software más adecuadas para el soporte de aplicaciones empotradas y de tiempo real.	El alumno deberá analizar y elegir qué plataformas software son adecuadas para el logging en tiempo real, dentro de las restricciones del proyecto.
Capacidad para comprender, aplicar y gestionar la garantía y seguridad de los sistemas informáticos.	El subsistema objeto de este TFG deberá ofrecer una cierta QoS y cumplir con las restricciones propias de los sistemas empotrados.
Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.	Aunque el hardware ya ha sido seleccionado, en este TFG se deberá realizar la configuración del hardware pertinente.

3. OBJETIVOS

Al contextualizarse este TFG dentro de un proyecto de desarrollo específico, se parte de hecho de una serie de elementos y restricciones dadas por el propio proyecto.

Los **componentes y elementos** definidos en el proyecto BA para el desarrollo del mismo que competen a este TFG son:

1. Hardware
 1. CPU ARM Cortex M3 STM3205VGT6 , con 1MByte Flash Memory.
 2. GPS GlobalTop FGPM606H , acceso comandos AT.
2. Software
 1. Compilador cruzado y librerías de programación en C para el Cortex M3.
 2. Uso del sistema operativo en tiempo real FreeRTOS.

La utilización de estos elementos, así como el contexto de sistema empotrado implica una serie de premisas y restricciones que se deben cumplir en el desarrollo de este TFG, que se indican a continuación.

Respecto a la **calidad del sistema** se considera que éste debe cumplir con las siguientes premisas:

- Extensible: el sistema debe poder extenderse con nuevas funcionalidades para los distintos actores de forma sencilla.
- Robusto: el sistema debe ser capaz de poder estar en ejecución de forma indefinida sin presentar fallos por el mero hecho de estar activo.
- Flexible: el sistema debe permitir cambios en su estructura e implementación de forma fácil y sin un excesivo coste en tiempo y recursos.
- Recuperación: el sistema debe ser capaz de recuperarse por si mismo frente a fallos eléctricos que no afecten al hardware (fallos suministro eléctrico).
- Adaptabilidad: el sistema debe poder instalarse en otras plataformas de hardware con el mínimo coste posible.

Al tratarse de un sistema empotrado existen ciertas **restricciones** derivadas del hardware y el contexto sobre el que se ejecutará el sistema que deben ser tenidas en cuenta. Son las siguientes:

- Tamaño: todo el sistema debe tener una huella pequeña, ya que debe poder ejecutarse sobre un máximo 128Kbytes de memoria.
- Tiempos: se deben respetar los tiempos máximos de respuesta para cada una de las operaciones que pueden realizar los actores.
- Garantía de ejecución de las operaciones: todas las operaciones deben tener garantizada su ejecución.

La complejidad del desarrollo del TFG se ve incrementada notablemente debido a las restricciones conocidas, además de la necesidad de probar las soluciones en una plataforma física independiente de la máquina donde se desarrolla el sistema.

Así pues el **objetivo principal del proyecto consistirá en el diseño y desarrollo de un sistema autónomo para el acceso a datos de geolocalización y logging de los mismos en un fichero de texto, sobre la plataforma hardware proporcionada por la empresa.**

Dado el alcance del proyecto y la complejidad añadida por el hardware y el sistema operativo en tiempo real, se desglosará el objetivo principal en varios subobjetivos, que nos proporcionaran una hoja de ruta para el desarrollo del proyecto.

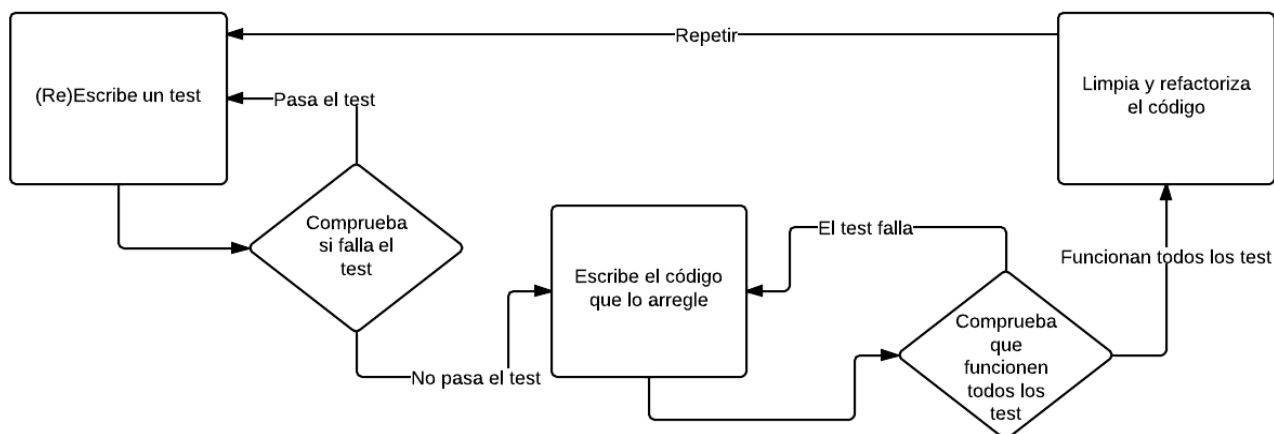
La lista completa de subobjetivos se puede ver en la siguiente tabla:

Subobjetivo	Consideraciones
Comprensión de la plataforma hardware	Se debe analizar la plataforma hardware elegida de modo que se conozcan los distintos componentes y su interacción.
Conocimiento software acceso al hardware	Relacionado con el anterior, se estudiará la programación y librerías de acceso al hardware proporcionado por el fabricante, de modo que se esté en disposición de acometer el diseño y desarrollo del subsistema.
Programación de la memoria Flash	Se analizará y programarán varios tests de acceso a la memoria Flash, de modo que se gane el conocimiento necesario para su uso.
Programación de acceso al GPS	Se analizará y programarán varios tests de acceso al módulo GPS, de modo que se gane el conocimiento necesario para su uso.
Revisión y desarrollo Sistema de Ficheros	Se estudiarán las posibles opciones y se realizará el desarrollo del sistema de ficheros a utilizar con la memoria Flash.
Programación sistema operativo FreeRTOS	Se analizará y programarán varios tests prueba del sistema operativo FreeRTOS, de modo que se gane el conocimiento necesario para su uso.
Diseño y programación del sistema Final	Una vez comprendido el funcionamiento y con las implementaciones de acceso a los componentes necesarios, se retomarán las restricciones y necesidades iniciales del sistema global, para diseñar e implementar el sistema de logging objeto de este TFG.

4. MÉTODO Y FASES DE TRABAJO

Para la programación del firmware del sistema se utilizará la metodología de desarrollo guiado por pruebas, o TDD por sus siglas en inglés (Test-Driven Development).

El TDD involucra dos técnicas de programación: escribir las pruebas primero y refactorización. El proceso que se sigue es el siguiente: en primer lugar se escribe una prueba y se verifica que falla. A continuación, se implementa el código que hace que la prueba pase satisfactoriamente y seguidamente se refactoriza el código escrito. Podemos ver el flujo de trabajo en la siguiente figura:



El propósito del desarrollo guiado por pruebas es lograr un código limpio que funcione. La idea es que los requisitos sean traducidos a pruebas, de este modo, cuando las pruebas pasen se garantizará que el software cumple con los requisitos que se han establecido.

El motivo principal para utilizar TDD es la obligación de definir antes que nada la interfaz de comunicación entre componentes y su funcionalidad, además de tener un completo y creciente set de pruebas que permite asegurar que los componentes y funcionalidades probadas se realizan de forma correcta, y que siguen correctas después de cambiarlas si fuera necesario.

Otro de los motivos es que al implementar única y exclusivamente el código necesario para hacer pasar los test se evita el escribir código innecesario, se reduce la redundancia de código y se eliminan los “códigos muertos”, siendo esto último de especial importancia en sistemas con una fuerte restricción de memoria como es el sistema objetivo del proyecto.

Tener un completo set de pruebas en el desarrollo del software de un sistema empotrado es muy importante debido a la relativa inestabilidad de los prototipos utilizados, que pueden fallar total o parcialmente en un determinado momento, además de la práctica imposibilidad de aplicar parches al sistema una vez esté en producción.

5. MEDIOS QUE SE PRETENDEN UTILIZAR

5.1. Medios Hardware

Los medios hardware que se necesitan para realizar el proyecto son los siguientes:

1. Computador para el desarrollo del sistema.
2. Prototipo hardware sobre el que correrá el sistema desarrollado.
3. Componente hardware que permita la programación del prototipo y la comunicación con el mismo.

5.2. Medios Software

El software que se utilizará será el siguiente:

1. Como sistema operativo se utilizará GNU/Linux, debido a su mayor versatilidad.
2. El entorno de desarrollo será Eclipse, debido a la cantidad de herramientas que proporciona (él mismo o la comunidad) para facilitar el desarrollo de sistemas empujados.
3. Se utilizará un compilador cruzado para la compilación del sistema desarrollado a la arquitectura del prototipo hardware.
4. Librerías de programación del microprocesador en cuestión.
5. Librerías de programación del sistema operativo.
6. Repositorio con acceso vía web o ftp para el control de versiones del firmware del proyecto.

6. REFERENCIAS

- ST Microelectronics. 2012. STM32F205SVG Datasheet.
- ST Microelectronics. 2013. STM32F2xxx Cortex-M3 programming manual.
- ST Microelectronics. 2013. STM32F205 Flash programming manual.
- ST Microelectronics. 2011. Description of STM32F2xx Standard Peripheral Library
- GlobalTop Technology. 2011. FGPMMPA6H GPS Standalone Module Data Sheet.
- GlobalTop Technology. 2011. GlobalTop PMTK command packet.
- Brown, G. 2013. Discovering the STM32 Microcontroller. Creative Commons.
- FAT Fs – Generic FAT File System module, 2014. Retrieved January 2014, from Electronics Lives Manufacturing: http://elm-chan.org/fsw/ff/00index_e.html
- Daniel Gajsky, Samar Abdi, Andreas Gerstlauer, Gunar Schirner, 2010. Embedded System Design: Modeling, Synthesis and Verification. Springer.
- Jose M. Angulo Usategui, Ignacio Angulo Martinez, 2005. Microcontroladores PIC, Diseño práctico de aplicaciones. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.
- Brian W.Kernighan, Dennis M.Ritchie. C Programming Language.
- Carlos Blé Jurado, Juan Gutiérrez Plaza, Fran Reyes Perdomo y Gregorio Mena. Diseño Ágil con TDD.

7. CONTRATO DE PROPIEDAD INTELECTUAL

La propiedad intelectual del trabajo será atribuida a la empresa SmartSoC Solutions, mientras que la autoría del mismo será del propio alumno Daniel Aguado Araujo.

Se firmará un contrato de confidencialidad de modo que se proteja la citada propiedad intelectual.