

B105 - ELECTRONIC SYSTEMS LAB
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ETSI DE TELECOMUNICACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ANTEPROYECTO

Diseño e implementación de un sistema de acceso inalámbrico a dispositivos médicos mediante H2H

Autor: Tomás Valencia Noheda
Coautor: Samuel López Asunción
Tutor: Alvaro Araujo Pinto

15 de Octubre de 2015

Introducción

Los avances médicos están haciendo posible el desarrollo de una amplia variedad de dispositivos implantables (**Implantable Medical Devices**, o **IMDs**) para tratar enfermedades crónicas, con el **marcapasos** como el ejemplo más común y conocido de todos ellos. En todo el mundo, más de 4 millones de personas llevan marcapasos u otros dispositivos de control del ritmo cardíaco, y en Europa se implantan cada año a cerca de 325.000 pacientes. Realizan funciones de monitorizado continuo de las constantes vitales de los pacientes y administran medicamentos o aplican señales eléctricas, y pueden ser recargados y **configurados de forma no invasiva** mediante otros dispositivos externos.

Desgraciadamente, esta última ventaja también es uno de sus mayores inconvenientes: si no se toman medidas de precaución, la manipulación maliciosa de estos dispositivos puede tener como resultado graves daños al paciente. La seguridad de estos dispositivos, al igual que ocurre en cualquier sistema electrónico, es también **propensa a sufrir ataques**.

Existe por lo tanto una disyuntiva entre dos requisitos esenciales de los IMDs. Por un lado, deben ofrecer **políticas de acceso permisivas cuando ocurran situaciones de emergencia** médica. El personal de atención médica debe ser capaz de extraer datos del paciente o reprogramar su IMD de inmediato sin tener que, por ejemplo, contactar con el proveedor de servicios médicos para obtener la contraseña del dispositivo de cada paciente. Por otro lado, deben ser lo **suficientemente estrictos para evitar accesos no autorizados**, que pueden dañar al portador del dispositivo o exponer sus datos médicos.

Una de las soluciones que existen, y cuya implementación se propone en este proyecto, es la llamada **Heart-to-Heart** (H2H). Se trata de una política de acceso “touch to access”, en la que un dispositivo programador externo es capaz de acceder a un IMD si y sólo si dicho programador tiene un **contacto físico significativo con el cuerpo del paciente**. La autenticación con el IMD termina cuando el programador deja de estar en contacto con él.

Esta solución se basa en la adquisición por parte del programador de una variable fisiológica, como la señal eléctrica del corazón. Cuando se intenta acceder al marcapasos de un paciente, éste realiza una **medida del parámetro vital** en cuestión. Al mismo tiempo, el programador toma su propia medida. Si ambas medidas son lo suficientemente parecidas (no se espera que sean iguales ya que existe ruido en cada una de ellas), el programador obtiene acceso al IMD.

Este esquema proporciona un equilibrio entre los requisitos de permisividad durante emergencias y de resistencia a ataques. Además, su política de acceso intenta seguir una regla de sentido común: la posibilidad de tener **acceso físico a una persona implica la posibilidad de hacerle daño o curarle**.

Este trabajo se realizará en conjunción con el Proyecto Fin de Carrera “Diseño e implementación de un sistema de acceso inalámbrico a dispositivos médicos mediante H2H” realizado por Samuel López Asunción.

Objetivos

El principal objetivo de ambos proyectos es desarrollar e implementar un sistema electrónico portátil que permita acceder a la configuración y registros de un marcapasos (simulado) que utilice una política de acceso “touch-to-access” a través de una conexión inalámbrica.

» Señal ECG

El sistema recogerá la señal eléctrica del corazón del paciente mediante electrodos superficiales adheridos a la piel para realizar la autenticación con el marcapasos.

Esta etapa deberá diseñarse con especial cuidado para minimizar el ruido y evitar artefactos en la señal, dado que su correcta adquisición será clave a la hora de realizar el intento de acceso al IMD.

» Algoritmo

La señal será procesada para generar los datos necesarios para realizar la autenticación con el marcapasos.

» Comunicación

El sistema deberá ser no invasivo, y por lo tanto debe comunicarse con el marcapasos de forma inalámbrica. Es probable que se deban evitar las bandas de frecuencia reales en las que funcionan los marcapasos comerciales por cuestiones de seguridad y regulación electromagnética, por lo que es probable que se utilicen las bandas ISM para la comunicación entre el sistema y el marcapasos.

Este enlace debe incorporar un protocolo de comunicación seguro para evitar vulnerabilidades en este punto en la medida de lo posible.

» Interfaz de usuario

El dispositivo contará con una interfaz de usuario que constará de una pantalla con entrada táctil e indicadores acústicos mediante la cual se podrá controlar el acceso al marcapasos.

Además, podrá mostrar la señal del corazón e información del ritmo cardiaco a través de la pantalla.

» Batería

Por último, y dado que se trata de un dispositivo portátil, incorporará una batería junto con subsistema de gestión de carga. Además, se implementará una fuente de alimentación que cargue la batería a partir de la red eléctrica.

Hitos y fases de trabajo

» Estudio de la capa de abstracción hardware

Para comenzar la implementación del servicio, es necesario estudiar en primer lugar tanto las llamadas que ofrece la capa de abstracción (desarrollada en la otra parte del proyecto) como los recursos que ésta consume para poder dimensionar correctamente el alcance del servicio.

» Implementación de una interfaz gráfica

Para la implementación de la funcionalidad de la interfaz gráfica será necesaria la coordinación de varios módulos: pantalla, sensor táctil e indicador acústico. El objetivo es mostrar la máxima cantidad de información sin sobrecargar el resto del sistema, permitiendo que la funcionalidad principal sea ejecutada de forma eficiente.

» Implementación del algoritmo H2H para la generación de datos de autenticación

Para ello se estudiarán las diversas publicaciones que hay al respecto para intentar optimizar al máximo la implementación de dicho algoritmo. Es importante poder conseguir accesos seguros con unas restricciones de tiempo de adquisición y calidad de la señal razonables.

» Implementación de la pila de protocolos para comunicación inalámbrica

Se incluirá el software necesario para gestionar la comunicación entre el dispositivo programador y el marcapasos.

Herramientas a utilizar

- » Puesto de trabajo en el laboratorio B105 con ordenador y conexión a Internet
- » Puesto de laboratorio electrónico: Instrumentación de medida, estación de soldadura, componentes electrónicos, etc.
- » Software de CAD electrónico
- » Servicio de fabricación de PCBs
- » Servicio de impresión 3D
- » Información del laboratorio: proyectos anteriores y publicaciones, libros de consulta, manuales, etc.

Bibliografía

- » Ritchie, D., Kernighan, B. *The C Programming Language*. 2nd ed. Prentice Hall, 1988
- » Altium Designer. <http://techdocs.altium.com/display/ADOH/Altium+Designer>
- » Rostami, M., Juels, A., Koushanfar, F. *Heart-to-Heart (H2H): Authentication for Implanted Medical Devices*. Rice University (USA, TX), RSA Laboratories (USA, MA). November 2013
- » Webster, J.G. *Medical Instrumentation. Application and Design*. 4th ed. Wiley, 2009