

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: Samuel López Asunción
Coautor: Tomás Valencia Noheda
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 Tomás Valencia Noheda.

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 métodos de adquisición de señales cardiacas

Se estudiarán los diferentes métodos que existen para realizar medidas de la señal del corazón de un paciente, incluyendo tipos de electrodos, diseños electrónicos para adquisición de señal y medidas de seguridad.

» Selección del hardware

A continuación se realizará un análisis de los recursos que necesitará el sistema para cumplir los requisitos del software y se seleccionarán los circuitos integrados correspondientes para implementar cada uno de los subsistemas mencionados anteriormente. Entre ellos se encuentran el front-end analógico para la captura de la señal, la interfaz radio y el microcontrolador.

» Diseño de PCBs

Se diseñará y fabricará una placa de circuito impreso a la que se añadirá la pantalla táctil, y que incluirá las conexiones necesarias para utilizar los electrodos, cargar la batería y programar el dispositivo de forma cómoda.

» Implementación de la capa de abstracción hardware

Una vez fabricado el prototipo del sistema, se implementarán todas las funciones de bajo nivel necesarias para formar una capa de abstracción, sobre la que se implementarán los servicios de adquisición, almacenamiento y procesamiento de señal, interfaz de usuario, conectividad inalámbrica y gestión de batería (desarrollados en la otra parte del proyecto).

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