

Desarrollo de materiales docentes para asignaturas de Bioingeniería.

Miguel Ángel Fernández Granero*, Daniel Sánchez Morillo*

*Departamento de Ingeniería de Sistemas en Automática, Electrónica, Arquitectura y Redes de Computadores. Escuela Superior de Ingeniería. Universidad de Cádiz.

ma.fernandez@uca.es

RESUMEN: La adaptación hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) está provocando severos cambios en el paradigma de la docencia universitaria. Se están impulsando nuevas metodologías docentes, enfocadas a una participación más activa por parte del alumnado.

Nuevas asignaturas relacionadas con la Ingeniería Biomédica y la Telemedicina aparecen en el nuevo máster de Investigación en Ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz. Se requieren por tanto enfoques didácticos adaptados para estas nuevas materias, para las que no se dispone de ningún equipamiento.

Por ello, el objetivo que se plantea, de cara a su aplicación en las asignaturas de nueva implantación en el citado Máster, es el desarrollo de prácticas diseñadas para facilitar el aprendizaje de la instrumentación biomédica y del procesado de señales fisiológicas.

Para la realización del material docente se ha dispuesto de la plataforma de sensores biomédicos, e-Health Sensor Kit en su versión v2.0. La forma de realizar las sesiones prácticas está pensada siguiendo las pautas de Enseñanza Basada en Problemas (EBP).

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, docencia, evaluación, aprendizaje, colaborativo, prácticas, laboratorio, bioingeniería, ingeniería biomédica, telemedicina, señales fisiológicas.

INTRODUCCIÓN

La adaptación hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) está provocando severos cambios en el paradigma de la docencia universitaria. Se están impulsando nuevas metodologías docentes, enfocadas a una participación más activa por parte del alumnado.

Nuevas asignaturas relacionadas con la Ingeniería Biomédica y la Telemedicina aparecen en el nuevo máster de Investigación en Ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz. Las asignaturas son Bioinstrumentación y Señales Biomédicas. Se requieren por tanto enfoques didácticos adaptados para estas nuevas materias, para las que no se dispone de ningún equipamiento.

Por ello, el objetivo que se plantea, de cara a su aplicación en las asignaturas de nueva implantación en el citado Máster, es el desarrollo de prácticas diseñadas para facilitar el aprendizaje de la instrumentación biomédica y del procesado de señales fisiológicas.

Con objeto de mejorar la productividad docente, se incluirán las prácticas en los correspondientes cursos virtuales, para facilitar la organización de contenidos, la planificación del desarrollo del curso académico y de los medios necesarios para la realización de autoevaluaciones y exámenes vía web. Con ello se pretende potenciar el autoaprendizaje del alumno y fortalecer su seguimiento.

MATERIALES DESARROLLADOS

Para la realización del material docente se ha dispuesto de la plataforma de sensores biomédicos, e-Health Sensor Kit en su versión v2.0. En la figura 1 podemos ver la placa (shield) donde van conectados los diferentes sensores. En la figura 2 observamos el kit completo que incluye el shield e-Health junto con todos los sensores.



Figura 1. e-Health Sensor Shield v 2.0.



Figura 2. Plataforma e-Health Sensor Kit v 2.0.

La forma de realizar las sesiones prácticas está pensada siguiendo las pautas de Enseñanza Basada en Problemas (EBP) (1). En el proceso de aprendizaje, los

estudiantes se convierten en sujetos activos y los profesores en facilitadores que motivan el debate, la discusión y el pensamiento crítico (2). En este trabajo se propone el desarrollo de este tipo de metodología para las nuevas asignaturas relacionadas con la Ingeniería Biomédica y la Telemedicina aparecen en el nuevo máster de Investigación en Ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz. Las asignaturas son Bioinstrumentación y Señales Biomédicas. Mediante la aplicación de esta estrategia docente se persigue que los estudiantes alcancen competencias de tipo intelectual y de orden social (3)(4).

El e-Health shield se puede conectar a una tarjeta Arduino (figura 3) y a través de ésta a un ordenador o un dispositivo móvil. Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador programable, que junto con un entorno de desarrollo sencillo permiten diseñar proyectos de electrónica multidisciplinares.

Cada puesto de trabajo consiste en un ordenador, una placa arduino y un kit de sensores e-Health.

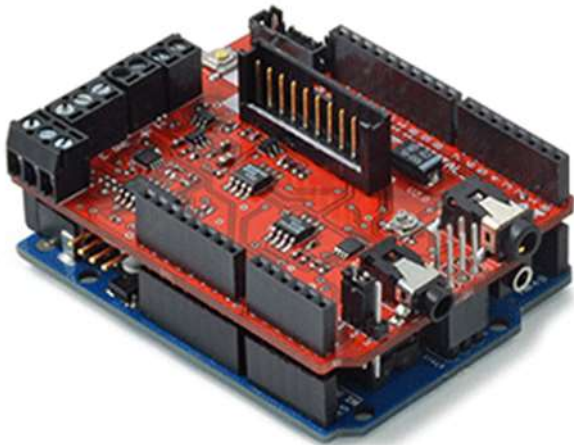


Figura 3. e-Health Sensor Shield conectado a una placa arduino.

El Kit contiene nueve sensores, para cada uno de los cuales se ha realizado una sesión práctica inicial consistente en la lectura de los datos obtenidos de cada sensor (5):

Glucómetro

El glucómetro es un dispositivo que mide la glucosa en sangre. La glucosa es el azúcar que fabrica el cuerpo humano a partir de tres elementos principales, proteínas, grasas y carbohidratos. La glucosa es una de las principales fuentes de energía para el cuerpo humano, aunque para sintetizarse es necesaria la insulina.

El glucómetro tiene dos partes principales, la tira reactiva y el dispositivo de medición.

Sensor de posición del paciente

Hay pacientes que debido a su enfermedad o imposibilidad de movimiento el paciente necesita cambiar de posición cada cierto tiempo o por su tratamiento necesita permanecer en una determinada posición, como por ejemplo

apnea del sueño, síndrome de piernas inquietas, etcétera, donde la posición del paciente es crucial para su tratamiento. También en personas de avanzada edad puede detectar caídas.

El sensor de posición de e-Health, es un acelerómetro de 3 ejes. Los acelerómetros son dispositivos electrónicos capaces de medir y cuantificar las aceleraciones que se produzcan en los ejes que tengan predeterminados.

Sensor de temperatura corporal

Un termómetro es un aparato de medida con el que poder cuantificar una temperatura. En nuestro caso, el termómetro corporal, nos indica la temperatura del sujeto.

Aunque se trate de una medida sencilla, la temperatura corporal es una medida básica muy importante, puesto que muchas de las enfermedades van acompañadas de síntomas de cambios de temperaturas. Así que uno de los principales diagnósticos para saber para monitorizar el estado del paciente es la medición de la temperatura corporal.

El sensor de temperatura de e-Health es un termistor, que forma parte de un puente de Wheatstone, el cual cambia su valor en proporción al cambio de temperatura que reciba. Así pues el sensor da unos valores de tensión distintos a la salida del puente dependiendo de dicho cambio.

Sensor de presión sanguínea

Conocido como tensiómetro, es el aparato de medida que se encarga de obtener los valores de presión sanguínea de un paciente. La presión sanguínea es la presión que existe en las arterias debido a los latidos del corazón, para hacer que la sangre fluya por todas estas para llegar a los distintos rincones del cuerpo. Cuando el corazón late, se contrae y empuja la sangre hacia afuera a través de las arterias, esta fuerza crea una presión en las mismas.

Pulsioxímetro (SPO2)

El pulsioxímetro es un sensor no invasivo que mide a la vez, el pulso en BPM, (Beats per Minute), pulsaciones por minuto y la saturación de oxígeno en sangre. El pulso se define como la expansión y contracción de las arterias a consecuencia de la circulación de la sangre que es bombeada por el corazón. Así pues el pulso cardiaco, mide el número de veces que el corazón late, es decir, se expande y contrae, por minuto. La saturación de oxígeno es la cantidad de oxígeno transportado por la hemoglobina en el torrente sanguíneo, basado en la detección de hemoglobina (HbO₂) y desoxihemoglobina (Hb).

Sensor de flujo respiratorio

El flujo respiratorio es la cantidad de veces que una persona respira y con qué intensidad. Una persona adulta sana respira en reposo una media de entre 18 a 30 veces por minuto. Muchas enfermedades vienen asociadas con un flujo respiratorio irregular, como por ejemplo la afeción de la apnea del sueño.

El sensor de flujo respiratorio, es un termopar, el cual mide el cambio de temperatura en el aire expirado por la nariz. Un termopar es un dispositivo electrónico formado por la unión de dos metales distintos que produce una diferencia de potencial que viene en función de la diferencia de temperatura entre ambos metales.

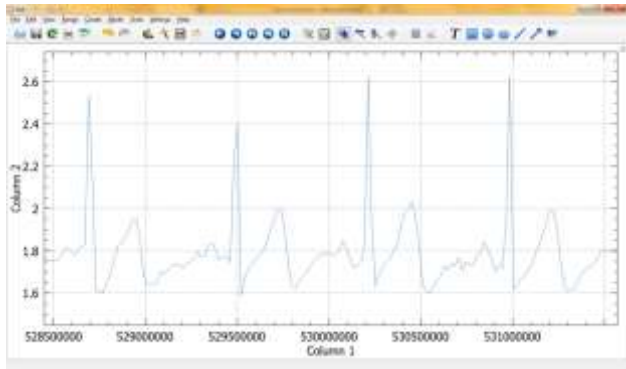


Figura 4. Electrocardiograma en el software KST.

Electrocardiograma (ECG)

El electrocardiograma es una de las herramientas más comunes de diagnóstico en la medicina moderna. Esta prueba mide la actividad eléctrica del corazón, evalúa el ritmo y la función cardiaca mediante dichas mediciones. Esta prueba es posible gracias a que cuando el corazón late emite señales eléctricas que pueden ser recogidas por el electrocardiógrafo.

Los electrocardiogramas no solo se usan para diagnosticar fallos cardiacos o problemas de corazón, existen multitud de enfermedades que alteran las corrientes eléctricas del corazón.

Los electrocardiogramas son una representación gráfica de la actividad del corazón. Para nuestro sistema existen varios medios para visualizar dichas gráficas, por la pantalla GLCD que existe para arduino, a través de la conexión Bluetooth y vincularlo con el dispositivo móvil y la última que es la que vamos a tratar es con un software para la visualización en tiempo real de datos KST (figura 4).

Electromiograma (EMG)

Un electromiograma (EMG) mide la actividad eléctrica muscular, detectando el potencial eléctrico generado por las células musculares cuando son activadas eléctrica o neurológicamente.

Las señales se pueden analizar para detectar anomalías médicas, niveles de activación o analizar la biomecánica del movimiento humano.

Las señales EMG se usan en muchas aplicaciones clínicas y biomédicas. El EMG es usado como herramienta diagnóstica para identificar enfermedades neuromusculares, desórdenes del control del sistema motor, etc. Este sensor mide la actividad eléctrica del músculo filtrada y rectificadas dependiendo de su actividad.

Sensor de respuesta galvánica de la piel

La respuesta galvánica de la piel, también conocida como conductancia de la piel o bioimpedancia, es un método para medir la conductancia eléctrica de la piel, la cual varía dependiendo con el nivel de humedad. La medición de este parámetro resulta interesante debido a que las glándulas sudoríparas están controladas por el sistema nervioso simpático, el cual en momentos de fuerte emoción, hacen que cambien la conductancia eléctrica. Esta conductancia es un indicativo de excitación psicológica y fisiológica.

El sensor de bioimpedancia es un óhmetro, tiene dos terminales a similitud de los dispositivos de medida, el cual mide la resistencia.

Prácticas de Laboratorio

Las Prácticas de laboratorio permiten la aplicación de los principios conceptuales expuestos en teoría y facilitan el aprendizaje de las técnicas y los instrumentos software y hardware. Además, facilitan el trabajo en equipo y las actividades de comunicación a través de la difusión de los resultados.



Figura 5. Práctica de calibrado del sensor GSR.

En el presente proyecto se han desarrollado prácticas diseñadas para facilitar el aprendizaje de la instrumentación biomédica y del procesado de señales fisiológicas. Se han seleccionado, diseñado, programado y simulado sesiones de prácticas utilizando para ello los diversos sensores biomédicos expuestos con anterioridad.

Se ha elaborado la documentación que recoge todos los resultados y experiencias emanadas del estudio de los kits experimentales, y que ha servido como base para la puesta en marcha de una experiencia docente basada en aprendizaje colaborativo, generando todo el material necesario para el desempeño de las sesiones prácticas de laboratorio.

Finalmente, se ha procedido a la integración de todo el material desarrollado en la plataforma de enseñanza virtual y se está evaluando actualmente la posibilidad de virtualizar

algunas sesiones prácticas incluyendo el desarrollo de instrumentos virtuales empleando el entorno de desarrollo NI Labview y el software de procesamiento matemático Matlab.

CONCLUSIONES

Se han creado un conjunto de prácticas en las nuevas asignaturas relacionadas con la Ingeniería Biomédica y la Telemedicina que aparecen en el nuevo máster de Investigación en Ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz. Las asignaturas son Bioinstrumentación y Señales Biomédicas. Se requieren por tanto enfoques didácticos adaptados para estas nuevas materias, para las que no se dispone de ningún equipamiento.

La forma de realizar las sesiones prácticas ha sido diseñada siguiendo las pautas de Enseñanza Basada en Problemas (EBP). En el proceso de aprendizaje, los estudiantes se convierten en sujetos activos y los profesores en facilitadores que motivan el debate, la discusión y el pensamiento crítico

REFERENCIAS

1. Sánchez Morillo, Daniel, Fernández Granero, Miguel Ángel, Crespo Foix, Luis Felipe. *Mejora en los materiales y aplicación del aprendizaje colaborativo en la docencia práctica vinculada a la Automatización Industrial*. Proyectos de Innovación Y Mejora Docente. **2013**. Universidad de Cádiz.
2. Branda, L. A. *El aprendizaje basado en problemas: Una herramienta para toda la vida*. Agencia Laín Entralgo. **2004**, Madrid.
3. Lobato, C. *El trabajo en grupo: aprendizaje cooperativo en secundaria*. Servicio de Publicaciones de la Universidad del País Vasco, **1988**, Leioa.
4. Johnson D.W., Johnson R.T. y Smith K.A. *Cooperative Learning. Increasing College Faculty Instructional Productivity*, vol.20 n.4 ASHEERIC Higher Education Reports, **1991**.
5. e-Health Sensor Platform V2.0, <http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>. Último acceso julio de **2014**.