



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“Desarrollo de un dispositivo de adquisición de la señal de presión
concéntrica de los músculos del suelo pélvico.”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

ISMAEL SEBASTIAN GARCIA FLORES

Director:

ESTEBAN JAVIER MORA TOLA

CUENCA, ECUADOR

2023

Dedicatoria

Con mucho amor, dedico este trabajo de titulación a mis padres Jimena y Marcos, a mi hermano Andrés por haberme apoyado en mis estudios, por sus palabras de aliento, sus consejos que me hacían seguir adelante y continuar este reto fijo. No hay mejor emoción que dedicarles y decirles que lo he conseguido una meta más en mi vida académica.

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida, por haberme dado la fortaleza para realizar y culminar con un objetivo más de mi vida académica, por las bendiciones y sabiduría para seguir y superar las dificultades que se presentaron en el transcurso de mi carrera, a mis familiares por sus consejos y apoyo a lo largo de mi vida universitaria, a mis amigas y amigos por la amistad sincera e incondicional que me han brindado de manera especial a mi amigo Luis Alvear por su ayuda y guiarme en conocimientos relacionados con la programación.

De igual manera mi agradecimiento al Ing. Esteban Mora Tola en su rol de director de tesis y profesor, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia, paciencia, su motivación y por despertar en mí el interés por el tema de tesis, ha logrado guiarme en el desarrollo de la misma para lograr culminar este trabajo con éxito.

A Lucia Zeas y Viviana Méndez, licenciadas en Terapia Física por compartirme sus conocimientos y asesorarme en su área.

A DisLAB y a los docentes de Diseño de Productos de la Universidad del Azuay por ayudarme en el diseño del prototipo de mi tesis.

A José Araujo por facilitarme el uso del juego serio.

A todos ustedes, gracias.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras	iv
Índice de tablas	iv
Resumen y Abstract	v
I. Introducción.....	1
II. Metodología	2
A. Implementación del software y hardware para la adquisición de presión de los músculos del suelo pélvico	3
B. Diseño del prototipo en 3D.....	5
III. Pruebas y Resultados	5
IV. Conclusiones	8
V. Bibliografía	9

Índice de figuras

Fig. 1. Diagrama de desarrollo.....	3
Fig. 2. FSR.	3
Fig. 3. Puente de Wheatstone.....	3
Fig. 4. Diagrama de flujo del emisor.	4
Fig. 5. Diagrama de flujo del receptor.	4
Fig. 6. Diagrama de flujo de la conexión con el juego serio.....	4
Fig. 7. Rango máximo del objeto virtual.	5
Fig. 8. Rango mínimo del objeto virtual.	5
Fig. 9. Dispositivo desarrollado.	5
Fig. 10. Dispositivo IBALL.	5
Fig. 11. Dispositivo elvie.	5
Fig. 12. Señal captada por el dispositivo IBALL en la prueba 1.	6
Fig. 13. Señal captada por el dispositivo elvie en la prueba 1.	6
Fig. 14. Señal captada por el dispositivo desarrollado en la prueba 1.	6

Fig. 15. Señal captada por el dispositivo IBALL en la prueba 2.	6
Fig. 16. Señal captada por el dispositivo elvie en la prueba 2.	6
Fig. 17. Señal captada por el dispositivo desarrollado en la prueba 2.	7
Fig. 18. Señal captada por el dispositivo IBALL en la prueba 3.	7
Fig. 19. Señal captada por el dispositivo elvie en la prueba 3.	6
Fig. 20. Señal captada por el dispositivo desarrollado en la prueba 3.	7
Fig. 21. Calibración del MVC para el objeto virtual en la prueba 4.	7
Fig. 22. Objeto virtual tomando monedas de la parte inferior en la prueba 4.	7
Fig. 23. Objeto virtual tomando monedas de la parte media en la prueba 4.	8
Fig. 24. Objeto virtual tomando monedas de la parte superior en la prueba 4.	8
Fig. 25. Grafica de los resultados obtenidos desde el juego en la prueba 4.	8

Índice de Tablas

Tabla I. Valores de las diferentes fuerzas.	5
--	---

I. RESUMEN:

La incontinencia, es la pérdida involuntaria de orina, es un problema que afecta la calidad de vida, tanto en hombres como en mujeres. Esta disfunción muestra manifestaciones clínicas funcionales del complejo vesico-esfinteriano que conlleva trastornos de contracción de los músculos del piso pélvico. Por esta razón, en este trabajo se desarrolló un dispositivo capaz de adquirir la señal de presión concéntrica de los músculos del suelo pélvico. Los sensores encargados de medir la presión ejercida, son resistencias de detección de fuerza (FSR), que varían su valor al manipular su área sensible. Esta señal es enviada a un Juego Serio, donde un objeto virtual modifica su altura acorde a la presión detectada. El objetivo del uso de un juego, es entregar una retroalimentación en tiempo real a la usuaria. La comunicación entre el dispositivo y el juego serio se realiza de forma inalámbrica, mediante el protocolo Bluetooth Low Energy (BLE).

Palabras clave: Bluetooth de baja energía (BLE), Suelo pélvico, presión concéntrica, rehabilitación, sensores de fuerza (FSR)

II. ABSTRACT:

Incontinence, is the involuntary loss of urine. This is a problem that affects the quality of life, both in men and women. This dysfunction shows functional clinical manifestations of the vesico-sphincteric complex that entails disorders of contraction of the pelvic floor muscles. For this reason, in this work a device capable of acquiring the concentric pressure signal of the pelvic floor muscles was developed. The sensors in charge of measuring the applied pressure are force sensing resistors (FSR), which vary their value when manipulating the sensitive area. This signal is sent to a Serious Game, where a virtual object modifies its height according to the pressure detected. The objective of using a game was to provide feedback in real time to the user. A wireless communication was performed between the device and the serious game, by using the Bluetooth Low Energy (BLE) protocol.

Keywords: Bluetooth Low Energy (BLE), Pelvic floor, concentric pressure, force sensors (FSR), rehabilitation



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página