



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Implementación de un guante háptico de bajo costo para el análisis de la inmersión en  
realidad virtual**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Autores:**

**HUGO DANIEL CÁRDENAS SIGUENZA**

**Director:**

**ING. HUGO MARCELO TORRES SALAMEA Ph.D.**

**CUENCA, ECUADOR**

**2024**

## DEDICATORIA

En honor a las figuras que iluminaron mis pasos en medio de la niebla, dedico este trabajo a mis padres, quienes sacrificaron muchos de sus sueños para verme cumplir los míos y quienes siempre han sido y serán mi ejemplo a seguir; y a mi niño interior que soñó con algún día convertirse en ingeniero, quien nunca permitió que me rindiera y me recordó constantemente el motivo por el que comenzamos. Que este trabajo sea un recordatorio de todo lo que superamos para llegar aquí y que continúen siendo el motor de mis futuros proyectos.

## AGRADECIMIENTOS

Con profunda gratitud y emoción, esta tesis es el resultado de mi esfuerzo, pero también representa una oportunidad para expresar mis agradecimientos a aquellos que han sido mi apoyo, no solo para este trabajo, sino a lo largo de mi proceso de formación.

A mis padres, Hugo y Katy, y a mi hermana Cami, quienes me demuestran una y otra vez que no existen límites cuando se tiene una meta en mente y que ninguna dificultad es mayor que nuestra fuerza y ganas de salir adelante. Les agradezco su esfuerzo, sacrificio y amor. Mis logros siempre serán los de ellos también.

A mis profesores y compañeros de la escuela de Electrónica, quienes se convirtieron en verdaderos amigos; la vida universitaria no habría sido lo mismo sin su compañía.

Sin el apoyo de todos y todas, mis logros no tendrían el mismo significado ni valor. Gracias a todos y todas.

# IMPLEMENTACIÓN DE UN GUAOTE HÁPTICO DE BAJO COSTO PARA EL ANÁLISIS DE LA INMERSIÓN EN REALIDAD VIRTUAL

La realidad virtual ha sido fundamental en el aprendizaje y el entretenimiento en la última década. Sin embargo, la falta de retroalimentación en los dispositivos ha limitado el desarrollo de experiencias inmersivas, debido principalmente al costo de los dispositivos hápticos comerciales. Este estudio presenta la implementación de un guante háptico en el contexto ecuatoriano, para evaluar la sensación de inmersión en entornos virtuales. Se adaptó y construyó un prototipo de guante con retroalimentación de fuerza de bajo costo al contexto ecuatoriano, probando su funcionamiento en dos entornos virtuales donde se compararon los cambios en la sensación de inmersión mediante una encuesta. Los resultados revelaron mejoras en el realismo, la presencia espacial y la manipulación de objetos virtuales en comparación con controladores tradicionales. En conclusión, los prototipos de guantes hápticos ofrecen una alternativa económica para aumentar la inmersión en entornos virtuales y fomentar el desarrollo de las tecnologías hápticas.

**Palabras clave:** Realidad Virtual, Hápticos, Retroalimentación de fuerza, Inmersión, Guante háptico.

# IMPLEMENTATION OF A LOW-COST HAPTIC GLOVE FOR ANALYZING IMMERSION IN VIRTUAL REALITY

Virtual reality has been crucial in learning and entertainment over the past decade. However, the lack of feedback on devices has constrained the development of immersive experiences, primarily due to the cost of commercial haptic devices. This study introduces the implementation of a haptic glove in the Ecuadorian context to assess the sense of immersion in virtual environments. A prototype glove with low-cost force feedback was adapted and built for the Ecuadorian context, and its performance was tested in two virtual environments where changes in immersion sensation were compared through a survey. Results revealed improvements in realism, spatial presence, and virtual object manipulation compared to traditional controllers. In conclusion, haptic glove prototypes offer an economical alternative to enhance immersion in virtual environments and foster the development of haptic technologies.

**Keywords:** Virtual Reality, Haptics, Force Feedback, Immersion, Haptic Glove.