

## Resumen

Se diseñó y construyó un prototipo de brazo robótico con movimiento restringido por planos enfocado a contribuir con la autonomía de personas con discapacidad en sus extremidades superiores activado por señales electroencefalográficas (EEG). Para lo cual, se desarrolló un marco conceptual referente a la discapacidad física motora, la robótica asistencial y las interfaces cerebro-computador (BCI – *Brain Computer Interface*). Se modeló la cinemática directa e inversa del robot lo que permitió definir el sistema de control. Se consideraron características de geometría, material y elementos electrónicos a utilizar con base a requerimientos del usuario para llegar a un prototipo funcional el cual es simétrico, robusto y modular. Se identificó un espacio de trabajo y trayectorias para el movimiento planar. Finalmente se evaluó el desempeño del robot a través de los criterios establecidos en la norma ISO9283, obteniendo una exactitud y repetitividad en la posición de  $\pm 0.85$  cm y de  $\pm 1.49$  cm respectivamente. Para la activación del brazo robótico se desarrolló una BCI bajo el paradigma de estímulos visuales en estado estacionario (SSVEP – *Steady State Visual Evoked Potentials*). En el preprocesamiento, se utilizaron filtros propios del casco g Nautilus Research. Para la extracción de características, se implementó el método de análisis de componentes principales (PCA – *Principal Component Analysis*) para separar los artefactos. Y finalmente, en la selección de características se empleó el algoritmo de análisis de Correlación Canónica (CCA – *Canonical Correlation Analysis*) para comparar las señales de los electrodos con señales senoidales y cosenoidales, lo que permitió obtener una muy buena precisión. En las pruebas online y offline desarrolladas con el sujeto principal se obtuvo una precisión del 83% y 75%, respectivamente.

*Palabras Clave:* robótica asistencial, interfaz cerebro-computador (BCI), potenciales visuales evocados en estado estable (SSVEP).

## Abstract

A prototype of a robotic arm with movement restricted by planes focused on contributing to the autonomy of people with disabilities in their upper extremities activated by electroencephalographic signals (EEG) was designed and built. For this, a theoretical framework related to physical motor disability, assistive robotics and brain-computer interfaces (BCI) was developed. The direct and inverse kinematics of the robot were modeled, which allowed defining the control system. Characteristics of geometry, material and electronic elements to be used were considered based on the user's requirements to obtain a functional, symmetrical, robust and modular prototype. A workspace and trajectories for planar motion were identified. Then, the performance of the robot was evaluated through the criteria established in the ISO9283 standard, obtaining an accuracy and repeatability in the position of  $\pm 0.85$  cm and  $\pm 1.49$  cm, respectively. For the activation of the robotic arm, a BCI was developed using the paradigm of Steady State Visual Evoked Potentials (SSVEP). In the preprocessing, own filters from the g Nautilus Research helmet were used. For feature extraction, the Principal Component Analysis (PCA) method was implemented to separate the artifacts. Finally, for the selection of features, the Canonical Correlation Analysis (CCA) algorithm was implemented to compare the signals of the electrodes with sinusoidal and cosinusoidal signals. This allowed to get a very good precision. In the online and offline experiments carried out with the main subject, a precision of 83% and 75%, respectively, was obtained.

*Key words:* assistive robotic, brain computer interface (BCI), steady-state visual evoked potentials (SSVEP).