



## **Sistema de control híbrido para optimizar el movimiento de una prótesis transtibial**

Didia Carrillo Hernández<sup>1</sup>, Israel Miguel Andrés<sup>1</sup> y Javier Cruz Salgado<sup>2</sup>

1 CIATEC A.C, 2 Universidad Politécnica del Bicentenario. dcarrillo.picyt@ciatec.mx

En la actualidad la demanda de equipos protésicos se ha convertido en un problema para el sector salud, debido al incremento de personas que sufren amputaciones de extremidades inferiores, provocadas principalmente a enfermedades crónicas degenerativas, como diabetes mellitus o por tumores malignos, la cifra anual de amputados en el país es de aproximadamente 27,000 casos.

Sin embargo, el sector salud solo puede otorgar hasta 1500 equipos protésicos pasivos y se sabe que solo el 10% de estos pacientes que reciben una prótesis termina su rehabilitación y aprende el uso correcto de su equipo protésico. Por lo tanto, para el paciente adquirir un equipo protésico activo que le permita disminuir el tiempo de rehabilitación y mejorar la adaptación del miembro a su ciclo de marcha, determinará si el paciente logrará retomar sus actividades cotidianas.

El sistema de control es la parte fundamental de un equipo protésico activo, por lo que el objetivo del presente trabajo fue optimizar el movimiento de una prótesis transtibial a partir del diseño de un sistema de control híbrido que permita manipular los movimientos a partir de señales mioeléctricas y retroalimentando el sistema de control por medio de un sensor de orientación MPU6050.

Para la estandarización del ciclo de marcha se utilizó una interfaz gráfica de Matlab (GUI), donde se obtuvieron los rangos de movimiento de rodillas y tobillos. La interfaz obtuvo un promedio de  $46.53^\circ \pm 1.17^\circ$  en la rodilla izquierda y  $47.1^\circ \pm 0.52^\circ$  en la rodilla derecha y el coeficiente de variación para la GUI fue de 2.52% en rodilla izquierda y 1.12% en rodilla derecha.

Para la adquisición de señales de EMG se utilizó un electromiógrafo superficial DELSY y la caracterización de las señales de EMG se realizó en el software de Matlab, se realizaron filtros pasa bandas a la actividad mioeléctrica del musculo tibial. La adquisición de la señal para el sistema de control se determinó con el sensor AD8232.

El desarrollo del sistema de control se realizó en el software de Python 3.7 y se utilizó una tarjeta de adquisición Arduino UNO. El sistema de control adquiere, procesa y muestra gráficamente los datos en tiempo real, ajustando la señal de salida en respuesta a la actividad mioeléctrica. Las pruebas de sensibilidad del sensor de orientación mostro en tiempo de respuesta  $\pm 1$  grado de diferencia.