

# Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Instituto de Ingeniería y Tecnología

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura



Programa de Doctorado en Tecnología

## **METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE SEÑALES SEMG POR SEGMENTACIÓN DE ANCHO DE BANDA PARA LA PREDICCIÓN DE VARIABLES DE MOVIMIENTOS ARTICULARES**

Tesis que presenta:

**M.I.M Daniel Tena Frutos**

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**Doctor en Tecnología**

Becario del por el Consejo Nacional De Ciencia Y Tecnología

Director de Tesis:

**Dr. Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro**

**Dra. Elva Lilia Reynoso Jardón**

Cd. Juárez, Chihuahua.

Junio 2024

Portada oficial

## **Resumen de la tesis (Máximo 1/2 cuartilla)**

Los modelos de predicción que utilizan señales Electromiográficas de Superficie (sEMG) como entradas generan resultados de predicción bajos, debido a la variedad de datos de entrada. Sin embargo, la información de la señal sEMG contiene diversos tipos de datos relacionados con la cinética músculo-articular, pero no todos son significativos. Esta investigación trata sobre una metodología de procesamiento de señales sEMG por segmentación de ancho de banda para la predicción de variables de movimientos articulares. La investigación se centra en desarrollar un análisis basado en la segmentación del ancho de banda y la extracción de características para seleccionar los datos significativos. Primero, se extrae la información de la señal sEMG relacionada con las contracciones concéntricas isotónicas en el dominio del tiempo. Posteriormente, la señal sEMG se segmenta en cuatro anchos de banda con el objetivo de analizar información específica sobre la contracción de la actividad muscular. La etapa de extracción de características involucró el cálculo de los datos de la Raíz Cuadrada Media (RMS) de la señal sEMG. El primer modelo, basado en Redes Neuronales Artificiales (RNA), se desarrolló utilizando los cuatro anchos de banda propuestos y los datos RMS. A continuación, se crearon varios modelos con diferentes combinaciones de anchos de banda en la capa de entrada para determinar qué ancho de banda ofrece el mejor ajuste y para reducir la cantidad de datos en la entrada de la ANN. Finalmente, los modelos se validaron con las métricas de correlación R y Error Cuadrático Medio (MSE). El mejor modelo de predicción se puede obtener con un valor de correlación R de 0.9963 y un MSE de  $1e^{-4}$ , con un 60% de los datos obtenidos de la señal sEMG. Los resultados muestran que las características RMS y la señal sEMG en rangos de 20Hz-140Hz y 140Hz-260Hz representan mejor una contracción isotónica concéntrica de la articulación del codo que utilizando las cinco características.

## **Palabras clave (5 palabras)**

**Señales Electromiográficas de superficie (sEMG), Segmentación por ancho de banda, Procesamiento de señales, Predicción de ángulo, RNA.**