

## Objetivos de la práctica

- Conocer el procesamiento básico de señales electromiográficas
- Evaluar la actividad de los músculos a cargo de movimientos de la mano como la flexión y la extensión
- Conocer algoritmos básicos de control mioeléctrico como el control ON/OFF o el control proporcional
- Aprender a clasificar distintos movimientos de mano a partir de las señales electromiográficas generadas

Profesor: Andrés Úbeda Castellanos



## Introducción



El control mioeléctrico consiste en obtener salidas de control para un dispositivo a partir de las señales eléctricas generadas por nuestros músculos durante su contracción (señales electromiográficas, EMG). Es, por tanto, un excelente sistema de interacción humano-máquina para personas que han sufrido una amputación, pero cuya actividad muscular remanente aún les permite generar las órdenes adecuadas para controlar dispositivos como prótesis de mano o brazo.

En esta práctica, se van a implementar algunos algoritmos básicos de control mioeléctrico de prótesis como el control ON/OFF y el control proporcional. Además, se van a explorar las técnicas de procesado básico de las señales electromiográficas.



## Procesamiento básico de la señal EMG



Las señales electromiográficas se suele medir mediante un par bipolar de electrodos superficiales colocados en paralelo a la dirección de las fibras musculares. La señal en crudo es una señal algo ruidosa centrada en 0 cuya actividad aumenta cuando se contrae el músculo en cuestión. Para poder clasificarla mejor se suele procesar siguiendo las siguientes etapas (ver Figura 1):

### Rectificación de la señal

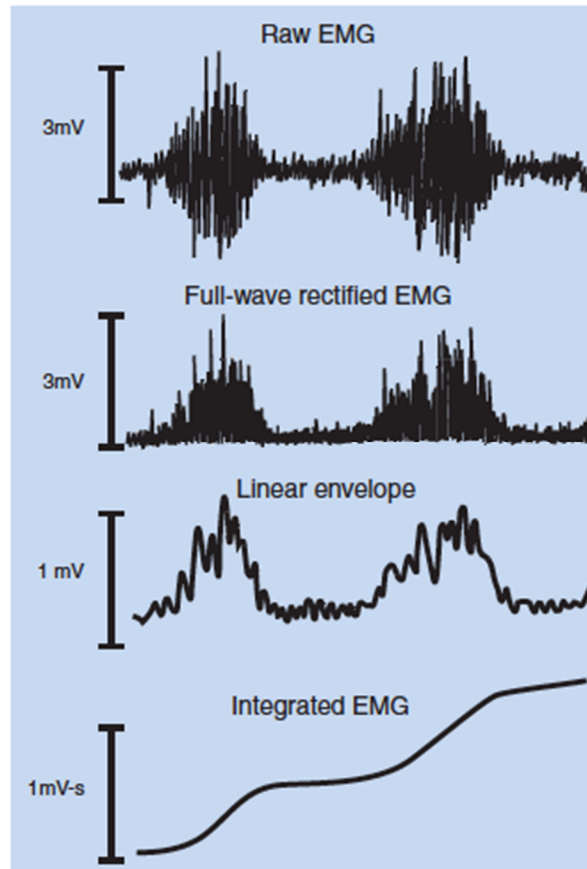
La señal EMG se rectifica eliminando cualquier dato por debajo de 0. Para ello, todos los datos negativos se transforman en positivos.

### Envolvente lineal (linear envelope)

Sobre los datos rectificados, se obtiene la envolvente de los mismo para eliminar los efectos de los pasos por 0. Para ello, se pueden usar filtros más o menos complejos, o filtros básicos como la media móvil.

### Integración de la señal

En algunos casos, aunque no es muy habitual, la señal suavizada se integra para obtener información sobre la evolución de la contracción ejercida.



Fuente: Biomécanica. Bases del Movimiento Humano, Ed. Wolters Kluwer

**Figura 1.** Etapas de procesamiento de la señal electromiográfica



## Métodos básicos de control mioeléctrico



### Control ON/OFF

El control ON/OFF es un tipo de control mioeléctrico muy sencillo que se basa en detectar la activación o no activación de los músculos. Según el número de músculos medidos, se podrá establecer un mayor o menor número de salidas de control, aunque lo más habitual es medir sólo músculos agonistas y antagonistas a cargo de una única tarea motora. Ejemplos típicos para protésica son la flexión/extensión, la apertura/cierre, la abducción/aducción y la pronación/supinación de la mano.

### Control proporcional

El control proporcional es un tipo de control mioeléctrico algo más complejo que el ON/OFF al proporcionar una salida continua de control. En este caso, la amplitud de las señales EMG se evalúa en función de la máxima amplitud que el usuario puede generar (contracción voluntaria máxima, MVC). De este modo, es posible obtener un control más fino de la prótesis, por ejemplo, a través de un control en velocidad de la apertura y el cierre de la misma.



### Actividad 1 – Control ON/OFF con flexión y extensión de mano

En esta actividad se va a estudiar cómo es posible obtener un output de control ON/OFF a partir de una dupla de movimientos sencillos de la mano. El algoritmo de control mioeléctrico permitirá controlar un grado de libertad mediante movimientos de flexión y extensión de mano y dispondrá de un tercer output de control para cambiar de tarea basado en la cocontracción (contracción simultánea) de los músculos flexores y extensores.

Se pide:

- Cargar los datos del archivo “EMG 2 channel Wrist Flex\_Ext\_Raw.mat” y procesarlos para obtener la señal EMG procesada (rectificado y envolvente).
- Una vez procesada la señal, programar un clasificador basado en umbrales para distinguir entre los estados: reposo, flexión, extensión y cocontracción.

### Actividad 2 – Control proporcional mediante fuerza de agarre

En esta actividad se va a estudiar como obtener un output de control proporcional a partir de movimientos de cierre de la mano. El algoritmo de control mioeléctrico permitirá obtener el porcentaje de fuerza que el usuario está aplicando en el agarre para proporcionar la salida de control.

- Cargar los datos del archivo “EMG 1 channel recording\_MVC.mat” y procesarlos para obtener la señal EMG procesada (rectificado y envolvente). Obtener el valor máximo de esa señal que será el correspondiente valor de contracción máxima voluntaria (MVC).
- Cargar los datos del archivo “EMG 1 channel recording\_Proportional.mat” y procesarlos para obtener la señal EMG procesada (rectificado y envolvente).
- Una vez procesada la señal, programar un clasificador proporcional que obtenga como salida el porcentaje de fuerza de agarre en función del MVC calculado en el primer punto.