

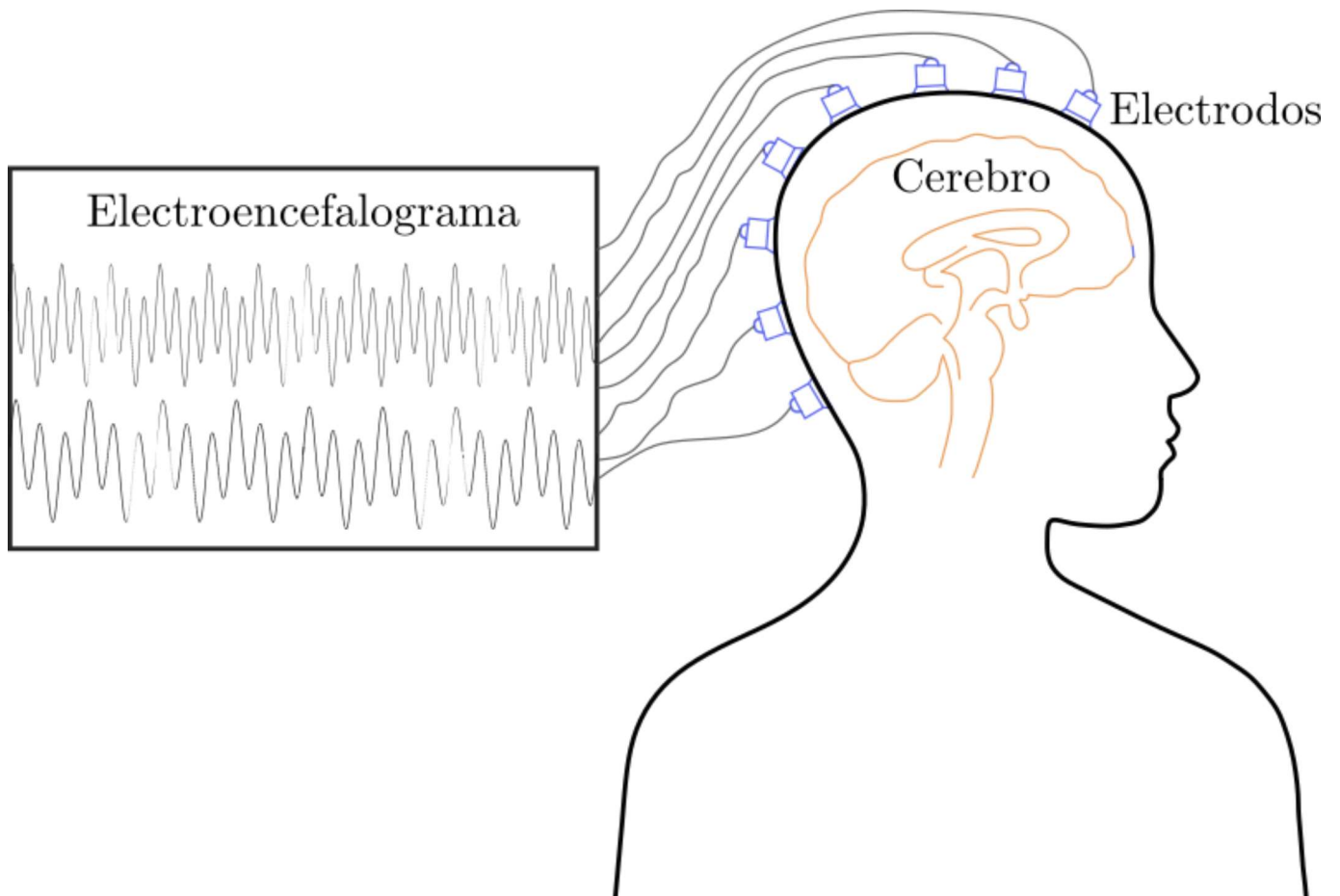
Electroencefalograma

Objetivos

En esta sección se estudiará el electroencefalograma como una señal 1D y se analizarán sus componentes de frecuencia.

Electroencefalograma

El electroencefalograma (EEG) es una exploración neurofisiológica que se basa en el registro de la actividad eléctrica cerebral utilizando un equipo de electroencefalografía.



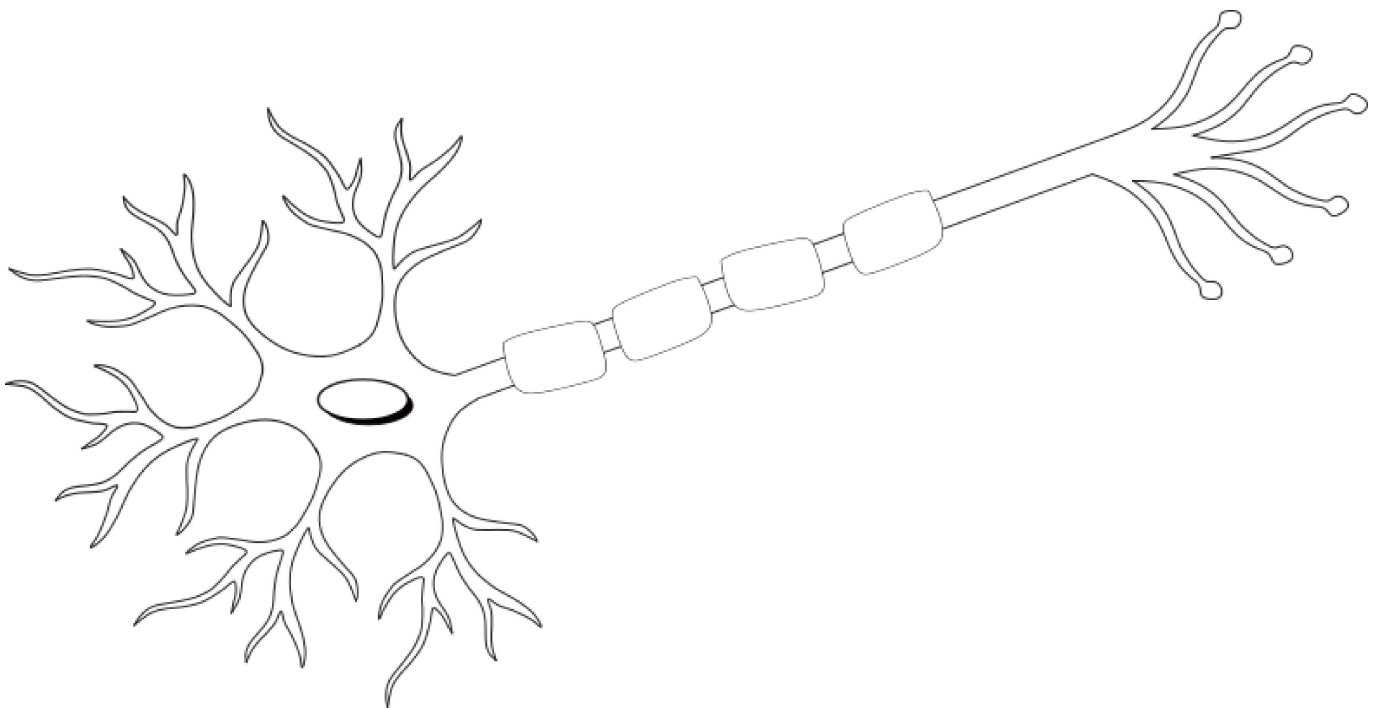
La señal de EEG

La señal EEG es una sumatoria de los potenciales eléctricos que generan grandes grupos de neuronas. Las dendritas de las neuronas forman un agrupamiento de unidades con orientación similar en las capas superficiales de la corteza lo que genera que se sumen múltiples campos eléctricos en una misma dirección y den origen a un potencial eléctrico.

Ondas Cerebrales

Ondas Cerebrales

Las neuronas se comunican entre ellas a través de pequeños impulsos eléctricos que se pueden medir. A esto le llamamos ondas cerebrales. Cada tipo de onda cerebral es una suma de múltiples sinusoides en el rango de frecuencias de cada tipo de ondas, lo que implica que unas son más rápidas y otras más lentas. Si se separan a través de filtros, las podemos observar con más claridad. El análisis de los patrones de ondas, es una gran herramienta de investigación en la medicina. En la mayoría de las patologías corticales se observan rangos de frecuencias alterados.



Ondas delta

Las ondas delta son oscilaciones, resultado de la representación de la actividad cerebral en sueño profundo. Éstas, dada su naturaleza, presentan una periodicidad, siendo su rango de frecuencias de 0.5 Hz a 2 Hz.

Ondas theta

Las ondas Theta son oscilaciones en el rango de frecuencias de 4 Hz a 7 Hz. Normalmente están asociadas con las primeras etapas de sueño. Las ondas theta, promueven la relajación y el sueño, tanto despierto como dormido. La sincronización o la propia emisión theta, hace que nuestro cuerpo adquiera mayor receptividad, lo que condiciona la velocidad de concentración.

Ondas alpha

Las ondas alfa son oscilaciones en el rango de frecuencias de 9Hz a 11 Hz que se originan sobre todo en el lóbulo occipital durante períodos de relajación, con los ojos cerrados, pero todavía despierto. Aparecen en estado de relajo o realizando tareas que requieran poca concentración.

Ondas beta

Las ondas beta son oscilaciones en el rango 18 Hz a 30 Hz. Están asociadas con etapas de sueño nulo, donde se está despertando y consciente, las ondas son más frecuentes en comparación con las ondas delta, alfa y theta.

Ondas gamma

Las ondas gamma son un patrón de oscilación neuronal cuya frecuencia oscila entre los 30 Hz y los 60 Hz, aunque su presentación más habitual es a 40 Hz. Las ondas gamma fueron desconocidas hasta el desarrollo de la electroencefalografía digital, dado que las limitaciones de la electroencefalografía analógica solamente permitían medir y registrar ritmos más lentos que 25 Hz

Frecuencia de muestreo en EEG

Notemos que la frecuencia máxima de una señal de electroencefalograma es de 60Hz por lo que la mínima frecuencia a la que se debe muestrear la señal de EEG es a 120Hz. Típicamente se utiliza como frecuencia de muestreo $f_s = 128Hz$

Transformada de Fourier de un EEG

Transformada de Fouier de un EEG

Dado que la lectura del EEG es una suma de múltiples sinusoides, es posible observar su composición frecuencial tomando la Transformada de Fourier. Ya que la actividad cerebral cambia en el tiempo, no es posible tener un EEG perfectamente periódico, por lo que para tomar la Transformada de Fourier de un EEG se necesita seleccionar una ventana temporal de lectura de señal y suponer que el EEG es estacionario en esa forma. La descomposición frecuencial del EEG permite diferenciar los distintos tipos de ondas cerebrales con el objetivo de apoyar el diagnóstico de patologías corticales

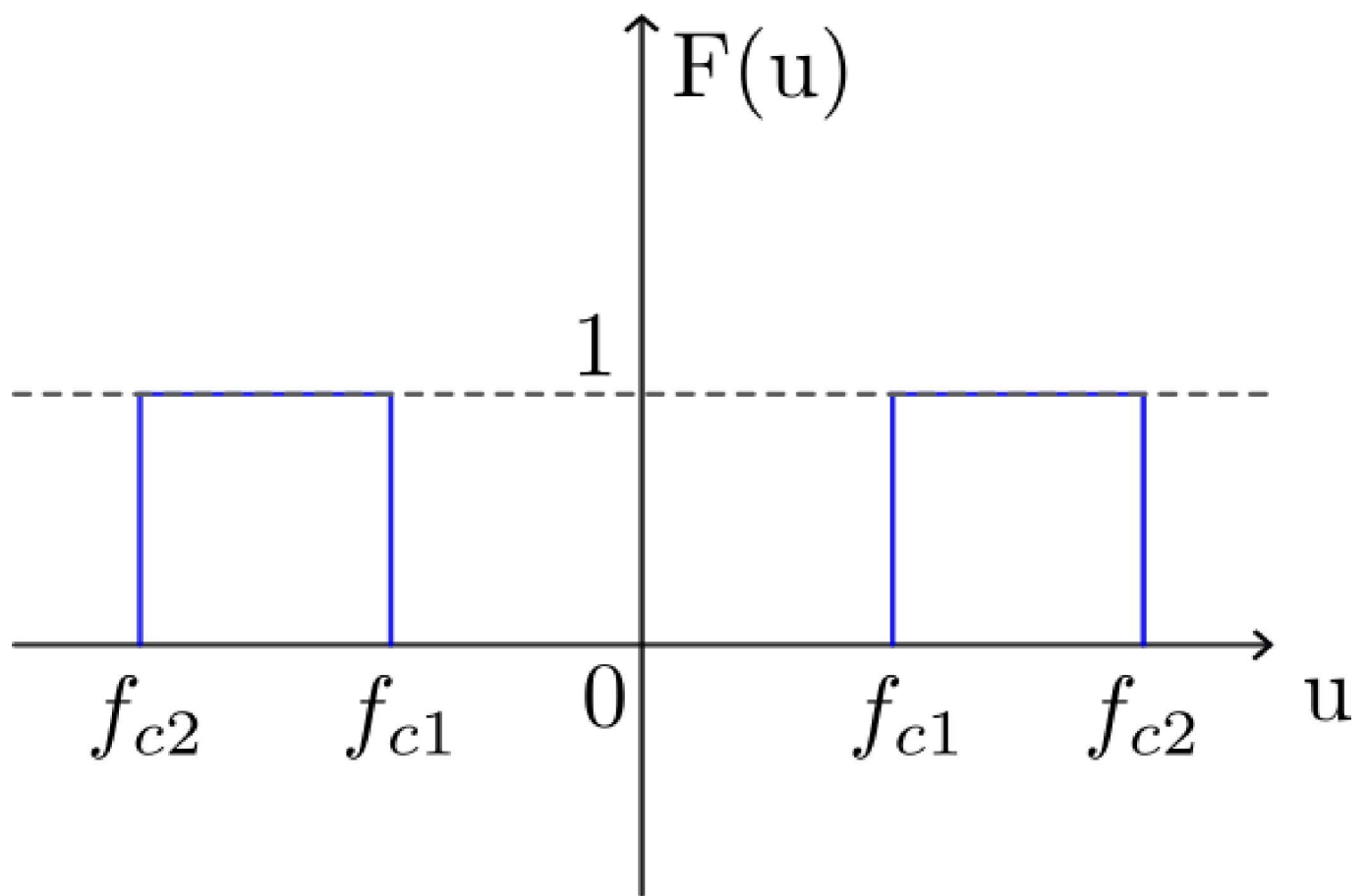
Separar las ondas cerebrales

Separar las ondas cerebrales

El electroencefalograma hace una lectura de potencial eléctrico en función del tiempo que contiene una suma de todas las ondas cerebrales. Para el uso clínico del EEG es necesario poder observar por separado cada tipo de onda. Para lograr esto se utilizan **filtros pasa banda** que permiten seleccionar un grupo de ondas.

Filtro Pasa Banda

Un filtro pasa banda es un sistema que actúa sobre señales atenuando las componentes de frecuencia que están fuera de una banda o región de interés. La transformada de Fourier de un filtro pasa bandas se ve de la siguiente forma y se conoce como **respuesta de frecuencia del filtro**:



Filtro Pasa Banda

La respuesta de frecuencia del filtro ($F(u)$ en el dibujo) se multiplica con la Transformada de Fourier de la señal a filtrar, lo que cambia la composición de frecuencias de la señal. Por propiedad de la convolución, esto en el dominio del tiempo es convolucionar la respuesta al impulso del filtro con la señal a filtrar

Filtro Pasa Banda en EEG

Los diferentes tipos de ondas cerebrales tienen rangos de frecuencia específicos y diferentes entre sí. Para separarlos una buena alternativa es pasar la señal completa de EEG por filtros pasa banda que permitan recuperar cada tipo de onda.

Patologías detectadas con EEG

Si el Sistema Nervioso Central tiene un desequilibrio se podrá observar que estas ondas están alteradas y se esto, se verá reflejado en el EEG.

Convertir en tabla

Trastorno de ansiedad generalizado

En este caso se observan ondas Beta de 22 a 30 Hz a pesar de que el individuo no esté expuesto a tareas altamente complejas

Trastorno bipolar

En el trastorno bipolar la actividad alfa está muy disminuida, pero se observa un gran aumento de la actividad beta

Esquizofrenia

En la esquizofrenia se registró la disminución de la actividad gamma, la disminución de la actividad delta en casi todas las enfermedades, así como los cambios de frecuencia en alfa y las frecuencias más bajas.