

Implementación de los procesos de generación de potencial de acción y sinapsis en una unidad motora.

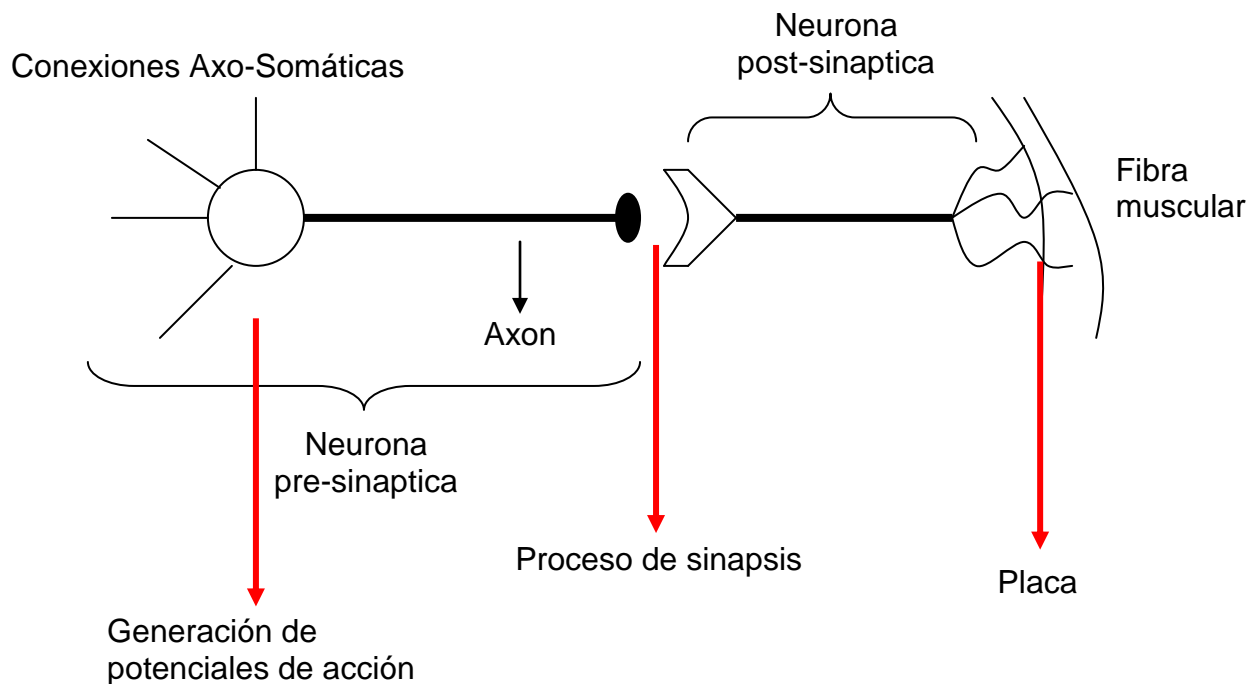


Figura 1. Diagrama básico del sistema a implementar.

1. Objetivos.

Se pretende entregar un modelo físico, emulador de la operación de una neurona y todas las estructuras asociadas que permiten el movimiento de los músculos.

El sistema debe ser versátil, de tal forma que pueda servir como elemento demostrativo del fenómeno de sinapsis. Esto con fines académicos.

El sistema debe tener la capacidad de ser configurado para trabajar en escala de tiempo real.

2. Aspectos que se tendrán en cuenta en la implementación

i. Generación de potenciales de acción.

Para la generación de potenciales de acción se tendrán en cuenta los siguientes fenómenos.

- Operación "todo o nada" cuando se alcanza el nivel de potencial de acción.

- Hiperpolarización y Repolaración de la membrana de la neurona.
- Cuatro conexiones axo-somáticas, configurables en modo excitador o inhibidor de forma independiente.
- Estabilización automática de la membrana después de un potencial de acción.
- Inmunidad a los estímulos axo-somáticos cuando se encuentra en periodo de potencial de acción.
- Suma de potenciales inhibidores y excitadores en congruencia temporal y espacial.

ii. Proceso de sinapsis.

Para el proceso de sinapsis se tendrán en cuenta los siguientes fenómenos:

- Manifestación visible de la liberación del neurotransmisor en el modo "demostrativo" (para fines académicos).
- Manifestación eléctrica visible al osciloscopio del proceso "todo o nada"
- Manifestación de la relación velocidad de movimiento, frecuencia de los picos de excitación (para ambos modos de operación)

Esquema del modelo sugerido.

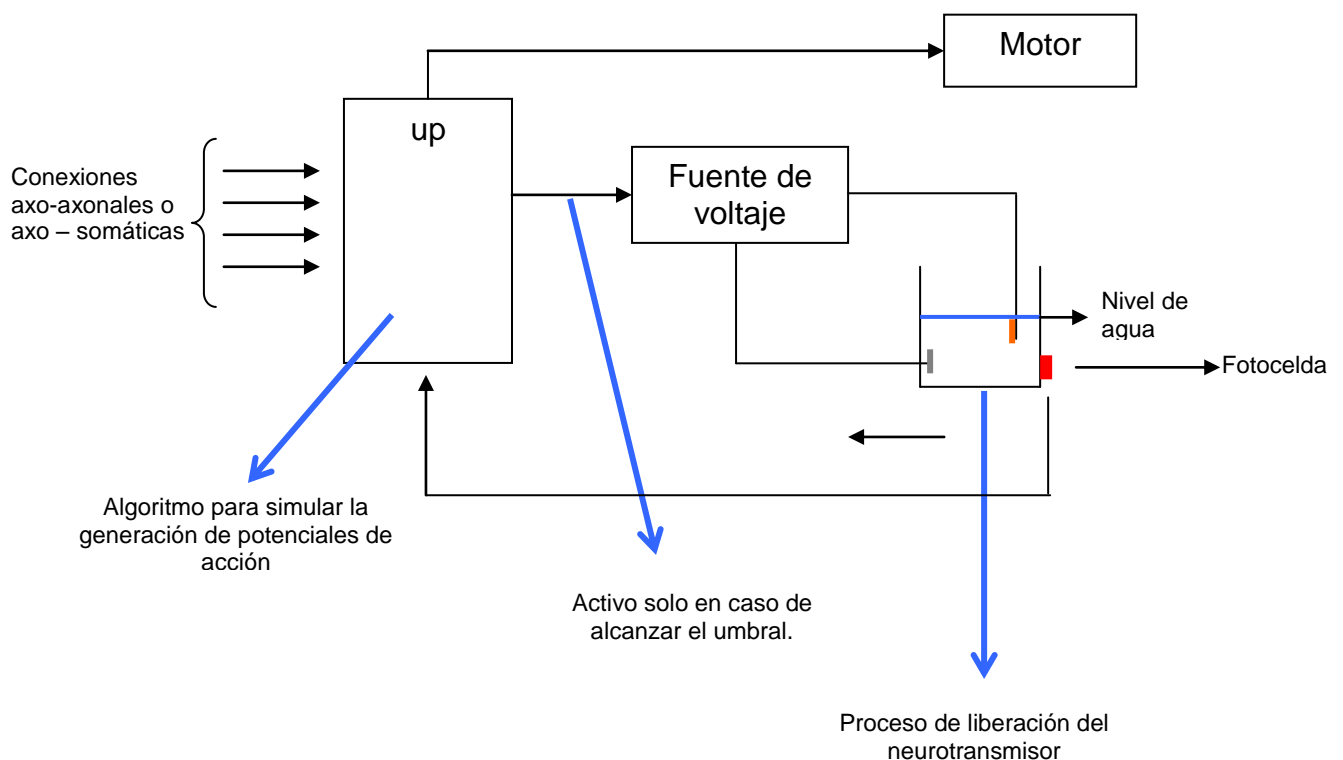


Fig. 2

Como funcionaría el sistema.

Generación de potenciales de acción.

El microprocesador tiene inicialmente 4 entradas para simular conexiones axo somáticas de naturaleza inhibitora o potencializadora, la naturaleza de la conexión podrá ser definida a través de un dispositivo hardware.

Cada una de las conexiones tiene asociado un pulsador, que genera un cambio de estado en la respectiva entrada al up. Con estos pulsadores es posible cambiar la naturaleza del estímulo de forma independiente para cada conexión.

Según la naturaleza del estímulo, cada pulsación hará que se sume o se reste a un registro en una cantidad constante. Cuando el registro alcance un valor preestablecido (nivel de umbral), se generará el potencial de acción, en cuyo caso, el mismo registro se carga con su valor máximo o nivel de pico. En ese momento se iniciará una cuenta regresiva sobre el valor del registro y no se aceptarán más estímulos hasta que el registro tenga un valor menor o igual al nivel de umbral

La frecuencia máxima de generación de potenciales de acción queda definida por el tiempo que tome la cuenta regresiva en llevar el registro desde el nivel máximo hasta el nivel de umbral, momento en el que se reactivará la recepción de estímulos. Inicialmente esta situación describe una curva de descarga lineal, lo que no es acorde con la realidad. Si se encuentra que este aspecto incluye en gran cuantía sobre los resultados esperados, se programará el proceso de cuenta regresiva (descarga) con una función $1-e^{-at}$.

La aparición de un potencial de acción hará que se genere un 1 lógico en la salida hacia la interfaz de potencia.

Proceso de Sinapsis.

Inicialmente se conectara la fuente de voltaje al pin asociado a la generación de potenciales de acción. De esta forma cada vez que se genere un potencial de acción la fuente de voltaje se encendera, sometiendo la solución a un voltaje de 1 Volts.

Si los potenciales de acción se presentan al frecuencia máxima , el voltaje promedio en las placas será de 1 Volt, lo que inducirá el cambio de color en la solución (agua + Cresy brillante azul), tornándola azul.

Si los potenciales de acción no se presentan a la frecuencia máxima, el agua seguirá adquiriendo un color azul pero mas claro.

Los cambios de color en la solución, son captados por la fotocelda, cuya señal es enviada de nuevo al microcontrolador.

Acción Motora.

La celda entrega su señal análoga al microprocesador, donde se inicia un proceso de conversión análogo a digital. Una vez se presenta el potencial de acción, las funciones de conversión AD son activadas, el modulo capturará un dato periódicamente, este periodo será dos veces menor al periodo mínimo de generación de potenciales de acción (teorema del muestreo de Nyquist).

El sistema hará una comparación entre una lectura y otra, para determinar la tasa de cambio y conforme a esta tasa de cambio, alimentará el modulo pwm, conectado al motor.

El ciclo de trabajo del modulo pwm se hará proporcional a la tasa de cambio entre las dos lecturas del conversor A/D.

Fernando Yepes Calderon.
fernando@gym-group.org