

Biología + electrónica: ¿es posible replicarnos?

Biologia + E: é possível replicar?

Zulma Janet Hernández-Paxtián

Universidad de la Cañada.

zpaxtian@hotmail.com

RESUMEN

O fascínio replicar o funcionamento do corpo humano, que existe desde as primeiras observações de Prometheus, Thevenot e Tremblay, é por isso que o desenvolvimento de ferramentas para tratar lesões e doenças tem sido entre os primeiros legados da humanidade. Actualmente, a evolução robóticos têm focado principalmente na reprodução dos movimentos de um ser vivo, tais como locomoção, no entanto, esses movimentos têm falhado reproduzidos, no todo, porque não podemos decifrar os circuitos neurais que formam o sistema nervoso central (SNC) e governar nossos movimentos. O sistema nervoso central é constituído por células chamadas neurónios. Neurónios biológicos têm um comportamento bastante complexo que tem sido estudado por centenas de anos, no entanto, permanece longe o dia em que podemos compreender plenamente o seu funcionamento e, assim, o CNS. Com base no exposto, a tarefa de criar modelos de comportamento neuronal surge e é por isso que neste trabalho uma síntese circuital básica empregando componentes eletrônicos e é capaz de replicar um potencial de ação (biopotencial) é proposto.

Palavras-chave: neurônio artificial, biopotencial, biologia eletrônico +

Resumo

The fascination for explaining the operation of the human body, exists since the first observations of Prometheus, Thevenot and Tremblay, is therefore the development of tools to treat injuries and diseases has been the first legacies of humanity. Currently, robotic developments have mainly focused on the reproduction of the movements of a

living being, such as locomotion, however, these movements have not been able to reproduce in full because we can not yet decipher the neural circuits that make up the Central Nervous System (CNS) and govern our movements. The CNS is composed of cells called neurons. Biological neurons have a rather complex behavior that has been studied for hundreds of years, however, remains far the day when we can fully understand its operation and therefore the CNS. Based on the above is the task of creating models of neuronal behavior, and that is why in this work a circuital synthesis employing basic electronic components and is able to replicate an action potential (biopotential) is proposed.

Key Words: artificial neuron, biopotential, biology + electronics.

Fecha recepción: Julio 2011

Fecha aceptación: Noviembre 2011

Introdução.

As causas mais comuns de incapacidade e morte são as doenças do coração, pulmões, fígado, rins e pâncreas, que são tratadas através do transplante de órgãos (Cascalho e Platt J, 2005; Cascalho e J Platt, 2006). No entanto, a escassez de doadores é agravada ano após ano que a população envelhece e aumenta casos de falência de órgãos. O fascínio com a capacidade de regenerar tecidos e órgãos, em vigor desde as primeiras observações de Prometheus, Thevenot, e Tremblay (Badylaka e Neremb de 2010), o desenvolvimento de ferramentas para tratar lesões e doenças tem sido um dos primeiros legados da humanidade Tal é o caso de Leonardo da Vinci que propôs que alguns dos conceitos de engenharia poderia ser aplicada ao corpo humano (Badylaka e Neremb, 2010). Em 1958, um médico da Força Aérea dos Estados Unidos, Jack Steele primeiro propôs o termo: Bionic (também chamados de biomimética) (Badylaka e Neremb, 2010), que é actualmente utilizado para designar a aplicação de princípios de engenharia para substituir ou aumentar as funções fisiológicas inerentes de tecidos ou órgãos, que empregam componentes eletrônicos, mecânicos ou eletromecânicos (Badylaka e Neremb, 2010). Desde o início da construção de objetos biônicos proposto para ajudar os humanos

feridos ou que perderam membros. Os avanços na ciência dos materiais, engenharia elétrica, bioquímica, biomateriais melhoradas, robótica, engenharia de tecidos e do cálculo aplicado, têm levado a avanços significativos na biônica médicos. Com base nos resultados, os médicos biônica é agora um importante componente de saúde modernos tratamentos biotecnológicos. Exemplos comuns de terapias biônicas são: próteses mecânicas artificiais (Ashrafian 'Darzi e Athanasiou, 2010), músculos artificiais, como o coração, análise de circuitos neurais (Manjarrez, Hernandez-Paxtian e Khon de 2005) para implementação (Lopez, 2009; Hernandez, Jimenez e Ramirez, 2011), implantes de retina e cóclea (Weiland e Humayun, 2008), fígado artificial (Alastair e Neuberger, 2002). Ocasionalmente, alguns destes auxílio biônico não só actuar como substitutos do tecido "" mas superar os seus homólogos humanos dinâmicos, como no caso do atleta Oscar Pistorius, que não tem pernas, mas pode superar outros corredores que têm um " normal do corpo ", para usar a sua prótese de perna feita de fibra de carbono (Camporesi, 2008); Miodownik, 2007), nesse sentido, os cientistas de diferentes disciplinas está interessado em construir substitutos biológicos e / ou artificial para restaurar e manter a função normal de tecidos doentes (Atala, 2008). o objetivo é a pesquisa e aplicação de princípios de engenharia para os problemas em biologia e modificação de organismos e processos biológicos para fins úteis.

Replicar o funcionamento do nosso corpo nos levou a fazer desenvolvimentos robóticos têm focado principalmente na reprodução dos movimentos de um ser vivo, tais como locomoção, no entanto, esses movimentos não conseguiram reproduzir na íntegra porque que não pode decifrar os circuitos neurais que compõem o sistema nervoso central (SNC) e governam nossos movimentos.

A história de redes neurais artificiais começam com a aragonesa cientista Santiago Ramón y Cajal, descobridor da estrutura neuronal CNS (Martin del Brio e Sanz, 1992). Ramon y Cajal em 1888 mostrou que o CNS foi composta de uma rede de células individuais, neurônios, amplamente interligado (Ramon y Cajal, 1901). Mas não é só ele observou através de um microscópio pequenos espaços vazios entre alguns neurônios dos outros, mas também estabeleceu informação flui no neurônio a partir dos dendritos para o axônio

através da soma (Figura 1) (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001). A descoberta de Ramon y Cajal foi fundamental para o desenvolvimento da neurociência no século XX, na época causou um rebuliço na forma de entender o SNC, que recebeu o Prêmio Nobel de Medicina em 1906. Hoje, o trabalho de Ramon y Cajal, textura, continua a ser publicado para a comunidade científica (Martin del Brio e Sanz, 1992).

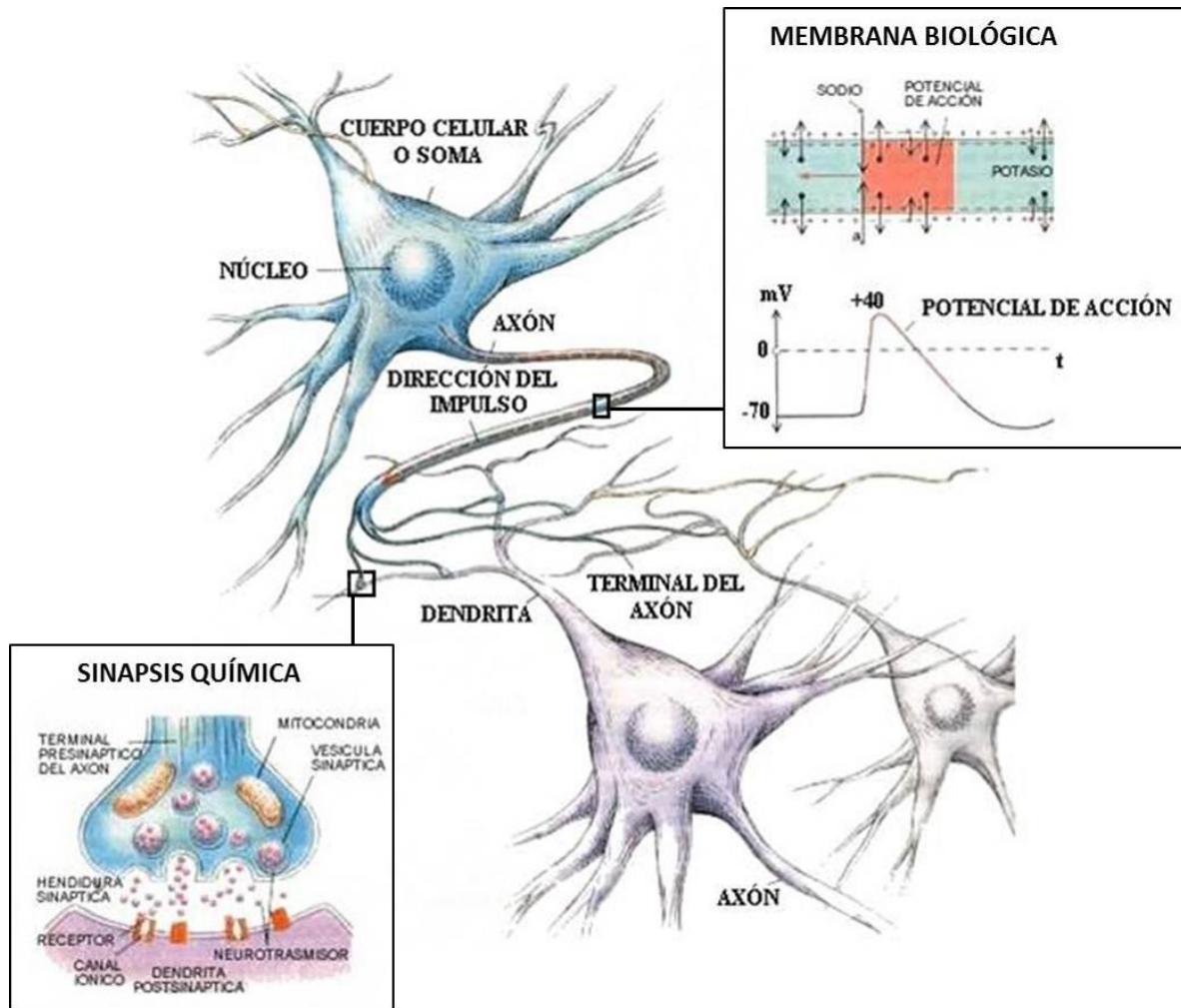


Figura 1. Neurônio biológico. Estrutura de um neurônio sinapses biológicas e sinal nervoso geração típico.

Do ponto de vista funcional, os neurônios são processadores de informação simples (Martin del Brio e Sanz, 1992). Como qualquer sistema deste tipo, que têm um canal de entrada, dendritos, um órgão de cálculo, do soma, e um canal de saída, o axônio (Figura

1). A junção entre dois neurônios chamadas sinapses. No tipo mais comum de sinapse não há contato físico entre os neurônios, mas estes continuam separados por uma pequena diferença de cerca de 0,2 microns. Em relação à sinapse, fala-se de neurônio pré-sináptico (que envia sinais) e pós-sináptica (o sinal recebido). As sinapses são direccional, isto é, os fluxos de informação num sentido (Figura 1) (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001; Stratton, 1984). Sinais nervosos podem ser transmitidas eletricamente ou quimicamente. Transmissão química prevalece fora do neurônio, enquanto elétrica fazer dentro. Transmissão química baseia-se no intercâmbio de neurotransmissores, enquanto utiliza as descargas eléctricas que ocorrem no corpo da célula, e que se propagam até ao axónio (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001; Stratton, 1984).

O fenómeno da geração do sinal nervoso é determinada pela membrana neuronal e iões presentes em ambos os lados do mesmo (Figura 1). Em repouso o protoplasma do neurónio permanece carregado negativamente em relação ao ambiente externo, tendo entre elas uma diferença de potencial de -70 mV aproximadamente (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001; Stratton, 1984).

A membrana actua como um capacitor, que é carregada pela recebem correntes devido a espécies iônicas presentes, contendo o tipo de iões de canais iônicos seletiva, alguns são passivos (simples consistem poros da membrana) e outros ativos (apenas poros abertos sob certas circunstâncias). Em essência, as principais espécies iônicas que determinam a maior parte da geração e propagação de impulsos nervosos, são Na⁺, K⁺ e Ca²⁺ (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001). Se o neurônio tem recebido uma quantidade considerável de estímulos, o seu nível de tensão atinge ou potencial neuronal -45 mV (limiar de disparo), em seguida, abruptamente aberto canais de Na⁺, permitindo a passagem deste íon na pilha, conduzindo assim a despolarização abrupta do neurónio, passando a partir de um potencial de repouso de -70 mV a +40 mV, potencial, este processo é a geração de um potencial de acção, chamado também biopotencial, de modo que a propagação ao longo dos resultados de axónios na transmissão do sinal eléctrico do nervo (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001; Stratton, 1984). Depois de ser trouxe um potencial de ação, o neurônio passa por um período refratário, durante o qual você não pode gerar um novo

biopotencial (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001). Um fato importante é que o impulso gerado dessa forma é "digital", no sentido de que há ou não há pulso (Martín del Brío y Sanz, 1992; Hernández, 1999).

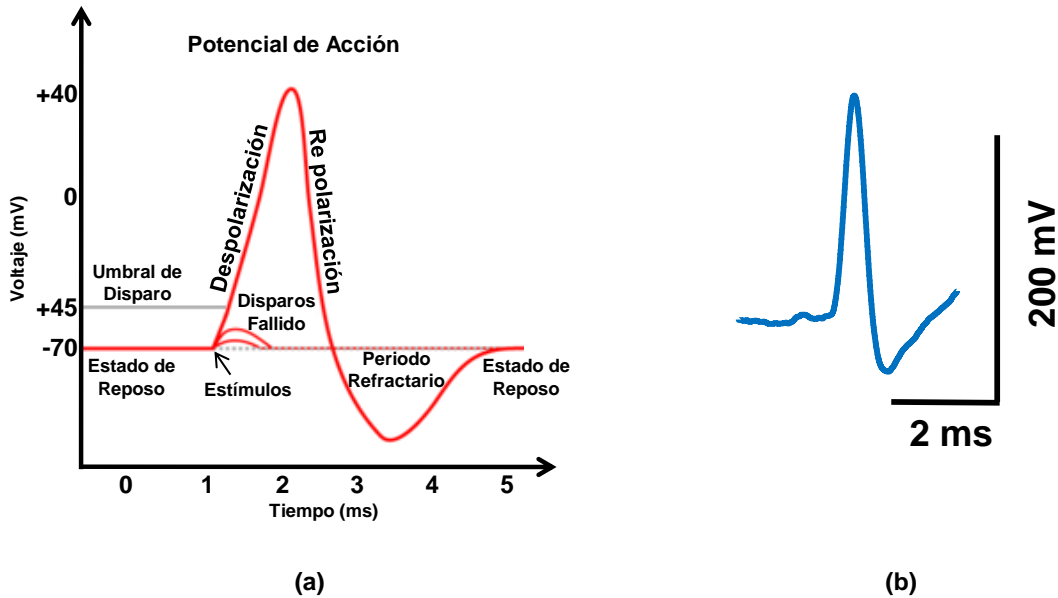


Figura 2. biopotencial. níveis (A) tensão que compõem um potencial de ação ou biopotencial. Modificação (Kandel, Schwartz, e Jessell, 2001). (B) biopotencial obtido em resposta a um neurónio motor (um gato) para estimulação. Retirado de (Hernandez, 2006).

Neste trabalho, os resultados da síntese de um biopotencial circuital, ou seja, a concepção e implementação de um circuito eletrônico, neurônio artificial, capaz de reproduzir um potencial de ação (Figura 2) é proposto.

MATERIAIS E MÉTODOS.

Material e Equipamentos.

3 Amplificadores Operacionais TL081CN.

3 10uF capacitores eletrolíticos.

3 100Ω resistências.

1 Resistência 220 Ω.

2 10 K resistências.

Resistores 33 KΩ 2 ..

placa de ensaio

osciloscópio

Fonte de tensão +/- 15V

Metodologia.

Na Figura 3, a metodologia utilizada no processo de síntese circuital detalhado.

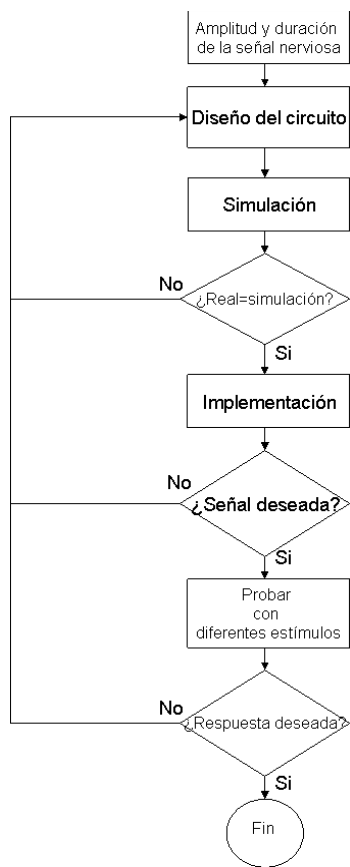


Figura 3. Metodologia. Diagrama de blocos da metodologia proposta. (López, 2009).

De acordo com (Hopfield e Tank, 1984; Hernandez, 1999), os componentes eletrônicos utilizados na implementação de neurônios artificiais são: capacitores (representando a membrana biológica), resistências (que representam canais iônicos) e amplificadores operacionais (representando o comportamento soma). O desenho do circuito electrónico proposta para implementar um neurónio artificial e isto gera um biopotencial compreende duas fases (Figura 4): um passo em que um sinal sinusoidal, que chamam passo de geração e um passo de condicionamento, que é gerado objectivo é adaptar o sinal para atingir as características que definem o biopotencial (Figura 2 (a)).

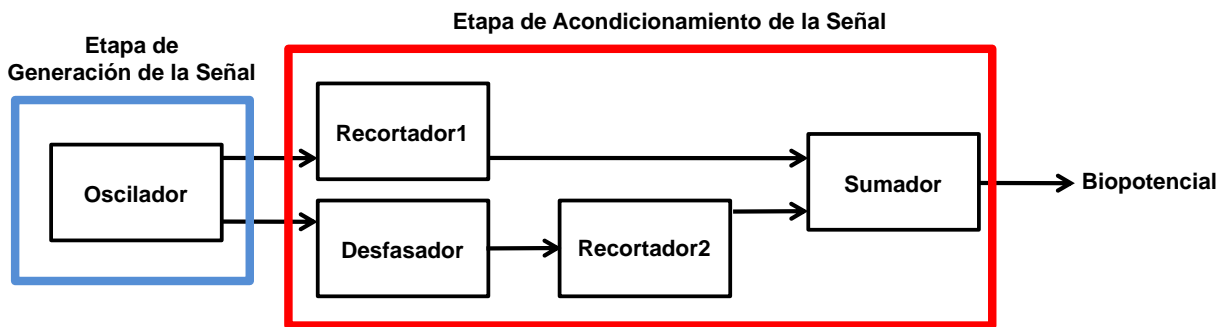


Figura 4. Diagrama de blocos. Os passos propostos no projeto de um neurônio artificial e seus blocos funcionais mostrados. Tomado Hernandez, Jimenez e Ramirez, 2011.

Nas secções descritos abaixo, os resultados obtidos por meio da simulação dos circuitos propostos, para este efeito, o simulador de utilização LTspice são apresentados.

Geração de sinal de fase.

Para gerar a onda sinusoidal usar um circuito oscilador Wein ponte (Figura 5), porque esta configuração pode gerar um sinal de baixa distorção de amplitude e estável. A frequência de oscilação depende dos condensadores propostos (C1 e C2) e resistências (R1 e R2), valores que são relacionadas como mostrado na Equação (1). O ganho do circuito é obtida a partir da resistências de realimentação R3 e R4, que fornece uma relação de ganho suficiente é $R4/R3 = 2$ [7].

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1C_1R_2C_2}} \quad (1)$$

Stage Condicionamento de sinais.

Como mostrado nas Figuras 1 e 2 (a), uma biopotencial que é formado por diferentes níveis de tensão, para replicar artificialmente, nesta fase, um circuito de deslocação de fase e circuitos de dois recordadores é usado, este último construído a partir de amplificadores operacionais e finalmente um circuito adicionador (Figura 5).

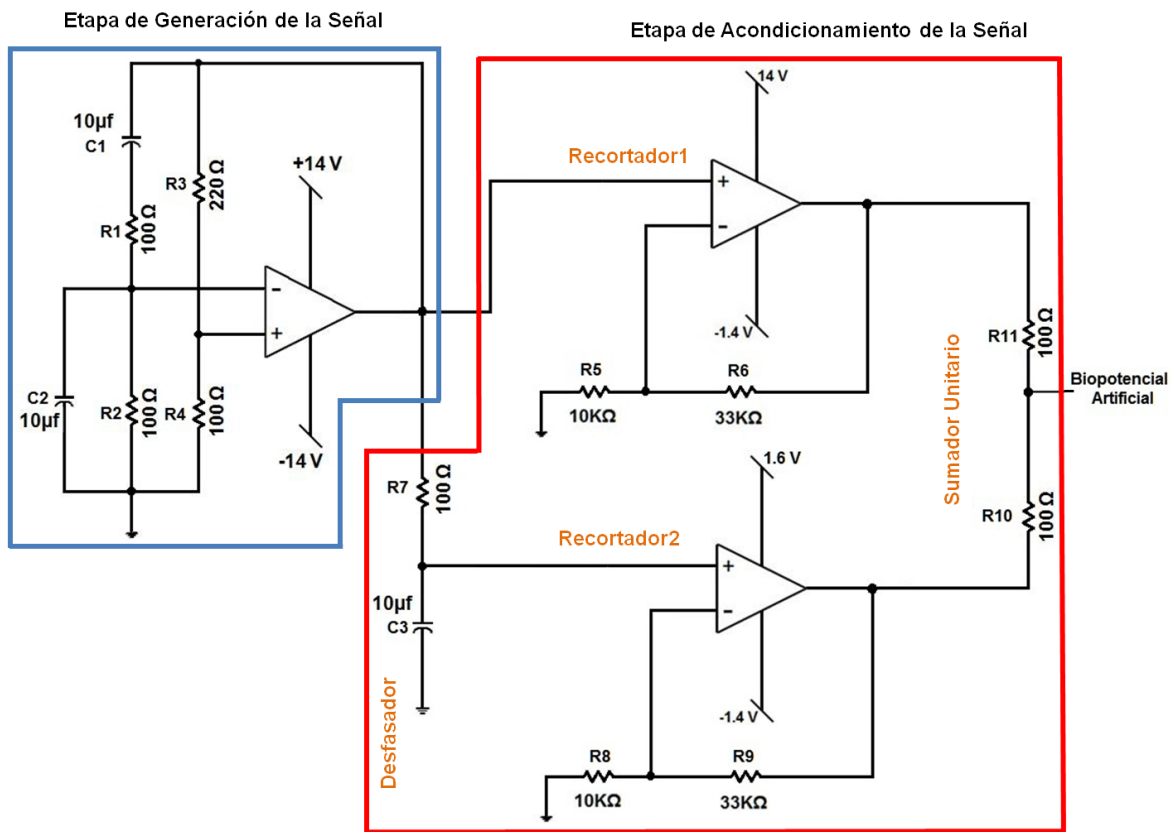


Figura 5. Artificial Neuron. Palco para geração de sinal, é projetado para funcionar a uma frequência de oscilação de 160Hz e p 2.2. Clipping circuits para o β é 3.3. Tomado Hernandez, Jimenez e Ramirez, 2011.

O bloco de função consistente Recortador1 é gerado correspondente à tensão de biopotencial de tempo de permanência, isto é, quando o neurónio é de cerca de -70 mV, para realizar o amplificador não é alimentado simetricamente, por causa disso, o amplificador é saturado e o sinal de entrada é cortada, Figura 6 (Boylestad e Nashelsky, 1989; Coughlin e Driscoll, 1999).

Para utilizar o efeito de despolarização de biopotencial, isto é, quando o neurónio vai de -70 a + 40mV mV (Figura 2 (a)) no circuito de condicionamento de sinal de um transformador de fase comum é usado. O dito circuito é um arranjo resistiva - capacitiva em série (Figura 5). O sinal obtido tem a mesma frequência que o sinal original, mas com um intervalo de tempo determinado pela constante de tempo de circuito em série RC. Para este caso, os valores propostos são tais que $a = 1$ ms, enquanto que a tensão de saída em relação à relação de entrada $\frac{1}{2}$ armazenado, a Figura 6 (Boylestad e Nashelsky, 1989; Coughlin e Driscoll, 1999).

O sinal de desfasamento é manipulada de modo a formar parte de biopotencial correspondente a repolarização (Figura 2 (A)), esta operação deve ser realizada pelo bloco recortador2. Note-se que os níveis de tensão que constituem o biopotencial gerados separadamente, o passo seguinte é trazer estas potencial, este irá usar um somador unitária. Um adicionador unitária é uma fase em que a fase deslocada do sinal (obtido a partir de deslocação de fase) e cortado (obtido a partir de Recortador2) e o sinal cortado (obtido a partir de Recortador1) são introduzidos e combinados de uma maneira muito simples. Uma unidade de víbora consiste de dois resistores em série que vêm ambos os sinais, Figura 5. Ao executar unidade de análise de circuito adicionador pode ver que, se $R1 = R2$ então: $V_{salida} = V1 + V2$.

O processo de reconstrução do potencial de acção neuronal, potencial artificial pode ser visto na Figura 6.

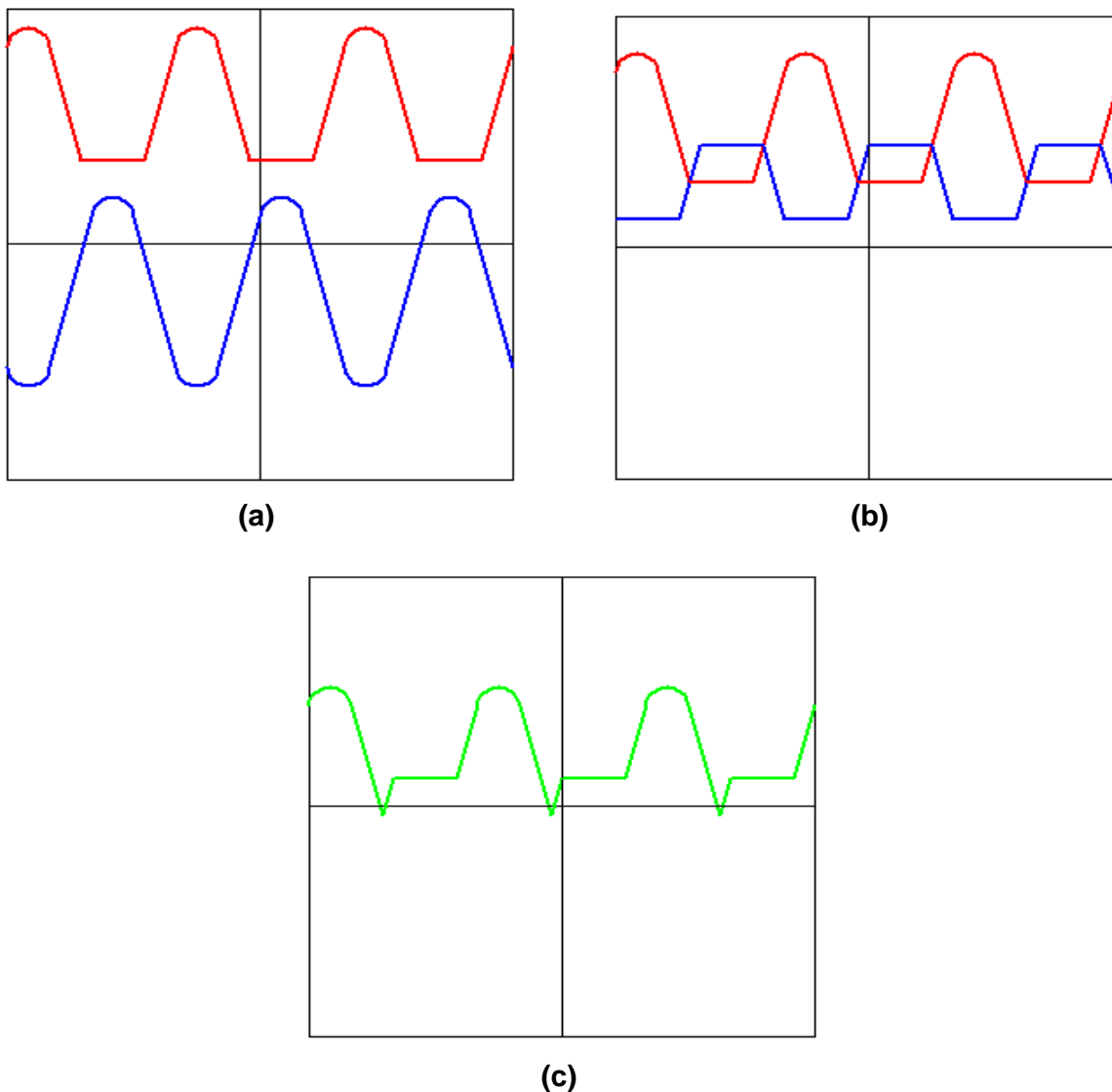
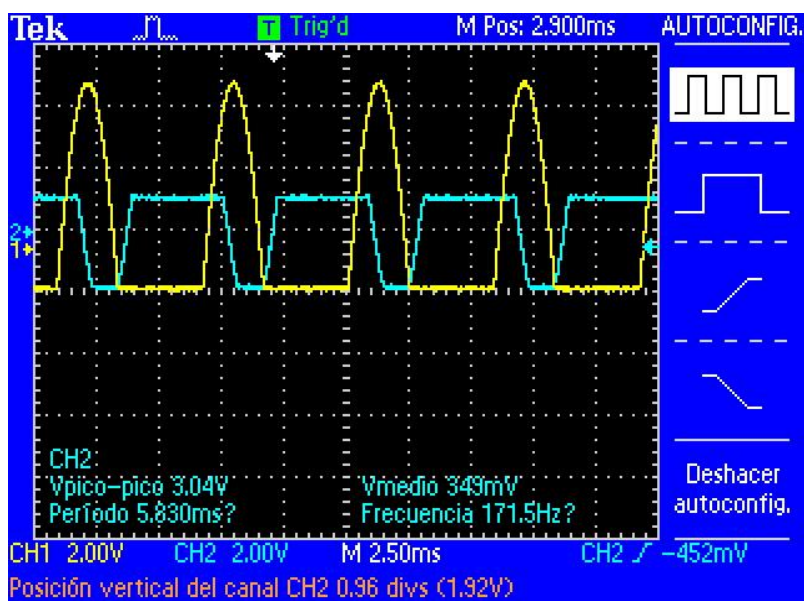


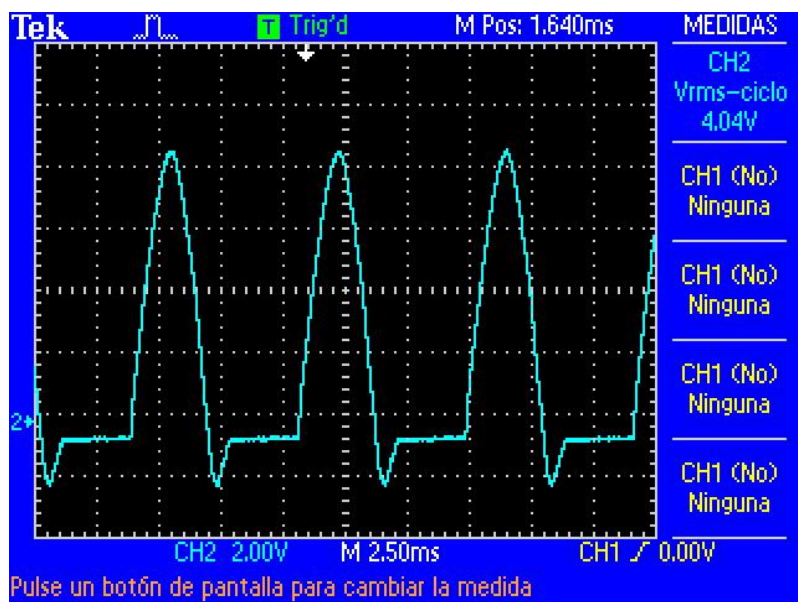
Figura 6. Reconstrução de biopotencial Artificial. Os resultados obtidos através da simulação do neurónio artificial (Figura 4). (A) sinal de corte (vermelho) e sinal desatualizado (azul). (B) grampeado sinal (vermelho) e corte de sinal desatualizado invertida (azul), (c) Soma de sinais. Tomado Hernandez, Jimenez e Ramirez, 2011.

RESULTADOS.

O neurónio artificial da Figura 5 foi implementado e testado em laboratório, um osciloscópio Tektronik para visualização e digitalização de biopotencial artificial, Figura 7 foi utilizada.



(a)



(b)

Figura 7. Reconstrucción de biopotencial Artificial. Os resultados obtidos no laboratório implementar neuronal artificial (Figura 4). (A) sinal de corte (vermelho) e cortar sinal

invertido desatualizado (azul), (c) Soma de sinais, biopotencial artificial. Tomado Hernandez, Jimenez e Ramirez, 2011.

DISCUSSÃO

Neste trabalho foi proposto e construído, foi replicada, um neurônio artificial com componentes básicos eletrônicos: resistores, capacitores e operações amplificadores.

As vantagens de usar esses componentes se tornam evidentes quando você deseja mover esse tipo de eletrônica para um circuito integrado, ou seja, ao projetar, integrar e sintetizar o circuito com a função desejada, pode alcançar altos níveis de integração, devido a natureza dos produtos eletrônicos básicos usados.

O recurso da nossa síntese circuital, é a flexibilidade para mudar os valores de ganho e, assim, ajustar-se os valores do potencial necessário para emular o comportamento de neurónios biológicos.

De acordo com os resultados da simulação (Figura 6) e execução (Figura 7) mostra que a nossa neurónio artificial é capaz de gerar um biopotencial artificial com as características mostradas na Figura 2. O próximo passo é levar A nossa proposta de um circuito integrado.

Além disso, nosso neurônio artificial, também pode ser usado como uma ferramenta educacional e seria de grande ajuda para transmitir aos estudantes (tanto a biologia e engenharia área) na sala de aula, conceitos como a membrana plasmática, as sinapses, potencial de ação que sempre dissemos, mas é difícil imaginar se não for posto em prática.

CONCLUSÕES

As informações em nosso SNC é transmitida de um neurônio para outro através de sinais elétricos e químicos. A, conhecida como potenciais de ação ou sinais elétricos biopotenciais são particularmente importantes para o transporte de informações

sensíveis, porque eles podem viajar rapidamente e cobrir longas distâncias, razão pela qual a importância de seu estudo.

A nossa proposta representa um link que irá lançar as bases para mais tarde, para implementar circuitos neurais complexos. Um exemplo disto seria a implementação de circuito neural via nociceptiva (percepção da dor) que poderia ser utilizado para fornecer peças robóticas sensações, e o que é mais sensibilidade para incorporar próteses para pacientes que perderam membros.

Os resultados obtidos até o momento, fazer-nos reafirmar nossa pergunta inicial: é possível replicarmos?

BIBLIOGRAFÍA

Alastair J. S. & Neuberger J. M. (2002) A Bioartificial Liver--State of the Art. *Science*. 295(5557), 1005 – 1009.

Badylaka, S. F. & Neremb, R. M. (2010) Progress in tissue engineering and regenerative medicine. *PNAS*, 107(8), 3285-3286.

Boylestad R., Nashelsky L., (1989). *Electrónica – Teoría de circuitos*. México: Prentice Hall.

Camporesi, S. (2008) Oscar Pistorius, enhancement and post-humans. *J. Med. Ethics*. 34(9), 639.

Cascalho, M. & Platt, J. L. (2006). The future of organ replacement—needs, potential applications and obstacles to application. *Transplant. Proc.* 38(2), 362–364.

Coughlin, R. & Driscoll, F. (1999). *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*. México: Ed. Prentice Hall.

Hernández-Paxtián, Z., Jiménez-Fernández, V. and Ramírez-Rodríguez. J. (2011). Síntesis Circuital de un Biopotencial. *Internet Electronic Journal Nanociencias et Moletrónica (IEJNetM)*, 9(1), 1627-1638.

Hutan Ashrafian', Ara Darzi & Thanos Athanasiou.(2010). Autbionics: a new paradigm in regenerative medicine and surgery. *Regen. Med.* 5(2), 279-288.

Kandel, E. R., Schwartz, J. H. & Jessell, T. M. (2001). Principios de Neurociencia. Madrid: Ed. Mc Graw Hill Interamericana.

Manjarrez, E., Hernández-Paxtián, Z. & Khon, A.F. (2005). Spinal Source for the Synchronous Fluctuations of Bilateral Monosynaptic Reflexes in Cats. *Journal of Neurophysiology* 94, 3199-3210

Stratton, D.B. (1984). Neurofisiología. México: Ed. Limusa.

Weiland, J. D. & Humayun, M. S. (2008). Visual Prosthesis. *Proceedings of the IEEE.* 96(7), 2-9.