



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE COATZACOALCOS.

Áreas Temáticas

Ingeniería

“Potenciales de acción como estímulos externos”

M.I Karla Margarita Castilla Acosta,
Abel Molina Domínguez, Josué Mejía Tépo, Jorge Burgos Cazarin
kalycas@hotmail.com, josuetepox@hotmail.com, z_ero293@hotmail.com

Departamento: Ing. Electrónica-Industrial

Resumen

Los avances de la electrónica en el campo de las neurociencias y medicina en los últimos años han enfocado su esfuerzo en la recuperación de funciones del cuerpo humano afectadas gravemente debido a algún accidente o enfermedades congénitas, hasta el reemplazo de miembros y órganos estropeados completamente. Esto lo logran mediante prótesis sintéticas o terapia asistida con autómatas, en los casos más complejos, se llega a rediseñar por completo sistemas que permitan realizar las mismas funciones originales o que sirvan de asistencia, como lo son el marcapasos para el caso del corazón y los aparatos de audición externa para la sordera.

El problema con estos logros es que requieren de sucesivas cirugías que pueden terminar siendo demasiado invasivas para el paciente y en el peor de los casos riesgosas para su integridad, además de que el capital humano, tecnológico y económico son demasiado altos como para poder encontrar alguna aplicación que pueda ser accesible para todo público o que pueda ser continuado o realizado por cualquier otro centro de investigación. Por lo consiguiente, debe buscarse una



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

forma en que estas limitantes sean reducidas, y en la medida de lo posible que tenga un cierto porcentaje de exactitud y precisión relativa comparada con las técnicas más complejas.

Palabras claves: *potenciales, EEG, electrodos, encefalograma.*

Introducción

Los últimos avances en medicina y neurociencia, utilizan en gran medida la colocación de electrodos y otros aparatos por medio de cirugías invasivas para recuperar la comunicación con el encéfalo, pero estos no solo resultan riesgosos para el paciente, sino que también resultan más costosos y están diseñadas a la medida, por lo que su comercialización o uso a gran escala se encuentra muy limitado, además de que impiden su posterior desarrollo y aplicaciones.

Utilizando la fase de amplificación del electroencefalograma (EEG) y analizando las señales obtenidas a través de los electrodos colocados en el cuero cabelludo, se pueden realizar acciones o tener respuestas parecidas a las que se consiguen usando métodos que requieran de una adaptación directa a tejido vivo sin provocar un posible rechazo por parte del cuerpo o las incomodidades propias de estar conectado quirúrgicamente a un aparato constantemente, además se pueden realizar aplicaciones con este método como recuperar movimiento en algunas extremidades que por motivos distintos se retiraron voluntaria o involuntariamente del cuerpo de las pacientes, además se puede dar movimiento a personas que nacieron con alguna enfermedad crónica.

Los más recientes esfuerzos por parte de médicos y científicos han logrado la creación de mecanismos que, en conjunto con el cerebro humano, trabajan sin ninguna intervención de algún medio exterior, sean operadores o computadores de asistencia local o remota. Lo anterior es posible debido a que, aunque haya



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

pérdidas de tejido masivas, musculares, óseas o hasta nerviosas, la comunicación con el cerebro no se ve interrumpida más que físicamente, pues este sigue enviando señales e instrucciones al cuerpo en todo momento. Debido a que la interacción encéfalo-cuerpo aún persiste, el sistema nervioso todavía puede ser aprovechable para captar la comunicación entre ambos y llevar a cabo sus instrucciones, las técnicas que son empleadas para esto consisten en recoger el último tramo de tejido nervioso sano y continuar desde ese punto las funciones perdidas.

El mayor problema del proceso descrito en cuanto su aplicación práctica, es, como se ha mencionado anteriormente, el tipo de onda obtenida del cuero cabelludo que depende no solo de la zona donde se coloca el electrodo, sino que la edad, estado de madurez mental y otras características tanto propias como situaciones externas mencionadas antes, hace complicado el diseñar e implementar dispositivos que funcionen casi de manera universal, estas mismas variaciones aparte de dificultar la compatibilidad y funcionalidad cuando el sujeto cambia, también compromete la integridad del dispositivo en si por los estados alterados no previstos que se pueden presentar. Para esta situación, es necesario un muestreo en una población estándar y analizar estadísticamente los resultados obtenidos antes de proceder a diseñar el dispositivo, además de realizar los correspondientes cálculos basándose en las propiedades trigonométricas básicas de las ondas sinusoidales, con el propósito de mejorar tanto la sensibilidad como predecir el comportamiento de las mismas e implementar las medidas necesarias para tener un rango seguro al cual operar y realizar estudios.

Metodología

Para poder replicar el principio de las cirugías para extender y aprovechar los nervios, fue necesario abordarlos desde otra perspectiva, es decir, en vez de buscar conexiones directas que, aunque resulten más exactas y confiables,



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

pierden su propósito cuando no se aprovecha todo su potencial posible y limitan en demasía otras intervenciones parecidas, con esto en mente, la razón por la cual se conectan las terminales nerviosas a dispositivos y amplificadores externos consiste en aprovechar los potenciales eléctricos del sistema nervioso central que se envían por medio de estas terminales, por esta misma razón, se puede utilizar una técnica de la medicina neurológica para recogerlas externamente, el Electroencefalograma (EEG).

La electroencefalografía consiste en el estudio de los potenciales eléctricos ocurridos en el encéfalo a través de extensiones que captan estos microvoltajes con la mínima cantidad de ruido posible, los electrodos. Después de ser captados, estas señales se comportan como ondas senoidales, las cuales se manifiestan gráficamente en la pantalla del EEG o de forma impresa, para luego ser interpretadas por un médico especializado o personal técnico capacitado. Cada tipo de onda, así como su frecuencia y longitud, que puede ser medida es asociada a un patrón de comportamiento normal o anormal del ser humano, sin embargo factores como edad, madurez cerebral, etc., pueden afectar la lectura y desviarnos de la interpretación estándar, terminando por complicar su estudio fuera de diagnósticos clínicos. A pesar de lo antes mencionado, es posible aprovecharlas para servir como un factor de cambio aprovechable, es decir, asociar diferentes tipos de comportamientos a distintos tipos de respuestas, haciendo posible la obtención de resultados aproximados a los obtenidos mediante técnicas quirúrgicas.

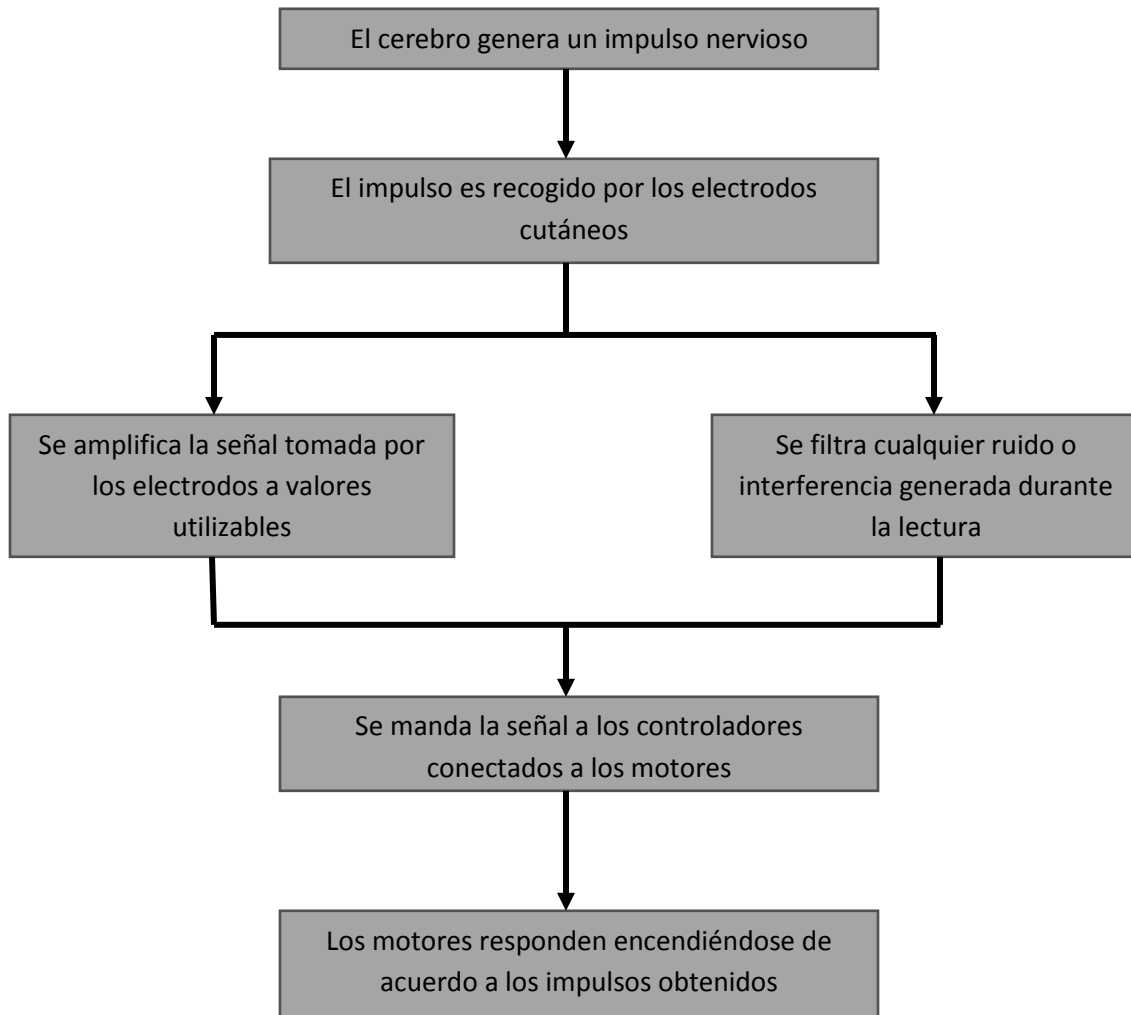
Se puede resumir el proceso de la siguiente forma:

- El cerebro genera un impulso nervioso ante cierta situación o necesidad
- Los electrodos captan este impulso y lo dirigen hacia una etapa de amplificación



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

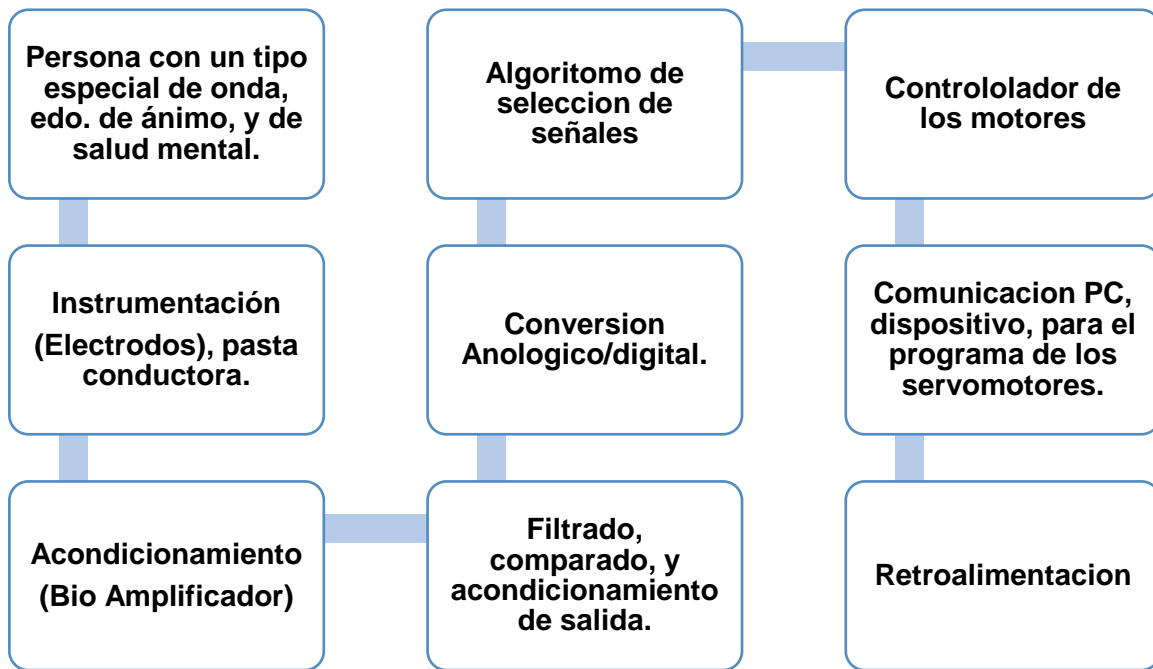
- El arreglo de amplificadores se encarga de aumentar la señal con la menor cantidad posible de ruidos o pérdidas
- Se procede a interpretar la señal usando controladores y/o circuitos integrados para su uso posterior
- Ya acondicionada la onda a valores aprovechables se genera una respuesta externa como un motor





“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

A continuación se muestra un diagrama con las etapas principales del prototipo:



Se describirán brevemente las partes del prototipo:

Electrodos

Para medir y registrar potenciales y corrientes en el cuerpo, es necesario utilizar alguna interfaz entre el cuerpo y el aparato de medición electrónico. Esta función es la que desempeñan los electrodos para biopotenciales, además estos electrodos llevan a cabo una función de transducción ya que la corriente en el cuerpo es transportada por iones y en un cable por electrones. Los electrodos para biopotenciales transforman la corriente iónica en corriente eléctrica.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Amplificador de instrumentación

Sirve para amplificar una señal en un rango de μV a mV , para conseguir este objetivo, el rango del valor de ganancia debe estar comprendido entre 1000 y 10000 para amplificar la señal y así poder visualizarla y tratarla de acuerdo a las necesidades del estudio.

Para esta acción interviene la relación rechazo al modo común (CMR) y se define como la ganancia de tensión en modo diferencial dividida por la ganancia de tensión en modo común, en un amplificador diferencial este toma dos señales a su entrada y nos entrega la diferencia de ellas, de allí debe su nombre de diferencial.

A continuación se muestra el diagrama de la configuración típica del TL084CN como amplificador de instrumentación.

Filtros Butterworth.

Esta etapa es una etapa analógica y se encarga de eliminar el ruido de las señales generadas para posteriormente ser acondicionadas. Un filtro adecuado para eliminar el ruido de estas señales es el filtro Butterworth que puede ser de primero, segundo o tercer orden. De los mencionados se seleccionó un filtro activo Butterworth de tercer orden para tener una atenuación de -60dB de las señales superiores a la de corte. Los dos filtros activos son pasa-bajos, para el diseño seguimos el siguiente diagrama con la configuración básica característica de este tipo de filtro.

Acondicionamientos de señal

La última etapa de los canales analógicos cumple la función de convertir las señales entre $+12\text{V}$ y -12V a unas entre 0 y 5V para que el convertidor A/D del



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

microcontrolador pueda leerlas sin problemas, es así que a la señal de electroencefalografía de cada canal le añadiremos un offset para desplazarla a un Rango positivo entre 0 y 5V, mediante un sumador no inversor.

Los dispositivos que se utilizaron para el diseño para las diferentes etapas del dispositivo son circuitos integrados que se cotizan en el mercado con un bajo costo y aunque existen integrados más específicos y técnicos que cumplen con la función deseada, se optó por esta solución al ser mejor por el bajo costo.

Resultados

Usando el proceso ya descrito anteriormente para obtener los potenciales de acción del cerebro, se lograron resultados paralelos parecidos a los que se obtienen a través de procedimientos quirúrgicos complicados, aunque estos últimos pueden resultar mejores a la larga, estos procedimientos resultan más efectivos en el corto y mediano plazo, pues hace más accesible para la población los beneficios de las prótesis autónomas , y en el largo plazo este principio puede sincronizarse con las otras técnicas para lograr resultados más completos y coadyuvar con la automatización de la tecnología para el ser humano.

En la rama de la investigación, al tener un diseño más móvil, y no depender directamente de un solo paciente para ser empleado, puede ser ocupado por diferentes instituciones para continuar con investigaciones simultáneas o paralelas.

Podemos decir que se lograron los siguientes enunciados:

- Se logró amplificar una señal eléctrica del orden de los milivoltios hasta valores utilizables (0-5V) con una cantidad de ruido despreciable



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

- Se pudo alimentar un controlador por medio de la corriente amplificada y a su vez ser analizada
- Se pudo obtener una respuesta, en forma de movimiento de motores, a la entrada de la señal amplificada
- Se comprobó que con el diseño actual, es posible notar físicamente los cambios en la señal.
- Basándonos en lo propuesto, fue posible amplificar un voltaje del orden de los milivoltios hasta valores utilizables para la electrónica, es decir, valores de 0 a 5V en promedio, y se controló un motor por medio de un voltaje amplificado sin ser analizado, mostrando ruido que puede ser despreciado más sin embargo, se reducirá o en caso de ser posible eliminado conforme se avance.
- Fue posible captar el voltaje en la superficie del cuero cabelludo gracias al uso de gel conductor, pues la resistencia natural del cuerpo humano es demasiado alta provocando que el valor obtenido no sea el verdadero o se encuentre afectado por corrientes invasoras, sea un medio previamente ionizado o la estática inherente del cuerpo.
- El diseño de la parte mecánica del dispositivo creado para demostrar la hipótesis cumple con la función de demostrar los cambios ocurridos en el encéfalo.

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se logró aprender técnicas de medición muy específica y especializada, también se requirió de una amplia investigación en diversas áreas tanto en neurociencias y en la amplificación mediante circuitos especializados realizados con transistores de efecto de campo y amplificadores operacionales, esta última correspondiente al área de la electrónica.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Los dispositivos actuales que sirven como prótesis creadas requieren de operaciones altamente invasivas en el cuerpo y que en un determinado número pueden afectar la integridad del paciente, las nuevas tecnologías pretenden realizar las mismas aplicaciones pero con un método menos invasivo.

Los logros obtenidos fueron muy gratificantes al tratarse de diseños propios y de métodos implementados como resultado de arduas investigaciones. En eventos pasados no se logró el impacto deseado pero si se pudo demostrar ante un grupo de la sociedad que el método propuesto es efectivo y no solo eso que cumple con todas las características principales de las prótesis invasivas mediante el método antes propuesto.

A corto plazo se pretende crear dispositivos en masa y adaptarlas a distintos pacientes y con edades diferentes, ya que como se mencionaba las ondas captadas varían de persona en persona por cuestiones de salud, edad, etc.

El objetivo de la ciencia es ayudar al desarrollo humano tomando en cuenta ahora el desarrollo sustentable, es decir sin afectar a los sectores social y ambiental, con dicho dispositivo se logran grandes cosas como reducir tiempos y costos además también se pueden impulsar al desarrollo de muchas personas que aunque somos iguales carecen de las mismas disposiciones y habilidades físicas para poder disfrutar plenamente la vida, aprovechar las oportunidades que se les presenten es un derecho de todos.

Bibliografía

- Tratado de Anatomía Humana* – Tomo II; Quiroz Gutiérrez, Fernando; Ed. Porrúa; 42ª Edición, año 2010.
- *Electroencefalografía*; Enrique A. Delamonica; Ed. El Ateneo; 2ª Edición Año 1984.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

- *Amplificadores Operacionales Y Filtros Activos* - Teoría, Proyectos Y Aplicaciones Prácticas; Antonio Pertence Junior.
- *Neurología*; Juan J. Zarranz; Ed. Elsevier; 3° Edición.