

Datos Generales

Proyecto	Sistema de Adquisición y Procesamiento de Señales EEG para Aplicaciones en Neurofeedback "Sprodeeg Neurofeedback"		
Estado	INACTIVO		
Semillero	SEMILLERO DEL CENTRO DE BIOINGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE CEBI-UAC		
Área del Proyecto	Ingenierías	Subárea del Proyecto	Ingeniería de Sistemas
Tipo de Proyecto	Proyecto de Investigación	Subtipo de Proyecto	Investigación en Curso
Grado	X Semestre	Programa Académico	Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Email	andres.felipe.gutierrez@hotmail.com	Teléfono	300 838 5963, 300 832 7697, 300 802 3517

Información específica

Introducción

Las señales electroencefalográficas EEG representan la actividad eléctrica del cerebro y se caracterizan por presentar un patrón no predefinido, amplitudes extremadamente bajas y distribuirse en cuatro bandas de frecuencia (Delta, Teta, Alfa y Beta) que se encuentran estrechamente relacionadas con el estado de conciencia y actividad fisiológica del sujeto. Por su naturaleza, las señales EEG son susceptibles a cualquier tipo de ruido e interferencias, por lo cual se debe llevar a cabo procedimientos de amplificación, filtrado y acondicionamiento para reducir al máximo estas señales no deseadas. Sprodeeg Neurofeedback es un Sistema de Adquisición y Procesamiento de Señales EEG, que puede constituirse en una herramienta útil para los Especialistas en Neurociencias interesados en llevar a cabo técnicas de Neurofeedback para el tratamiento patologías como el estrés. Estas técnicas consisten en el registro de la actividad bioeléctrica del cerebro y retroalimentación en tiempo real, de forma visual y/o auditiva, al sujeto para que pueda cambiar a voluntad su estado fisiológico o de conciencia. Actualmente, la implementación de técnicas de Neurofeedback para el tratamiento del estrés le permiten al paciente aprender a controlar su actividad Beta e incrementar la producción de actividad Alfa, mejorando sustancialmente tanto su actividad fisiológica como mental, reduciendo así su estado de estrés de manera eficaz, no invasiva y con ausencia o con mínima necesidad de ingesta de medicamentos

Planteamiento

En Colombia, así como en algunos países Suramericanos, por efecto de la ausencia y los altos costos de los equipos biomédicos, como es el caso de los neurológicos, una gran población no puede acceder a diagnósticos y tratamientos con este tipo de equipos. Asimismo, patologías que cada vez se presentan con más frecuencia en nuestra sociedad como el estrés en algunos casos pasan desapercibidas y, en otras ocasiones son tratadas pero con métodos rudimentarios y sin equipamiento especializado que verdaderamente brinden alta confiabilidad y precisión a la hora diagnosticar y llevar a cabo el tratamiento correspondiente. Entonces, ¿cómo se podría ayudar, desde la perspectiva ingenieril, a los especialistas en Neurología, Psicología y Psiquiatría y a los pacientes en el tratamiento del estrés? Desde la perspectiva ingenieril, a través de la contribución con el desarrollo e implementación de los avances tecnológicos, se espera ofrecer al Sistema de Adquisición y Procesamiento de Señales EEG para aplicaciones en Neurofeedback Sprodeeg Neurofeedback como una herramienta clave, eficaz y alternativa para los especialistas en el diagnóstico y tratamiento de problemas de índole emocional, psicológico y neuronal como el estrés desde una perspectiva clínica. Además, se busca contribuir al fortalecimiento de la formulación de proyectos en el campo de la Bioingeniería como instrumento de desarrollo intelectual y médico, dentro y fuera del Centro de Bioingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe CEBI-UAC.

Objetivo General

Diseñar e implementar un Sistema de Adquisición y Procesamiento de Señales EEG para Aplicaciones en Neurofeedback.

Objetivos Específicos

· Adquirir y acondicionar las señales EEG para su posterior tratamiento digital. · Diseñar e implementar filtros digitales para eliminar componentes de frecuencias no deseados de forma óptima. · Desarrollar un algoritmo para la detección automática de frecuencia de la actividad EEG. · Implementar una interfaz visual para la interpretación de los resultados obtenidos en el registro. · Desarrollar un protocolo clínico para llevar a cabo el tratamiento del estrés.

Referente

P { margin: 0px; } Las ondas electroencefalográficas o EEG se pueden definir como las señales producidas por la actividad eléctrica en la corteza cerebral como consecuencia de la sincronización de descarga de las neuronas, las cuales son las células más abundantes del sistema nervioso. Esto significa que no basta con que una neurona produzca un campo eléctrico, sino que es necesario que muchas neuronas y al mismo tiempo produzcan un campo eléctrico mínimo para que dicha actividad pueda ser registrada. Las señales EEG corresponden a unas de las señales fisiológicas más pequeñas, su amplitud está en el orden de los 0 a 300 μ V, y su ancho de banda está comprendido entre 0.15Hz a 70Hz, además presentan una particularidad: son señales no estacionarias o aleatorias, es decir, no presentan un patrón predeterminado o preestablecido. Igualmente, dependiendo del estado de conciencia y/o fisiológico del individuo, las señales EEG presentan diferentes características y se pueden clasificar en 4 bandas de frecuencia: Delta, Teta, Alfa y Beta, cuyas características se pueden observar en la Tabla 1. Si la actividad cerebral de algún individuo no cumple con estas características indica que alguna patología neuronal debe estar padeciendo. Ritmo Delta (δ) Teta (θ) Alfa (α) Beta (β) Rango de frecuencia (Hz) ≤ 4 4.1-8 8.1-13 β_1 : 13-25 β_2 : 25-50 Amplitud (μ V) 100 Niños: 50 Adultos: 10 Infantes: 20 Niños: 75 Adultos: 50 10-20 Región craneal Frontal Temporal Parietal- Occipital Frontal Condición Sueño profundo, anestesia Somnolencia Adultos sanos y despiertos, con estado mental tranquilo, relajación, actividad mental leve, reposo con ojos cerrados Reposo con ojos abiertos, estados de tensión, pensamiento activo, estado de alerta, resolución de problemas

Tabla 1. Bandas características de las señales EEG

El registro de la actividad eléctrica del cerebro en el cuero cabelludo se conoce como electroencefalograma, y las técnicas para llevarlo a cabo se denominan electroencefalografía, las cuales son exploratorias, no invasivas y se realizan con equipos especializados. Los dispositivos encargados de adquirir las señales EEG son los electrodos, los cuales son transductores que convierten las corrientes iónicas, producidas por las sinapsis neuronales, en corrientes eléctricas aptas para el registro de éstas. Los electrodos más usados en electroencefalografía son los de disco y están fabricados en oro o en plata recubiertos de cloruro de plata (Ag-AgCl), aproximadamente de 1cm de diámetro, son ligeramente cóncavos y presentan un orificio pequeño en el centro, el cual se llena con gel conductor para aumentar el área de contacto entre el cuero cabelludo y el electrodo. En general, los sistemas biomédicos se caracterizan por tener amplitudes bajas y por ser no extraíbles, es decir, que si se desea registrar la actividad EEG no se puede detener o apagar los otros sistemas como el corazón o la respiración. Debido a esto, los registros EEG son muy susceptibles a señales extracerebrales que suelen interponerse a la señal de interés, las cuales se conocen como artefactos e interferencias. Los artefactos son debido al sujeto o al sistema de registro como tal, y dependiendo de su origen se clasifican en biológicos o físicos. Por otra parte, las interferencias se deben a fuentes eléctricas lejanas, y pueden originarse por acoplamiento capacitivo entre el sujeto y objetos cercanos, cambiando así el potencial eléctrico con respecto al equipo de medición; también, se pueden producir por inducción electromagnética en el circuito formado por el aparato, los cables y el paciente. Aunque se traten de evitar al máximo, dichas señales no deseadas estarán presentes a la hora de llevar a cabo un registro EEG, por ende, para eliminarlas o reducirlas al máximo se recurren a las técnicas de filtrado, que consisten en eliminar los componentes de frecuencias de las señales que no son de interés, permaneciendo casi intactas las señales EEG. Se pueden implementar filtros análogos y/o digitales, dependiendo de los resultados finales que se deseen, además de los recursos y conocimientos con los que se cuenten. Por un lado, los filtros análogos son de sencilla construcción, siendo los elementos principales para su uso los amplificadores operacionales, capacitores y resistencias. Los cálculos son sencillos y dependen de la frecuencia de corte que se necesite. Por otra parte, los filtros digitales se implementan en dispositivos lógicos programables, principalmente en microcontroladores, siendo estos cálculos más complejos pues se requiere de conocimientos más profundos en lógica programable, controles digitales y en programación. Los filtros análogos se caracterizan por su capacidad de manejar grandes potencias, trabajar en frecuencias altas, sencilla y rápida construcción, mientras que los filtros digitales son altamente inmune al ruido, son bastante precisos, son fácilmente reconfigurables, presentan repetitividad en su funcionamiento y en sus resultados, tienen la capacidad de trabajar con muy bajas frecuencias, se pueden filtrar simultáneamente varias señales en un mismo dispositivo y se pueden almacenar y recuperar los datos fácilmente. Del mismo modo, los filtros digitales se ven limitados a trabajar a altas frecuencias debido a la velocidad de procesamiento del dispositivo programable, y requieren más tiempo para su diseño e implementación. Existen diferentes clases de filtros activos análogos dependiendo de las características y el resultado que se quiera obtener de la respuesta en frecuencia, la amplitud y la fase de la señal, entre los que se encuentran los Butterworth, Bessel, Chebyshev y los Elípticos. Como es bien sabido, la relación entre la entrada y salida de un sistema es una función de transferencia, que se expresa comúnmente como una fracción, que en muchos casos se lleva al dominio de la frecuencia y luego expresada como ecuaciones en diferencias, para luego ser implementadas en un dispositivo digital programable, implementándose entonces un filtro digital tipo IIR, los cuales se caracterizan por ser recursivos, es decir, por tener en la señal de salida retroalimentación de la señal de entrada. Mientras que los FIR son no recursivos, lo cual indica que la salida exclusivamente depende de la señal de entrada. La implementación de los filtros análogos se puede llevar a cabo con circuitos integrados que con ayuda de dispositivos pasivos como resistencias y condensadores se puede obtener la frecuencia de corte deseada, pero presentan el inconveniente de la precisión debido a que los cálculos se ven limitados por los valores comerciales de dichos dispositivos. El orden del filtro que se puede obtener en la práctica no es muy alto, pero en la adquisición de las señales EEG es fundamental utilizarlos antes de llevar a cabo cualquier tratamiento digital, debido a que es necesario llevar dichas señales a un nivel de voltaje apto para ser reconocidas por el dispositivo lógico programable a utilizar. A su vez, para llevar a cabo la implementación de los filtros digitales una excelente opción y que goza de gran popularidad es el uso de redes de compuertas lógicas programables o FPGAs (Field Programmable Gate Array), dispositivo lógico de propósito general compuesto por bloques lógicos comunicados por conexiones que son programadas por el usuario en lenguaje de descripción de hardware de alto nivel VHDL, considerado actualmente como un estándar para la descripción y modelado de síntesis de circuitos digitales y sistemas complejos. La ventaja principal de estos dispositivos radica en que se pueden realizar diseños de circuitos digitales bastante complejos, y ejecución de procesos en paralelo, además de trabajar también con procesos secuenciales. Asimismo, las FPGAs permiten el diseño y rediseño de circuitos de propósito especial en poco tiempo. Por otro lado, debido a que la señal de entrada para un filtro digital es binaria, hay que llevar a cabo una conversión del formato análogo a un formato digital (ADC). Un conversor análogo-digital es un dispositivo electrónico que convierte una entrada analógica de voltaje a un número digital. La resolución puede también ser definida eléctricamente y expresarse en volts, en este caso se le conoce como sensibilidad, es decir, el voltaje necesario (mV) para lograr que en la salida haya un cambio del bit menos significativo. El dispositivo establece una relación entre su entrada (señal analógica) y su salida (digital) dependiendo de su resolución. Asimismo, la salida de un filtro digital está dado en formato binario, por lo cual se requiere reinvertir el proceso, lo que se conoce como conversión digital a análoga (DAC), de esta forma, los conversores digital-análogo son interfaces entre el mundo abstracto digital y la vida real analógica. Los DACs presentan una resolución que se calcula de forma inversa que se hace con los ADC. En un sistema diseñado en VHDL, para el control y sincronización de estas etapas de conversión de formato se hace uso del protocolo SPI (Serial Peripheral Interface), el cual es un bus de tres líneas, sobre el cual se transmiten paquetes de información, donde cada línea porta la información entre los diferentes dispositivos conectados al bus. Cada dispositivo conectado al bus puede actuar como transmisor y receptor al mismo tiempo, por lo que este tipo de comunicación serial es full dúplex. Los dispositivos conectados al bus son definidos como maestros y esclavos. Un maestro es aquel que inicia la transferencia de información sobre el bus y genera las señales de reloj y control y, el esclavo es un dispositivo controlado por el maestro.

Metodología

P { margin: 0px; } Este proyecto obedece a una investigación de tipo descriptiva-exploratoria, debido a que su eje central de estudio son las señales EEG, más específicamente sus dos características fundamentales tales como su amplitud y frecuencia. De esta forma, el anteproyecto basa su desarrollo en teorías ya establecidas con las cuales se pretende medir y establecer el comportamiento de dichas señales en diferentes circunstancias, pero a su vez se van a llevar a cabo estudios exploratorios sobre el tema para la aplicación específica de Neurofeedback que se le desea dar. Asimismo, el diseño de investigación que se ejecutará es de tipo cuasi-experimental, lo cual indica que las variables a estudiar se obtendrán directamente de la realidad a través de la experiencia empírica con ayuda de dispositivos específicos para tal caso, partiendo de ciertas bases teóricas que orientarán la observación. Por otra parte, dichas variables se obtendrán en diferentes sujetos que exhiban la patología asociada, de esta manera se deduce que es una muestra intencionada, ya que las pruebas se harán en 5 personas adultas seleccionadas que reúnan una serie de características mínimas en las cuales se pueden medir las variables de interés. En cuanto a los instrumentos de recolección de información se recurre a fuentes primarias como personas especialistas en el tema de la retroalimentación biológica enfocada a las patologías a tratar como neurólogos y psicólogos, además se lleva a cabo la observación directa, consultas en libros y textos que aborden estas temáticas; las fuentes secundarias son páginas en Internet de fabricantes, de universidades y artículos relacionados con el tema.

Resultados Esperados

P { margin: 0px; } Se espera que el Sistema de Adquisición y Procesamiento de Señales EEG para aplicaciones en Neurofeedback Sprodeeg Neurofeedback sea transferido al sector salud y contribuya al tratamiento de problemas emocionales, psicológicos y neuronales, consolidando el trabajo que se ha venido realizando en esta temática en el Centro de Bioingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe. Actualmente la investigación presenta resultados en referencia al proceso de adquisición de señales, acorde con los trabajos previos existentes en el Centro de Bioingeniería, estos se están validando teniendo en cuenta las características del proyecto en curso.

Conclusiones

P { margin: 0px; } En el proceso de pre-diagnóstico se comprobó como lo señalan los estudios realizados por los entes nacionales de salud la alta incidencia de problemas neurológicos y emocionales en la población colombiana, de igual forma la necesidad de contar con tecnología biomédica especializada que coadyuve en el diagnóstico y el tratamiento de estas patologías.

Bibliografía

P { margin: 0px; } · GARCÍA, María. JIMÉNEZ, Aida. ORTIZ, María. PEÑA, Miguel. Potenciales Bioeléctricos: Origen y Registro. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México. Capítulo 1 y 5. · GUYTON, Arthur C. HALL, John E. Tratado de Fisiología Médica. Editorial Mc Graw Hill. Décima Edición, 2001. Capítulo 59. · MAXINEZ, David G. ALCALÁ, Jessica. VHDL El arte de programar sistemas digitales. Editorial CECSA. Segunda reimpresión. México, 2004. PARDO, Fernando. BOLUDA, José. VHDL: Lenguaje para síntesis y modelado de circuitos. Editorial Alfaomega Ra-Ma. Segunda Edición. México, 2004.

Integrantes

¡Actualmente no existen integrantes para este proyecto!

Instituciones

NIT	Institución
8901025729	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE