

Medición del Tremor Parkinsoniano Mediante un Instrumento Virtual

García Mejía Juan Fernando¹, González Romero Flor del Rio², De Jesús Navarrete Mineli¹, García Mejía José Antonio, Cruz Ortega Claudia Angelica¹

¹Laboratorio de instrumentación virtual, Centro Universitario UAEM Atlacomulco

²Jefatura de Centros de Cómputo, Centro Universitario UAEM Atlacomulco
Carretera Toluca-Atlacomulco km. 60 Atlacomulco Edo. de Mex
Correo electrónico: kyrill_lakota@hotmail.com

Resumen

En este artículo se muestra el diseño e implementación de un sistema de instrumentación virtual con aplicaciones en la medición del tremor Parkinsoniano, el cual es un síntoma característico de una enfermedad de carácter neurológico-degenerativo conocida como Mal del Parkinson. El instrumento propuesto en su etapa física, consta de una fotorresistencia como elemento sensor, un amplificador operacional como acondicionamiento de señal y una tarjeta de adquisición de National Instruments®. La parte lógica se desarrolló en Visual Studio .NET® combinando con Measurement Studio® que proporciona elementos necesarios para la graficación y el análisis, además de Microsoft Access® como manejador de una base de datos que contienen los datos del paciente. Cabe destacar que desarrollo se modelo mediante el Lenguaje de Modelado Unificado.

Palabras clave: tremor Parkinsoniano, sistema de instrumentación virtual Measurement Studio®

1. Introducción

Se presenta el diseño e implementación de un sistema de instrumentación virtual no invasivo y de bajo costo, el cual permita realizar la medición de la frecuencia de una señal eléctrica, representativa del Tremor parkinsoniano, el cual es un signo de una enfermedad de carácter neurológico-degenerativo denominada mal del Parkinson.

Uno de los problemas que presentan algunos adultos mayores es el padecimiento de enfermedades degenerativas. Una de estas es el Mal del Parkinson, descrito por James Parkinson en Inglaterra en el año 1817; los síntomas de este padecimiento son los siguientes [1]:

- Rigidez y bradicinesia (perdida de sensibilidad en músculos faciales)
- Acinesia (perdida o falta de movimiento)
- Inestabilidad postural
- Tremor Parkinsoniano

El tremor Parkinsoniano se presenta en estado de reposo, es un movimiento rítmico y oscilatorio, producido por la contracción alternante de músculos inervados recíprocamente (Agonistas-Antagonistas) [2].

Algunos autores resaltan que el tremor parkinsoniano tiene una frecuencia que se encuentra en el rango de 4 a 6 Hz. [3]; se presenta al inicio de la enfermedad, en el 70% de los casos, esto explica la importancia del desarrollo de instrumentos de medición de este signo, ya que contribuyen en la investigación de nuevos tratamientos ya sean quirúrgicos, farmacológicos o de electroestimulación; encaminados a reducir o eliminar los síntomas del Mal del Parkinson.

Los instrumentos de medición del tremor parkinsoniano son desarrollados con:

- Acelerómetros [4].
- Sensores en la piel del paciente, los cuales son conectados a un equipo de Electromiografía (EMG) [5].
- Grabación en video del movimiento para su posterior análisis [2].

Los instrumentos desarrollados con acelerómetros tienen como desventaja su carácter “invasivo” es decir se requiere la colocación de los dispositivos en el paciente, situación presente en los instrumentos de medición basados en EMG además del costo de estos.

La grabación y análisis de video es una técnica que tiene como ventaja el no ser invasiva pero como desventaja su costo elevado.

El instrumento virtual que se desarrolla al interior del Centro Universitario UAEME Atlacomulco se divide en las siguientes etapas:

1. Implementación de un sensor del tremor parkinsoniano, basado en una fotorresistencia, la cual permite el análisis de este síntoma de forma no invasiva y el diseño e implementación de un sistema de software que permita la graficación, análisis y registro en una base de datos de la frecuencia del movimiento de alguna de las manos de pacientes que padecen Mal del parkinson. Esta etapa es la que se presenta en este documento.
2. Cambio de la fotorresistencia ya que la primera etapa fue diseñada para condiciones de luz específica y constante, por tal motivo se buscara la portabilidad del instrumento

2. Desarrollo

En esta sección, se presenta el modelado del sistema de instrumentación propuesto mediante una técnica conocida como Lenguaje de Modelado Unificado (UML), la cual se utilizó para especificar, documentar y visualizar los componentes del instrumento desarrollados en esta etapa. También se presentan el diagrama eléctrico del circuito de acondicionamiento de señal, algunas instrucciones utilizadas para programar la tarjeta de adquisición de datos y el procedimiento utilizado para obtener la frecuencia del tremor parkinsoniano

2.1 Modelado

El primer diagrama de modelado presentado es el de casos de uso que muestra las operaciones que lleva a cabo el sistema y su iteración con los actores (usuarios), que en este caso son dos: el doctor y el paciente.

La figura 1 muestra que el doctor ingresa los datos del paciente al cual se realizara una medición del tremor, dicho resultado se presenta a ambos actores de manera visual por medio de una interfaz gráfica, y se almacena en una base de datos, para posteriormente imprimir un reporte

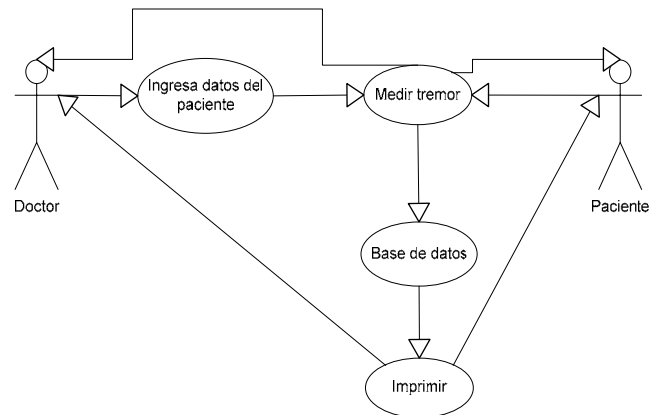


Figura 1 Diagrama de casos de uso usuario-sistema

En la figura 2 se presenta el diagrama de casos de uso del sistema, el cual muestra mediante el cual se obtiene la frecuencia del tremor parkinsoniano

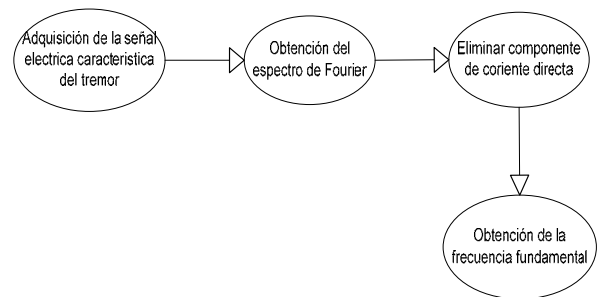


Figura 2 Diagrama de casos del sistema

El diagrama mostrado en la figura 3 corresponde a las actividades que realiza el sistema de instrumentación virtual propuesto durante su ejecución

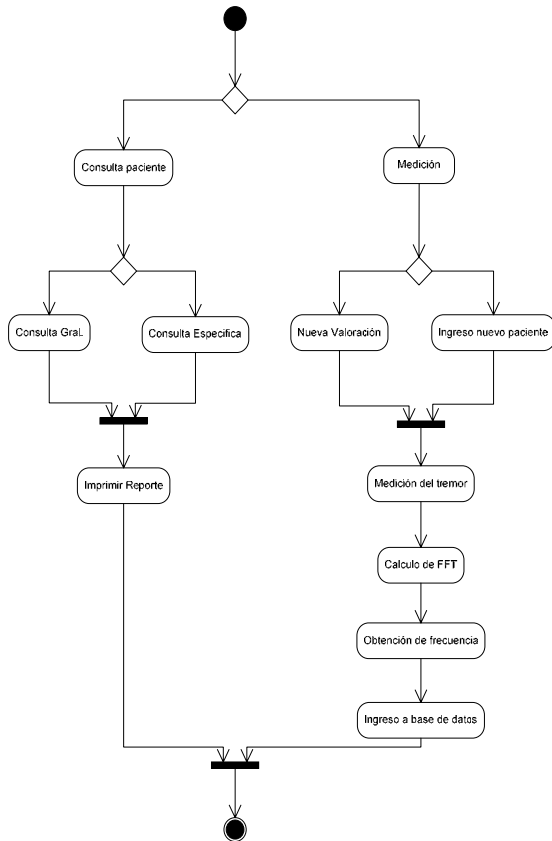


Figura 3 Diagrama de Actividad

Es pertinente mencionar que los diagramas 2 y 3 muestran que la obtención de la frecuencia se realiza mediante la transformada rápida de Fourier (FFT). Su implementación se discutirá en la siguiente sección.

En el diagrama de secuencia (figura 4) se muestra el flujo de información entre las diversas etapas del sistema y el usuario en este caso el paciente afectado por parkinson.

El diagrama de componentes de la figura 5 muestra las relaciones entre los componentes de la parte Física (Hardware) y la lógica (Software)

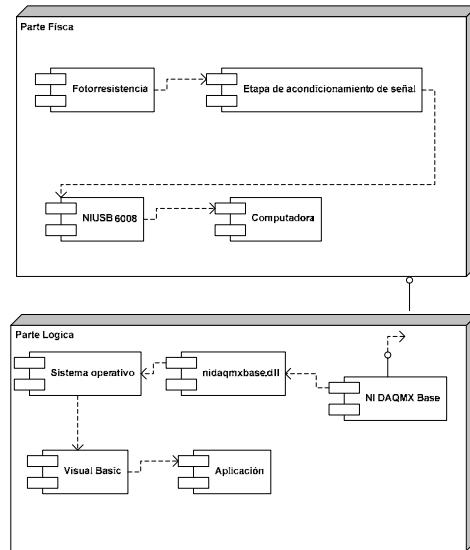


Figura 5 Diagrama de Componentes

El modelo de la base de datos se presenta mediante un modelo entidad relación que se muestra en la figura 6

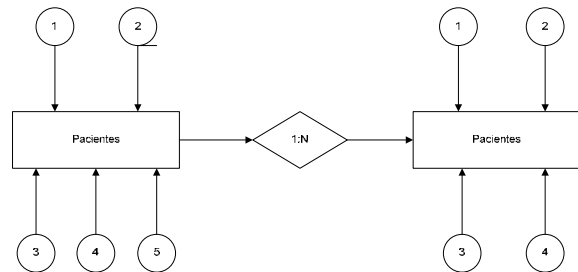


Figura 6 Diagrama Entidad relación

En el cual se muestran 2 campos: Pacientes y Frecuencia.

El campo Pacientes esta formado por:

1. RFC
2. Nombre
3. Edad
4. Masculino
5. Femenino

Mientras que el campo Frecuencia esta formado por:

1. RFC
2. Fecha y hora del sistema
3. Medicamento
4. Frecuencia

2.2 Desarrollo

En la figura 7 se describe el circuito eléctrico de la etapa de acondicionamiento de señal y el sensor empleado en este desarrollo, el divisor formado por R3 y R2 tratan de compensar las variaciones de luz ambiente ya que estas en ocasiones involucran disminuciones en la amplitud de la señal registrada.

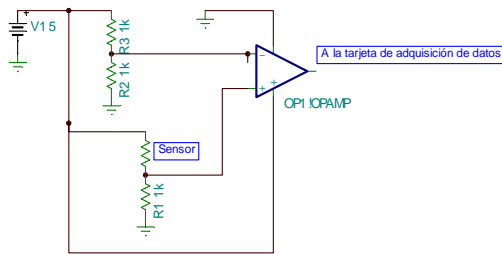


Figura 7 Tarjeta de adquisición de datos

En esta sección se muestra los procedimientos utilizados para adquirir datos, La tarjeta empleada en este desarrollo es la NI-USB 6008 de National Instruments (figura 8) la cual tiene 8 entradas y 2 salidas analógicas. Cuya velocidad de muestreo es de 10Ksamples/segundo, si se emplea un solo canal analógico, mientras que los canales de salida tienen una frecuencia de 150 Hz. además 12 canales de entrada / salida digital y un contador de 32 bits.



Figura 8 Tarjeta de adquisición de datos

Para programar la tarjeta NI USB 6008 en Visual Basic.Net se utilizó la librería de vínculo dinámico nidaqmxbase.dll con la finalidad de crear funciones estáticas públicas que se muestran a continuación:

- DAQmxBaseStopTask: Para detener una tarea ya sea digital o analógico.
- DAQmxBaseCreateTask: Crea una tarea para la tarjeta de adquisición.
- DAQmxBaseStartTask: Inicio de tarea
- DAQmxBaseClearTask: Borrar una tarea digital o analógica.
- DAQmxBaseCreateAIVoltageChan: Crear un canal de adquisición de datos analógicos
- DAQmxBaseReadAnalogF64: Leer datos analógicos.

3. Resultados

En la figura 9 se muestra una señal adquirida del tremor parkinsoniano de un paciente antes de ingerir una dosis de levodopa. El eje X son el número de muestras mientras que el eje Y es la amplitud en volts de la señal.

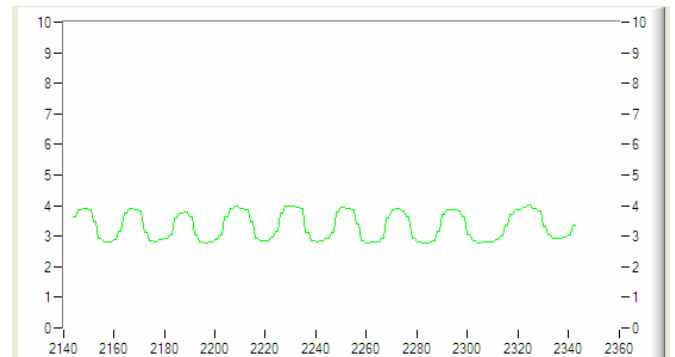


Figura 9 Tremor parkinsoniano sin levodopa

La señal adquirida se guarda en un arreglo del tipo dinámico y se obtiene la frecuencia de esta por medio de la transformada discreta de Fourier (FFT), la cual es un algoritmo matemático utilizado para conocer las componentes frecuenciales de una señal, considerando que esta puede ser representada por medio de la sumatoria de funciones senoidales y cosenoidales Su implementación se realiza mediante la siguiente función de Measurement:

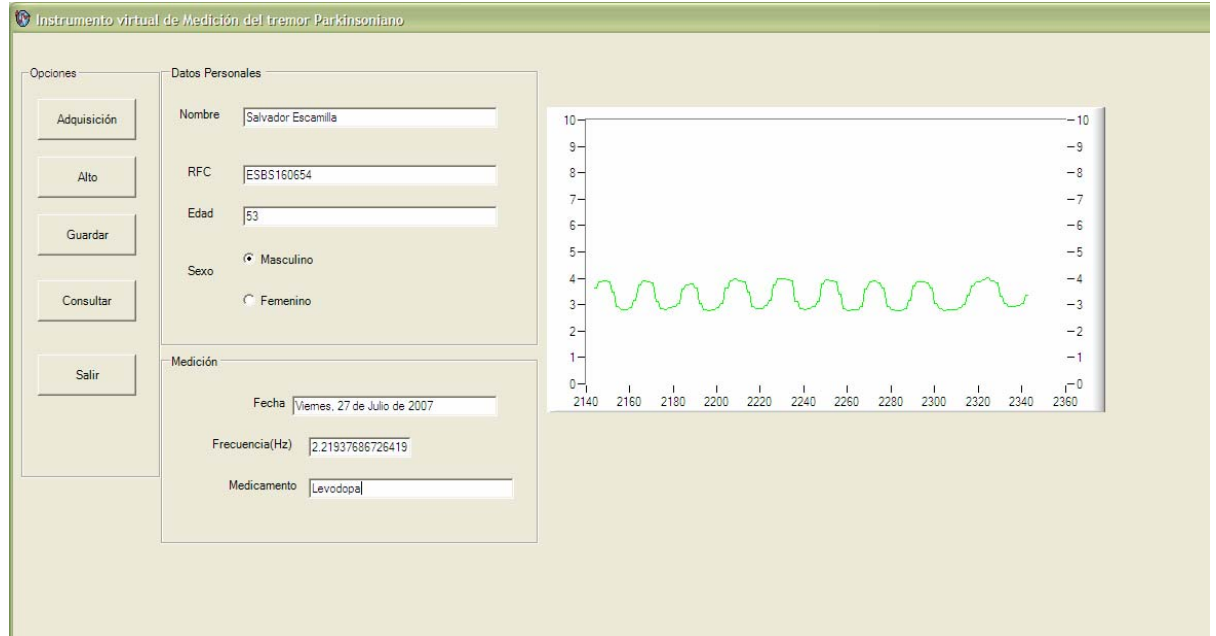
FFTValue=NationalInstruments.Analysis.Dsp.Transformers.RealFft(arreglo)

Donde arreglo es una variable del tipo Array Double , la instrucción devuelve un dato de salida FFTValue, el cual es un arreglo polar, compuesto de magnitudes de la FFT y de fases de salida, las cuales se descomponen por medio de la siguiente instrucción:

NationalInstruments.ComplexDouble.DecomposeArrayPolar(FFTValue, magnitudes, phases)

La figura 10 muestra la interfaz de usuario del instrumento desarrollado en esta etapa del

proyecto en esta se muestra el tremor y los campos de los datos del paciente (edad, RFC así como el medicamento empleado para el control del tremor,



El valor de la casilla frecuencia se encuentra mediante el siguiente código:

*NationalInstruments.Analysis.Math.ArrayOperation.
 MaxM
 in(arreglo1, maximo, indexmax, minimo, indexmin)*

Donde arreglo1 es del tipo array double sin la componente cero, máximo e indexmax son el valor del máximo y su índice en el arreglo de entrada de este comando de forma similar se obtiene el mínimo y su posición.

Por lo tanto la frecuencia fundamental se obtiene de la siguiente manera:

TextBox3.Text = xwaveform(indexmax + 1)

4. Resultados

A pesar de ser un desarrollo que se encuentra en su primera etapa se puede obtener mediciones de frecuencia del tremor parkinsoniano en condiciones constantes de luminosidad. El uso de Measurement Studio permitió graficar la señal adquirida de modo

sencillo, calcular la frecuencia por medio de la transformada rápida de Fourier y utilizar algunas herramientas de manejo de arreglos. El modelar el instrumento virtual por medio de UML permitió un adecuado diseño del instrumento desarrollado

Referencias

- [1] Jaramillo J, I. Rojas O, DM. Camperos S, E. Lorenza, P *Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo de Comportamiento en pacientes con padecimientos de temblor de varias Etiologías*. IX Workshop Iberchip 2003, La Habana, Cuba.
- [2] Saavedra, J. *Efecto del tens en el efecto de la enfermedad del Parkinson*". Arch Neurocién (Mex). Vol. 10(3).Octubre 2005. pp. 133-139.
- [3] Alvear Concha Paulina Alejandra, Carmona Martínez Carlos Daniel. *Descripción de la independencia funcional, equilibrio y depresión de los pacientes con enfermedad de parkinson pertenecientes a la liga chilena contra el Mal de Parkinson*. Universidad de

- Chile facultad de medicina Escuela de Kinesiología. Chile 2005. Pp.7
- [4] Pérez M, C. Yáñez S O. *Demodulador Digital para Acelerometría Dinámica* Memorias del 1er taller de compute reconfigurable 2003 Coordinación de sistemas computacionales Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica. Apisaco Tlaxcala..
- [5] Brunetti;F Ruiz,A. Rocon,E. Cullel. A Buenoi, L Corner-Cordero A Pons. J L *Un conjunto de herramientas portátiles para la valoración y el estudio de desórdenes neuromotores* XXVI Jornadas de automática, del 7 al 10 de Septiembre del 2005. Universidad de Alicante.

Agradecimientos

Los autores agradecen al C.P Salvador Escamilla, Presidente de la Asociación de enfermos de Parkinson de Atacomulco Edo. de Mex su colaboración en este trabajo