

Automatización de las Pruebas Paramétricas para los Estimuladores Somatosensorial y Auditivo del Equipo Neurónica 5I

A Crespo-Ruiz¹, J Chang-Duany², J Chailloux-Peguero¹

¹ Instituto Superior Politécnico Jose Antonio Echeverría/CEBIO, Ciudad Habana, Cuba, jorgechangduany@yahoo.com

² Centro de Neurociencias de Cuba/Departamento de Postventa, Ciudad Habana, Cuba

Abstract— The Neronica 5I equipment, developed by the Cuban Neurosciences Center, is used for the study of evoked potentials. These are Neurophysiology clinical diagnosis methods for knowing the anatomical and functional state of the nervous system. Due to its significance, this equipment is sold in several countries and its demand has increased. This situation has required the establishment of a safe quality system that allows to check, in a brief period of time, the new designs and the equipments produced for selling, verifying their output parameters. This tool will enable to decrease the execution time of parametric tests, their complexity and the range of human error.

Palabras claves— herramienta, software, Neurónica 5I, somatosensorial, auditivo.

I. INTRODUCCIÓN

Los equipos médicos utilizados para realizar las pruebas de potenciales evocados han adquirido cada vez mayor importancia como método de diagnóstico clínico dentro de la Neurofisiología, ya que permiten obtener indicadores confiables del estado anatomofuncional del Sistema Nervioso [1].

Nuestro país, gracias al impulso que ha dado nuestra revolución a las ciencias, cuenta con toda una línea de estos equipos, desarrollados en el Centro de Neurociencias de Cuba. Entre los que se encuentra la Neurónica 5I [2].

Dicho equipo se encuentra en igualdad de condiciones en cuanto a tecnología y posibilidades con los productos que existen en el mercado internacional. Además dado el nivel de integración y complejidad que presentan estos equipos, se hace cada vez más complejo el mantenimiento y reparación de los mismos, Todo esto ha requerido la necesidad de desarrollar una herramienta de software, que permita comprobar de forma automática en un breve período de tiempo los nuevos diseños, así como los equipos producidos para la venta, verificando sus parámetros de salida, a partir de las señales generadas por los estimuladores somatosensorial (estimulador eléctrico) y auditivo.

Para la ejecución de esta herramienta se utilizará la computadora, a la cual va conectado el equipo médico, que es empleada en la ejecución del software de aplicación médica que permite los diagnósticos clínicos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación bibliográfica de herramientas de software de prueba similares, desarrolladas tanto para estos equipos como equipos de la competencia, permitió conocer el estado actual en este campo y saber que características nuevas eran necesarias agregar para cumplir los objetivos planteados. También fue necesario revisar documentación relacionada con el funcionamiento del equipo Neurónica 5I, interfaces y protocolos necesarios para el funcionamiento del equipo Neurónica 5I con la computadora, funcionamiento del osciloscopio con la computadora y herramientas que posibiliten la realización de un software de prueba para los estimuladores somatosensorial y auditivo.

A. Selección del lenguaje de programación

Teniendo en cuenta los aspectos de diseños más importantes y las funciones para el desarrollo del software de prueba, se realizó la selección del lenguaje de programación.

Uno de los requisitos fundamentales que debía poseer el software fue la implementación de la comunicación entre el equipo médico y la computadora mediante la interfaz usb, debido a que es la vía de comunicación que utiliza dicho equipo. También el software debía realizar la adquisición y el procesamiento de distintas señales, las cuales son generadas por los estimuladores somatosensorial y auditivo, por lo que se necesitaban de funciones ó módulos ya implementados que facilitaran estas aplicaciones.

Por las características anteriormente expuesta y por ser el lenguaje más usado para el adquisición de datos y el control de instrumentos, así como por tener al alcance de la mano las librerías para el control del osciloscopio utilizado en este diseño y la experiencia de conocimientos acumulada sobre LabVIEW se decidió su selección para el diseño del software de comprobación de parámetros para el equipo Neurónica 5I.

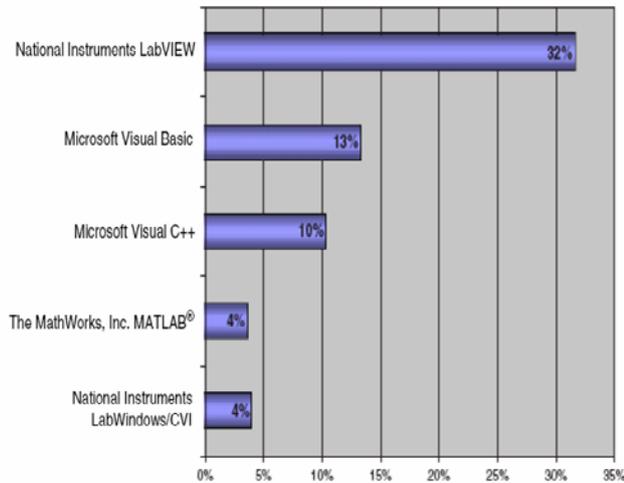


Fig. 1 Software más usados para adquisición de datos y el control de instrumentos.

B. Arquitectura del sistema

Funcionalmente el sistema diseñado está formado por 2 subsistemas: Uno para el manejo de los estimuladores y otro para la adquisición de la señal de los estimuladores. Todo esto desde el punto de vista del software se agrupa en un módulo llamado Pruebas Paramétricas.

El subsistema de manejo de los estimuladores comienza con la capa software de aplicación, que interactúa con la *Cmtdll.dll* (herramienta implementada anteriormente) que es la capa de comunicación que permite establecer la conexión entre dicho software [3] y los drivers USB que manipulan el circuito USB físico de la computadora, a través del cual se establece la comunicación con el FTDI245BM (Integrado específico para la comunicación usb) que se encuentra en el equipo Neuronica 5I. El hardware que implementa la comunicación en el equipo se encuentra desarrollado en la tarjeta de control y está compuesto por un Hub al cual se conectan cuatro dispositivos FTDI245BM. Al utilizar cuatro chips FTDI245BM la computadora puede comunicarse de forma independiente con los tres estimuladores (Auditivo, Visual y Somatosensorial) y los amplificadores bioeléctricos [4].

El subsistema de adquisición de las señales de los estimuladores comienza con la adquisición de la señal procedente del estimulador que se elija: Auditivo ó Somatosensorial, a través del Osciloscopio TDS 1012B, que se conecta al estimulador a través de las puntas P2-220. A su vez el osciloscopio está conectado a la computadora por puerto USB. Para la comunicación con el osciloscopio, en el programa de aplicación se usan los drivers realizados en la tesis en LabVIEW y los que ofrece National Instrument en su sitio Web, que usan y manejan eficientemente el

osciloscopio, así como el protocolo VISA.

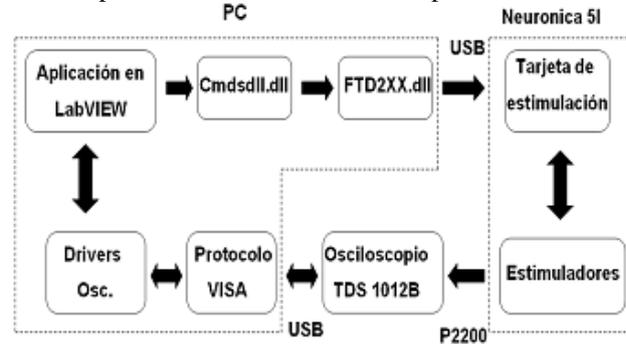


Fig. 2 Diagrama de la Arquitectura del Sistema.

C. Definiciones y requisitos para el desarrollo del software

Debido a la relación directa que existe entre el estilo de desarrollo en LabVIEW y la facilidad de uso, la eficiencia, la legibilidad, la mantenibilidad, la robustez, la sencillez, y el rendimiento de la aplicación directa. A continuación se aborda la forma en que cada uno de estos aspectos fue utilizado en la aplicación [5].

Facilidad de uso: Los controles e indicadores se encuentran correctamente etiquetados, organizados y espaciados uniformemente, para facilitar la interacción con la interfaz gráfica.

Eficiencia: Para analizar la eficiencia del programa se utilizó la herramienta *Performance and Memory* para determinar que instrumento virtual (VI, en sus siglas en inglés) consumía la mayor cantidad de memoria y tiempo. Estas herramientas posibilitaron mediante un proceso de iteración-chequeo optimizar la aplicación. También usando la ventana *VI Properties* se analizó cuál de las aplicaciones consumía mayor espacio en cada una de las categorías de memoria. Además se minimizaron las operaciones de entrada/salida con los puertos USB.

Legibilidad: En este caso no existen problemas de legibilidad para futuros desarrolladores, ya que el panel frontal se encuentra, como se comentó anteriormente debidamente etiquetado y el diagrama en bloques presenta también comentarios en cada una de las operaciones realizadas en el mismo. El diagrama en bloques sigue de manera sencilla un flujo continuo usando una estructura de secuencias, lo que permite una fácil detección de errores o problemas de otra índole.

Mantenibilidad: La aplicación fue diseñada para que otro desarrollador además del autor pueda entender el código fuente, modificarlo y expandirlo, cambiándolo o agregándole nuevas funcionalidades. Se implementó de una

forma legible, escalar y modular.

Robustez: Se fue identificando los errores en códigos aislados del programa al haber tenido en cuenta el uso de subVIs.

Sencillez: Se puede decir que el programa tiene módulos sencillos y otros más complejos, pero los VIs que más nodos presentan son los que realizan una tarea más compleja.

Rendimiento: La aplicación abordada tiene como objetivos primarios la generación de estímulos, la adquisición de los mismos y su procesamiento, calculando los parámetros más importantes, e informar la presencia de errores. Estos objetivos se cumplieron de forma satisfactoria, sin olvidar el buen tratamiento de los aspectos anteriores.

D. Diseño del software

Para dar cumplimiento a todas las funcionalidades se diseñó el software por capas, estrategia común en los softwares de aplicaciones actuales.

Existe una capa de presentación que agrupa todas las interfaces del software de prueba, la cual es la encargada de la interacción con el usuario [6]. Esta capa se enlaza con una más interna llamada capa de negocios, que es la que implementa toda la lógica de la aplicación. En esta última capa también se encuentran los módulos de acceso a datos a través de la interfaz de hardware del sistema y los drivers correspondientes.

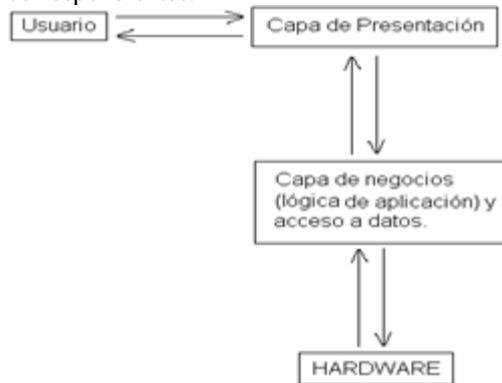


Fig.3 Capas del software de aplicación.

La capa de presentación se divide en los módulos *Pruebas Paramétricas*, *Guardar Reporte* y *Abrir Reporte*. Hay que destacar que los módulos desde el punto de vista de software trabajan de manera independiente. La capa de presentación es independiente de la de negocios (comunicación) en el sentido de que cambios en los métodos y protocolos de comunicación no afectan la capa

de presentación.

El módulo *Pruebas Paramétricas* es el más importante de la aplicación y permite chequear todos los parámetros para cada estimulador del equipo Neuronica 5I. Los estímulos a verificar son específicamente: Estímulo Eléctrico, Estímulo Auditivo Click Izquierdo, Estímulo Auditivo Click Derecho, Estímulo Auditivo Tone Pip Izquierdo y el Estímulo Auditivo Tone Pip Derecho. El Panel Frontal esta compuesto en la parte superior por un indicador que muestra a que estímulo se le está realizando el estudio y en caso de que este chequeo termine, indica la finalización del mismo.



Fig. 4 Panel Frontal del Módulo Pruebas Paramétricas.

En el centro del Panel Frontal existe un panel de chequeo, seleccionable a través de pestañas, donde se muestran los parámetros para cada estímulo en específico. Debajo de cada etiqueta que contiene el nombre de un parámetro, se encuentran indicadores que muestran los valores chequeados. A la derecha de estos indicadores existen leds que en caso de estar encendidos indican la presencia de error en dicho valor.

En la parte inferior del Panel Frontal se encuentran un grupo de controles organizados según sus funcionalidades. Primeramente están los controles que permiten elegir al usuario cual de los estímulos desea chequear, en el caso de los estímulos auditivos no se pueden seleccionar del mismo estímulo los dos oídos, pues como el osciloscopio solamente presenta dos canales, sería imposible poder conectar el estimulador somatosensorial y las 2 salidas para ambos oídos durante el chequeo. Para esto se debe terminar la verificación de un estímulo en específico, después hacer el cambio de la punta de prueba hacia el oído contrario y finalmente se ejecuta el programa para la verificación

necesaria.

El módulo *Guardar Reporte* permite ejecutar dicha acción en el lugar y con el nombre que se desee. Esto permite que la prueba realizada sea archivada para un posterior estudio con la fecha y la hora en que se efectuó. Así mismo el módulo *Abrir Reporte* permite abrir cualquier prueba o reporte que ya fue guardado.

Para lograr un mejor diseño de la capa de negocios y acceso a datos sirvieron de ayuda los diagramas de flujos que modelan las secuencias de funcionamientos de cada módulo.

Para calcular la duración y la frecuencia de estimulación del estímulo Tone Pip, se utilizó una máquina de estado sincrónica Moore [7], la cual detecta el intervalo de tiempo de la señal donde no hay estimulación; debido a que los métodos automático que presenta el osciloscopio TDS 1012B, así como los subVIs con que LabVIEW cuenta para la medición de la duración y la frecuencia no cumplían con la precisión necesaria para este tipo de señal modulada en amplitud.

En la implementación de la máquina de estado por software hubo que introducir 2 modificaciones: sustitución de biestables por los Feedback Node y la sustitución de los ciclos del reloj por los ciclos del For Loop utilizado.

III. RESULTADOS

A partir de la utilización de las herramientas para la optimización del rendimiento que presenta LABVIEW y la implementación de la programación modular que permitió identificar los errores en códigos aislados. Se realizó la puesta a punto del software. Lo cual permitió obtener una herramienta de software automatizada que ha sido sometida a diferentes pruebas de laboratorio y cuyos resultados han sido satisfactorios.

IV. CONCLUSIONES

Debido al cumplimiento de los objetivos específicos anteriormente mencionados, se obtuvo un software para la automatización de las pruebas paramétricas de los estimuladores somatosensorial y auditivo del equipo Neuronica 5I, que efectúa dicha prueba en un tiempo estimado de 30 minutos, muy inferior al tiempo de duración del procedimiento de pruebas actual (2 días), por lo que producirá un servicio más eficiente a los equipos instalados en diferentes hospitales del país y del extranjero, los cuales brindan un servicio de vital importancia para la salud del pueblo.

REFERENCIAS

1. Página de los MIR de neurofisiología clínica <http://www.usuarios.lycos.es/~neurofisiologia>
2. Crespo A (2010) Automatización de las pruebas paramétricas para los estimuladores somatosensorial y auditivo del equipo neuronica 5I, Trabajo de diploma para optar por el título académico de ingeniero biomédico, ISPJAE, C. Habana, Cuba, 2010, pp 10-11
3. Suarez A, De Armas J L, Aznielles T Y, Gonzalez M (2005) Arquitectura de tres capas para desarrollar software de bioseñales, VI Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería, C. Habana, Cuba, 2005, pp 1-2
4. González F (2006) Neurónica 5I: equipo para potenciales evocados y electromiografía. Manual de servicios neurónica 5I, pp 12-19
5. Blume P A (2007) The LabVIEW style book, pp 1-18
6. Vargas R J, Maltés J P (2007) Programación en capas
7. Maquinas de estado finito www.cucei.udg.mx/~breynoso/Tcmod03.doc, pp 39-49

Autor: Jorge Chang Duany
 Instituto: Centro de Neurociencias de Cuba
 Calle: 25 Ciudad: La Habana
 País: Cuba
 E-mail: jorgechangduany@yahoo.com