

# VII CONGRESO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

## UN SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE SENALES NEUROFISIOLÓGICAS HECHO CON EQUIPOS EXISTENTES Y TARJETAS DE MICROCOMPUTACION STANDARD

J. A. Grompone, J. Jerusalmi, F. Simini

Interfase Ltda., Zabala 1372, Montevideo - Uruguay

### ABSTRACT

This paper describes a digital processing system designed to record evoked potentials in humans. We analyse the technical and economic aspects of the project which are typical of the Uruguayan scene. The system was built with an existing electromyograph, standard computer boards, physiologic stimulators, a teletype and Assembler programming. The system characteristics (2 channels, 256 points, analysis time from 12 ms to 2.4 s, display and hard copy of patient data and potentials) are appropriate to study visual, somesthetic and auditive action potential. The use of microcomputers in sophisticated instruments gives developing countries an opportunity to become highly competitive in the technological field: accordingly, this project features an important share of design and a high national participation in cost (62%).

### RESUMEN

En este artículo se presenta un sistema de procesamiento digital para la obtención de potenciales provocados en humanos. Se analizan los aspectos técnicos y económicos del proyecto que son típicos del medio uruguayo. El sistema fue realizado con un electromiografo existente, tarjetas de computación standard, estimuladores fisiológicos, una teletipo y programación en Assembler. Las características obtenidas (2 canales, 256 puntos, tiempo de análisis de 12 ms a 2.4 s, display e impresión del protocolo y potenciales) permiten estudiar los potenciales provocados visuales, somestésicos y auditivos. El uso de los microcomputadores en equipos sofisticados le permite a los países en vías de desarrollo volverse altamente competitivos en el campo tecnológico: en particular este proyecto tiene una importante parte de programación y alta participación nacional en el costo (62%).

### DESCRIPCION DEL PROYECTO

Se disponia de un electromiografo 1510B (Hewlett-Packard) que comprende 2 amplificadores, estimuladores y un tubo de rayos catodicos. Se disponia tambien de un estimulador visual por "pattern reversal" D112 (DIGITIMER) y un flash (GRASS INSTRUMENTS). El objetivo del proyecto consistio en poder extraer los "potenciales provocados" en 2 canales de electroencefalograma, presentarlos en el osciloscopio durante su extracción y graficarlos en papel con los datos del paciente y del estudio efectuado.

Las especificaciones incluian los siguientes parametros:

- numero de estímulos de 1 a 9999.
- retardo entre el estímulo y el inicio de la promediación de 0.0 a 920.0 ms.
- duración del intervalo de análisis de 12 a 2400 ms.
- posibilidad de disparar los estímulos en forma autónoma y de reconocer los estímulos generados por los equipos existentes.

Las especificaciones comprenden

# VII CONGRESO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

por lo tanto aspectos de adquisicion, calculo en tiempo real y presentacion de resultados.

La configuracion propuesta y realizada fue la siguiente:

## Procesador

Tarjetas de microcomputacion de uso general para minimizar el costo y el tiempo de desarrollo.

- tarjeta SBC 80/20-4 (INTEL) que incluye un procesador central, 4K de RAM, lugar para 4K de ROM, un reloj de interrupciones programable, 48 lineas de I/O paralelo, una linea de comunicacion serie y un bus standard para acceder a otras tarjetas (6).

- tarjeta SBC 732 (INTEL) con 8 canales A/D, 2 canales D/A accesibles como direcciones de memoria, maxima velocidad de conversion A/D 28KHz (5).

Estas tarjetas fueron elegidas teniendo en cuenta la posibilidad de ampliacion y de implementacion de sistemas "multimaster".

## Programacion

La programacion es original para esta aplicacion y fue hecha en Assembler para poder manejar los tiempos, las conversiones de senales y el intercambio de pulsos con los equipos existentes en forma eficaz. La programacion cumple las siguientes funciones:

- conversiones A/D y D/A de las senales.
- calculo del promedio de senales.
- control de tiempos y repeticiones.
- presentacion de resultados en el osciloscopio (senales) y en la teletipo (senales y datos alfanumericos).
- ajustes de escala.
- interaccion con el operador para la adquisicion de los parametros del estudio y de los datos del paciente.

La programacion ocupa actualmente 2.5 K bytes de ROM correspondientes a un total de 1200 lineas de assembler.

## Perifericos e interfases

- Una teletipo Modelo 43 (TELETYPE) para la definicion de parametros y la generacion de documentos.

Los equipos existentes, conectados a traves de interfases de proteccion y conversion de niveles electricos, integran el sistema como perifericos.

- Amplificadores del electromiografo (IN).
- Estimulador del electromiografo (IN/OUT).
- Osciloscopio del electromiografo (OUT).
- Estimulador visual (IN).
- Flash (OUT).

La figura 1 muestra un diagrama del sistema.

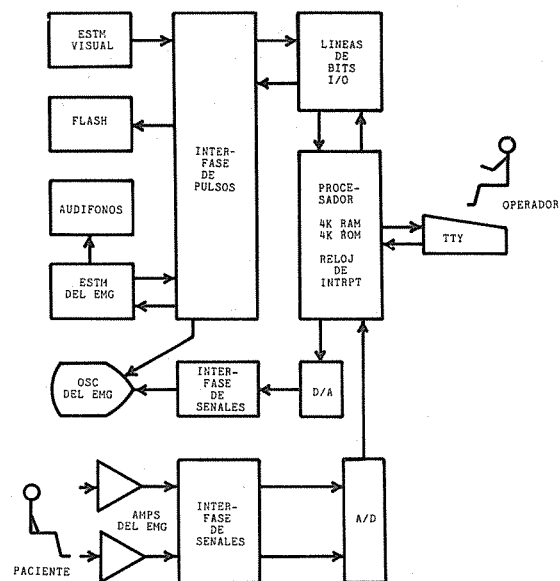


FIG. 1 Sistema de procesamiento de senales neurofisiologicas.

ESTM = estimulador  
EMG = electromiografo  
AMPS = amplificadores  
INTRPT = interrupciones  
TTY = teleimpresor  
OSC = osciloscopio

## OPERACION DEL SISTEMA

Este sistema de procesamiento de senales neurofisiologicas entro en funcionamiento en abril de 1980. (3) Actualmente se extraen potenciales auditivos de tronco, visuales y somesticos (1,7). La fig. 2 muestra ejemplos de senales obtenidas. Para cada estudio el sistema genera un

# VII CONGRESO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

documento con el detalle de los parametros definidos a efectos de constituir un archivo permanente.

## ANALISIS DE COSTOS Y CARACTERISTICAS

La realizacion del presente sistema permitio sacar algunas conclusiones de interes respecto a la viabilidad de proyectos de esta naturaleza en paises como el Uruguay.

La tabla I muestra el detalle de los costos del sistema.

En los datos de la tabla I no se tomaron en cuenta los recargos de importacion por considerarlos una redistribucion interna de dinero de caracter contingente para cada pais y cada caso. El item "interfases" incluye los circuitos de adaptacion y proteccion que permiten transformar los equipos existentes en perifericos del microcomputador.

El costo de la programacion fue calculado con la cifra de U\$S 10 para cada renglon de codigo operativo (8). Este criterio esta de acuerdo con la experiencia obtenida en varios proyectos y es muy independiente del lenguaje de programacion empleado (2). Esta estimacion incluye el estudio preliminar, el analisis y la programacion propiamente dicha. De la tabla I se deduce que la participacion de la programacion en un sistema de procesamiento es de aproximadamente la mitad del costo total.

Si consideramos que el equipo del ano 1974 ha sido amortizado y teniendo en cuenta que la programacion fue hecha enteramente en el Uruguay, se deduce que la participacion nacional es del 62%.

El estudio de los precios de equipos de neurofisiologia clinica de caracteristicas similares muestra que varian de U\$S 20.000 a U\$S 40.000. La produccion de tan solo dos ejemplares de este sistema lo volveria altamente competitivo.

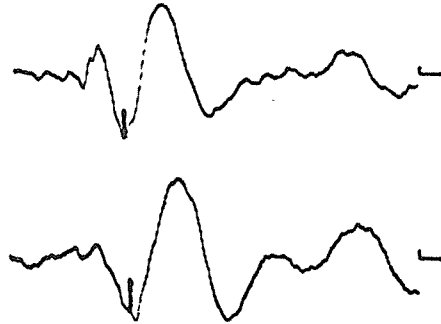
La realizacion de este sistema deja un saldo muy positivo cuyos puntos mas salientes son:

- Costo menor que lo importado para iguales caracteristicas.

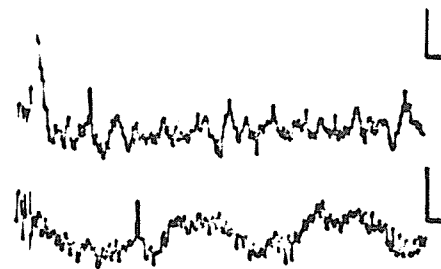
- Posibilidad de modificacion de los procesamientos en colaboracion con los usuarios investigadores medicos.

- Mantenimiento asegurado por el constructor.

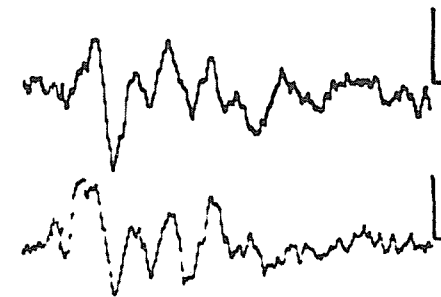
- Solucion para algunos problemas de obsolescencia de equipos.



A. visuales; ojos derecho e izquierdo; 400 estímulos; tiempo de analisis 350 ms; filtrado 5 Hz a 100 Hz; 1.8 estímulos por segundo.



B. somestésicos; plexobraquial y espinograma; 2.100 estímulos; tiempo de analisis 60 ms; filtrado 5 Hz a 1 KHz; 5 estímulos por segundo.



C. auditivos de tronco cerebral; oídos derecho e izquierdo; 4.100 estímulos; tiempo de analisis 12 ms; filtrado 300 Hz a 3 KHz; 10 estímulos por segundo.

Figura 2

Potenciales provocados en un paciente normal tal cual aparecen en el osciloscopio (Amplificación 80.000; pulso de calibración 1 microvolt).

# VII CONGRESO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

TABLA I DISTRIBUCION DEL COSTO DEL PROYECTO

Electromiografo existente (1974)	U\$\$	10.000	33%
Estimulador visual y flash	U\$\$	2.000	7%
Tarjetas de microcomputacion y fuentes	U\$\$	4.200	14%
Teleimpresor	U\$\$	1.500	5%
Interfases	U\$\$	700	2%
Programacion	U\$\$	12.000	39%
<b>TOTAL</b>	<b>U\$\$</b>	<b>30.400</b>	<b>100%</b>

## CONCLUSIONES

La generalizacion del uso de microcomputadores en los equipos altamente tecnificados abre nuevas perspectivas para los paises en vias de desarrollo. En efecto, el diseno y la programacion de tales equipos requiere mano de obra muy calificada y un modesto capital. La produccion de componentes y partes de calidad, por otra parte, requiere grandes inversiones de capital. La programacion hecha en paises de pequenos capitales y mano de obra calificada es muy competitiva como demuestra este y otros proyectos (2). La razon de fondo para este hecho se encuentra en el caracter "artesanal" del diseno y la programacion comparado con el caracter "industrial" de la produccion competitiva de partes. Los beneficios a largo plazo que se obtendrian de seguir en la linea indicada podrian resumirse en los siguientes puntos:

- Reduccion de importaciones en valor, al importar partes en vez de equipos completos.
- Creacion de fuentes de trabajo calificado con reduccion del exodo de profesionales que no encuentran proyectos acordes a su formacion.
- Desarrollo de tecnologias a nivel local.
- Transferencia de parte del poder de decision de los representantes comerciales a proyectistas tecnicamente preparados.

Por el momento los paises en vias de desarrollo no tienen mayores obstaculos para volverse autenticamente competitivos en el campo tecnologico. Para esto basta con apoyar el desarrollo de proyectos con programacion realizada en el pais. Formulamos la esperanza de que America Latina no pierda esta ocasion.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cibils D., Medici M. "Estudio de la respuesta evocada visual por pattern inversion en una poblacion normal". 11o. Congreso Nacional de Medicina Interna, Montevideo, 29 octubre - 1 noviembre 1980.
2. Grompone J. A. "La viabilidad de proyectos nacionales: una central telex automatica construida en el Uruguay". En preparacion, 1981.
3. Grompone J. A., Jerusalmi J., Medici M., Simini F. "Sistema de procesamiento de senales neurofisiologicas". 11o. Congreso Nac. Medicina Interna, Montevideo, 29 octubre - 1 noviembre 1980.
5. INTEL SBC 732 Combination analog I/O board hardware reference manual, 1977.
6. INTEL SBC 80/20 AND SBC 80/20-4 Hardware reference manual, 1977.
7. Medici M., Cibils D. "Potencial evocado visual en la patologia neurologica". 11o. Congreso Nacional Medicina Interna, Montevideo, 29 octubre - 1 noviembre 1980.
8. QUEYSSAC D. "Projecting VLSI's impact on microprocessors" IEEE Spectrum, May 1979, p. 38.