

SISTEMA PARA LA ADQUISICION AUTOMATICA
DE POTENCIALES EVOCADOS VISUALES: I. HARDWARE

JIMENEZ CRUZ J.

MUNOZ GAMBOA C.

Area de Ingenieria Biomédica
Departamento de Ingenieria Eléctrica
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA - IZTAPALAPA

RESUMEN-----

Se describe el diseño y la construcción de un sistema para la adquisición automática de potenciales evocados visuales. El sistema está constituido por un electroencefalógrafo y una tarjeta de conversión analógica digital de 4 canales. Todo el sistema está basado en una microcomputadora IBM-PC o compatible.

INTRODUCCION

El hardware del sistema que se describe está constituido por dos partes. Una de ellas, la sección analógica, se encarga de la detección y amplificación de la señal de EEG, mientras que la sección digital realiza la conversión analógica digital (CAD).

La parte analógica del sistema, el electroencefalógrafo, está compuesto de 4 preamplificadores de instrumentación de alta impedancia de entrada, bajo ruido y alta relación de rechazo de modo común, 4 filtros con ancho de banda de 30 Hz y 4 amplificadores de ganancia variable. La calibración del sistema se realiza por medio de la aplicación de pulsos cuadrados de 50 microvolts. Se dispone también de un medidor de impedancia de electrodos que indica cuando ésta es menor a 10 Kohms.

La tarjeta de conversión está compuesta por un circuito de decodificación, una interfaz periférica programable y un convertidor analógico digital de 4 canales. Este último digitaliza las señales de entrada en un intervalo de 0 a 5 volts, con una resolución de 8 bits.

Para la prueba del sistema desarrollado (Jiménez y Muñoz, 1990), se llevaron a cabo dos experimentos dentro de un paradigma de procesamiento de significado y del evento raro. El sistema utiliza un programa escrito en Turbopascal (version 5.0) que se encarga de controlar todo el procedimiento en forma interactiva.

CIRCUITOS ANALOGICOS

Las partes principales que constituyen esta sección son las siguientes: 4 amplificadores de instrumentación seguidos por 4 filtros paso banda, 4 amplificadores de ganancia variable y dos circuitos más. Uno de éstos comprueba la adecuada impedancia de los electrodos con la piel y el otro genera pulsos cuadrados, necesarios para la calibración del instrumento en su conjunto. Todos los circuitos de esta sección se alimentan con baterías de +/- 5 volts, con el fin de brindar seguridad al sujeto. El diagrama en bloques de esta sección se muestra en la figura 1.

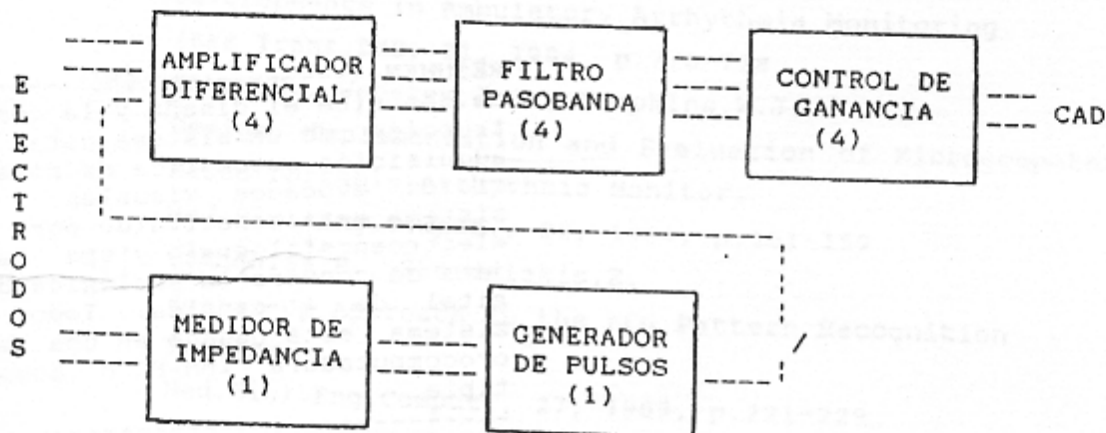


Figura 1. Diagrama en bloques de la sección analógica.

PREAMPLIFICACION. Para la preamplificación de las señales bioeléctricas se utilizó el amplificador de instrumentación con entrada diferencial (Jiménez 1983) que se muestra en la figura 2. El preamplificador tiene 10 Gohms de impedancia de entrada y 75 db de relación de rechazo de modo común (RRMC). Además, el nivel de ruido aproximado del preamplificador es de 0.6 μV y el de toda la sección analógica es del orden de 1 μV .

FILTRADO Y GANANCIA. Considerando que prácticamente el espectro de la señal de interés no se extiende más allá de los 30 Hz y su amplitud es de 50 microvolts, se diseñó un filtro con el corte a esta frecuencia y la ganancia final variable.

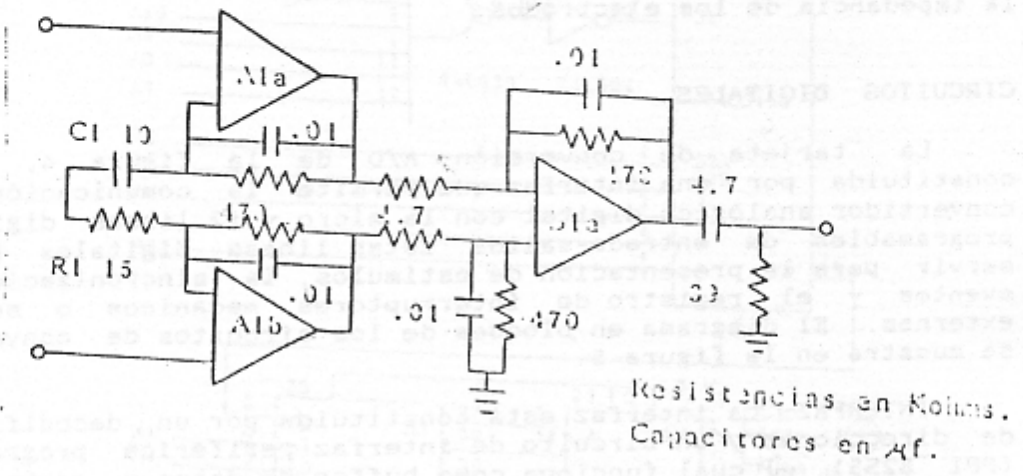


Figura 2. Preamplificador de EEG.

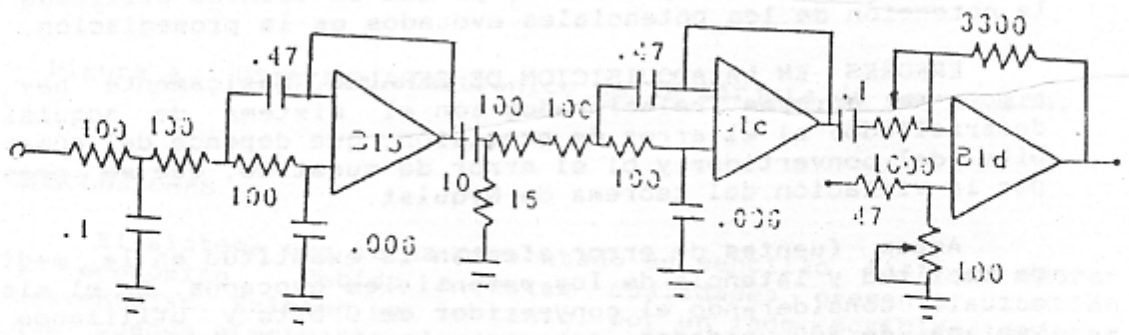


Figura 3. Circuito de filtrado y ganancia.

En la figura 3 se observa un diagrama esquemático de este diseño que consiste en un filtro de ganancia unitaria paso bajas tipo Chebyshev de tercer orden (0.25 db de pico), con el corte de frecuencia calculado a 30 Hz (Stout y Kaufman, 1976).

OTRAS CARACTERISTICAS. El sistema incluye como funciones adicionales la calibración con pulsos de 14.2 Hz y un medidor de la impedancia de los electrodos.

CIRCUITOS DIGITALES

La tarjeta de conversión A/D de la figura 4, está constituida por una interfaz que permite la comunicación del convertidor analógico digital con la micro y 12 líneas digitales programables de entrada-salida. Estas líneas digitales pueden servir para la presentación de estímulos, la sincronización de eventos y el registro de interruptores mecánicos o señales externas. El diagrama en bloques de los circuitos de conversión se muestra en la figura 5.

INTERFAZ. La interfaz está constituida por un decodificador de direcciones y un circuito de interfaz periférica programable (PPI 8255), el cual funciona como buffer de datos y controlador del convertidor. Para el decodificador de direcciones se usa una compuerta AND junto con el circuito integrado 74ls138 que realiza la función de decodificación (Banes 1985).

CONVERTIDOR UTILIZADO. El convertidor utilizado es el CI ADC0844 de National Semiconductor, el cual digitaliza señales analógicas en el intervalo de 0 a 5 volts mediante la técnica de aproximaciones sucesivas. Tiene un multiplexor interno de 4 canales y un tiempo de conversión típico de 30 us.

El convertidor tiene una resolución de 8 bits, por lo que puede discriminar 0.25 de microvolt, lo que se considera suficiente para esta aplicación, ya que la técnica utilizada para la obtención de los potenciales evocados es la promediación.

ERRORES EN LA ADQUISICION DE SEÑALES. Básicamente hay dos tipos de errores relacionados con el sistema de adquisición desarrollado: a) el error de precisión, que depende del número de bits del convertidor y b) el error de muestreo, que se presenta por la violación del teorema de Nyquist.

Ambas fuentes de error afectan la exactitud en la medición de amplitud y latencia de los potenciales evocados. En el sistema actual, considerando el convertidor de 8 bits y utilizando una ventana de 200 unidades, estos errores son aproximadamente del uno por ciento. Sin embargo, como los potenciales evocados se han estimado por medio de la promediación, estos errores disminuyen.

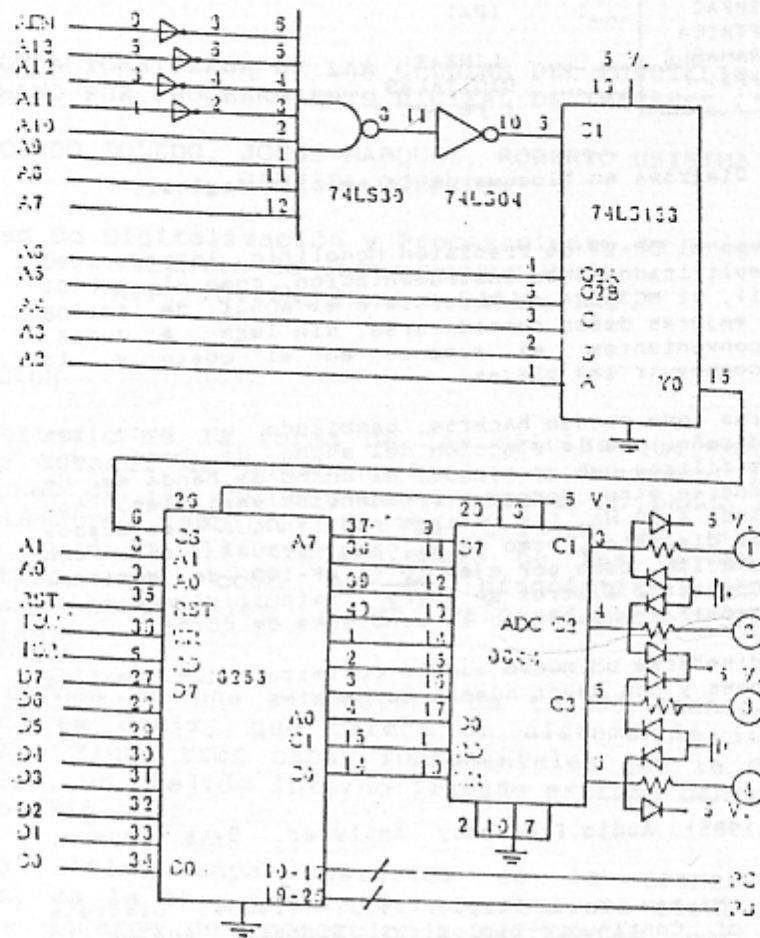


Figura 4. Diagrama electrónico de la tarjeta de conversión.

CONCLUSIONES

El sistema que se ha presentado es sencillo, fácil de operar y económico. Debido a estas cualidades presenta también desventajas. Existen por lo tanto, por un lado, posibles mejoras que pueden efectuarse al sistema desarrollado y, por otro lado, pueden elegirse metas de diseño completamente diferentes. Debe tomarse en cuenta que este sistema es un prototipo y, por lo tanto, espera una realimentación de los usuarios para mejorar su funcionalidad.

En cuanto a las mejoras, una podría ser el uso de otros amplificadores operacionales con mejores características

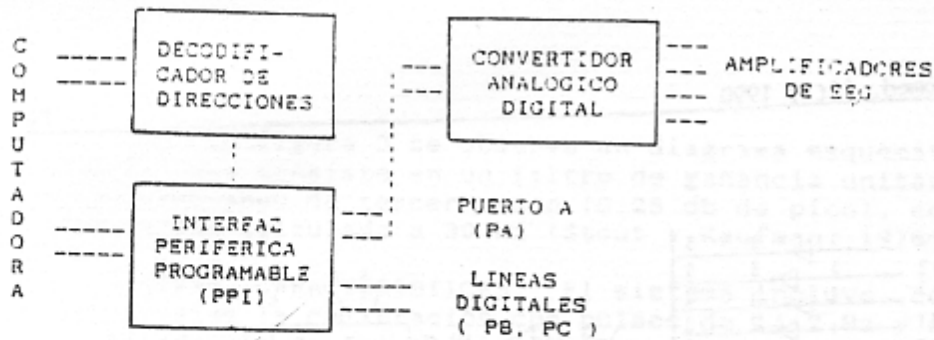


Figura 5. Diagrama en bloques de la sección digital.

electrónicas, como el OP-27 de Precision Monolithic Incorporated (PMI); u otros amplificadores de instrumentación, como el AMP-01 (también de PMI), el MC34084 de Motorola o el AD521 de Analog Devices. En las mejoras deben considerarse, sin lugar a dudas, dos grandes inconvenientes: el aumento en el costo y la dificultad para conseguir las piezas.

Otras mejoras que pueden hacerse, cambiando un poco los objetivos del diseño, es la elección del ancho de banda del sistema. Con los filtros que se tienen, el ancho de banda es de 30 Hz. Podrían tenerse otros cortes a frecuencias variables, con un supresor de banda a 60 Hz. Los filtros podrían ser realizados no con elementos discretos, como es el caso actual; sino con filtros de conmutación, como por ejemplo el AF-100 de National Semiconductors. Con estos filtros se logra disminuir el número de componentes electrónicos y aumentar la pendiente de corte.

También, podría diseñarse un nuevo modelo optimizado que realice las mismas funciones y con mayor número de canales.

REFERENCIAS

- Banes V. (1985). Audio Frequency Analyser. Byte, enero, 223-250.
- Caulier L., Mayhew W. y Teyler T.J. (1983). Discrete Sampling of Continuous Biological Signals: Analog to Digital Conversion. Brain Research, 11, 755-760.
- Drummond J.R. (1987). Three Bus Interface Designs for the PC. Byte, extra edition, 225-245.
- Goldsbrough P. F. (1981). Microcomputer Interfacing with the 8255 PPI Chip. Howard W. Sams Co.
- Jiménez C. J. (1983). Prótesis mioeléctrica de miembro superior. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Jiménez C. J. y Muñoz G. C. (1990). Sistema para la Adquisición Automática de Potenciales Evocados Visuales: II. Pruebas. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, vol XI (1). (Este ejemplar.)
- Sood K. P. (1988). Analog to digital conversion. Interfacing Sensors to the IBM PC. Tompkins W. y Webster J. (editores). Prentice Hall Inc., 128-161.
- Stout F. D. y Kaufman M. (1976) Handbook of Operational Amplifier Circuit Design. McGraw Hill Company.