

"PROCESADOR DE SEÑALES MIOELECTRICAS DEL COLON"

Orta Guzmán M.      Awad Reyes R. Dr.

Servicio de Medicina Experimental - Unidad 404-B

Hospital General, Secretaría de Salud.

Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Universidad Iberoamericana      México, D. F.

RESUMEN

El Procesador de Señales Mieléctricas del Colon es un sistema basado en un microprocesador, cuyo objetivo es el de proporcionar un medio de análisis y de comunicación entre señales analógicas (provenientes de un polígrafo) y una computadora personal. El Sistema se desarrolló como una respuesta a la necesidad de contar con un medio más rápido y eficiente para procesar una serie de señales electromiográficas y electromecánicas provenientes del colon, obtenidas en estudios fisiológicos. Dichos estudios se realizan en el Laboratorio del Servicio de Medicina Experimental de la Unidad 404-B del Hospital General de la Secretaría de Salud, a cargo del Dr. Richard Awad.

El objetivo fundamental de esta investigación es conocer el comportamiento muscular del colon. El acercamiento experimental se basa en la electromiografía, técnica que permite detectar y registrar señales eléctricas que producen una actividad mecánica en los músculos.

Para llevar a cabo dichos estudios, se toma un registro simultáneo de la actividad eléctrica (correspondiente a un intercambio de iones), y de la actividad mecánica (movimiento) provenientes del sigmoides, recto y complejo esfinteriano anal

bajo diferentes estímulos (ingesta de una comida de 600 Kcal, simulación de un bolo fecal). Para ello es utilizado un dispositivo diseñado y construido en el laboratorio del hospital antes mencionado, que consiste de tres electrodos bipolares y tres transductores miniatura de presión montados sobre una sonda de PVC de 5.6 mm de diámetro, y el cual es introducido mediante una rectosigmoidoscopia al paciente. Cada uno de los electrodos consta de dos anillos de 0.9 mm de alambre de AgCl, separados entre sí 0.4 cm (2), que se encuentran fijos alrededor de la sonda a intervalos de 7 cms. aproximadamente. Adyacente a cada electrodo se encuentran los transductores de presión. Los electrodos están conectados a amplificadores bioeléctricos (HP-8811A), y los transductores a amplificadores de presión (HP-8805C) de un polígrafo HP-7708 (1).

Es importante hacer notar que las señales mioeléctricas obtenidas corresponden a dos tipos de músculo. Por un lado, el sigmoideo, recto y esfínter anal interno que son músculos lisos, y por otro, el esfínter anal externo que es un músculo estriado, y cuya señal eléctrica se registra mediante un electrodo bipolar de aguja insertado en la porción subcutánea del esfínter anal externo.

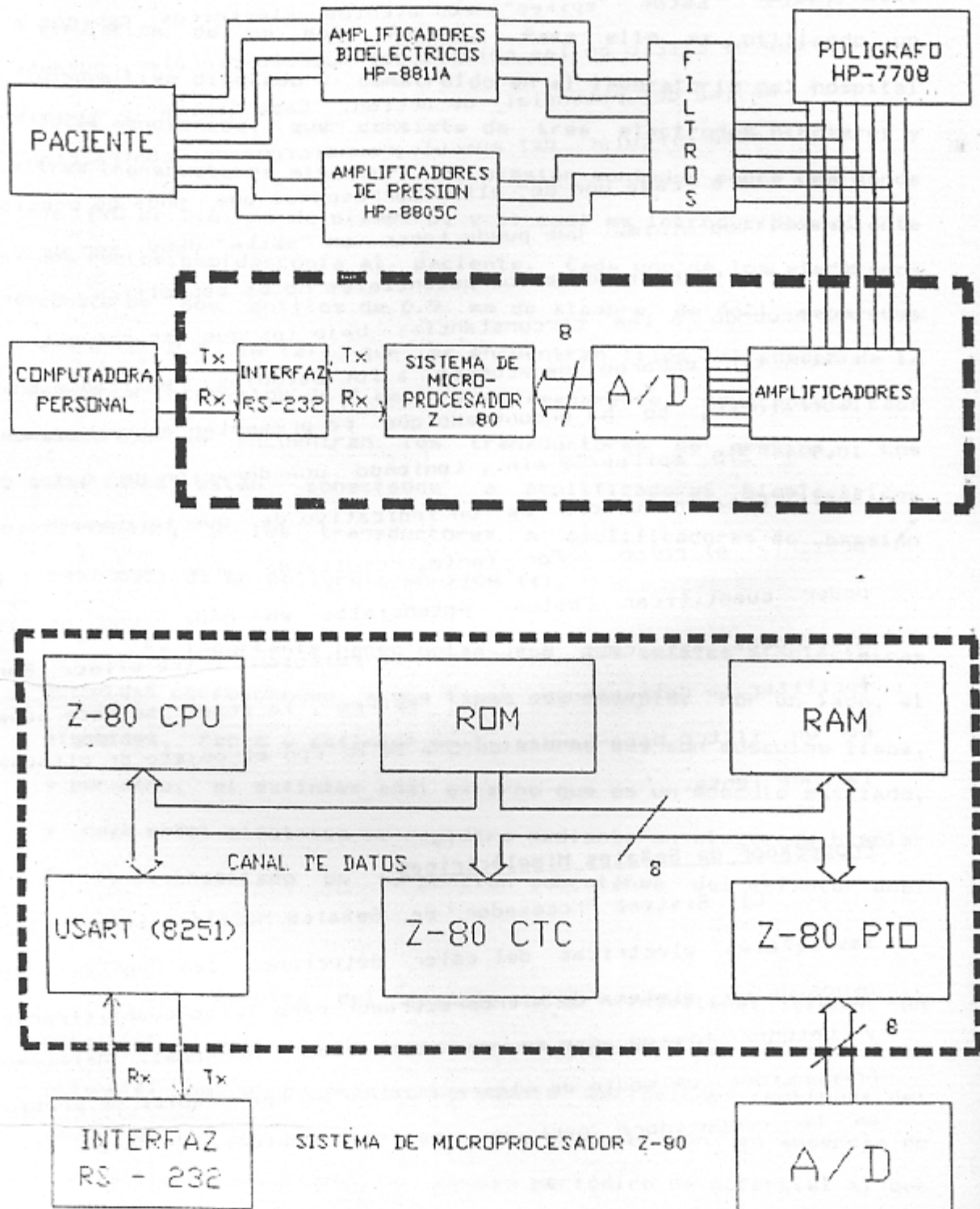
Las células del músculo liso intestinal tienen un potencial de membrana de reposo entre los -30 y los -50 mV. Este potencial no es constante, presenta variaciones continuas del orden de los 10 mV, las cuales se producen aún en ausencia de contracciones originando un cambio periódico de potencial al que se le ha llamado "onda lenta". Esta "onda lenta" se debe a la

entrada de sodio en las células del músculo longitudinal (3). La frecuencia de esta onda varía de 3 a 6 ciclos/min (0.05 a 0.1 Hz). Al contraerse el músculo se generan potenciales denominados "spikes". Estos "spikes" son eventos eléctricos debidos a la entrada de calcio en las células del músculo circular, durante la fase máxima del potencial de acción. Cada "spike" o movimiento de la masa circular del músculo, condiciona una contracción, de forma que a cada uno de ellos corresponde una onda de presión. La amplitud mínima que puede tener un "spike" debe ser de 0.02 mV. La frecuencia de estos potenciales no es específica, y varía de acuerdo a las circunstancias bajo las que se encuentre el colon, sin embargo, de acuerdo a los estudios realizados en el laboratorio, se ha encontrado que se presentan aproximadamente  $10.9 \pm 2.5$  spikes/30 min., teniendo una duración de 0.1 a 0.5 seg. Esta frecuencia es un indicativo de qué tanta actividad presenta el colon. Por tanto, resulta de gran importancia el poder cuantificar estos potenciales en cada uno de los electrodos, así como determinar la relación entre ellos. Para facilitar la detección de los "spikes", la señal se hace pasar por un filtro pasa-bandas de 5 a 30 Hz con el objeto de eliminar la onda lenta.

#### Procesador de Señales Mieléctricas

El Sistema Procesador de Señales Mieléctricas analiza las señales eléctricas del colon detectando los "spikes" con ayuda de un sistema de microprocesador para luego cuantificarlos y obtener histogramas en una computadora personal. Asimismo, proporciona un medio de almacenamiento de las señales de presión en la computadora para un análisis posterior.

DIAGRAMA A BLOQUES DEL PROCESADOR DE SEÑALES MIOELECTRICAS





El sistema está basado en un microprocesador Z-80 que recibe 8 canales de información de un conversor analógico-digital. Las señales que llegan al conversor provienen de los amplificadores bioeléctricos y de presión, que a su vez están conectados al polígrafo. Las señales analógicas, previamente digitalizadas, se almacenan en memoria volátil para luego ser analizadas. Por último, la información ya procesada se transmite a un puerto RS-232 serial en la computadora. El control general del sistema está a cargo de la computadora, quien manda comandos de inicialización y configuración del mismo; terminación del proceso e inicio de transmisión de la información ya procesada.

El programa del microprocesador que controla el manejo de toda la información se basa en procesos concurrentes de:

- a) adquisición de datos
- b) procesamiento de información
- c) transmisión de información procesada
- d) recepción de comandos

La parte de procesamiento de la información es el programa principal a quien los demás procesos interrumpen; su función consiste en tomar datos de la memoria y analizarlos según corresponda a una información de la actividad eléctrica o de la actividad mecánica.

Si se trata de información eléctrica, se comparan datos consecutivos para detectar aumentos o disminuciones de potencial que indiquen la presencia de "spikes". En caso de que un "spike" sea detectado, se transmite a la computadora.

Para la información mecánica, se obtiene un promedio de un número previamente determinado de datos que es transmitido a la computadora.

### Conclusiones

Cabe hacer notar, que debido a la difícil situación económica en que se encuentra nuestro país actualmente, el presupuesto asignado a este tipo de investigaciones es reducido, y por lo tanto, la posibilidad de dejar de depender tecnológicamente de países desarrollados, es cada vez menor. Sin embargo, en un intento por aprovechar los escasos recursos con que cuenta el Hospital General, se desarrolló un sistema sencillo, pero adecuado a las necesidades del área, que facilitará en gran parte la tarea del investigador. El procesador de Señales Mieléctricas es un sistema de fácil manejo que permite tener una comunicación amigable con el usuario. Dado que el tiempo de desarrollo es simultáneo al estudio fisiológico, ahorra tiempo y trabajo que necesitaría el investigador para poder hacer un análisis visual de los resultados. Es un medio eficiente que permite almacenar información importante sobre la actividad del colon de un paciente. Permite la realización de análisis estadísticos y morfológicos de la señal. Una característica de vital importancia, es que es un sistema reconfigurable, ya que puede adaptarse fácilmente para el procesamiento de otro tipo de señales analógicas con sólo modificar en parte el programa del microprocesador. La versatilidad del sistema, le permite tener aplicaciones múltiples para el procesamiento computarizado de señales analógicas.

Referencias

- (1) Awad R. Movilidad del Sistema Digestivo Inferior. En: Uribe M, Ed. Medicina para Internistas. México: Panamericana, 1986.
- (2) Reddy S. N., Huizinga J., David E. E.: Effect of Electrode Configuration and Time Constant on Colonic In Vitro Slow Waves. Gastroenterology 91: 1065, 1986.
- (3) Mathias J. R., Sninski C. H. A.: Motility of the Small Intestine: a look ahead. Am. J. Physiol. 248: G-495-G-500, 1985.
- (4) Huizinga J. D., Stern H. S., Chow E.: Electrophysiologic Control of Motility in the Human Colon. Gastroenterology 88: 500-511, 1985.
- (5) Awad R., Blanco Sánchez R., Luna V.: Electrofisiología Experimental. Rev Gastroenterol Mex 49: 335, 1984.
- (6) Awad R., Blanco Sánchez R., Luna V.: Gastrocolonic and Rectoanal Responses After a Fat Meal in Healthy Female Young Mexican Volunteers. Gastroenterology 90: 1332, 1986.
- (7) Frexinos J., Bueno L., Fioramonti J.: Diurnal Changes in Myoelectric Spiking Activity of the Human Colon. Gastroenterology 88: 1104-1110, 1985.
- (8) Sarna S. K.: Myoelectric Correlates of Colonic Motor Complexes and Contractile Activity. Am. J. Physiol. 13: G-213-G-220, 1986.
- (9) Corona R.: Programación Estructurada en Lenguaje Ensamblador. Universidad Iberoamericana. México, D. F., 1983.
- (10) Barden W.: The 2-80 Microcomputer Handbook. Howard W. Sams & Co. 1a. Edición. Indianapolis, U. S. A., 1978.
- (11) Welsh J., Elder J.: Introduction to Pascal. 2a. Edición.

Englewood Cliffs, New Jersey, U. S. A., 1982.

(12) Tompkins W., Webster J.: Design of Microcomputer-Based Medical Instrumentation. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U. S. A., 1981.

(13) Tocci R., Laskowski L.: Microprocessors and Microcomputers, Hardware and Software. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, U. S. A., 1979.