

## Estimulador Programable E.P.2.1.

Moncada E. (\*) Valenzuela F. (\*\*) Rodriguez G. (\*) Nieves J.

Departamentos de Instrumentación (\*) y Fisiología (\*\*)  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

## RESUMEN-----

El E.P.2.1. es un dispositivo que genera pulsos de estimulación complejos, diseñado a partir de una microcomputadora, creada en el INC, y compuesto además de un módulo de conversión digital/análogica y una interfase para la comunicación con una PC. La estimulación es controlada con un programa realizado en FORTH, quien también relaciona al E.P.2.1. con la PC; en esta, el programa manejador hace posible visualizar alguno de los cinco modos de estimulación, guardarlo en disco y transmitirlo al estimulador en cualquier momento.

## INTRODUCCION

En la investigación fisiológica, la experimentación sobre células estimulables eléctricamente es trabajo cotidiano. Generar los patrones de pulsos con los que normalmente se excita, requiere de varios estimuladores analógicos y un gran tejido de cables. Este conjunto además de incómodo es caro e impreciso porque la naturaleza analógica de los equipos en el mercado les da la característica de generar un sólo tipo de pulso a la vez; es entonces necesario tener varios estimuladores para hacer patrones complicados que al superponer sus señales, en algunos casos presentan desacoplamiento y en algunos otros suma de niveles.

Con el conocimiento y necesidad de tener equipos que superen estos problemas, se han venido desarrollando dispositivos (5). El que se presenta ahora, consigue la precisión, la versatilidad y el costo menor al fundamentar su operación en la programación, aprovechando la tecnología de los microprocesadores, y no en la electrónica discreta. Además, se plantea el uso del E.P.2.1. como parte de la estación de trabajo en el laboratorio de electrofisiología (\*); desde esta, en la PC, cuenta con la mismas posibilidades de manejo que desde su teclado.

\* Se hace referencia aquí y en otros lugares del texto a la "Estación Electrofisiológica", trabajo realizado en esta misma Institución, que consiste en un grupo de módulos que reúnen las operaciones usuales dentro del laboratorio y relacionadas

con equipo electrónico o de cómputo en una PC. Los módulos son: Procesamiento digital de señales, Monitoreo, Adquisición de la respuesta y almacenado en disco y Estimulación.

#### METODOLOGIA

El Estimulador se ha realizado alrededor de una microcomputadora basada en el microprocesador Z80; esta ha sido diseñada en la institución para el control de procesos. En ella se instala el programa de aplicación, en este caso el E.P.2.1., sin perder la posibilidad de trabajar desde su sistema monitor. Se pueden realizar aplicaciones en el lenguaje ensamblador del Z80 y en FORTH (4). El programa del Estimulador está hecho casi en su totalidad en FORTH y es llamado EEF.ASM.

#### CIRCUITOS

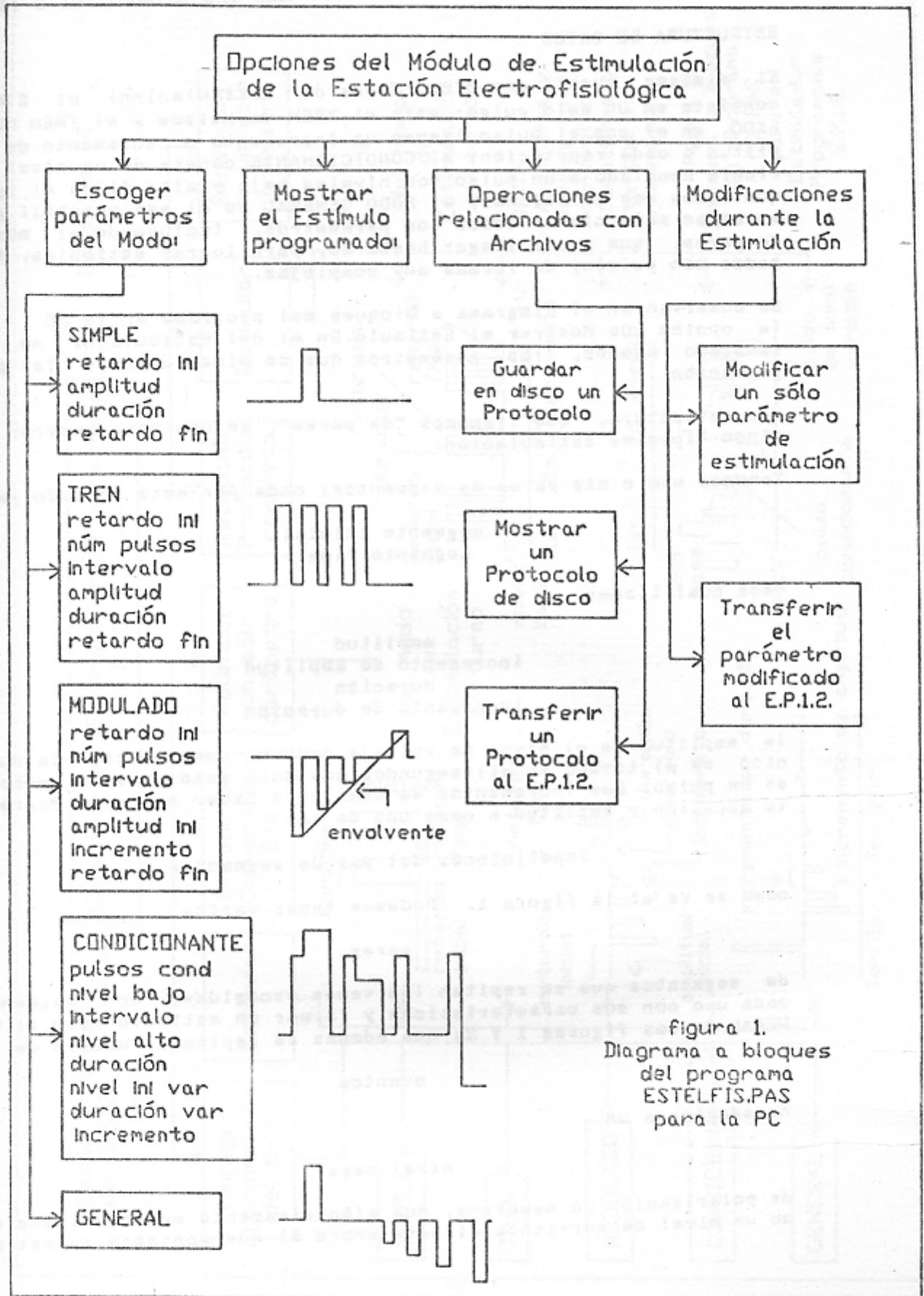
De la microcomputadora antes descrita, llamémosle MZ80, sale un bus de datos. Este es compatible con una tarjeta realizada aquí que se instala en la PC y tiene un grupo de señales escogidas para lograr el control de dispositivos periféricos desde esta. De la MZ80, después del bus, parte el circuito de salida de la estimulación. La función de este es tomar los datos, niveles de estimulación, en binario, amarrarlos en dos grupos, uno de 8 bits y otro de 4 bits y entregarlos al convertidor digital a analógico en un paquete de los 12 bits característicos del circuito integrado AD585 (1); todo esto dirigido por un decodificador. Es decir, tenemos 4096 niveles para cualquiera de los dos rangos que ofrece el convertidor: +/-5V y +/-10V.

Después del bus se encuentra también la interfase que comunica la PC con la MZ80; está realizada con dos circuitos de interfase ya integrados, el 8255A (3), uno para cada microcomputadora. Es la parte que controla el tráfico de datos y órdenes que llegan de la PC. El 8255A, puede operar en tres modos programables, en este caso usamos el Modo 1, que define la transmisión como unidireccional en los puertos A y B, ya sea como entrada o salida de la microcomputadora a la que obedece.

#### PROGRAMAS

En la PC, además de la tarjeta antes mencionada, se tiene un programa realizado en el lenguaje de programación TURBO PASCAL versión 4 (2), al que llamamos ESTELFIS.PAS. Las posibilidades de este y de EEF.ASM pueden verse en las figuras correspondientes.

En ambos programas, la parte de programación que es necesario describir, es la formación de estímulos; en EEF para su aplicación sobre materia viva, y en ESTELFIS para visualizar las formas que tendrán estos.



## ESTRUCTURA DE DATOS

El sistema cuenta con cinco Modos de Estimulación: el SIMPLE consiste en un solo pulso; esta el TREN de pulsos y el TREN MODULADO, en el que el pulso tienen un incremento o decremento de amplitud a cada repetición; el CONDICIONANTE consta de un nivel variable acoplado a un pulso con niveles bajo y alto fijos al igual que todas las duraciones; el MODO GENERAL es el más versátil pues en él se seleccionan todos los parámetros, incluyendo el número de pares, que puede llegar hasta 25, para lograr estímulos, formados con pulsos, de formas muy complejas.

Se observan en el diagrama a bloques del programa en la PC la opción de Mostrar el Estímulo. En el del Estimulador se han señalado además, los parámetros que se piden durante la programación.

Una estructura, que llamamos "de pares", se usa para generar los cinco tipos de estimulación.

Tenemos uno o más pares de segmentos; cada par está formado por:

segmento inicial  
segmento final

cada cual tiene:

amplitud  
incremento de amplitud  
duración  
incremento de duración

la amplitud es el nivel de voltaje dado en centivolts, la duración es el tiempo en milisegundos que dura este nivel o ancho si es un pulso. Los incrementos se usan para hacer crecer o decrecer la duración y amplitud a cada una de las

repeticiones del par de segmentos

como se ve en la figura 1. Podemos tener varios

pares

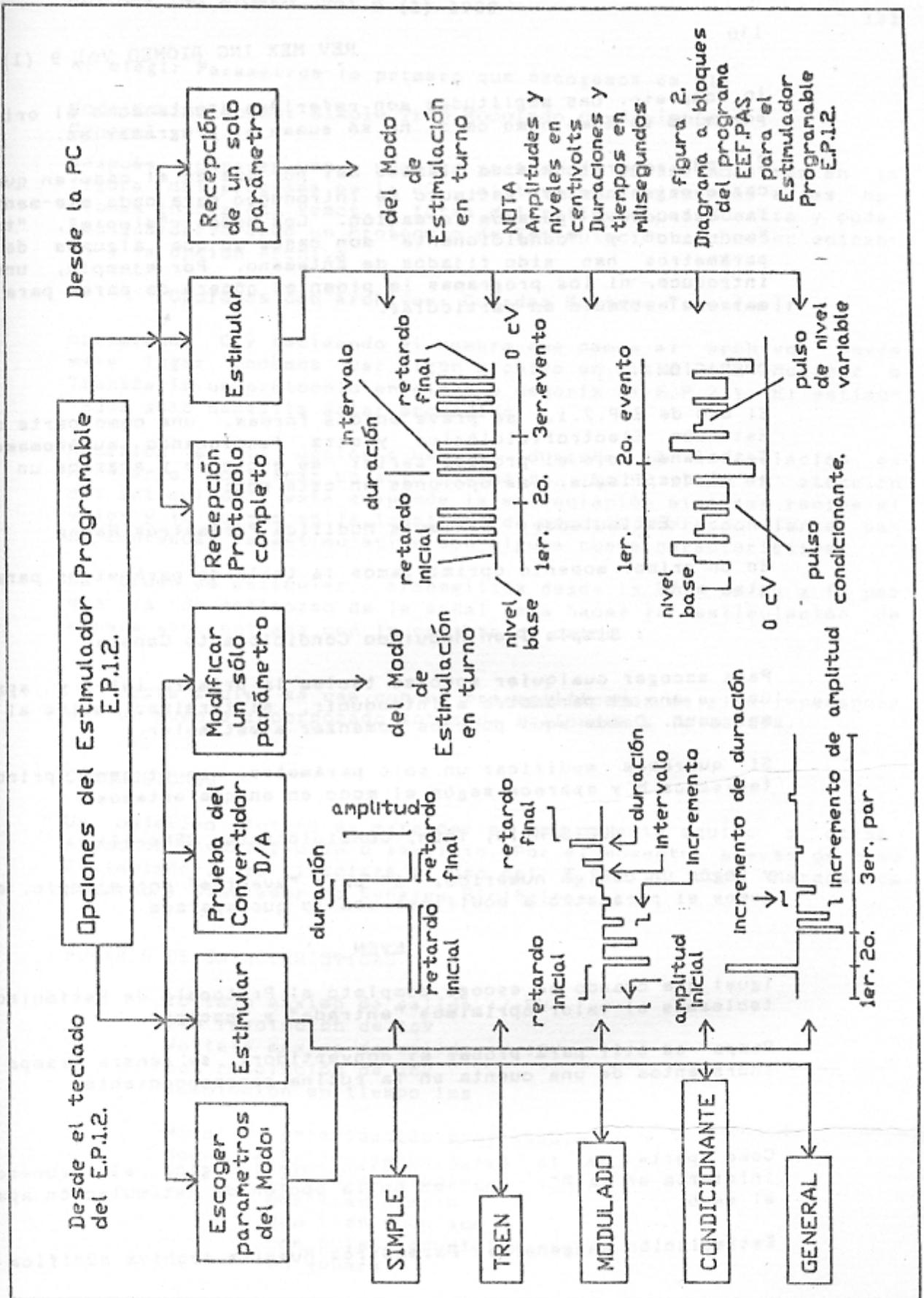
de segmentos que se repitan las veces escogidas, con segmentos cada uno con sus características y formar un estímulo como el GENERAL de las figuras 1 Y 2; que además se repita el número de

eventos

necesarios a un

nivel base

de polarización de membrana, que eléctricamente entenderíamos como un nivel de corriente directa sobre el que montamos en estímu-



lo completo. Las amplitudes son referidas a este como el origen y por ello se toma como cero, no se suman al programarlas.

El modo general ha sido llamado así por que es el caso en que las características del estímulo se introducen para cada elemento de la estructura pura de formación. Los modos "simple", "tren", "modulado" y "condicionante" son casos en que algunos de los parámetros han sido fijados de antemano. Por ejemplo, uno no introduce, ni los programas le piden el número de pares para formar ese estímulo en particular.

#### OPERACION

El uso de E.P.2.1. se preve en dos formas, una como parte de la Estación Electrofisiológica y otra funcionando autónomamente. Trabajando solo el proceso sería: se enciende y aparece un menú en el despliegue, las opciones en este son:

**Estimulador: Estimula Modifica Parámetros Rampa**

En un primer momento oprimiríamos la tecla de parámetros para ver otro menú

**: Simple Tren Modulado Condicionante General**

Para escoger cualquier modo se tecléa la primera letra y aparece uno a uno el parámetro a introducir, al terminar vuelve al primer menú. Desde aquí podemos comenzar a estimular.

Si queremos modificar un solo parámetro, en el menú principal tecleamos M y aparece según el modo en el que estemos

**MOD(SIMple, TREN, CONDicionante, GENERAL)**

y según un código numérico, "1" para "eventos" por ejemplo, escogemos el parámetro a modificar con lo que aparece

**EVEN\_\_**

igual que cuando se escoge completo el Protocolo de Estimulación, tecleamos el valor oprimimos "entrada" y "escape".

Rampa es útil para probar el convertidor; se genera rampa con incrementos de una cuenta en la rutina correspondiente.

Como parte de la Estación Electrofisiológica el proceso se iniciaría en la PC. Una vez en la opción de Estimulación aparece el menú

**Estimulación en general: Parámetros Muestra Archiva mOmodifica Fin**

Al elegir Parametros lo primero que escogemos es el

**Modo Estimulación: Simple Tren Modulado Condicionante General**

después aparecen uno a uno los parámetros que se muestran en la figura del programa en la PC, al terminar regresamos a las opciones iniciales. Vemos la forma del estímulo con Muestra y podemos guardarlo como un Protocolo de Estimulación en disco entrando a la opción Archiva

**Opciones con archivos: Guardar Mostrar Transferir**

oprimiendo G y tecleando el nombre que damos al archivo. Desde este lugar podemos ver algún archivo en disco con Mostrar o Transferir un protocolo en disco o memoria al E.P.2.1. El estimulador sólo necesita estar encendido.

Modifica es la opción a usar si durante la estimulación es necesario modificar un sólo parámetro. La PC llama la atención del estimulador, este suspende la estimulación mientras recibe el valor y lo guarda en la localidad de memoria correspondiente, para continuar la estimulación con alguna nueva característica.

La orden de estimular, transmitida desde la PC, se da a la par que la de monitoreo de la señal para hacer la estimulación de manera sincronizada con la captura de datos.

Este equipo se usa con un preamplificador de alta impedancia con un puente incorporado antes de aplicarse a la célula.

## CONCLUSIONES

Un objetivo futuro es extender el uso de este equipo a otras áreas de investigación o servicio. Por el momento, además de como Estimulador, se iniciará el uso del E.P.2.1. como Marcapasos externo y Simulador de Señales Biológicas.

## SUMARIO DE CARACTERISTICAS

- Voltaje máximo de salida +/-5V
- con resolución de 1cV
- Voltaje máximo de salida +/-10V
- con resolución de 2cV
- Resolución en tiempo 1ms

- Nivel de polarización programable
- Modos de Estimulación 5

- Con pulso simple
- con tren simple
- con tren modulado
- con pulsos condicionantes
- en general

**Modos de operacion 2**  
**Independiente**  
**Enlazado a la PC**

#### REFERENCIAS

- 1.-Analog Devices  
"Data Acquisition Components and Subsystems"
- 2.-Borland International  
Turbo Pascal  
Version 4.0
- 3.-Intel, 1980  
"Peripheral Design Handbook"
- 4.-Loeliger, R. G.  
"Threaded Interpretive Languages  
Their Design and Implementation"  
Byte Books
- 5.-Rodriguez Rossini, Rojas Villanueva, Valencia California  
"Estimulador Programable EP11"  
Revista Mexicana de Ingenieria Biomédica  
Volumen VI Número 2 14-17 Octubre 1985