

41
24
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA AUTOMATICO DE DETECCION Y
ANALISIS DE ESPIGAS EN SEÑALES
BIOELECTRICAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE;
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A :

LUIS NARVAEZ PORRAS

DIRECTOR DE TESIS,
ING. SERGIO GUZMAN LARA

MEXICO, D. F.

1990





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

I	INTRODUCCION.	
	I.1 OBJETIVOS	1
	I.2 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BASICOS.	2
	I.2.1 LA NEURONA.	2
	I.2.3 CONCEPTO DE ESPIGA.	6
	I.2.4 CONCEPTO DE RAFAGA.	7
	I.3 REQUERIMIENTOS Y NECESIDADES DEL INVESTIGADOR.	8
	I.4 CARACTERISTICAS DE LA METODOLOGIA MANUAL.	10
	I.5 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PROPUESTO.	11
II	ELEMENTOS DEL SISTEMA.	
	II.1 ESTRUCTURA INTERNA DE LA MICROCOMPUTADORA PC.	12
	II.2 CONFIGURACION DE LA TARJETA LAB MASTER.	13
	II.2.1 CONFIGURACION GENERAL.	13
	II.2.2 OPERACION DEL CONVERTIDOR ANALOGICO/DIGITAL.	15
	II.2.3 OPERACION DEL CRONOMETRO/CONTADOR AMD 9513.	17
	II.2.4 OPERACION DEL CONVERTIDOR DIGITAL/ANALOGICO.	24
	II.2.5 CONFIGURACION PUERTO PARALELO PROGRAMABLE INTEL 8255.	25
	II.3 CONSTRUCCION Y CONEXION DE UN TECLADO AUXILIAR A LA PC.	28
III	CONFIGURACION GENERAL.	
	III.1 CONFIGURACION GENERAL.	30
	III.2 ORGANIZACION INTERNA DEL SISTEMA.	33
	III.3 AMBIENTE INTERNO DE TRABAJO DEL SISTEMA.	36
IV	PARAMETROS DE IDENTIFICACION DE ESPIGAS.	
	IV.1 CALIBRACION DEL SISTEMA.	37
	IV.2 CAPTURA Y GRAFICACION DE LA ACTIVIDAD BIOELECTRICA.	39
	IV.3 PARAMETROS DE IDENTIFICACION.	42
	IV.4 CONTROL DE ARCHIVOS DE PARAMETROS.	46
V	ANALISIS EN TIEMPO REAL.	
	V.1 ORGANIZACION INTERNA.	48
	V.2 CONTROL DE LA MEMORIA PRINCIPAL.	53
	V.3 ALGORITMO DE IDENTIFICACION.	55
	V.4 CONTROL Y ALMACENAMIENTO DEL TIEMPO.	58
	V.5 CREACION Y CONTROL DE ARCHIVOS DE EXPERIMENTO.	60
VI	ANALISIS EN MONITOREO.	
	VI.1 ORGANIZACION DEL MONITOREO.	62
	VI.2 RASTREO Y CONVERSION DEL MONITOREO.	65
	VI.3 CREACION Y CONTROL DE ARCHIVOS DE MONITOREO.	69

VII ANALISIS ESTADISTICO.	
VII.1 ANALISIS DE FRECUENCIAS.	71
VII.2 ANALISIS DE INTERVALOS.	74
VII.3 GENERACION DEL REPORTE ESTADISTICO.	77
VII.4 TRANSPORTABILIDAD DE DATOS ESTADISTICOS.	81
VIII UTILERIAS AUXILIARES.	
VIII.1 CONTROL DEL DIRECTORIO ACTUAL.	83
IX CONCLUSIONES.	
IX.1 CONCLUSIONES FINALES.	85
X BIBLIOGRAFIA	88

I INTRODUCCION.

I.1 OBJETIVOS

En el campo de las neurociencias, tanto en la investigación como en la práctica clínica, es de gran importancia el registro y análisis de una amplia gama de fenómenos bioeléctricos que tienen lugar en diversos tejidos del organismo (electrocardiografía, electroencefalografía, electromiografía, etc.) [7]. Estos fenómenos bioeléctricos consisten en la suma de oscilaciones de potenciales iónicos a los lados de las membranas celulares de neuronas y miofibrillas (células musculares).

En el Instituto de Fisiología Celular de la UNAM se han desarrollado sistemas que permiten analizar diferentes características de estos fenómenos eléctricos como son: densidad espectral, coherencia y correlación, entre otras. Sin embargo, estos análisis no persiguen como objetivo principal el estudio y análisis de eventos particulares que se distinguen de la actividad basal por sus características de amplitud y duración específicas. Estos eventos son un tipo especial de los llamados potenciales de acción, que se explicarán posteriormente.

En el presente trabajo nuestro objetivo central es el siguiente:

El diseño e implementación de un sistema basado en una microcomputadora PC compatible para:

- * Detectar
- * Cuantificar
- * Almacenar
- * Analizar

en tiempo real, potenciales de acción con características especiales.

El interés que existe en la detección y análisis de estos potenciales es primordial, ya que son estos los que revelan los cambios y estados significativos en la fisiología del órgano, tejido, o zona en estudio en el ser vivo.

Al parametrizar los potenciales de acción en sus características de amplitud y duración para su identificación se conforma el concepto de espiga, el cual es explicado más adelante, y que constituye un término y concepto que será básico y frecuente a lo largo del desarrollo de nuestro sistema.

Los subsiguientes temas dentro de este capítulo, tienen como finalidad brindar una breve introducción y descripción de la anatomía y fisiología neuronal así como la presentación y definición formal de conceptos básicos y de términos utilizados por nuestro sistema.

I.2 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BASICOS.

I.2.1 LA NEURONA.

La Neuroanatomía y la Neurofisiología son dos ramas de las Neurociencias. La primera aspira a descubrir los distintos elementos constitutivos del cerebro, la segunda estudia como funcionan sus distintas partes y como trabajan en conjunto.

Tanto la Neuroanatomía como la Neurofisiología se han desarrollado, en buena medida gracias a la tecnología capaz de proporcionar los instrumentos y técnicas necesarias para su estudio. Para la Neuroanatomía surge el microscopio electrónico y para la Neurofisiología el microelectrodo [14].

A continuación se presenta un breve estudio de la anatomía de la neurona, así como su fisiología elemental orientado al campo de interés de nuestro sistema de análisis.

NEURONA

La Neurona es la célula básica que constituye el sistema nervioso [26] (tanto el Central como el Periférico).

La mayoría de las neuronas comparten ciertas características estructurales que hacen posible distinguir 3 regiones:

- 1) **Soma** : Es el cuerpo celular, contiene el núcleo y la maquinaria bioquímica para la síntesis de enzimas para la vida de la célula.
- 2) **Dendritas**: Son delicadas expansiones formando un arbusto alrededor del cuerpo de la célula. Proporcionan la principal superficie física por la cual la se reciben las señales de entrada.
- 3) **Axón** : Es la extensión a partir del cuerpo celular y es la vía por la que las señales pueden viajar a largas distancias desde el soma a otras partes del cerebro y del sistema nervioso.

SINAPSIS

La conexión entre neuronas permite la transmisión de información de una a otra en puntos de contacto especializados llamados **sinapsis**.

Una neurona típica puede tener de 1,000 a 10,000 sinapsis y puede recibir información de otras 1,000 neuronas.

Las sinapsis se realizan con más frecuencia entre el axón de una célula y la dendrita de otra, aunque existen otros tipos de unión sináptica, entre axón y axón, entre dendritas y dendritas y entre axón y el cuerpo celular.

BOMBA SODIO-POTASIO

La neurona es capaz de mantener en su propio interior un líquido cuya composición difiere de la del líquido del exterior.

La diferencia más importante se da con respecto a la concentración de los iones de sodio y de potasio. El medio externo es unas 10 veces más rico en sodio que el interno y el medio interno es unas 10 veces más rico en potasio que el externo. Tanto el sodio como el potasio cruzan la membrana celular, en contra de su gradiente de concentración, de modo que se dice que existe una bomba que trabaja continuamente para intercambiar iones sodio que han entrado por iones potasio que están fuera de ella.

Como la concentración de iones sodio y potasio a un lado de la membrana celular difiere de la del otro, el interior del axón es 70 milivolts negativos con respecto al exterior.

Se ha demostrado que la propagación del impulso nervioso coincide con cambios repentinos en la permeabilidad de la membrana del axón respecto a los iones sodio y potasio.

El papel de la bomba de sodio-potasio [12] en la producción del impulso nervioso consiste en :

- 1) La membrana de la neurona posee una bomba de sodio y una de potasio; el sodio es expulsado hacia el exterior y el potasio hacia el interior.
- 2) La membrana de la neurona en reposo normalmente es de 50 a 100 veces más permeable para el potasio que para el sodio, por tanto el potasio se difunde con relativa facilidad a través de una membrana en reposo mientras que el sodio se difunde con dificultad.

En reposo el sodio es bombeado hacia la parte externa de la neurona mientras que el potasio es impulsado hacia adentro, sin embargo, como se impulsan hacia afuera de dos a cinco iones de sodio por cada ion de potasio que se hace penetrar, están bombeándose constantemente más iones positivos hacia afuera de la neurona que hacia adentro, las cargas negativas persisten dentro de la neurona de manera que esta se vuelve electronegativa (cuya magnitud es de -70 mV.), mientras que la porción externa se vuelve electropositiva.

POTENCIAL DE ACCION

Cuando un impulso nervioso empieza en el origen del axón, la diferencia de voltaje a través de la membrana del axón disminuye localmente; así en la dirección en que se propaga el impulso nervioso los canales de la membrana se abren, los iones de sodio entran a raudales en el axón, este proceso continua haciendo que los iones sodio que entran cambian el potencial interno de la membrana de negativo a positivo. Una vez abiertos, los canales de sodio se cierran muy pronto.

Desde el punto de vista eléctrico este flujo de salida restablece el voltaje dentro del axón a su valor de reposo de -70 miliVolts. La brusca carga positiva primero y negativa luego, se presenta como un "pico" en el osciloscopio, [19] éste es conocido como potencial de acción y es la manifestación eléctrica del impulso nervioso [12] (Fig. #1).

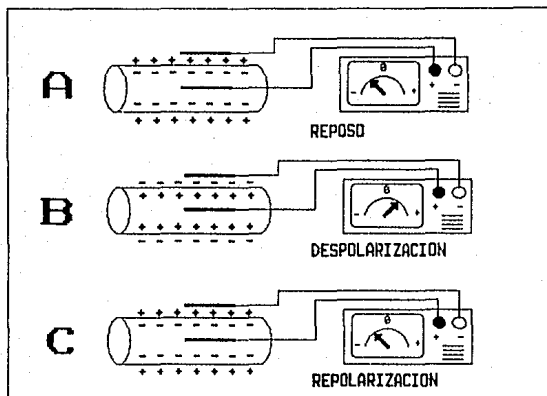


Fig. #1: Etapas del Potencial de Acción. Estado de reposo de la membrana celular en A, surge el potencial de acción en B, y en C se regresa al reposo.

La propagación del impulso nervioso depende de la presencia en la membrana neuronal de canales sodio operados por voltaje cuya apertura y cierre es responsable del potencial de acción.

A diferencia de otros cuerpos celulares, la neurona da lugar a un sistema de generación de impulsos nerviosos más complejo, esto es, si a un axón se le presenta un estímulo mantenido, solamente genera un único impulso nervioso al principio del estímulo, los cuerpos celulares, por el contrario generan un tren de pulsos con una frecuencia que refleja la intensidad del estímulo.

El proceso de desencadenamiento del potencial de acción es debido a diversas clases de estimulación, entre las que destacan:

- * Química : Algunos productos químicos (ácidos, bases, soluciones salinas, etc.) pueden estimular a la neurona aumentando la permeabilidad de la membrana.
- * Mecánica : La presión, aplastamiento de una fibra nerviosa puede causar una brusca penetración de sodio y por ende desencadenar un potencial de acción.
- * Eléctrica : Una carga eléctrica provocada artificialmente a través de la membrana puede causar un flujo excesivo de iones a través de la membrana, así iniciando un potencial de acción.

TRANSMISION DEL IMPULSO NERVIOSO.

La neurona en reposo, o bien cuando no transmite mensajes esta polarizada; la parte externa de su membrana tiene una carga eléctrica distinta de la interna. Cuando se presenta un estímulo se altera el orden de las moléculas de la membrana permitiendo que los iones se filtren. En ese momento la membrana nerviosa se despolariza y este cambio induce la alteración molecular de la siguiente sección de la membrana que a su vez se despolariza, así el impulso nervioso viaja con rapidez a través de la neurona.

La neurona estimulada envía el mensaje a lo largo de su axón, el cual se intercomunica con otras neuronas. Los impulsos eléctricos logran continuar a través de la sinapsis gracias a la liberación de substancias químicas conocidas como neurotransmisores que induce a la membrana de la neurona siguiente a desarrollar a su vez el impulso nervioso.

Las neuronas son capaces de generar impulsos nerviosos según una amplia gama de frecuencias, desde uno o menos por segundo a varios centenares por segundo.

I.2.3 CONCEPTO DE ESPIGA.

Dentro de la actividad bioeléctrica que presentan las neuronas existen ciertos eventos que se diferencian de la actividad basal, por sus características de amplitud y duración específicas.

A estos eventos se les denomina **espigas** y los criterios que caracterizan su identificación son:

- a) Polaridad del Potencial de Acción
- b) Rebasar una Amplitud Mínima [Umbral Inferior]
- c) No rebasar una Amplitud Máxima [Umbral Superior]
- d) Cumplir con un intervalo de Tiempo Mínimo [Tiempo Mínimo]
- e) Cumplir con un intervalo de Tiempo Máximo [tiempo Máximo]

Cualquier señal eléctrica que no cumpla con cualquiera de las características anteriores no será considerada como **espiga** por el sistema.

El conjunto de estas características conforman los parámetros de identificación de espigas (Fig. #2).

Nuestro sistema se encargará de detectar, registrar, almacenar y analizar espigas, de ahí la importancia de su concepto.

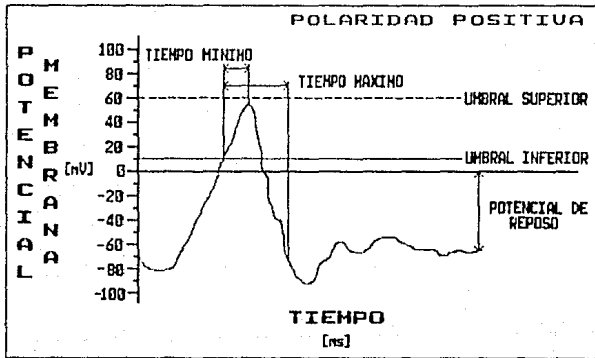


Fig. #2: Parámetros de identificación de Espigas.

- + Polaridad
- + Umbral Inferior
- + Umbral Superior
- + Tiempo Mínimo
- + Tiempo Máximo

I.2.4 CONCEPTO DE RAFAGA.

Para el estudio del comportamiento eléctrico de ciertas estructuras nerviosas, no es suficiente la identificación de una espiga, sino además es importante su interrelación con otras espigas, es decir, su clasificación como una espiga aislada, o bien como una espiga que forma parte de un conjunto estrechamente relacionado entre sí al que se denomina ráfaga.

La existencia de ráfagas se debe a que ciertas neuronas desencadenan series de trenes de impulsos eléctricos en respuesta a estímulos particulares (Fig. #3).

Los criterios de la identificación de ráfagas son:

- No rebasar un Tiempo Máximo de [Tiempo Máximo Ráfaga] duración de la ráfaga.
- No estar limitada a un número [Número de Espigas] específico de espigas.
- Cada espiga que la forme debe cumplir con los criterios de identificación de espigas.

Como puede observarse, el concepto de ráfaga se apoya en el concepto de espiga.

Cualquier conjunto de espigas que no cumpla con cualquiera de las características anteriores, no será considerada como ráfaga por el sistema.

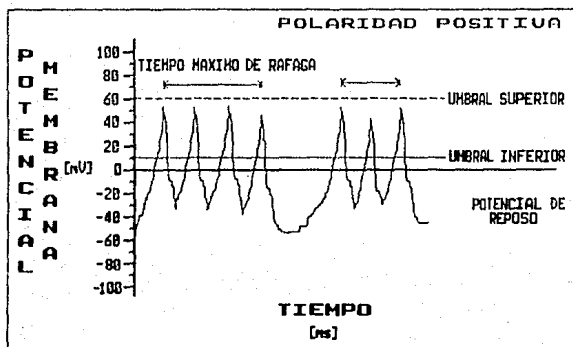


Fig. #3: Modelo de descarga de ráfagas.
El conjunto de espigas agrupadas forma la ráfaga.

I.3 REQUERIMIENTOS Y NECESIDADES DEL INVESTIGADOR.

Existen en el I.F.C. varios investigadores interesados en analizar señales bioeléctricas, cada uno de ellos con intereses y campos de investigación diversos como son fisiología del sueño, conducta animal, neurofisiología y recuperación de funciones por medio de transplantes, por mencionar algunos.

Nuestro sistema se planeó para contemplar el mayor número de requerimientos de cada uno de los investigadores y satisfacer al máximo posible las necesidades de todos ellos, sin tratar de particularizar u orientar el desarrollo del sistema hacia un campo en especial.

Son necesidades y requerimientos comunes a los investigadores los siguientes :

- + En cuanto al equipo (Hardware):
 - Contar con un equipo de análisis propio para cada laboratorio e instalarlo en cada uno de ellos a un bajo costo, considerando a los elementos con que ya se cuenten (computadora, osciloscopio, amplificadores, etc.).
- + En cuanto al sistema (Software) se requiere que:
 - Funcione en forma automática ahorrando tiempo al investigador.
 - Identifique y detecte de espigas.
 - Almacene información fundamental (espigas) eliminando así ruido y/o actividad basal.
 - Facilite el manejo y control de experimentos.
 - Realice la identificación de espigas durante prolongados intervalos de tiempo.
 - Posibilite la introducción dentro del registro de marcas de tiempo especiales.
 - * Posibilidad de insertar "marcas" de identificación durante el registro del experimento en el momento que desee el investigador como símbolos para señalar eventos relevantes como pueden ser:
 - + Introducción o efectos de una droga.
 - + Inicio y finalización de un estímulo visual o auditivo.
 - + Establecimiento de periodos de tiempo constante.
 - + Registro de eventos relevantes en el sujeto del experimento (animal despierto, dormido etc.).
 - Monitorear la actividad eléctrica.
 - * Desplegar en pantalla la actividad eléctrica con facilidades de congelar y de reanimar las imágenes a gusto del investigador.
 - Almacenar el trazo de la actividad bioeléctrica.
 - * Otorga la facilidad de guardar la forma (trazo) que tienen las espigas, así como el comportamiento de la actividad basal para fines ilustrativos.

- Finalice, y/o cancele registros de experimentos a disponibilidad del investigador.
 - * Al existir periodos de tiempo prolongados pueden suceder situaciones en las cuales sea necesario cancelar el experimento, o bien finalizarlo anticipadamente sin eliminar los datos que ya existen, antes de que termine el periodo de tiempo prefijado.
 - Modificación de parámetros de identificación de espigas en tiempo real.
 - * A causa del metabolismo interno del ser vivo en estudio, o bien debido a la instrumentación es posible que la señal bioeléctrica se atenúe o amplifique, alterando así los parámetros de identificación anteriormente establecidos, por lo que el sistema permite la modificación de dichos parámetros durante el tiempo mismo del registro del experimento.
 - Facilidad en el manejo de pantalla y validación de datos.
 - Elaboración de rutinas de detección y control de errores internos del sistema.
- + En cuanto al análisis, se requiere de:
- Realizar cálculos numéricos, de tipo estadístico sobre los datos obtenidos de la actividad bioeléctrica.
 - Analizar frecuencias e intervalos de tiempo entre espigas y entre ráfagas.
 - Generar reportes impresos con los resultados estadísticos.
 - * Consiste en la emisión de reportes los cuales contengan los principales resultados estadísticos obtenidos del análisis así como también los principales histogramas generados por el sistema.
 - Generar archivos de datos estadísticos.
 - * Su finalidad es la de poder transportar los datos estadísticos generados por el análisis, a paquetes estadísticos propios de cada investigador, mediante la generación de archivos tipo ASCII los cuales pueden ser leídos por la mayoría de paquetes de aplicación estadística comerciales, para que así el investigador pueda realizar un análisis más amplio y detallado utilizando el el paquete al que éste acostumbrado a utilizar.

I.4 CARACTERISTICAS DE LA METODOLOGIA MANUAL.

La intención de describir los pasos efectuados en la metodología manual realizada por el investigador es la de bosquejar las dificultades que se presentan comúnmente en la realización y análisis de experimentos.

La etapa de registro se realiza mediante un polígrafo que traza la gráfica de la actividad eléctrica que se produce durante el tiempo de estudio deseado, registrada por medio de electrodos que se implantan en distintas regiones de interés previamente seleccionadas por el investigador.

Otra técnica de almacenamiento de registro es la de grabar la señal bioeléctrica directamente en una cinta magnética para luego ser posteriormente desplegada en un osciloscopio.

La etapa de análisis se lleva a cabo en su mayor parte en forma manual, esto es, el investigador estudia "a ojo" grandes cantidades de información en los rollos de papel generados por el polígrafo, por lo que el proceso resulta tedioso, aumentando la posibilidad de error por parte del investigador. El estudio de los eventos de la actividad eléctrica de cada pulso eléctrico es en base a la observación, selección, y medición de cada pulso cuyas características en amplitud y tiempo se consideren relevantes para el estudio particular del propio investigador.

Como es posible notar, la observación y selección de cada pulso se basa en el criterio particular del investigador, por lo que es posible la existencia de diversos resultados sobre un mismo experimento obtenidos por diferentes investigadores.

La posibilidad de error aumenta al incrementarse el tiempo de duración en la etapa de registro ya que el conteo se vuelve más difícil y el proceso llega a ser tedioso.

El control de los experimentos requiere del almacenamiento de estos rollos de papel, con la dificultad de que estos se deterioran y/o rompen en casos de accidente, por lo que los hace muy difíciles de reponer o copiar.

En el caso de la cinta magnética, es más segura, y factible de ser copiada para respaldo, pero su análisis no es fácil ya que es necesario regresar la cinta en varias ocasiones y la medición de los parámetros de identificación no es sencilla, ya que el osciloscopio con que se cuentan en la mayoría de los laboratorios no retiene la imagen de la señal (no tienen memoria interna).

La metodología manual no es un procedimiento sencillo, rápido y de fácil por lo que consume gran cantidad de tiempo por parte del investigador para la obtención de resultados estadísticos y de elaboración de histogramas de los mismos.

I.5 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PROPUESTO.

El desarrollo de un sistema con una metodología automática basado en una microcomputadora personal PC brindará diversos beneficios, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- 1) Capacidad de Almacenamiento.
Posibilita guardar el registro de espigas en dispositivos de memoria magnéticos como diskettes o discos duros.
- 2) Capacidad de Procesamiento.
La capacidad y velocidad de un microprocesador ahorra tiempo al investigador al efectuar la captura y análisis de la información eliminando así ciertos procesos tediosos.
- 3) Identificación y detección de espigas.
Presenta al investigador la flexibilidad de parametrizar los pulsos eléctricos en amplitud y tiempo conforme a sus intereses particulares.
- 4) Capacidad de análisis.
El proceso de análisis al ser automático le brinda al investigador la posibilidad de dedicar más tiempo al estudio e interpretación de los resultados del análisis.
- 5) Presentación de gráficas y reportes de resultados.
Brinda la facilidad de resumir y presentar los resultados de sus experimentos en forma impresa.
- 6) Almacenamiento e impresión de la forma de las espigas.
Da la oportunidad de la captura de la forma de la espiga junto con sus parámetros de identificación así como su almacenamiento en disco e impresión.
- 7) Obtención de histogramas y resultados estadísticos.
Se calculan y presentan los resultados del análisis estadístico y sus gráficas correspondientes.
- 8) Accesibilidad.
Facilidad de uso para personas sin previa experiencia en computación.
- 9) Transportabilidad de datos.
El sistema prevé la posibilidad de la generación de los archivos de resultados estadísticos tipo ASCII, por lo que es factible que estos datos sean leídos en paquetes estadísticos externos.

El sistema no persigue como finalidad la eliminación total de la metodología manual, sino la de convertirse en una herramienta auxiliar más con la que cuente el investigador.

II ELEMENTOS DEL SISTEMA.

II.1 ESTRUCTURA INTERNA DE LA MICROCOMPUTADORA PC.

Nuestro sistema se basa en una microcomputadora PC compatible, debido a que esta máquina es la más frecuente dentro de los laboratorios del I.F.C. Además se cuenta en la Unidad de Cómputo con dispositivos externos especiales para PC, como la tarjeta LAB MASTER.

El sistema Espigas requiere de una microcomputadora PC compatible con la siguiente configuración mínima:

- 1) PROCESADOR.
INTEL 8086 en cualquiera de sus versiones, el 80286 ó el 80386.
- 2) MEMORIA RAM.
Memoria RAM mínima de 512 Kb.
- 3) MEMORIA SECUNDARIA.
Se presentan dos casos:
 - a) Existen 2 floppy drives. (formato 5¼" , o bien 3½")
En el caso de no poseer de un disco duro es necesaria la presencia de 2 floppy drives, destinando el primero a contener el disco de nuestro sistema y el segundo para el almacenamiento de datos del sistema.
 - b) Existe Disco Duro. (Opcional y recomendable)
Permite un mejor manejo de archivos de experimento, parámetros, y archivos de control internos del sistema.
- 4) SLOTS DE EXPANSION.
Se toma como base una PC con un slot de 8 bits libre para la instalación de la tarjeta LAB MASTER.
- 5) SISTEMA OPERATIVO.
Nuestro sistema parte de la utilización del MS DOS (Microsoft Disk Operating System) versión 2.0 en adelante.
- 6) PROGRAMAS RESIDENTES.
Es recomendable la NO existencia de programas residentes dentro del ambiente de trabajo de nuestro sistema, ya que consumen memoria y disminuyen la velocidad de ejecución.
- 7) TARJETA DE VIDEO.
Para lograr mayor rapidez de ejecución en la parte de captura, nuestro sistema maneja el video escribiendo directamente al "buffer" en RAM que controla el despliegue. No se utilizan las interrupciones ni del MS DOS ni del BIOS. Por ello el sistema funciona únicamente con la Tarjeta de Video CGA en modo gráfico de alta resolución (640 x 200 pixels) cuya memoria comienza en la dirección B800 hexadecimal.

II.2 CONFIGURACION DE LA TARJETA LAB MASTER.

II.2.1 CONFIGURACION GENERAL.

La tarjeta Scientific Solutions LAB MASTER [23] consta de dos circuitos básicos :

1) TARJETA MADRE.

Se instala directamente en un slot de la PC.

Sus funciones principales son:

- a) Control del Convertidor Digital/Analógico.
- b) Control del Contador/Cronómetro AMD 9513.
- c) Funciones de Puerto de I/O Paralelo INTEL 8255A.

2) TARJETA HIJA.

Se instala en un gabinete externo a la PC y su conexión con la tarjeta madre se realiza por medio de un cable de 50 pines como bus de datos de intercomunicación.

Su función principal es el:

- a) Control del Convertidor Analógico/Digital.

La programación de los diversos dispositivos de la tarjeta LAB MASTER se puede realizar tanto en lenguaje de alto nivel, como a nivel ensamblador siguiendo el orden que exige cada uno de ellos.

La comunicación y programación entre la computadora y la tarjeta LAB MASTER se efectúa a través de un área de 16 bytes consecutivos que son mapeados en memoria, o bien en puertos de I/O, asignando una dirección base (BASE) al inicio de esta área.

En nuestro sistema se eligió el mapeo a puertos de I/O fijando la dirección BASE en 710 hexadecimal.

Cada uno de estos dispositivos se explicarán con más detalle con sus características internas en los subsiguientes temas, así como su programación y organización interna.

La función que presentan cada uno de estos registros de comunicación con la tarjeta son las siguientes :

DIRECCION	OPERACION	FUNCION
BASE + 0	ESCRITURA	Byte (8 bits) menos significativo del Convertidor D/A #0.
BASE + 1	ESCRITURA	Byte (8 bits) más significativo del Convertidor D/A #0.
BASE + 2	ESCRITURA	Byte (8 bits) menos significativo del Convertidor D/A #1.
BASE + 3	ESCRITURA	Byte (8 bits) más significativo del Convertidor D/A #1.
BASE + 4	ESCRITURA	Byte de Control Convertidor A/D.
BASE + 5	ESCRITURA	Número del Canal de entrada del Convertidor A/D.
BASE + 6	ESCRITURA	Inicio de conversión A/D por software.
BASE + 7	ESCRITURA	Señal de Acknowledge a la interrupción originada por AMD 9513.
BASE + 10	ESCRITURA	Byte de Control de transferencia DMA.
BASE + 4	LECTURA	Byte de Status del Convertidor A/D.
BASE + 5	LECTURA	Byte (8 bits) menos significativo del Convertidor A/D.
BASE + 6	LECTURA	Byte (8 bits) más significativo del Convertidor A/D.
BASE + 8	AMBAS	Puerto de Datos AMD 9513.
BASE + 9	AMBAS	Puerto de Control AMD 9513.
BASE + 12	AMBAS	Puerto A en paralelo del 8255.
BASE + 13	AMBAS	Puerto B en paralelo del 8255.
BASE + 14	AMBAS	Puerto C en paralelo del 8255.
BASE + 15	LECTURA	Puerto de Control en paralelo del 8255.

II.2.2 OPERACION DEL CONVERTIDOR ANALOGICO/DIGITAL.

El Convertidor Analógico/Digital de la tarjeta IAB MASTER cuenta con las siguientes características:

- Capacidad de 16 canales.
- Disparo externo opcional.
- Resolución de 12 bits.
- Capacidad de interrupción al procesador de acuerdo con banderas internas en el byte de control.
- Velocidad de conversión máxima de 30 KHz.

El rango de formatos de entrada se puede seleccionar por medio de conectores internos (jumpers) que posee la tarjeta, y sus rangos disponibles son :

*	-10 V	a	+10 V	[seleccionado para el sistema]
*	0 V	a	+10 V	
*	-5 V	a	+5 V	
*	0 V	a	+5 V	

Existen dos formatos de salida del convertidor seleccionados por medio de conectores y son :

- * Formato Binario [seleccionado para el sistema]
- * Formato Complemento a dos.

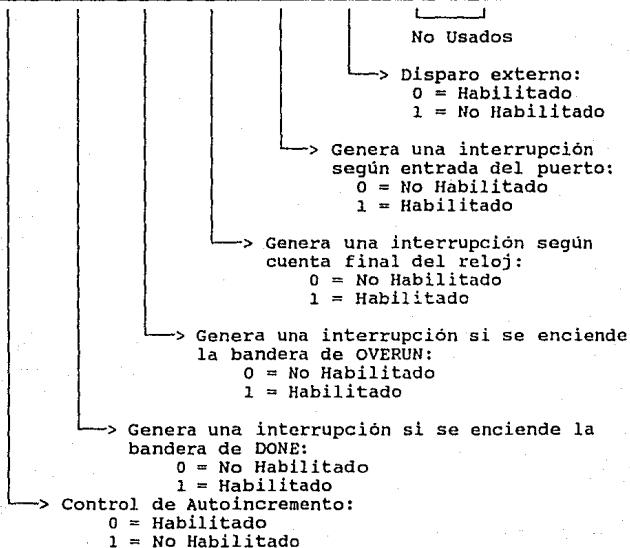
La frecuencia de muestreo se programa utilizando el Timer AMD 9513.

El control del convertidor Analógico/Digital se logra por medio de software a través de dos bytes:

a) BYTE DE CONTROL.

[BASE + 4]

7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---



La finalidad del autoincremento es la de direccionar automáticamente el siguiente canal a muestrear después de realizar una conversión, facilitando así el muestreo de varios canales.

b) BYTE DE NUMERO DE CANAL DE ENTRADA. [BASE + 5]

Este byte tiene dos significados dependiendo del estado de la bandera de autoincremento:

- a) Habilitado :Es el número del único canal a muestrear
- b) No habilitado:Es el número de canal más bajo a muestrear

El número de canal más alto a muestrear, es fijado por medio del switch SW1 de la tarjeta Hija. Para nuestro sistema se establece como máximo el canal 15.

II.2.3 OPERACION DEL CRONOMETRO/CONTADOR AMD 9513.

EL AMD 9513 System Timer Controller es un circuito integrado que tiene la capacidad de realizar las siguientes tareas :

- + Cronómetro de intervalos de tiempo entre eventos.
- + Generar intervenciones al procesador.
- + Contador de eventos discretos.
- + Disparador de inicio de conversión Analógica/Digital.

ARQUITECTURA:

Consta de cinco contadores de 16 bits cada uno, que pueden ser usados individualmente o bien conectados entre sí en forma de cascada.

Contiene dos puertos de 8 bits cada uno para intercomunicación con sus registros internos, los cuales son :

- 1) PUERTO DE CONTROL. [BASE + 9]
Sus registros internos contenidos son:
 - a) COMMAND REGISTER
 - b) DATA POINTER REGISTER
 - c) STATUS REGISTER

- 2) PUERTO DE DATOS. [BASE + 8]
Sus registros internos contenidos son:
 - a) MASTER MODE REGISTER
 - b) COUNTER MODE REGISTER (5)
 - c) LOAD REGISTER (5)
 - d) HOLD REGISTER (5)
 - e) ALARM REGISTER (2)

Cada uno de los cinco contadores con que cuenta el AMD 9513 tienen conexiones externas asociadas :

- a) OUT1-OUT5 : Conexiones de Salida.
Pueden obtenerse de estas salidas ondas cuadradas o pulsos según sea configurado cada contador.
- b) SRC1-SRC5 : Conexiones de Entrada.
Utilizados durante el conteo de eventos externos.
- c) GATE1-GATE5: Conexiones de entrada que inician y suspenden el conteo de cada contador.

Existe una salida de frecuencia programable (FOUT) y no esta asociada a algún contador en particular.

Aparte de las conexiones SRC1-SRC5 y GATE1-GATE5 la fuente de conteo de cada contador puede ser la salida de otro contador (cascada) o bien alguno de los 5 relojes internos disponibles en el timer. Las fuentes de estos relojes es un reloj original de 1 MHz que pasa por cuatro divisores de

frecuencia que pueden trabajar como divisores tipo BCD o Binarios :

RELOJ	FRECUENCIA	CONTEO BCD	CONTEO BINARIO
1	F1	1 MHz	1.0 MHz
2	F2	100 KHz	62.5 KHz
3	F3	10 KHz	3906.25 Hz
4	F4	1 KHz	244.1406 Hz
5	F5	100 Hz	15.2588 Hz

FUNCIONES:

FUNCIONES DEL PUERTO DE CONTROL:

El PUERTO DE CONTROL direcciona el acceso a sus 3 registros internos cuyas funciones individuales son:

- a) **COMMAND REGISTER:** (8bits)
Localidad donde la información es enviada para iniciar, detener, o salvar el contenido de un contador.
- b) **DATA POINTER REGISTER:** (8 bits)
Selecciona cual registro interno es accesible a través del PUERTO DE DATOS.
- c) **STATUS REGISTER:** (8 bits)
Indica el estado de cada contador.

FUNCIONES DEL PUERTO DE DATOS:

El PUERTO DE DATOS configura a los contadores, cada contador tiene tres registros: LOAD, HOLD, y MODE.

Los contadores 1 y 2 cuentan además con un registro de 16 bits de ALARMA cada uno.

Las funciones individuales de cada registro son :

- a) **MASTER MODE REGISTER:** (16 bits)
Controla las actividades de :
 - + Controla ancho del bus del 9513.
 - + Reset del AMD 9513.
 - + Control de división Binaria/BCD.
 - + Frecuencia de salida FOUT.
 - + Operaciones de reloj de 24 hrs. ("time of day").
- b) **COUNTER MODE REGISTER:** (16 bits)
 - + Selecciona una de 16 fuentes de conteo posibles para los contadores.
 - + Modo de repetición.
 - + Polaridad de Entrada y Salida.
 - + Tipo de Conteo Binario/BCD.

- c) **LOAD REGISTER:** (16 bits)
 Controla el periodo de conteo del contador asociado.
 Carga al contador al inicio de la cuenta.
 El valor del contador deberá estar expresado en concordancia al tipo de conteo (Binario/BCD).
- d) **HOLD REGISTER:** (16 bits)
 Salva el valor del contador asociado.
- e) **ALARM REGISTER:** (16 bits)
 Guarda y compara su contenido con el valor del contador asociado, al coincidir éste se genera una interrupción.

PROGRAMACION:

La programación del AMD 9513 es en base a comandos mandados al PUERTO DE CONTROL y de valores a cargar en cada registro interno que se mandan al puerto de control.

Es necesario presentar los comandos así como su relación con cada registro interno de los contadores :

- a) **COMMAND REGISTER.**
 Comandos para el Timer:

7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	E2	E1	G3	G2	G1	Carga el DPR con E y G
1	1	1	0	1	N3	N2	N1	Enciende bit salida N
1	1	1	0	0	N3	N2	N1	Apaga bit salida N
1	1	1	1	0	N3	N2	N1	Dispara cuenta en N
1	1	1	0	1	0	0	0	Enciende bit 14 de MMR
1	1	1	0	1	1	1	0	Enciende bit 12 de MMR
1	1	1	0	1	1	1	1	Enciende bit 13 de MMR
1	1	1	0	0	0	0	0	Apaga bit 14 del MMR
1	1	1	0	0	1	1	0	Apaga bit 12 del MMR
1	1	1	0	0	1	1	1	Apaga bit 13 del MMR
1	1	1	1	1	1	1	1	Reset General.

donde:

DPR : DATA POINTER REGISTER.
 MMR : MASTER MODE REGISTER.
 N3 N2 N1 : Número del contador (del 001 al 101)
 G3 G2 G1 : Campo del grupo a cargar en el DATA POINTER REGISTER, junto con el campo de elemento se determina a que registro va a apuntar el DPR y por lo mismo a que registro se va a inicializar a continuación:

000 = Ilegal	100 = Grupo del Contador 4
001 = Grupo Contador 1	101 = Grupo del Contador 5
010 = Grupo Contador 2	110 = Ilegal
011 = Grupo Contador 3	111 = Grupo de Control

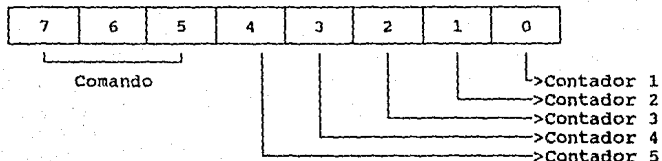
E2 - E1 : Campo de elemento a cargar en el DPR:
 Si se trata de el grupo de un contador:
 00 = Mode Register
 01 = Load Register
 10 = Hold Register
 11 = Hold Register en el ciclo de incremento de Hold.

Si se trata de el grupo de control:
 00 = Alarm Register 1
 01 = Alarm Register 2
 10 = Master Mode Register
 11 = Status Register

El ciclo de incremento es una facilidad que brinda el AMD 9513 para cargar varios registros internos sin tener que modificar cada uno de ellos en cada ocasión al DPR, el cual, dentro del ciclo mencionado, una vez que recibe un valor en el puerto de datos, se incrementa automáticamente apuntado a otro de los registros internos. Existen tres tipos de ciclos de incremento :

- Carga a todos los Hold register de los 5 contadores.
- Carga los registros de control del Timer.
- Programa a los Mode, Load y Hold registers de los 5 contadores.

Comandos para los contadores:



- 1= El comando se realiza sobre el contador.
 0= El comando no se realiza sobre el contador.

Tipos de Comando:

- 001 = Habilita el contador.
- 010 = Carga el contador.
- 011 = Carga y habilita el contador.
- 100 = Deshabilita y salva el contador.
- 101 = Salva el valor del contador en el Hold register.
- 110 = Deshabilita el contador.

b) MASTER MODE REGISTER.

BYTE MENOS SIGNIFICATIVO.



Controlan Fuente de FOUT:

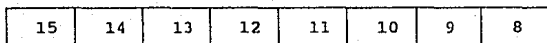
0000 = F1
 0001 = SRC 1
 0010 = SRC 2
 0011 = SRC 3
 0100 = SRC 4
 0101 = SRC 5
 0110 = GATE 1
 0111 = GATE 2
 1000 = GATE 3
 1001 = GATE 4
 1010 = GATE 5
 1011 = F1
 1100 = F2
 1101 = F3
 1110 = F4
 1111 = F5

Modo "Time of Day"
 (00=No habilitado)

->Habilita Comparador 1
 (0=No habilitado)

->Habilita Comparador 2
 (0=No habilitado)

BYTE MAS SIGNIFICATIVO.



-> Control Divisor de FOUT:

-> Controla FOUT:
 0 = FOUT ON
 1 = FOUT OFF

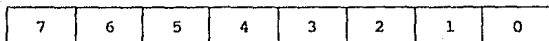
-> Controla el ancho del bus que maneja el AMD 9513 y que para el convertidor siempre debe de ser de 8 bits. (0=8 bits)

-> Control del incremento del DPR.
 (0=deshabilitado)

-> Control de la escala:
 0 = división binaria
 1 = división tipo BCD

c) COUNTER MODE REGISTER.

BYTE MENOS SIGNIFICATIVO.



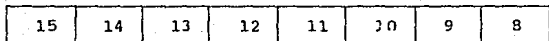
Control de Conteo:

OXXX=Deshabilita el Special gate
 1XXX=Habilita el Special gate
 X0XX=Se recarga con Load
 X1XX=Se recarga con Load o Hold
 XX0X=Cuenta una vez
 XX1X=Cuenta repetitiva
 XXX0=Cuenta en Binario
 XXX1=Cuenta en BCD
 XXXX0=Cuenta descendente
 XXXX1=Cuenta ascendente

Control Salida del Contador:

000=Inactiva, salida baja
 001=Activa alta
 010=Salida pulso reloj
 011=Illegal
 100=Inactiva, salida alta
 101=Activa baja
 110=Illegal
 111=Illegal

BYTE MAS SIGNIFICATIVO.



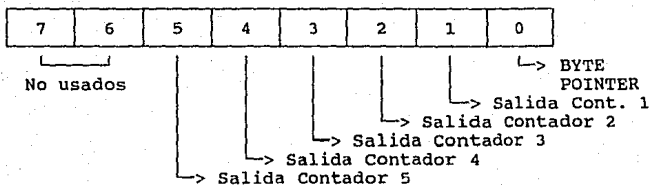
Control de Disparo:

000=Sin disparo
 001=Nivel H en TCN-1
 010=Nivel H en GATE N+1
 011=Nivel H en GATE N+1
 100=Nivel H en GATE N
 101=Nivel L en GATE N
 110=Paso de L a H en GATE N
 111=Paso de H a L en GATE N

Selección de la fuente de conteo:

0XXX=Cuenta con el paso de L a H
 1XXX=Cuenta con el paso de H a L
 X0000=TCN-1
 X0001=SRC1
 X0010=SRC2
 X0011=SRC3
 X0100=SRC4
 X0101=SRC5
 X0110=GATE 1
 X0111=GATE 2
 X1000=GATE 3
 X1001=GATE 4
 X1010=GATE 5
 X1011=F1
 X1100=F2
 X1101=F3
 X1110=F4
 X1111=F5

d) STATUS REGISTER.



El BYTE POINTER indica si un byte de un registro puede ser transmitido o accedido a través del PUERTO DE CONTROL.

II.2.4 OPERACION DEL CONVERTIDOR DIGITAL/ANALOGICO.

La tarjeta LAB MASTER contiene dos convertidores Digital/Analógico de 12 bits, referidos como DAC0 y DAC1.

La localización de los registros de los DAC0 y DAC1 son :

DAC	BYTE	DIRECCION
0	Bajo	BASE+0
0	Alto	BASE+1
1	Bajo	BASE+2
1	Alto	BASE+3

La tabla siguiente muestra el rango de valores manejados por la tarjeta, así como sus rangos de voltaje de salida :

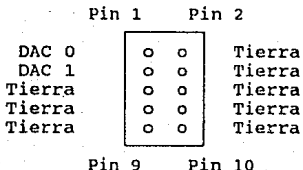
VALOR DECIMAL	VOLTAJES DE SALIDA			
	-10V a +10V	0V a +10V	-5V a +5V	0V a +5V
+ 2047	+ 10	+ 10	+ 5	+ 5
.
0	0	5	0	2.5
.
- 2048	- 10	0	- 5	0

NOTA:El rango de voltaje de salida se establece configurando la tarjeta madre por medio de jumpers.

Los valores de los 12 bits aceptados por cada DAC debe ser expresado en complemento a dos. Deben de proporcionarse el valor completo de los 12 bits de información, dando primero el byte alto y después del byte bajo, siempre en ese orden. Al dar el último byte, los 12 bits son presentados al convertidor al mismo tiempo realizando en este momento la conversión y obteniendo su correspondiente valor analógico.

El valor analógico se conserva constante hasta que un nuevo valor digital (de 12 bits) sea proporcionado al convertidor Digital/Analógico.

La salida analógica de los convertidores se encuentran localizadas en un conector de 10 pines dentro de la tarjeta madre. La localización de las salidas es la siguiente :



II.2.5 CONFIGURACION PUERTO PARALELO PROGRAMABLE INTEL 8255.

La tarjeta LAB MASTER cuenta con un puerto paralelo programable de I/O, el INTEL 8255A. Este puerto tiene 24 líneas de I/O que pueden ser programadas en dos grupos de 12. Estas 24 líneas están arregladas en 3 puertos etiquetados como A, B y C. La función de cada uno de estos puertos depende de las instrucciones enviadas al registro de control de 8255A.

La comunicación externa con el 8255A y la microcomputadora es realizada por medio de los 3 puertos de 8 líneas cada uno:

- 1) PUERTO A : Es el registro para transferencia de datos (8 bits) entre las líneas externas A0-A7 y la computadora. Las líneas A0-A7 se encuentran localizadas en el conector de la tarjeta madre.
- 2) PUERTO B : Es el registro para transferencia de datos (8 bits) entre las líneas externas B0-B7 y la computadora. A diferencia del puerto A, este tiene la capacidad de suministrar una mayor cantidad de corriente eléctrica en cada línea.
- 3) PUERTO C : Es el registro para transferencia de datos (8 bits) entre las líneas externas C0-C7 y la computadora. Los cuatro bits más bajos (C0-C3) y los cuatro más altos (C4-C7) son configurados por separado como líneas de entrada y salida respectivamente.

Las líneas A0-A7, B0-B7, C0-C7 se encuentran localizadas en el conector J10 y J11 de la tarjeta madre. El conector J10 tiene 26 pines y el J11 50 pines.

La existencia de dos conectores permite la compatibilidad de la LAB MASTER con los estándares comerciales e industriales.

La diferencia más importante entre estos conectores, es el hecho de que el J11 brinda un pin de fuente de voltaje externo de +5V, mientras que el J10 no posee ninguna fuente.

La tarjeta madre contiene 6 sockets universales (USS) donde pueden ser insertados circuitos integrados que sirvan como buffers de entrada/salida o drivers de dispositivos externos. Cada socket esta asociado con 4 líneas de I/O como sigue:

SOCKET	PUERTO
USS1	A bits 0-3
USS2	A bits 4-7
USS3	C bits 4-7
USS4	C bits 0-3
USS5	B bits 4-7
USS6	B bits 0-3

Como componentes de circuitos integrados soportados por los USS se encuentran:

- * Configuración Entrada :
 - + 74LS00 TTL Inversor (Buffers)
 - + 74LS26 Inversor Open Collector (Buffers)
 - + 74LS08 TTL No inversor (Buffers)
- * Configuración Salida :
 - + 74LS00 TTL Inversor (Buffers)
 - + 74LS08 TTL No inversor (Buffers)
 - + AND UHP400 UHP400-1 UHP500 (Drivers)
 - + NAND UHP408 UHP408-1 UHP508 (Drivers)

La configuración de cada USS como puerto de entrada o como de salida depende de como los buffers o drivers sean instalados en la tarjeta madre.

PROGRAMACION:

La comunicación y programación del 8255A con la tarjeta LAB MASTER se lleva a cabo mediante comandos del PUERTO DE CONTROL y el acceso a cada uno de los puertos, a través de las direcciones siguientes:

PUERTO	DIRECCION
A	BASE+12
B	BASE+13
C	BASE+14
D	BASE+15

El 8255A soporta tres modos de operación:

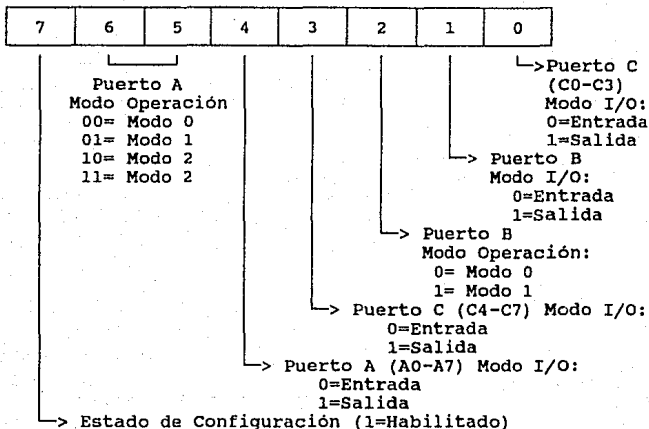
- 1) MODO BASICO. [Modo 0]
Cada grupo de 12 líneas de I/O es programado en un grupo de 8 y en un grupo de 4. Cada grupo es independientemente accesible para entrada o salida.
Las entradas no son retenidas y las salidas son retenidas hasta que el siguiente byte de información sea enviado al puerto de datos.
- 2) MODO STROBED. [Modo 1]
Cada grupo de 12 líneas es programado como líneas de entrada solamente o bien como líneas de salida exclusivamente en los puertos A y B. El puerto C cede tres líneas al puerto A y tres al B para "Handshaking". Tanto los bits de salida como los bits de entrada son retenidos.
- 3) MODO STROBED BIDIRECCIONAL. [Modo 2]
Las 8 líneas del puerto A son usadas para producir un bus bidireccional y 5 líneas del puerto C usadas para "Handshaking". El puerto B puede programarse en modo 0 o modo 1. Las entradas y las salidas son retenidas.

El PUERTO DE CONTROL controla la configuración y estado de cada puerto (A,B y C) independientemente del modo de operación. El PUERTO DE CONTROL tiene dos estados:

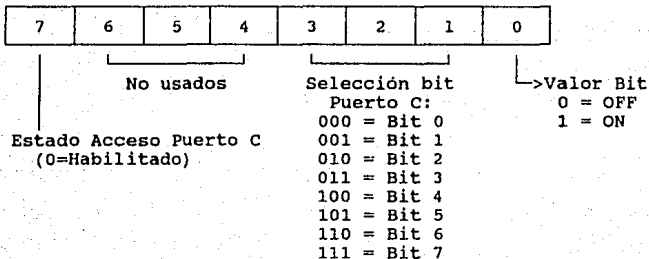
- ESTADO DE CONFIGURACION :
Establece el modo de operación y control de cada puerto.
- ESTADO DE ACCESO PUERTO C:
Permite el acceso directo a la información contenida en el puerto C para lectura rápida.

La siguiente tabla indica el contenido del PUERTO DE CONTROL

a) ESTADO DE CONFIGURACION:



b) ESTADO DE ACCESO PUERTO C:



II.3 CONSTRUCCION Y CONEXION DE UN TECLADO AUXILIAR A LA PC.

Debido a que la parte de captura de la señal bioeléctrica es crucial en nuestro sistema, tuvimos que acelerar al máximo la rapidez de ejecución de dicho módulo. Esto se logró programando en ensamblador y deshabilitando las interrupciones. Sin embargo el hecho de deshabilitar las interrupciones nos impedía leer el teclado de la PC, y como el sistema esta planeado para permitir al usuario modificar los parámetros de captura en tiempo real, nos vimos en la necesidad de implementar un teclado auxiliar para dicha comunicación.

Normalmente los procesos de I/O son llevados a cabo por medio del Sistema Operativo [10][15]. En particular en la PC el BIOS (Basic Input Output System) forma la interface entre el MS DOS y el hardware. Desafortunadamente las rutinas de control y sentido del teclado son lentas comparadas con las velocidades necesarias para trabajar en tiempo real. Nuestro sistema al no utilizar estas rutinas y acceder directamente un puerto de I/O conectado al teclado auxiliar ahorra gran cantidad de tiempo al microprocesador, pudiendo optimizar la etapa de análisis.

La comunicación entre la PC y el teclado auxiliar se logra mediante la configuración y programación del puerto paralelo programable INTEL 8255A de la tarjeta madre del LAB MASTER.

Se utiliza el puerto A (8 bits) y se programa a éste en modo básico [Modo 0] exclusivamente en selección de entrada de datos, esto es, desde teclado al puerto A directamente (líneas A0-A7). Se instala un buffer de entrada mediante el uso del 74LS08 en los seis USS disponibles de la tarjeta.

Nuestro teclado auxiliar [20] tiene como propósito servir de interface Hombre-Máquina que señale, o bien inicialice un proceso específico dentro del análisis en tiempo real.

HARDWARE:

El componente principal es el teclado mismo, esta formado por 12 teclas en total, diez de ellas asociadas a los números del 0 al 9 y dos teclas disponibles rotuladas como # y *. Este teclado reducido es muy utilizado en telefonía y en equipos de control numérico sencillos (Fig. #4).

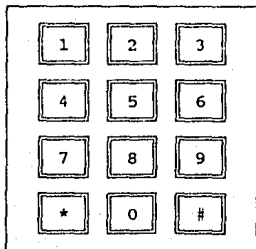


Fig. #4: Teclado Auxiliar a la PC.

Su ventaja consiste en la importante reducción en el número de teclas que lleva su empleo, así como su fácil identificación de sus teclas, ya que no contienen palabras o nemónicos en algún otro idioma.

El cable de conexión es de una longitud tal que permita al usuario portar el teclado, manejarlo, y acomodarlo según guste o convenga a la disposición física de su laboratorio.

SOFTWARE:

Las rutinas de sensado e identificación son llevadas a cabo mediante software.

La operación del teclado esta diseñada para trabajar en "modo único", es decir:

- a) El teclado genera un sólo código por cada tecla.
- b) No existen características como mayúsculas ó minúsculas.
- c) La combinación de dos o más teclas simultáneamente NO son válidas.

La rutina de sensado verifica lo siguiente:

- a) La presencia de un estado que implique la ocurrencia de pulsación de alguna tecla.
- b) Al mantener oprimida una tecla durante algún tiempo prolongado advierte este hecho, notificando a la PC que un sólo caracter ha sido pulsado en realidad. Regresando a su estado normal hasta que haya sido liberada la tecla oprimida.

La rutina de identificación realiza lo siguiente:

- a) Identificar un error en el senado. No genera código alguno y regresa a sensar el teclado nuevamente.
- b) Se valida el estado del código recibido por el teclado, de tal forma que la existencia de ruido o bien fallas de transmisión sean detectadas y no ocasionen distorsión en la PC.
- c) Proporciona como resultado de una identificación válida, el código ASCII de la tecla oprimida.

III CONFIGURACION GENERAL.

III.1 CONFIGURACION GENERAL.

La siguiente figura muestra la configuración general del sistema Espigas :

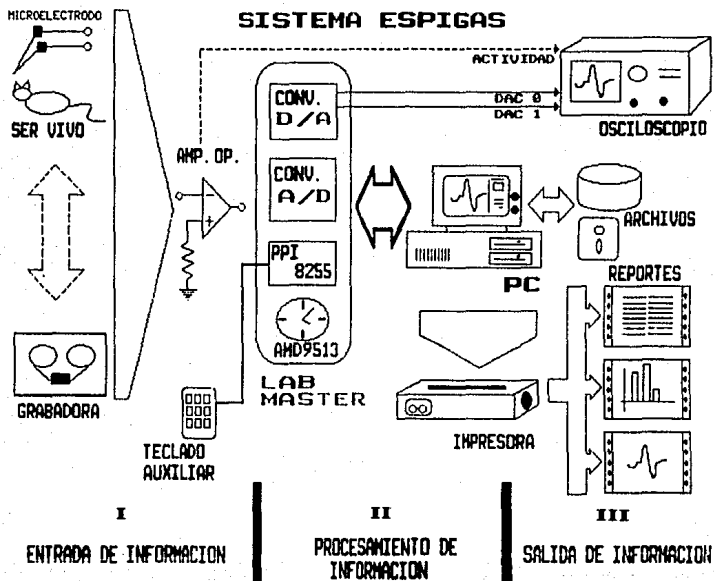


Fig. #5: Configuración del Sistema Espigas.

Hemos dividido al sistema en 3 bloques :

I: ENTRADA DE INFORMACION.

Este bloque esta intimamente relacionado con la captura de la actividad bioeléctrica, la cual puede ser obtenida en forma:

a) Directa.

Microelectrodos son implantados dentro de la zona de estudio de particular interés del ser vivo y se realiza el análisis de la actividad en este tiempo.

b) Indirecta.

La actividad registrada del experimento es grabada ya sea parcial o totalmente en cinta magnética y reproducida posteriormente para su análisis.

Por medio de amplificadores operacionales la actividad logra una mayor claridad en amplitud con fines de mejorar la captura de ésta por medio del LAB MASTER.

Los elementos del LAB MASTER previamente programados y controlados por la PC tienen como objetivo la identificación de un potencial de acción por medio del continuo monitoreo de la actividad presente.

El uso del teclado auxiliar es necesario, ya que este bloque exige una continua intervención del investigador.

II: PROCESAMIENTO DE INFORMACION.

Este bloque involucra la participación y operación de todos los elementos del sistema. Principalmente realiza dos procesos:

1) Análisis en tiempo real:

Con objeto de optimar el análisis de la actividad presente, se concentra la atención y operación entre el microprocesador y el LAB MASTER [13].

Se genera una señal auxiliar de identificación dirigida a un osciloscopio con el fin de ayudar al investigador acerca de la respuesta de la PC ante la actividad presente.

Control del tiempo de la duración del análisis, así como del manejo interno de memoria RAM y del disco duro de la PC.

2) Cálculos Estadísticos:

Analiza los datos obtenidos y almacenados en la etapa de análisis en tiempo real.

Graficación de histogramas, generación de resultados estadísticos.

Control y manejo de archivos internos, transparentes al usuario.

La interface Hombre Máquina es primordial en el análisis en tiempo real ya que la supervisión directa del investigador es requerida durante toda la duración del experimento, y es llevada a cabo por medio del teclado auxiliar.

III: SALIDA DE INFORMACION.

Este bloque presenta los resultados estadísticos calculados en la unidad anterior en varias formas:

- * Graficación de histogramas.
- * Generación de reportes impresos.
- * Impresión de parametrización de espigas.
- * Transportación de datos estadísticos.

Su objetivo es el de resumir y generar los documentos necesarios para brindar un mejor manejo para el control de los experimentos y resultados realizados.

III.2 ORGANIZACION INTERNA DEL SISTEMA.

El sistema Espigas esta organizado de la siguiente forma:

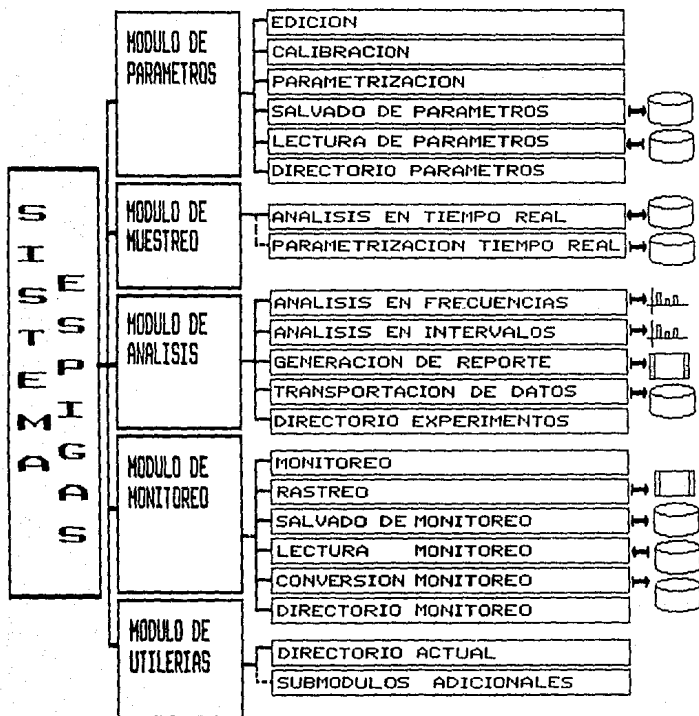


Fig. #6: Organización del Sistema Espigas.

Existen 5 módulos básicos:

MODULO	OBJETIVOS
PARAMETROS	<ul style="list-style-type: none">* Calibrar el sistema* Establecer parámetros de identificación de espigas.* Control y manejo de archivos de parámetros
MUESTREO	<ul style="list-style-type: none">* Analizar en tiempo real la actividad bioeléctrica.* Restablecer los valores de identificación de espigas durante el muestreo.* Control y manejo de archivos de experimentos.
ANALISIS	<ul style="list-style-type: none">* Realizar cálculos estadísticos sobre los experimentos.* Generación de reportes impresos de los resultados e histogramas.* Transportación de datos estadísticos.
MONITOREO	<ul style="list-style-type: none">* Almacenar la actividad bioeléctrica en bloques.* Detectar y visualizar las espigas, así como mostrar sus parámetros de identificación.* Control y manejo de archivos de monitoreo.
UTILERIAS	<ul style="list-style-type: none">* Presentar rutinas auxiliares al usuario durante el uso del sistema.

En los capítulos siguientes se explica con mayor detalle cada uno de los módulos del sistema.

NORMAS EN EL IFC:

Nuestro sistema sigue las siguientes normas de programación establecidas por la Unidad de Cómputo del I.F.C:

- Lenguaje de alto nivel: Turbo Pascal versión 5.5 [4][5]
Diseñar una programación estructurada, realizar interacción con lenguaje ensamblador, acceso a puertos de comunicación I/O, control del área de memoria del video.
- Lenguaje de bajo nivel: Ensamblador Intel 8086 [22]
Se maneja el juego de instrucciones básico del 8086, ya que éste es fácilmente soportado por microprocesadores más recientes.

- c) Programación en ensamblador: [2][3][6][21]
Todo proceso cuya velocidad de ejecución sea un factor importante, debe ser programado en ensamblador en especial los procesos involucrados en el análisis en tiempo real.
Se cuenta con programas auxiliares desarrollados por la misma Unidad de Cómputo para la generación de código "en línea" [13], el cual permite insertar libremente dentro de PASCAL instrucciones en ensamblador dejando al compilador el manejo de las variables y del stack.
- d) Rutinas de validación:
Los datos aportados por el usuario, deben ser checados y validados con respecto a los valores posibles permitidos.
- e) Manejo de menús:
Todo el sistema debe ser dirigido através de menús, facilitando así el manejo del mismo.

MODULARIDAD:

Perseguimos en la implementación, construir cada módulo con la mínima interdependencia posible (bajo acoplamiento).

Cada módulo espera un elemento de entrada (archivo, estructura de datos, etc.) producido por otro módulo, o bien un elemento existente dentro del ambiente interno que se encuentre en ese momento vigente.

Cada módulo es susceptible a futuras modificaciones que sean requeridas, según surjan nuevas necesidades.

DOCUMENTACION:

Cada módulo tiene una sección de documentación destacando sus puntos particulares de interés para el programador.

Cada declaración de estructuras de datos esta acompañada de la descripción de los campos que la forman.

Existen estructuras de datos propias de cada etapa por lo que su declaración y uso sólo es de interés para sus correspondientes submódulos.

Los nombres de variables siempre tienen significados que sean fácilmente relacionados con el sentido físico y lógico de su propósito.

III.3 AMBIENTE INTERNO DE TRABAJO DEL SISTEMA.

El sistema Espigas para su funcionamiento crea un ambiente interno de trabajo dentro del la PC al inicio de su operación, su control es transparente al usuario y se elimina a sí mismo al momento de finalizar el sistema.

Este ambiente de trabajo consiste en un área de almacenamiento (memoria RAM) de estructuras de datos, apuntadores, y valores máximos posibles necesarios para cada etapa.

El ambiente interno de trabajo incluye:

- * Estructura de datos de parametrización de espigas.
- * Estructura de datos de control de experimentos.
- * Control de memoria RAM para muestreo.
- * Control de memoria RAM para Monitoreo.
- * Control de memoria RAM para Análisis.
- * Directorio Actual.

CARACTERISTICAS GENERALES:

- a) Se calculan al inicio de la sesión los factores cuyos valores particulares dependan de la computadora misma.
- b) Se asumen los valores de default para los factores de parametrización de espigas.
- c) Se establecen valores de default para el control de experimentos.
- d) Se conservan los apuntadores para el control de memoria RAM.
- e) Se mantienen actualizados los parámetros de identificación de espigas durante cambios en el muestreo.
- f) Se mantienen activas las variables globales al sistema.

Existe una interacción entre el ambiente interno de trabajo y el experimento, ya que el ambiente esta orientado al conservamiento de los datos asociados al experimento en particular.

Los datos minimos necesarios para configurar el ambiente de trabajo de un experimento son almacenados en un archivo de parámetros. Al cargar a memoria este archivo en un tiempo posterior al experimento, se restablece un ambiente similar al original.

La utilidad de mantener vigente este ambiente reside en brindar al investigador la posibilidad de realizar varios experimentos (muestreos) apoyados en datos prefijados en etapas anteriores, o bien, modificar sólo los de particular interés y conservar los demás. En todo caso, siempre se puede comenzar un experimento partiendo desde "cero", esto es, sin ningún dato previo volviendo a establecer cada uno de ellos.

Los valores del ambiente interno permanecen vigentes hasta:

- a) El usuario directamente los modifique.
- b) Se termine la sesión con el sistema.
- c) Se apague la microcomputadora.

IV PARAMETROS DE IDENTIFICACION DE ESPIGAS.

IV.1 CALIBRACION DEL SISTEMA.

La finalidad de la calibración es obtener un factor de corrección que nos permita contrarrestar posibles variaciones en las ganancias de todos los amplificadores que se utilicen para el registro.

El proceso de calibración no es obligatorio, pero es recomendable que se realice al inicio de la sesión de trabajo y en cada uno de los canales a analizar. El ambiente interno de trabajo al inicio de la sesión asume una calibración de un pulso de ± 1 Volt en amplitud.

El proceso de calibración requiere de un pulso cuya amplitud sea exacta y conocida con anterioridad. A este pulso le llamamos "pulso de calibración" y es suministrado generalmente por un dispositivo electrónico externo a la PC, por ejemplo: un osciloscopio, generador de señales, etc.

Este "pulso de calibración" es capturado por el sistema y presentado en pantalla, de tal forma que el investigador, mediante el uso de líneas auxiliares fije la amplitud de este pulso.

Estas líneas auxiliares son desplazadas verticalmente a libertad del investigador, permaneciendo fijo al fondo de la pantalla el trazo del "pulso de calibración".

Las líneas auxiliares son :

- 1) Línea BASAL : Su función es la de reconocer el extremo inferior (amplitud mínima) propio del "pulso de calibración".
- 2) Línea de PULSO : Su función es la de reconocer el extremo superior (amplitud máxima) propio del "pulso de calibración".

Las líneas auxiliares determinan el rango (en amplitud) de voltaje en el cual se encuentra localizado el "pulso de calibración".

La distancia entre estas dos líneas es la que marca el valor de la amplitud del "pulso de calibración".

El sistema entonces genera un **factor de calibración** cuyo valor tiene el significado de expresar el voltaje (en valor absoluto), por cada pixel que registre la PC.

Este factor es almacenado en el archivo CALIBRA.SAS, el cual es controlado y manejado por el ambiente interno de trabajo, asignando a cada experimento su correspondiente factor de calibración por cada canal.

Todo archivo de experimentos guarda un factor de calibración por canal.

El valor del factor de calibración forma parte de la siguiente ecuación :

$$\text{Voltaje Real} = \text{Factor} * [\text{Valor Conv D/A} - 2048] \quad \text{en [V]}$$

el signo es aportado por el valor dado por el Conv A/D ya que su rango es de [0..4095] siendo cero el número 2048.

El proceso de calibración se realiza sobre la amplitud de la señal y no en frecuencia, dejando esta última bajo el control del LAB MASTER, especialmente al Timer AMD9513 en cuya programación radica el establecimiento de la frecuencia de operación del sistema.

Dentro de la programación de éste se realizan cálculos auxiliares cuya importancia es la de aproximar lo más posible los valores de sus contadores internos a los valores exactos necesarios para obtener una frecuencia precisa.

La frecuencia así obtenida le denominaremos "frecuencia real", ya que es la frecuencia "verdadera" en la cuál opera el sistema. Esta frecuencia es reportada hacia el investigador en los módulos de parámetros, análisis en tiempo real y en el módulo de monitoreo.

La frecuencia de operación del sistema permanece en el ambiente interno, siendo vigente para los demás módulos, por lo que es posible establecerla al inicio de sesión, en paralelo con la calibración del sistema.

IV.2 CAPTURA Y GRAFICACION DE LA ACTIVIDAD BIOELECTRICA.

La captura y graficación de la actividad presente consta de un conjunto de rutinas sencillas que exigen de una rápida ejecución, por lo que la mayoría de estas están implementadas en ensamblador y son aplicadas en varios módulos del sistema con sus respectivas variantes.

Nuestra intención es el presentar el esquema general de estos procesos y no el mostrar a detalle cada rutina (listados fuentes).

Entre los elementos básicos se encuentran :

- 1) Constantes.
maxpan : Fija el número de muestras (pixels) por pantalla, su valor es 512.
- 2) Areas de almacenamiento de la actividad.
ActvNva : Vector en memoria [1..maxpan] elementos
ActvVja : Vector en memoria [1..maxpan] elementos
- 3) Apuntadores a áreas de almacenamiento.
- 4) Variables.
Retardo : Cantidad de tiempo existente entre despliegue de pantalla y pantalla.
Tecla : Sensado del teclado auxiliar.
- 5) Banderas.
FinConv : Valida fin de conversión A/D.
Overun : Error en el Convertidor A/D.

El principio de operación es el siguiente :

INICIALIZACION:

- a) Limpieza de áreas de almacenamiento.
- b) Programación del LAB MASTER:
 - + Cálculo de la frecuencia interna.
 - + Cálculo valores de contadores internos.
- c) Control de apuntadores a áreas de almacenamiento.

CAPTURA :

- d) Inicio de operación convertidor A/D.
 - + Verificación de conversión.
 - + Verificación NO error de overun.
 - + Almacenamiento de la señal.
- e) Fin de operación convertidor A/D.

INTERFACE TECLADO AUXILIAR:

- f) Verificación tiempo de retardo.
- g) Sensado teclado normal y/o teclado auxiliar.

GRAFICACION :

- h) Escalamiento.
- i) Cálculo de dirección del mapa de video.
- j) Sustitución de la actividad anterior (ActvVja) por la actividad actual (ActvNva).

El ciclo CAPTURA-GRAFICACION sólo es interrumpido por 2 motivos:

- 1) Error de Overrun : Error en el convertidor A/D.
- 2) Teclado Auxiliar: Solicitud del usuario.

así los procesos enfocan su atención a la actividad eléctrica.

El motivo de introducir un tiempo de retardo para el despliegue entre pantallas de la actividad, es el brindar al usuario un "margen" de espera para que éste perciba mejor el registro de la actividad, ya que a frecuencias altas, resulta difícil su visualización.

El tiempo de retardo es variable, ajustándolo el investigador mismo mediante el teclado auxiliar. Su rango va desde 0.5 [s] hasta 99.0 [s] con incrementos de $\frac{1}{4}$ [s] cada uno.

La programación interna del Timer AMD9513 utiliza los siguientes parámetros:

- a) Tipo de Conteo : BCD
- b) Modo de Conteo : Repetitivo
- c) Polaridad Salida : Activa Baja
- d) Comparadores : Deshabilitados
- e) Control de Escala : División BCD
- f) Orden de Conteo : Descendente
- g) Control FOUT : On
- h) Autoincremento : Deshabilitado
- i) Cargo del contador: Siempre al inicio con HOLD register
- j) Selección Fuente de reloj interna (F1..F5).

El convertidor A/D es programado para actuar por disparo interno, esto es, el disparo de cada conversión es determinado por software através del Byte de Control.

La programación del Intel 8255 en modo básico comunica el teclado auxiliar con el LAB MASTER através del puerto A, de tal forma que al sensar la pulsación de una tecla, se toma la acción pertinente en caso de ser válida y de lo contrario se emite un beep.

Los casos válidos posibles son :

- a) Aumentar tiempo de retardo.
- b) Disminuir tiempo de retardo.
- c) Detener proceso de captura.
- d) Continuar proceso de captura.

El cálculo de la dirección del pixel a graficar en el mapa de video se realiza siguiendo la ecuación:

Segmento = 0B800 hex [Dirección base CGA Alta Resolución]
Offset = ((Y AND 1) * 2000H) + (Y/2 * 50H) + (X/8)

El cálculo del bit interno al byte obtenido [Segmento:Offset] correspondiente al pixel a graficar se realiza mediante:

bit = 7 - (X mod 8)
donde X,Y son coordenadas de posición en pantalla.

La resolución de la pantalla (CGA Alta Resolución) es de 640x200 pixels, siendo los rangos permitidos de [0..639] horizontal y [0..199] verticalmente.

IV.3 PARAMETROS DE IDENTIFICACION.

Los parámetros de identificación de espigas son:

- a) Polaridad.
- b) Umbral Inferior.
- c) Umbral Superior.
- d) Tiempo Mínimo de Duración.
- e) Tiempo Máximo de Duración.

La metodología para el establecimiento de estos parámetros es la siguiente:

INICIALIZACION:

- a) Calibrar el sistema.
- b) Establecer frecuencia de muestreo.
- c) Configuración del ambiente interno con valores de inicialización.

CAPTURA Y GRAFICACION:

- d) Visualización de la actividad presente.
- e) Congelamiento en pantalla de un potencial de acción.
- f) Aceptación como posible espiga.

COLOCACION DE PARAMETROS:

- g) Decidir Polaridad.
- h) Colocar Umbral Inferior.
- i) Colocar Umbral Superior.
- j) Establecer Tiempo Mínimo.
- k) Establecer Tiempo Máximo.

Opciones Auxiliares:

- + Visualización por Puntos/Líneas.
- + Establecer nuevos parámetros (repetir proceso).
- + Cancelación de parámetros.

CONFIRMACION DE ACEPTACION:

- l) Afirmación de aceptación.

MODIFICACION DEL AMBIENTE INTERNO:

- m) Actualización de valores de identificación.

En la fase de inicialización, el proceso de calibración no es obligatorio, pero si recomendable ya que disminuye al mínimo posible el error en medición. Al carecer de calibración el sistema sigue funcionando pero las mediciones en amplitud no serán confiables.

Es de vital importancia el establecimiento de la frecuencia de muestreo, ya que es requerida por todos los demás módulos del sistema. Para este módulo en particular, prepara al LAB MASTER para operar bajo el valor de dicha frecuencia, regulando el período de muestreo del convertidor A/D sobre la señal bioeléctrica. Las frecuencias más utilizadas comúnmente han sido: 1KHz, 5KHz, 10KHz y 15KHz según el experimento.

Antes del establecimiento de los parámetros, el sistema asume valores por omisión configurados por el ambiente interno al inicio de la sesión del sistema. Estos valores no son más que los extremos válidos que el sistema soporta sin calibración:

- a) Polaridad : Positiva
- b) Umbral Inferior: - 1 [Volt]
- c) Umbral Superior: + 1 [Volt]
- d) Tiempo Mínimo : 0 [ms]
- e) Tiempo Máximo : 512 [ms]

Aunque estas cantidades estén expresadas en Volts y en ms, en forma interna son almacenados y transformados en valores adecuados y válidos al LAB MASTER.

En la fase de captura y graficación se presenta la actividad bioeléctrica en forma continua, de esta manera el investigador puede enfocar su atención a la aparición de potenciales de acción que se presenten y "congelar" la ocurrencia de uno que considere representativo, así éste servirá como "patrón" para el establecimiento de los parámetros de identificación.

El establecimiento de los parámetros de identificación se realiza en forma gráfica (Fig. #7), esto es, mediante la aparición y desplazamiento de cursores, líneas verticales y horizontales, se construye una "ventana" que define al potencial de acción como espiga, así el sistema reconocerá como espiga válida todo potencial de acción que cumpla con los marcos colocados en esta ventana.

Es necesario seguir el orden en el establecimiento de estos parámetros.

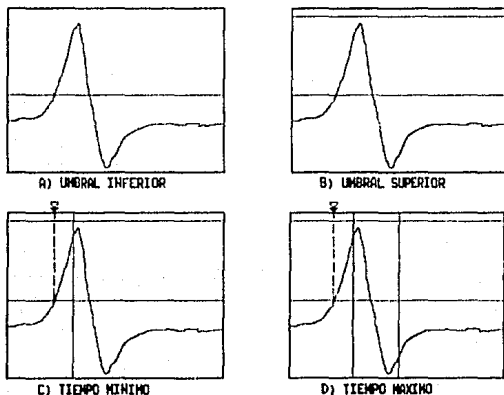


Fig. #7: Etapas del establecimiento de los parámetros de identificación de espiga.

El sistema notifica en forma permanente al usuario los valores que tienen los parámetros de identificación, así cualquier cambio en estos, es perceptible en pantalla, auxiliando de esta forma a la colocación de estos. Es posible la modificación y ajuste de parámetros al criterio del investigador.

En todo momento la interface despliega y mantiene en pantalla estos parámetros al igual que las opciones posibles al usuario (menús), dentro de cada parámetro mismo (tipo de desplazamiento, fijar valor, etc), además de validar cada uno de ellos.

La interface gráfica cuenta con los siguientes elementos:

- a) Cursor:
Indica el parámetro a modificar.
- b) Líneas Verticales:
Delimitan el Tiempo Mínimo y Máximo de duración.
- c) Líneas Horizontales:
Delimitan el Umbral Inferior y Superior.
- d) Flecha:
Señala la intersección entre el Umbral Inferior y el potencial de acción, indicando el inicio o tiempo "cero" de duración de la espiga.

Estos elementos gráficos, salvo el último, tienen dos clases de desplazamientos:

- GRUESO: Sirve para desplazamientos rápidos. Su movimiento abarca pasos de 10 pixels cada uno.
- FINO : Sirve para desplazamientos lentos. Su movimiento es pixel a pixel.

El sistema encuentra de manera automática la intersección entre el umbral inferior y el potencial, graficando la flecha inmediatamente. Es posible seguir encontrando las subsiguientes intersecciones existentes en pantalla a elección del usuario.

Los valores de identificación no deben de ser estrictos, sino que es recomendable aportar cierto rango a criterio del investigador, que permita establecer una "ventana" conveniente a sus necesidades.

Además el investigador cuenta con las siguientes opciones auxiliares con la intención de ayudar en la colocación de los parámetros:

- a) Visualización Puntos/Líneas:
La graficación se realiza desplegando puntos digitalizados de la señal bioeléctrica a lo largo de la pantalla, por lo que en ocasiones resulta confuso el trazo de la misma. Esta opción une cada punto através de líneas logrando un trazo continuo y más claro de la señal.

- b) Establecer nuevos parámetros (repetir proceso):
Siempre es posible anular los valores actuales de los parámetros y volver a comenzar el proceso, esta opción conserva al fondo de la pantalla el trazo del potencial y vuelve los parámetros a sus valores por omisión, borrando los previos.
- c) Cancelación de parámetros:
Esta opción permite anular todos los parámetros incluyendo el trazo del potencial de la pantalla.

Los valores de identificación se conservan vigentes hasta que:

- a) Se establezcan nuevos parámetros.
- b) Se cargue un archivo de parámetros a memoria (lectura de un archivo de parámetros).
- c) Se termine la sesión.

Los valores de calibración son manejados independientemente de los de identificación a pesar de estar relacionados.

Se recomienda que el proceso de los parámetros de identificación se efectúe a continuación del de calibración en cada uno de los canales que utilice el investigador.

Esta metodología de los parámetros de identificación es utilizada en dos módulos del sistema:

- 1) Módulo de Parámetros:
Inicializa los valores de identificación.
- 2) Módulo de Muestreo:
Modifica los valores de identificación actuales, con el fin de responder a la alteración en la señal (atenuación ó amplificación) que se presente durante el análisis en tiempo real.

En el módulo de muestreo, la entrada a este proceso esta siempre latente, mediante la pulsación de una tecla en opciones dentro del muestreo.

IV.4 CONTROL DE ARCHIVOS DE PARAMETROS.

La información correspondiente a los datos relacionados con la descripción de los parámetros de identificación de espigas es conservada por el sistema de dos maneras:

a) Automática :

El sistema crea y genera el archivo DEFAULT.PAR para uso interno.

b) Manual :

El usuario decide crear un archivo de parámetros asignándole a este un nombre.

La extensión asignada a los archivos de parámetros es: .PAR

El objetivo de los archivos de parámetros, es que guarden parte del ambiente de trabajo interno, siendo por esto, capaz de reproducir posteriormente un ambiente de trabajo similar al original, con el fin de preparar internamente al sistema cargando el contenido de este archivo a la memoria RAM.

Resulta conveniente asociar un archivo de experimentos con su respectivo ambiente de trabajo.

El control interno de estos archivos es transparente al usuario, concretándose únicamente el usuario a asignar un nombre sin extensión al archivo, siendo internas las rutinas de validación del nombre, vía de acceso, así como la posible existencia previa de un archivo con el mismo nombre.

El sistema permite obtener el directorio de archivos de parámetros del directorio actual, o del que deseé el usuario, facilitando el manejo de estos sin tener que salir del sistema.

El sistema brinda la posibilidad de transportar un ambiente interno previamente almacenado en un archivo a la memoria principal mediante el módulo de lectura de parámetros, el cuál simplemente importa un ambiente externo leyendo el archivo y actualiza el ambiente actual.

Es importante notar que al generar un archivo de parámetros, se almacenen los valores en ese momento vigentes en el ambiente interno de trabajo.

El formato interno de los archivos de parámetros es :

	Frecuencia de Muestreo	[REAL]
	Tiempo Máximo del Experimento	[WORD] [minutos]
	No. de Canales	[BYTE] [Máx: 4]
C A N A L I	Registro de Canales: Vector de 4 elementos (canales). Contenido de cada CANAL:	
C A N A L I I	Num Canal	[BYTE]
	Polaridad Espiga	[CHAR]
C A N A L I I I	Umbral Inferior	[REAL] en [V]
	Umbral Superior	[REAL] en [V]
C A N A L I I I I	Tiempo Mínimo	[REAL] en [ms]
	Tiempo Máximo	[REAL] en [ms]
C A N A L I I I I I	Pto. Limite Inf.	[BYTE]
	Pto. Limite Sup.	[BYTE]
C A N A L I I I I I I	Pto. Cta. Mínima	[BYTE]
	Pto. Cta. Máxima	[BYTE]
C A N A L I V	Factor de Calibración	[REAL]

En cada uno de los registros de canal se encuentran los parámetros de identificación en dos formatos, el primero contiene el valor expresado en unidades de medición (Volts y ms) registradas al momento del establecimiento de estos, y el segundo expresado en unidades convenientes para el análisis y manejo interno de los módulos que las requieran.

La existencia de estos dos formatos es debida a que no encontramos una ecuación de conversión EXACTA entre estos dos formatos.

Se incluye el valor del factor de calibración en cada canal, el cual puede ser el valor por omisión al no efectuar la calibración, o bien el valor obtenido al efectuarla.

El campo NumCanal registra el canal físico del convertidor A/D [0..15] en el cual se realizó la parametrización.

El campo "Tiempo Máximo del Experimento" fija la duración del experimento, es decir, el tiempo efectivo del análisis en tiempo real de la actividad bioeléctrica.

V ANALISIS EN TIEMPO REAL.

V.1 ORGANIZACION INTERNA.

El módulo de muestreo consta de la siguiente organización interna:

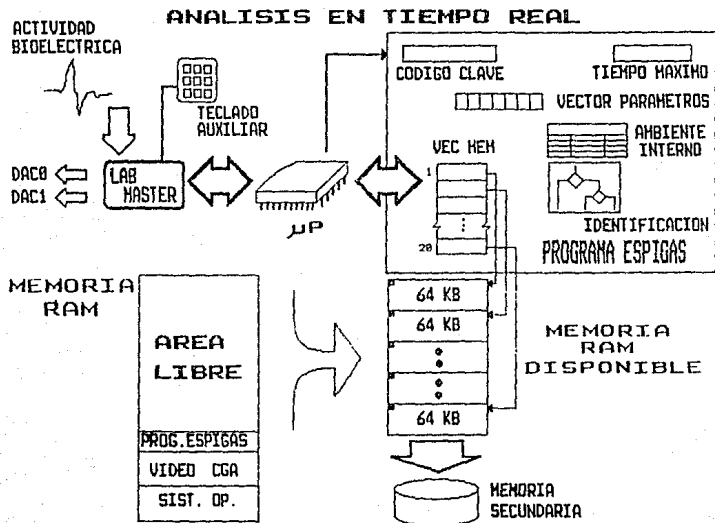


Fig. #8: Organización del análisis en tiempo real durante el módulo de muestreo de la actividad bioeléctrica.

El objetivo del módulo de muestreo es el analizar la actividad bioeléctrica en tiempo real. Durante este intervalo de tiempo el sistema:

- a) Identifica espigas.
- b) Almacena el tiempo de ocurrencia de espigas.
- c) Mantiene los niveles de umbral de identificación.
- d) Introduce marcas de tiempo.
- e) Restablece los parámetros de identificación en caso de ser necesario.
- f) Permite al usuario abortar o finalizar anticipadamente el análisis si así lo desea.

- g) Controla un reloj de tiempo interno para medición del intervalo de análisis.
- h) Mantiene actualizada la pantalla de comunicación PC-Investigador.

El resultado de este proceso es el generar un archivo de experimentos que contiene:

- a) ENCABEZADO: Información básica del experimento.
- b) DATOS : Tiempos de ocurrencia de las espigas y marcas de tiempo.

La metodología del análisis en tiempo real sigue los siguientes pasos:

- 1) ENTRADA AL ANALISIS:
Asignación de nombre al archivo de experimento.
Validación del archivo.
 - 2) CREACION ENCABEZADO DEL EXPERIMENTO.
Inicializa datos principales asociados al experimento.
 - 3) DATOS DE DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.
Entrada de datos de identificación del experimento.
+ Fecha, Hora
+ Descripción General (máximo 50 caracteres).
 - 4) PREPARACION AL ANALISIS EN TIEMPO REAL.
Generación archivo del experimento.
Grabación encabezado inicial.
Generación Vector de parámetros.
Cálculo tiempo máximo de duración del análisis.
Reserva segmentación de memoria.
Limpieza de variables y banderas.
Visualización pantalla de interface.
 - 5) PROCESO DEL ANALISIS.
Habilitación del LAB MASTER.
Habilita menú de opciones.
Inicia convertidor A/D.
Análisis en tiempo real (Código_Clave, VecParámetros).
Finaliza convertidor A/D.
Rehabilita menú de opciones.
Inicializa tiempo de interrupción.
Si Código_Clave es:
 - 1: Fin de Muestreo.
 - 2: Confirmación abortar análisis.
 - 3: Salva marcas de tiempo.
Parametrización
Restaura marcas de tiempo.
 - 4: Confirmación finalizar análisis.
 - 7: Vaciado memoria a disco.
 - 8: Fin de muestreo.
- Termina tiempo de interrupción.
Actualiza tiempo máximo de duración del experimento.

Control de Mensajes/Errores/Tiempo:

Si Código_Clave es:

- 1: Proceso de Error Overun.
- 2: Proceso de Abortar análisis.
- 3: Proceso terminado normalmente.
- 4: Proceso de finalizar análisis.
- 7: Proceso No completo.
- 8: Proceso terminado normalmente.

6) SALIDA DEL ANALISIS.

Libera segmentación de memoria.

En el control del almacenamiento de tiempos de ocurrencia de las espigas, se cuenta con la elaboración de un proceso auxiliar que al detectar la ocupación de toda la memoria RAM disponible realice una transferencia ("vaciado") a disco de esta información, pudiendo así volver a utilizar la memoria, a manera de crear un ciclo de utilización de ésta.

El archivo de experimentos creado constituye la unidad básica de procesamiento en el módulo del análisis estadístico.

El ciclo principal de la metodología se encuentra en el submódulo de análisis en tiempo real, el cuál recibe y modifica dos parámetros importantes:

a) Código_Clave:

Establece el estado de operación del sistema dentro del análisis, mediante las siguientes claves :

- 00: No Error
- 01: Error de Overun
- 02: Pulsación tecla "ESC" [Abortar]
- 03: Pulsación tecla "PARAM" [Parametrizar]
- 04: Pulsación tecla "FIN" [Finalizar]
- 05: No usado
- 06: No usado
- 07: Memoria llena.
- 08: Fin del muestreo.

b) Vector de Parámetros:

Su propósito es el de mantener presente los valores de identificación de espigas y valores auxiliares.

Su contenido es:

Valores de Identificación:

- + Polaridad.
- + Límite Umbral Inferior.
- + Límite Umbral Superior.
- + Límite Tiempo Mínimo.
- + Límite Tiempo Máximo.
- + Contmtras Contador de Puntos-Espigas.
- + EDO Estado de Identificación.







Valores Auxiliares:

- + Nivel Umbral Inferior DAC0
- + Nivel Umbral Superior DAC1

El contenido de estas variables sirve como puente de comunicación entre el proceso de análisis principal y todos los secundarios.

El análisis en tiempo real crea una pantalla especial de comunicación que se actualiza constantemente notificando así el estado de operación interno del sistema.

Esta pantalla incluye 4 partes básicas:

- 1  Detección de Espigas
- OCURRENCIA DE ESPIGAS**
MODO CANAL UNICO:
Mediante la pulsación de guiones se notifica la aparición y detección de espigas en la actividad.
- DETECCION ESPIGAS:**
CANAL 1 2 3 4
- 
- 2  Error Overun
Overun Continuo
- MANEJO DE ERRORES**
Existen dos tipos de errores:
a) Error Overun : Existencia de 1 error de overun.
b) Overun Continuo: Emite pulsación de guiones al ocurrir frecuentemente el error de overun.
- 3  Marca 1
Marca 2
Marca 3
Marca 4
- MARCAS DE TIEMPO**
Introducción de una "marca" en el tiempo, que indique un hecho relevante. Existen 4 tipos.
- 4  DAC1
DAC0
- PROGRAMACION CONV. D/A**
DAC0: Convertidor D/A número 0.
Emite un pulso positivo ó negativo según la polaridad de la espiga al identificar la aparición de ésta.
Los límites de la amplitud del pulso son los umbrales de identificación.
DAC1: Convertidor D/A número 1.
Mantiene el umbral superior.
- MODO CANAL UNICO:**
El sistema emite el pulso de detección del único canal presente.
- CONVERTIDOR D/A:**
CANAL 1 2 3 4
- 
- MODO MULTICANAL:**
El usuario indica el número de canal para visualizar su pulso de detección correspondiente en el osciloscopio.

El error de Overrun [23] ocurre cuando el programa no alcanza a leer una muestra antes de que el convertidor A/D inicie la siguiente conversión.

El no detectar un error de overrun permite considerar al experimento como un registro "puro" en su muestreo, pero al realizar el análisis durante un prolongado intervalo de tiempo, (media hora ó 1 hora) la existencia de uno de ellos no tiene razón de desechar todo el análisis, es por ello que el sistema notifica al usuario la frecuencia de ocurrencia del overrun (overrun continuo) de tal manera que al ser éste considerable, pueda ser invalidado por el investigador.

El objetivo de las señales DAC0 y DAC1 es el de poder ser visualizadas en un osciloscopio, lo cual permitiría observar en un canal la actividad bioeléctrica y en otro el pulso de identificación de tal forma que puedan empalmarse ambas señales mostrando continuamente la aparición y detección de espigas simultáneamente al investigador.

Al mantenerse presente los umbrales, facilita la observación de cualquier alteración (atenuación ó amplificación) en la actividad bioeléctrica.

Dentro del análisis en tiempo real el investigador cuenta con las siguientes operaciones opcionales accionadas por medio del teclado auxiliar:

a) Reparametrización.

Realiza la parametrización de espigas, regresando inmediatamente al muestreo con los nuevos parámetros vigentes en el ambiente interno de trabajo.

b) Abortar el análisis.

Anula el análisis, terminando con el muestreo y cancela todo resultado obtenido, NO generando el archivo de experimentos.

c) Finalizar el análisis.

Permite terminar anticipadamente el análisis previo al cumplimiento del tiempo máximo de duración del análisis. Todos los resultados (tiempos y marcas) hasta el momento obtenidos, son grabados al archivo de experimentos.

V.2 CONTROL DE LA MEMORIA PRINCIPAL.

El análisis en tiempo real realiza todas sus operaciones dentro de memoria RAM dividiendo esta en 4 áreas principales asignándoles momentáneamente una función específica durante la ejecución del análisis a cada una de estas:

- 1) Area Sistema Operativo.
Reside el MS-DOS.
- 2) Area de Video.
Función : Servir como una unidad de salida de información durante el análisis.
El video mantendrá actualizada la información de:
 - + Detección de Espigas.
 - + Errores en el convertidor A/D.
 - + Control de Marcas de tiempo.
 - + Estado de Operación.
- 3) Area Programa Espigas.
Función : Convertirse en unidad de E/S y procesamiento de información durante el análisis. Su responsabilidad es la de:
 - + Sensado del teclado auxiliar.
 - + Identificación de espigas.
 - + Control del tiempo máximo del experimento
 - + Almacenamiento de espigas y marcas.
- 4) Area Libre.
Función : Servir como área de almacenamiento de espigas y marcas de tiempo ocurridas durante el análisis, sirviendo como área intermedia entre la PC y el archivo de experimentos, el cual es generado en este módulo.

El área libre se encuentra organizada de tal manera que se crea una estructura conveniente para el control del almacenamiento de información. El tamaño del área es variable, siendo determinado por la memoria RAM de cada PC en particular; el programa espigas calcula este tamaño.

El proceso de segmentación es el responsable del control del área libre teniendo como puntos importantes:

- a) Reservar el área libre para el análisis.
- b) División del área libre.
- c) Control interno del vector de memoria.
- d) Liberar el área libre después del análisis.

El área libre es dividida en bloques de 64Kb cada uno, generando un apuntador al inicio de ellos, y guardando el conjunto de apuntadores en una tabla o Vector de Memoria (VecMem) dentro del sistema. El máximo de apuntadores es de 20.

Este vector es accesado directamente en el análisis sirviendo como guía de direcciones de almacenamiento de espigas y/o marcas de tiempo.

El proceso de segmentación al crear este vector encuentra:

- a) Mínimo número de bloques.
Su propósito es de protección interna.
En caso de ser CERO se notifica al sistema, el cual no permite la realización del análisis emitiendo un mensaje al usuario explicando la causa.
- b) Máximo número de bloques.
Delimita el número de apuntadores válidos dentro del vector de memoria.

El análisis en tiempo real maneja un apuntador comodín cuya función es señalar y mantener el bloque actual disponible para almacenamiento.

A este apuntador se le agrega una cantidad, sirviendo de offset dentro del bloque actual. Esta cantidad se ve incrementada por cada marca o espiga detectada con el valor constante de 4 bytes (ver almacenamientos de tiempos).

Al acompletar el bloque actual, el análisis localiza el siguiente apuntador válido dentro del vector de memoria, haciendo que el apuntador comodín lo asigne.

Al momento de acompletar el último bloque, se inicia automáticamente una rutina de transferir hacia memoria secundaria (disco duro ó diskette) TODO el contenido de los bloques en orden secuencial ascendente. Al terminar este "salvado" de datos, el análisis asigna al apuntador comodín el primer apuntador del Vector de Memoria generando así un ciclo de almacenamiento.

Durante este proceso de salvado la función de identificación de espigas es suspendida, emitiendo un mensaje en pantalla notificando la acción de "Salvado de Datos ...".

En el salvado de datos a memoria secundaria se verifica la copia correcta de cada bloque, en caso de error el análisis es suspendido, el sistema emite un mensaje de advertencia al usuario, cierra el archivo con los últimos datos válidos y finaliza el análisis.

Es recomendable con el manejo de diskettes, el utilizar uno nuevo formateado previniendo la ocurrencia de un error por espacio insuficiente.

El análisis siempre mantiene actualizado el apuntador comodín al bloque actual y su offset, con esto es factible conocer en todo momento el inicio y fin de la información contenida, para así transferirla a memoria secundaria cuando se requiera.

V.3 ALGORITMO DE IDENTIFICACION.

El proceso de identificación de espigas se diseñó teniendo presente los aspectos de: sencillez, brevedad y consumo mínimo de tiempo del microprocesador, siendo éste último el más importante.

El proceso de identificación esta totalmente desarrollado en ensamblador. No obstante la rápida ejecución del ensamblador fué necesario añadir especial cuidado al número de ciclos de reloj consumidos en cada una de sus instrucciones, buscando siempre el disminuirlo.

Entre los elementos básicos se encuentran:

- a) Error.
Bandera de error en el convertidor A/D.
- b) Registro AX.
Registro de 16 bits del 8086 utilizado en:
 - + Almacenar el valor del convertidor A/D.
 - + Auxiliar en la verificación de tiempos.
- c) Registro DX.
Registro de 16 bits del 8086 utilizado en:
 - + Auxiliar a la variable EDO.
- d) Contmtra.
Contador del número de muestras que conforman el potencial de acción.
- e) Parámetros de Identificación.
 - + LimInf - Umbral Inferior.
 - + LimSup - Umbral Superior.
 - + CtaMin - Tiempo Mínimo.
 - + CtaMáx - Tiempo Máximo.
- f) EDO.
Presenta el estado actual de la actividad bioeléctrica dentro del canal correspondiente. Su valor es mantenido en el vector de parámetros y sus valores son:

- 00: La actividad no ha rebasado el umbral inferior.
- 01: La actividad ha rebasado el umbral inferior.
- 02: La actividad ha rebasado el umbral superior.

El principio de operación es el siguiente:

La actividad bioeléctrica es analizada punto por punto, conforme es obtenido por el convertidor A/D, esta secuencia de puntos digitalizados permite "seguir" un potencial de acción distinguiendo los estadios que tienen que cumplirse para su identificación como espiga.

La figura #9 presenta el diagrama de flujo básico del proceso de identificación de espigas:

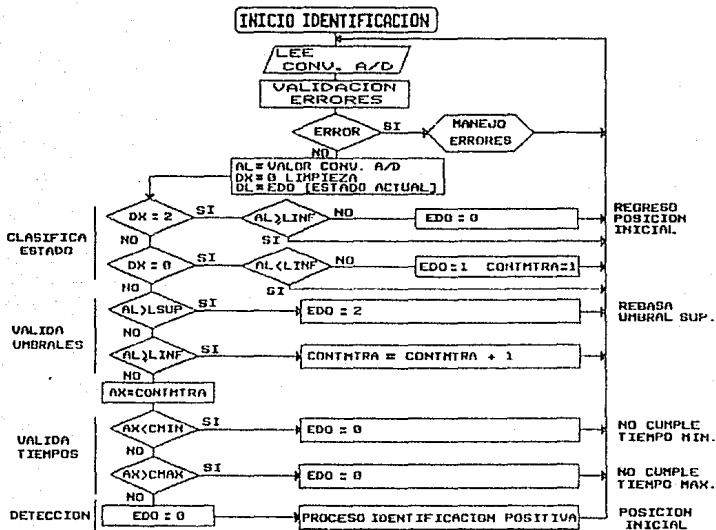


Fig. #9: Diagrama de Flujo para la identificación de espigas dentro del análisis en tiempo real.

El análisis se concentra en reconocer a partir de una posición actual (EDO=0) la aparición de una espiga en la actividad.

Pasos que sigue el programa durante el análisis:

ESTADO CERO.

- 1) Registra el punto que es igual o mayor al umbral inferior cambiando el EDO a 1 e inicializa el contmtra a 1. Al no detectarlo lee el siguiente punto de la actividad.

ESTADO UNO:

- 1) Incrementa un contador (contmtra) que medirá el tiempo de duración del potencial de acción. Este tiempo abarca desde el momento que el potencial de acción rebasa el umbral inferior hasta que vuelve a ser inferior a éste.
- 2) Vigila que el umbral superior nunca sea rebasado, en cuyo caso, invalida el potencial.

- 3) Detecta el punto que es menor al umbral inferior. Verifica con el vector de parámetros que se cumplan los tiempos mínimo y máximo comparando el contmtra con CtaMin y CtaMáx. Al no cumplirse cualquiera de estos se invalida el potencial, regresando a la posición inicial (EDO=0).
- 4) Al observar que TODOS los parámetros se cumplen, se detecta una espiga, regresando a la posición inicial (EDO=0) y se inicializa el proceso de identificación positiva el cual:
 - + Almacena el tiempo de detección de la espiga al área libre.
 - + Genera una señal de video de detección de espiga.
 - + Emite un pulso cuadrado del convertidor D/A tal que pueda ser visualizado en el osciloscopio.

ESTADO DOS:

- 1) Espera a que la actividad vuelva al umbral inferior, al registrarlo, se regresa a la posición inicial (EDO=0).

El algoritmo es válido tanto para espigas positivas como negativas, el tipo de espigas a detectar por canal es leído del campo Log del vector de parámetros, este define que la detección de espigas positivas o negativas sea mutuamente excluyente en un mismo canal.

A la identificación de espigas negativas, surge una variante previa al algoritmo que adecúa la actividad bioeléctrica y el vector de parámetros al algoritmo básico de identificación.

La variable Error reporta al análisis la ocurrencia del error de overrun en el convertidor A/D, iniciando así una subrutina de notificación del error generando una señal al video, actualizando los campos de Overun y Overun Continuo dentro de la pantalla del análisis.

El tiempo de detección almacenado es extraído del control de tiempo interno y copiado al bloque actual del área libre de memoria principal.

V.4 CONTROL Y ALMACENAMIENTO DEL TIEMPO.

El control interno del análisis en tiempo real realiza dos funciones importantes:

- 1) Supervisa el tiempo de duración del experimento.
- 2) Almacena el tiempo de detección de espigas y de marcas de tiempo.

El análisis en tiempo real tiene una duración máxima fija la cual se asocia a la variable tiempo interno presentando las siguientes características:

- + Su valor máximo debe ser aportado por el investigador ANTES de realizar el experimento (Tiempo Máximo del Experimento).
- + NO puede ser prolongado.
- + NUNCA es suspendido.

El valor por omisión es de 1 minuto.

El control del tiempo interno del análisis se lleva a cabo de la siguiente manera:

Al establecer el usuario el tiempo máximo de duración del experimento el sistema calcula mediante la programación del LAB MASTER, el valor del tiempo máximo al cual la variable del tiempo interno puede alcanzar. Así el tiempo interno comienza su conteo desde cero hasta ser igual o mayor al tiempo máximo notificando al análisis la terminación del muestreo.

La frecuencia de operación interna del muestreo en el LAB MASTER servirá como reloj del experimento incrementando en una unidad al tiempo interno por cada "muestra" o punto digitalizado por el convertidor A/D, el cual opera a esta frecuencia.

El tiempo interno es verificado en cada incremento de éste en una unidad durante el análisis en tiempo real.

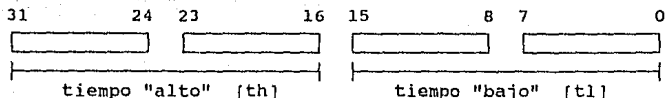
La implementación del control de tiempo interno esta desarrollada en ensamblador para la agilización y aproximación al tiempo real.

En términos prácticos la diferencia entre el tiempo interno y el real es minima siendo adecuada a los intereses del sistema.

Toda operación que sea externa al muestreo del análisis genera la inicialización de un contador interno del LAB MASTER, el cual esta programado para actuar como cronómetro con inicio en ceros, cada vez que sea suspendido el muestreo. Al reestablecer el muestreo, se detiene dicho contador y se actualiza el valor del tiempo interno del análisis.

Son ejemplos de operaciones que suspendan el muestreo: Reparametrización, Confirmación de abortar muestreo, Finalización del muestreo, etc.

El formato del tiempo interno del análisis consta de 4 bytes:

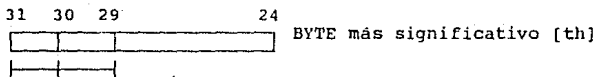


El tiempo máximo de duración del experimento esta en función de:

tiempo_máximo=Tiempo Máximo * Frec. * No. * 60 [unidades
Experimento Muestreo Canales muestras]

Las unidades muestras representan los puntos digitalizados de la actividad por el convertidor A/D (Timer AMD9513) habiendo sido programado a una frecuencia de operación calculada por el sistema.

En el almacenamiento de tiempos es necesario indicar si el tiempo en particular pertenece a la detección de una espiga, o bien, a la introducción de una marca de tiempo. Debido a ello, fué necesario crear un campo de 3 bits cuyo contenido sea dividido y codificado con el siguiente formato:



CLASIFICACION:

0 ESPIGA
1 MARCA

INFORMACION PARTICULAR:

EN ESPIGAS:
Número de Canal al que pertenece
EN MARCAS :
Tipo de marca de tiempo.

La introducción de este campo es previa al almacenamiento del tiempo. La subrutina del almacenamiento se realiza transfiriendo el tiempo "bajo" [tl] y posteriormente el "alto" [th] con la introducción del nuevo campo [th modificado] siempre en este orden.

V.5 CREACION Y CONTROL DE ARCHIVOS DE EXPERIMENTO.

La creación y actualización del archivo de experimentos es exclusiva del módulo de muestreo y es llevada a cabo sin intervención del investigador durante el análisis en tiempo real.

La extensión asignada a los archivos de experimentos es: .EXP

El archivo de experimento contiene la información básica del análisis de la actividad bioeléctrica:

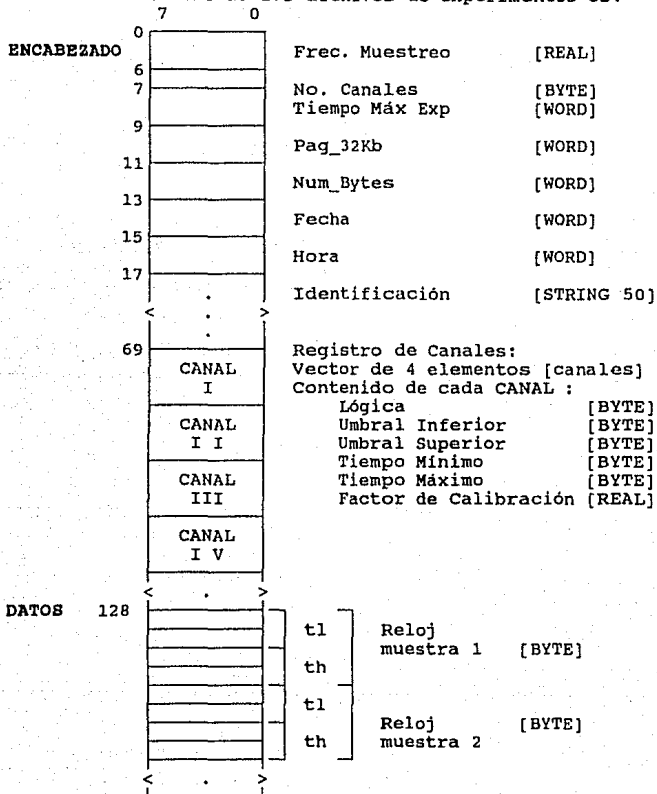
- 1) ENCABEZADO [Longitud constante 128 bytes]
 - a) Datos Generales del experimento:
 - + Frecuencia de Muestreo.
 - + Número de Canales a analizar.
 - + Tiempo Máximo del experimento.
 - + Tamaño del archivo.
 - b) Datos Particulares del experimento:
 - + Fecha y hora.
 - + Comentario de identificación.
 - c) Datos de Identificación de espigas:
Vector de 4 elementos [canales]:
 - + Lógica de polaridad.
 - + Valores de identificación de espiga.
 - + Factor de Calibración.
- 2) DATOS [Longitud variable]
 - a) Tiempo de aparición Espigas/Marcas.
El formato del tiempo esta formado por 2 "words" [th y tl] descartando los 3 bits más significativos. El campo de 3 bits es la distinción de marca ó espiga:
Bit más significativo:
 - 0: Espiga
Los 2 bits siguientes indica el tipo.
 - 1: Marca
Los 2 bits siguientes indican el número de canal al cuál pertenece la espiga.

El tamaño del archivo de experimento es calculado mediante la suma del número de bloques de 32KB completas más el número de bytes restantes de la última página. El propósito de incluir el tamaño del archivo es con fines de chequeo y documentación interna, ya que no son necesarios para ningún otro módulo, el módulo de análisis estadístico opera directamente sobre la sección de datos del archivo. Debido a la longitud no predecible del archivo, hemos optado por utilizar un diskette nuevo formateado o bien direccionando el archivo a disco duro.

El área de encabezado no es modificada o alterada por ningún proceso posterior, garantizando la integridad de la información.

En la creación del archivo de experimento en el análisis en tiempo real los tiempos de aparición son almacenados primeramente en RAM, por lo que resulta de consecuencias graves cualquier falla de energía eléctrica, teniendo como resultado un archivo de experimentos incompleto conteniendo solo hasta los últimos tiempos transportados de RAM al archivo.

El formato interno de los archivos de experimentos es:



El sistema antes de iniciar el análisis verifica la posible existencia previa de un archivo con el mismo nombre, en tal caso, espera la confirmación de continuación notificando al usuario que el archivo anterior se perderá.

Los tiempos transcurridos para suspender temporalmente o reparametrizar, no son introducidos en el área de datos.

VI ANALISIS EN MONITOREO.

VI.1 ORGANIZACION DEL MONITOREO.

La organización interna del módulo de monitoreo es la siguiente:

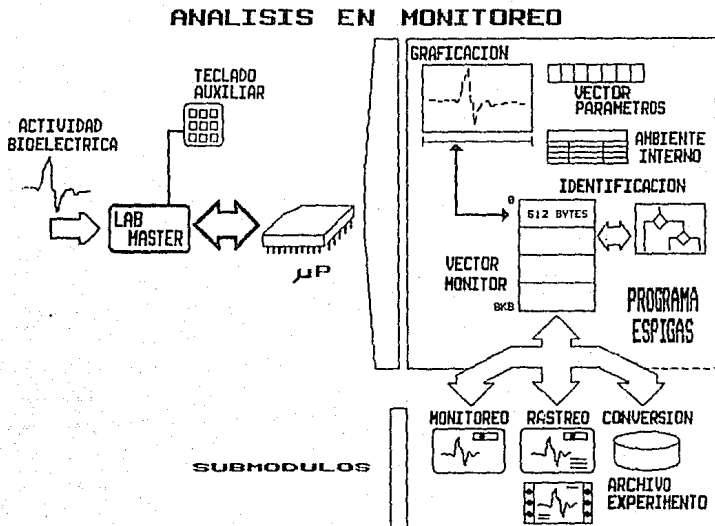


Fig. #10: Organización interna del Análisis en Monitoreo.

El objetivo del monitoreo de la señal bioeléctrica es el capturar el trazo de la actividad presente en un área de memoria, para su posterior análisis. Este análisis incluye:

- 1) Manipulación del trazo de la actividad.
 - a) Recorrer el área de memoria visualizando el registro (trazo) completo de la señal.
- 2) Rastreo de espigas.
 - a) Detecta la aparición de espigas dentro del registro.
 - b) Visualiza en pantalla los parámetros de identificación en forma numérica y gráfica.
- 3) Impresión de espigas.
 - a) Permite imprimir las espigas deseadas mostrando sus parámetros de identificación.

4) Conversión de archivos de monitoreo a experimentos.

- a) Brinda la posibilidad de transportar un archivo del registro de la actividad (monitoreo) a uno de experimentos, efectuando el análisis en tiempo real del trazo de la actividad.

Para implementar este análisis se utilizó un área de memoria de 8KB a la cual se denominó Vector Monitor.

El principio de operación es el siguiente:

INICIALIZACION.

Limpieza de todas las variables involucradas.
Puesta a ceros del vector monitor.

ENTRADA DE INFORMACION.

Introducción del canal a monitorear.
Validación del canal.

CAPTURA.

Habilitación de la bandera de existencia de registro.
Visualización en pantalla de la actividad presente.
Almacenamiento de la actividad en el vector monitor.

FINALIZACION.

Colocación de la marca de inicio lógico del registro.

El monitoreo de la actividad solo puede efectuarse en un solo canal, ya que se esta realizando la visualización directa de un canal en particular aislandolo de los demás.

El almacenamiento de la actividad utiliza al vector monitor como área intermedia y este es común a todos los submódulos de este análisis.

Al ser el almacenamiento un proceso continuo operando sobre un área de memoria con un delimitado tamaño, fué necesario introducir un mecanismo que nos permitiera la reutilización de esta misma área.

Este mecanismo opera con dos indices clave: inicio fisico del vector monitor y el inicio lógico del registro.

Al comienzo de la captura ambos indices apuntan al principio del vector monitor. El sistema almacena cada punto visualizado en pantalla en el byte disponible dentro del vector monitor, al utilizar todo el espacio, el byte disponible vuelve a ser el inicio fisico del vector, modificando la posición del inicio lógico del registro desplazándolo de su sitio anterior.

Así este mecanismo simula una "banda sin fin" de registro, ya que se graba la actividad presente en esta cinta encimando el valor presente en el valor antiguo, no confundiendo el orden en el cual la actividad bioeléctrica es registrada.

El monitoreo es detenido por el usuario cuando lo desee, mediante la pulsación de teclas destinadas para ello en el teclado auxiliar.

Al final de la captura el sistema coloca una marca especial en el byte correspondiente al inicio lógico del registro en el vector monitor.

La importancia de este análisis no radica en solo lograr conservar el trazo de la actividad, sino el de poder obtener la figura de los potenciales de acción registrados en la actividad, hecho que no es posible de conseguir en el análisis en tiempo real.

Para el investigador representa una ayuda extra, el conocer algunos trazos ó figuras que presentan los potenciales de acción a manera de percibir con mayor claridad su amplitud y tiempo de duración de las espigas teniendo la posibilidad de imprimirlas junto con los parámetros de identificación, pudiendo anexar estos impresos al conjunto de resultados del experimento.

El análisis en monitoreo establece sus condiciones propias de operación mediante el acceso de solo lectura al ambiente interno de trabajo del sistema.

No es posible realizar los submódulos de rastreo, grabación y salvado (conversión de archivos), sin haber realizado previamente el submódulo de monitoreo, esto es, se verifica la existencia del registro de la actividad en el vector monitor.

VI.2 RASTREO Y CONVERSION DEL MONITOREO.

Los submódulos de rastreo y el de conversión son los de más importancia dentro del análisis en monitoreo.

El submódulo de rastreo tiene características comunes con el submódulo de monitoreo :

- a) Requiere de una directa interacción con el investigador.
- b) Proporciona un mapa auxiliar.
- c) Fácil manejo de la visualización del registro de la actividad.

La interacción directa se efectúa por medio de la pantalla de video manteniendo actualizado el trazo de la actividad. El video se comporta como una ventana que permite observar solo una parte de la cinta del registro.

La facilidad de manejo del registro radica en que es posible "girar" la cinta del registro en la dirección que desee el usuario, permitiendo visualizar en la ventana el trazo completo del registro.

El control del manejo del video ofrece las siguientes opciones:

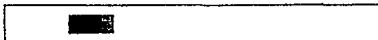
- a) Movimiento grueso:
Permite un desplazamiento rápido [512 puntos]
Av.Pág. : Avanza a la derecha de la pantalla actual.
Re.Pág. : Avanza a la izquierda de la pantalla actual.
- b) Movimiento fino:
Permite un desplazamiento lento [1 punto]
-> : Avanza a la derecha de la ventana actual.
<- : Avanza a la izquierda de la ventana actual.
- c) Regreso al inicio:
Permite volver al inicio del registro de la actividad.
INICIO : Sitúa la ventana al comienzo lógico del registro.

La rutina de graficación inserta una línea vertical en pantalla al detectar la aparición de la marca especial de inicio lógico, su intención es la de dividir y definir el principio del registro siempre a la derecha de ésta.

El mapa se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla y es actualizado con cualquier movimiento efectuado.

La función del mapa auxiliar es la de situar al usuario visualizando en todo momento su posición dentro del registro de la actividad.

Este mapa consiste en dos elementos:



- + CURSOR : Simboliza la posición actual.
- + RECTANGULO: Simboliza el totalidad del registro.

Estas características del manejo del registro nos permiten navegar através de éste de manera sencilla y clara al usuario.

Al inicio del submódulo de rastreo se localiza y se visualiza en pantalla el principio del registro actual en memoria y presenta el mapa auxiliar. Las principales operaciones que realiza son las siguientes:

1) LOCALIZACION DE ESPIGAS.

Se cuenta con tres modalidades:

- a) Búsqueda a la derecha.
- b) Búsqueda a la izquierda.
- c) Regreso a la primera espiga.

En caso de no existir ninguna espiga en el registro, se emite un mensaje notificándolo al usuario.

En caso de no existir la siguiente espiga (ya sea a la derecha o izquierda) la pantalla mantiene su posición actual sin ningún cambio.

Al momento de localizar una espiga, el análisis automáticamente mueve la ventana a la posición de la espiga dentro del registro.

La tercera opción sirve como punto de reubicación al usuario dentro del rastreo.

2) GRAFICACION DE LOS PARAMETROS DE IDENTIFICACION.

Los parámetros de identificación son graficados en pantalla de manera similar al proceso de parametrización de espigas.

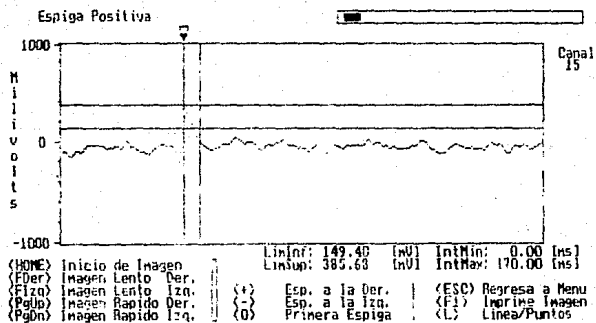
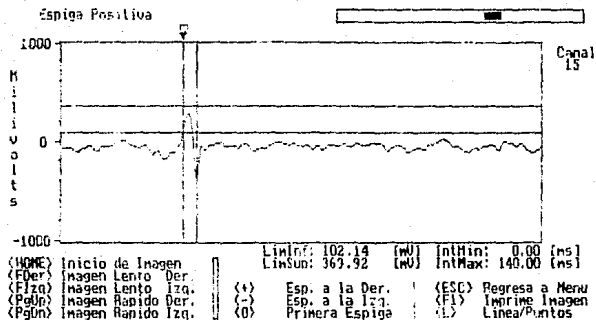
Esta graficación es automática al detectar cada espiga que exista en el registro, además el análisis trata de centrar en pantalla a la espiga detectada antes de graficar sus parámetros.

En la parte inferior derecha del trazo de la actividad se presentan los valores respectivos de identificación.

3) IMPRESION.

En todo momento el usuario puede mandar a imprimir el trazo y los parámetros de identificación de la espiga visualizada en la ventana de la pantalla.

En la página siguiente se presenta un ejemplo de la forma impresa generada por este proceso.



Dentro de las operaciones secundarias destacan :

- + Graficación del trazo por líneas/puntos.
El usuario puede elegir para efectos de claridad el tipo del trazo de la actividad por medio de líneas o puntos en la pantalla.
- + Todas las facilidades del manejo de la visualización.
Es importante notar que los parámetros de identificación permanecen con la espiga detectada en pantalla, esto es, al salir de la ventana que los contiene, estos dejan de ser visibles volviendo a ser graficados al momento de regresar a la espiga.

El submódulo de conversión realiza la transformación de un archivo de monitoreo a su archivo de experimento, es decir, efectúa el análisis en tiempo real sobre el registro del monitoreo y genera el archivo de experimentos. Esta conversión nos ofrece la posibilidad de transportar los datos del monitoreo a un formato adecuado para el módulo del análisis estadístico.

El proceso de conversión se realiza sobre TODO el archivo de monitoreo, esto es, no es posible suspenderlo o finalizarlo anticipadamente.

Este submódulo no presenta una pantalla de interface como en el muestreo, sino tan sólo una de entrada y validación de datos generales del experimento como son la fecha, hora, etc.

El cálculo del tiempo máximo del experimento asume la existencia de actividad bioeléctrica dentro de todo el registro, es decir, este valor es un estimado, ya que es posible que la actividad no acomplete todo el registro, esto no causa una consecuencia negativa en el análisis estadístico ni en otro módulo del sistema.

Dentro de las diferencias que presenta esta conversión se encuentran:

- + No existen marcas de tiempo.
- + El tiempo máximo del experimento es un estimado.
- + Todos los parámetros de identificación son almacenados en canal 1.

El ambiente interno de trabajo nunca es modificado por ninguno de estos submódulos, sólo son leídos sus valores internos, respetando los parámetros utilizados en el módulo de parámetros previamente realizado.

VI.3 CREACION Y CONTROL DE ARCHIVOS DE MONITOREO.

La función de generar un archivo de monitoreo es exclusiva del submódulo de grabación. Su responsabilidad es la de almacenar la última actividad registrada en el submódulo de monitoreo.

La extensión asignada a los archivos de monitoreo es: .MON

Al inicio del primer análisis de monitoreo el sistema limpia el área de registro del trazo colocando el valor correspondiente a cero Volts en todo el registro.

El sistema verifica que exista un registro de monitoreo previo a la grabación del archivo, invalidando cualquier intento al no realizar un monitoreo.

El contenido de los archivos de monitoreo se divide en dos regiones:

- 1) ENCABEZADO. [Longitud 128 bytes]
Mantiene los parámetros de identificación particulares del canal, agregando parámetros generales del análisis, como el número de canal y la frecuencia de muestreo.
- 2) REGISTRO. [Longitud 8192 bytes]
Son los valores generados por el convertidor A/D escalados a un rango de 0 a 127, siendo 0 el valor de la amplitud mínima posible y 127 el de la amplitud máxima.

En la región de registro se graba mediante una marca especial, el inicio de la actividad registrada, distinguiendo así la línea del inicio lógico del registro.

Los parámetros de identificación se encuentran en formato del convertidor A/D y son tomados del ambiente interno.

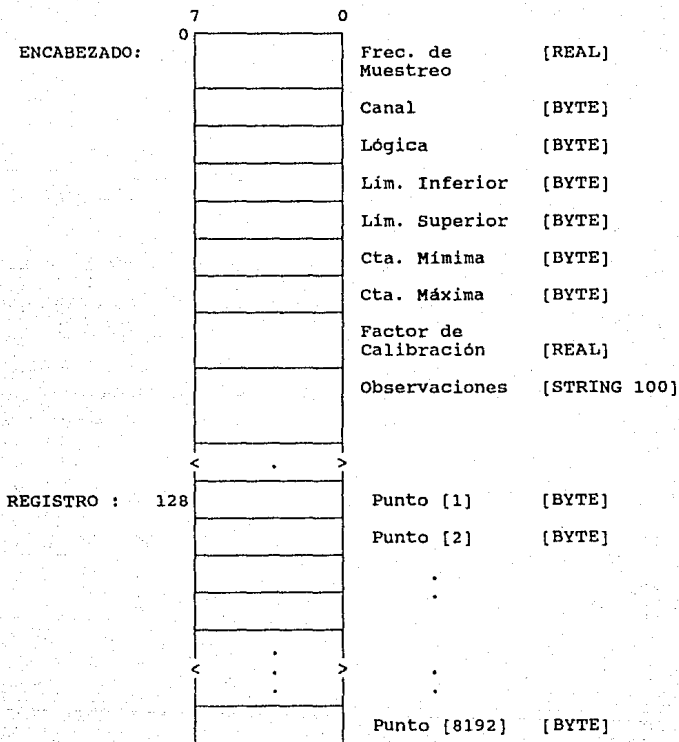
Al realizar el submódulo de lectura de monitoreo, éste transporta la región del registro a memoria, no actualiza el ambiente de trabajo, ya que solo podría actualizar un canal y además no es su intención.

El campo de observaciones permite dar cabida a comentarios que considere pertinente el investigador. Su longitud máxima es de 100 caracteres.

El archivo de monitoreo es la unidad de entrada básica para el proceso de conversión a un archivo de experimento, por lo que se hace necesario observar el siguiente orden:

- 1) Realizar el monitoreo. [Capturar el registro]
- 2) Guardar el monitoreo. [Crear el archivo de monitoreo]
- 3) Conversión del monitoreo. [Opcional]

El formato interno de los archivos de monitoreo es :



VII ANALISIS ESTADISTICO.

VII.1 ANALISIS DE FRECUENCIAS.

El análisis de frecuencias tiene como finalidad:

- 1) Cuantificar el número de espigas y ráfagas existentes dentro de un intervalo de tiempo.
- 2) Estudiar y dividir la aparición de espigas y ráfagas.
- 3) Realizar un análisis estadístico.
- 4) Generar histogramas de frecuencias.
- 5) Visualizar marcas de tiempo.

Los datos básicos para el análisis son:

- a) Tamaño del incremento de tiempo (δt).
- b) Tiempo Inicial.
- c) Tiempo Final.
- d) Número de Canal.
- e) Frecuencia Máxima.
- f) Tiempo Máximo de ráfaga.

El Tiempo Inicial y el Final sirven como delimitadores del intervalo de tiempo a analizar dentro del experimento. El análisis asume por omisión examinar la totalidad del experimento.

El análisis calcula la frecuencia existente por cada incremento de tiempo (δt , $2\delta t$, $3\delta t$) a lo largo del intervalo de tiempo. [24]

El número de canal indica el canal a analizar en particular dentro del experimento. En caso de que el experimento tenga un sólo canal este campo es omitido.

La frecuencia máxima señala, para efectos de graficación solamente, el límite estimado del eje de frecuencias, esto es, el valor de la cota máxima para los histogramas de Frecuencias vs Tiempo.

El Tiempo Máximo de ráfaga se define como el tiempo entre la primera espiga de una ráfaga y la última espiga de ésta. Su valor está expresado en ms. Así este valor sirve de base del estudio y clasificación de espigas y ráfagas.

El valor del Tiempo Máximo de ráfaga asume por omisión 160 ms (tiempo propuesto por investigadores del I.F.C.). Realmente el Tiempo máximo depende de factores como: la zona de estudio, del sujeto experimental, del tipo de estimulación, del experimento en particular, etc. Por ello, el criterio del investigador es el más adecuado para el establecimiento de este parámetro.

Los resultados obtenidos por el análisis son almacenados en un área especial llamada Vector de Resultados, la cual contendrá al final del proceso la totalidad de los resultados.

Existe además, un vector auxiliar que guarda las marcas de tiempo que estén presentes durante el intervalo de tiempo, para su posterior visualización.

ANALISIS ESTADISTICO:

El sistema analiza el experimento dentro del intervalo de Tiempo Inicial y Final exclusivamente, descartando TODO registro anterior y posterior a este intervalo.

El cálculo del tiempo de detección se realiza mediante la ecuación:

$$\text{tiempo} = [(\text{th AND } 1\text{FFFhex}) * 65536 + \text{tl}] / [\text{Frec.} * \text{Num.}]$$

Muestreo Canal

donde: th y tl son los tiempos "alto" y "bajo" extraídos del archivo de experimento.

El análisis estadístico se realiza en base a los datos almacenados en el Vector de Resultados.

El consumo de tiempo de análisis es variable, por lo que durante el análisis estadístico, se emite un mensaje al usuario indicando: " Analizando ... "

El análisis esta sujeto a las siguientes normas invariables internas:

EN ESPIGAS:

- 1) Condición indispensable en la clasificación de espigas: Debe existir ANTES y DESPUES del pulso bioeléctrico un tiempo mayor al tiempo máximo de ráfaga.
- 2) Al coincidir el último pulso bioeléctrico cercano con el Tiempo Final, este no se podrá diferenciar si pertenece a una ráfaga ó espiga,, por lo que no entrará en el análisis estadístico.
- 3) El sistema calcula el tiempo de aparición de la espiga y encuentra la unidad de división a la que pertenece e incrementa el número de espigas detectadas dentro de ésta.
- 4) Los resultados obtenidos en esta clasificación son:
 - a) Número total de espigas.
 - b) Media de la frecuencia de espigas.
 - c) Desviación estandard de la frecuencia.

EN RAFAGAS:

- 1) La computadora detecta la ráfaga y en base a la PRIMERA espiga de la misma calcula la unidad de división a la que pertenece e incrementa el número de ráfagas detectadas dentro de ésta.

- 2) Los resultados obtenidos en esta clasificación son:
- a) Número total de ráfagas.
 - b) Media de la frecuencia de ráfagas.
 - c) Desviación estandar de la frecuencia de ráfagas.

HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS:

El contenido de cada histograma es el siguiente:

- 1) Las marcas de tiempo detectadas y su simbología.
- 2) Los siguientes resultados:
 - + Fecha y Hora del experimento.
 - + Tiempo de registro. [Tiempo Máximo del Experimento]
 - + Frecuencia de Muestreo.
 - + Unidad de División básica.
 - + Tiempo Máximo de ráfaga.
 - + Media de la frecuencia.
 - + Desviación estandar de la frecuencia.

Cada histograma requiere de toda la pantalla, por ello, para mejorar la presentación de estos, fué necesario interactuar a elección del usuario el cambio del histograma en pantalla mediante el uso de las teclas:

Av.Pág. : Visualiza Histograma de Espigas.
Re.Pág. : Visualiza Histograma de Ráfagas.

Las frecuencias obtenidas son graficadas mediante líneas verticales, en cada unidad de división básica a lo largo del eje tiempo. En caso de sobrepasar el valor de la frecuencia máxima el sistema dibuja una flecha [↓] en el extremo superior de la línea vertical, notificando este hecho al usuario [8][13]. Basta con incrementar el valor de frecuencia máxima para ajustar el histograma en la pantalla de video.

Siempre se presenta al usuario la opción de imprimir el histograma de la pantalla a manera de obtener en forma rápida el histograma y sus resultados básicos.

El número de marcas de tiempo contenidas en el archivo de experimentos no tiene límite, sin embargo, sólo es posible visualizar 10 de ellas en el histograma dentro de un intervalo de tiempo.

VII.2 ANALISIS DE INTERVALOS.

El análisis de intervalos de tiempo realiza el estudio de los tiempos de detección de espigas teniendo como finalidad:

- 1) Calcular y cuantificar el intervalo de tiempo entre espiga-espiga y entre ráfaga-ráfaga.
- 2) Estudiar y dividir la aparición de espigas y de ráfagas.
- 3) Realizar un análisis estadístico.
- 4) Visualizar marcas de tiempo.

Los datos básicos para el análisis son:

- a) Número de divisiones.
- b) Duración Mínima.
- c) Duración Máxima.
- d) Tiempo Inicial.
- e) Tiempo Final.
- f) Número de Canal.
- g) Tiempo Máximo de ráfaga.

La naturaleza de este análisis es la de mostrar la variación del tiempo que existe entre espiga-espiga y ráfaga-ráfaga, ya que esto es una manifestación directa del estado del ser vivo ante cambios en su fisiología interna.

Se generan histogramas de Frecuencia vs Duración de intervalo inter espigas e inter ráfagas (a diferencia de los anteriores histogramas Frecuencia vs Tiempo).

La Duración Mínima y Máxima determinan el rango de valores que se manejarán dentro de los tiempos de duración válidos de los intervalos espiga-espiga y ráfaga-ráfaga.

El número de divisiones define la cantidad de subintervalos dentro del rango [D_{min}..D_{máx}] que estarán vigentes para el análisis estadístico.

El sentido de esta división en este rango es el siguiente: Cada subintervalo abarca un cierto tiempo de duración, así el sistema al calcular la duración de un intervalo de tiempo (ejemplo: intervalo espiga-espiga) puede situarse dentro del eje y así determinar a cuál subintervalo pertenece.

Los datos de Tiempo Inicial y Final, así como el número de canal y el Tiempo Máximo de ráfaga mantienen el mismo significado que en el análisis de frecuencias.

El Vector de Resultados será nuevamente utilizado, así como también el vector auxiliar para las marcas de tiempo para los mismos fines.

ANALISIS ESTADISTICO:

El sistema analiza el experimento dentro del intervalo de Tiempo Inicial y el Tiempo Final.

El sistema NO ANALIZA los intervalos espiga-ráfaga y ráfaga-espiga.

El sistema descarta del análisis estadístico las duraciones MENORES y MAYORES a la Duración Mínima y Máxima respectivamente.

El análisis estadístico de los intervalos NO SE BASA totalmente en el Vector de Resultados, sino que calcula sus valores directamente de los datos del experimento. El Vector de Resultados solo almacena la frecuencia de ocurrencia de cada subintervalo.

El cálculo del tiempo de detección se realiza en forma idéntica al análisis de frecuencias.

El análisis esta sujeto a las siguientes normas invariables internas:

EN ESPIGAS:

- 1) Permanecen vigentes las dos primeras normas del análisis de frecuencias.
- 2) El análisis mostrará CERO intervalos espiga-espiga al existir UNA Y SOLO UNA espiga en TODO el registro del análisis.
- 3) El análisis calcula el intervalo espiga-espiga, encuentra la duración a la que pertenece dicho intervalo de duración e incrementa el número de frecuencia de intervalos detectados durante esta división.
- 4) Los resultados obtenidos dentro de esta clasificación son:
 - a) Media de la frecuencia de los intervalos espiga-espiga.
 - b) Desviación estandard de la frecuencia de los intervalos espiga-espiga.

EN RAFAGAS:

- 1) El análisis mostrará CERO intervalos ráfaga-ráfaga al existir UNA RAFAGA CONSTANTE durante TODO el registro del análisis.
- 2) El intervalo entre ráfagas se define como el tiempo entre la última espiga de la ráfaga anterior y la primera espiga de la ráfaga actual.
- 3) El análisis calcula el intervalo ráfaga-ráfaga, encuentra la duración al que pertenece dicho intervalo e incrementa el número de frecuencia de intervalos detectados durante esta duración.
- 4) Los resultados obtenidos en esta clasificación son:
 - a) Total de ráfagas.
 - b) Media de espigas por ráfaga.
 - c) Desviación estandard de espigas por ráfaga.
 - d) Media de duración de las ráfagas.
 - e) Desviación estandard de duración de las ráfagas.
 - f) Media de la frecuencia de los intervalos inter ráfaga-ráfaga.
 - g) Desviación estandard de la frecuencia de los intervalos inter ráfaga-ráfaga.

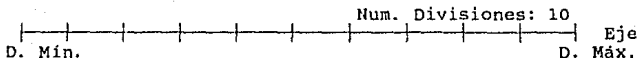
HISTOGRAMAS DE INTERVALOS:

El contenido de cada histograma es el siguiente:

1) Presenta los siguientes resultados:

- + Fecha y Hora del experimento.
- + Tiempo de registro [Tiempo Máximo del Experimento]
- + Frecuencia de muestreo.
- + Número de intervalos.
- + Tiempo Inicial.
- + Tiempo Final.
- + Media de la frecuencia de los intervalos.
- + Desviación estándar de la frecuencia de los intervalos.

En el histograma las duraciones mínima y máxima determinan los extremos del eje de duración, y el número de divisiones define en cuantos subintervalos será dividido este eje:



Cada subintervalo tiene duración de: $\{DMáx - DMin\}/Num.Div.$

La presentación de los histogramas se realiza en forma similar que en el análisis de frecuencias.

A diferencia del anterior, la frecuencia de los intervalos se gráfica mediante barras verticales.

El análisis presenta los valores máximos detectados de la frecuencia de los intervalos a manera de facilitar al usuario la modificación de los mismos, esto es, para efectos de graficación el investigador decidirá el tomar sus cotas máximas de los histogramas propuestas por el sistema, o bien el cambiarlas, generalmente redondeando sus valores a cifras claras para cada histograma.

En el caso del histograma ráfaga-ráfaga no fué posible visualizar todos los resultados obtenidos del análisis en pantalla, desplegando así sólo los más importantes, los demás resultados calculados son presentados en el reporte estadístico impreso.

Se mantiene vigente la opción de impresión del histograma en pantalla a elección del investigador.

VII.3 GENERACION DEL REPORTE ESTADISTICO.

El objetivo de la generación de un reporte estadístico es el de resumir y agrupar en una forma impresa los resultados e histogramas obtenidos por los análisis estadísticos del sistema.

El propósito de este reporte es el de servir al investigador como documento auxiliar al control de sus experimentos.

El contenido del reporte es :

- 1) DATOS GENERALES.
 - + Nombre del experimento.
 - + Fecha y Hora del experimento.
 - + Identificación del experimento.
 - + Frecuencia de muestreo.
 - + Número de Canales.

- 2) RESULTADOS ANALISIS DE FRECUENCIAS.
 - + Histograma de Frecuencias en Espigas.
Agregando:
 - Media y Desviación estandard.
 - Total de espigas.
 - + Histograma de Frecuencias en Ráfagas.
Agregando:
 - Media y Desviación estandard.
 - Tiempo Máximo de Ráfaga.

- 3) RESULTADOS ANALISIS DE INTERVALOS.
 - + Histograma de Intervalos en Espigas.
Agregando:
 - Media y Desviación estandard.
 - + Histograma de Intervalos en Ráfagas.
Agregando:
 - Media y Desviación estandard del intervalo.
 - Media y Desviación estandard del número de espigas por ráfaga.
 - Media y Desviación estandard de la duración de la ráfaga.
 - Total de ráfagas.

Básicamente el reporte realiza internamente los dos tipos de análisis del sistema: Frecuencias e Intervalos.

Los datos de entrada son los mismos de cada análisis, con la diferencia de que estos son capturados consecutivamente, agilizando así el proceso de emisión.

En cada histograma se incluyen las marcas de tiempo detectadas dentro del experimento así como su simbología.

El proceso interno de emisión es lento, debido a que se realizan los dos análisis sobre el experimento y por la impresión misma.

Adicionalmente se presentan los valores particulares del análisis como tiempo inicial, final, duración mínima, máxima, etc. en sus correspondientes histogramas.

El sistema asume las siguientes condiciones:

- 1) La impresora debe ser de matriz de puntos.
- 2) La impresora debe ser de 80 caracteres o más.
Si es de más caracteres, sólo usará los 80 primeros.
- 3) Tamaño de hoja : CARTA.
- 4) Tipo de alimentación de papel: Continua y automática.
- 5) No es necesario una selección del tipo de letra previa.

Estas condiciones fueron establecidas debido a que la gran mayoría de las impresoras instaladas en los laboratorios del Instituto cumplen con ellas.

El sistema verifica en forma interna el correcto estado de la impresora, identificando posibles errores (carencia de papel, no estar colocada "en línea", etc.) notificando al usuario la ocurrencia del error, dando opción de corregir el error y continuar con la impresión o bien abortar el proceso.

Nuestra intención en la metodología del uso de esta emisión, es la del ahorro de papel ya que es posible efectuar en los submódulos de análisis varias pruebas de presentación de histogramas satisfactorios antes de emitir el reporte.

Aunque el sistema esta pensado en emitir un reporte por experimento, es posible generar varios sobre un mismo experimento al variar los datos de entrada en cada uno de los análisis.

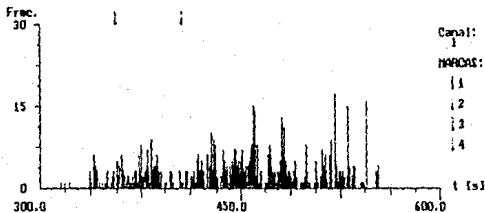
En las siguientes páginas se presenta un ejemplo del reporte estadístico impreso.

ANALISIS DE ESPIGAS
INSTITUTO DE FISILOGIA CELULAR UNAM

FECHA : 01/01/90
HORA : 11:59:58

EXPERIMENTO : A:\G710202L.EXP
IDENTIFICACION : Experimento Espigas version 2.0
FREC. MUESTREO : 4000.00 [Hz]
TIEMPO REGISTRD : 30 [min]
NUM. DE CANALES : 1 [canales]

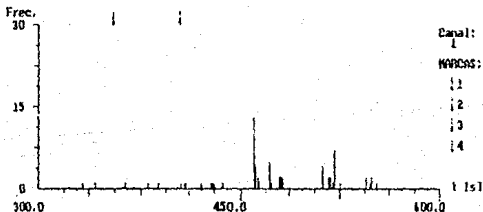
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS EN ESPIGAS



ESTADISTICAS

Total Espigas : 650 [espigas]
Frec. Promedio : 2.17 [espigas/s] Intervalo de Tiempo : 1 [s]
Desv. Estandar: 2.97 [espigas/s] Tiempo Mx. Ráfaga : 5 [ms]

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS EN RAFGAS



ESTADISTICAS

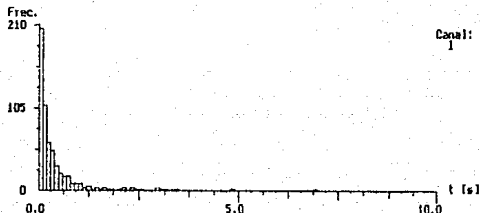
Total Rafagas : 20 [rafagas]
Frec. Promedio : 0.23 [rafagas/s] Intervalo de Tiempo : 1 [s]
Desv. Estandar: 1.02 [rafagas/s] Tiempo Mx. Ráfaga : 5 [ms]

ANALISIS DE ESPIGAS
 INSTITUTO DE FISILOGIA CELULAR UNAM

FECHA : 01/01/90
 HORA : 11:59:58

EXPERIMENTO : A:\G7102C2L.EXP
 IDENTIFICACION : Experimento Espigas version 2.0
 FREC. MUESTREO : 4000.00 [Hz]
 TIEMPO REGISTRO : 30 [min]
 NUM. DE CANALES : 1 [canales]

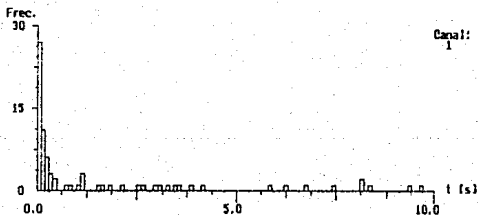
INTERVALO ENTRE ESPIGAS



ESTADISTICAS

Intv. Promedio :	0.89 [s]	Número de Intervalos:	100
Desv. Estandard:	8.77 [s]	Tiempo Inicial :	0 [s]
		Tiempo Final :	900 [s]
		Tiempo Máx. Ráfaga :	10 [ms]

INTERVALO ENTRE RAFAGAS



ESTADISTICAS

Intv. Promedio :	6.07 [s]	Número de Intervalos:	100
Intv. Desv. Estandard :	31.98 [s]	Tiempo Inicial :	0 [s]
Esp. x Raf. Promedio :	6.18 [esp]	Tiempo Final :	900 [s]
Esp. x Raf. Desv.Estd :	25.87 [esp]	Tiempo Máx. Ráfaga :	10 [ms]
Duración Ráfaga Promedio :	0.01 [s]		
Duración Ráfaga Desv.Estd :	0.04 [s]		
Total Ráfagas en el Histograma :	85 [ráfagas]		

VII.4 TRANSPORTABILIDAD DE DATOS ESTADISTICOS.

El análisis estadístico brinda al usuario los resultados básicos y usados con más frecuencia (media y desviación estandard), sin embargo, para la realización de un análisis más profundo o detallado de los resultados obtenidos en estos análisis, el sistema permite la generación de archivos cuyo contenido sean los resultados de cada uno de los histogramas individualmente.

Los archivos generados son tipo ASCII, facilitando su lectura por paquetes estadísticos externos, así como también su introducción a hojas de cálculo y programas de graficación.

Esta acción da al investigador la facilidad y comodidad de utilizar el programa o paquete al que este acostumbrado o tenga mayor experiencia en su uso.

El principio de operación básico es el siguiente:

- 1) ENTRADA DE DATOS.
 - + Parámetros del análisis de frecuencias.
 - + Parámetros del análisis de intervalos.
- 2) ASIGNACION DE NOMBRES A LOS ARCHIVOS.
 - + Validación de las vías de acceso a estos.
- 3) GENERACION DE RESULTADOS.
 - + Realiza análisis de frecuencias.
 - + Realiza análisis de intervalos.
- 4) GENERACION DE ARCHIVOS.
 - + Conversión de valores numéricos a código ASCII.

Los datos básicos de entrada de este proceso son los correspondientes de cada uno de los análisis estadísticos, con la división y presentación de pantallas de captura de datos señalando al tipo de análisis al que se refieren.

El sistema conserva como nombre por omisión el mismo del archivo de experimento. El usuario puede darle los nombres a su elección para cada uno de ellos.

La extensión asignada a los archivos de resultados son:

EN ESPIGAS:		
Análisis de Frecuencias		.FES
Análisis de Intervalos		.IES
EN RAFAGAS:		
Análisis de Frecuencias		.FRA
Análisis de Intervalos		.IRA

El proceso interno de generación de basa principalmente en realizar los dos análisis y en base al Vector de Resultados almacenar los valores numéricos para su posterior conversión a cadenas de caracteres.

La generación de los archivos se efectúa en forma colectiva, esto es, al confirmar su creación los cuatro archivos son generados en conjunto y el usuario no tiene intervención dentro del proceso interno.

El significado del contenido de estos archivos corresponde:

EN EL ANALISIS DE FRECUENCIAS:

El valor de cada frecuencia (línea vertical) de cada unidad de división básica.

EN EL ANALISIS DE INTERVALOS:

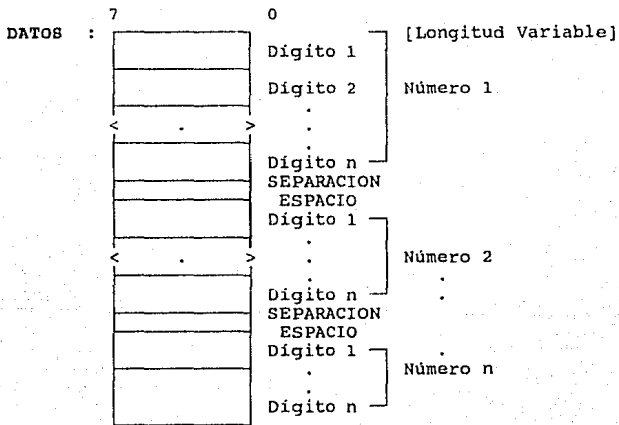
El valor de cada frecuencia (barra vertical) de cada división de duración.

Así el contenido de los archivos, puede ser visto como una lista de enteros separados cada uno de ellos por medio de un espacio. El contenido tiene como características:

- a) No existen fracciones.
- b) Todos los números son positivos.
- c) No hay exponentes.
- d) En cantidades cuyo valor sea nulo se graba un cero.
- e) El tiempo de duración al que pertenece el valor esta dado en función de su posición en la lista.
- f) El número de dígitos por valor no es constante.

El sistema emite un mensaje de notificación al usuario indicando su estado interno : " Analizando ... "

El formato interno general de estos archivos es:



VIII UTILERIAS AUXILIARES.

VIII.1 CONTROL DEL DIRECTORIO ACTUAL.

El "directorio actual" por omisión es la vía de acceso al directorio donde se encuentre localizado el programa espigas.

En el proceso de instalación del sistema se crea un directorio particular para el sistema:

- a) En caso de disco duro: C:\ESPIGAS.
- b) En caso de diskettes : A:\

La importancia del directorio actual es la de informar al sistema el drive y el directorio donde se efectuarán las operaciones relacionadas con archivos.

El sistema siempre presenta al usuario en toda operación de archivos la vía de acceso completa al archivo ó directorio para auxiliarlo a su ubicación.

De manera automática e interna el sistema verifica la vía de acceso aportada por el usuario incluyendo:

- + La existencia del directorio.
- + La existencia del archivo. [si es necesario]

y se emite un mensaje de error al detectar una vía de acceso inválida.

Al ser frecuentes las operaciones relacionadas con archivos, resulta útil la posibilidad de cambiar la localización del directorio actual a elección del usuario de tal forma que toda operación sucesiva se realice en el nuevo directorio.

El submódulo de cambio de directorio permite al usuario establecer el nuevo directorio, o bien, conservar el actual.

La intención de este submódulo es la de agilizar las operaciones concernientes al manejo de archivos (lectura, grabación, etc.).

En el caso de diskettes, resulta importante el cambio del directorio actual al drive B, permitiendo al usuario definir el sistema en el drive A y manejar los archivos de datos en el drive B.

Es posible la modificación de las vías de acceso a archivos de forma particular sin alterar al directorio actual, esto es, especificando la ruta completa al archivo borrando la vía propuesta por el sistema.

El uso de este submódulo se considera opcional, ya que se requiere por parte del usuario, un conocimiento mínimo de la estructura del manejo de directorios del sistema operativo MS-DOS.

El sistema espigas NO crea por sí mismo directorios, por lo que todo directorio accesado debe ser creado con anterioridad por el usuario.

El sistema espigas crea los siguientes archivos básicos para su funcionamiento interno dentro del directorio actual al inicio de sesión:

- + Archivo de Parámetros : DEFAULT.PAR
- + Archivo de Calibración: CALIBRA.SAS

IX CONCLUSIONES.

IX.1 CONCLUSIONES FINALES.

El sistema Espigas se ha implantado en 4 laboratorios del Area de Neurociencias del I.F.C. de la UNAM, como herramienta para el estudio de potenciales de acción. Además se encontró que el sistema puede orientarse fácilmente hacia otros tipos de análisis y estudios no planeados al inicio del proyecto, en particular, el sistema se ha instalado en el Hospital ABC, en la Unidad de Electroencefalografía para el estudio de la variación del ritmo cardíaco.

El sistema Espigas se ha utilizado dentro de las siguientes áreas de investigación :

- + Fisiología del Sueño :
Estudio de la actividad bioeléctrica presente dentro de cada una de las fases del proceso del sueño.
- + Coordinación Sensorio-Motora :
Estudio de los mecanismos neuronales internos a la conducta de depredación de los anfibios.
- + Modelos de Epilepsia :
Estudio de la etiología de la epilepsia para nuevos tratamientos de la enfermedad.
- + Electrofisiología de Ritmos Circádicos :
Estudio de los mecanismos de adaptación del oscilador biológico de un ser vivo al medio ambiente.

El presente del sistema permite reunir en un solo ambiente de trabajo varias actividades que con la metodología manual no eran fácilmente procesos continuos, como son la parametrización, detección y análisis de espigas, además del monitoreo de la actividad bioeléctrica a elección del investigador.

El sistema ha sido útil también para la identificación de diversos comportamientos de células nerviosas. En las siguientes figuras se pueden apreciar diferentes tipos de comportamiento.

En la Fig. #11 se muestra una célula de tipo marcapaso, cuya característica principal es su estrecha desviación estandar de los intervalos inter espigas.

En la Fig. #12 se presenta una célula típica del sistema nervioso central, donde existe una frecuencia media con una distribución tipo gaussiana con una desviación estandar amplia.

El sistema crea toda una nueva metodología de trabajo al investigador, siendo ésta muy sencilla de ajustar a sus intereses particulares, además de brindarle un proceso de análisis automático y del cálculo de resultados estadísticos, ahorrándole tiempo y permitiéndole dedicar más horas al estudio e interpretación de los resultados.

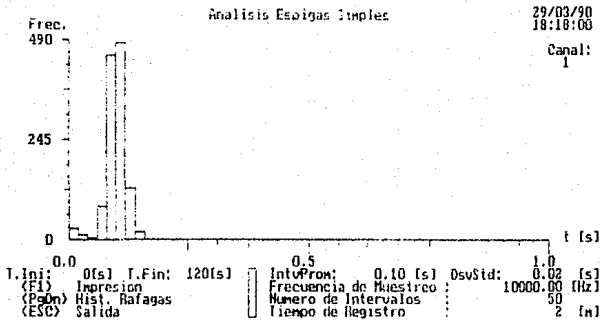


Fig. #11 Célula siguiendo un comportamiento tipo marcapaso.

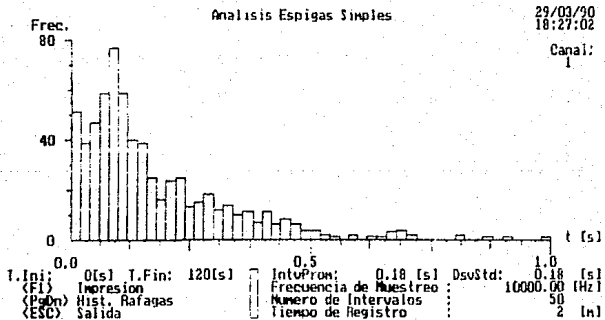


Fig. #12 Célula siguiendo un comportamiento tipico.

El sistema está estructurado en base a un árbol de menús con numerosos letreros explicando las opciones en cada caso, esto hace que el sistema sea accesible a toda persona sin previa experiencia en computación.

El sistema tiene un diseño abierto, de tal forma que las modificaciones y expansiones de nuevos módulos son fáciles de adicionar.

Las subrutinas internas del sistema para captura, graficación, detección, etc. pueden ser utilizadas en otros sistemas desarrollados por la Unidad de Cómputo del I.F.C. ,o bien, servir de guía para el mejoramiento o creación de nuevas funciones y aplicaciones al estudio de señales bioeléctricas, así como del uso y programación del Lab Master.

Actualmente la evolución del sistema y los avances en la microcomputación permiten plantear nuevas mejoras al sistema Espigas como son:

- + Aprovechamiento de nuevos modos de resolución en pantalla (EGA, VGA), permitiendo una mayor claridad y ampliación en la graficación de la actividad bioeléctrica.
- + Manejo de memoria extendida. Es posible utilizar la memoria existente superior al límite de 640KB, dando mayor capacidad al módulo de análisis en tiempo real.
- + Desarrollar nuevos submódulos de análisis de la actividad bioeléctrica para medición y comparación de conjuntos de espigas, así como utilerías auxiliares para escalamiento, amplificación, desplazamiento, etc.
- + Uso de nuevos dispositivos auxiliares al usuario como un "mouse" facilitando aún más la interface hombre-computadora.

Considero que el sistema Espigas cubre todos los requerimientos y características planteadas al inicio del proyecto y que constituye una herramienta muy útil en el estudio de los biopotenciales.

X BIBLIOGRAFIA

- 1) Bendat J., Piersol G.A., "Random Data: Analysis and measurements procedures" Wiley-Interscience (1971)
- 2) Borland International Inc. "Turbo Assembler Reference Guide" (1989)
- 3) Borland International Inc. "Turbo Debugger User's Guide" (1989)
- 4) Borland International Inc. "Turbo Pascal Reference Guide" (1989).
- 5) Borland International Inc. "Turbo Pascal User's Guide" (1989)
- 6) Bradley D.J. "Assembly Language programming for the IBM PC" Prentice Hall (1984)
- 7) Brown J.H., Stark L., "Biomedical Engineering" F.A. Davis Company (1971)
- 8) Clark D., Chiodo L., "Electrophysiological and characterization of identified Nigrostriatal and Mesoaccumbens Dopamine Neurons in the rat" SYNAPSE pp 474-485, Vol 2, 1988
- 9) Cromwell L., Weibell F.J. and Pfeiffer A.P. "Biomedical Instrumentation and Measurements". Prentice Hall (1980)
- 10) Duncan Ray "Advanced MS-DOS". Microsoft Press (1986)
- 11) Farina M. "Diagramas de Flujo" Diana (1979)
- 12) Guyton A. "Fisiología Humana" InterAmericana (1987)
- 13) Guzmán L. "Sistema para captura y análisis de señales bioeléctricas", 1988.
- 14) Hubel D.H. "El Cerebro" Libros de Investigación y Ciencia pp 11-21, 1981.
- 15) IBM Corporation "Technical Reference Manual". (1984)
- 16) Larry F. "Inside the PC's PPI" Microcornucopia pp 36-39 No.40, 1988.
- 17) Kellaway P., Petersén I., "Automation of Clinical Electroencephalography". Raven Press (1971)

- 18) Microsoft Corporation. "MS-DOS Operating System ver. 3.20" (1987)
- 19) Nakanishi T. "Origin of Action Potential Recorded by Fluid Electrodes". Electroencephalography and Clinical Neurophysiology pp 114-115, 1983.
- 20) Navarro J. "Teclados" Interconexión de periféricos a microprocesadores. Serie Mundo Electrónico pp 147-485, 1983.
- 21) Norton P., Socha J. "Peter Norton's Assembly Language Book for the IBM PC" Brady (1989)
- 22) Rector R., Alexy G. "The 8086 Book". Osborne/McGraw Hill. (1980)
- 23) SCIENTIFIC SOLUTIONS INCORPORATED. "Lab Master DMA Handbook". (1988)
- 24) Siegel J., Dennis J., Stephen M. "Sleep and Walking Activity of Pontine Gigantocellular field neurons" Experimental Neurology pp 553-573 Vol. 56 (1977)
- 25) Steinfels G., Hegm J., Strecker R. "Response of dopaminergic neurons in cat to auditory stimuli presented across the sleep-waking cycle" Brain Research 227 pp 150-154, 1983
- 26) Stevens C.F. "La Neurona" Libros de Investigación y Ciencia pp 25-36, 1981
- 27) Walpole R., Myers R. "Probabilidad y estadística para ingenieros" Interamericana (1985)
- 28) Wong P.K.H., Lombroso C.T., Matsumiya Y. "Somatosensory evoked potentials: variability analysis in unilateral hemispheric disease". Electroencephalography and Clinical Neurophysiology pp 266-274, Vol. 54, 1982

INSTITUTO DE FISILOGIA CELULAR
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

SISTEMA ESPIGAS

MANUAL DE REFERENCIA TECNICA

TABLA DE CONTENIDO.

I	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.	2
II	AMPLIFICADORES.	3
III	CONFIGURACION LAB MASTER TARJETA "MADRE"	4
IV	CONFIGURACION LAB MASTER TARJETA "HIJA".	6
V	TECLADO AUXILIAR.	7

UNIDAD DE COMPUTO.
INSTITUTO DE FISILOGIA CELULAR.
U.N.A.M.

I REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.

El sistema Espigas necesita de los siguientes elementos para su operación:

- * Equipo LAB MASTER de Scientific Solutions Inc.
 - + Tarjeta LAB MASTER "MADRE"
 - + Tarjeta LAB MASTER "HIJA"
- * Amplificadores.
Su propósito es el de aumentar en amplitud la actividad eléctrica del ser vivo a estudiar.
- * Microcomputadora PC compatible.
Configuración Mínima:
 - + Microprocesador INTEL 8086
 - + Memoria RAM 512 KB
 - + Adaptador de Video CGA (Color o Monocromático)
 - + Un slot de 8 bits para LAB MASTER
 - + Dos Drives 5 ¼" o 3 ½" o bien
 - + Disco Duro (Opcional y recomendable)
 - + Sistema Operativo MS DOS 2.0 en adelante.
- * Teclado Auxiliar.
Contiene 12 teclas de control del sistema.
- * Osciloscopio. (Opcional)
Visualiza la actividad eléctrica, así como el mostrar la respuesta de la PC a la detección de espigas.
- * Impresora. (Opcional)
- * Cable de conexión PC - Osciloscopio. (Opcional)

Para un mejor desempeño del sistema Espigas considere lo siguiente:

- * En caso de existencia de red: Deshabilitar la computadora como terminal.
- * NO deben existir programas residentes en memoria.
- * Establecer fecha y hora por medio del sistema operativo.
- * Conectar la impresora a la PC y colocarla en modo "on line".
- * El encendido del LAB MASTER es inmediato al encender la PC
- * El teclado auxiliar debe estar conectado al LAB MASTER.

Al entrar en funcionamiento, el sistema hace una autoverificación de su medio ambiente, reportando cualquier anomalía que encuentre. Al existir por lo menos una, el sistema no entrará en operación regresando el control al DOS.

II AMPLIFICADORES.

La única función de los amplificadores es la de aumentar la amplitud de la señal bioeléctrica.

Debido a que usualmente se manejan señales bioeléctricas en un marco de unidades de milivolts, es benéfico amplificar la amplitud de éstas para lograr una clara visualización de la señal, así como una mejor definición de los parámetros de identificación de potenciales de acción.

La capacidad de amplificación (factor de ganancia) depende de las posibilidades que brinde el amplificador mismo, ya que este puede ser fijo (establecido en el momento de su construcción), o bien variable por medio de perillas, switches, etc a elección del investigador.

Es recomendable aunque no indispensable la utilización de filtros de eliminación del ruido introducido a la señal bioeléctrica antes de la amplificación ya que a la mayor eliminación de éste, se logra un mejor registro y definición de la actividad eléctrica, distinguiendo el potencial de acción de la actividad basal siempre presente en el organismo, evitando posibles conflictos de identificación.

III CONFIGURACION LAB MASTER TARJETA "MADRE".

El LAB MASTER esta constituido por dos componentes básicos:

- 1) Tarjeta "Madre".
Se conectada a un slot de la PC.
- 2) Tarjeta "Hija".
Es externa a la PC y se conecta a la tarjeta "madre"

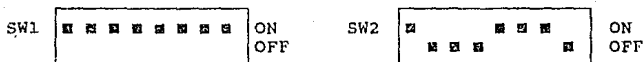
El LAB MASTER contiene tanto en la tarjeta "Madre" como en la tarjeta "Hija" ciertos switches y "jumpers" que permiten la configuración de los diversos dispositivos del LAB MASTER, como convertidores, DMA, canales, etc.

Nuestra intención en este manual es la de señalar solo la configuración necesaria para el funcionamiento del LAB MASTER conjuntamente con el sistema Espigas.

El LAB MASTER debe estar configurado en la tarjeta "Madre" con las siguientes especificaciones:

- 1) Dirección Base I/O en 710 hexadecimal [SWITCH1 SWITCH2]

Se define mediante los switches 1 y 2 de la siguiente forma:



- 2) Direccionamiento al espacio de memoria I/O [JUMPER WT/RD]

Se fija mediante el "jumper" marcado como WT/RD de la siguiente forma:



JUMPER WT/RD

- 3) Frecuencia de transmisión de datos y estados de espera. [JUMPER J5] [JUMPER WS]

Se establece mediante el "jumper" marcado como WS de la siguiente forma:

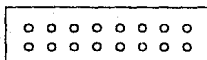


JUMPER WS

El "jumper" J5 determina el número de estados de espera a insertar según los siguientes casos:

- a) Si la computadora es de No_Estados_de_Espera y con una frecuencia de operación menor a 8 MHz, no necesita de estados de espera.
- b) Si la computadora tiene una frecuencia de operación de 8 MHz o mayor use 3 o 4 estados de espera.

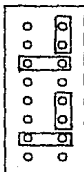
Coloque el conector según el número de estados de espera que necesita a partir de la izquierda:



JUMPER J5
ej: 0 estado de espera

- 4) Voltaje de Salida Convertidor D/A: +10V a -10V [JUMPER J3]

Fijarlo mediante conectores en el "jumper" marcado como J3:



JUMPER J3

- 5) Control de Polaridad para líneas de I/O: Positivo [JUMPER J9]

Se fija mediante el "jumper" marcado como J9 de la siguiente manera:

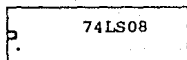
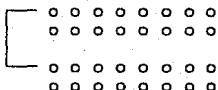


JUMPER J9

- 6) Buffers Puertos de Comunicación I/O para el teclado [USS]
auxiliar en configuración: ENTRADA

Se necesitan 6 chips TTL 74LS08 (Circuitos No inversores) colocados en los puertos marcados como USS1, USS2, ... USS6 de la siguiente forma:

USS
SOCKETS



Si se desea profundizar en las diversas opciones de configuración del LAB MASTER se recomienda leer las especificaciones del siguiente manual:

LAB MASTER DMA Handbook
Scientific Solutions Press
Copyright 1988 USA

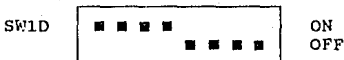
IV CONFIGURACION LAB MASTER TARJETA "HIJA".

La tarjeta "Hija" del LAB MASTER se encuentra externa a la PC y esta protegida por una caja metálica y se encuentra conectada a la tarjeta "Madre" por medio de un cable de 50 pines.

La configuración necesaria para la operación conjunta del LAB MASTER y el Sistema Espigas es la siguiente:

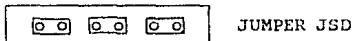
- 1) Determinación del último canal a usar: 15 [SWD1D]

Se fija por medio del switch marcado como SW1D colocando el canal 15 como default:



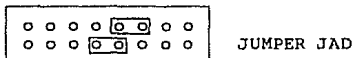
- 2) Tipo entrada al Convertidor A/D: SINGLE END [JUMPER JSD]

Se establece fijando el "jumper" marcado como JSD con conectores de la siguiente forma:



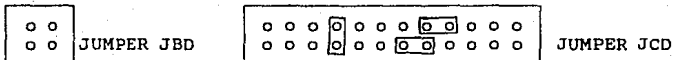
- 3) Rango de Polaridad del Convertidor A/D: +10V a -10V [JAD]

Se fija mediante conectores en el "jumper" marcado como JAD:



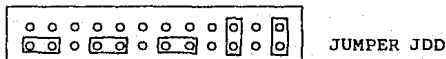
- 4) Modo de Operación del Convertidor A/D: NORMAL [JUMPER JBD]
SINGLE END [JUMPER JCD]

Se establece por medio de conectores en los "jumpers" marcados como JBD y JCD:



- 5) Formato de Salida del Convertidor A/D: BINARIO [JUMPER JDD]

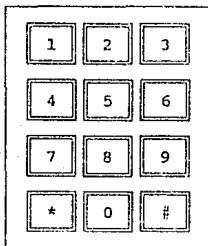
Se fija por conectores en el "jumper" marcado JDD de la siguiente forma:



V TECLADO AUXILIAR.

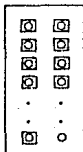
El teclado auxiliar es un elemento que forma parte de la interface Hombre-Máquina del sistema y por ello indispensable para la operación y control del sistema.

El teclado auxiliar cuenta con 12 teclas, y es del tipo usado en telefonía:



El teclado auxiliar debe estar conectado a la tarjeta "Madre" del IAB MASTER por medio de los conectores J10 y J11 con los siguientes pines utilizados:

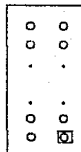
Pin 1 2



CONECTOR J10

Pin 25 26

Pin 1 2



CONECTOR J11

Pin 49 50

MODO DE OPERACION:

- * NO se permiten combinaciones de dos o más teclas.
- * NO se debe permanecer pulsando cualquier tecla por periodos de tiempo prolongados. El teclado sólo emite una señal por tecla pulsada, al mantenerla oprimida NO genera más señales.
- * NO se permite pulsar cualquier tecla con alguna del teclado convencional simultáneamente.

INSTITUTO DE FISILOGIA CELULAR
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

SISTEMA ESPIGAS

MANUAL DEL USUARIO

TABLA DE CONTENIDO.

I	INTRODUCCION	2
II	CONVENCIONES	3
III	ORGANIZACION DEL SISTEMA.	4
IV	AMBIENTE INTERNO DEL SISTEMA.	6
V	MODULO DE PARAMETROS.	7
VI	MODULO DE MUESTREO.	13
VII	MODULO DE ANALISIS.	17
VIII	MODULO DE MONITOREO.	24
IX	MODULO DE UTILERIAS.	27

APENDICES.

A MENSAJES DE ERROR.

UNIDAD DE COMPUTO.
INSTITUTO DE FISILOGIA CELULAR.
U.N.A.M.

I INTRODUCCION.

El sistema Espigas fué desarrollado en la Unidad de Cómputo del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM.

Dentro de los laboratorios del IFC existe la necesidad de estudiar señales bioeléctricas procedentes de animales de experimentación, estas señales son el registro de la actividad bioeléctrica de ciertas zonas anatómicas específicas de interés para el investigador.

Durante la actividad eléctrica que presentan los seres vivos, existen ciertos eventos con características propias con respecto a la amplitud y duración que se distinguen de la actividad basal.

El sistema Espigas esta basado en una microcomputadora PC compatible para:

- + Detectar
- + Cuantificar
- + Almacenar
- + Analizar

en tiempo real potenciales de acción con características especiales en amplitud y duración, que se presentan dentro de la actividad bioeléctrica.

Al establecer los parámetros de amplitud y duración se forma una "ventana" de detección, conformado así el concepto de espiga, esto es, un potencial de acción con sus parámetros de identificación.

El presente manual esta dirigido hacia el investigador o usuario interesado en la operación del sistema Espigas.

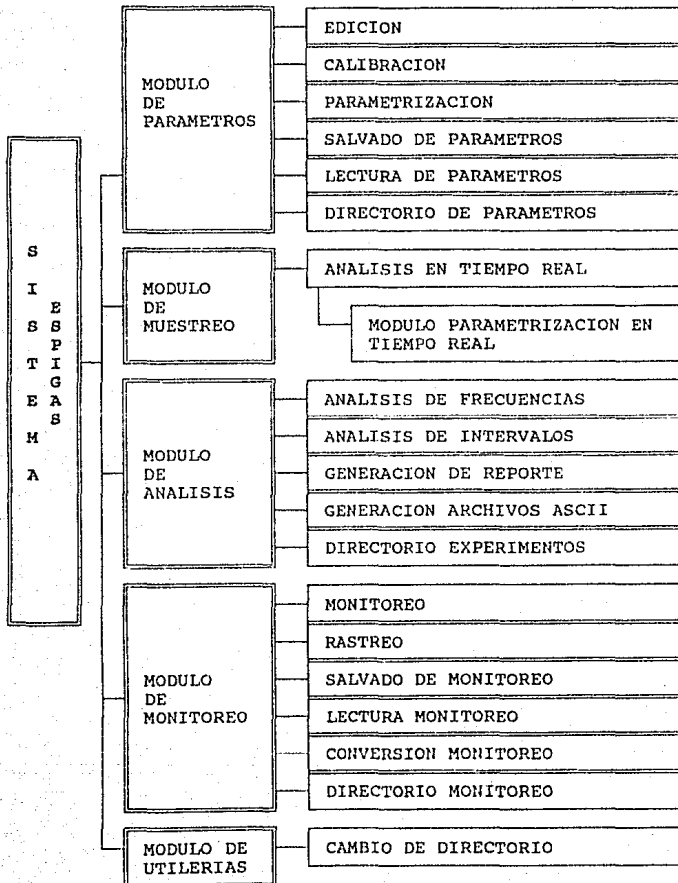
II CONVENCIONES.

Este manual utiliza las siguientes convenciones tipográficas para un mejor entendimiento acerca de los comandos, opciones, etc del sistema :

TIPOGRAFIA	DESCRIPCION
PALABRASCLAVES	Indican comandos particulares del sistema Espigas. NO son admisibles abreviaciones. Es indistinto el uso de mayúsculas o minúsculas.
[Opcional]	El elemento dentro de los corchetes es opcional.
[Opción1 Opción2]	Corchetes y barras verticales indican la elección de UN SOLO elemento dentro de las posibles opciones, o bien, no seleccionar ninguna opción.
nombre_de_archivo	Se utilizan para indicar elementos de información aportados por el usuario.
<TECLA>	Indica la pulsación de una tecla perteneciente al teclado CONVENCIONAL de la PC.
<<TECLA>>	Indica la pulsación de una tecla perteneciente al teclado AUXILIAR conectado a la PC.

Para la introducción y/o edición de valores, es necesario posicionarse en el campo deseado mediante el uso de las teclas de flechas, editar el valor, y pulsar la tecla <ENTER>.

III ORGANIZACION INTERNA DEL SISTEMA.



A continuación se describe brevemente en que consiste cada una de las etapas del sistema, para mayor profundidad favor de consultar el tema en particular dentro de este manual.

MODULO	DESCRIPCION
PARAMETROS	<ul style="list-style-type: none">+ Establece los datos básicos del ambiente de trabajo del sistema.+ Realiza el control y manejo de archivos de parámetros.+ Se establecen los datos del control y duración del experimento para el análisis en tiempo real de la señal bioeléctrica.
MUESTREO	<ul style="list-style-type: none">+ Análisis de la señal bioeléctrica en tiempo real.+ Identifica las espigas ocurridas durante el muestreo y almacena su tiempo de aparición.+ Permite reparametrizar los valores de identificación de las espigas y continuar con el muestreo.
ANALISIS	<ul style="list-style-type: none">+ Realiza el análisis estadístico:<ul style="list-style-type: none">a) Frecuencias de Espigas y Ráfagas.b) Intervalos entre Espiga-Espiga y entre Ráfaga-Ráfaga.+ Graficación e impresión de:<ul style="list-style-type: none">a) Histogramas de Frecuencias.b) Histogramas de Intervalos.+ Generación impresa de un reporte de resultados.+ Transportación de resultados estadísticos del análisis a archivos tipo ASCII.
MONITOREO	<ul style="list-style-type: none">+ Graficar y almacenar la actividad bioeléctrica presente.+ Rastrear las espigas que existan en este registro, indicando para cada espiga sus parámetros de identificación.+ Emitir la impresión de la espiga detectada.+ Brinda la posibilidad de estudiar el registro de la actividad como si se tratase de la etapa de muestreo.
UTILERIAS	<ul style="list-style-type: none">+ Permite la navegación entre los directorios existentes en disco.

IV AMBIENTE INTERNO DEL SISTEMA.

El sistema Espigas crea un ambiente interno de trabajo dentro de la microcomputadora al momento de su inicio en forma automática y es transparente al usuario.

El ambiente interno contiene los valores necesarios para cada módulo, esto es, esta orientado a conservar todos los datos asociados a un experimento en particular.

Los valores del ambiente interno permanecen vigentes hasta:

- a) El usuario directamente los modifique.
- b) Se termine la sesión con el sistema.
- c) Se apague la microcomputadora.

La modificación directa del usuario consiste en :

1) SUBMODULO DE PARAMETRIZACION.

Al establecer los parámetros de identificación de espigas, estos entran directamente al ambiente de trabajo.

2) SUBMODULO DE CALIBRACION.

Al fijar las línea de pulso y basal se determina el factor de calibración del canal correspondiente en el ambiente interno.

3) SUBMODULO DE LECTURA DE PARAMETROS.

Al traer a memoria el contenido de un archivo de parámetros, este directamente sustituye al ambiente presente.

SUGERENCIA: Leer un archivo de parámetros ANTES de analizar el archivo de experimento asociado.

4) SUBMODULO DE PARAMETRIZACION EN TIEMPO REAL.

Al modificar en tiempo real los parámetros de identificación de espigas, estos se conservan aún después del muestreo.

SUGERENCIA: Guardar un archivo de parámetros ANTES del muestreo, y DESPUES de este en caso de reparametrizar.

CARACTERISTICAS PARTICULARES:

1) MODULO DE ANALISIS.

En caso de NO haber realizado los submódulos de Parámetros y Muestreo es necesario cargar el archivo de parámetros asociado al experimento a analizar al ambiente interno de trabajo mediante el submódulo de lectura de parámetros.

2) MODULO DE MONITOREO.

En caso de NO haber realizado el submódulo de Parámetros es necesario cargar el archivo de parámetros asociado al archivo de monitoreo a graficar al ambiente interno de trabajo mediante el submódulo de lectura de parámetros.

V MODULO DE PARAMETROS.

OBJETIVO:

- * Establecer los datos básicos del ambiente de trabajo del sistema:
 - a) Frecuencia de Muestreo.
 - b) Tiempo Máximo de Duración del muestreo.
 - c) Parámetros de identificación de espigas.
- * Control y manejo de archivos de parámetros.

Esta etapa esta dividida en los siguientes módulos:

EDICION.

Este módulo DEBE SER EL PRIMERO en ejecutarse ya que los valores aquí modificados son fundamentales dentro del sistema.

Este módulo consiste en el establecimiento de los siguientes valores del ambiente de trabajo que se conservarán vigentes a lo largo del funcionamiento del sistema.

DATOS BASICOS:

- 1) Frecuencia Muestreo: Es la frecuencia de operación del convertidor Analógico/Digital por canal. Esta frecuencia determina el ciclo de lectura de cada muestra que toma el convertidor de la señal bioeléctrica. El máximo valor de operación es de 30 [KHz].
- 2) Tiempo Máximo : Es el tiempo de duración máximo del muestreo de la señal bioeléctrica.
- 3) Número de Canales: Es el número de canales que estarán operando en el muestreo. El número máximo es 4.
- 4) Canal Mayor : Este es el número de canal dentro del número de canales posibles que tiene el mayor valor.

SUGERENCIA : Utilizar el canal 15 como canal mayor.

NOTAS:

- 1 A mayor número de canales, se debe aumentar la frecuencia de muestreo. Ej: Si se operan 4 canales a 1000 [Hz] cada uno, la frecuencia de operación será $4 \cdot 1000 = 4000$ [Hz].

Existen dos opciones al finalizar el módulo:

- <ESC> Rechazar modificaciones. Cancela todos los valores introducidos.
- <F1> Aceptar modificaciones. Los valores introducidos formarán parte del ambiente de trabajo.

CALIBRACION.

Este módulo consiste en realizar la calibración del sistema, mediante la lectura de un pulso de calibración de amplitud conocida y el establecimiento de los niveles de voltaje.

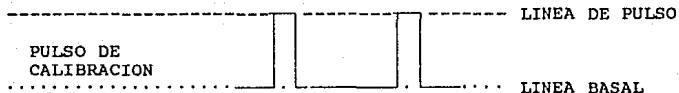
METODOLOGIA DE LA CALIBRACION:

La calibración deberá realizarse en cada canal a utilizarse en el muestreo.

La frecuencia de calibración que requiere el módulo deberá de ser la misma que la Frecuencia de Muestreo.

El valor del pulso de calibración introducido deberá conocerse de antemano y siempre deberá ser expresado en microVolts.

El módulo visualizará el pulso de calibración introducido y dejará ajustar las líneas de los niveles de voltaje:



IMPORTANTE:

- 1) LA DISTANCIA ENTRE LA LINEA BASAL Y LA LINEA DE PULSO SERA EL VALOR EN MICROVOLTS DEL PULSO DE CALIBRACION APORTADO.
- 2) LA LINEA BASAL Y LA LINEA DE PULSO DEBEN SITUARSE JUSTO EN EL PULSO DE CALIBRACION, NUNCA ENCIMA O ABAJO DE ESTE.

Tanto la LINEA BASAL como la LINEA DE PULSO pueden ser modificadas a gusto del usuario, de tal forma que sea lo más exacta posible.

NOTAS:

- 1 La microcomputadora y el aparato que genere el pulso de calibración deberán de compartir la misma señal de "tierra".
- 2 Si se carece de un pulso de calibración, NO se deberá de ejecutar este módulo. El sistema PUEDE SEGUIR FUNCIONANDO pero con las siguientes consecuencias:
 - a) Las mediciones de los parámetros de identificación de espigas NO corresponden a sus valores verdaderos.
 - b) Los niveles de voltaje correspondientes al Umbral Inferior y Superior entre la PC y el osciloscopio no serán fiables.
 - c) Los reportes impresos no tendrán los valores de los parámetros de identificación veraces.
 - d) Las señales del convertidor Digital/Analogico (DAC0 y DAC1) solo servirán para propósitos de detección de espigas ya que sus valores en amplitud no serán veraces.

PARAMETRIZACION.

Este módulo consiste en establecer los parámetros de identificación de espigas.

DATOS BASICOS:

- 1) Polaridad de la espiga.
- 2) Umbral Inferior.
- 3) Umbral Superior.
- 4) Intervalo de Tiempo Mínimo.
- 5) Intervalo de Tiempo Máximo.

Los parámetros deberán siempre establecerse en este ORDEN y en cada canal que se utilizará en el muestreo.

METODOLOGIA DE LA PARAMETRIZACION:

El módulo comenzará a visualizar la actividad bioeléctrica presente en la pantalla, teniendo el investigador las siguientes opciones:

<<1>> Aumenta el tiempo de retardo en 0.5 [s].

En caso que resulte demasiado rápido el cambio de pantalla de la actividad, es posible alentar el tiempo de exposición entre pantalla y pantalla.

<<3>> Disminuir el tiempo de retardo en 0.5 [s].

En caso que resulte demasiado lento el cambio de pantalla de la actividad, es posible acortar el tiempo de exposición entre pantalla y pantalla.

<<#>> Detener la actividad bioeléctrica en pantalla.

<<0>> Continuar la actividad bioeléctrica en pantalla.

Su intención es la de "congelar" el trazo de la actividad presente en pantalla, o bien continuar con la graficación de la actividad hasta la visualización de un potencial de acción que considere representativo el investigador.

La idea es tomar un potencial de acción como patrón para el establecimiento de los parámetros de identificación de espigas:

1) POLARIDAD DE LA ESPIGA:

La "punta" del potencial determina la polaridad de ésta:

Existen dos casos posibles:

<P> Positiva

<N> Negativa

Al elegir negativa, la espiga se invierte al igual que la escala, anunciado Espiga Negativa en el borde superior.

2) UMBRAL INFERIOR:

Este parámetro distingue el voltaje mínimo que diferencia a la espiga de la actividad basal.

TODOS IMPULSO NERVIOSO QUE NO REBASE EL UMBRAL INFERIOR SERA DESCARTADO COMO ESPIGA POR LA COMPUTADORA.

<I> Activa la modificación del Umbral Inferior.

Un cursor aparece en el lado derecho indicando la posición actual del umbral.

3) UMBRAL SUPERIOR:

Este parámetro establece el máximo valor que puede llegar a tener la "punta" de la espiga.

TODOS IMPULSO NERVIOSO QUE REBASE EL UMBRAL SUPERIOR SERA DESCARTADO COMO ESPIGA POR LA COMPUTADORA.

<S> Activa la modificación del Umbral Superior.

Un cursor aparece en el lado derecho indicando la posición actual del umbral.

4) INTERVALO DE TIEMPO MINIMO:

Este parámetro establece el intervalo de tiempo mínimo comprendido desde que la espiga rebasa el Umbral Inferior hasta un tiempo ANTES que el impulso nervioso regrese a ser menor o igual que el Umbral Inferior.

TODOS IMPULSO NERVIOSO QUE SEA MENOR AL INTERVALO DE TIEMPO MINIMO SERA DESCARTADO COMO ESPIGA POR LA COMPUTADORA.

<P> Activa la modificación del Intervalo de Tiempo Mínimo.

La computadora encuentra primera espiga (intersección de la señal bioeléctrica con el Umbral Inferior).

Un cursor aparece en el borde inferior indicando la posición actual del intervalo.

<END> Encuentra la siguiente espiga a la derecha de la posición actual del cursor.

Al no existir espiga o intersección, la computadora emite un mensaje de error.

5) INTERVALO DE TIEMPO MAXIMO:

Este parámetro establece el intervalo de tiempo comprendido desde que la espiga rebasa el Umbral Inferior hasta un tiempo DESPUES que el impulso nervioso regrese a ser menor o igual que el Umbral Inferior.

TODOS IMPULSO NERVIOSO QUE SEA MAYOR AL INTERVALO DE TIEMPO MAXIMO SERA DESCARTADO COMO ESPIGA POR LA COMPUTADORA.

<F> Activa la modificación del Intervalo de Tiempo Máximo.

La computadora siempre elige el valor máximo posible dentro de la pantalla para el intervalo.

Un cursor aparece en el borde inferior indicando la posición actual del intervalo.

MOVIMIENTOS DEL CURSOR:

El cursor tiene dos desplazamientos:

<SHIFT><FLECHA> GRUESO: El cursor se desplaza rápidamente.

<FLECHA> FINO : El cursor se desplaza lentamente.

OPCIONES AUXILIARES A LA PARAMETRIZACION:

El investigador dispone además de las opciones:

<L> Alterna estado de líneas o puntos.

El estado original de graficación de la actividad es por medio de puntos, pero es posible unir estos puntos con líneas mediante esta opción.

<R> Repetir parametrización.

Permite iniciar el establecimiento de parámetros regresando a los valores de default. Limpia la pantalla dejando el trazo de la actividad intacto.

<ESC> Aborta proceso de parametrización.

Cancela el proceso de parametrización. Ningún parámetro queda establecido y los valores anteriores se conservan.

<BARRA DE ESPACIO> Aceptación de los parámetros.

Los nuevos valores establecidos por el investigador son aceptados y pasan a formar parte del ambiente interno de trabajo del sistema.

SALVADO DE PARAMETROS.

Este módulo consiste en dar la oportunidad de guardar un archivo de parámetros con los valores de los parámetros de identificación que haya establecido el investigador.

Los archivos de parámetros siempre tienen la extensión: .PAR

DATOS BASICOS:

a) Nombre Archivo: Vía de acceso y nombre del archivo.

Se debe de incluir la vía de acceso **completa** al archivo y el nombre del archivo, ej: [drive:\directorio_actual]\nomb_arch.

CASOS ESPECIALES:

En caso de que exista ya un archivo con el mismo nombre, el sistema pedirá confirmación para crear el nuevo.

CUIDADO: Si es afirmativa se perderá el archivo anterior.

LECTURA DE PARAMETROS.

Este módulo consiste en cargar los valores de identificación de espigas desde un archivo de parámetros al ambiente de trabajo del sistema.

DATOS BASICOS:

a) Nombre Archivo: Vía de acceso y nombre del archivo.

Se debe de incluir la vía de acceso **completa** al archivo y el nombre del archivo, ej: [drive:\directorio_actual]\nomb_arch.

Al leer el archivo, el sistema despliega su contenido y espera la confirmación para cargarlo al ambiente de trabajo.

DIRECTORIO PARAMETROS.

Este módulo consiste en listar todos los archivos que se encuentren en un directorio elegido por el usuario.

DATOS BASICOS:

a) Directorio: Vía de acceso al directorio.

Se debe incluir la vía de acceso completa al directorio,
ejemplo: [drive:\directorio_actual]
[drive:]

En caso de que no exista el directorio, el sistema emite un mensaje de error.

VI MODULO DE MUESTREO.

OBJETIVO:

- * Analizar la señal bioeléctrica en tiempo real.
- * Detectar espigas y
- * Almacenar el tiempo de aparición de estas en un archivo.

Esta etapa esta dividida en los siguientes submódulos:

ANALISIS EN TIEMPO REAL.

Este módulo consiste en analizar la señal bioeléctrica y detectar las espigas que cumplan con los parámetros de identificación que se presenten durante el intervalo de Tiempo Máximo.

ES NECESARIO EFECTUAR ANTES LA ETAPA DE PARAMETROS.

DATOS BASICOS:

- a) Nombre Archivo: Nombre del archivo de experimentos
- b) Fecha : [DD/MM/AA] Fecha del experimento
- c) Hora : [HH:MM:SS] Hora de inicio
- d) Identificación: Breve comentario

METODOLOGIA DEL ANALISIS EN TIEMPO REAL.

Durante el análisis en tiempo real, la PC emite dos señales analógicas:

- DAC0: Nivel de Voltaje del Umbral Inferior y Umbral Superior. Genera un pulso de detección al identificar una espiga, y oscila entre el Umbral Inferior y el Superior.
- DAC1: Nivel de Voltaje del Umbral Superior. Presenta constantemente el valor del Umbral Superior.

El objetivo de estas señales analógicas, es la de ser visualizadas através de un osciloscopio, tal que pueda monitorear la señal bioeléctrica junto con sus umbrales de identificación, y al momento de ocurrir una espiga se visualice un pulso de detección. Así es posible que el investigador pueda trabajar junto con un osciloscopio y la PC.

Este módulo genera un archivo de experimentos donde se encuentran los resultados del análisis efectuado.

Los archivos de experimentos tienen la extensión: .EXP

NOTAS:

- 1 Si el archivo ya existe, el sistema solicita confirmación para continuar, ej: Borrar archivo anterior ? {S|N}
CUIDADO: Al ser afirmativa el archivo de experimentos anterior se PERDERA.

CONTENIDO DE LA PANTALLA DE INTERFACE:

Experimento :
 Frecuencia :
 Núm. Canales:

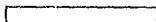
DATOS GENERALES
 DEL EXPERIMENTO



DETECCION DE
 ESPIGAS

MODO CANAL UNICO
 Indica mediante parpadeo de
 guiones la detección de
 espigas dentro de la actividad
 bioeléctrica presente.

DETECCION DE ESPIGAS
 CANAL 1 2 3 4



MODO MULTICANAL
 Indica mediante parpadeo de
 guiones la detección en cada
 uno de los canales.

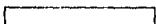
CONVERTIDOR A/D:



OVERUN
 OVERUN CONTINUO

Indica status del Conv. A/D
 OVERUN significa error en el
 convertidor.
 OVERUN CONTINUO significa
 error frecuente en el
 convertidor.

CONVERTIDOR A/D:
 CANAL 1 2 3 4



<<8>> Sig. Canal

MODO MULTICANAL
 Indica mediante un guión el
 canal actual que visualiza el
 pulso de detección para el
 osciloscopio.

MENU DE MARCAS



<<1>> MARCA <1>
 <<2>> MARCA <2>
 <<3>> MARCA <3>
 <<4>> MARCA <4>

Indica el status de
 marcas de tiempo.

MENU DE OPCIONES

<<*>> PARAMETRIZAR MUESTREO
 <<0>> FINALIZAR MUESTREO
 <<#>> ABORTAR MUESTREO

Indica las opciones posibles
 al usuario en el muestreo.
 Sólo es visible durante el
 análisis en tiempo real.

El OVERUN ocurre cuando el programa NO alcanza a leer una muestra ANTES de que el convertidor A/D inicie la siguiente conversión.

SUGERENCIAS EN EL OVERUN:

- 1) Un registro "puro" no tiene overun.
Ahora bien, si el registro es de un tiempo considerable (1 hora o más) y ocurre un overun, este no es tan grave para tener que desechar todo el registro. [Indicación de OVERUN]
En cambio si el error se presenta continuamente sería aconsejable invalidar y desechar el registro [Indicación de OVERUN CONTINUO].
- 2) Es aconsejable en caso de overun, modificar la frecuencia de muestreo a un valor menor.

Es posible introducir dentro del análisis, marcas en el tiempo que indiquen la ocurrencia de un hecho importante para el investigador (inyección de drogas, estimulación, etc). Existen 4 tipos de marcas.

Dentro del Menú de opciones se encuentran:

- <<*>> Activa el módulo de Parametrización.
Permite modificar los parámetros de identificación de espigas y regresar al muestreo.
- <<0>> Finaliza el módulo de muestreo.
El sistema almacena los resultados obtenidos hasta ese momento en el archivo de experimentos.
- <<#>> Aborta el módulo de muestreo.
El sistema NO almacena ningún resultado y no genera el archivo de experimentos.

CARACTERISTICAS GENERALES:

- 1) El Tiempo Máximo NO puede ser aumentado.
- 2) Una vez iniciado el muestreo, el reloj interno NUNCA puede ser suspendido.
- 3) El tiempo consumido al parametrizar dentro del muestreo NO se retribuye.
- 5) Al abortar el muestreo TODOS los resultados son perdidos.
- 6) Al finalizar el muestreo, el sistema crea el archivo y emite un mensaje de finalización.
- 7) En tiempos largos de muestreo el sistema guarda periódicamente sus resultados hacia el archivo de experimentos emitiendo el mensaje: " Salvando datos.... "
Al terminar este almacenamiento intermedio, el sistema vuelve al muestreo.

PARAMETRIZACION EN TIEMPO REAL.

Este módulo consiste en la modificación de los valores de los parámetros de identificación de espigas durante el análisis en tiempo real y regresar al módulo de muestreo inmediatamente.

Debido a causas de la instrumentación, o bien a la naturaleza misma de la señal bioeléctrica, esta se atenúa o amplifica, por lo que resulta necesario actualizar los valores de los parámetros de identificación rápidamente y continuar muestreando.

La operación del módulo de parametrización en tiempo real es igual al módulo de parametrización del submódulo de Parámetros.

IMPORTANTE:

Al modificar los parámetros de identificación se modifica el ambiente interno de trabajo también.

SUGERENCIA:

Guardar el archivo de parámetros ANTES del muestreo y si es necesario reparametrizar, guardando los nuevos valores al FINAL del muestreo con un nombre asociado al primero.

VII MODULO DE ANALISIS.

OBJETIVO:

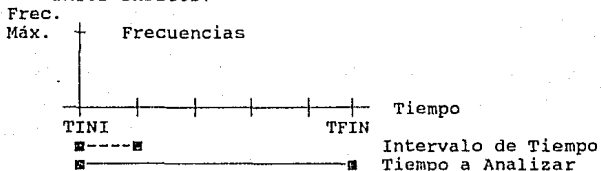
- * Realizar los siguientes análisis:
 - a) Histograma Frecuencia en Espigas.
 - b) Histograma Frecuencia en Ráfagas.
 - c) Histograma Intervalos Inter Espigas.
 - d) Histograma Intervalos Inter Ráfagas.
- * Generar un reporte de resultados impreso.
- * Transportación de resultados a archivos ASCII.

Esta etapa esta dividida en los siguientes submódulos:

ANALISIS DE FRECUENCIAS.

Este módulo consiste en realizar el análisis de frecuencias de espigas y ráfagas en un archivo de experimento dado y obtener sus histogramas correspondientes.

DATOS BASICOS:



- a) Intervalo de Tiempo [s] : Se define como el tiempo elegido por el investigador para servir como división base del Tiempo a Analizar y así determina la duración entre cada una de las barras de frecuencias.
- b) Tiempo Máximo Ráfaga [ms]: Se define como el tiempo entre la primera espiga de una ráfaga y la última espiga de esta.
- c) Frecuencia Máxima : Es la cantidad estimada a ser la cota máxima del eje Y.
- d) Número de Canal : En un registro multicanal especifica el canal a analizar. En un registro monocanal este campo es omitido.
- e) Tiempo Inicial [h,m,s]: Tiempo de inicio del análisis
- f) Tiempo Final [h,m,s]: Tiempo de termino del análisis
- g) Nombre Experimento : Nombre archivo del experimento

METODOLOGIA DEL ANALISIS:

- * En el Análisis de Espigas:
La computadora calcula el tiempo de aparición de la espiga y

encuentra el intervalo de tiempo al que pertenece dicha espiga e incrementa el número de espigas detectadas dentro de este intervalo.

* En el Análisis de Ráfagas:

La computadora detecta la ráfaga y en base a la PRIMERA espiga de la misma calcula el intervalo de tiempo al que pertenece e incrementa el número de ráfagas detectadas dentro de este intervalo.

CARACTERISTICAS GENERALES:

- * La computadora analiza el registro dentro del intervalo de Tiempo Inicial (TINI) y el Tiempo Final (TFIN) exclusivamente.
- * Debe existir ANTES Y DESPUES del potencial de acción un tiempo mayor al Tiempo Máximo de Ráfaga (TMAX) para ser considerada espiga.
- * Posibilidad de impresión de los histogramas obtenidos.
- * Los resultados obtenidos son almacenados en el vector de resultados.
- * El análisis estadístico se realiza en base al vector de resultados.

ANALISIS ESTADISTICO:

Este análisis se realiza en espigas y en ráfagas consistiendo en:

a) Media
$$\mu = \sum_{i=1}^n \frac{\text{VECTORDERESULTADOS}_{(i)}}{\text{TFIN}-\text{TINI}}$$

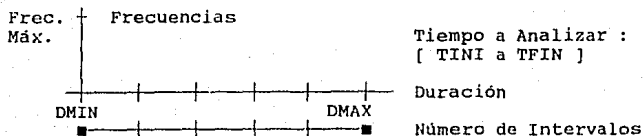
b) Dsv. Std
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{VECTORDERESULTADOS}_{(i)} - \mu)^2}{\text{TFIN}-\text{TINI}}}$$

c) Total de Espigas y Ráfagas.

ANALISIS DE INTERVALOS.

Este módulo consiste en realizar el análisis de intervalos de espigas y ráfagas en un archivo de experimento dado y obtener sus histogramas correspondientes:

DATOS BASICOS:



- a) Número de Intervalos : Es el número de divisiones en el eje X elegido por el usuario.
- b) Duración Mínima [s]: Se define como el tiempo mínimo que exista entre espiga-espiga y ráfaga-ráfaga.
- c) Duración Máxima [s]: Se define como el tiempo máximo que exista entre espiga-espiga y entre ráfaga-ráfaga.
- d) Tiempo Máximo Ráfaga [ms]: Se define como el tiempo entre la primera espiga de una ráfaga y la última de ésta.
- e) Número de Canal : En un registro multicanal especifica el canal a analizar. En un registro monocanal este campo es omitido.
- f) Tiempo Inicial : Tiempo de inicio del análisis
- g) Tiempo Final : Tiempo de termino del análisis
- h) Nombre Experimento : Nombre archivo del experimento

METODOLOGIA DEL ANALISIS:

- * En el Análisis de Espigas:
La computadora calcula el intervalo de tiempo entre espiga y espiga y encuentra la duración a la que pertenece dicho intervalo e incrementa el número de ocurrencias dentro de esta duración.
- * En el Análisis de Ráfagas:
El intervalo de tiempo entre ráfaga y ráfaga se define como el tiempo entre la última espiga de la ráfaga anterior y la primera espiga de la ráfaga actual.
La computadora calcula el intervalo de tiempo entre ráfaga y ráfaga y encuentra la duración a la que pertenece dicho intervalo e incrementa el número de ocurrencias dentro de esta duración.

CARACTERISTICAS GENERALES:

- * La computadora analiza el registro dentro del intervalo de Tiempo Inicial (TINI) y el Tiempo Final (TFIN).
- * La computadora NO ANALIZA los intervalos inter espiga-ráfaga e inter ráfaga-espiga.
- * La computadora DESCARTA del análisis las duraciones menores y mayores a la Duración Mínima y Máxima respectivamente.
- * Visualiza todas las marcas de tiempo encontradas durante el Tiempo a Analizar.
- * Posibilidad de impresión de los histogramas obtenidos.

CASOS ESPECIALES:

- 1) Exista UNA Y SOLA UNA espiga en TODO el Tiempo a Analizar.
El análisis mostrará 0 espigas.
- 2) Exista UNA RAFAGA CONSTANTE DURANTE TODO el Tiempo a Analizar.
El análisis mostrará 0 ráfagas.
- 3) Exista una ráfaga cuya duración exceda el Tiempo Máximo de Ráfaga.
 - a) La computadora esperará a que termine la ráfaga.
 - b) Incrementa el número de ráfagas.
 - c) La duración REAL entrará en el análisis estadístico.

ANALISIS ESTADISTICO:

- * En el Análisis de Espigas:

- a) Media
Intv.
Esp

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \text{IntvEntreEspigas}_{(i)}}{N}$$

donde N = Número de intervalos Espiga-Espiga detectados

- b) DsvStd.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{IntvEntreEspigas}_{(i)} - \mu)^2}{N}}$$

donde N = Número de intervalos Espiga-Espiga detectados

- * En el Análisis de Ráfagas:

- a) Media
Intv.
Ráfagas

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \text{IntvEntreRafagas}_{(i)}}{N}$$

donde N = Número de intervalos Ráfaga-Ráfaga detectados

- b) DsvStd.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{IntvEntreRafagas}_{(i)} - \mu)^2}{N}}$$

donde N = Número de intervalos Ráfaga-Ráfaga detectados

- c) Media y Dsv.Std. del número de espigas por ráfaga.
- d) Media y Dsv.Std. de las duraciones de las ráfagas.

GENERACION DE REPORTE.

Este módulo consiste en la emisión de un reporte del análisis completo del experimento dado, aportando los histogramas y resultados estadísticos correspondientes. El reporte incluye:

- 1) Datos Generales.
 - a) Nombre del experimento.
 - b) Fecha y Hora del experimento.
 - c) Identificación del experimento.
 - d) Frecuencia de Muestreo.
 - e) Número de Canales.
- 2) Resultados Análisis de Frecuencias.
 - a) Histograma de Frecuencias en Espigas
Anexando:
Media y desviación estandard.
Total de espigas.
 - b) Histograma de Frecuencias en Ráfagas
Anexando:
Media y desviación estandard.
Tiempo Máximo de ráfaga.
- 3) Resultados Análisis de Intervalos.
 - a) Histograma de Intervalo inter Espiga-Espiga.
Anexando:
Media y desviación estandard.
 - b) Histograma de Intervalo inter Ráfaga-Ráfaga.
Anexando:
Media y desviación estandard del intervalo.
Media y desviación estandard del número de espigas por ráfaga.
Media y desviación estandard de la duración de la ráfaga.

DATOS BASICOS:

Son los mismos datos solicitados en los módulos de análisis de Frecuencias y de análisis de Intervalos.

METODOLOGIA DEL REPORTE:

El sistema presentará las pantalla de introducción de datos del análisis de frecuencias y análisis de intervalos consecutivamente.

Al validar los datos y aceptar la generación del reporte, la computadora comienza la impresión del mismo controlando a la impresora. Al terminar la impresión el sistema regresa al menú principal.

NOTAS:

- 1) Encender la impresora y colocarla en modo "on line" ANTES de comenzar la impresión.
- 2) Verificar la existencia de papel.
- 3) Centrar la hoja de papel.
- 4) SUGERENCIA : NO interrumpir el proceso de impresión una vez iniciado.

GENERACION ARCHIVOS ASCII.

Este módulo consiste en la lectura de un archivo de experimento y la creación de los siguientes archivos tipo ASCII:

	Extensión
1) Histograma Frecuencias en Espigas	.FES
2) Histograma Frecuencias en Ráfagas	.FRA
3) Histograma Intervalos Inter Espigas	.IES
4) Histograma Intervalos Inter Ráfagas	.IRA

Un archivo tipo ASCII es aquel que contiene caracteres del código ASCII, lo cual lo hace factible de ser transportado (manejado) por otros programas como: paquetes estadísticos, hojas de cálculo, procesadores de palabras, etc.

El contenido de los archivos generados es:

- 1) En el Análisis de Frecuencias:
El valor de la frecuencia de cada intervalo de tiempo dentro del tiempo a analizar, esto es, el valor de cada barra vertical de frecuencias de todo el histograma en ese orden.
- 2) En el Análisis de Intervalos:
El valor de la frecuencia de cada intervalo de duración dentro de la duración mínima y máxima, esto es, el valor de cada barra vertical de frecuencias de todo el histograma en ese orden.

DATOS BASICOS:

Son los mismos datos solicitados en los módulos de análisis de frecuencias y de análisis de intervalos.

Además se solicita la vía de acceso a los nuevos archivos.

METODOLOGIA DE LA GRABACION:

Se presentan los nombres de los nuevos archivos y los directorios donde serán creados. El usuario puede cambiar estos a su elección.

El sistema presentará las pantallas de introducción de datos del análisis de frecuencias y análisis de intervalos consecutivamente. Al validar las vías de acceso y aceptar la grabación, el sistema mostrará en pantalla los nombres de los archivos conforme los crea y en el borde inferior el mensaje:
" Analizando... "

CARACTERISTICAS GENERALES:

- * El sistema NO creará directorios.
- * Se debe especificar la vía de acceso completa.
- * En caso que un intervalo de tiempo o de duración cuyo valor de frecuencia sea cero, el sistema grabará el 0.

SUGERENCIA : En caso de usar floppy, utilizar uno nuevo formateado.

DIRECTORIO EXPERIMENTOS.

Este módulo consiste en listar todos los archivos de experimentos que se encuentren en un directorio elegido por el usuario.

DATOS BASICOS:

a) Directorio: Vía de acceso al directorio.

Se debe incluir la vía de acceso completa al directorio, ejemplo: [drive:\directorio_actual].

VIII MODULO DE MONITOREO.

OBJETIVO:

- * Graficar y almacenar la actividad eléctrica presente.
- * Rastrear las espigas que se encuentren en este registro, indicando para cada espiga sus parámetros de identificación, además de permitir su impresión.

Esta etapa esta dividida en los siguientes submódulos:

MONITOREO.

Este módulo consiste en visualizar la actividad bioeléctrica presente en la pantalla y almacenarla en un registro.

Este registro se considera una "banda sin fin", esta actúa así: Al principio se encuentra vacía, al monitorear la actividad se va llenando, al final de ésta, el monitoreo continua y la nueva actividad se encima a la anterior.

DATOS BASICOS:

A) Número de Canal : El canal a analizar.

Se despliegan además los parámetros de identificación con sus valores respectivos, sirviendo como verificación para el investigador.

METODOLOGIA DEL MONITOREO:

Al iniciar el monitoreo, se visualiza la actividad presente hasta que el usuario desee detenerla. Al parar esta, el usuario puede revisar el registro efectuado desplazandose a voluntad a lo largo del registro efectuado mediante:

- <FDer> Desplaza el registro a la derecha lentamente.
- <Fizq> Desplaza el registro a la izquierda lentamente.
- <PgUp> Desplaza el registro a la derecha rápidamente.
- <PgDn> Desplaza el registro a la izquierda rápidamente.

En el borde superior derecho se proyecta un mapa mostrando mediante un cursor la posición vista en pantalla dentro del registro. Al desplazarse através del registro, el mapa se actualiza, logrando que el usuario se ubique dentro del mismo.

RASTREO.

Este módulo consiste en detectar y visualizar las espigas existentes en el registro mostrando los parámetros de identificación.

METODOLOGIA DEL RASTREO:

El módulo conserva el último registro efectuado en memoria y visualiza el inicio de la captura, muestra los valores de

identificación en el borde inferior, además proyecta el mapa del registro y la posición actual dentro de éste.

OPCIONES DE DESPLAZAMIENTO:

Permiten moverse a voluntad a lo largo del registro.
<FDer> Desplaza el registro a la derecha lentamente.
<Fizq> Desplaza el registro a la izquierda lentamente.
<PgUp> Desplaza el registro a la derecha rápidamente.
<PgDn> Desplaza el registro a la izquierda rápidamente.

OPCIONES DE RASTREO:

Permite detectar una espiga, visualizarla en pantalla y graficar los parámetros de identificación sobre la espiga.

<+> Siguiente espiga a la derecha del registro.
<-> Siguiente espiga a la izquierda del registro.
<0> Primera espiga del registro.

OPCIONES AUXILIARES:

<F1> Impresión de la pantalla.
Manda a impresión el contenido de la pantalla.
<L> Líneas/Puntos.
Facilita la visualización del trazo de la espiga.

SALVADO DE MONITOREO.

Este módulo consiste en generar un archivo de monitoreo conteniendo el trazo del registro efectuado en el submódulo de monitoreo.

Es necesario realizar el submódulo de monitoreo ANTES de grabar algún archivo de monitoreo.

Los archivos de monitoreo siempre tendrán la extensión .MON

DATOS BASICOS:

- a) Nombre Archivo: Nombre de archivo a grabar.
- b) Observaciones : Comentarios (Máximo 100 caracteres)

El sistema despliega los datos de identificación del registro sirviendo como verificación al investigador.

Se debe incluir la vía de acceso completa al archivo y el nombre del archivo, ej: [drive:\directorio_actual]\nomb_arch.

NOTA:

- 1 En caso de que existe ya un archivo con el mismo nombre, el sistema grabará el nuevo archivo sobre el anterior.

LECTURA MONITOREO.

Este módulo consiste en cargar el contenido de un registro de monitoreo desde un archivo de monitoreo a la memoria de la microcomputadora.

DATOS BASICOS:

a) Nombre Archivo: Nombre de archivo a leer.

Se debe introducir la vía de acceso **completa** al archivo y el nombre del archivo, ej: [drive:\directorio_actual]\nomb_arch.

A continuación el sistema desplegará los datos de identificación de archivo, sirviendo como verificación para el investigador y espera la confirmación de lectura.

NOTA:

- 1 Al aceptar la confirmación de lectura todo registro anterior en memoria se PIERDE.

CONVERSION MONITOREO.

Este módulo consiste en transformar un archivo de monitoreo a un archivo tipo experimento, esto es, efectuar la etapa de muestreo a un registro de monitoreo generando así un archivo de experimentos.

DATOS BASICOS:

a) Nombre Archivo: Nombre de archivo a salvar
b) Fecha : [DD/MM/AA] Fecha del experimento
c) Hora : [HH:MM:SS] Hora de inicio
d) Identificación: Breve comentario

METODOLOGIA DEL SALVADO:

Se incluirá el directorio **actual**, esto es, en que directorio espera se encontrará el archivo de monitoreo. El usuario puede cambiar este directorio.

Se debe incluir la vía de acceso **completa** y el nombre del archivo, ej: [drive:\directorio_actual]\nomb_archivo.

El sistema despliega los datos de identificación del archivo sirviendo como verificación para el usuario.

El archivo de experimento creado es equivalente a cualquier archivo generado por la etapa de muestreo.

Al aceptar crear el experimento, el sistema analiza el registro emitiendo siguiente mensaje: " Analizando... "

DIRECTORIO MONITOREO.

Este módulo consiste en listar todos los archivos de monitoreo que se encuentren en un directorio elegido por el usuario.

DATOS BASICOS:

a) Directorio: Vía de acceso al directorio.

Se debe incluir la vía de acceso **completa** al directorio, ejemplo: [drive:\directorio_actual]

IX MODULO DE UTILERIAS.

OBJETIVO:

- * Permitir añadir utilerías diversas al sistema.

Esta etapa esta dividida en los siguiente submódulos:

MODULO CAMBIO DE DIRECTORIO.

Este módulo consiste en poder cambiar el directorio actual del sistema a elección del usuario.

Este módulo es recomendable para usuarios con conocimientos de DOS en cuanto al manejo de archivos y directorios.

Originalmente el sistema hace referencia al directorio donde se encuentra el sistema Espigas (ej: C:\ESPIGAS).

DATOS BASICOS:

a) Directorio Actual: [drive:]\[directorio_actual]

b) Nuevo Directorio : [drive:]\[directorio_actual]

Se solicita la vía de acceso completa al nuevo directorio:

ej: B:\ (PC sin disco duro y dos drives)

ej: A:\ (PC con disco duro y salida al floppy)

ej: [drive:]\[nombre_directorio]

(PC con disco duro y salida al disco)

CARACTERISTICAS GENERALES:

El submódulo requiere de confirmación por parte del usuario para realizar el cambio de directorio.

APENDICE A: MENSAJES DE ERROR

A continuación se presentan todos los mensajes que emite el Sistema Espigas al detectar una anomalía en su funcionamiento, así como las posibles acciones a tomar por parte del usuario.

- Mensaje:** ERROR #01: DIRECTORIO DE VIDEO NO EXISTE (EXT: BGI)
ERROR EN INSTALACION
- Causa :** Existen dos posibles causas:
a) Se ha instalado incorrectamente el sistema.
b) Se han borrado los archivos necesarios para el funcionamiento del sistema.
- Acción :** Notificar a la Unidad de Cómputo del IFC.
- Mensaje:** ERROR #02: DIRECTORIO INVALIDO SAS
- Causa :** No existe el directorio donde se creará el archivo CALIBRA.SAS, indispensable para la calibración.
- Acción :** Ninguna. El sistema creará el archivo CALIBRA.SAS en el directorio donde se haya inicializado el sistema.
- Mensaje:** ERROR #03: DIRECTORIO INVALIDO
- Causa :** El directorio dado no existe en el disco.
- Acción :** Detectar un error de escritura en el nombre dado, o bien elegir otro directorio.
- Mensaje:** ERROR #04: NO EXISTE ARCHIVO
- Causa :** El archivo con ese nombre no existe en el directorio
- Acción :** 1) Corregir posible error de escritura en el nombre.
2) Verificar el directorio al que pertenece el archivo
3) Introducir un nuevo nombre de archivo.
- Mensaje:** ERROR #05: NOMBRE DE ARCHIVO INVALIDO
- Causa :** El archivo tiene un nombre invalido para el DOS
- Acción :** Introducir un nuevo nombre de archivo.
- Mensaje:** ERROR #06: NO EXISTE INTERSECCION
- Causa :** El Umbral Inferior no se cruza con algún punto de la actividad bioeléctrica.
- Acción :** Modificar el Umbral Inferior.
- Mensaje:** ERROR #08: NUMERO DE CANAL INVALIDO O IMPROPIO.
- Causa :** El número de canal no corresponde al intervalo de canales válidos, ej: son permitidos 4 canales y el mayor es el 15, así al elegir canal 11, éste no pertenece al intervalo [12 13 14 15].
- Acción :** Introducir un nuevo número de canal válido.
- Mensaje:** ERROR #09: ESPACIO INSUFICIENTE.
- Causa :** No existe espacio en disco para almacenar el archivo.
- Acción :** Repetir el proceso con un disco con mayor espacio libre.
Sugerencia: Usar un disco nuevo formateado.

MENSAJE: ERROR #10: INTERVALO DE TIEMPO INVALIDO.
CAUSA : El intervalo dado rebasa la capacidad del sistema.
ACCION : Elegir un nuevo intervalo de tiempo.

MENSAJE: ERROR #11: FRECUENCIA MAXIMA INVALIDA.
CAUSA : La frecuencia dada rebasa la capacidad del sistema.
ACCION : Disminuir la frecuencia máxima.

MENSAJE: ERROR #12: TIEMPO MAXIMO DE RAFAGA INVALIDO.
CAUSA : El Tiempo Máximo dado rebasa la capacidad del sistema.
ACCION : Elegir un nuevo Tiempo Máximo de rafaga menor.

MENSAJE: ERROR #13: TIEMPO INICIAL INVALIDO.
CAUSA : El Tiempo Inicial dado no se encuentra en toda la duración del experimento.
ACCION : Elegir un nuevo Tiempo Inicial.

MENSAJE: ERROR #14: TIEMPO FINAL INVALIDO.
CAUSA : El Tiempo Final dado no se encuentra en toda la duración del experimento.
ACCION : Elegir un nuevo Tiempo Final.

MENSAJE: ERROR #15: NUMERO DE INTERVALOS INVALIDO.
CAUSA : El número de intervalos rebasa la capacidad del sistema
ACCION : Disminuir el número de intervalos.

MENSAJE: ERROR #16: DURACION MINIMA INVALIDA.
CAUSA : La Duración Mínima dada rebasa la capacidad del sistema
ACCION : Elegir una nueva Duración Mínima.

MENSAJE: ERROR #17: DURACION MAXIMA INVALIDA.
CAUSA : La Duración Máxima dada rebasa la capacidad del sistema
ACCION : Elegir una nueva Duración Máxima.

MENSAJE: ERROR #18: IMPRESORA NO ESTA LISTA.
CAUSA : Existen diversas causas posibles:
a) La impresora no esta encendida.
b) La impresora no esta en estado "on-line".
c) Falta papel.
d) Atasco en la alimentación de papel.
ACCION : Verificar la impresora.
a) En caso de corregir error teclear <ENTER> para comenzar impresión.
b) En caso de no corregir error teclear <ESC> para abortar impresión.

MENSAJE: ERROR #19: ESPACIO DE MEMORIA INSUFICIENTE.
CAUSA : No existe suficiente memoria para realizar el análisis
ACCION : Disminuir el número de intervalos, o aumentar el intervalo de tiempo.

MENSAJE: ERROR #20: MANEJO DE MEMORIA INVALIDA.
CAUSA : Los datos del análisis provocan un exceso en la capacidad de memoria destinada al análisis.
ACCION : Disminuir el número de intervalos o aumentar el intervalo de tiempo.
 Cambiar la Duración Mínima y Máxima, o bien cambiar el Tiempo Inicial y Final del análisis.

MENSAJE: ERROR #21: ALTO: NO EXISTE MEMORIA MINIMA PARA EJECUTAR EL MUESTREO.
CAUSA : No existe memoria (RAM) suficiente para realizar la etapa de Muestreo. El sistema no podrá continuar.
ACCION : Aumentar la memoria RAM de la microcomputadora (ver requerimientos del sistema).

MENSAJE: ERROR #22: FECHA INVALIDA.
CAUSA : La fecha dada es incorrecta.
ACCION : El formato de la fecha es: DD/MM/AA.
 donde: DD es el día 1..31
 MM es el mes 1..12
 AA es el año 89 en adelante.

MENSAJE: ERROR #23: HORA INVALIDA.
CAUSA : La hora dada es incorrecta.
ACCION : El formato de la hora es: HH:MM:SS
 donde: HH son horas 0..23
 MM son minutos 0..59
 SS son segundos 0..59

MENSAJE: ERROR #24: OVERUN EN EL CONVERTIDOR A/D.
CAUSA : Se presenta overun en el convertidor analógico/digital.
ACCION : Disminuir la frecuencia de muestreo.

MENSAJE: ERROR #25: ESPACIO INSUFICIENTE.
ADVERTENCIA: EXPERIMENTO NO COMPLETO.
CAUSA : No existe espacio suficiente en disco para almacenar los datos del muestreo, además NO ha terminado el tiempo máximo de duración del muestreo.
ACCION : La computadora salva los datos en memoria a disco que sean posibles y aborta el muestreo.
 El experimento de muestreo no esta completo, por lo que no lo hace confiable.
SUGERENCIA:
 No considerar este experimento como válido. Repetir el muestreo con un disco nuevo formateado y disminuir el tiempo máximo de duración del muestreo.

MENSAJE: ERROR #26: TIPO DE ESPIGA INVALIDO.
CAUSA : Solo es posible dos opciones Positiva o negativa.
ACCION : Elegir un solo tipo de espiga.

MENSAJE: ERROR #27: UMBRAL INFERIOR INVALIDO.
CAUSA : El Umbral Inferior tiene un valor incorrecto.
ACCION : a) Rectificar los valores de identificación de espigas.
b) Calibrar el sistema.
c) Efectuar el módulo de parametrización de espigas.

MENSAJE: ERROR #28: UMBRAL SUPERIOR INVALIDO.
CAUSA : El Umbral Superior tiene un valor incorrecto.
ACCION : a) Rectificar los valores de identificación de espigas.
b) Calibrar el sistema.
c) Efectuar el módulo de parametrización de espigas.

MENSAJE: ERROR #29: INTERVALO DE TIEMPO MINIMO INVALIDO
CAUSA : El valor del Tiempo Mínimo es incorrecto.
ACCION : a) Rectificar los valores de identificación de espigas.
b) Calibrar el sistema.
c) Efectuar el módulo de parametrización de espigas.

MENSAJE: ERROR #30: INTERVALO DE TIEMPO MAXIMO INVALIDO
CAUSA : El valor del Tiempo Máximo es incorrecto.
ACCION : a) Rectificar los valores de identificación de espigas.
b) Calibrar el sistema.
c) Efectuar el módulo de parametrización de espigas.

MENSAJE: ERROR #31: SOFTWARE NO ORIGINAL
SISTEMA ESPIGAS INSTALADO SIN AUTORIZACION DEL IFC.
CAUSA : El Sistema Espigas no esta instalado por la Unidad de
Cómputo del IFC para su uso.
ACCION : Notificarlo a la Unidad de Cómputo del IFC.

MENSAJE: ERROR #32: FRECUENCIA DE OPERACION EXCEDIDA
CAUSA : El Sistema Espigas no puede operar a esta frecuencia de
muestreo por cada canal activo.
ACCION : Decrementar la frecuencia de muestreo.