

CLAP  
M013

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE INGENIERIA

VESTI90

Sistema para la adquisición y el procesamiento de señales para el estudio del estado funcional del tronco cerebral.

Este equipo fue diseñado para satisfacer los requerimientos de la materia "Proyecto" de la carrera Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República Oriental del Uruguay.

Estudiantes:

Daniel Delisante  
Pablo Delprato  
Wadaed Uturbey

Director del proyecto:

Ing. Franco Simini

Docente de proyecto:

Ing. Omar Barreneche

Montevideo - Uruguay

Octubre 1989 - Febrero 1991

## INDICE

- 1 INTRODUCCION
- 2 ESPECIFICACION DEL EQUIPO
- 3 BASES FISIOLÓGICAS
  - 3.1 Introducción
  - 3.2 Señales fisiológicas
  - 3.3 Medición de las señales fisiológicas
  - 3.4 Requerimientos de los amplificadores biológicos
- 4 DESCRIPCION DE EQUIPOS EXISTENTES
  - 4.1 Electronistagmógrafo
  - 4.2 Estimulador visual
  - 4.3 Computador e impresora
- 5 SEGURIDAD DEL PACIENTE
  - 5.1 Efecto fisiológico de las corrientes eléctricas
  - 5.2 Normas de seguridad del paciente
  - 5.3 Corrientes de fuga de VESTI90
  - 5.4 Fallas de VESTI90 y sus consecuencias sobre el paciente
  - 5.5 Precauciones en este proyecto
- 6 CONVERSORES ANALOGICO-DIGITALES
  - 6.1 Introducción
  - 6.2 Descripción de la tarjeta DT2808
    - 6.2.1 Conversión A/D
    - 6.2.2 Conversión D/A
  - 6.3 Programación de la tarjeta DT2808
- 7 CIRCUITOS DE ADAPTACION DE SEÑALES
  - 7.1 Interfaz con el estimulador visual
  - 7.2 Interfaz con el electronistagmógrafo
    - 7.2.1 Filtro
    - 7.2.2 Amplificador
    - 7.2.3 Sumador de nivel de continua
    - 7.2.4 Limitador
    - 7.2.5 Circuito implementado
    - 7.2.6 Circuito impreso
  - 7.3 Amplificación de potenciales oculares
    - 7.3.1 Diagrama de bloques
    - 7.3.2 Amplificación
    - 7.3.3 Filtro
    - 7.3.4 Sumador de nivel de continua
    - 7.3.5 Protecciones
    - 7.3.6 Estimación del costo de la plaqueta
- 8 PROGRAMACION DE VESTI90
  - 8.1 Introducción
  - 8.2 Estructura de los programas de VESTI90
    - 8.2.1 Registro de paciente
    - 8.2.2 Estudio de seguimientos y sacadas
    - 8.2.3 Adquisición de nistagmo
    - 8.2.4 Evaluación del nistagmo
    - 8.2.5 Impresión de informes
    - 8.2.6 Generación de estímulo de seguimiento no predecible

- 8.3 Fundamentación de la programación
  - 8.3.1 Temporización del muestreo
    - 8.3.1.1 Alternativas
    - 8.3.1.2 Despacho de tiempo real
      - 8.3.1.2.1 Generalidades
      - 8.3.1.2.2 Generación de las interrupciones
      - 8.3.1.2.3 Implementación del núcleo de tiempo real
    - 8.3.1.3 Reprogramación del reloj
  - 8.3.2 Bases para el procesamiento de datos
    - 8.3.2.1 Seguimiento predecible
    - 8.3.2.2 Movimiento Sacádico
    - 8.3.2.3 Transformada de Fourier veloz (FFT)
- 8.4 Norma NAS-Montevideo de almacenamiento de señales
  - 8.4.1 Descripción de los archivos
  - 8.4.2 Uso de la norma NAS - Montevideo
- 8.5 Uso de los programas de VESTI90

## 9 ANALISIS DE LOS COSTOS DE DESARROLLO

- 9.1 Introducción
- 9.2 Gastos materiales
- 9.3 Dedicación horaria
- 9.4 Costo global del equipo
- 9.5 Costo de producción de varios ejemplares

## 10 CONCLUSIONES

## 11 BIBLIOGRAFIA

anexo 1 PROGRAMAS

anexo 2 CIRCUITOS

anexo 3 HOJAS DE ESPECIFICACION

## 1 INTRODUCCION EQUIPO

Los últimos años del desarrollo de la investigación médica han estado fuertemente marcados por un auge de la bioingeniería. Esto ayudó a realizar observaciones cada vez más confiables mejorando el conocimiento, así como la interpretación de los resultados obtenidos.

VESTI90 es un equipo de uso clínico, desarrollado para el estudio del estado funcional del tronco cerebral a través de los sistemas vestibular, propioceptivo y ocular.

La adquisición de datos y el almacenamiento a disco posibilita efectuar cálculos y procesamientos, obteniendo rápidamente algunos parámetros, medición que generalmente implica un arduo trabajo manual. La posibilidad de contar con una serie de estudios que indique la capacidad de recuperación del paciente mediante la reeducación, ayudará en gran medida a elaborar diagnósticos confiables. La magnitud de los resultados es también indicativa de las terapias a seguir.

El desarrollo de este proyecto contó con la financiación de la Comunidad Económica Europea, como programa satélite del proyecto de investigación en Neurociencias.

La realización de este proyecto implicó la integración de dos disciplinas con lenguajes diferentes.

Las siguientes páginas describen las alternativas planteadas durante el proceso y las soluciones adoptadas.

Hasta el capítulo 5 se describe el entorno de trabajo y se establecen los criterios de diseño. En toda adquisición de señales a través de un computador el conversor analógico-digital es un componente fundamental, el capítulo 6 describe el conversor elegido. La implementación del equipo se analiza en los capítulos 7 y 8. Todo trabajo de ingeniería requiere el estudio de sus aspectos económicos, presentados en el capítulo 9. Finalmente en el capítulo 10 se reúnen las conclusiones del proyecto.

## 2 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

### 2.1 Introducción

Nuestro proyecto consiste en diseñar un equipo que permita el procesamiento en línea de las señales adquiridas del paciente, usando un computador digital. Ello implica el desarrollo de la circuitería y programación correspondientes.

### 2.2 Circuitos

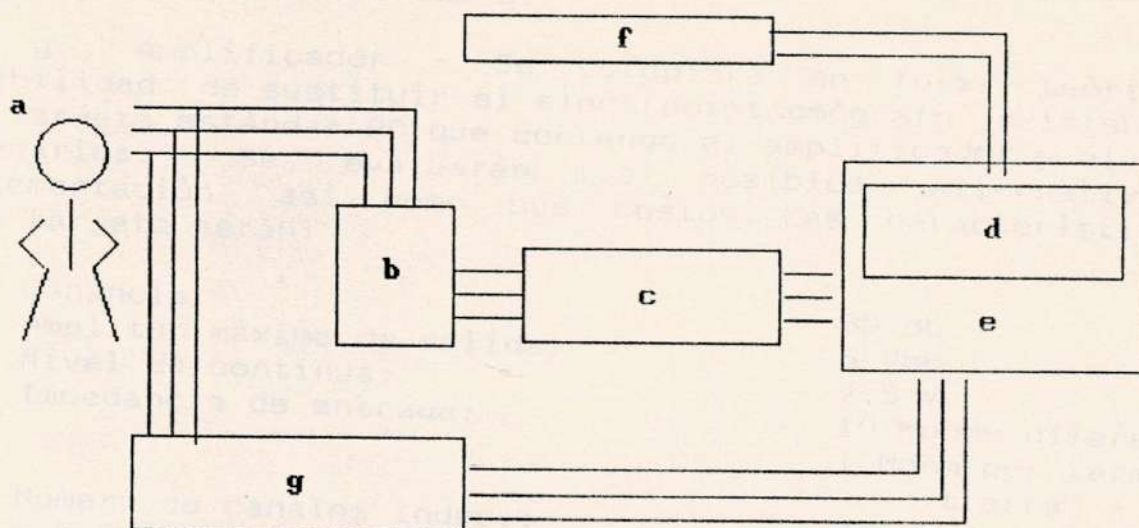


Figura 1.1 a: paciente con electrodos, b: polígrafo, c: interfaz, d: tarjeta convertidora, e: computador, f: estimulador visual, g: amplificador y filtro.

a: Electrodo - Usaremos los ya existentes en el laboratorio de Reeducción Vestibular.

Características de la señal a medir:

amplitud: hasta 200  $\mu$ V pico a pico  
frecuencia: 0 Hz - 10 Hz

Estos datos empíricos se obtuvieron de la siguiente bibliografía:

\* SUAREZ H. E., MACADAR O. y CIBILS D. "Analyse dynamique de la poursuite oculaire horizontale et son application clinique", Rev. Otoneuroophthalmol., volume 52, page 143 a 146, 1980.

\* RUBIN W. "Electronistagmografia".

b: Polígrafo - Se usará un electronistagmógrafo existente en el laboratorio, marca BERGER, modelo NG-104.

c: Interfaz - Se diseñarán los circuitos necesarios para adaptar la señal de salida del polígrafo a la tarjeta convertidora. Esta interfaz tendrá las siguientes características de salida:

Amplitud máxima de salida:	5 Vpp
Nivel de continua:	2.5 V
Ancho de banda aprox.:	DC a 30 Hz.

Número de canales independientes: 2  
Bajo ruido

También esta tarjeta servirá para adaptar los niveles de salida de la tarjeta convertora con la entrada al estimulador visual.

d: Tarjeta convertora - Usaremos el convertor de la firma Data Translation DT2808.

e: Computador - Se usará el microcomputador AI Epson Equity ++ Plus.

f: Estimulador visual - Se empleará el dispositivo ya existente: columna de LED's.

g: Amplificador - Se estudiará en forma teórica la posibilidad de sustituir el electronistagmógrafo existente por una tarjeta estándar PC que contenga el amplificador y el filtro necesarios. Se evaluarán las posibles alternativas de implementación así como sus costos. Las características de esta tarjeta serán:

Ganancia:	80 db
Amplitud máxima de salida:	5 Vpp
Nivel de continua:	2.5 V
Impedancia de entrada:	10 Mohms diferencial 1 Mohm por terminal a tierra
Número de canales indep.:	2
C.M.R.R.:	mínimo 100 db

## 2.3 Programación

### Calibración

Permite el ajuste de cero y de ganancia en el peor caso (valores extremos de desviación del ojo para evitar saturación de la tarjeta).

### Programación principal

\* Análisis del nistagmo  
Se desarrollarán simultáneamente las tareas:

- i adquisición de datos
- ii cálculo y presentación en pantalla de la señal

Una vez concluido el registro se realizarán cálculos interactivamente con el operador a fin de obtener la curva velocidad del nistagmo en función del tiempo.

\* Estudio de los movimientos predecible y sacádico  
Se realizarán simultáneamente las tareas siguientes:

- i generación de estímulo con presentación en pantalla
- ii adquisición de datos con presentación en pantalla
- iii procesamientos y creación del informe