

## CAMPIMETRO VISUAL AUTOMATIZADO

ALFONZO PINO H. Y SUASTE GOMEZ E.

Dpto. Ingeniería Eléctrica, Secc. Bioelectrónica  
CINVESTAV, I.P.N.

### RESUMEN -----

Se detalla el desarrollo de un campímetro capaz de detectar la respuesta del paciente automáticamente. Las rutinas y patrones de prueba son manejados por un computador; los resultados son graficados en el plano y el ángulo requerido.  
-----

### INTRODUCCIÓN

La perimetría o campimetría es una técnica que permite el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de enfermedades oculares y cerebrales.

Esta técnica se basa en el examen de los campos visuales y la correlación de sus defectos con las diferentes patologías oculares o función de la retina, nervio óptico y vía visual intracraneal, es su objetivo examinar cuantitativamente la agudeza visual en todos los puntos dentro de ese campo. Siendo el campo visual tan grande y complejo se requiere de un examen tedioso y no menor será la interpretación del cúmulo de datos obtenidos como resultados. Esta es una de las razones que origino la realización del presente trabajo.

Teniendo como base lo subjetivo que pueden llegar a ser los resultados obtenidos en una prueba campimétrica, se detalla mas adelante el diseño de un campímetro computarizado que resuelve muchos de estos inconvenientes, resultando a la vez un equipo muy sencillo y de fácil manejo.

Su diseño se basa en el campímetro de Goldmann, agregando un sistema de video y un computador con rutinas programadas se eliminan los defectos mas importantes que confinan la técnica de la campimetría al área de pruebas subjetivas.

## DEFINICIONES Y CONCEPTOS

La perimetria permite examinar los campos visuales periféricos y central. Esta técnica que se utiliza por separado en cada ojo, puede medir la función de la retina, el nervio óptico y la vía visual intracraneal.

Una de las definiciones mas sencillas del campo visual es la que lo expresa como la distribución espacial de la sensibilidad del ojo humano. Otra definición muy utilizada es la que lo define como la porción del espacio que se ven objetos simultáneamente mientras la mirada esta fija en un punto. Es algo mayor que la mitad de una esfera hueca, situada delante y alrededor de cada ojo del observador y dentro de ella los objetos son captados estando el ojo fijo en un punto estacionario de su superficie interna.

El campo visual del ojo humano es muy amplio y la calidad de la visión dentro de ese campo varia complejamente. Para propósitos de formalizar el estudio del campo visual la naturaleza de la sensibilidad visual también debe de ser definida. Siendo esta tan compleja existen muchas maneras de efectuar esta medida por ejemplo:

- a.- Sensibilidad absoluta a la luz
- b.- Sensibilidad relativa a la luz
- c.- Sensibilidad a la discriminación de colores
- d.- Detección de contrastes
- e.- Detección de patrones
- f.- Reconocimiento de patrones

En nuestro caso vamos a limitar estos parámetros a los que mas uso tienen en la actualidad y estos están referidos a la sensibilidad relativa a la luz. Utilizaremos para realizar nuestras pruebas un fondo visual de intensidad luminosa uniforme y conocida sobre el cual proyectaremos un objeto u índice formado por un punto de luz variable en tamaño intensidad y ubicación.

Para cada ubicación del punto o índice se determina un umbral de sensibilidad, esta información será guardada en archivos para su posterior graficación. El umbral para una ubicación dada dentro del campo visual se ha definido arbitrariamente como la intensidad luminosa del objeto de prueba o índice que arroja una probabilidad de detección de un 50%.

## DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El campímetro está contenido en un mueble dotado de ruedas (fig.1), en la parte superior se encuentra una semiesfera de 35cm de radio, la cual está pintada de blanco mate traslucido; en frente de esta se halla el soporte oftalmológico, debajo de la mentonera de este soporte se colocó el proyector del índice, mientras que el proyector de fondo se ubica en los bordes de la semiesfera; en la parte posterior externa y al centro de la semiesfera existe un orificio en donde se instaló una pequeña cámara de tv del tipo ccd. Por el frente se observa la ubicación de dos gabinetes tipo "rack" de 19 pulgadas de ancho, mismos que contienen la circuitería electrónica del sistema, por último sobre el mueble se observa el monitor la impresora y el teclado.

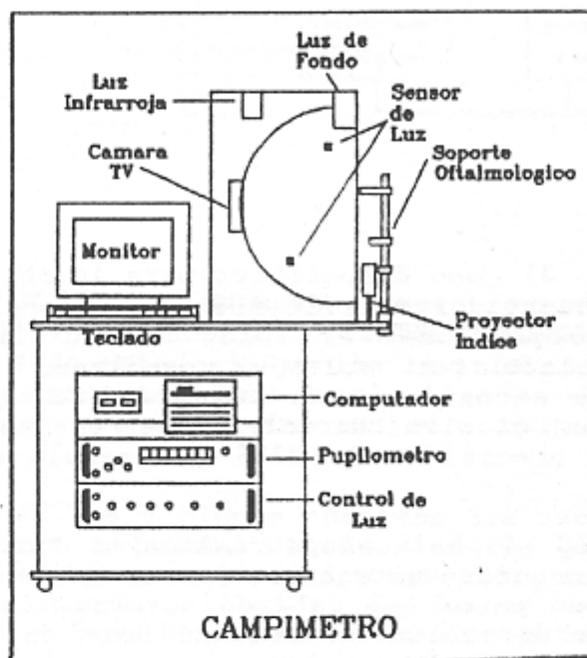


fig. 1

## DESCRIPCIÓN DE ETAPAS

De la figura #2 observaremos los bloques identificados como "ADQUISICIÓN DE DATOS" y "CONTROLADOR DE MOTORES", estos están contenidos dentro de una sola tarjeta, que podría denominarse tarjeta principal ya que contiene la interfase con la computadora, esta interfase utiliza como decodificador de direcciones un 74HC688 (comparador de 8 bits), la dirección de trabajo es programable mediante mini interruptores. Las ordenes de lectura y escritura son identificadas por dos 74HC138 (decodificadores demultiplexores).

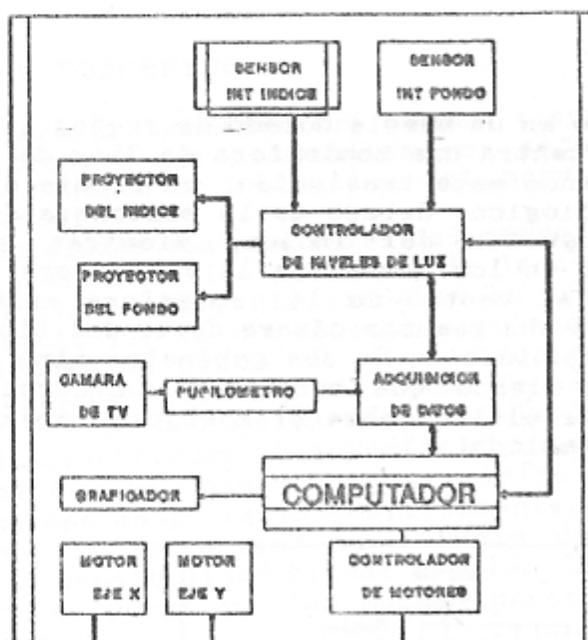


FIG. 2

ADQUISICIÓN DE DATOS: (FIG. 3) como dispositivo para la obtención de datos se utilizó un convertidor A/D ADC0809 con 8 canales de entrada analógica, para proporcionar el reloj se utilizó el 74LS124 (oscilador controlado por voltaje) oscilando a una frecuencia de más de 1Mhz se escogió esta frecuencia para mantener bajo el tiempo de conversión; el nivel de voltaje de referencia se logró con un regulador de precisión el LM336 que regula a 5.00 volts.

CONTROLADOR DE MOTORES: (FIG. 4) esta etapa realiza el comando de los dos motores a paso que requiere el equipo, primeramente recibe la información del número de pasos que debe de moverse, luego el motor correspondiente y la dirección en la cual debe de girar, también y de acuerdo a los protocolos utilizados llevara el motor a la posición inicial informando al computador cuando han finalizado los motores de efectuar sus movimientos; este trabajo lo efectúa usando como contador de pasos un 8253 (temporizador programable), se encuentra programado para trabajar como contador de paro al final de cuenta (modo 0), con una palabra de 16 bits, leyendo el byte menos significativo primero y luego el más significativo y en operación el contador 0, la salida de compuerta es utilizada por el programa para detectar el fin de carrera del motor. Como reloj se utiliza un 555, este reloj alimenta paralelamente los secuenciadores de los motores a pasos. La información recibida del programa en curso es almacenada en un 74LS373 (memoria octal transparente) seguidamente se transfiere a un 74LS244 (manejador octal) encargado de transferir la señal al motor correspondiente.

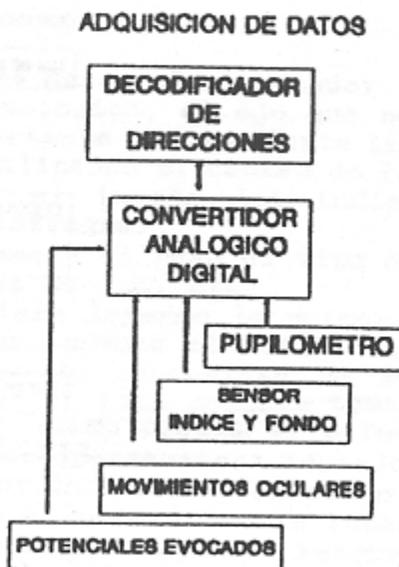


FIG. 3

**INICIALIZADOR DE POSICIÓN:** esta etapa esta formada por compuertas lógicas "Y", "O", "INVERSORES", "INTERRUPTORES" y un 74LS125 (amplificador de tres estados); recibe la información del programa para llevar a la posición cero cualquiera de los motores, los detiene en el lugar preciso e informa al computador el fin de la operación.

**MOTOR #1 Y MOTOR #2:** este bloque contiene los secuenciadores para manejar los motores a pasos, optoacopladores para asegurar una correcta protección del circuito del computador, los amplificadores de corriente que manejan el motor, la fuente de voltaje que se requieren para esta función y por ultimo los motores a pasos.

**CONTROLADOR DE NIVELES DE LUZ:** (FIG. 5) dado que este bloque maneja la luz de fondo y la luz del índice sus componentes están por duplicado, empezando un par de 74LS373 (memoria octal transparente de tres estados) sigue un par de DAC0800 (convertidores analógicos digitales) luego un par de operacionales y un par de transistores; el fin de las memorias es mantener durante el tiempo necesario la información proveniente del programa, contentiva de la intensidad de luz que se requiera en el examen, luego esta información digital es transferida a un nivel analógico amplificada en corriente para luego alimentar las lámparas respectivas.

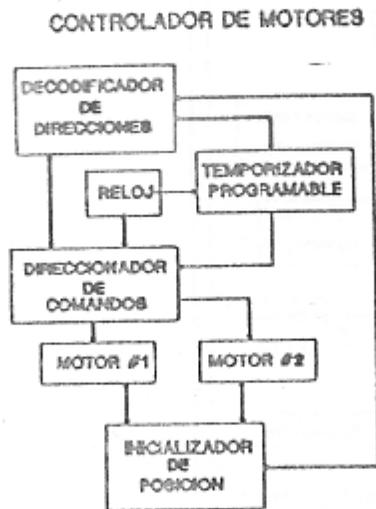


FIG. 4

CONTROLADOR DE NIVEL DE LUZ

FIG. 5

**PROYECTOR DEL ÍNDICE:** pieza ubicada debajo de la mentonera del soporte oftalmológico, sirve para proyectar el punto de luz dentro del área circunscrita de la semiesfera, es de forma cilíndrica en su extremo interior posee un foco miniatura de halógeno, luz que se hace incidir sobre un diafragma ajustable que ajustara el tamaño de la proyección, finalmente pasa a un juego de lentes condensadoras que concentran la luz lo suficiente como para formar el índice a 31cm de distancia. Todo este sistema se halla montado sobre dos motores a pasos, uno para el eje "x" y el otro en el eje "y" lo que le permitirán poder proyectar el punto en cualquier lugar de la semiesfera.

**"SENSOR DE INTENSIDAD DE ÍNDICE" Y "SENSOR DE INTENSIDAD DE FONDO":** se utilizaron para este propósito dos celdas de sulfuro de cadmio (CdS) su respuesta espectral se halla muy cercana a la respuesta del ojo humano, las señales son amplificadas y pasadas al convertidor analógico digital.

**"PUPILOMETRO":** toma la señal de la pupila mediante una cámara de televisión del tipo ccd, esta señal es procesada de manera tal que solamente pasa los tonos oscuros que corresponden al área de la pupila el resto de tonos mas claros son rechazados, por lo tanto se podrá cuantificar la cantidad de área de la pupila representada en este caso por los niveles de negro, esto se cuantifica cada 10 campos de barrido de la señal de video, esta lectura se presenta en forma digital para ser medida por el computador, quien guarda el área de la pupila sin estímulo y la va a comparar con el área de la pupila con el estímulo, si existe una diferencia notable significa que el ojo habrá detectado un estímulo.

## FUNCIONAMIENTO

El equipo se opera desde el computador. El paciente es colocado en el soporte oftalmológico, el ojo que no se va a estudiar debe de ocluirse, es importante que se ajuste la posición del paciente para que el ojo este alineado al centro de la semiesfera; en el proyector se escogerá el tamaño del índice requerido, mediante el movimiento del diafragma.

Se selecciona en el menú el tipo de examen a realizar, avance del índice niveles de luz, etc.

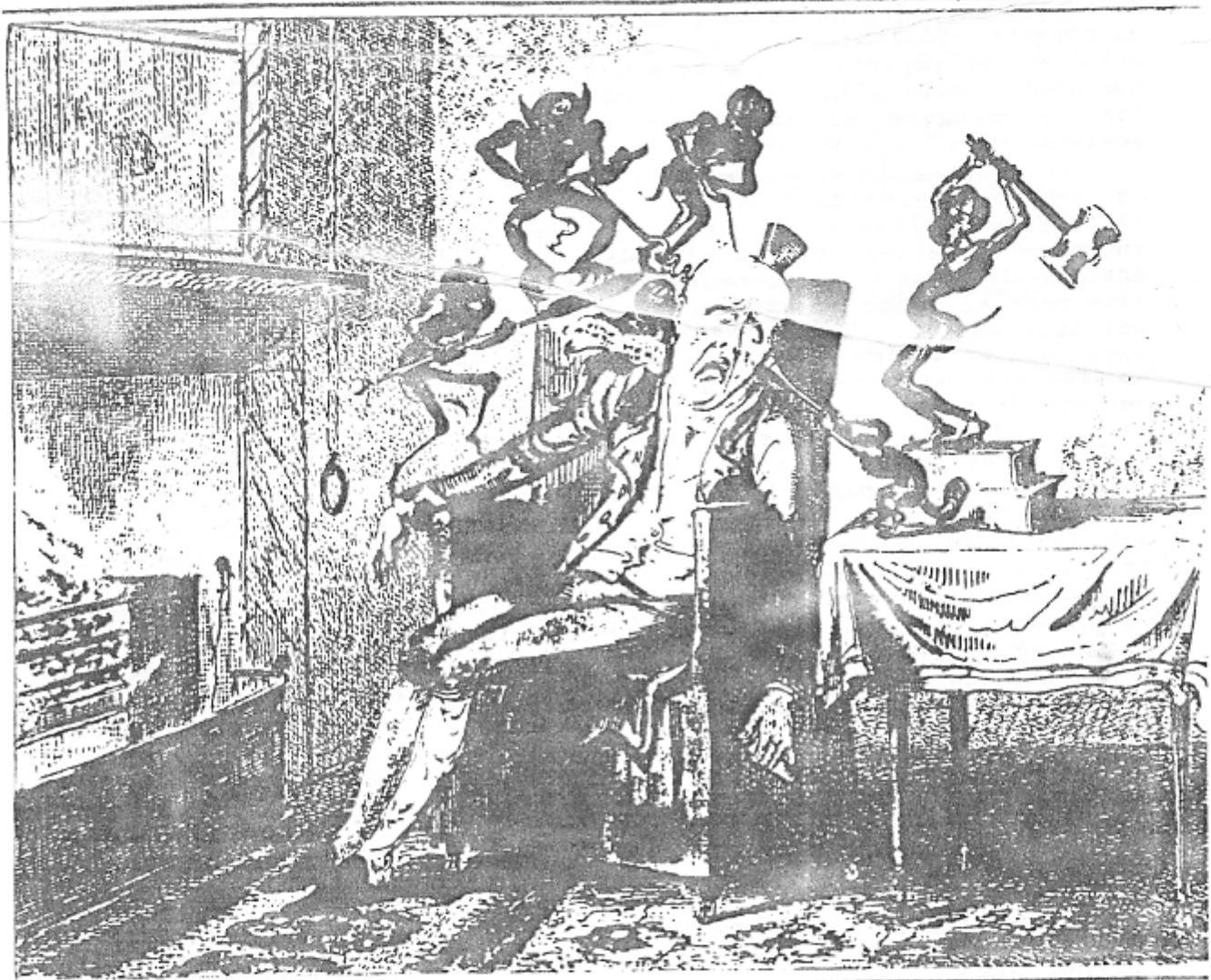
El programa iniciara leyendo la primera ubicación de prueba, los incrementos de luz, moverá el índice al punto seleccionado y enviara los datos de intensidad de luz de fondo e índice, se iluminara el fondo en este momento tomara una lectura del medidor del área pupilar, luego pasara al primer incremento programado y encenderá el índice, permanecerá leyendo una respuesta del medidor de área pupilar por un tiempo programado si no obtiene respuesta de percepción pasara a incrementar la intensidad del índice y así se repetirá hasta que obtenga una respuesta, al presentarse esta respuesta se ira al archivo y registrara la ubicación del índice y la intensidad del punto la cual corresponde al umbral detectado, en caso contrario de no obtener una respuesta y habiendo agotado todos los pasos de incremento iniciara la prueba desde cero, podrá repetir esta prueba según este programado; escribirá en un archivo la ubicación del punto de prueba y la intensidad con la que fue detectado este, si no fue detectado escribirá cero.

El conjunto de datos constituidos por ubicaciones con sus respectivos valores de umbral, forman el archivo que un vez graficado representara a el campo visual

## BIBLIOGRAFIA

- MOSES, R.; PHYSIOLOGY OF THE EYE. CVMOSBY COMPANY. ST LOUIS 1981
- HARRINGTON, D.; CAMPOS VISUALES. EDITORIAL PANAMERICANA. B AIRES. 1979
- WEBSTER, J. ENCYCLOPEDIA OF MEDICAL DEVICES AND INSTRUMENTATION. JOHN WILEY & SONS. N.Y. 1988.
- VAUGHAND, D. TAYLOR, A. OFTALMOLOGIA GENERAL. EL MANUAL MODERNO. MEXICO. 1987.
- SUASTE, E. PUPILOMETRO DIGITAL. XXX CONGRESO NACIONAL DE CIEN CIENCIAS FISIOLÓGICAS. JALAPA, VERACRUZ. JUL 1987.
- SUASTE, E. UNIDAD PORTATIL PARA EL MONITOREO Y REGISTRO DE RESPUESTAS PUPILARES Y MOVILIDAD OCULAR. REV. MEX. ING. BIOMEDI CA, VOL. (9) (1). 1988, PAG 183-189.

Este proyecto recibe apoyo del CONACYT bajo el convenio NUMERO P123CC0T894570.



*The Headache* —

© 1876 by George Cruikshank

The Headache (George Cruikshank)