

*La Serie Universitaria de la Fundación Juan March presenta resúmenes, realizados por el propio autor, de algunos estudios e investigaciones llevados a cabo por los becarios de la Fundación y aprobados por los Asesores Secretarios de los distintos Departamentos.*

*El texto integro de las Memorias correspondientes se encuentra en la Biblioteca de la Fundación (Castello, 77. Madrid-6).*

*La lista completa de los trabajos aprobados se presenta, en forma de fichas, en los Cuadernos Bibliográficos que publica la Fundación Juan March.*

*Estos trabajos abarcan las siguientes especialidades: Arquitectura y Urbanismo; Artes Plásticas; Biología; Ciencias Agrarias; Ciencias Sociales; Comunicación Social; Derecho; Economía; Filosofía; Física; Geología; Historia; Ingeniería; Literatura y Filología; Matemáticas; Medicina, Farmacia y Veterinaria; Música; Química; Teología. A ellas corresponden los colores de la cubierta.*

Edición no venal de 300 ejemplares, que se reparte gratuitamente a investigadores, Bibliotecas y Centros especializados de toda España.

*Este trabajo fue realizado con una Beca de España, 1975. Departamento de Medicina, Farmacia y Veterinaria.*

Fundación Juan March



FJM-Uni 45-Ach  
Sistema automático para la exploración  
Acha Catalina, José Ignacio.  
1031753



Biblioteca FJM

Fundación Juan March (Madrid)

SERIE UNIVERSITARIA



Fundación Juan March

# Sistema automático para la exploración del campo visual

José Ignacio Acha Catalina

FJM  
Uni-  
45  
Ach

45

Sistema automático para la exploración del campo visual/José Ignacio Acha Catalina

45



Fundación Juan March  

---

Serie Universitaria



45

# Sistema automático para la exploración del campo visual

José Ignacio Acha Catalina



Fundación Juan March  
Castelló, 77. Teléf. 225 44 55  
Madrid - 6

***La Fundación Juan March no se solidariza necesariamente con las opiniones de los autores cuyas obras publica.***

**Depósito Legal: M - 43305 - 1977**

**I.S.B.N. 84 - 7075 - 074 - 7**

**Ibérica, Tarragona, 34.- Madrid-7**

## I N D I C E

Página

INTRODUCCION . . . . .	1
1.- CONCEPTOS BASICOS PARA LA EXPLORACION DEL CAMPO VISUAL . . . . .	7
1.1. Factores que determinan la diferencia de umbral . . . . .	9
1.2. Características físicas de la estimulación . . . . .	9
1.3. Factores receptores y mecanismos neuronales . . . . .	12
1.4. Fijación . . . . .	15
1.5. Características del sistema analizador de Campo Visual de estímulos simples . . . . .	17
2.- ESTUDIO DE LAS SEÑALES DE SINCRONISMO HORIZONTAL Y SINCRONISMO VERTICAL . . . . .	24
2.1. Estudio de la onda de sincronismo horizontal . . . . .	25
2.2. Estudio de la onda de sincronismo vertical . . . . .	27
3.- REALIZACION FISICA DE LA UNIDAD . . . . .	31
3.1. Realización electrónica de la Unidad de Control y Procesamiento . . . . .	41
3.2. Unidad de Interfase . . . . .	43
4.- CONCLUSIONES . . . . .	45
REFERENCIAS . . . . .	48



## INTRODUCCION

Es bien conocida la importancia de la campimetría o investigación del campo visual, como elemento de diagnóstico en Oftalmología y Neurología. La precisión y por ello el valor predictivo del método depende principalmente de dos factores: la calidad de los aparatos usados y la competencia del campimetrista. Cualquier pérdida de precisión, y por tanto de información, va en perjuicio del paciente. La primera fuente de imprecisión, debida al uso de aparatos inadecuados, puede ser excluída en la actualidad ya que existen equipos de alta calidad. Sin embargo la segunda fuente de error, trabajo inadecuado del campimetrista, es realmente difícil de eliminar. Esta situación se debe a que el oftalmólogo no puede, sino contadas veces, emplear todo el tiempo que él quisiera en la exploración del campo visual, o bien se ve forzado a delegar este delicado trabajo a un asistente que muchas veces no podrá ser considerado en el mismo nivel de competencia. En cualquier caso, un operador humano siempre está sujeto a estados de fatiga, tensión emocional, etc., que pueden mermar seriamente sus posibilidades.

Evidentemente, esta situación puede mejorar si la campimetría se desarrolla en forma total o parcialmente automática. La realización de una campimetría totalmente automática (examen objetivo del campo visual), requiere las siguientes unidades:

- Un fotoestimulador
- Un equipo de electroencefalografía (EEG) para la detección de los potenciales evocados en la corteza visual cerebral, como respuesta a la fotoestimulación.
- Como tales potenciales son del orden de sólo unos pocos microvoltios, y ordinariamente están acompañados por otras actividades eléctricas del cerebro y por ruidos parásitos, la detección de estos potenciales requiere un equipo de procesamiento para filtrar la señal del ruido que, generalmente, será muy superior a la señal a detectar.
- Una habitación totalmente blindada (Jaula de Faraday).
- Un control del punto de fijación del ojo.
- Unidades de registro de los resultados del examen

perimétrico. (Registro XY, impresora, etc.)

Aunque un sistema de este tipo es capaz de examinar el campo visual de un niño pequeño, o de un deficiente mental, su coste sería prohibitivo. Este método ha sido realizado por Beinhocker, et. al. |1| .

En la realización de una campimetría parcialmente automatizada se prescinde del campimetrista, pero no de la respuesta (subjetiva) del enfermo. Las unidades requeridas en este caso son:

- Fotoestimulador
- Unidad de control
- Unidad de registro

A estas unidades básicas pueden añadirse las siguientes:

- Unidad de control del punto de fijación del ojo.
- Unidad de procesamiento de estos datos que partiendo de la distribución más probable de la sensibilidad del campo visual, aproxime el campo real del enfermo. Un modelo matemático de este proceso ha sido realizado por Fankhauser et.al. |2| y |3| , y según sus autores, aún en presencia de grandes fluc-

-tuaciones de la sensibilidad, y un considerable número de respuestas erróneas por parte del paciente, el método es suficientemente seguro para extraer datos que son de primera importancia en campimetría clínica.

Teniendo en cuenta las técnicas más usuales de exploración del campo visual el método que se ha adoptado es el de "campimetría estática", ya que el de "campimetría cinética" puede realizarse muy convenientemente con el aparato de Goldman. En "campimetría estática" la única variable es la luminancia del estímulo, permaneciendo constante la superficie del mismo. Es un método largo de aplicar y por tanto muy interesante de automatizar. Se caracteriza por ser muy sensible, y por ello muy recomendado para detectar los déficit incipientes del campo visual, tanto como para la exploración del campo central.

Una aplicación importante de un sistema automático para la exploración del campo visual es la detección del "glaucoma primitivo" en sus comienzos. Esta afección es extremadamente frecuente (alrededor de un 4% de la población a partir de los 45 años), y durante largo tiempo no

se manifiesta más que por una elevación moderada de la tensión ocular. Normalmente el enfermo acude tarde a la consulta, cuando el tratamiento ya no es efectivo.

A la vista de estos puntos se ha elegido el sistema de automatización parcial, adoptándose el método de campimetría estática. Como fotoestimulador se ha usado la pantalla de imagen de un receptor de TV. Esta elección no es caprichosa sino que está basada en una serie importante de características. Enumeraremos algunas:

- Bajo coste
- Eliminación de los problemas mecánico y de cableado que tendría el usar LED (diodos emisión de luz)
- Como la medida que se realiza es la "sensibilidad diferencial", es fácil colocar la pantalla en una zona de brillo fijo de fondo, de forma que la medida del campo se realice en una cualquiera de las tres zonas: fotópica, mesotópica o escotópica.
- El método puede ser fácilmente extensible a pantallas de TV. en color lo que permitiría un estudio del campo para distintas longitudes de ondas del estímulo luminoso.

En primer lugar se hace una exposición de los métodos que hoy en día se emplean en la exploración del campo visual. Con ello se pretende reunir los suficientes elementos de juicio que nos permitan elegir un método más apropiado para el sistema. Posteriormente se hace un estudio comparativo del sistema propuesto con otros métodos standard, para ver sus posibilidades y limitaciones.

En segundo lugar se estudian las características más importantes del aparato de TV. usado como fotoestimulador. A la vista de los resultados se divide la pantalla en 256 partes (16 x 16). Esto permite direccionar cada celda de las 256, por 4 bits para la coordenada X y 4 bits para la coordenada Y, adaptándose perfectamente al sistema microprocesador MCS-4 que ha sido usado en la parte experimental.

En tercer lugar se hace la descripción del sistema desarrollado, y por último, se hace un análisis crítico del estudio realizado, apuntándose posibles cambios y mejoras al sistema.

## 1. CONCEPTOS BASICOS PARA LA EXPLORACION DEL CAMPO VISUAL

La definición normalmente aceptada del "campo visual" | 4 | es la de "la porción del espacio que es visible al ojo cuando éste se encuentra fijado en un punto. El "examen del campo visual" consiste en el examen de la función del sistema visual en todo el campo visual, y no en la simple determinación de los límites del mismo. Aunque el papel de la parte central del campo visual tiene una función dominante sobre el resto, no es lógico reducir el examen clínico a esta pequeñísima parte (1/15.000) del sistema visual. Aunque no es posible un total estudio de toda esta área, en el examen del campo visual se hace un muestreo aleatorio del mismo de forma que unos resultados suficientemente precisos son hallados. El almacenar la función de los distintos puntos examinados del campo visual tiene un importante valor diagnóstico. De hecho este método examen es uno de los métodos sicofísicos usuales.

Un estímulo definido físicamente da lugar a una sensación física, que se traduce a su vez en una reacción como puede ser presionar un conmutador. En realidad se obtie

-ne una ecuación "estímulo-respuesta"

$$R = f(S)$$

R = respuesta  
S = estímulo

que nos indica cómo un aspecto commensurable de la respuesta R varía como una función del estímulo S. El hombre es capaz de reaccionar con suficiente fiabilidad a una estimulación de tipo umbral, y por ello, este tipo de estimulación es el normalmente empleado en el análisis del campo visual. La estimulación puede tener lugar en absoluta oscuridad (umbral absoluto), o con una iluminación de fondo (Diferencia del umbral). La diferencia del umbral es la más pequeña diferencia en luminancia entre un estímulo y la luminancia de fondo. La función del campo visual que es medida por medio del campo visual es la "sensibilidad a la luz". En resumen podemos decir que "el examen del campo visual consiste en la determinación de la sensibilidad a la diferencia de luminancia de un número adecuado de posiciones del sistema visual por medio de una medida de diferencia de umbral".

### 1.1. FACTORES QUE DETERMINAN LA DIFERENCIA DE UMBRAL

Los factores que determinan el nivel y la variación del umbral diferencial, pueden dividirse en los siguientes grupos:

1. Características físicas de la estimulación
2. Factores prerretinales
3. Factores receptores y neuronales
4. Factores psicológicos
5. Estado general del sujeto

### 1.2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ESTIMULACION

Normalmente se le exige al aparato que posea un método de medida standarizado y fácilmente reproducible . Por otra parte debe ser capaz de presentar un estímulo en cualquier punto del campo visual. La posición del estímulo se determina como la excentricidad ( $\eta$ ) y se expresa como el ángulo (en grados) que el estímulo hace con el eje de fijación, y el meridiano en el cual el estímulo se presenta. Un milímetro en la retina representa aproximadamente 4 grados en el campo visual.

Naturalmente estos valores varían en función de la excentricidad, la óptica del ojo y la refracción. De todas

formas es el método más exacto y usual. En adición es importante también la fiabilidad de registro de la posición del estímulo, sobre todo para pequeños defectos del campo visual.

La luminancia de fondo debe de cumplir ciertas condiciones en cuanto a uniformidad, nivel, constancia y reproducibilidad. Es una de las causas determinantes del nivel de adaptación del ojo a ser examinado. La unidad más usada de luminancia es la candela por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ). En Oftalmología se usa más el apostilb (asb). La relación entre ambos es la siguiente:

$$1 \text{ cd}/\text{m}^2 = \Pi \text{ apostilb}$$

La constancia de la luminancia de fondo es necesaria ya que el grado de estimulación es dependiente del contraste entre estímulo y luminancia de fondo.

La luminancia del estímulo debe ser capaz de alterarse en pasos de luminancia, y que por esto no quede alterada la composición espectral de la luz, ni el tamaño de los estímulos. Cada paso de luminancia viene a ser de 0'1 unidades logarítmicas, que viene a ser un incremento de 100% a 125%.

La luminancia del estímulo y luminancia del brillo de fondo determinan el "contraste". En el examen del campo visual el contraste se expresa como:

$$\text{Contraste} = \frac{L \text{ estímulo} - L \text{ fondo}}{L \text{ fondo}}$$

La diferencia de luminancia más pequeña perceptible ( $L \text{ estímulo} - L \text{ fondo}$ ), se expresa como  $\Delta L$ .  $\Delta L =$  Luminancia del umbral diferencial. La sensibilidad diferencial a la luz se puede expresar como  $\frac{L}{\Delta L}$ .

El tamaño del estímulo puede expresarse como el ángulo en grados que el estímulo subtiende para el ojo. Normalmente se supone que el estímulo es redondo. Cuando el diámetro del estímulo y la distancia entre el estímulo y el ojo son conocidas, el tamaño angular en grados ( $\alpha$ ) puede ser calculado de acuerdo con la fórmula:

$$\alpha = \frac{\text{Diámetro del estímulo}}{\text{Distancia}} \times \frac{180}{\pi}$$

El tamaño del estímulo depende de la distancia entre el ojo y el fondo. Idealmente esta distancia debe permanecer constante.

El tiempo de presentación es importante en el examen estático del campo visual. Normalmente este tiempo debe ser corto y se toma de unos 0'1seg. a 1seg. Es importante que este tiempo sea constante. Un ligero cambio en el tiempo de presentación sólo afecta el nivel de sensibilidad almacenado, pero no afecta a la intensidad relativa de los defectos del campo visual.

Como punto de fijación en casos fotópico y mesotópico, un punto rojo es lo más adecuado, ya que en estos casos el ojo sólo retiene su mayor sensibilidad para el centro de la luz roja.

### 1.3. FACTORES RECEPTORES Y MECANISMOS NEURONALES

Se entiende por "adaptación" la habilidad del sistema visual a alterar su sensibilidad a la luz como una función del nivel de iluminación del momento, el nivel de iluminación previa y el tiempo entre los dos.

Existen tres rangos de adaptación bien conocidos:

- Rango fotópico: corresponde a una alta iluminación de la retina, y el sistema de conos está activado.

- Rango escotópico: corresponde a una baja iluminación de la retina. En este caso es el sistema receptor de los bastones el que está activado.
- Rango mesotópico: en este caso ambos sistemas receptores (conos y bastones) se encuentran activos, es decir, el umbral de luz es para ambos tipos de receptores aproximadamente el mismo.

Se entiende por adaptación temporal el tiempo que transcurre desde que existe un cambio de nivel de iluminación hasta que el ojo queda bien adaptado al nuevo nivel de iluminación. La adaptación a una iluminación mayor de la retina tiene lugar en menor tiempo que la correspondiente a una iluminación menor de la misma.

Ley de Sumación: La relación entre umbral de luminancia y tamaño del estímulo queda expresada por la ecuación:

$$\Delta L \times S^{\psi} = \text{Cte.}$$

donde S es el tamaño y  $\Delta L$  el umbral de luminancia de los estímulos. En esta fórmula  $\psi$  es el coeficiente de sumación, que es a su vez función del tamaño de los estímulos.

Las conclusiones sacadas de toda una serie de experimentos que se citan en la literatura sobre el tema, son las siguientes:

1. La sumación espacial es mayor en la periferia del campo visual que en el centro. Sólo en la fovea el área de sumación total es pequeño.
2. La sumación espacial decrece cuando el ojo se adapta más a la luz. La sumación es menor en el caso fotópico que en el escotópico.
3. La sumación espacial varía con el color del estímulo.
4. La sumación espacial es mayor cuando el tiempo de presentación es corto que cuando largo.

El concepto de campo receptivo fue introducido por Hartlive, que apuntó una serie de propiedades importantes de los mismos incluyendo la posibilidad de sumación espacial. Un campo receptivo de la retina representa el área total del campo visual en la que la interacción neuronal puede tener lugar.

Existe un paralelismo evidente entre el concepto de

campo receptivo y las áreas en que existe interacción. Entre las propiedades comunes está la aplicación de la ley de Ricco.

La relación entre luminancia y tiempo de presentación de un estímulo se expresa usualmente en función de un mayor o menor grado de sumación temporal. Tampoco este término explica correctamente el mecanismo interno de la interacción temporal.

La interacción temporal puede ser expresada en una forma similar a ésta de la interacción espacial:

$$\Delta L \times t^{\psi} = \text{Cte.}$$

Cuando  $\psi$  (coeficiente de sumación) es igual a 1, se tiene:

$$\Delta L \times t = \text{Cte.}$$

relación que se conoce como "ley de Bloch", y que es aproximadamente válida para  $t \leq t_c$ , donde  $t_c$  es un tiempo crítico llamado "tiempo de Bloch".

#### 1.4. FIJACION

La precisión del examen del campo visual depende ente

-ramente de la precisión de la fijación. Existe un movimiento del ojo llamado "nistagmo", normal desde un punto de vista fisiológico. Se puede clasificar por su dirección, frecuencia y amplitud. La dirección se subdivide en horizontal, vertical y movimientos de torsión. La existencia de los siguientes tipos de nistagmos ha sido demostrada:

1. Un "temblor" con una alta frecuencia (relativa) irregular (70-90Hz) y pequeña amplitud. El orden de estos movimientos es el siguiente: 5 a 30 segundos de arco para los horizontales y verticales, y de más 45 segundos de arco para el caso de movimientos de torsión.
2. Un pequeño "rizado" de una frecuencia de  $\approx 2\text{Hz}$ , y una amplitud media entre  $0'8''$  y  $6'0''$ . La velocidad de "rizado" es  $\approx 6''/\text{segundo}$ .
3. Un rápido movimiento "micro-sacádico" que ocurre irregularmente y tiene una amplitud media entre  $2'0''$  y  $50''$ , aunque raramente sobrepasa los  $20''$ .

La duración de los movimientos micro-sacádicos es de 10 a 20ms, siendo su función la de corregir las desviacio-

--nes de fijación resultante de los rizados. El intervalo entre dos movimientos sacádicos varía entre 0'2 y 25 segundos. Las diferencias en amplitud y frecuencia de los varios tipos de nistagmos fisiológicos son considerables entre distintos sujetos.

#### 1.5. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ANALIZADOR DE CAMPO VISUAL DE ESTIMULOS SIMPLES

Para realizar la comparación de la forma más adecuada, hacemos el siguiente convenio para referirnos a los campímetros usuales y al que se propone:

- Goldmann = G
- Tubinger = T
- Double Projection Compimeter = DPC
- Sistema Automático = SA.

#### Distancia entre el ojo y el fondo o pantalla

- G: 30 cm.
- T: 33 cm.
- DPC: 185 cm.
- SA: La distancia debe ser elegida entre 30 y 33 cm., para de esta forma obtener un ángulo de excentricidad entre 30° y 35°.

### Mecanismo de proyección del estímulo

- G: no muy estable
- T: muy estable
- DPC: muy estable
- SA: Debido a la existencia de un reloj patrón la proyección será en principio muy estable. Elegido el punto de proyección, esta posición será fijada por un contador de los impulsos del reloj patrón por tanto de una gran estabilidad.

### Posiciones posibles para los estímulos

- G: Todas las posiciones son posibles dentro de  $90^\circ$  en el caso de perimetría cinética. En el caso de perimetría estática la excentricidad se reduce a  $60^\circ$ .
- T: Todas las posiciones dentro de  $90^\circ$  de excentricidad.
- DPC: Todas las posiciones dentro de los  $30^\circ$  de excentricidad.
- SA: El campímetro que se propone tiene 256 posiciones fijas, distribuidas en una matriz de  $16 \times 16$ . Se piensa añadir la posibilidad de estudiar cada

área elemental que se quiera dando 16 estímulos (4 x 4) donde antes sólo se daba uno. Esto permitirá realizar un estudio detallado de la región del campo que se quiera. El número de estímulos total posible  $256 \times 16 = 4096$ .

#### Exactitud de la carta

- G:  $1^\circ = 1'2 \text{ mm.}$
- T:  $1^\circ = 1 \text{ mm. (periférica)}$   
 $1^\circ = 3 \text{ mm. (central)}$
- DPC:  $1^\circ = 2'5 \text{ mm.}$
- SA: Ya que las posiciones son fijas tanto las principales (256) como las secundarias (16 por cada área elemental), la exactitud de la carta suponiendo una fijación del ojo perfecta es la máxima.

#### Iluminación del fondo

- G:  $31'5 \text{ asb} = 10 \text{ cd/m}^2$
- T:  $10 \text{ asb} = 3'18 \text{ cd/m}^2$
- DPC:  $31'5 \text{ asb} = 10 \text{ cd/m}^2$
- SA: No se ha fijado aún. En principio puede ser cualquiera de las anteriores. Se puede hacer variable como un dato dentro del programa del microproce-

-sador.

Máxima luminancia del estímulo

- G: 1000 asb =  $318 \text{ cd/m}^2$
- T: 1000 asb =  $318 \text{ cd/m}^2$
- DPC: 315 asb =  $100 \text{ cd/m}^2$
- SA: Tampoco ha sido fijada. Como el anterior puede ser variable dentro de las especificaciones del tubo de TV. Los valores finales, en principio, también pueden ser variables como datos dentro del programa.

Incremento de la luminancia de los estímulos

- G: Pasos de 0'1 unidades logarítmicas
- T: Pasos de 0'1 unidades logarítmicas
- DPC: Pasos de 0'05 unidades logarítmicas
- SA: Tampoco se ha fijado. El mismo comentario de los apartados anteriores es válido.

Cambio en la luminancia de los estímulos

- G: Es necesario usar ambas manos
- T: Es fácil; semiautomática
- DPC: Es relativamente fácil; no es automática.

- SA: En el sistema que se propone, el cambio de luminancia de los estímulos se hace automáticamente. Si el examinado ve el estímulo, o bien alcanza el nivel más alto de luminancia sin verlo, el sistema elige otro punto en forma automática, según sea el estado de un generador pseudoaleatorio de números. Con esta forma no ordenada de aparecer los estímulos se pretende evitar cualquier tipo de costumbre en el examinado.

#### Standarización del aparato

- G: buena
- T: buena
- DPC: buena
- SA: Ya que el aparato es de tipo experimental, ningún tipo de standarización es por ahora posible.

#### Examen de la sensibilidad de la parte central de la retina

- G: Difícil; hay que cambiar el mecanismo de registro y hacer uso de un proyector accesorio de fijación.
- T: Fácil; sólo es necesario cambiar la luz de fijación.

- DPC: Fácil
- SA: En el sistema propuesto esto será fácil ya que sólo es necesario cambiar los puntos de fijación. La parte central del campo se puede estudiar de una forma análoga a cualquier otro punto.

### Control del punto de fijación

- G: Bueno; hace uso de un telescopio que atraviesa el centro del hemisferio.
- T: Bueno; hace uso de un telescopio que atraviesa el hemisferio en el sitio correspondiente a la mancha ciega.
- DPC: Difícil
- SA: Difícil ya que no es posible ver a través de la pantalla del TV. Existe un método directo pero es tan costoso como el sistema mismo. Consiste en colocar en el sitio correspondiente a la mancha ciega del ojo que se esté examinando un pequeño espejo orientado hacia una cámara de TV., o un sistema más simple como un fototransistor. La señal que se obtenga así debe de procesarse por un sistema anexo, que indique cuándo el ojo está realmente fijo o no. Un segundo método de

tipo indirecto, consiste en chequear varias veces a lo largo de un examen una serie de puntos fijos, por ejemplo, la mancha ciega, y estudiar las respuestas del enfermo. Este último método es el que parece más viable aunque, en principio, puede ser menos preciso, ya que el control se hace en forma muestreada y no continua como por el método directo.

#### Método de examen

- G: Cinético y estático; especialmente cinético
- T: Cinético y estático; especialmente estático
- DPC: Cinético y estático; ambos métodos
- SA: El sistema que proponemos es estático. Aunque el sistema también podría hacerse cinético, este trabajo tuvo su comienzo en reducir el tiempo de examen en el caso de perimetría estática. Por tanto, sólo se va a desarrollar este último método.

#### Tiempo de presentación del estímulo en el caso de perimetría estática

- G: 1 segundo

- T: 0'5 segundos
- DPC: 0'1 segundo
- SA: El sistema que se propone tendrá un tiempo de presentación variable a pasos. Hemos escogido para estos tiempos los valores de 1 seg., 0'5 seg. y 0'1 seg. De esta forma incluimos los tiempos de los distintos aparatos usados en el examen del campo visual.

## 2. ESTUDIO DE LAS SEÑALES DE SINCRONISMO HORIZONTAL Y SINCRONISMO VERTICAL

El punto que se ha elegido para la introducción de la señal en el receptor de Televisión corresponde a la salida de la etapa de detección y entrada del amplificador de video. Esta señal recibe el nombre de señal compuesta de video y es luego descompuesta por un circuito separador en las tres señales que la componen;

- La señal de video propiamente dicha, que actúa sobre el cátodo del tubo de imagen y modula la intensidad luminosa del mismo,
- La señal de sincronismo horizontal, que sincroniza

al oscilador de línea de forma que la señal de video tiene definido cada punto en cada barrido horizontal del haz electrónico.

- La señal de sincronismo vertical, que sincroniza al oscilador de cuadro de forma que el comienzo, final y cada línea de un cuadro de imagen esté perfectamente localizado en la pantalla.

En resumen, la señal compuesta de video, está formada en primer lugar por las señales de sincronismo horizontal y vertical, además de la de información que ha de aparecer en la pantalla. Esto implica el desarrollar una unidad que actúe de interfase y que además de la señal de video, genere los correspondientes impulsos de sincronismo de línea y de cuadro.

### 2.1. ESTUDIO DE LA ONDA DE SINCRONISMO HORIZONTAL

Experimentalmente se encuentra que de los  $64\mu\text{s}$  de período del oscilador de línea, sólo  $50\mu\text{s}$  son visibles en la pantalla,  $4\mu\text{s}$  se usan en el impulso de sincronismo y  $10\mu\text{s}$  en la vuelta atrás del haz de electrones.

Los  $50\mu\text{s}$  en los que el haz de electrones se visualiza

en la pantalla, han sido divididos en 256 partes (dos contadores de 16 en serie). El resto del tiempo hasta los  $64\mu\text{s}$ , se usa en generar la señal de sincronismo, de una anchura de  $4\mu\text{s}$ , y consumir el tiempo de vuelta atrás del haz electrónico. Esta elección de dividir en 256 partes los  $50\mu\text{s}$ , exige el tener un reloj patrón cuyo período es:

$$T = \frac{56}{256} \mu\text{s} = 0'915\mu\text{s} = \frac{1}{5'120 \text{ MHz}}$$

Para obtener un impulso de  $4\mu\text{s}$ , empleando este reloj, tenemos que:

$$\text{-Módulo contador} = \frac{4\mu\text{s}}{0'195\mu\text{s}} = 20'48 \rightarrow 21$$

Luego tenemos:

$$\text{-Módulo contador impulso sincronismo} = 21$$

Para obtener el retraso necesario para la vuelta atrás del haz electrónico, tenemos:

$$\text{-Módulo contador vuelta atrás} = \frac{10\mu\text{s}}{0'195\mu\text{s}} = 51'2 \rightarrow 51$$

En resumen, para tener perfectamente fijados los tiempos que hemos definido para cada línea del TV., son necesarios tres módulos de cuenta; y que estas cuentas se den en el siguiente orden:

256 = Módulo contador línea en pantalla

21 = Módulo contador impulso de sincronismo horizontal

51 = Módulo contador retraso vuelta atrás del haz electrónico.

## 2.2. ESTUDIO DE LA ONDA DE SINCRONISMO VERTICAL

Experimentalmente se encuentra que de los 20ms del período del oscilador de cuadro 17'8ms son visibles en la pantalla, 1ms es no visible antes del impulso de sincronismo vertical, y 1'2ms corresponde al impulso de sincronismo y vuelta atrás del haz electrónico. Ya que el período de cada línea es  $64\mu\text{s}$  y es el impulso de sincronismo horizontal el que va contando el número de líneas dentro de un cuadro, podemos interpretar  $64\mu\text{s}$  como el período del oscilador cuadro.

Teniendo en cuenta ésto, llegamos a los siguientes valores:

$$\text{-Módulo contador parte visible del cuadro} = \frac{17'8\text{ms}}{64\mu\text{s}} = 278'125$$

$$\begin{aligned} \text{-Módulo contador antes del impulso sincrónico vertical} &= \\ &= \frac{1\text{ms}}{64\mu\text{s}} = 15'625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Módulo contador impulso sincronismo vertical y vuelta} \\ \text{atrás} &= \frac{1'2\text{ms}}{64\mu\text{s}} = 18'75 \end{aligned}$$

La suma total de estas cuentas de 312'5 líneas que son las que usa un TV. normal para cada cuadro.

La adaptación de estos datos a nuestro problema particular es la siguiente:

-Módulo contador parte visible del cuadro:

$$288 = 18 \times 16, \text{ corresponde a } 18'432\text{ms.}$$

o sea, está formado por un contador módulo 18, conectado a un contador módulo 16. De esta forma, tenemos dividida cada columna vertical en 16 partes de 18 líneas cada una de ellas. Aunque ahora el tiempo es 18'432ms la fijación de la posición del punto de estimulación en la pantalla es fácil, con las 18 primeras líneas. Consiste en buscar una condición inicial adecuada.

El tiempo de lms anterior al impulso de sincronismo vertical queda ahora reducido a 0'368ms, debido a que parte de este tiempo lo consume el contador de la parte visible de la pantalla.

$$0'268\text{ms corresponden a } 5'75 \text{ líneas} \rightarrow 6$$

-Módulo contador antes impulso sincronismo vertical = 6

De los 1'2ms restantes 0'512ms se emplea en obtener el

impulso de sincronismo vertical, por medio de un contador módulo 8.

Los 0'088ms restantes se consiguen con un contador de módulo 10'75 líneas  $\rightarrow$  10.

En resumen, son necesarios cuatro módulos de cuenta:

288 = Módulo contador cuadro en pantalla

6 = Módulo contador antes impulso sincronismo vertical

8 = Módulo contador impulso de sincronismo vertical

10 = Módulo contador vuelta atrás del haz electrónico.

Esto nos permite elegir un cuadro de estimulación con sólo una palabra para la X y otra para la Y. El punto de estimulación para este cuadro de estimulación se elige por medio de los contadores menos significativos de línea y de cuadro.

En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques de la unidad que se ha diseñado como generador de las señales de sincronismo de línea y de cuadro.

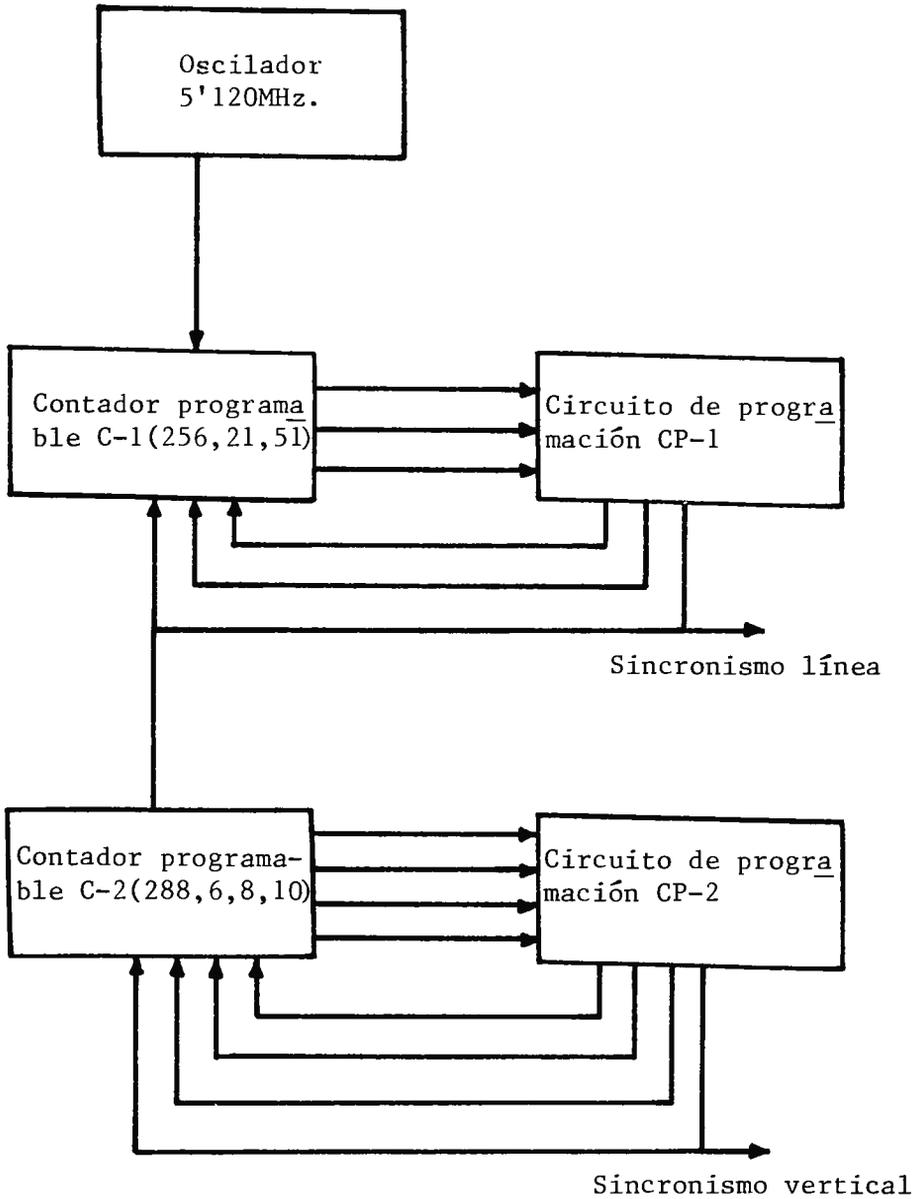


FIGURA 1

### 3. REALIZACION FISICA DE LA UNIDAD

Un diagrama de bloques del sistema puede verse en la Figura 2. La unidad de control recibe toda una serie de datos externos (programa a realizar, n<sup>o</sup> de estímulos, tiempo de presentación, tiempo de reacción, etc.) que condicionan el proceso de examen a realizarse. Estos datos externos son introducidos por el médico según el tipo de examen que se quiera realizar. Según el programa elegido y los datos introducidos en la unidad de control ésta transmite a la unidad de interfase los siguientes datos:

- Coordinadas del punto de fotoestimulación sobre la pantalla del TV.
- Nivel de luminancia del estímulo
- Tiempo de presentación del estímulo

De acuerdo con los valores de estos parámetros, aparece un estímulo en la pantalla del TV. Si el examinado es capaz de captar dicho estímulo, actúa a través de un conmutador sobre la unidad de control que almacena dicho resultado en su memoria. Si el examinado no actúa sobre el conmutador el brillo del estímulo va incrementando, hasta alcanzar un

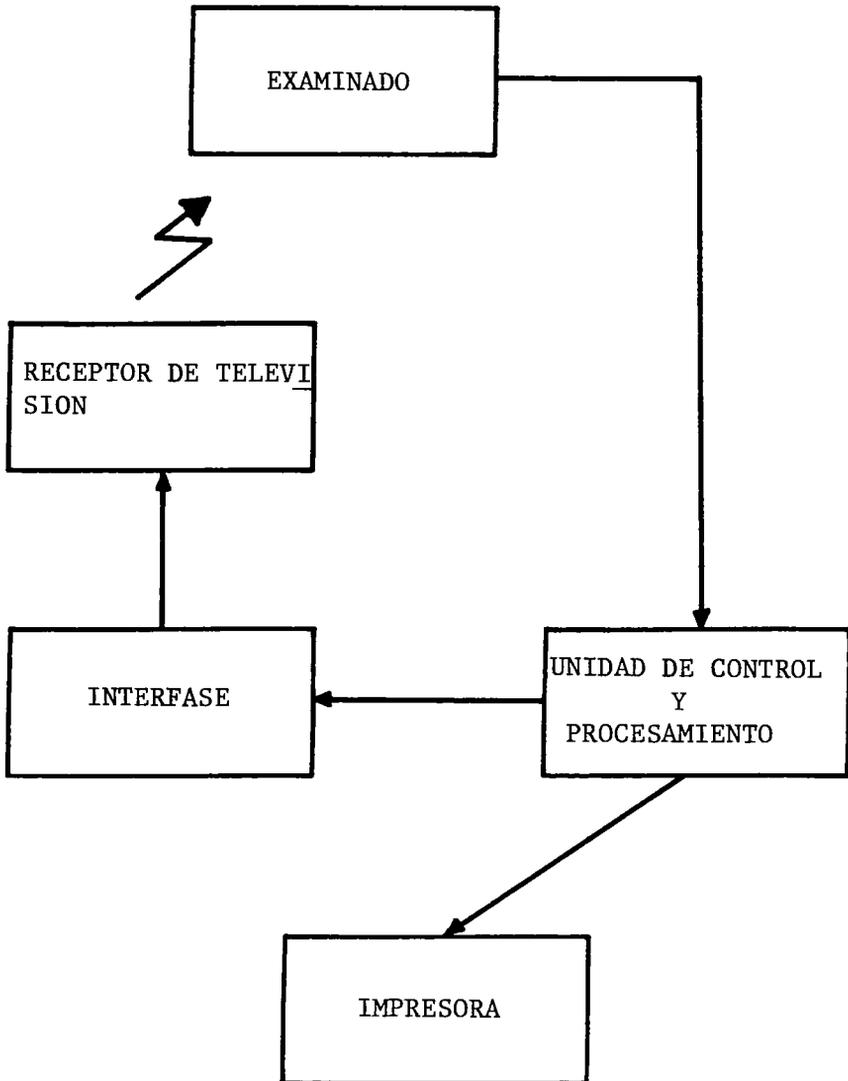


FIGURA 2

valor máximo que, una vez rebasado, cambia automáticamente la coordenada del estímulo, que comienza con brillo mínimo en su nueva posición. Una vez concluido el examen, la unidad impresora escribe sobre una cinta de papel los datos de luminancia que ha visto el examinado en cada zona particular. El proceso de escritura de los resultados es también dirigido por la unidad de control. Hay que advertir que aunque sólo se han desarrollado dos programas (Estudio general del campo visual y Estudio de una zona en particular), el sistema es capaz de realizar toda una serie de programas de examen, sin más que añadir nuevos programas sobre más memorias PROM.

La distribución sobre la pantalla del TV. de las posiciones de los estímulos es una matriz de  $16 \times 16 = 256$ . En nuestras consultas con el Departamento de Oftalmología de la Universidad de Sevilla se nos ha dicho que este método puede ser conveniente, y se nos han hecho las siguientes su gerencias:

- Además de la posibilidad de 256 estímulos se deben añadir otras con menor número de estímulos que pueden ser útiles en la fase de detección de defectos genera les en el campo visual. Hemos elegido para ello dos

posibilidades más, resultando tres Test posibles:

- Test 1 - 256 estímulos
- Test 2 - 128 estímulos
- Test 3 - 64 estímulos

Naturalmente estos estímulos deben de estar igualmente espaciados de forma que la densidad de estimulación sea la misma en cualquier zona de la retina. Esta parte constituye el programa 1.

- Será conveniente la posibilidad de realizar un estudio más detallado de ciertas zonas de la retina a voluntad del examinador. Para esto se ha pensado que cada uno de los 256 cuadros en que se divide la pantalla de estimulación puede, si se fija externamente, ser dividido en 16 subáreas. En otras palabras donde había un estímulo, podemos ahora colocar  $4 \times 4 = 16$  estímulos. Este análisis se hará para cada área elemental en particular. Concluimos que aunque el sistema tiene 256 posiciones de estimulación cada una de ellas correspondiendo a un área dada, el examinador puede hacer un análisis preciso del área que desee por medio de 16 estímulos que estudian con suficiente

exactitud esta porción del campo. En definitiva son posibles  $256 \times 16 = 4096$  posiciones con estímulos en nuestro sistema. (Programa 2).

Según las referencias consultadas la aparición de los estímulos en la pantalla se debe hacer en una forma aleatoria para evitar cualquier tipo de costumbre en la respuesta del examinador. Una solución típica en un sistema digital es la implementación de una secuencia de números binarios que aparecen en forma aleatoria hasta un cierto módulo, y vuelven a repetirse. En otras palabras, consiste en un contador cuya secuencia de cuenta es "extraña" en el sentido de que no sigue ningún código usual. La teoría matemática de este tipo de generadores está perfectamente desarrollada, y consiste en encontrar un polinomio irreducible en el campo de Galois finito de orden 2,  $GF(2)$ . En este trabajo se ha optado por elegir otro método que se adapta mucho mejor a la elección del sistema microprocesador MCS-4. Fundamentalmente son dos las razones para esta elección:

- a) La rentabilidad de un sistema con microprocesador aumenta si las unidades externas al sistema son las mínimas posibles. Luego es conveniente implementar

internamente el generador de números aleatorios.

- b) Ya que interesa tener tres secuencias distintas (las de 256, 128 ó 64 estímulos), y estas secuencias tienen que cubrir una serie de posiciones muy definidas, es necesario que el generador de números aleatorios tenga un cierto "orden" de aparición. Una implementación en lógica cableada de este tipo de secuencia aumenta enormemente el "hardware" y un sistema que en principio es simple puede convertirse en excesivamente complicado.

La solución que se ha adoptado consiste en hacer una tabla de sólo 16 números dispuestos en forma aleatoria dentro del propio sistema MCS-4. Según el número de estímulos que se fije externamente 64, 128 o 256, estos 16 números son recorridos 4 veces, 8 veces o 16 veces, de forma tal que cada vez que aparece en un examen, el estímulo se traslada sobre la pantalla. Explicado de otra manera, se tiene un patrón fijo, de 16 estímulos, que se traslada todo él, cada vez que los 16 números son recorridos. De esta forma los 16 números, correspondientes a las posiciones de los 16 estímulos, recorren las 256 posiciones posibles de la pantalla. Este método

se basa en que 16 números aleatorios son suficientes para que no se produzca ningún tipo de costumbre en el examinado.

Otro punto a realizar es el del tiempo de presentación del estímulo. Este es un dato externo que puede tomar los valores de 1 seg., 0'5 seg. ó 0'1 seg. Estos tiempos se han adoptado de los analizadores más comúnmente usados, como se ha indicado anteriormente. Con esto se quiere dar la posibilidad al examinador de tener una serie de tiempos standard entre los que elegir. El tiempo de reacción, es un tiempo muy importante que depende en gran parte del desarrollo intelectual del individuo. Este tiempo de reacción es el que hace lento el examen por el método de perimetría estática. Se ha fijado una variación de 16 pasos entre 1'5 seg. y 30 seg., aproximadamente. Teniendo en cuenta las conclusiones anteriores los datos externos que se deben de introducir para correr el programa 1, que hemos llamado "Examen General del campo visual", son:

- |                                       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|
|                                       | 64    |       |
| - N <sup>o</sup> de Estímulos =       | 128   |       |
|                                       | 256   |       |
|                                       |       | 1s.   |
| - Tiempo de Presentación del estímulo | 0'5s. |       |
|                                       |       | 0'1s. |

- Tiempo de reacción del examinado ≈1'5  
hasta ≈30seg.

Para correr el programa 2, que hemos llamado "Estudio Detallado de una zona particular del campo visual", los datos externos a introducir son:

- Programa 2
- Coordenada X de la zona a examinar (1 de 16)
- Coordenada Y de la zona a examinar (1 de 16)
- Tiempo presentación del estímulo
- Tiempo de reacción del examinado

Las posiciones (espaciales) de los estímulos sobre la pantalla del TV. se indican en la Figura 3. Como puede verse, está formada por una matriz 16 x 16, lo que resulta en un entramado de 256 celdas. La coordenada X selecciona una de 16 columnas mientras que la Y hace lo propio con las filas. Antes de explicar el orden de aparición de los estímulos, es preciso aclarar la significación en la Figura de los símbolos en cada celda:

- Aquellas posiciones que no tienen asterisco indican los lugares de aparición de los fotoestímulos en el

	0000	0001	0010	0011	0100		1100	1101	1110	1111
0000	*1 <sub>4</sub>	**1 <sub>4</sub> 1	*1 <sub>2</sub>	**1 <sub>2</sub> 1						
0001	**1 <sub>4</sub> 2	1 <sub>4</sub>	**1 <sub>2</sub> 2	1 <sub>2</sub>				9 <sub>4</sub>		9 <sub>2</sub>
0010	*1 <sub>3</sub>	**1 <sub>3</sub> 1	*1 <sub>1</sub>	**1 <sub>1</sub> 1						
0011	**1 <sub>3</sub> 2	1 <sub>3</sub>	**1 <sub>1</sub> 2	1 <sub>1</sub>				9 <sub>3</sub>		9 <sub>1</sub>
0100										

	1011	1100	1101	1110	1111
1011					
1100	16 <sub>1</sub>		12 <sub>3</sub>		12 <sub>1</sub>
1101	14 <sub>2</sub>		7 <sub>4</sub>		7 <sub>2</sub>
1110					
1111	14 <sub>1</sub>		7 <sub>3</sub>		7 <sub>1</sub>

FIGURA 3

caso de 64 estimulaciones. El número (1,2,3,...,15,16) indica, para un subíndice determinado, el patrón fijo almacenado en el programa. El subíndice (1, 2, 3, 4) indica la traslación del patrón sobre la pantalla según la vuelta del contador.

Las posiciones con un asterisco indican el caso de 128 estímulos. En este caso no se han especificado todos sino sólo los correspondientes al estímulo 1, aunque sí se detallan con subíndices las posiciones según la vuelta. Hay que hacer notar que una vez recorridas todas las posiciones con asteriscos, que suman 64, se recorren aquellas que no tienen asteriscos dando un total de 128 posiciones.

Las posiciones con dos asteriscos indican el caso de 256 estímulos. En este caso aparece un segundo subíndice (1, 2) que indica si la posición corresponde con la vuelta primera o la segunda. Concluídas estas dos primeras vueltas las dos restantes aparecen en las posiciones del caso de 128 estímulos.

### 3.1. REALIZACION ELECTRONICA DE LA UNIDAD DE CONTROL Y PROCESAMIENTO

En la figura 4 se muestra el diagrama de bloques de la Unidad de Control y procesamiento. En esta figura se ha hecho uso de la notación PMS, que se caracteriza por describir un mismo sistema con el nivel de detalle que se desee. En este esquema la línea continua indica transferencias de datos o instrucciones, mientras que las líneas discontinuas indican señales de control. En el lenguaje PMS se distinguen siete tipos básicos de componentes según el tipo de función que realizan:

- M → Memoria (Memory); Almacena información, siendo sus operaciones de lectura y escritura de la misma.
- L → Enlace (Link); Realiza las transferencias de información en el sistema.
- K → Control (Control); Indica las operaciones de los restantes elementos del sistema. Excepto los procesadores "P" el resto de los componentes son pasivos y requieren un control K para actuar.
- S → Conmutadores (Switch); Construye la unión entre los restantes componentes. Cada uno tiene asociado un

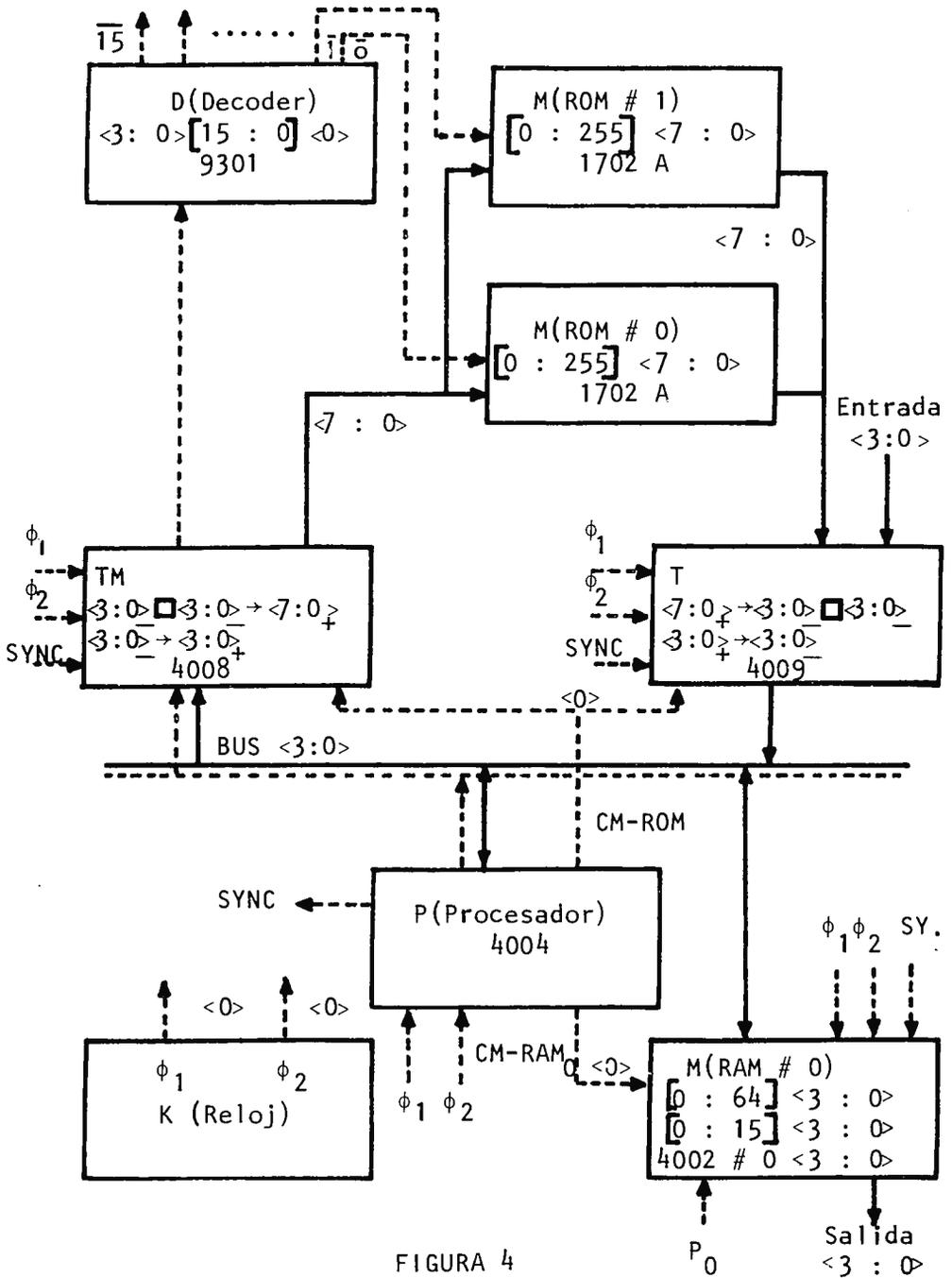


FIGURA 4

conjunto de enlaces posibles y su operación consis  
te en permitir algunos e interrumpir otros de ellos.

T → Transductores (Transducer): Cambia la estructura tanto de magnitudes físicas como el formato interno de la palabra.

D → Operación de dato (Data-Operation): Es aquel componente que realiza las operaciones tanto lógicas como aritméticas.

P → Procesador (Processor): Capaz de interpretar un pro  
grama que ejecuta una secuencia de operaciones.

### 3.2. UNIDAD DE INTERFASE

La unidad de interfase tiene la función de hacer puente entre la "Unidad de Control y Procesamiento" y el TV. Las partes de que consta pueden verse en el diagrama de bloques de la figura 5. Consta de los circuitos generadores de las señales de "Sincronismo Horizontal" y de "Sincronismo Vertical". Estos dos bloques suministran las coordenadas del haz de rayos catódicos sobre la pantalla (X, Y). Estas salidas van directamente a un circuito comparador que tiene la misión de detectar la coincidencia entre las coordenadas de los circuitos de generación de las señales de sincronismo, y los

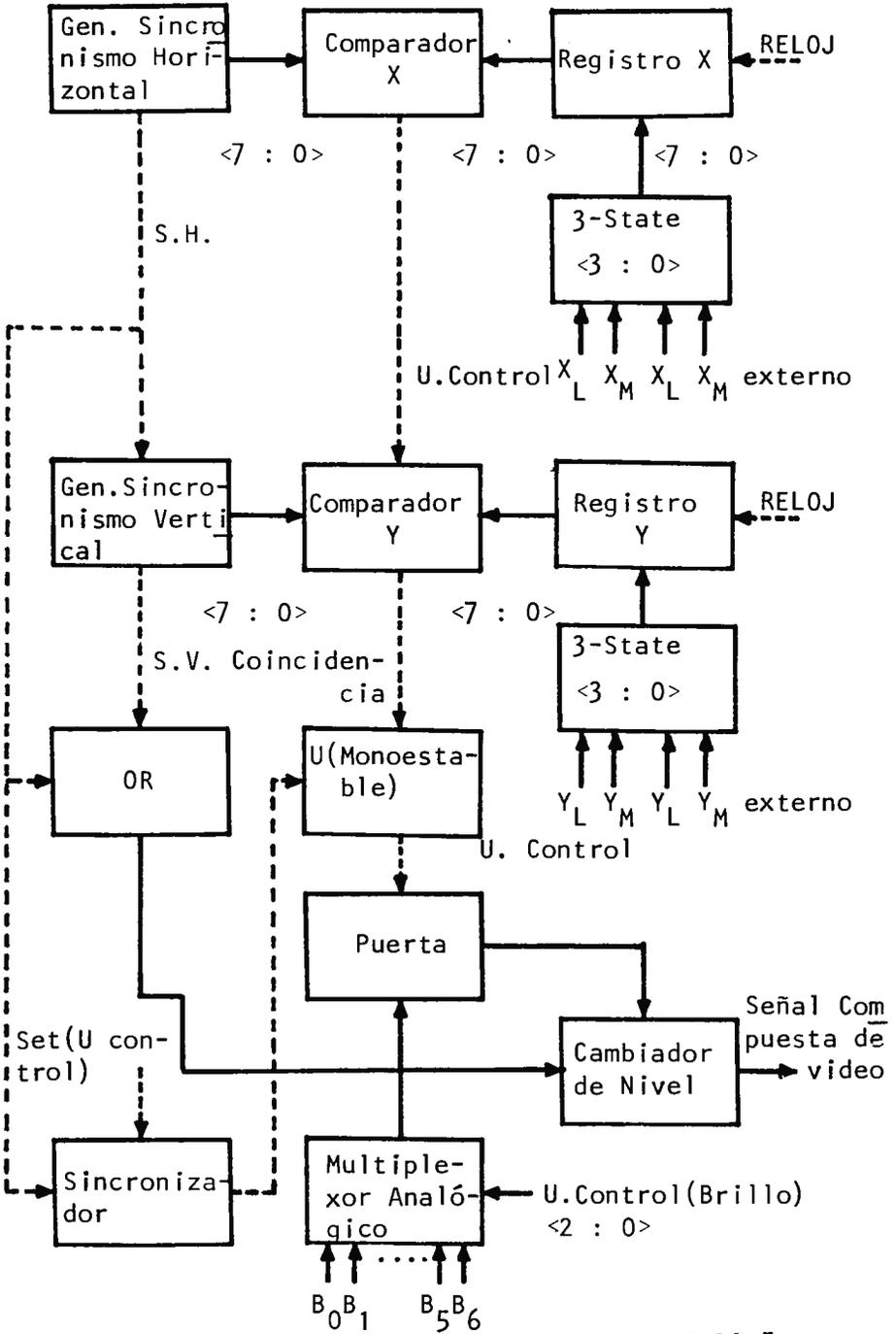


FIGURA 5

valores para las coordenadas X e Y suministrados por la Unidad de Control y Procesamiento. La señal de coincidencia dis para un monoestable, siempre que lo permite una señal de "SET" que suministra la Unidad de Control y que nos da el tiempo de presentación del estímulo. El monoestable actúa sobre una puerta analógica que deja pasar una señal  $V_i$ , cuya amplitud corresponde con una luminancia que ha sido fijada previamente, y que es suministrada por un multiplexor analógico. La señal de control del multiplexor analógico la suministra la unidad de Control según sea el valor de la variable de BRILLO. Este impulso de amplitud  $V_i$  es mezclado con las señales de S.H. y S.V. y después trasladado al nivel de tensión adecuado para conectar a la entrada del TV.

#### 4. CONCLUSIONES

El objetivo principal del trabajo ha sido explotar en lo viable las posibilidades de un receptor de TV. comercial como fotoestimulador en un Sistema Analizador del Campo Visual. En este último apartado se reseñan una serie de conclusiones sobre los siguientes puntos: Resultados obtenidos, posibles mejoras y extensiones del método. A continuación enumeramos brevemente las aportaciones de nuestro trabajo:

- 1 - Desarrollo de un sistema automático para la exploración del campo visual. Después de un entrenamiento previo no hace falta la presencia de un campimetrista.
- 2 - Se ha desarrollado el sistema tomando como base un sistema microprocesador. Esto implica una serie de ventajas sobre la lógica cableada.
- 3 - Programa para el estudio general del campo visual. Este programa permite estudiar el campo central con un grado de precisión que se puede elegir entre 64, 128 y 256 posiciones de fotoestímulos.
- 4 - Programa para el estudio de una cualquiera de las 256 zonas indicadas anteriormente. Cada una de estas zonas puede explorarse con 16 posiciones de fotoestímulos.
- 5 - Aplicación del método en el examen rutinario de pacientes sin necesidad de un campimetrista.
- 6 - Usar como fotoestimulador un TV. comercial más evolucionado que el que se ha usado en la parte experimental de nuestro trabajo. Esto evita de forma natural el tener que mezclar las señales de video, sin-

- cronismo horizontal y sincronismo vertical y simplifica grandemente el acoplo entre la unidad de interfase y el receptor de TV.
- 7 - Posible control de la fijación dando fotoestímulos de la máxima luminancia en la mancha ciega. Este requiere una experimentación previa, introducir como dato si es el ojo izquierdo o el ojo derecho y añadir una subrutina a los programas.
  - 8 - Se puede disminuir la interfase, teniendo en cuenta que el Programa 3 ( $X_1 = 1, X_2 = 1$ ) incluye a los otros dos Programas. En el caso del Programa 1 los valores de  $X_L$  y de  $Y_L$  que son fijos, pueden ir sobre el Programa. En este caso del Programa 2 los valores de la zona particular a examinar se introducen como dato dentro del microprocesador.
  - 9 - Aparte de los dos programas desarrollados pueden añadirse más programas hasta completar 16 RPROMS, y más aún cambiando placas de RPROMS. Ejemplos de ellos puede ser el estudio de un meridiano, de umbrales particulares, etc.
  - 10 - Posibilidad de usar varios TV. controlados por un

solo Sistema microprocesador. Esto requeriría posiblemente unos microprocesadores más evolucionados del que se ha empleado.

- 11 - Adaptación del método a TV. en color, lo que permitiría un estudio del campo visual para distintas frecuencias del estímulo luminoso.

#### REFERENCIAS

- 1.- BEINHOCKER, G.D. et al.: "Electroperimetry". IEE Trans. Biomedical Engineering. 13:11, 1966.
- 2.- FANKHAUSER, F., P.KOCH, A.ROULIER.: "On Automation of Perimetry". Albrecht V. Graefes Arch. Klin. exp. Ophtal. 184:126, 1972.
- 3.- KOCH, R., A.ROULIER y F.FANKHAUSER.: "Perimetry-The information Theoretical Basis for its Automation". Vision Res. 12:1619, 1972.
- 4.- GREVE, E.I.: "Single and Multiple Stimulus static Perimetry in Glaucoma; the two phases of visual field examination". The Hague. Dr. W.Junk B.V. Publishers, 1973.

5.- LE GRAND, Y: "Light, Colour and Vision". London.  
Chapman & Hall, 1968.

6.- "MCS-4 Four-bit parallel microcomputer". Santa Clara, Intel Corporation, 1973.





FUNDACION JUAN MARCH  
SERIE UNIVERSITARIA

**Títulos Publicados:**

1. — *Semántica del lenguaje religioso* / A. Fierro  
(Teología. España, 1973)
2. — *Calculador en una operación de rectificación discontinua*/A. Mulet  
(Química. Extranjero, 1974)
3. — *Skarns en el batolito de Santa Olalla*/F. Velasco  
(Geología. España, 1974)
4. — *Combustión de compuestos oxigenados*/J.M. Santiuste  
(Química. España, 1974)
5. — *Películas ferromagnéticas a baja temperatura*/José Luis Vicent López  
(Física. España, 1974)
6. — *Flujo inestable de los polímeros fundidos*/José Alemán Vega  
(Ingeniería. Extranjero, 1975)
7. — *Mantenimiento del hígado dador in vitro en cirugía experimental*  
José Antonio Salva Lacombe (Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1973)
8. — *Estructuras algebraicas de los sistemas lógicos deductivos*/José Plá Carrera  
(Matemáticas. España, 1974)
9. — *El fenómeno de inercia en la renovación de la estructura urbana.*  
Francisco Fernández-Longoria Pinazo (Urbanización del Plan Europa 2.000  
a través de la Fundación Europea de la Cultura)
10. — *El teatro español en Francia (1935–1973)* / F. Torres Monreal  
(Literatura y Filología. Extranjero, 1971)
11. — *Simulación electrónica del aparato vestibular*/J.M. Drake Moyano  
(Métodos Físicos aplicados a la Biología. España, 1974)
12. — *Estructura de los libros españoles de caballerías en el siglo XVI.*  
Federico Francisco Curto Herrero (Literatura y Filología. España, 1972)
13. — *Estudio geomorfológico del Macizo Central de Gredos*  
M. Paloma Fernández García (Geología. España, 1975)
14. — *La obra gramatical de Abraham Ibn <sup>c</sup> Ezra*/Carlos del Valle Rodríguez  
(Literatura y Filología. Extranjero, 1970)

- 15.— *Evaluación de Proyectos de Inversión en una Empresa de producción y distribución de Energía Eléctrica.*  
Felipe Ruíz López (Ingeniería. Extranjero, 1974)
- 16.— *El significado teórico de los términos descriptivos/Carlos Solís Santos*  
(Filosofía. España, 1973)
- 17.— *Encaje de los modelos econométricos en el enfoque objetivos-instrumentos relativos de política económica./ Gumersindo Ruíz Bravo*  
(Sociología. España, 1971)
- 18.— *La imaginación natural (estudio sobre la literatura fantástica norteamericana).* / Pedro García Montalvo  
(Literatura y Filología. Extranjero, 1974)
- 19.— *Estudio sobre la hormona Natriurética.* / Andrés Purroy Unanua  
(Medicina, Farmacia y Veterinaria. Extranjero, 1973)
- 20.— *Análisis farmacológico de las acciones miocárdicas de bloqueantes Beta-Adrenérgicos./ José Salvador Serrano Molina*  
(Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1970)
- 21.— *El hombre y el diseño industrial./Miguel Durán-Lóriga*  
(Artes Plásticas. España, 1974)
- 22.— *Algunos tópicos sobre teoría de la información./ Antonio Pascual Acosta*  
(Matemáticas. España, 1975)
- 23.— *Un modelo simple estático. Aplicación a Santiago de Chile*  
Manuel Bastarache Alfaro (Arquitectura y Urbanismo. Extranjero, 1973)
- 24.— *Moderna teoría de control: método adaptativo-predictivo*  
*Teoría y realizaciones.* /Juan Manuel Martín Sánchez  
(Ingeniería. España, 1973)
- 25.— *Neurobiología (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 26.— *Genética (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 27.— *Genética (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 28.— *Investigación y desarrollo de un analizador diferencial digital (A.D.D.) para control en tiempo real.* /Vicente Zugasti Arbizu  
(Física. España, 1975)
- 29.— *Transferencia de carga en aleaciones binarias./ Julio A. Alonso*  
(Física. Extranjero, 1975)
- 30.— *Estabilidad de osciladores no sinusoidales en el rango de microondas.* / José Luis Sebastian Franco.  
(Física. Extranjero, 1974)

- 31.— *Estudio de los transistores FET de microondas en puerta común.* Juan Zapata Ferrer. (Ingeniería. Extranjero, 1975).
- 32.— *Estudio sobre la moral de Epicuro y el Aristóteles esotérico.* / Eduardo Acosta Mendez (Filosofía. España, 1973)
- 33.— *Las Bauxitas Españolas como mena de aluminio.* / Salvador Ordoñez Delgado (Geología. España, 1975).
- 34.— *Los grupos profesionales en la prestación de trabajo: obrero y empleados.* / Federico Durán López (Derecho. España, 1975)
- 35.— *Obtención de Series aneuploides (monosómicas y ditelosómicas) en variedades españolas de trigo común.* / Nicolás Jouve de la Barreda. (Ciencias Agrarias. España, 1975).
- 36.— *Efectos dinámicos aleatorios en túneles y obras subterráneas.* / Enrique Alarcón Álvarez. (Ingeniería. España, 1975).
- 37.— *Lenguaje en periodismo escrito.* / Fernando Lázaro Carreter, Luis Michelena Elissalt, Robert Escarpit, Eugenio de Bustos, Víctor de la Serna, Emilio Alarcos Llorach y Juan Luis Cebrián. (Seminario organizado por la Fundación Juan March los días 30 y 31 de mayo de 1977).
- 38.— *Factores que influyen en el espigado de la remolacha azucarera, Beta vulgaris L.* / José Manuel Lasa Dolhagaray y Antonio Silván López. (Ciencias Agrarias. España, 1974).
- 39.— *Compacidad numerable y pseudocompacidad del producto de dos espacios topológicos. Productos finitos de espacios con topologías proyectivas de funciones reales.* / José Luis Blasco Olcina (Matemáticas. España, 1975).
- 40.— *Estructuras de la épica latina.* / M<sup>a</sup>. del Dulce Nombre Estefanía Álvarez. (Literatura y Filología, España, 1971).
- 41.— *Comunicación por fibras ópticas.* / Francisco Sandoval Hernandez (Ingeniería. España, 1975).
- 42.— *Representación tridimensional de texturas en chapas metálicas del sistema cúbico.* / José Antonio Pero-Sanz Elorz (Ingeniería. España, 1974).
- 43.— *Virus de insectos: Multiplicación, aislamiento y bioensayo de baculovirus.* / Cándido Santiago-Alvarez. (Ciencias Agrarias. Extranjero, 1976).
- 44.— *Estudio de mutantes de saccharamyces cerevisiae alterados en la biosíntesis de proteínas.* / Lucas Sanchez Rodriguez. (Biología. España, 1976).



