

8  
2ij



**UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR A.C.**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE LECTURA OPTICA DE MARCAS  
PARA COMPUTADORAS P. C. COMPATIBLES"**

**T E S I S**

Que para obtener el Titulo de  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICO**  
**AREA ELECTRONICA**  
p r e s e n t a

**EUGENIO NAVARRO CERVANTES**

México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1988



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:

Introducción .	13
Limitaciones .	16

## CAPITULO 1

1. Fundamentos Teóricos.	18
1.1. Amplificadores Operacionales.	18
1.1.1. Comparadores de Voltaje	21
1.2. Fototransistores.	23
1.3. Arquitectura de E/S en una Computadora PC.	25
1.4. El C.I. 8255.	27
1.4.1. Programación del 8255.	31
1.5. Fuente de Alimentación.	33

## CAPITULO 2

2. Diseño del Puerto de Control.	34
2.1. Consideraciones para del Diseño de un Puerto de Control.	34
2.2. Descripción del circuito .	35
2.2.1. Especificaciones Técnicas.	37

## CAPITULO 3

3. Elaboración del Lector Optico..	40
3.1. Especificaciones para Diseño del L.O.M.	41

3.2. Consideraciones mecánicas.	43
3.3. Descripción del circuito analógico.	45
3.4. Descripción del funcionamiento del circuito digital.	50
3.5. Ruido.	51

## CAPITULO 4

4. Operación del Sistema.	52
4.1. Software de Base para Operación.	54
4.2. Aplicaciones.	57
4.2.1. Procesamiento de Encuestas.	58

## CAPITULO 5

5. Conclusiones.	61
------------------	----

6. Bibliografía.	64
------------------	----

Apéndice A "Detalles de Operación"	65
------------------------------------	----

Apéndice B "Memoria de Calculo"	67
---------------------------------	----

### Introducción:

En la actualidad las computadoras personales compatibles del tipo de la que fabrica IBM (IBM PC-XT) han tomado tal auge, que aproximadamente un 45 % de las pequeñas empresas en México ya poseen al menos una computadora. Las computadoras IBM PC basan su esquema de funcionamiento (arquitectura) en el microprocesador 8086 de Intel. Dicho sistema posee un ciclo de reloj generalmente de 4.77 Mhz y una filosofía conocida como procesamiento en paralelo.

Comúnmente una computadora de cualquier tipo posee dos tipos de puertos: el llamado en serie (con el protocolo RS-232C) que se utiliza por sus características en comunicaciones y otro puerto en paralelo, cuya típica finalidad es la de controlar la impresora. Los puertos en paralelo son más rápidos que los seriales, aunque no son recomendables para transmisiones lejanas (mas de un metro).

Los lectores ópticos que se encuentran en el mercado, utilizan un sistema que permite manejar la información a través del puerto serial usual en las computadoras personales, por eso fué necesario en este estudio el desarrollo de una interfase en paralelo bidireccional con fines de control. Estos tipos de interfase no son muy comerciales, y son necesarias para el acoplamiento de convertidores analógicos/digitales y digitales/analógicos.

Mediante estos transductores es posible el convertir las señales analógicas tales como luz, sonido, voltaje, corriente, etc. en señales que podamos procesar en la computadora. Los convertidores digitales/analógicos permiten convertir la señal digital de la computadora en señales analógicas que son las comunes en el mundo exterior.

Este dispositivo se caracteriza por su bajo precio y simplicidad, pues las tarjetas de este tipo que se pueden encontrar en el mercado son muy caras, y poseen otras cualidades.

Además de la función ya señalada para la tarjeta de puertos paralelos, este dispositivo también tiene otras aplicaciones entre las que podemos citar las siguientes:

- Monitoreo de Procesos Químicos
- Mediciones
- Procesamiento en Tiempo Real
- Monitoreo de Alarmas
- Control de Comunicaciones
- Sistemas de Conmutación

Es este dispositivo el acoplamiento entre la computadora y el elemento de control o monitoreo dentro de un sistema que deseemos automatizar utilizando una computadora P.C..

El Lector Óptico de Marcas que designaremos por las siglas L.O.M. objeto de este estudio no pretende de ninguna manera ser innovador en su área, simplemente nos permitirá adquirir datos que de la manera tradicional (que implica trasladar la información por medio un operador la máquina), es un proceso muy tardado

v cansado. Además el hecho de alimentar datos manualmente admite una gran posibilidad de errores humanos que ocasionan desviación en la veracidad de los resultados.

Este tipo de lectores son utilizados actualmente para procesar cuestionarios cuyas posibilidades de respuestas son claramente definidas y limitadas (respuestas de opción múltiple)-

## Limitaciones

Esta tarjeta ha sido diseñada para permitir la entrada y salida de datos en forma paralela. Únicamente maneja datos en código binario, específicamente "unos" y "ceros" en niveles TTL (Transistor Transistor Logic que son los circuitos integrados en que se fundamenta el funcionamiento de las computadoras digitales). Dado que la tarjeta se basa en circuitería TTL todas las especificaciones técnicas son las mismas que corresponden a este tipo de circuitos. Posee tres puertos (tres bytes) cuyas funciones y características de entradas o salidas son programables.

El L.O.M. solo detecta la existencia de alguna marca en posiciones específicas dentro de la hoja. El grado de intensidad de la marca es importante para el reconocimiento de la existencia de la misma, por lo que es necesario en el llenado de las formas que el LOM va a procesar, que éste se haga con determinada intensidad de mina, recomendándose HB o B. o bien con plumones que utilicen tintas negras a base de aceite.

Así mismo el grosor del papel también es una limitante, al igual que la uniformidad de la hoja. Esto está ligado con la calidad del papel que estemos utilizando.

El principio en que se basa el lector para su funcionamiento es el del paso de la luz a través de la hoja de papel, aunque se pueden usar fenómenos físicos como el de reflexión de la luz.



Se pretende que, aquellas personas que sin ser ingenieros en electrónica se dedican a programar, diseñen sistemas utilizando la tarjeta que se ha realizado como parte de este trabajo.

## CAPITULO I

## 1. Fundamentos Teóricos

## 1.1. Amplificadores Operacionales:

Uno de los dispositivos electrónicos mas versátiles confiables y usados, es el amplificador operacional (OP-AMP), se fabrican alrededor de 250.000.000 al año.

Como amplificador operacional OP-AMP (operational amplifier) nos referimos a un amplificador de alta ganancia, que es controlado por una retroalimentación negativa. También es llamado Amplificador de Corriente Directa.

Generalmente es utilizado para desarrollar funciones lineales. Aplicaciones como sumar, diferenciar, integrar, comparar, etc.. Es la base de las computadoras Analógicas.

El OP-AMP ha sido aplicado a gran escala en la electrónica principalmente en los campos de instrumentación y control automático.

Características de un OP-AMP ideal :

La ecuación que relaciona el voltaje de salida del OP-AMP con la ganancia y los voltajes de entrada es:

$$V_o = K [(V_-) - (V_+)] \text{-----ec.1.1.1.}^1$$

obtenida a partir de las ecuaciones que representan el circuito de transistores<sup>2</sup>. Esquemáticamente:

<sup>1</sup>. vease Operational Amplifiers & Linear Circuits de Robert F. Coughlin & Frederick F. Driscoll. Ed. Prentice Hall U.S.A. 1987

<sup>2</sup> vid "Operational Amplifiers" de Burr-Brown Research Corporation. Ed. Mc.Graw Hill

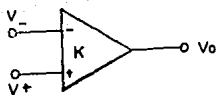


fig.1.1

En este circuito se tienen las siguientes características

idealmente:

- La impedancia de entrada es infinita ( $\infty$ )
- La impedancia de salida es cero
- La Ganancia de voltaje  $A_v = \infty$
- Y el ancho de Banda  $\Delta \omega = \infty$ .

La impedancia de entrada infinita considera que la impedancia real entre las terminales  $V+$  y  $V-$  tiene un valor aproximado de 20 Mega-ohms.

El signo negativo de la entrada se refiere a que está fuera de fase por  $180^\circ$ . La ganancia de un amplificador operacional en lazo abierto se dice que es infinita, pues en realidad, su valor se encuentra comprendido entre 5.000 y 100.000 veces el valor de la diferencia de voltaje.

El ancho de banda infinito de un OP-AMP es ideal, pero en realidad sabemos que en cualquier circuito varían sus características dependiendo del rango de frecuencia en que trabajemos.- En forma práctica un OP-AMP tiene limitada su frecuencia a

valores abajo de 1 MHz.

Cuando hablamos de retroalimentación nos estamos refiriendo al hecho de comparar la salida real de un sistema con lo que sería la salida, para después realizar el ajuste necesario que nos permita acercar lo más posible los dos valores señalados:

Aparte de las dos entradas y la salida un OP-AMP debe tener dos entradas para alimentarlo con voltajes positivo y negativo de igual magnitud, el cual generalmente varia entre 9, 12 y 15 volts. Existen algunos circuitos OP-AMPs que además tiene dos entradas que se denominan offset, las cuáles sirven para balancear perfectamente los voltaje de manera que cuando el voltaje de la entrada no inversora sea igual al voltaje de la entrada inversora, el voltaje de salida sea cero ( $V_- = V_+$ ,  $V_s = 0$ ). Generalmente esto se logra colocando un PRESET (resistor variable) de 110 Kilo-ohms<sup>3</sup>.

La salida de un OP-AMP tiene la gran ventaja de que en la práctica se obtiene un comportamineto casi igual al que se propone en el diseño: cuando el voltaje de entrada en  $V_+$  es mayor que la de  $V_-$  la salida será positiva y negativa para el caso contrario.

Hay que mencionar dos reglas para comprender el uso de estos circuitos que son:

- 1) la salida varia de forma tal que la diferencia entre las entradas es practicamente cero.

<sup>3</sup> vid "Handbook of Integrated-Circuits Operational Ampliers" de George B. Rutkowski, capitulo 4. Ed. Prentice Hall New Jersev 1975

ii) las entradas no manejan ninguna corriente.

Analicemos el diagrama de un amplificador Inversor:

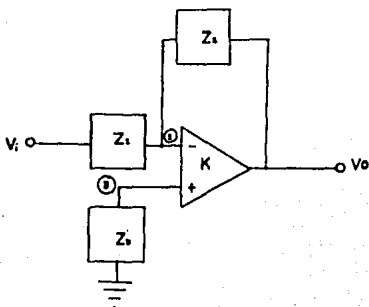


fig 1.2

Partimos de la ecuación 1.1.1., y observamos que  $V_o = -K(V_o - V_1)$  como  $V_o = 0$ ,  $V_o = -kV_1$  ó  $V_1 = -V_o/k$ ----- (a) del nodo (1)  $i_1 + i_2 = 0$ , esto es  $(V_1 - V_1)/Z_1 + (V_1 - V_o)/Z_2 = 0$ :

$$-V_o/k(1/Z_1 + 1/Z_2) - V_1/Z_1 = V_o/Z_2;$$

como  $k \gg 1$ :  $-V_1/Z_1 = V_o/Z_2$ , por lo tanto la ganancia  $A_v$  será:

$A_v = -Z_2/Z_1$ , y la función de transferencia nos quedará:

$$V_o(s)/V_1(s) = -Z_2(s)/Z_1(s).-----ec. 1.1.2$$

#### 1.1.1. Comparadores de Voltaje:

La manera más fácil de utilizar un OP-AMP es en lazo abierto, es decir sin retroalimentación, por lo cual debido a la

alta ganancia de este la mínima variación de voltaje respecto a la otra señal de entrada, produce una máxima variación en la salida.

Generalmente lo que hacemos es aplicar una señal de referencia a una de las entradas del OP-AMP y en la otra la señal que estamos estudiando. Para ajustar la señal de referencia lo que generalmente haremos será aplicar un divisor de voltajes, como se muestra en el siguiente diagrama:

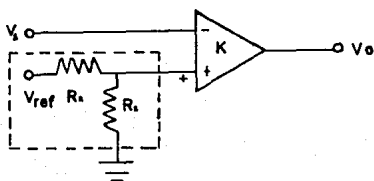


fig 1.3

Para la porción señalada en el recuadro indicado por las líneas punteadas, se tiene la siguiente relación:

$$V_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{ref}$$

Existen en el mercado circuitos integrados denominados

comparadores de voltaje, como el LM311, que es un OP-AMP de diseño tal que permite un fácil acople a circuitos TTL.

## 1.2. Fototransistores.

Desde el punto de vista de los semiconductores, se puede considerar un transistor como dos diodos; pues como observamos en la figura 1.4, un diodo está compuesto de material "p" y material "n"; y un transistor está compuesto de estos mismo materiales, ya sean transistores "pnp" o "npn".

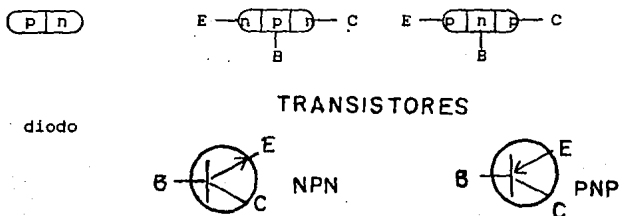


fig 1.4.

Cuando trabajamos con transistores sea cual sea la forma de configurar el circuito, existen tres corrientes: las que entran o salen del transistor son las corrientes del emisor ( $I_E$ ), la corriente del colector ( $I_C$ ) y la corriente de la base ( $I_B$ ).

Una forma de polarización del transistor es la conocida como "polarización por colector común". Esta polarización es la que se

recomienda en los sensores opticos<sup>4</sup>, pues se caracteriza por su muy alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida asi como su alta ganancia de corriente. El diodo base-emisor se encuentra polarizado directamente y el diodo de colector base esta polarizado de manera inversa<sup>5</sup>.

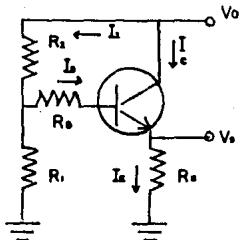


fig.1.5.

Una de las propiedades del transistor ideal es su beta, la cual en corriente directa se define como:

$$B_{dc} = \frac{I_c}{I_b}$$

Lo que significará que la corriente del colector es beta veces la corriente de la base. Este es un dato que nos proporciona el fabricante.

Otra característica que debemos tener en cuenta al trabajar con transistores ideales es que la corriente del colector y la de

<sup>4</sup> vease The Art of Electronics de Paul Horowitz y Winfield Hill . Ed. Cambridge university press

<sup>5</sup> ividem Semiconductor Physics capitulo seis



la base es aproximadamente igual:

$$I_c = I_e$$

Un fototransistor combina el fenómeno fotovoltaico con la acción amplificadora de un transistor. Son parecidos a un transistor físicamente, pero poseen un orificio sobre la unión colector-base; lo que provoca que la incidencia de rayos luminosos generen un par electrón-hueco, creándose una corriente en la base. La corriente del emisor no depende de si la corriente de la base fue generada por efectos fotovoltaicos o por alguna otra fuente de corriente.

Dicho de otra manera, la corriente que obtengamos en el colector está en función de la intensidad de luz que incida en el fototransistor. Es obvio que esto es válido sólo en un rango de intensidad de luz, pues, si la intensidad de luz es muy tenue, posiblemente no tengamos respuesta del Transistor por falta de sensibilidad, y si es muy grande, el transistor se satura.

### 1.3. Arquitectura de Entradas y Salidas en una Computadora:

El funcionamiento de las computadoras se fundamenta en la lógica binaria; es decir lo único que se maneja en el interior de una computadora son "unos" y "ceros", que en realidad son voltajes altos o bajos. A estos "unos" o "ceros" se les llama "bit" y se cree que proviene del inglés "binary digit" y constituye la unidad más pequeña que se pueda manejar dentro de este sistema.

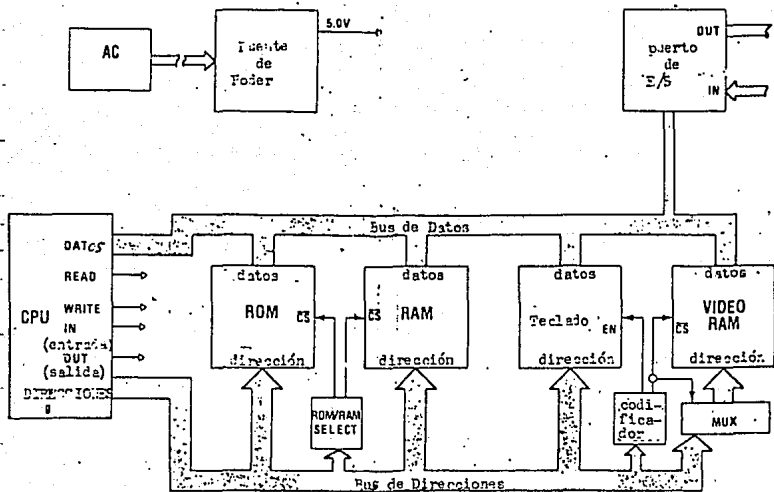
Como sabemos una computadora está compuesta en su forma más simplificada por:

- un microprocesador
- ROM o memoria de sólo lectura (Read Only Memory)
- RAM o memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory)
- y dispositivos de entrada v/o salida.

Un microprocesador como tal es capaz de sumar, comparar, restar y realizar operaciones del álgebra booleana dentro de sí mismo. La principal función del ROM es indicarle al microprocesador que es lo que deseamos que haga. En el RAM almacenamos de manera temporal información que adquirimos y/u otras instrucciones. En los dispositivos de entradas y salidas simplemente se realiza la adquisición de datos de algún puerto o bien la salida de los mismos.

Para realizar funciones de lecturas o escrituras a un puerto o a memoria el microprocesador utiliza tres tipos de buses; (un bus no es más que un conjunto de cables o pistas que conducen "unos" o "ceros") Bus de Datos, Bus de Control y Bus de Direcciones. Una palabra es el conjunto de bits que generalmente son llevados por algún bus a un microprocesador o a otro dispositivo de la computadora que requiera manejar la información. La palabra de control es la que indica al sistema que hace el microprocesador, cada bit indica de acuerdo a su posición, si se trata de una lectura a memoria, escritura a un puerto, lectura a un puerto, ciclo de espera, etc.. La palabra de dirección muestra en que dirección se encuentra la memoria o el puerto al que se refiere el bus de control. Y la palabra de datos, simplemente posee el dato que se esta procesando.

A manera de comentario solo indicaremos que existen buses multiplexados; ésto es, que en un mismo bus se presentan por ejemplo la palabra de dirección y la de dato, y para diferenciarlas la palabra de control indica que es lo que esta apareciendo en dicho bus.



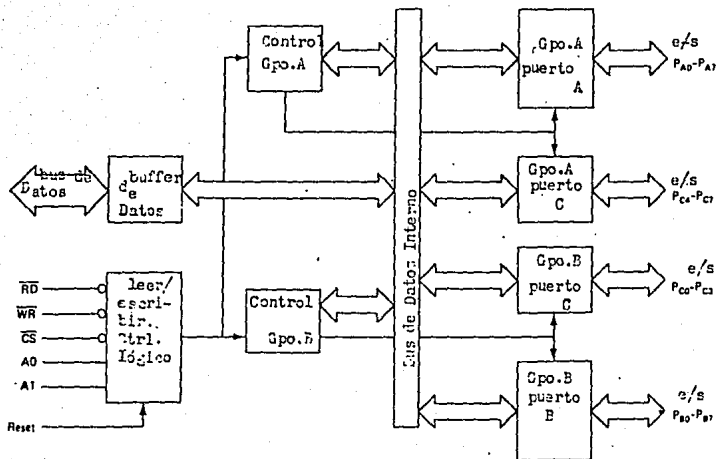
#### 1.4. El Circuito Integrado 8255:

Este circuito es un producto de patente que se fabrica comercialmente por la compañía Intel y por sus características operacionales, sirve de base para la construcción de una computadora tipo P.C.. El 8255 o PPI (programmable peripheral interface) Interfase Programable de Periféricos, es un circuito LSI\* diseñado para permitir la implementación de puertos de entradas y salidas (e/s). Provee una flexible interfase en paralelo con características programables tales como: definir el tamaño de la palabra con que vamos a trabajar; latch, que se entiende como la posibilidad de sostener la información en la salida hasta que se presente otro dato, el monitoreo de los puertos y bidireccionalidad.

El siguiente diagrama muestra la configuración de cada uno de los pins (o patillas del chip).

\* intel "The 8086 Family User's Manual", ver apendice C

fig.1.8.:



En la figura observamos la configuración interna a bloques del circuito integrados 8255. Incluye un bus de datos bidireccional  $D_0$  a  $D_7$ . Sobre estas líneas se maneja la información del status del circuito y se mandan los datos ya sean de escritura o lectura (WR o RD).

El 8255 posee hasta tres puertos (A, B y C), que podemos seleccionar mediante un registro de dos bits constituido por las líneas  $A_0$  y  $A_1$  del bus de direcciones. De tal forma que cuando se tiene un "0" en la línea  $A_1$  y un "0" en  $A_0$  ( $A_1A_0=00$ ), estaremos direccionando el puerto "A". De igual forma  $A_1A_0=01$  y  $A_1A_0=10$ , que corresponden al puerto B y C, respectivamente.

La terminal CS, representa la señal de selección del chip, y debe permanecer en "0" lógico durante los procesos de lectura o escritura sobre el 8255.

La terminal de RESET nos sirve para inicializar al sistema (la cuál, para nuestro caso, fija todos los bits en "unos").- Quedando en modo de espera para ser programado.

Una de las principales características de este circuito integrado es la de programar los puertos. Esto permite utilizar los 24 pines de los puertos de diversas maneras. Ya sea bidireccional o unidireccional, con o sin latch, también nos permite programar comunicaciones con protocolos de "hand sheacking" (que significa que espera a que el dispositivo envíe un señal de que se encuentra listo para transmitir o recibir información).

El 8255 es utilizado en la configuración de las computadoras PC generalmente como puerto para el teclado y como puerto para configurar los sistemas, también es común encontrarlo como puerto paralelo.

Existen dos versiones de este circuito el 8255A y el 8255A-5, la característica de este último es que se recomienda

para ciclos de reloj mayores a 4 MHz.

#### 1.4.1 Programación del 8255<sup>\*</sup>:

Existen tres formas de programar el 8255; a éstas se les llama "modo".

En el modo 0 ó modo Básico de entradas y salidas, no requiere "handshaking" y muestra la siguientes características:

- Dos puertos de 8 bits y dos de 4 bits
- Cualquier puerto puede ser de entrada o salida
- Solo uno de los puertos de 4 bits no presenta latch
- Las entradas no tienen latch

El modo 1 requiere "handshaking" para su operación. El modo 2 además de "handchaking" presenta bidireccionalidad en los puertos.

Se habla del modo 0, pues es el más indicado para acoplo de lectores y conversores digitales.

En el siguiente diagrama observaremos como se arma la palabra de control.

\* solo hablaremos del modo 0

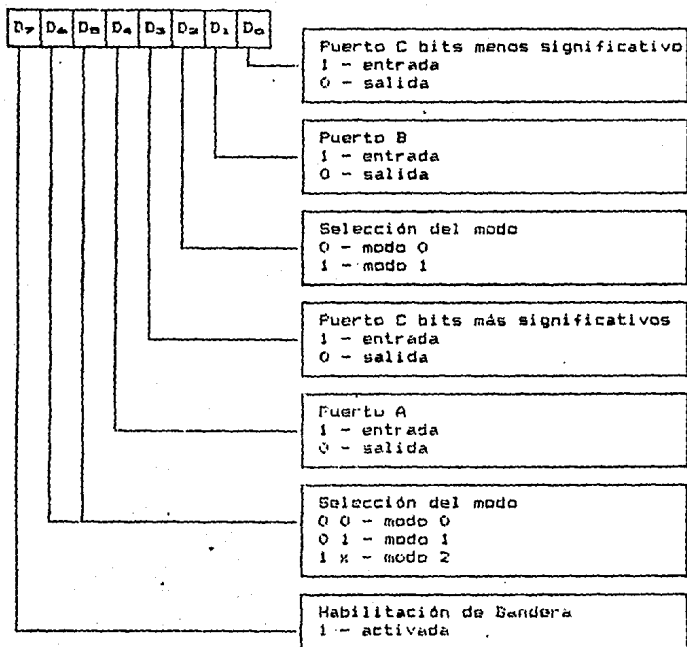


fig.1.B.  
palabra de control



### 1.5. Fuente de Alimentación

Otro de los elementos requeridos en el sistema es un fuente de voltaje, la cuál se puede diseñar especialmente para las necesidades que se nos presente.

En el caso de los OP-AMPS. las fuentes generalmente son bipolares\*

\* ividem "Handbook of INTEGRATED-CIRCUITS OPERATIONAL AMPLIFIERS de G.B. Rutkowski. Ed. Prentice Hall. capitulo dos

## CAPITULO 2

### 2. Diseño de un Puerto de Control para PCs.

#### 2.1. Consideraciones para el Diseño.

En el caso de una computadora PC compatible con IBM, cuya estructura está basada en un microprocesador 8086 debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) Si analizamos el mapa de e/s (entradas/salidas) de estas máquinas nos daremos cuenta que dentro de su arquitectura existe un rango de direcciones que están destinadas a tarjetas prototipo. Tal es nuestro caso. Estas direcciones van de la 300H (768D ó 0011 0000 0000B a la 319H (793D ó 0011 0001 1001)\* (se muestra la dirección en binario para conocer la palabra que se presenta en el bus de direcciones de manera que cada bit corresponda a cada línea del bus de direcciones:  $A_{11}A_{10}A_9A_8A_7A_6A_5A_4A_3A_2A_1A_0$ ).

b) Para implementar un PPI a un sistema debemos tener acceso a los buses de datos, control y direcciones, por esta razón utilizaremos una ranura o slot de expansión.

c) Al momento de pensar en hacer el CS que es la señal que habilitará el acceso al PPI y solo a él: debemos tener en cuenta que dado que estos sistemas utilizan memorias dinámicas, existe un tiempo dentro del ciclo de trabajo en el que la computadora accesa todas las direcciones para realizar el refresco de memoria. Este detalle debe tenerse en cuenta para evitar que se vaya a acceder nuestro puerto cuando no se desee.

\* La terminación "H" indica que el número se presenta en hexagesimal, "D" en decimal y "B" en binario

d) Además debemos asegurarnos que el CS solo se active cuando nos referimos a una dirección para dispositivos y no para memoria.

e) Debemos tener en cuenta el FAN OUT de todos los buses. Como FAN OUT en los TTLs, se conoce el número de circuitos TTL que podemos conectar a la salida de uno de éstos.

f) Es importante considerar en el diseño, el software para el control del 8255.

g) También debemos prever las consecuencias que podría traer el que nuestro puerto entrara en corto y pudiera dañar a la computadora.

## 2.2. Descripción del Circuito.

Para el desarrollo de nuestro modelo haremos referencia a los aspectos indicados en el inciso anterior con fines de seguir la misma secuencia.

La dirección que utilizaremos en nuestra tarjeta será 0000 0011 0000 0000. El bus de direcciones de una computadora PC XT posee 20 líneas (de la  $A_{19}$  a la  $A_0$ ). Sin embargo, sólo consideramos en nuestro circuito de codificación hasta  $A_{16}$ , pues el microprocesador 8086 solo puede direccionar hasta el 65.536 ( $2^{16}$ ).

Para asegurarnos que el acceso al 8255 se lleve a cabo solo cuando se trate de un dispositivo de entrada o salida y no de memoria, en la lógica de decodificación de la señal CS se consideró la señal de lectura ó escritura a un dispositivo.

Para asegurar que el nivel de la señal en la tarjeta de control sea correcto y proporcionar cierta seguridad a la

computadora en caso de corto circuito en la tarjeta, antes de llevar a cabo la lógica de decodificación, se colocaron unos buffers.

También se conectó la señal de "I/O CH CK" (I/O channel check) o cheque de canal a la línea de alimentación de la tarjeta. De tal manera que en caso de corto en la tarjeta esta señal cae a 0 volts, transmitiendo un error de paridad al microprocesador.

Con objeto de experimentar con nuestro modelo iniciamos programando el PPI con la palabra de control 80H (120D ó 1000 0000B, este valor es el que mostraría el bus de datos: D<sub>7</sub>D<sub>6</sub>D<sub>5</sub>D<sub>4</sub>D<sub>3</sub>D<sub>2</sub>D<sub>1</sub>D<sub>0</sub>), la cual programa los tres puertos como puertos únicamente de salida. Y dirigiéndose al puerto 771D que será la dirección del puerto de control. En el caso del lenguaje BASIC, tendríamos:

```
10 rem programa de prueba
20 rem en la línea 30 se programa a los puertos
   768, 769 y 770 como puertos de salida10
30 out 771,120
40 rem en la línea 50 se envía a el puerto 768,
   el valor 255D, FFH o 11111111B
50 out 768,255
60 end
```

<sup>10</sup> En este momento todos los puertos de salida mostrarán "ceros" únicamente, y los de entrada "unos"

Resumiendo, primero debemos mandar la palabra de control a la dirección del puerto 771D, esta programará la forma en la que trabajaremos en los puertos. He aquí algunas alternativas de palabras de control (observe la fig.1.8):

palabra:	descripción:
1000 0000B ó 128D	puertos a, b y c como salidas
1001 0000B ó 144D	puerto a como entrada y los demás como salidas.
1000 0010B ó 130D	puerto b como entrada y los demás como salidas.
1000 1000B ó 136D	parte alta del puerto c como entrada y los restantes como salidas.
1000 0001B ó 1299D	parte baja del puerto c como entrada y los restantes como salidas.
1001 0111B ó 151D	todos como entradas.

Una vez programado el puerto el acceso a éstos dependerá del lenguaje que estemos utilizando, en la mayoría de los lenguajes la instrucción `out (dirección),(dato)` indica una salida al puerto bajo la dirección indicada, y `inp(dirección)` indica la entrada de algún dato .

Como éstos puertos son de 8 bits (un byte), solo se pueden manejar números enteros positivos del 0 al 255.

### 2.2.1. Especificaciones:

- consumo                    dado que utiliza 9 circuitos integrados TTL 74LS, se estima un consumo máximo menor a 3 watts (considerando la suma del consumo máximo de cada circuitto según el manual<sup>11</sup>).
- dimensiones                2.5 x 3.0 pulgadas.
- conectores                 En lo referente a los conectores, el peine de la tarjeta es estandar en todas las computadores tipo IBM PC.  
  
La tarjeta posee un conector DB-25 como salida. este tipo de conector es el utilizado típicamente en los puertos de la computadoras.
- seguridad                 Para proteger la computadora, el circuito o los circuitos que vayan a ser conectados en este puerto tendrán un buffer TTL compatible y únicamente la tierra del aparato se conecta directamente a la línea de tierra.
- alimentación              La tarjeta se alimenta del slot de expansión directamente tomando la señal de 5 volts y tierra.
- señal de CHK               La señal de I/O CH CK, es una señal procedente del slot que verifica que nó existan

<sup>11</sup> TTL Data Book Manual de Signetics Corporation

cortos en la línea de alimentación de las tarjetas montadas en los slots, por esta razón, esta línea está conectada a la tarjeta. Cuando por alguna circunstancia esta línea baja a "0" lógico, marcará un error de canal.

- frecuencia

La velocidad de respuesta de esta tarjeta no ha sido determinada exactamente en conjunto, pero dadas las características del 8255; debe de trabajar hasta un máximo de 4 MHz., según lo especifica el fabricante.

- impedancia

Las impedancias son las típicas de los circuitos TTL entre 16K y 20K de entrada y de 8 a 10 ohms de salida.

### CAPITULO 3.

#### 3. Elaboración del Lector Optico.

Un lector óptico de marcas (L.O.M.), es un dispositivo que mediante sensores ópticos detecta la presencia de marcas. El lector que se propone en las páginas siguientes, es un L.O.M. en hojas de papel cuyo ancho sea el del estandar tamaño carta, y cuyas marcas deberán estar ubicadas en siete columnas determinadas.

Lo que se sugiere, es utilizar ocho fototransistores que estén sensando la presencia de marcas. Para ésto, se utilizaran ocho focos de luz, uno frente a cada uno de los fototransistores; de tal modo que al pasar una hoja entre la fuente de luz y los transistores, se detecte una variación en la señal. Empleando uno de éstos sensores para tener una señal de referencia con que comparar las restantes siete señales. De manera que si la señal es distinta (menor) a la de referencia, se asumirá que existe una marca sobre el papel. En la entrada no inversora del comparador entrará la señal de referencia, y en la inversora, la señal del sensor, de modo que cuando exista una marca en la columna del sensor "x" la señal que entra al comparador será menor que la que estamos recibiendo como referencia, esto ocasionará que tengamos a la salida del comparador un "1" lógico, que al pasar por el inversor estará mandando un "0" a la computadora. Esta última señal será sensada por la computadora a través de la tarjeta que hemos descrito previamente.



### 3.1. Especificaciones para el Diseño del L.O.M.

Es la intención de este trabajo, desarrollar un diseño sencillo y de bajo costo.

Utilizaremos ocho fototransistores (L14H3) para detectar la existencia de marcas en siete columnas, pues, uno de los fototransistores lo estaremos utilizando para tomar una referencia de la magnitud de la señal recibida por los sensores si no existiese marca. Esto nos lleva a que en la columna del sensor que proporcione la señal de referencia no deberá existir ninguna marca cuando menos a la altura donde se requiera hacer las lecturas.-

Es necesario hacer incapié en que por lo menos, deberán existir marcas en el papel para indicar cuando debemos realizar una lectura.

Para llevar acabo las lecturas, diseñaremos circuitos analógicos, y debemos recordar que a la computadora debemos entregar señales digitales de características TTL.

Uno de los primeros problemas a los que se enfrentará, y el más significativo; fue la fuente de luz. Esta debía ser de gran intensidad, uniforme y de dimensiones pequeñas<sup>12</sup>. De gran intensidad, pues la luz emitida debía traspasar la hoja de papel y uniforme, para que los sensores percibieran señales de magnitudes similares.

<sup>12</sup> con pequeñas me refiero a que los puntos deberán medir no más de 8 mm de diámetro.

En este punto se debe de mencionar que, para este tipo de dispositivos comercialmente se acostumbra utilizar lentes que coliman la luz en un solo punto<sup>13</sup>. Esto no es posible llevarlo a cabo en el prototipo por su alto costo, dado que los únicos lentes comerciales que se aproximan a las necesidades requeridas, son los oculares de microscopios.

#### Alternativas de Solución para las Fuentes de Luz:

1) Dado el requerimiento de uniformidad y las dimensiones, de las fuentes de luz, se seleccionaron como primera alternativa LEDs o diodos emisores de luz (light emitting diodes); éstos no funcionaron, al menos los del tipo del TIL 212, debido a la escasa potencia luminosa.

2) El colocar un foco que alimentara los ocho agujeros no funcionaba, pues, él, o los sensores que se encontraran directamente arriba de la resistencia incandescente de la bombilla, recibirían mayor intensidad de luz que el resto de los sensores.

3) Se experimentó con un fuente luminosa relativamente potente (foco de luz interior de automóvil bulbo de 12 v. 5 watts) y utilizando varillas cilíndricas de acrílico que hicieran la vez de una especie de fibras ópticas para conducir la luz a los ocho puntos. Aunque la intensidad luminosa era suficiente y casi uniforme, el problema con esto fué la temperatura, pues, para lograr suficiente intensidad las varillas estaban espuestas a una temperatura muy alta y al cabo de cierto tiempo de funciona-

<sup>13</sup> véase Optoelectronics Application Manual Preparado por el Staff de Ingenieros en Aplicaciones de la división Optoelectrónica Hewlett Packard.

miento empezaron a fundirse. También esta alternativa se eliminó.

4) Se ensayaron pequeños focos que se utilizan normalmente en las lámparas de mano y de diagnóstico médico. El primer obstáculo con éstos focos fueron sus dimensiones, pues era demasiado su diámetro. Se intentó colocar dos pisos de éstos, pero, tampoco funcionó. Además en este ensayo el consumo de corriente de la fuente luminosa era muy alto.

5) Finalmente se logró resolver este problema utilizando el tipo de foco que se utiliza en los auto-estereos. Estos presentan un diámetro de 4 mm. y su intensidad es suficiente para cumplir con los requerimientos mencionados.

### 3.2. Consideraciones Mecánicas

Dimensiones: Las distancia entre los lectores es una distancia que sigue como patrón la distancia entre los caracteres impresos por una impresora que imprima 80 caracteres por renglón sobre una hoja tamaño carta. Cada sensor se ubicó a 0.67 cm. aproximadamente 1/4 de pulgada, esto es, dos caracteres entre cada sensor. La razón para esto es hacer hojas de captura en la computadora. El orificio de cada sensor es de 1/8 de pulgada.

Los rodillos tienen un diámetro de 1/4 de pulgada. Este tamaño resultó conveniente dado la altura de la ranura donde se insertan la hojas.

El estándar del ancho de la hoja de papel es de 21.5 cm en México y 21.6 cm en Estados Unidos de Norte América

Antes de definir la velocidad del papel se realizó un calculo con los siguientes datos; se midió la frecuencia de lectura en una computadora equivalente a la IBM PC XT, obteniéndose una frecuencia que varia de 100 a 600 Hz.<sup>14</sup> (lo que significa que cada lectura se tarda .01 segundos en el peor de los casos). Se consideró que 100 lecturas entre renglón y renglón serian suficientes, considerando que más de la mitad de éstas serian lecturas de la señal de espera (entiendase como señal de espera a aquélla que marcaremos entre renglón y renglón). Como cada sensor posee un diámetro de 1/8 de pulgada aproximadamente 3.5 mm., es necesario que las marcas en el papel midan por lo menos un poco más de esta medida para asegurar que la señal sea detectada por el sensor. Los renglones de la impresora tienen un altura media de 2.75 mm.. Basándonos en lo anterior se fijó que las marcas en papel deberían de ser del ancho de dos renglones (5.5 mm). Dejando entre cada renglón por lo menos la misma distancia. Lo que nos lleva a concluir que cada renglón deberá medir 1.1 cm.

Como deseamos realizar cien lecturas por renglón y la computadora realiza cien lecturas por segundo, la hoja de papel deberá correr a una velocidad de aproximadamente un centimetro por segundo (1 cm./seg.).

Para ayudarnos a pasar la hoja a esta velocidad uniforme, se acopló un motor de grabadora de bolcillo al lector que desarrolla a través de un sistema de poleas una velocidad aproximada a

<sup>14</sup> Esto se logró midiendo la frecuencia con un frecuencimetro

la elegida.

### 3.3. Descripción del circuito analógico.

En este punto cabe mencionar que las fuente que alimentan al circuito electrónico y la que alimenta al circuito electro-mecánico son independientes. Pues, la práctica nos ha demostrado que los motores inducen mucho ruido en sus líneas de alimentación.

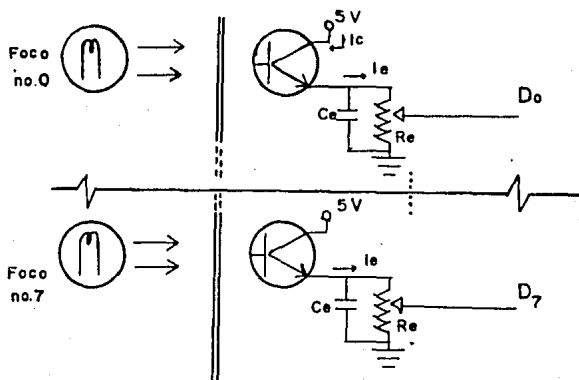


Fig 3.1. -

Se experimentó con varios tipo de fototransistores tales com el TIL\_81 y el ST8006.

Los sensores, son fototransistores L14H3, simplemente polarizados como colector común, de tal modo que. la corriente que tenga en la salida está en función de la intensidad de luz que reciba el fototransistor como la nuestra la fig. 3.1.

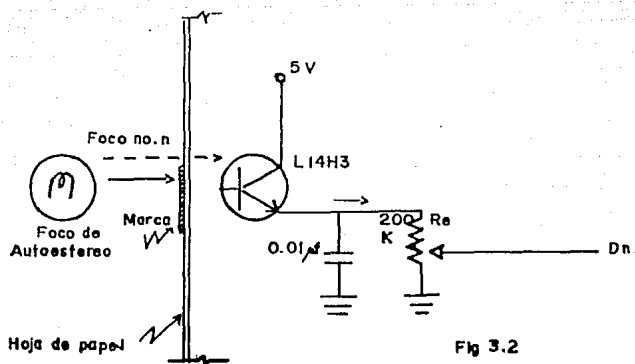


Fig 3.2

Al final del circuito se colocó una resistencia variable (o PRESET) de 200 Kilo-ohms cuya finalidad es la de ajustar todas la señales creando un divisor de voltaje<sup>10</sup>.

De la salida del divisor, pasan las señales a circuitos comparadores de voltajes. La señal  $D_0$  es la que se tomó como señal de referencia (fig 3.3).

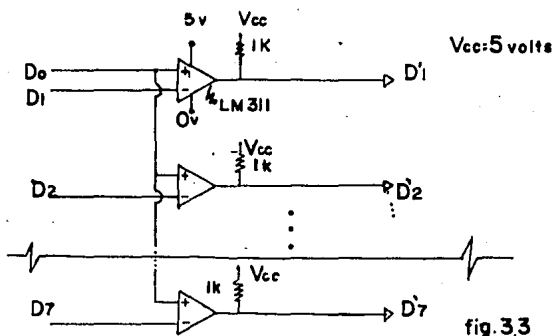


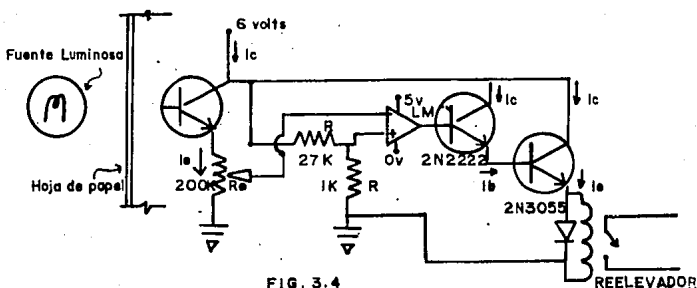
fig. 3.3

<sup>10</sup> vease Apéndice B

El circuito integrado LM311 es un comparador de niveles de voltaje y se recomienda para acoplamiento con TTLs. Este más rápido que el 741. Cuando la señal que entra por  $V_+$  es más positiva que la que entre por  $V_-$  la señal de salida por  $V_o$  será 5 volts. Y cuando  $V_-$  sea mas positiva que  $V_+$ , en  $V_o$  tendremos un voltaje fijado a 0 volts. Al momento de calibrar los comparadores debemos tener en cuenta la histéresis de los comparadores, pues como todos los amplificadores operacionales poseen una histéresis que consiste en un error de aproximadamente 5 mV. (0.005 volts).

Este circuito integrado se utiliza comunmente para hacer convertidores analógicos a digitales.

Existe un noveno comparador que es el que polariza los focos de los puntos de luz y el motor que jala la hoja. En este circuito\*:



\* ver ividem Apéndice B

Al pasar la hoja, corta el haz de luz, lo que incrementa el voltaje en el colector, esta señal es la que entra al comparador el cual está calibrado para dispararse por muy delgada que sea la hoja. A la salida de este 9º comparador, maneja un arreglo darlington cuya función es dar potencia suficiente para activar un relevador que es el que activa los puntos de luz y el motor.



### Fuentes de Alimentación:

Se basan en el siguiente diagrama:

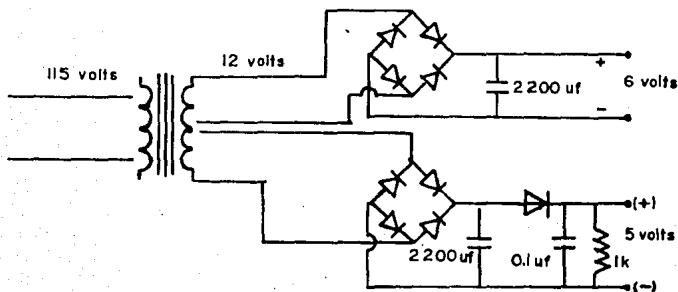


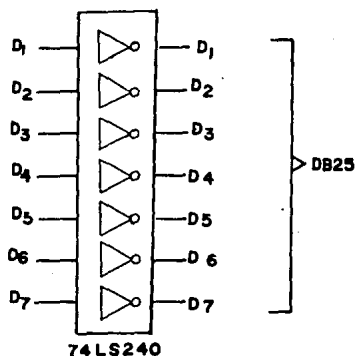
fig.3.5.

Como observamos, utilizo dos fuentes; una para alimentar la parte mecánica (motor) y los puntos de luz, y otra para alimentar el circuito electrónico. La razón de esto es simple. El motor induce mucho ruido en la línea que lo alimenta, por esto es común que en aparatos donde se combinan motores y dispositivos electrónicos existan dos fuentes de alimentación (salvo que el dispositivo electrónico se vaya a utilizar para controlar el motor).

### 3.4. Circuito Digital.

Debido a que la salida del comparador de voltaje está ya dentro de los rangos de los niveles TTL. Simplemente y con fines de seguridad, colocaremos un buffer TTL el 74LS240. El capacitor que se encuentra junta a éste es para evitar ruido.

La salida de este buffer es la que va al conector DB-25p, misma que ajusta con la tarjeta de control. La señal de tierra de este circuito es la misma tierra que se utiliza en el comparador y que se manda a la computadora.



### 3.5. Ruido

Manejando una definición simple de ruido como la percepción de alguna señal no deseada, explicamos a continuación algunos filtros para evitar un poco el ruido.

Como se ha mencionado, utilizamos capacitores de 0.01 uF. para evitar un poco el ruido sobre los sensores al momento de entrar en el comparador, pues, de este modo lograremos que esta señal disminuya un poco su oscilación.

Se observó que mucho del ruido era proveniente de la luz del medio, la que excitaba los fototransistores ocasionando señales de marcas que no existían en las hojas. Para evitar esto, se colocó una especie de cortinas a la entrada del lector de esta forma disminuyó de manera significativa este ruido ocasionado por el medio ambiente. Apesar de las cortinas, no se recomienda que las ranuras de entrada y salida sean orientadas a la luz que proviene de alguna ventana o foco.

Aún después de tener precaución de tratar de eliminar el ruido, se encontró basura en la recopilación de los datos en la computadora, para eliminar esto se deben de realizar un filtrado de esta información.

## CAPITULO 4.

### Operación del Sistema:

En esta etapa del proyecto, se comprobó que la computadora está recibiendo información del lector, instalando la tarjeta, conectando esta a el lector e introduciendo algunas hojas de prueba.

Una vez recibido los datos en la computadora a través del puerto paralelo, el siguiente paso es eliminar los datos que no corresponden a la información que se desea obtener y que llega por causas tales como el espesor no uniforme de las hojas, marcas involuntarias en el papel, ruido en el circuito electrónico, etc..

Recordemos que sólo colocamos ocho sensores, pero que uno lo utilizamos como señal de referencia, por lo que nos reduce la palabra de datos a siete bits correspondientes a siete sensores.-  
Recomiendo aterrizar el bit que no estamos utilizando.

Facilitará la lectura de las hojas el poner dos marcas, una de inicio del area de datos (o renglones) y marca de fin de la misma.

Se plantean dos alternativas:

- 1)<sup>17</sup> Hacer un programa que almacene cuantos datos reciba del puerto después de la marca de inicio y hasta la marca de final.-  
Con la información almacenada, podríamos filtrarla por métodos

<sup>17</sup> Esta opción no la llevó a cabo

matemáticos y posteriormente sacar conclusiones de los datos que debió leer. Y aquí debemos tener en cuenta que estamos suponiendo que las hojas pasan a una velocidad constante, cosa que no es cierta.

2) Esta opción que sería tomar una segunda columna como sensor de respuesta, de modo que cuando ésta señal sufra algún cambio nos indique que los datos que se recibirán a continuación serán datos de respuestas a un renglón. Este método sacrifica un sensor a cambio de determinar con exactitud y de manera confiable, que datos de respuestas correspondientes a un renglón.

Nótese que ahora solo podremos monitorear respuestas en seis columnas.

#### Calibración:

En este punto podemos incrementar o disminuir la sensibilidad del aparato.

Se trara de ajustar las resistencias variables (PRESETs), de modo que los voltajes que entran a cada comparador sean parecidos. Y dejar el voltaje de la señal de referencia un poco más abajo que el resto de las señales.

...Que tanto más abajo que el resto dependerá de varios factores, pues primeramente debemos considerar la histéresis de los comparadores. Si observamos los rangos de variación de la señal debido a la histéresis es muy significativo. También debemos considerar que el espesor de la hoja de papel nó es perfectamente uniforme.

Para calibrar, se debe ajustar la señal de referencia de

forma que cuando sea sensada una hoja en blanco no se dispare ningún sensor. Lo que haremos será, ajustar los sensores de manera que todos presenten un voltaje semejante, dejando la señal de referencia un poco más abajo, como lo indicamos anteriormente<sup>10</sup>.

#### 4.1. Software de Base para la Operación del Sistema

El siguiente paso es desarrollar una rutina de lectura que cumpla con lo siguiente puntos:

- que este en espera de la señal de respuesta para adquirir información.
- que verifique o realice varias lecturas de cada respuesta para confiabilidad de la misma.
- que identifique cuando empieza la hoja de encuesta y cuando termina.
- el saber cuantas respuestas debe de recibir es conveniente para verificar que no exista algún error.

Una vez que tenemos la información en la computadora, la forma de procesarla puede variar, en este estudio se presenta una forma de hacer esto.

Es recomendable que las rutinas de lectura se realicen en lenguajes de rápida ejecución, de preferencia en ensamblador.-

<sup>10</sup> Estos ajustes los llevé acabo una vez conectado el lector a la computadora

Pues, aparte de asegurar un mayor número de lecturas de cada respuesta, se facilita la verificación de la información bit a bit.

Se realizaron programas en BASIC, ya que, este lenguaje es común en los equipos de computo. El chequeo del bit de respuesta se llevo a cabo utilizando operaciones booleanas.

El bit que nos interesaba era el octavo bit o bit más significativo ((MSB<sup>1\*</sup>) ó  $b_7$   $b_6$   $b_5$   $b_4$   $b_3$   $b_2$   $b_1$   $b_0$ ), por lo que se llevo a cabo una operación OR del dato con la cifra 127, esto daría puros unos en los bits del  $b_6$  al  $b_0$ .

$$\begin{array}{r}
 \text{dato} \quad b_7 \quad b_6 \quad b_5 \quad b_4 \quad b_3 \quad b_2 \quad b_1 \quad b_0 \\
 \text{OR} \quad \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \\
 \hline
 b_7 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1
 \end{array}$$

fig 4.1.

Si comparamos el resultado " $b_7$  1 1 1 1 1 1 1" y este es igual a 255  $b_7$  es "1" y si es igual a 127 es "0".

En los siguientes programas propongo algunas ideas de como procesar la información que obtengamos del puerto.

\* Most Significant Bit

```

5 ' programa de lectura
6 ' programa para leer y discernir si se trata de un dato deseado
7 ' o no.
8 ' programa realizado el 18 de octubre de 1987 por Eugenio Navarro
10 CLS: DIM B(500), A(10): KEY OFF
20 LOCATE 25, 10: PRINT "7 6 5 4 3 2 1 0"
30 GOTO 771, 130
40 B=INP(769): IF B=254 THEN 40
44 '
45 ' pues si se trata de el dato 254 esta leyendo puros "is" [iii iiii]
46 ' la linea 30 simplemente nos permitira suspender la lectura
47 '
50 G%=INKEY$: IF G%(>)" THEN END
54 '
55 ' operaciones booleanas para identificar la marca de dato de respuesta
56 '
60 A1=B OR 127: IF A1=255 THEN PRINT B; TAB(10);: NN=B: GOSUB 80
70 GOTO 40
80 ' rutina de conversion decimal a binario
90 ' PROGRAMA EUGENIO NAVARRO
100 ' dimenciono arreglos
110 B=2: FOR I=1 TO 8: A(I)=0: NEXT I: I=0
120 I=0: N=NN
130 C=N
140 ' calculo su equivalente en la base b
150 WHILE (C>B)
160 I=I+1
170 C=INT(N/B)
180 A(I)=N-INT(B*C)
190 N=INT(N/B)
200 WEND
210 ' calculo el ultimo digito de la transformacion
220 I=I+1
230 A(I)=C
240 ' imprimo el vector
250 FOR J=1 TO 8: IF -A(J) THEN PRINT " ";: GOTO 270
260 PRINT "*" ;
270 NEXT J: PRINT: RETURN

```



#### 4.2. Aplicaciones.

Después de haber observado algunas sugerencias de como utilizar el lector. Observemos un ejemplo.

Primero, obtengamos el ejemplo de las hojas de datos a procesar se desarrollen en el mismo equipo que hemos de utilizar. Para esto recordemos que en las hojas debemos hacer una marca que indique al lector la existencia de algún dato. Esta señal, deberá estar a la misma altura que el renglón de respuesta como se muestra en la figura:

		Opciones					
preguntas:		a	b	c	d	e	f
1.		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
2.		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
3.		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
4.		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
5.		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
n.		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

Comercialmente a este tipo de L.O.M. se les utiliza para:-  
generar reportes de calificaciones. procesar encuestas. control  
de inventarios. control de producción. reportes de pacientes.  
procesar test psicológicos. etc.

#### 4.4.2.1. Procesamiento de Encuestas

Se propone la aplicación de este lector como solución  
práctica a problemas tales como el procesamiento de encuestas de  
opción múltiple. Para lo cual deberemos crear la hoja de muestra  
tal y como lo hemos mencionado y desarrollar un programa que  
procese encuesta por encuesta. De modo que se lleve un control  
estadístico de las respuestas en cada encuesta .

A continuación presento dos programas, uno que nos permitirá  
elaborar la hojas de muestra en la computadora y otro que  
procesará la información :

ESTA TERCERA COPIA  
SALIA DE LA BIBLIOTECA

Programa de Generación de Encuestas

```
10 CLS:KEY OFF:WIDTH 80:SCREEN 0,0,0
20 ' ***** RUTINA DE PRESENTACION
30 PRINT :PRINT
40 PRINT " Este programa nos permite el crear una encuesta de
opcion mul-"

50 PRINT " tiple."
60 PRINT " Una encuesta con 6 variables, las cuales pueden o
no combinar-"
70 PRINT " se. Nos permite manejar hasta un total de 20 preguntas
"
80 PRINT " Recuerde que las preguntas deberan medir no mmas de
90 caracte-"
90 PRINT " res, de lo contrario el o los renglones excedentes,
nos restaran "
100 PRINT " preguntas." --
110 C1=0:DIM A$(30,3),R(30),L(30),TIT$(2),D(2)
120 PRINT:PRINT "desea continuar ?":O$="s":GOSUB 1030
130 IF O$="n" OR O$="N" THEN END
140 PRINT:PRINT "Desea llamar alguna encuesta ya hecha
?":PRINT " C = catalogo":O$="n":GOSUB 1030
150 IF O$="c" OR O$="C" THEN CLS:PRINT:PRINT:FILES "*.enc":GOTO
140
160 IF O$=="s" OR O$="S" THEN GOSUB 1300:GOTO 350
170 PRINT
180 ' ***** RUTINA DE recoleccion de datos
190 CLS:PRINT
200 INPUT "Titulo de la encuesta:":TIT$(1)
210 INPUT "Subtitulo de la encuesta:":TIT$(2):PRINT
220 PRINT " Para terminar su la edicion de <CR> al inicio
...":PRINT
230 C1=C1+1
240 PRINT "pregunta ";C1;". "
250 LINEE INPUT A$(C1,1) --
260 IF A$(C1,1)="" THEN 350
270 LINE INPUT A$(C1,2)
280 LINE INPUT A$(C1,3):PRINT C1;". "
290 FOR I=1 TO 3:PRINT A$(C1,I)
300 IF LEN(A$(C1,1))>=90 THEN PRINT "muy larga ...":GOTO 240

310 NEXT I:PRINT "correcto ?..."
320 O$="s":GOSUB 1030
330 IF O$="n" OR O$="N" THEN 240 ELSE 230
340 C1=C1-1
350 REM rutina de presentacion de acomodo
360 C1=C1-1
370 CLS:PRINT:PRINT " El orden de sus preguntas fue:":PRINT
380 FOR I=1 TO C1:PRINT I;".-":FOR J=1 TO 3:PRINT A$(I,J):NEXT
```

```

J:PRINT
390 IF I/4=INT(I/4) THEN GOSUB 1030
400 NEXT I
410 PRINT:PRINT:PRINT " Desea cambiar el intercambiar el orden
de alguna ?":OO$="n":GOSUB 1030
420 IF O$="n" OR O$="N" THEN 450
430 REM ***** envio a la subrutina de reacomodo
440 GOSUB 1120:GOTO 350
450 REM rutina de reedicion
460 PRINT " Desea editar alguna pregunta ?":OO$="n":GOSUB 1030

470 IF O$="n" OR O$="N" THEN 490
480 GOSUB 1160:GOTO 350
490 REM ***** rutina de restricciones
500 CLS:PRINT:PRINT " 99 = todas las preguntas ":PRINT
510 INPUT " En cuantas pregunta se permite mas de una respues:"-
:N
520 IF N=99 THEN GOSUB 1240
530 IF N<0 THEN 500
540 IF N<0 THEN 1210
550 ' ***** rutina de impresion de la hoja muestra
560 CLS:WIDTH 40:PRINT:PRINT:PRINT
570 PRINT " Prepara la impresora y ajusta"
580 PRINT " la cabeza de la misma con el bor-"
590 PRINT " de de la hoja ..."
600 PRINT:PRINT " LISTO ?...":OO$="s":GOSUB 1030
610 IF O$="n" OR O$="N" THEN GOSUB 1030
620 CLS:PRINT:PRINT
630 PRINT " Espera un momento ..."
640 '
650 OPEN "o",1,"LPT1:"
660 WIDTH #1,140
670 E3$=CHR$(135)+CCHR$(135)+CHR$(135)+CHR$(135)+CHR$(135)

680 E2$=CHR$(135)+CHR$(135)+CHR$(135)+CHR$(135)
690 E$=" "+CHR$(135)+CHR$(135)+CHR$(-
135)+CHR$(141)
700 EE$="a b c d e f "+CHR$(135)+CHR$(135)+CHR$-
(135)+CHR$(141)
710 F$="[ ][ ][ ][ ][ ]"
720 FA$=E3$+"[ ]"+E3$+"[ ]"+E2$+"[ ]"
730 FB$="[ ]"+E3$+"[ ]"+E3$+"[ ]"+E3$
740 PRINT #1,CHR$(15);CHR$(27);"1":TAB(103)E$
750 FOR I=1 TO 2:D(I)=LEN(TIT$(I)):D(I)=(90-D(1))/2
760 PRINT #1,TAB(D(I));TIT$(I);TAB(102)E$
770 NEXT I
780 PRINT #1,TAB(102)E$
790 PRINT #1,TAB(102)E$
800 PRINT #1,TAB(102)FA$
810 PRINT #1,TAB(102)FB$
820 PRINT #1,TAB(102)E$
830 PRINT #1,TAB(102)EE$

```

```

840 FOR I=1 TO C1
850 PRINT #1,I;". ";TAB(7)A$(I,1);TAB(102)F$
860 IF A$(I,2)=" " THEN 900
870 PRINT #1,TAB(33)A$(I,2);TAB(102)F$
880 IF A$(I,2)=" " THEN 900
890 PRINT #1,TAB(3)A$(I,3);TAB(102)E$
900 PRINT #1,TAB(102)E$
910 PRINT #1,TAB(102)E$
920 NEXT I
930 PRINT #1,TAB(102)FBS
940 PRINT #1,TAB(102)FBS
950 PRINT #1,TAB(102)E$
960 PRINT #1,TAB(102)E$
970 PRINT #1,CHR$(18)+CHR$(12)
980 CLS:WIDTH 80
990 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
1000 PRINT "Desea guardar esta encuesta ?":GOSUB 1030
1010 IF O$="s" OR O$="S" THEN GOSUB 1260
1020 PRINT:PRINT:PRINT TAB(20);" gracias ...":END
1030 REM rutina de si o no
1040 X=CSRLIN-1
1050 LOCATE 25,10:PRINT "respuesta:":INPUT"(s/n)";O$
1060 IF O$="" THEN O$=O0$
1070 LOCATE 25,10:PRINT " ";
1080 IF O$="c" OR O$="C" THEN RETURN
1090 IF O$<>"s" AND O$<>"S" AND O$<>"n" AND O$<>"N" THEN 1050

1100 LOCATE X,1:RETURN
1110 STOP
1120 ' ***** subrutina de reacomodo
1130 PRINT:PRINT:INPUT "Proporcione los numeros de las dos
preguntas a intercambiar (a,b):",A,B
1140 FOR I=1 TO 3:SWAP A$(A,I).A$(B,I):NEXT I
1150 RETURN
1160 ' ***** subrutina de reedicion
1170 PRINT:INPUT "Proporcione el numero de la pregunta a editar:-
",A
1180 FOR I=1 TO 3:PRINT A$(A,I):NEXT I
1190 PRINT A;".-":FOR I=1 TO 3:LINE INPUT B$:IF B$<>" " THEN
A$(A,I)=B$
1200 NEXT I:RETURN
1210 REM subrutina de restricciones
1220 FOR I=1 TO N:PRINT "en que preguntas se permiten mas de una
respuesta:";
1230 INPUT R:INPUT "cuantas:1(R)=p:NEXT I:RETURN
1240 REM rutina restriccion en todas las preguntas
1250 PRINT "aun no disponible":RETURN
1260 ' rutina para guardar el archivo de encuesta
1270 PRINT:PRINT:INPUT "Bajo que nombre:":NOMBRES$
1280 OPEN "o",2,NOMBRES$+".enc"
1290 FOR I=1 TO C1:FOR J=1 TO 3:PRINT #2,A$(I,J):NEXT J,I:RETURN

```

```
1300 ' rutina para traer el archivo de encuesta:c1=0
1310 PRINT:PRINT:INPUT "Bajo que nombre fue guardado:";NOMBRES
1320 OPEN "1",2,NOMBRES+".enc"
1330 IF EOF(2) THEN RETURN
1340 C1=C1+1:FOR J=1 TO 3:LINE INPUT #2,AS(C1,J):NEXT J:GOTO 1330
```



Programa de Procesamiento  
de datos

```
10 ' la caracteristica en este es que primero senso la ubicacion
de el bit
20 ' de renglon y luego proceso por tramos
30 INPUT "numero de respuestas:";NNN
40 IF NNN=0 THEN END
50 QQ$=""                abcdef ":KEY OFF
60 CLS:DIM B(5000),A(10),D(40),E(8),C(30):FOR I=1 TO 7:READ
E(I):NEXT I
70 DIM M(30,7),S(30),P(30,6)
80 DATA 252,250,246,238,222,190,126
90 PRINT
100 OUT 771,130:C=0:LOCATE 25,1:PRINT QQ$:COLOR 0,7:PRINT
"pendiente ...";
110 COLOR 7,0:PRINT:MARC1=-1:C1=0:C3=0:C=0
120 B=INP(769):IF B=0 THEN 130 ELSE CLS:LOCATE 10,1:PRINT
"recibiendo ...":LOCATE 25,1:PRINT QQ$::LOCATE 8,1:GOTO 160

130 Q$=INKEY$:IF Q$="" THEN 120
140 IF Q$=CHR$(13) THEN 750
150 GOTO 120
160 REM
170 REM filtrado de reduccion de limites y marcas
180 REM eliminacion de datos menores a 126
190 PRINT
200 B=INP(769)
210 IF B=0 THEN 310
220 C=C+1:B(C)=B
230 A=B(C) OR 127:D=INT(A/255)
240 IF MARC THEN 260
250 IF D=0 THEN MARC=-1:C3=C3+1:D(C3)=C1
260 IF -D THEN MARC=0
270 FOR I1=1 TO 6:IF B(C)=E(I1) THEN 290
280 NEXT I1:GOTO 300
290 C1=C1+1:B(C1)=B(C)
300 GOTO 200
310 PRINT:CCOLOR 0,7:PRINT "fin de la transmision. ";:COLOR 7,0
320 PRINT " de";C;" a ";C1;" datos !!!":COLOR 7,0:PRINT:C=0
330 PRINT :PRINT C3:". marcas.":C=1
340 REM filtrado de repeticion
350 PRINT
360 FOR H=2 TTO C3
370 B(H-1)=B(D(H))
380 NEXT H
390 PRINT
400 REM presentacion
410 REM
420 FOR I1=2 TO H-1:NN=B(I1)
430 FOR IJ=1 TO 6
440 IF NN=E(IJ) THEN 450 ELSE 460
```



```

450 M(I-1,IJ)=M(I-1,IJ)+1:GOTO 470
460 NEXT IJ:STOP
470 PRINT "marca ":I1-1:TAB(15);B(I1):TAB(25)::GOSUB 530
480 IF NNN=I1-1 THEN 500
490 NEXT I1
500 I1=I1-1
510 IF I1<>NNN THEN BEEP:PRINT "Error ....":PRINT "verifica
!!!":BEEP
520 NNNN=NNNN+1:LOCATE 25,40:PRINT "hoja:":NNNN::GOTO 90
530 ' rutina de converscion decimal a binario
540 ' PROGRAMA EUGENIO NAVARRO
550 ' dimencione arreglos
560 B=2:FOR I=1 TO 8:A(I)=0:NEXT I:I=0:A#=""
570 I=0:N=NN
580 C=N
590 ' calculo su equivalente en la base b
600 WHILE (C>B)
610 I=I+1
620 C=INT(N/B)
630 A(I)=N-INT(B*C)
640 N=INT(N/B)
650 WEND
660 ' calculo el ultimo digito de la transformacion
670 I=I+1
680 A(I)=C
690 ' imprimo el vector de forma contraria
700 FOR J=2 TO 8
710 IF -A(J) THEN A#=#+"-" ELSE A#=#+"*"
720 NEXT J
730 PRINT A#
740 RETURN
750 REM
760 REM
770 CLS
780 PRINT:PRINT"Reporte:"
790 PRINT "total de hojas:":NNNN
800 PRINT "con la siguiente distribucion ..."
810 PRINT TAB(11):"a b c d e f"
820 FOR I=1 TO NNN
830 PRINT I:". ";TAB(10);
840 FOR J=1 TO 6
850 PRINT M(I,J);
860 NEXT J:PRINT
870 NEXT I
880 REM ***** CALCULO DE MEDIANAS
890 FOR I=1 TO NNN
900 S=0:M=M(I,6):ZZZ=6
910 FOR J=1 TO 6
920 IF M<M(I,J) THEN M=M(I,J):ZZZ=J
930 NEXT J:S(I)=ZZZ
940 NEXT I
950 REM ***** presentacion

```

```
960 REM
970 FOR I=1 TO NNN
980 PRINT I: ".-";TAB(10);S(I)
990 NEXT I
1000 END
```

## CAPITULO 5

### 5. Conclusiones:

Primero haremos hincapié en la gran diferencia que hay entre proponer un proyecto simplemente por escrito y llevar a cabo un modelo físico del proyecto propuesto; pues en este desarrollo nos percatamos que es mucho más tardado hacer el modelo físico, que hacer simplemente un estudio en el papel. De este estudio confirmamos que un minuto de planeación nos puede ahorrar muchas horas de trabajo.

Una de las consideraciones que ocasionó mayores problemas fué el suponer que la translucidez de las hojas de papel es uniforme.

El potencial de una computadora es enorme, específicamente las computadoras P.C. poseen una gran versatilidad en cuanto al ciclo de respuesta y capacidad de almacenamiento. Se reconoce que existen otras computadoras personales con mayor velocidad de respuesta que la utilizada en el presente trabajo.

En la actualidad la mayoría de las computadoras son sub-utilizadas pues se desconoce su gran potencialidad para desarrollar trabajos. Esta razón nos hace pensar que tarjetas como la que se plantea, facilita la adquisición de datos dentro de la industria y la investigación. Y el L.O.M. como el que se sugiere permitiría un mejor aprovechamiento de las computadoras.

Como parte de este estudio se llevó a cabo un prototipo del sistema. Para este desarrollo se utilizó una computadora Columbia-Printaform Modelo VPC 1600. El sistema se ha probado además

en una computadora Columbia PC-1600 y en una Multitéc-5207.

Considero que este estudio ha sido un éxito, desde el punto de vista operativo. Aunque sabemos que, como todo, es posible de mejorarse.

En el capítulo 3 se planteó que se esperaba lograr un dispositivo económico. En este aspecto se recopiló lo siguiente:

Siendo el mes de Noviembre de 1987, la compañía "Equipos Opticos de Reconocimiento, S.A. de C.V." proporcionó una cotización de un lector óptico de marcas importado, manufacturado por la compañía "National Computer Systems" modelo Sentry 3000 (Optical Marc Reader) con un costo arriba de \$ 3,500,000.- (Tres mil quinientos dólares).

El costo final del nuestro prototipo fué el siguiente:

-Caja de madera	10.000.-
-Placa de fibra de vidrio para la tarjeta	12.000.-
-Placa de fenólica para circuitos varios	7.500.-
-8 PRESET 100 Kilos	2,800.-
-8 LM311	8,000.-
-8 resist de 100 kilos	200.-
-8 resist de 1 kilo	200.-
-10 capacitores de .01 uF	1.500.-
-2 capacitores de 2200 uF	1.200.-
-10 diodos	2,250.-
-Rodillos de aluminio (material y maquilado)	10,000.-
-Banda de grabadora	600.-
-Motor de grabadora	5,000.-
-Tres transistores 3055	12,000.-
-4 C.I. 74ls240	6,608.-
-1 C.I. 74LS245	2,500.-
-1 C.I. 74LS133	3,450.-
-1 PPI	14,600.-
-1 DB_25M	2,850.-
-1 DB_25H	22,850.-
-2 metros de cables 18 líneas	5,700.-
-9 fototransistores L13H14	9,680.-
-1 C.I. 741	870.-

-1 transformador de 12 volts	13,000.-
-1 lata de barniz en aerosol	10,100.-
-Varios (resistencias y capacitores tornillos e interruptores)	5,050.-
<b>total</b>	<b>148,498.-</b>

La diferencia es tan marcada, porque debemos tener en cuenta que siendo un lector de importación deber pagar impuestos de importación y además debe dejar una ganancia al distribuidor aquí en México. Por otro lado el lector Sentry 3000 posee características distintas a nuestro prototipo, por ejemplo:

características	Sentry 3000	L.O.M.
- capacidad para procesar hojas de distintos colores	si	si
- capacidad para generar la hoja de encuesta	no	si
- puerto de comunicación en paralelo	no	si
- capacidad de realizar cálculos matemáticos a partir de los datos adquiridos	si	si
- posibilidad de cambiar la posición de las columnas de reconocimiento	si	no
- alimentador automático de hojas opcional	si	no
- puerto de comunicación RS-232c	si	no
- micro-controlador interno	si	no
- impresora integrada	si	no
- capacidad de almacenar información	no	si
- capacidad para ajustar la sensibilidad	si	si
- auto-calibración	si	si

Analizando las características podemos concluir que aunque los dos sistemas pueden ser utilizados para realizar las mismas tareas, han sido diseñados con diferentes filosofías. Pues el Sentry 3000 es un sistema de L.O.M. independiente que permite rendir informes a la computadora. Mientras que nuestro L.O.M. es un dispositivo que en conjunto con la computadora constituye lo equivalente al Sentry 3000.

Las evaluaciones por etapas se hicieron mediante los

siguientes equipos<sup>20</sup>:

descripción	marca	modelo
- osciloscopio	Tektronix	SC 504
- universal counter	Tektronix	DC 509
- generador de funciones	Tektronix	FG 504
- multímetro	Keithley	191
- generador de funciones	H.P.	3310A
- generador de funciones	H.P.	3310B

Debemos recordar que detrás de esta cifra existen otras significativas de gastos de investigación. Pero aún así, el precio de este prototipo está muy por debajo del precio de un lector de importación. Es más, si incluyésemos el darle un mejor acabado, tendríamos un producto de precio competitivo; y si a esto se le agregase un trabajo de producción en serie, el costo se va a reducir mucho. Un aparato de tecnología mexicana desarrollado con refacciones existentes en el país. Lo que significa mayor seguridad y rapidez en el servicio.

El manufacturar dispositivos de este tipo con tecnología mexicana, ocasionará que divisas que antes salían del país ahora permanescan aquí.

<sup>20</sup> Equipos pertenecientes al Instituto de Investigación en Materiales de la U.N.A.M.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## 6. Bibliografía:

- The 8086 Microprocessor de Walter Triebel & Avtar Singh  
ed. Prentice Hall
- OptoElectronics Applications Manual de los Ingenieros de  
Hewlett Packard  
ed. Mc.Graw Hill
- Integrated-Circuit Operational Amplifiers de George B. Rutkow-  
ski ed. Prentice Hall
- Integrated-Circuit Operational Amplifiers de Robert G. Meyer  
ed. IEEE press
- IBM Technical Reference Manual
- Principio de Electronica de Albert P. Malvino  
ed. Mc Graw Hill
- Digital & Microprocessors de Byron W. Putman  
ed. Prentice Hall
- Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits de Robert  
F. Coughlin & Frederick F. Driscoll  
ed. Prentice Hall
- Manual de BASICA 2.0 de Columbia Data Products Inc.
- Lenguaje de Programación C de Brian W. Kernighan & Dennis  
M. Ritchie  
ed. Prentice Hall
- Multi-Personal Computer Operations Guide de Columbia Data  
Products Inc.

- The Art of Electronics de Paul Horowitz Ed. Cambridge University Press



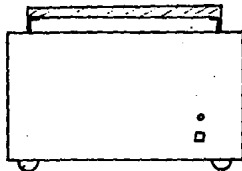
## APENDICE A

### Detalles de Operación

Disposición de cables que llegan al DR-25:

- D<sub>1</sub> rojo
- D<sub>2</sub> rojo c/rayas negras
- D<sub>3</sub> rojo c/rayas blancas
- D<sub>4</sub> negro
- D<sub>5</sub> negro c/rayas verdes
- D<sub>6</sub> negro c/rayas blancas
- D<sub>7</sub> verde
- D<sub>8</sub> verde c/rayas negras

Viendo el lector de frente:



Si levantamos la tapa observaremos un circuito electrónico de cabeza. Este es el circuito de comparación y ajuste de niveles. El primer PRESET de izquierda a derecha es el PRESET de nivel de referencia (generalmente debe estar bajo con respecto a

los demás)  $D_0$ . El segundo es el del sensor del bit de respuesta ( $D_1$ ); el tercero es el sensor del bit de la primera columna de derecha a izquierda ( $D_2$ ); el cuarto es  $D_3$ ; el quinto  $D_4$ ; el sexto  $D_5$ ; el séptimo es  $D_6$ ; el octavo es  $D_7$ .

El bit  $D_0$  siempre deberá estar marcando "0".

Cuando el bit  $D_1$  baje a "0" estaremos sobre la línea de "no respuesta".

A continuación presento una tabla de valores cuando solo se permite una respuesta sola por renglón:

valor decimal	dato $D_7D_6D_5D_4$	$D_3D_2D_1D_0$	marca en la columna
252D	1 1 1 1	1 1 0 0	a
250D	1 1 1 1	1 0 1 0	b
246D	1 1 1 1	0 1 1 0	c
238D	1 1 1 0	1 1 1 0	d
222D	1 1 0 1	1 1 1 0	e
190D	1 0 1 1	1 1 1 0	f
126D	0 1 1 1	1 1 1 0	marca

Observese que los bits uno y cero siempre mantienen su valor, pues el bit uno ( $D_1$ ) presenta el valor "1" cuando existe una respuesta de algún renglón.

## Apéndice B

### Memoria de Calculo:

Las resistencias de los comparadores son de 1/4 Watt de potencia, pues las corrientes son muy pequeñas.

En la fig 3.2, de manera experimental se tiene que para una resistencia de 200 Kilo-ohms cuando tenemos una hoja entre el foco de luz y el fototransistor el voltaje en esta resistencia es de 0.26 volts:

$$V_e = 0.26 \text{ Volts}$$

$$R_e = 200 \text{ K}; \text{ como } I = V / R$$

$$I_e = 1.3 \times 10^{-6} \text{ amp.}$$

Lo anterior significa que los comparadores estaran comparando voltajes entre 0.26 y 0.00 volts.

En la fig. 3.4  $V^- = 0.15$  volts cuando existe una hoja que interrumpa el az de luz y de 4.5 volts cuando no tenemos hoja. En el divisor de voltaje comprendido por  $R_1$  y  $R_2$  fijamos un voltaje de 0.21 volts:

$$V^+ = 6 \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} = 0.21 \text{ volts}$$

De esta forma cuando no tengamos hoja en este circuito, el comparador estara mandando cero volts; pero cuando se interrumpa el az,  $V^-$  caira a 0.15 volts lo que ocasionara una señal de 6

volts a la salida del comparador. Esta saturará el circuito Darlington que accione el reelevador.