

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

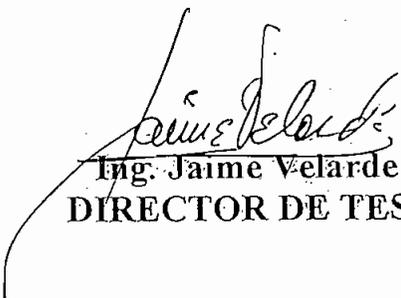
**LECTOR DE RESPUESTAS, MEDIANTE
MARCAS HECHAS EN CASILLEROS DE UN
FORMULARIO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**

BYRON GERARDO HERRERA TALBOT

QUITO, JUNIO DE 1999

Certifico que el presente trabajo de tesis fue realizado en su totalidad por el señor **BYRON HERRERA TALBOT**


Ing. Jaime Velarde
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A MI PADRE

A MI ESPOSA CONSUELO

A MI HIJA DIANA

A MI HIJA JOHANNA

AGRADECIMIENTO

A MI ESPOSA por su compañía, ayuda y apoyo incondicional en todo momento

A MI DIRECTOR DE TESIS Ing. Jaime Velarde por su enseñanza y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A MIS AMIGOS Y FAMILIARES por su compañerismo y voluntad de ayuda.

INDICE

LECTOR DE RESPUESTAS

	Página
PRESENTACION	
- OBJETIVOS	1
- JUSTIFICACION DEL TEMA	1
- FINALIDAD DE LA INVESTIGACION	3
1. CAPITULO I	
DISEÑO DEL LECTOR DE RESPUESTAS	10
1.1 Características del lector de respuestas y su relación directa con la impresora matricial y el computador personal.	17
1.2 Programa de captura de información del lector	19
2. CAPITULO II	
CODIFICACIÓN DE LAS SEÑALES EN CASILLEROS	27
2.1. Modificación de la información tomada por el lector en respuestas del formulario.	28
2.2. Programa de la codificación de las marcas de los casilleros	30
3. CAPITULO III	
CARACTERISTICAS DEL FORMULARIO	37
3.1 Tamaño y estructura del formulario.	37
3.2 Control de errores en el formulario	38
3.3 Elaboración y pruebas de un formulario	40

4. CAPITULO IV

COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES	45
4.1 Comentarios	45
4.2 Recomendaciones	47
ANEXOS	
- ANEXO 1. Programa en el microcontrolador MS8751	49
- ANEXO 2. Programa en el computador personal	56
- ANEXO 3. Manual del Usuario	70
- ANEXO 4. Características de elementos	73
- ANEXO 5. Glosario	89
BIBLIOGRAFIA	92

PRESENTACION

PRESENTACION

OBJETIVOS

- 1) Desarrollar un prototipo de lector de respuestas que permita capturar señales de marcas a través de sensores opto reflexivos, conjuntamente con un programa ejecutado en un microcontrolador
- 2) Codificar casilleros marcados, que constituyen respuestas a interrogantes de un determinado evento, con la ayuda de un programa ejecutado en un computador personal.
- 3) Diseñar el formato para los formularios que se utilicen en la recopilación de información en un trabajo de campo, el mismo que se constituye en el patrón para la verificación de datos.

JUSTIFICACION DEL TEMA

Dado el gran número de trabajos que se efectúan en el campo, como son entrevistas, encuestas, distribución personalizada de documentos, entre otros y teniendo en cuenta que existe la necesidad de obtener los resultados de manera rápida y verás, actualmente toda esta captura de información se realiza de forma manual y visual, tanto en el conteo de los eventos analizados como en el ingreso de datos, control y verificación, en consecuencia, se está sujeto a errores tanto en la digitación como en el “mal manipuleo de la información” por parte del personal que realiza el proceso.

En los tiempos actuales, se tiene la necesidad de buscar y desarrollar formas y procedimientos de trabajo más óptimos en la captura de datos y en la verificación de la información obtenida, con el fin de conseguir resultados inmediatos y veraces a situaciones que se requieran analizar.

En el presente trabajo se da una alternativa práctica en cuanto a su aplicación y calidad en la captura de información de trabajos de campo (encuestas – entregas - entrevistas), que permitirá una rápida captura de datos previamente elaborados, así se tiene que, sobre un determinado producto, se necesitan fijar ciertas condiciones de calidad, cantidad, preferencias, volúmenes, novedades condición social, económica, entre otros, claro está, que abarque con el mayor número de personas encuestadas, para que con todos los resultados que se obtengan se pueda fijar por proyección una respuesta neta buscada. Se debe tener presente que en las encuestas se dan condiciones tales como: a) se requiera preguntar algo sobre un producto respecto a una cualidad particular y se tenga la opción de escoger entre una y varias respuestas ó b) teniendo en consideración todas las preguntas respecto a una cualidad particular de un producto se responda por una u otra respuesta (SI/NO).

Por ello, la consecuencia de automatizar la toma de respuestas a las interrogantes y/o preguntas, que son parte constituyente de una encuesta, lo cual determina que los resultados se obtengan de manera más rápida y veraz. Entonces será preciso conseguir por medio de un dispositivo (lector), como un mecanismo mecánico y electrónico, contrariamente al trabajo netamente manual y visual que se tiene en los procesos de encuestas actualmente.

Para un control y verificación en la lectura de datos se realiza a través de dos programas: uno en el mismo equipo de captura de datos y el otro en un computador

personal (PC), dicha información ya procesada y codificada pasa a formar la base de datos que constituye las respuestas a la actividad que se desarrolla y con la que se puede elaborar una estadística de sus resultados.

La información necesaria que contenga en un determinado formulario, esto es, para un determinado número de preguntas – eventos – situaciones, la ubicación de “marcas” en los casilleros representarán un determinado tipo de respuesta y/o resultado, cabe señalar que el formato del formulario tendrá la doble función, esto es, cada pregunta tendrá sus respuestas y una respuesta para todas las preguntas, dependiendo de la codificación que se utilice y los requerimientos que se proponga en las condiciones iniciales del programa; con ello se conseguirá, alternativas tanto en la recepción de información en el trabajo de campo, en lo que concierne a marcar respuestas implícitas en los casilleros del formulario cuanto la rapidez y veracidad de la información que se va a procesar.

Finalmente se aclara que el prototipo de lector no existe, ni lo hay similares en el mercado, lo que ya existen son los sensores de proximidad reflexiva, pero la manera de colocarlos, el dispositivo al que se van adherir y los usos que se dan son diferentes, pues se trata de sensores adheridos en grupo de cinco a una impresora común estándar, que por supuesto no imprime absolutamente nada sino más bien alimenta al formulario a ser leído y el uso será para fines estadísticos.

FINALIDAD DE LA INVESTIGACION

Realizar un prototipo de lector de datos, que estará implementado con sensores de proximidad reflexivos de señales (1) y colocados en la parte frontal de una impresora, que permitirán receptar señales con lápiz negro (2), colocadas en los

casilleros que se constituyen en “respuestas” a preguntas de un formulario, cuya aplicación dependerá de la codificación que se desee dar, claro está, serán datos capturados con su correspondiente control de validación para finalmente obtener la conformación de una base de datos para su posterior procesamiento.

Existen dos maneras básicas de representar los valores de las variables con las que se desea trabajar, siendo éstas: la representación analógica y la representación digital.

Representación analógica, la variable se representa con un valor de voltaje, corriente o con un indicador que sea proporcional al valor de esa variable, así tenemos por ejemplo un velocímetro de un automotor, un termostato, entre otros. La característica de estas variables representadas de manera analógica es que cambian gradualmente sobre un intervalo continuo de valores.

Variable

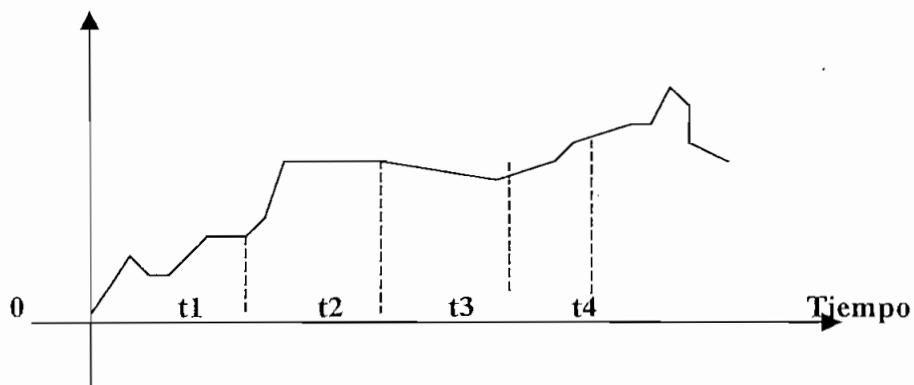


Figura No 1. Representación analógica, cambio continuo en el tiempo

- 1) Dispositivos que por reflexión de señal luminosa de un cuerpo presente, emiten determinada señal
- 2) Los sensores al color negro lo toman como determinante en la reflexión para la señal luminosa

Se debe prever el convertir las entradas analógicas a señales digitales, también procesar la información y convertir en señales analógicas del mundo real, así:

Control de señal analógica

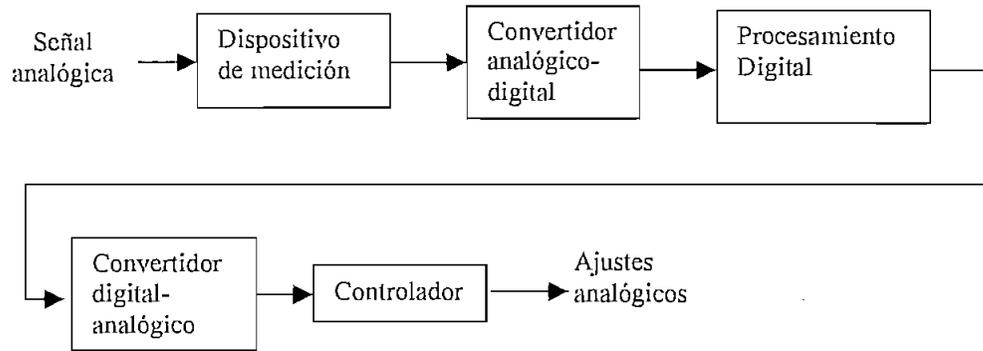


Figura No. 2 Procedimiento para ajustar una señal analógica

Representación digital, la variable se representa con símbolos denominados dígitos, así por ejemplo de un reloj digital, donde la variación de la lectura del tiempo cambia en etapas discretas, la característica de éstas variables es que cambian paso a paso (en forma discreta).

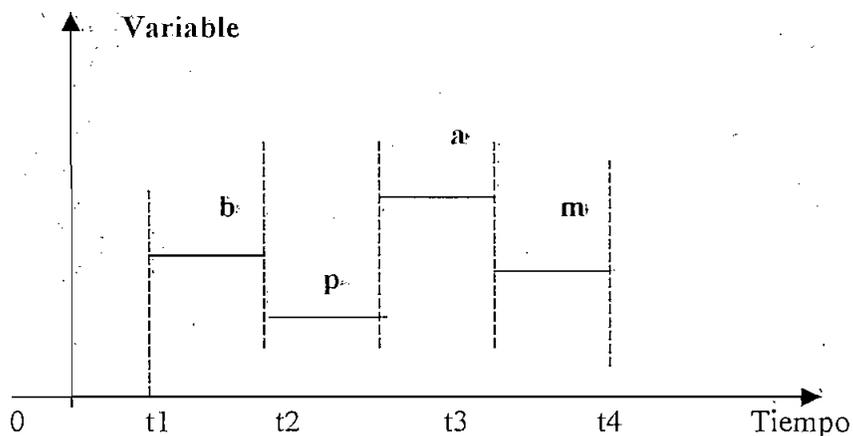


Figura No. 3 Representación digital, valores discretos

En los sistemas digitales, la representación de información se presenta en forma binaria, es decir con dos posibles condiciones, así por ejemplo considerando un interruptor abierto o cerrado y el papel perforado con agujero y sin agujero.

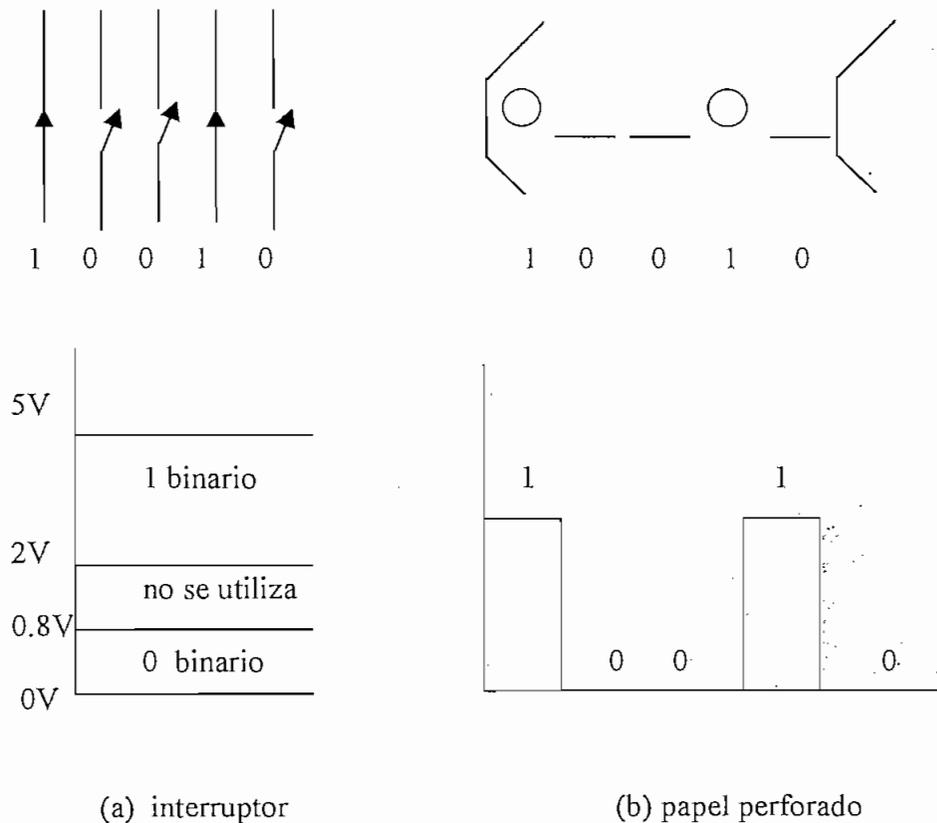


Figura No. 4 a) Medición de conectado 1 desconectado 0 en interruptor
 b) Medición de papel perforado 1 y no perforado 0
 (para los dos casos 1 es nivel de voltaje 1 binario y 0 de 0 binario)

La representación digital es exacta en su lectura pues son valores discretos, mientras que la representación analógica puede estar sujeta a interpretación.

De lo anotado, existen: a) sistemas analógicos que contienen dispositivos que trabajan con cantidades físicas que varían sobre un intervalo continuo de valores y

que se representan en forma analógica y b) sistemas digitales que tienen dispositivos que toman valores discretos pudiendo ser electrónicos, neumáticos, magnéticos e inclusive mecánicos.

Los sistemas digitales generalmente son de fácil diseño, son exactos y precisos, se puede programar su acción, es fácil guardar información, la circuitería integrada es de mayor grado y el ruido no afecta a la medida.

En un sistema digital es indispensable la transmisión de información de un sitio a otro, con transmisión binaria y por lo general de voltajes a la salida del circuito transmisor para ser capturados por los circuitos de entrada del receptor. Dicha transmisión se realiza de manera serial y/o paralela.

Transmisión paralela es aquella que se transmite en forma simultánea, conectando todas las salidas de la transmisión con las entradas de recepción, todas en forma paralela.

Transmisión serial es aquella que se transmite sobre la línea de la señal uno a la vez, en serie a intervalos regulares.

La diferencia entre los tipos de transmisión serial y paralelo como resultado de la velocidad de transmisión es: la transmisión paralela es mucho más rápida pues se transmite la información simultáneamente y la transmisión serial requiere de menor número de líneas de transmisión pues se realiza bit a bit consecutivamente.

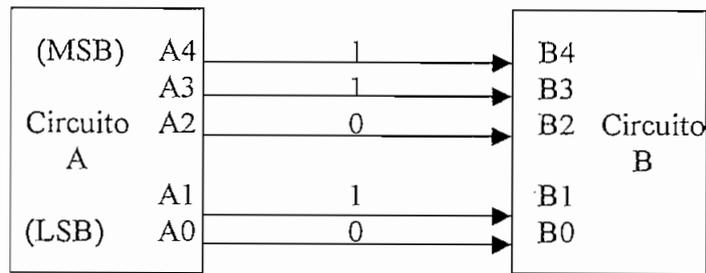


Figura No. 5 Transmisión paralela (datos por todas las líneas a la vez)

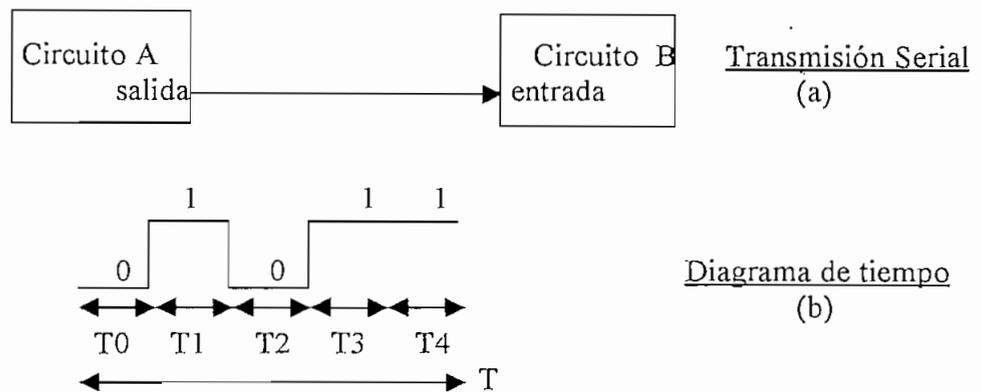


Figura No. 6 a) Transmisión serial (todos los datos por la misma línea)
b) Diagrama de tiempos de Transmisión serial (T_i) y Transmisión paralela (T)

El elemento que ejecuta el control y verificación en la lectura de información del proceso físico es en microcontrolador D8751H, cuyas características son:

- Controlador de 8 bits
- Memoria ROM de 8 Kbyte
- 4 puertos de salida (P0, P1, P2, P3)
- Un puerto específico (puerto 3) es para transmisión serial

La arquitectura de los microcontroladores de la familia MCS 51/52 es:

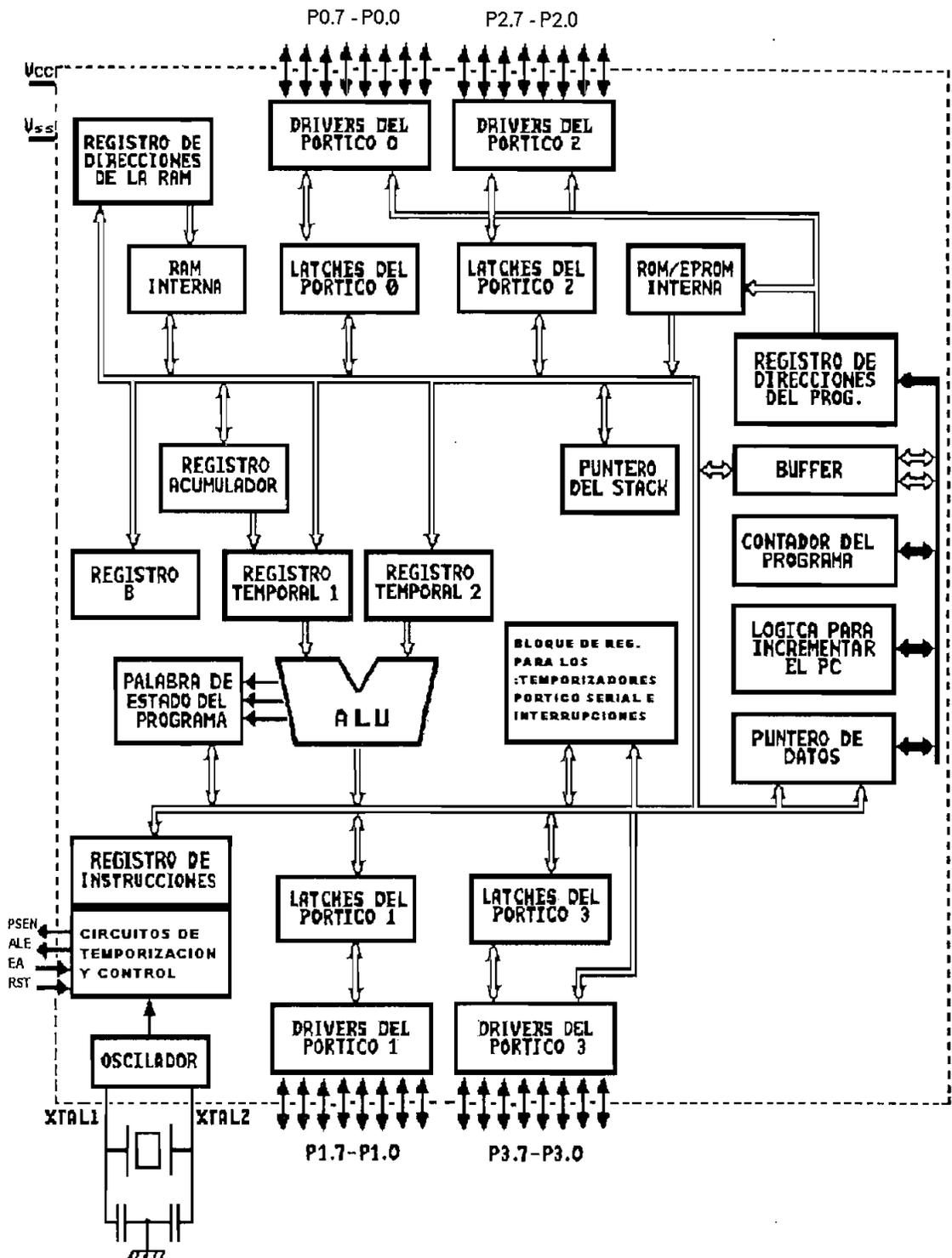


Figura No. 7 Estructura interna del microcontrolador 8751

CAPITULO No. 1

1.- CAPITULO I

DISEÑO DEL LECTOR DE RESPUESTAS

Para el diseño del lector de respuestas se utiliza una impresora matricial, cuya función no es imprimir caracteres sino establecer una sincronización de tiempos entre el movimiento del formulario y el proceso de lectura de información, éste dispositivo se considera como un elemento determinante en la captura automática de información, conjuntamente con el programa que verifica la posición del papel. Finalmente los datos codificados son transmitidos a un computador personal para la visualización de los resultados.

El lector de respuestas, se diseñó y construyó en base al siguiente diagrama de bloques:

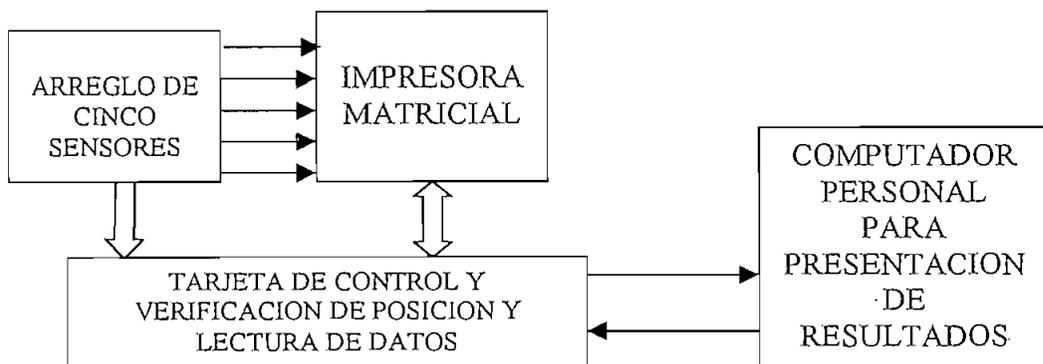


Figura No. I-1 Diagrama de bloques del Lector de Respuestas

Se detalla a continuación cada uno de los bloques que forman el Lector de Respuesta

1. **Impresora**, Epson LX-810 para montaje del lector, a la que se realizó la desconexión de la cabeza de impresión para que su función no sea imprimir, sino solamente alimentar el formulario y avanzar las líneas en el proceso de lectura.

La impresora tiene un diagrama de tiempos para la toma de datos y la correspondiente ejecución de movimiento de "carro", siendo BUSY una señal que transmite la impresora y STROBE la señal que llega a la impresora, DATA es el código o dato que se transmite por la interface de transmisión paralela.

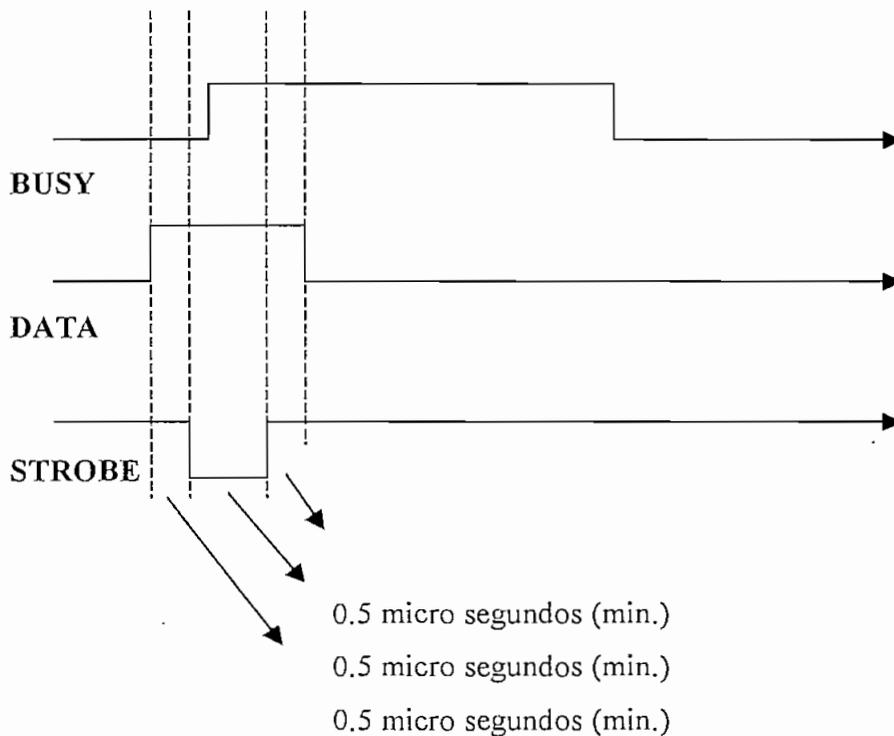


Figura No. I-2 Diagrama de tiempos en la captura de datos en la interfase paralela de la impresora matricial

2. **Sensores de proximidad opto reflexivos**, HOA7081 en número de cinco cuya función es transmitir y recibir señales ópticas que se traducen en señales digitales dependiendo de la presencia o no de la marca en la superficie de reflexión

del formulario, las mismas que se pintan en los casilleros del formulario como respuestas a las preguntas recibidas. Uno de los sensores es exclusivamente utilizado para realizar un control del correcto posicionamiento del papel dentro de la impresora.

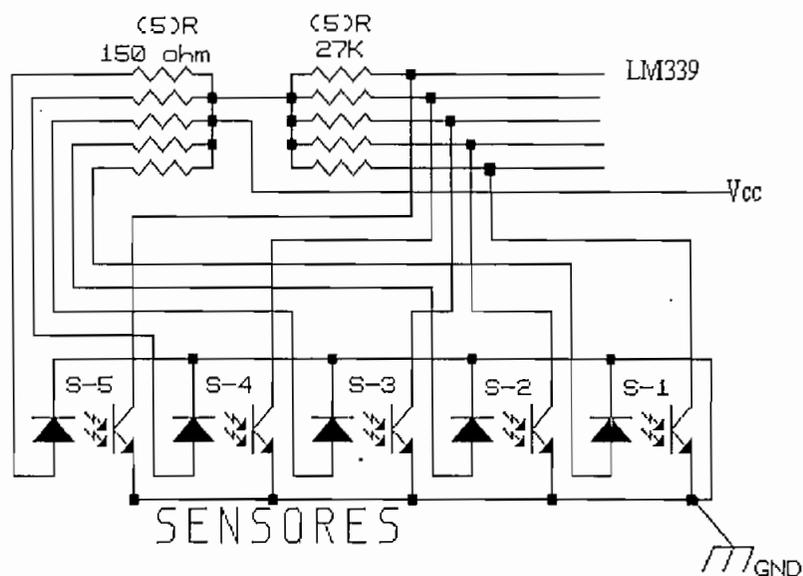


Figura N. I-3 Sensores opto reflexivos con los elementos de polarización

Las resistencias del transistor, se establecieron en base de la distancia óptima de trabajo del sensor (distancia hasta el papel), resultando ser:

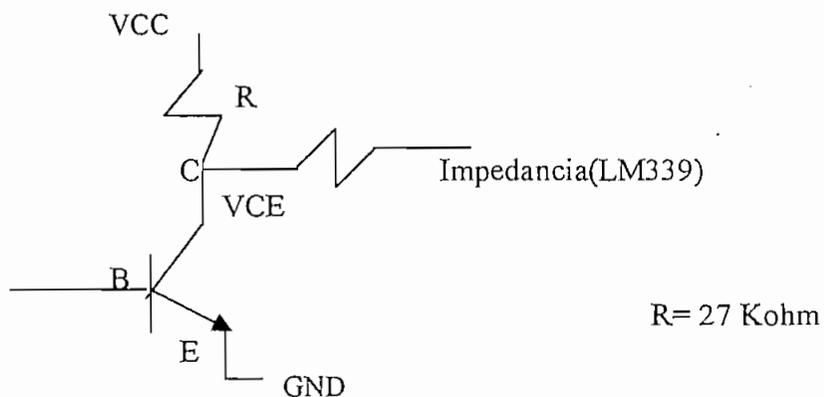


Figura No. I-3.1 Circuito para analizar la resistencia a polarizar el transistor

La resistencia de protección de los “diodos” es igual a $R=(V_{cc}-V_d)/I$: donde $V_d=1.4V$, $V_{cc}=5V$ y si se considera $V_R=V_{cc}-V_d$ y para obtener una iluminación alta $I=25\text{ mA}$., entonces:

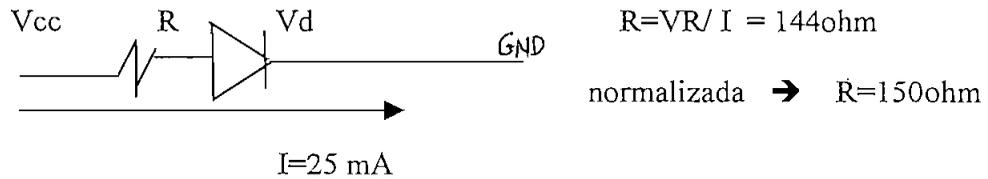


Figura No. I-3.2 Diagrama de polarización de un diodo.

3. **La tarjeta de control**, posee varios elementos que detallamos a continuación
- a) Microcontrolador, D8751H AMD, el mismo que se le utiliza como parte de la tarjeta de control para tomar información enviada por los sensores opto reflexivos como parte de las respuestas del formulario leído, verificación y almacenamiento temporal de la información.

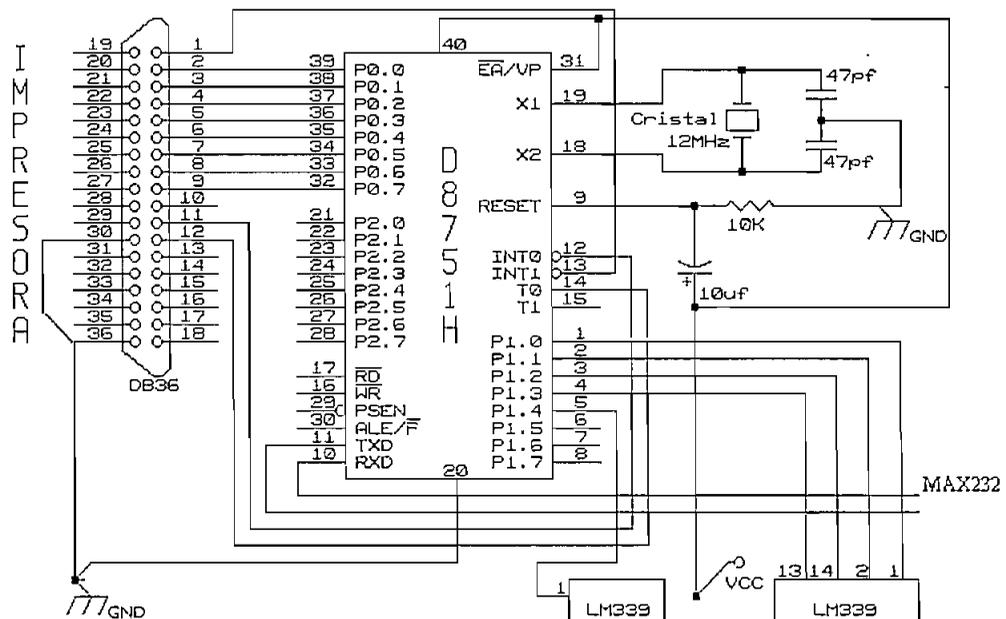


Figura No. I-4 Conexión y distribución de pines del microcontrolador 8751

b) Para el oscilador, los valores de los condensadores, son datos que da el fabricante e igual a 47 pF, para un cristal de 12 MHz el mismo que también se utiliza. La red RC que genera el RESET, está compuesta por una resistencia de 10Kohm y un condensador de 40 μ F que aseguran la activación del RESET al momento del encendido del equipo. Se tendrá en cuenta que el microcontrolador trabaja conjuntamente con el conector DB36 de la impresora, el MAX232 y los comparadores de voltaje LM339.

c) El comparador de voltaje LM339N, utilizado para fijar adecuadamente los dos niveles lógicos de la señal de lectura de los sensores opto reflexivos.

Los valores de resistencia para conseguir el divisor de voltaje no son críticos que para éste caso particular se utilizan potenciómetros de 10Kohm.

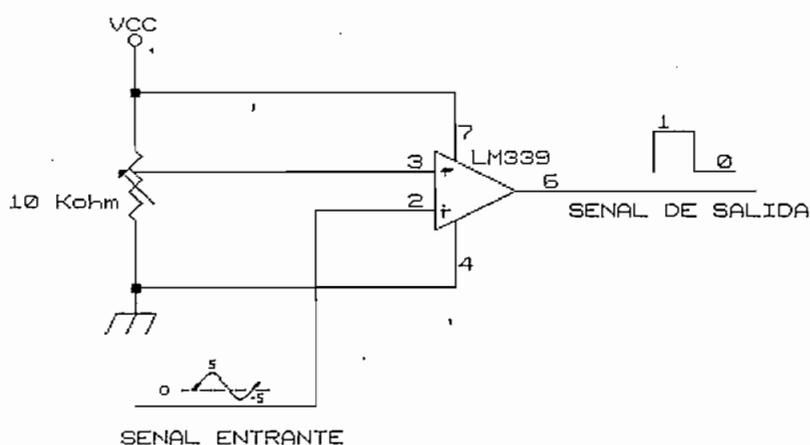


Figura No. I-5 Polarización y conexiones del comparador de voltaje LM339N

d) El driver MAX232, ICL232CPE - H9544 es utilizado como interface entre el microcontrolador y el computador personal en razón del protocolo de comunicación, realice la conversión entre señales TTL y RS232.

Los valores de los condensadores para el MAX232 fueron tomados de los datos del fabricante, es decir 5 condensadores polarizados de 10 uF, tal como lo indica la siguiente figura.

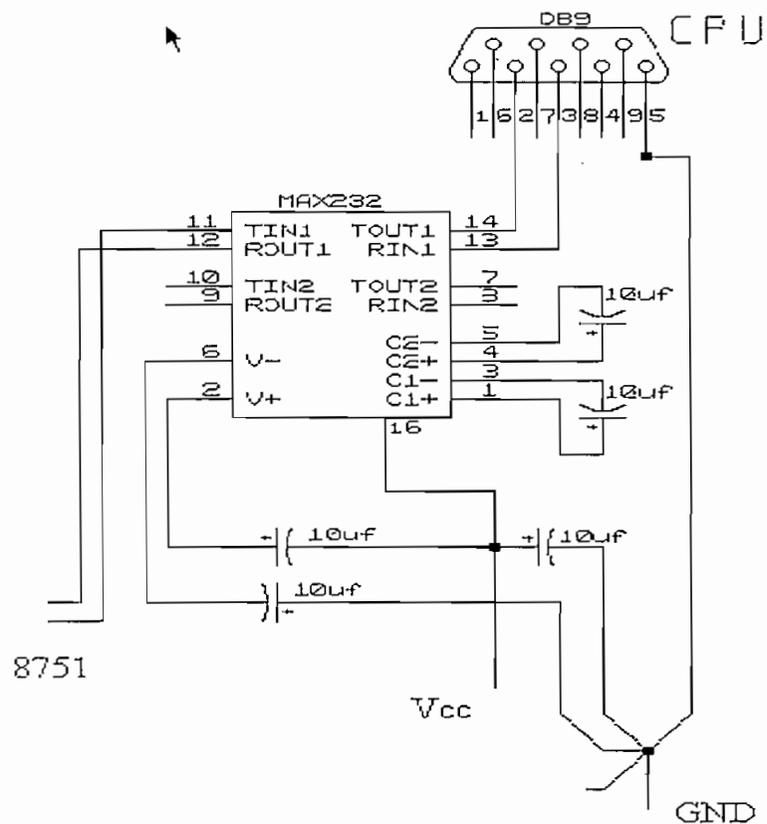


Figura No. I-6 Polarización y conexión del Convertidor MAX232 señales TTL a señales RS232

4. El computador personal, como último bloque del lector de respuestas es empleado para la ejecución del programa de arranque del proceso de lectura y la presentación de resultados, mostrando los distintos formatos de los resultados de acuerdo a las condiciones iniciales que se escogiesen.

1.1 Características del lector de respuestas y su relación directa con la impresora matricial y el computador personal.

El lector de respuestas está conformado por un arreglo de sensores reflexivos cuyo número es: cuatro sensores para la lectura de información (respuestas) y un sensor adicional para el control de colocación y ubicación del papel (formulario).

En el siguiente gráfico por bloques se aprecia el ordenamiento que tienen los cinco sensores que realizan la captura de información por formulario leído.

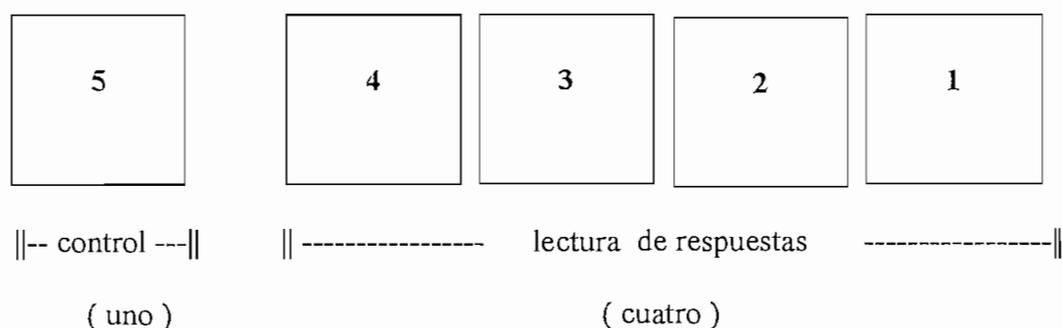


Figura No. I-8 Disposición de los sensores en el lector de respuestas

En el lector de respuestas, el arreglo de sensores, está colocado delante del rodillo de una impresora matricial conectados a la tarjeta de control y comunicación de datos entre el computador personal y la impresora.

La característica determinante de los sensores es la separación que deben tener con el rodillo de la impresora (distancia óptima = d), la misma que resulta ser de 3.9 a 4.3 mm., en la práctica es la distancia entre los sensores y el formulario que posee

los casilleros que representan la posición en la que se ubica la información a ser leída, así como lo indica el siguiente gráfico.

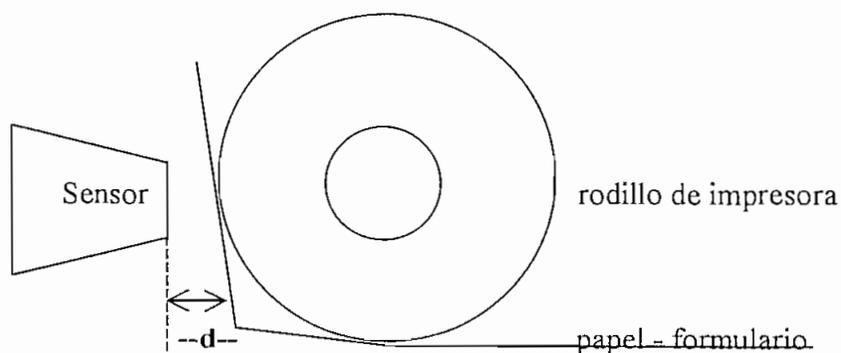


Figura No. I-9 Diagrama de ubicación entre el sensor y papel en la impresora

Los sensores empleados son: HOA708-1 9649, sensores opto reflexivos, en cuyos encapsulados se encuentran juntos el foto transistor y el diodo emisor de luz, las características eléctricas se detallan en ANEXO 4 (sensor opto reflexivo).

Las resistencias para polarizar los sensores, de 150 ohm para los diodos y de 27 Kohm para los foto transistores, valores que han sido obtenidos mediante pruebas para obtener una mejor respuesta en ésta aplicación.

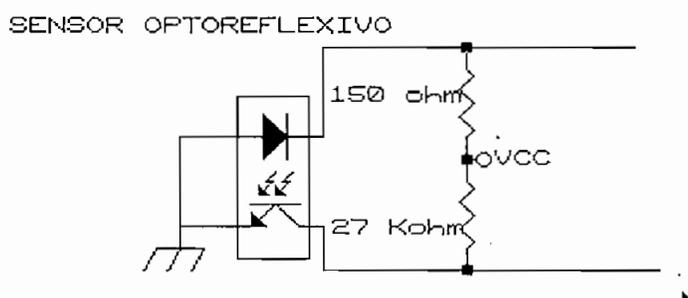


Figura No. I-10 Circuito de polarización del sensor opto reflexivo

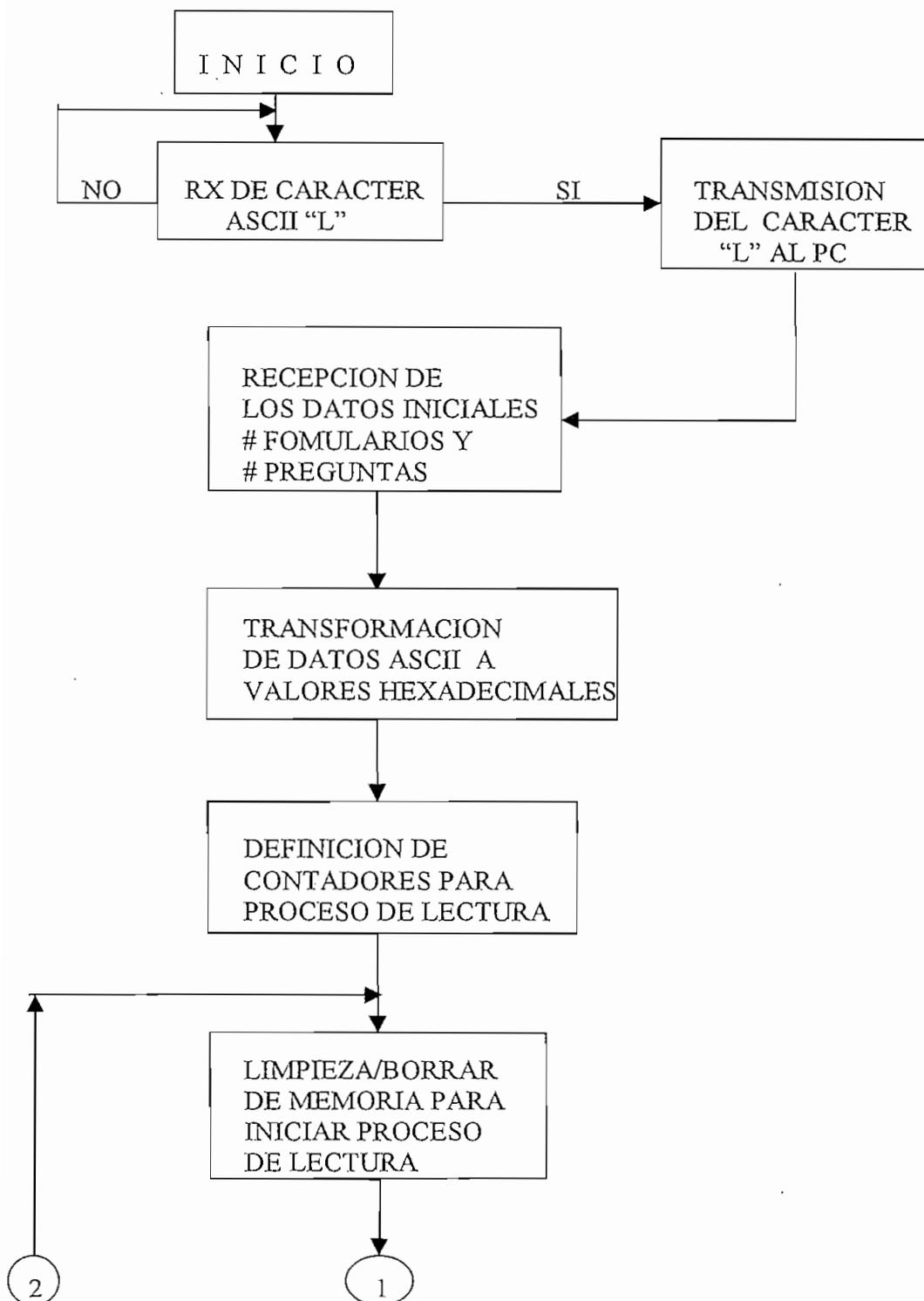
Para la adecuación de niveles lógicos, se utiliza el comparador LM339N el mismo que posee una resistencia variable de 10 Kohm que establece el nivel de voltaje de comparación de la señal de salida de los sensores y como la variación de distancia de la posición en que se hallan los sensores es determinante en cuanto a la capacidad de tomar adecuadamente los datos, cada sensor tubo que disponer de un divisor de voltaje individual.

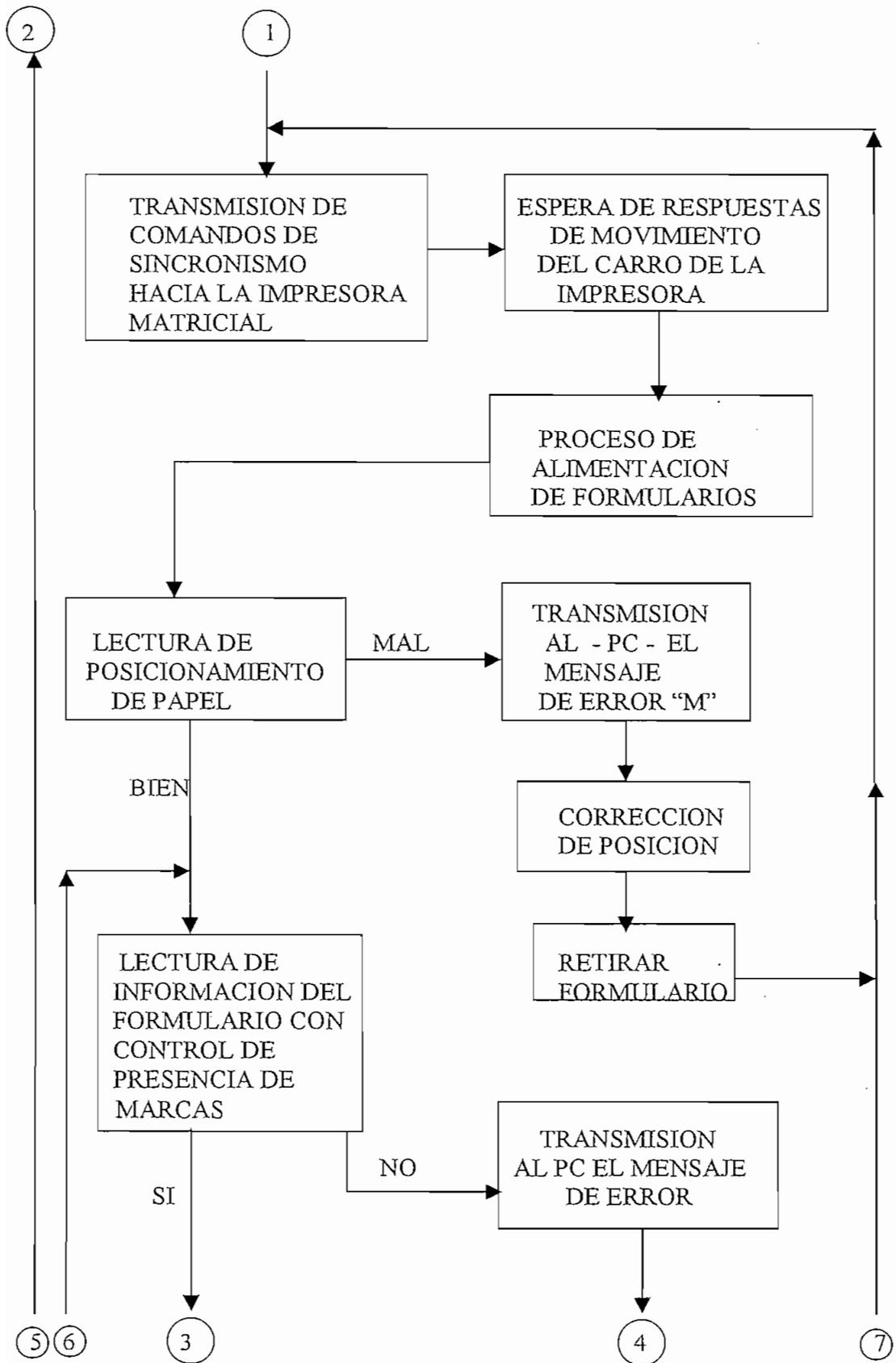
El voltaje de polarización para el equipo de lectura, se toma directamente de la tarjeta de la impresora matricial. La ubicación de la tarjeta de control está en la parte interna posterior de la impresora

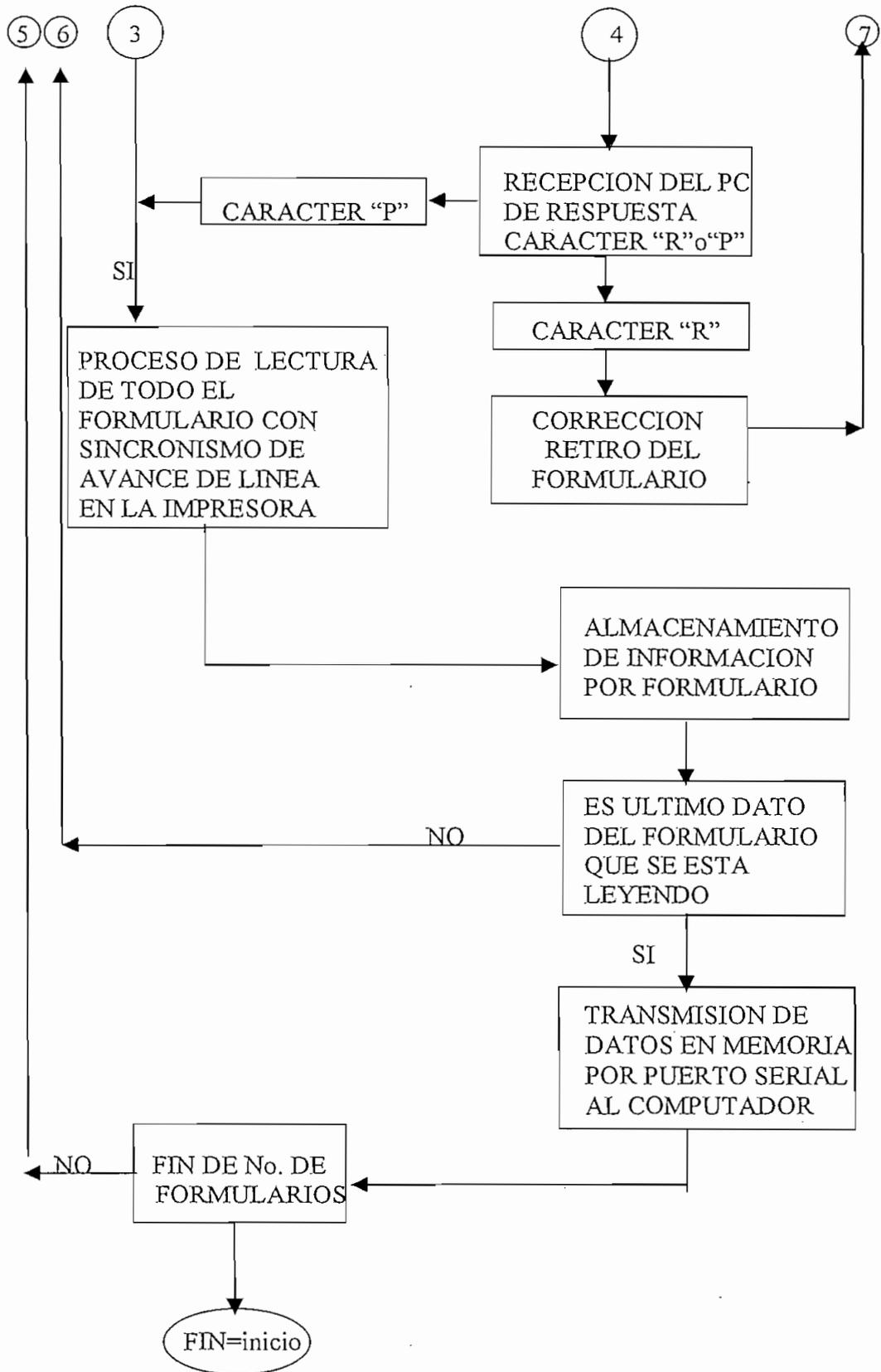
1.2 Programa de captura de información del lector

El programa de captura de información, está elaborado en lenguaje assembler cuyas tareas son:

- a) Receptar información del computador personal, tales como: datos de inicio y arranque del proceso, condicionantes iniciales para la lectura de formularios.
- b) Confirmar la transmisión y recepción de datos hacia el computador personal.
- c) Enviar las señales que accionan la impresora, tanto de paso de línea como existencia de papel.
- d) Receptar las señales de los sensores, con verificación de la información.
- e) Transmitir los datos leídos al computador personal.

DIAGRAMA DE FLUJO (Programa de lectura control y posicionamiento)





El diagrama de flujo está definido por algunos bloques que detallamos a continuación:

- RECEPCION X DE CHARACTER ASCII "L", indica que una vez que el programa del proceso de lectura se ejecuta, primero el microcontrolador recibe del computador un caracter ASCII "L" el mismo que es un chequeo para saber que el equipo receptor está encendido, y será solamente éste caracter el que da inicio al proceso.
- TRANSMISION DEL CHARACTER "L", seguidamente a la recepción del caracter, el microcontrolador envía el caracter "L" como confirmación de estar en buenas condiciones de trabajo.
- TRANSFORMACION DE DATOS ASCII A HEXADECIMAL, los microcontroladores trabajan con datos binarios, así los datos que recibe el microcontrolador desde el PC son valores ASCII y por tanto será necesario transformarlos a valores hexadecimales para su correcto procesamiento.
- DEFINICION DE CONTADORES, los datos recibidos del PC son las condiciones iniciales del trabajo, que determinan mediante contadores la duración del proceso de lectura.
- LIMPIEZA DE LOCALIDADES DE MEMORIA, justamente como se trata de un proceso de captura de información, almacenamiento y transmisión, se requiere llenar de ceros las localidades de memoria para colocar información procesada a partir de ese momento.
- TRANSMISION DE COMANDOS A LA IMPRESORA Y ESPERA DE RESPUESTA DE MOVIMIENTO, la información que se desea capturar se lo realiza por medio de los sensores sincronizados con el movimiento de la

impresora,; por tanto existe un tiempo que demora en cargar los formularios en la impresora, el accionamiento del rodillo para la lectura de información y el control del proceso.

- LECTURA DEL POSICIONAMIENTO DEL PAPEL, una vez que se alimenta el formulario a la impresora, se realiza un chequeo del ingreso adecuado de formulario, en caso de que el formulario no cumple con la condición correcta, (lectura del sensor de posición del formulario) se transmite un carácter “M” al computador para su visualización del mensaje de error y paralelamente se efectúa el retiro del formulario para la correcta ubicación del mismo.
- LECTURA DE INFORMACION DEL FORMULARIO, confirmada la posición del formulario de manera aceptable, se ejecutan comandos en la impresora para avanzar líneas, las mismas que definen la ubicación precisa en la cual los sensores capturen la información requerida; información que se encuentra en los casilleros del formulario que se han marcado.
- TRANSMISION DE CARACTER “N” Y RECEPCION DE “P” - “R”, en la información que se encuentre en los casilleros del formulario, se presenta dos situaciones a los que el microcontrolador envía un carácter “N”:
 - Permitir casilleros en blanco, ej. votar en blanco y por lo tanto se recepta un carácter “P” del computador el mismo que permite el desarrollo continuo de la lectura de información;
 - Si la recepción es un carácter “R”, no permite respuestas en blanco, efectuarán el retiro del documento e repetirá la lectura del último formulario.

- TRANSMISION DE INFORMACION AL COMPUTADOR, la transmisión ya corregida y verificada se transmite por puerto serial al computador para permitir visualizar los resultados del proceso de lectura de formularios.
- CONTADORES DE FORMULARIOS, finalmente el proceso de lectura de formularios termina una vez cumplida la lectura de respuestas de todos los formularios que en la lectura de datos iniciales ingresa como contador.
- FIN, se vió conveniente que la última instrucción sea el dejar nuevamente en condiciones de espera para realizar un chequeo de reiniciar un nuevo proceso de trabajo, evitando tener que colocar un RESET o estar apagando el equipo para arrancar nuevamente un proceso.

Para ejecutar cada paso del diagrama de bloques se define las subrutinas:

- INTPS, subrutina de interrupción del pórtilo serial, que realiza la recepción tanto del dato verificador de equipo encendido, como de los valores de respuesta a los mensajes de error que emite este equipo.
- INGRESO, que se encarga de recibir 2 calores numéricos de 4 dígitos cada uno en código ASCII, los cuales representan las condiciones iniciales de trabajo.
- TRANS, la misma que transforma los valores iniciales obtenidos en ASCII a números binarios para hacerlos contadores.
- BORRAR, subrutina que llena de ceros las localidades de almacenamiento de datos.
- POSFORM, subrutina control y verificación de la ubicación adecuada del formulario a ser leído en la impresora.

- LECTURA, toma los valores del lector por uno de los pórticos y los almacena en localidades de memoria.
- EPA, CORRIJO, subrutinas que conjuntamente preparan, envían los códigos de mensajes de error cuando esta mal ingresado el formulario y cuando no existe respuesta también reciben la respuesta del computador personal.
- GUARDAR, subrutina que una vez confirmadas las condiciones de trabajo en cuanto a los datos que se leen los prepara para ser transmitidos al computador personal.
- ENVIAR, subrutina que permite enviar los datos aceptados del lector, como respuestas válidas a las preguntas de los formularios
- ENVIAR1, subrutina que envía los códigos de error al PC.
- SEND, subrutina que envía los códigos por el puerto paralelo a la impresora para su control de movimiento.
- INIPRINT, subrutina que envía el comando desde el microcontrolador a la impresora para que esté preparada para funcionar.
- PASLIN Y RETFORM, subrutinas para controlar y sincronizar los tiempos de respuesta de la impresora durante el transcurso de la lectura de la información, desde que ingresa el formulario al rodillo de la impresora hasta cuando se retira el mismo luego del proceso de lectura.
- CINCO, subrutina que permite una espera de 2 segundos entre el envío del comando de movimiento a la impresora y la culminación de la acción

Cabe señalar que finalizado la visualización de resultados escogidos en condiciones iniciales, el programa permite volver a iniciar el programa o finalizarlo totalmente.

CAPITULO No. 2

2.- CAPITULO II

CODIFICACIÓN DE LAS SEÑALES EN CASILLEROS

Los casilleros en el formato dentro de un formulario, pasan a constituirse en la ubicación física donde debe colocarse la marca que representa la respuesta a una pregunta. Se debe tener presente que el lector de respuestas es un arreglo de cuatro sensores para lectura de información, por tanto los casilleros son también en número máximo de cuatro por fila. Los casilleros tendrán su identificación durante la captura de acuerdo a la posición que ocupen, derecha a izquierda.

Como se trata de sensores luminosos, que transforma la señal analógica en digital; por tanto, al hablar en lenguaje binario la ausencia de marca corresponderá a cero lógico "0L" y la presencia de marca será uno lógico "1L". El dato conformado por las señales generadas por el grupo de cuatro sensores es capturado y almacenado en el microcontrolador como valores hexadecimales, los mismos que se transforman a datos ASCII para el almacenamiento y posterior transmisión hacia el PC.

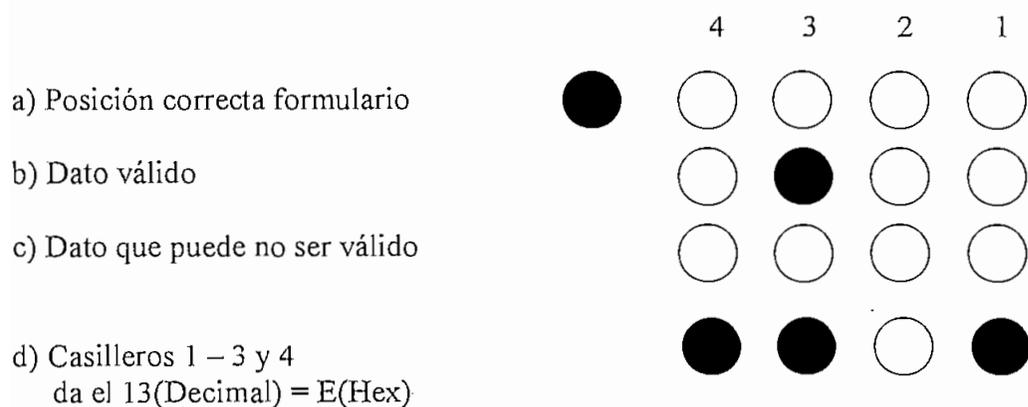


Fig. No.II-1 Códigos utilizados en la lectura

2.1 Modificación de la información tomada por el lector como respuestas del formulario.

En lo que se refiere al control de ubicación de papel, a un sensor se lo identifica como chequeador de colocación del formulario. Se caracteriza porque en la ubicación inicial siempre está marcado, pues el formulario bien colocado debe presentar siempre casillero marcado.

Si el número de casilleros es de máximo cuatro por fila en la lectura de información, la codificación está dada por la combinación completa, es decir de 16 (2^4) combinaciones, como se considera que los datos receptados por el lector se traduce en ceros y unos, se utiliza el formato de números hexadecimales para ser almacenados, los mismos que son del "0" al "9" y de la letra "A" a la "F".

Dato	Valor binario	Valor ASCII	Valor hexadecimal
0	0000	30H	0
1	0001	31H	1
2	0010	32H	2
3	0011	33H	3
4	0100	34H	4
5	0101	35H	5
6	0110	36H	6
7	0111	37H	7
8	1000	38H	8
9	1001	39H	9
10	1010	41H	A
11	1011	42H	B
12	1100	43H	C
13	1101	44H	D
14	1110	45H	E
15	1111	46H	F

Fig. No. II-2 Tabla de equivalencias entre los valores ASCII y los Hexadecimales

Un ejemplo de obtener 16 combinaciones como respuestas a preguntas sería:

PREGUNTA: Qué color le gusta ?

RESPUESTAS: a) Azul, b) Rojo, c) Negro y d) Blanco

Disposición de casilleros: .d c b a

Figura II-3 Ejm. Se admite respuesta en blanco

Por tanto se podrá tener respuestas combinadas de 1, 2, 3 y 4; una sola respuesta en caso de responder un solo color y más respuestas por combinaciones de colores desde 2 hasta 4 colores a la vez. Que al traducidos a códigos hexadecimales se tendrá desde 1 a 9 y/o de "A" hasta "F". Para el caso de gustar otro colore anotados se permitirá respuesta en blanco (cero).

Hay que considerar que las respuestas pueden ser expresadas en dos filas de casilleros aumentando las combinaciones a 256. Un ejemplo será:

PREGUNTA: Qué color le gusta ?

RESPUESTAS: a) Amarillo, b) Azul, c) Rojo, d) Negro, e) Blanco, f) Celeste
 g)Café, h) Otro

Disposición de casilleros: .d c b a

 .h g f e
 *

Figura II-4 Ejm. No se admite respuesta en blanco

Por tanto, una sola respuesta en caso de responder un solo color y más respuestas por combinaciones de colores desde 2 hasta 7 colores a la vez. Que traducidos a

códigos hexadecimales se tendrá desde 0 a 9 y/o de "A" hasta "F" por cada fila. Para este ejemplo en las dos filas a la vez NO se permitirá respuesta en blanco (cero).

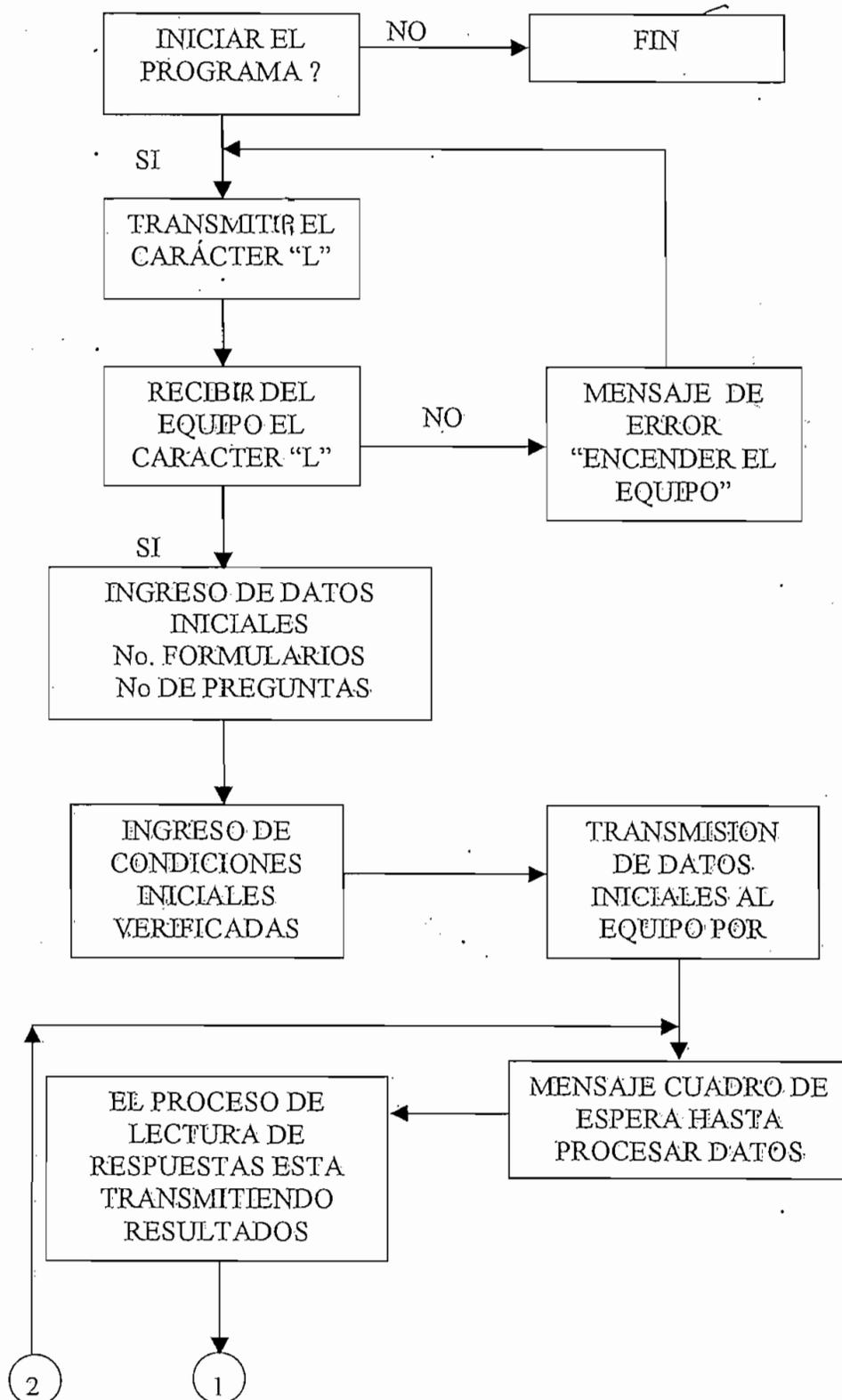
Por la característica del microcontrolador, en cuanto a la capacidad de RAM interna y dependiendo del tamaño del formulario que se utiliza en esta tesis, por ejemplo para papel de tamaño carta y A4, se ha establecido un máximo de 20 preguntas.

2.2 Programa de la codificación de las marcas de los casilleros

El programa de la codificación de marcas, se realiza en un computador personal y está elaborado en lenguaje Basic cuyas tareas son:

- a) Envío de información al microcontrolador como inicio del proceso (la letra "L") y las diferentes condicionantes de trabajo para la lectura de información de los formularios.
- b) Confirmación de transmisión y recepción de datos hacia y desde el microcontrolador.
- c) Receptar la información del lector con los correspondientes códigos del protocolo que se estableció entre el PC con el microcontrolador, éstos son, señales emitidas por los sensores a través del mecanismo de verificación de la información, y
- d) Recepción de los datos leídos por el lector para su visualización y análisis.

DIAGRAMA DE FLUJO



El diagrama de flujo está definido por algunos bloques que se detallan a continuación:

- TRANSMITIR CARACTER "L", indica que una vez escogida la opción de iniciar el programa transmite un carácter "L" al equipo, el mismo que en condiciones ideales retransmitirá la misma "L", es decir es un control remoto del equipo.
- INGRESO DE DATOS Y CONDICIONES INICIALES, se debe tener presente que los datos iniciales son los que se transmiten al equipo, mientras que las condiciones iniciales son detalles de los formatos con los que trabajará el programa posteriormente, sean éstos en presentaciones y/o impresiones. Dentro de las condiciones iniciales se tienen las características de las respuestas por pregunta: una respuesta para todas las preguntas, respuesta diferenciadas para las preguntas, cantidad de respuestas válidas y si se quiere resultados inmediatos o al final del proceso.
- EL PROCESO DE LECTURA DE RESPUESTAS TRANSMITE RESULTADOS, como el equipo ya recibió los datos iniciales, éste comienza a procesar la información y enviar los resultados hacia el computador.
- CARACTERES RECIBIDOS DESDE EQUIPO, existen tres tipos de caracteres que llegan al computador que son: 1) los códigos ASCII de los dígitos hexadecimales 2) la letra "M" y 3) la letra "N"
- DATO RECIBIDO NO ES NI "M" NI "N", significa que durante el proceso de lectura de respuestas, en los casilleros del formulario al menos uno de ellos estuvo marcado y se considera dato válido obtenido.

- DATO RECIBIDO ES "M", indica que durante el proceso de lectura, el formulario fue ingresado a la impresora de manera incorrecta, por tanto se transmite al microcontrolador el ASCII de la letra "R", para que automáticamente se corrija este error.
- DATO RECIBIDO ES "N", significa que todos los casilleros de una fila del formulario están sin marcar, indicando que es un dato en blanco, por lo tanto se requiere que por medio de un mensaje en el computador se valide o no la existencia de ese dato en blanco
- DATO CERO ES PERMITIDO, en caso de validar un dato cero, se transmite al microcontrolador el código ASCII de la letra "P" para que el proceso de lectura no se detenga, pero en caso de no validar el cero se transmite una "R" para corregir el problema.
- IMPRESIÓN DE RESULTADOS, sólo en el caso que en las condiciones iniciales se aprueba la impresión de resultados, se ejecutará tal situación, obviamente se deberá tener instalado una impresora.
- PRESENTACION DE RESULTADOS, en todas las situaciones de trabajo donde se validen los datos leídos, de acuerdo a las condiciones iniciales se tendrá presentación de respuestas inmediatas de formulario en formulario o al final de la lectura de todos los formularios.
- FIN, permite visualizar la información de un formulario en particular y establece la condición para volver a comenzar desde inicio del programa.

El programa dispone de algunas subrutinas que se detallan a continuación.

- INICIO, ejecuta la transmisión del carácter “L” hacia el equipo.
- DIGITOS, transforma los datos iniciales, en códigos ASCII que varían entre el número 1 y 10.000.
- ENVIAR, ejecuta la transmisión de los códigos ASCII al equipo (lector) por puerto serial.
- RESPUE1, permite ver resultados de un formulario leído en forma particular.
- ESCOJO – ESCOJO1 – PANT - MASDAT, subrutinas de presentación y formatos de pantalla que se escoge al inicio del programa, como fondo de despliegue de información y como formatos de presentación de resultados.
- BORRAR, permite encerrar las localidades iniciales de los vectores que son punto de partida para ir contando los diferentes resultados en cada nuevo proceso que se requiera trabajar.
- DATO, recepta los datos que le envía el equipo por el puerto serial, los codifica para el procesamiento y desarrollo de los resultados, por tal condición se encuentran los mensajes de error.
- DECOD, codifica el dato que ingresó al computador, esta subrutina le va agregando a los datos matriciales que serán utilizados para desplegar los resultados en el formato requerido
- RESPUESTA, con las condiciones iniciales para desplegar los resultados al término del proceso o inmediatamente, esta subrutina direcciona a las matrices de datos ya procesados para correspondiente presentación de resultados en pantalla.

- OPCION, permite escoger como condiciones iniciales la variedad y diversidad de número de respuestas que requiere que tengan las preguntas de los formularios
- MAYOR - PREGUN - PREGUN1, subrutinas que permiten agilizar la lectura de los condicionantes a la variedad de respuestas que se quiera escoger, por ejm. al tengo 5 preguntas de las cuales 3 tendrán 4 respuestas y 2 tendrán 2 respuestas, los datos de las preguntas que se requieren ingresar solamente serán las que contengan 2 respuestas.
- GOTO 1050, salto que permite visualizar los resultados totales de todo el proceso de lectura de información de los formularios.
- RESPUESTA1, subrutina que se ejecuta al dar respuesta afirmativa, al final de la lectura de todos los formulario, si desea visualizar la respuesta de un formulario leído en particular, se ingresa el número del formulario que se requiere y se despliega en pantalla los resultados de ese formulario en forma particular.
- GOTO 2, salto que permite reiniciar o encerrar todas las localidades de memoria para iniciar ó completar un proceso. Es decir, el programa del computador personal presenta en pantalla la opción del ingreso de las nuevas condiciones iniciales de trabajo.

CAPITULO No. 3

3. CAPITULO III

CARACTERISTICAS DEL FORMULARIO

El diseño del formulario se realiza con un formato único, pero de amplia variedad de aplicaciones, para ser utilizado en la elaboración de cualquier tipo de encuestas, entrevistas y entregas personalizadas de documentos.

El formulario posee un casillero marcado de color negro en la parte izquierda de los primeros cuatro casilleros, el mismo que se constituye en el verificador de posición correcta del formulario cuando se coloca en la impresora; luego los cuatro casilleros por fila irán conformando el formato total del formulario.

El formulario será de color blanco y de espesor tal que la marca que se realice en los casilleros no lo destruya por ejemplo 75 gr.

3.1 Tamaño y estructura del formulario.

El tamaño del formulario dependerá del número de preguntas con las que se deseen trabajar. El formulario en su estructura posee cuatro casilleros por fila ubicados en el parte derecha del papel cubriendo todo el papel de arriba hacia abajo, que serán los elementos para marcar las respuestas a las preguntas que se planteen.

Los casilleros son de forma ovalada de diámetro mayor 5 mm y diámetro menor 4mm, la distancia entre casilleros en cada fila es 12mm entre casillero primero y segundo, 12.5mm entre casillero segundo y tercero, 13mm entre casillero tercero y cuarto, además la distancia entre casillero de posición y el cuarto casillero es de 11.5mm.

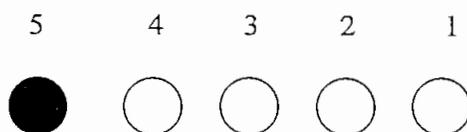


Figura No. III-1 Disposición de los casilleros en el formulario, dependiendo de la ubicación de los sensores opto reflexivos acoplados en una tarjeta perforada.

Las distancias anotadas se deben a dos razones básicas, la sensibilidad de los sensores al iniciar las pruebas requerían de casilleros grandes, los mismos que se redujeron al hacer mayores pruebas con elementos de polarización de los sensores, y como fue necesario acoplar los sensores opto reflexivos en una pequeña tarjeta, cuyas perforaciones se encuentran a 2.5mm unas de otras, se fijaron (pegaron) los sensores a la misma consiguiendo las dimensiones de los casilleros antes anotadas.

Las distancias entre filas de casilleros es de 6, 7 y 8mm dependiendo de la posición que va tomando el formulario en el transcurso de avance en la impresora, tales medidas se consiguieron con las pruebas de lectura en la práctica.

Para el caso de papel tamaño A4 el número de preguntas que se puede controlar es desde 1 a 20 preguntas.

3.2 Control de errores en el formulario

En la lectura del formulario se pueden dar dos tipos de errores: el primero en el ingreso del formulario en la impresora y el segundo en la lectura de los casilleros.

El formulario debe ser ingresado en la impresora de una sola forma para que sea válido la lectura de la información, esta única forma debe mantener concordancia con la marca de color negro a la izquierda de los primeros casilleros, caso contrario

se producirá el error y se detendrá el proceso de lectura hasta retirar completamente el formulario para su corrección inmediata. Un mensaje de error se visualiza en pantalla del computador personal y se retira el formulario de la impresora automáticamente.

- Una vez que se realiza la lectura de la información en el formulario, se producirá error por ausencia de marcas en los casilleros de toda la fila, el mismo que podrá ser admitido como válido, cuando se responda afirmativamente a la pregunta desplegada en el monitor del PC, para luego continuar con la lectura del resto del formulario: O en su defecto, no será admitido como válido al responder en forma negativa a la condición de respuesta a la pregunta en mención.

- Así por ejemplo, una encuesta donde si es factible que no se tome ninguna condición “un voto en blanco” entonces si será válida la respuesta sin marcas, en el caso de responder a la preferencia de cuatro colores que no sean del gusto del encuestado, así: Pregunta: Qué color le gusta: a) amarillo b) tomate c) rozado y d) celeste, siendo la Respuesta: no le gusta ninguno de los colores anotados, en consecuencia la respuesta nula (en blanco) SI es admitida.

De igual manera si una de las alternativas de responder es: e) otro color, la respuesta nula o en blanco NO puede ser admitido

3.3 Elaboración y pruebas de un formulario

Papel A4(210x297)

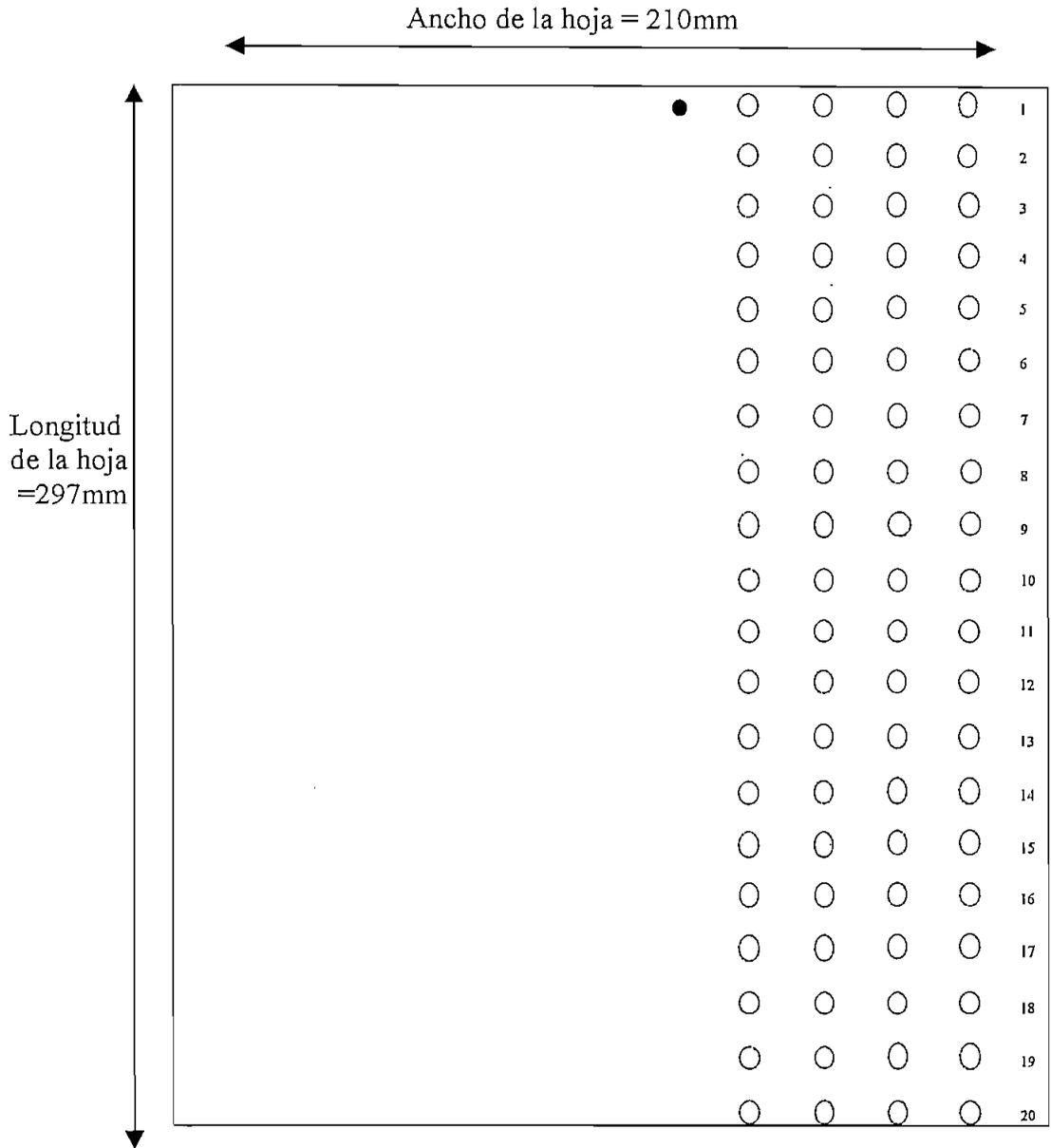


Figura No. III-2 Tamaño del formulario y disposición de los casilleros

1.- Sexo del encuestado 1-masculino 2-femenino	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	1
2.- Su estado civil: 1-soltero 2-casado 3-divorciado 4-viudo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2
3.- Su edad es: 1-de 15-25 2-de 26-35 3-de 36-45	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3
4.- Educación que cursó: 1- primaria 2- secundaria 3- superior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4
5.- Su ocupación es: 1-estudiante 2-empleado 3-comerciante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	5
6.- Qué software conoce más: 1-excel 2-world 3-foxpro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6
7.- Tiene internet: 1-sí 2-no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7
8.- Qué color prefiere : 1-azul 2-verde 3-rojo 4-negro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	8
9.- Qué música prefiere: 1-cumbia 2-salsa 3-rock 4-romántic	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	9
10.- Qué programas ve: 1-noticias 2-musicales 3-deporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	10
11.- Qué calzado utiliza: 1-deportivo 2-casual 3-formal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11
12.- Qué deporte le gusta: 1-futbol 2-basket 3-tenis 4-baisbol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12
13.- Partielpa del football barrial: 1- si 2- no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13
14.- Le gusta el boxeo: 1-si 2-no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	14
15.- Qué fruta es de su agrado: 1-sandía 2-papaya 3-uva 4-naranja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	15
16.- Sabor yogurt: 1-mora 2-durazno 3-cereza 4-natural	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	16
17.- Leche de su preferencia: 1-vita 2-parmalat 3-lechera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	17
18.- Qué gaseosa prefiere: 1-coca cola 2-fruit 3-ninguna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	18
19.- Sabe conducir: 1- bicicleta 2- moto 3- automotor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	19
20.- Qué ciudad desea conocer: 1-NY 2-Cali 3-Lima 4-Mexico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	20

Figura No. III-3 Disposición de los casilleros y preguntas en un formulario

1.- Sexo del encuestado 1-masculino 2-femenino	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	1
2.- Su estado civil: 1-soltero 2-casado 3-divorciado 4-viudo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	2
3.- Su edad es: 1-de 15-25 2-de 26-35 3-de 36-45	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3
4.- Educación que cursó: 1- primaria 2-secundaria 3- superior	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	4
5.- Su ocupación es: 1-estudiante 2-empleado 3-comerciante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	5
6.- Qué software conoce más: 1-excel 2-world 3-foxpro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	6
7.- Tiene internet: 1-si 2-no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7
8.- Qué color prefiere : 1-azul 2-verde 3-rojo 4-negro	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	8
9.- Qué música prefiere: 1-cumbia 2-salsa 3-rock 4-romántic	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	9
10.- Qué programas ve: 1-noticias 2-musicales 3-deporte	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	10
11.- Qué calzado utiliza: 1-deportivo 2-casual 3-formal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11
12.- Qué deporte le gusta: 1-futbol 2-basket 3-tenis 4-baisbol	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12
13.- Participa del futhball barrial: 1- sí 2- no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13
14.- Le gusta el boxeo: 1-sí 2-no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	14
15.- Qué fruta es de su agrado: 1-sandía 2-papaya 3-uva 4-naranja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	15
16.- Sabor yogurt: 1-mora 2-durazno 3-cereza 4-natural	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	16
17.- Leche de su preferencia: 1-vita 2-parmalat 3-lechera	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	17
18.- Qué gaseosa prefiere: 1-coca cola 2-fruit 3-ninguna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	18
19.- Sabe conducir: 1- bicicleta 2- moto 3- automotor	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	19
20.- Qué ciudad desea conocer: 1-NY 2-Cali 3-Lima 4-Mexico	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	20

Figura No. III-4 Ejm. Pruebas realizadas en un formulario

Resultados obtenidos en el ejemplo de la figura III-4, considerando que se tenían 20 preguntas con las diferentes opciones de respuestas.

```

=====
NUMERO DE FORMULARIOS = 1
NUMERO DE PREGUNTAS (1-50) = 20
DESEA VER RESPUESTAS POR FORMULARIO LEIDO (S/N) = S
RESPUESTA UNICA PARA TODAS LAS PREGUNTAS (S/N) = N
DESEA DIFERENCIAR EL # DE RESPUESTAS POR PREGUNT (S/N) = S
DESEA LA IMPRESION DE RESULTADOS (S/N) = N
SI ES RESPUESTA AFIRMATIVA PREPARE IMPRESORA
=====

LA OPCION ES DE 1 A 4 RESPUESTAS SIMULTANEAS
ESCOGIMOS ( 12 ) PREGUNTAS POR LO TANTO:

CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 4 POSIBLES RESPUESTAS ? 6
CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 3 POSIBLES RESPUESTAS ? 10
CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 2 POSIBLES RESPUESTAS ? 4
CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 1 POSIBLES RESPUESTAS ? 0
=====

```

Fig. III-5 Condiciones iniciales del ejercicio de prueba.

Como se aprecia en la fig. III-2, las preguntas de acuerdo al número de respuestas se diferencian, para ello, se ingresa una a una las preguntas con 2 y 4 posibles respuestas, ya que las preguntas con 3 posibles respuestas se fijan todas como si así lo fueran inicialmente, por ser más numerosas, entonces:

Se anotan con 4 posibles respuestas: las preguntas 8 - 9 - 12 - 15 - 16 y 20.

Se anotan con 2 posibles respuestas: las preguntas 1 - 7 - 13 y 14.

<p>PARA UN NUMERO DE (1) FORMULARIO(S) SE TIENE :</p> <p>EN LA PREGUNTA(1) :</p> <p>CON RESPUESTA No. 1 TENEMOS = 1</p> <p>CON RESPUESTA No. 2 TENEMOS = 0</p>
<p>PARA UN NUMERO DE (1) FORMULARIO(S) SE TIENE :</p> <p>EN LA PREGUNTA(3) :</p> <p>CON RESPUESTA No. 1 TENEMOS = 1</p> <p>CON RESPUESTA No. 2 TENEMOS = 1</p> <p>CON RESPUESTA No. 3 TENEMOS = 0</p>
<p>PARA UN NUMERO DE (1) FORMULARIO(S) SE TIENE :</p> <p>EN LA PREGUNTA(8) :</p> <p>CON RESPUESTA No. 1 TENEMOS = 1</p> <p>CON RESPUESTA No. 2 TENEMOS = 0</p> <p>CON RESPUESTA No. 3 TENEMOS = 0</p> <p>CON RESPUESTA No. 4 TENEMOS = 1</p>

Fig. III-7 Solución total a preguntas con opciones de 2, 3 y 4 respuestas, como parte del ejercicio de la figura III-4

CAPITULO No. 4

CAPITULO IV

COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

4.1 COMENTARIOS

- El presente trabajo de tesis nació de la experiencia práctica que se tienen en empresas de servicio, como es la conformación de base de datos para el procesamiento de eventos particulares como el de certificar la distribución de correspondencia bancaria y que forma parte de un trabajo de campo previamente elaborado.
- El lector de respuestas obtenido, está formado por cuatro sensores opto reflexivos que capturan la información hechas en los casilleros de formularios y un sensor adicional para control de posición del papel, que para fines prácticos es un número adecuado, sin embargo se puede incrementar el número de sensores.
- Para que las señales físicas (marcas) tengan su condición de existencia, es decir hay o no marca, se utilizaron comparadores de voltaje, para digitalizar correctamente la condición de la marca.
- Los tiempos de sincronización para la captura de información se los fijó mediante pruebas de la impresora matricial.
- Los casilleros dentro del formato del formulario fueron ubicados a la derecha de las hojas, cinco en la primera fila para control de ubicación de papel y en las siguientes filas cuatro. Se completa el formulario con las preguntas en la parte izquierda del papel, además el tamaño de los casilleros es tal que permite tener resultado correctos en la captura de información.

- La toma de información se da en forma automática, por ello, el control y verificación se lo efectúa a través de dos programas, el uno en la tarjeta de control del lector, controlador 8751 y el otro en el computador personal en Basic.
- En el computador, se dispone de varias alternativas de trabajo cuya visualización de resultados se acondicionan a las necesidades de la persona que está procesando, inclusive con la opción de imprimir dichos resultados.
- El tiempo que tarda el lector de respuestas en la captura de información de un formulario con 20 preguntas, desde el momento que está ingresado el formulario en la impresora hasta que se visualiza los resultados en el computador es aproximadamente de 42seg. Gran parte del tiempo estimado es la sincronización del avance de línea del formulario en la impresora más el tiempo que tarda en retirarlo y comienzan a visualizarse las respuestas en el computador personal.
- El tiempo que tarda el equipo en leer 10 formularios con 20 preguntas cada uno, considerando que la lectura se realiza sin errores de posición de formulario o de respuestas en blanco, está entre 7min./50seg y 8min./30se aproximadamente. La diferencia de tiempos se debe a que el tiempo de lectura es compartido en la sincronización de la impresora en el avance de línea con la acción manual de la persona que va realizar el proceso en retirar el formulario leído y alimentar un nuevo formulario. Se considera que un usuario "lento" se demora 10 seg. en retirar un formulario y colocar otro; un usuario "rápido" lo haría en 6seg.
- Básicamente, en esta tesis se muestra una alternativa práctica y de buena calidad en la captura automática de información que permitirá un acceso directo de datos que se recopila en un trabajo de campo, la misma que se lleva a cabo con medidas de control y verificación.

4.2 RECOMENDACIONES

- El formulario debe ser llenado con buen conocimiento del procedimiento que dicho evento así lo amerite, de acuerdo a la razón de cada pregunta, sea fuera de la oficina como en el campo; así como también los formularios utilizados cumplan con las medidas físicas tales que su ingreso a la impresora matricial haga posible su acción de lectura.
- Para el incremento de sensores opto reflexivos, la persona que lo va a elaborar tendrá que informarse más acerca de la adquisición de los mismos, pues no existe en el mercado nacional y hay que pedirlos con anticipación.
- Para la lectura de formularios, el equipo deberá estar en lugares donde no se tenga altas condiciones de iluminación natural, es decir deberá estar en lugares cubiertos, pues la presencia de esta iluminación influye en la lectura debido a la sensibilidad de los sensores opto reflexivos.
- En la recopilación de formularios, una vez realizado el trabajo de campo, se debe hacer con ordenamiento sistemático en cuanto a la visualización de la marca de posicionamiento para que la lectura de los mismos no se produzca el retiro del formulario de la impresora y por tanto sea más rápido su procesamiento.
- Las marcas hechas en los casilleros del formulario necesariamente deben ser con lápiz de color negro y sobre toda la superficie interna del casillero, para que la captura de información, que se realiza por reflexión luminosa, sea la adecuada.
- El formato de los casilleros en los formularios debe tener condiciones de tamaño y distribución adecuados para ser leídos con los sensores reflexivos.

- Con el incrementar del número de respuestas con la adquisición de más sensores de proximidad reflexiva, se debe incrementar la codificación en el programa en Basic para los datos adicionales.
- Para el caso que una pregunta requiera más de 4 respuestas para su elaboración, se recomienda si no se adquieren más sensores tomar más de una fila de casilleros como parte de la respuesta a tal pregunta.
- Se recomienda que el formulario debe estar en buenas condiciones físicas para que no tenga problemas en el ingreso a la impresora y que las marcas señaladas tengan el valor real.
- Se recomienda trabajar con el fijador de papel en la impresora para que el tiempo de ingresar un formulario al equipo sea lo más reducido posible, se puede hacer éste trabajo de tesis en impresoras que tenga carga de papel en bloques.
- Para acelerar la lectura de formularios, se hará pasar el papel de forma continua y colocando marcas de color negro similar a la marca de posicionamiento de papel a lo largo de todas las filas, tal que al ser capturados por el sensor, se controle el instante justo para tomar los valores de la información. Otra opción para reducir tiempos en la lectura de grupos de formularios será incorporar los sensores opto reflexivos a impresoras que permitan colocar bloques de papel (impresoras a inyección - láser).
- La persona que realice el trabajo de campo debe tener pleno conocimiento del tipo de marca que debe realizar para que el lector lo reconozca como tal.

A N E X O S

ANEXOS

ANEXO 1. Programa en el microcontrolador MS51

```

$AP
DEFSEG   RSTSEG,CLASS=CODE,START=RESET,ABSOLUTE
DEFSEG   USRSEG,CLASS=CODE,START=2000H,ABSOLUTE

;Segmento RSTSEG inicio del reset y de las interrupciones
SEG      RSTSEG
LJMP     PROGP      ;Salta al programa principal
ORG     SINT        ;DIR. INTERR. PUER-SERIAL
LJMP     INTPS
;

;Area para definición de ETIQUETAS mediante la directiva EQU
;ETIQU   OPCODE  OPERANS      COMENTARIOS

FORMU    EQU      4AH          ;DIREC. DEL No.
FORMULARIOS
PREGUN   EQU      FORMU+2     ;DIREC. DEL No. PREGUNTAS
DATO     EQU      50H         ;LOCAL. DONDE VAN DATOS
;DE RESPUESTAS TEMPORAL
BUSY     EQU      P3.2        ;DEFINO A BUSY, EN CABLE
STROBE   EQU      P3.3        ;DEFINO A STROBE EN CABLE
UNOD     EQU      P3.4        ;DEFINO A PE (IND. PAPEL
FUERA)
DOSD     EQU      P3.5

;
;Segmento USRSEG programa, rutinas y subrutinas del usuario

SEG      USRSEG
PROGP    MOV      SP,#2FH      ;Inicio del STACK
;

;SEGMENTO   P R O G R A M A   P R I N C I P A L

MOV      TMOD,#00100001B ;MODO 2 Y TIMER 1
MOV      TH1,#0F3H        ;VEL=2400 CON SMOD=0
MOV      TL1,#0F3H
SETB     TR1              ;INICIALIZO TIMER 1
MOV      TH0,#7BH ;PARA TIMER 0 CON 2SEG
MOV      TL0,#80H
MOV      SCON,#01010000B ;MODO 1 SERIAL,Rx HAB

```

```

MOV      IE,#10010000B          ;HABILITO INTERRUPCIONES
MOV      IP,#00010010B          ;PRIORIDAD A INTER. SERIAL
;
CLR      A                      ;BORRAR EL ACUMULADOR
CHEKL   NOP
NOP
CJNE    A,#"L",CHEKL           ;CHEQUEO DE LA PRIMERA L
JB      TI,$                    ;HAY DATO EN EL BUFFER TX?
MOV      SBUF,A                ;RETRANSMITO LA L
;
MOV      R0,#FORMU
MOV      R7,#02H                ;CONTADOR DE DATOS
LOOP    LCALL  INGRESO          ;LEO FORMULARIO Y
        PREGUNTAS
LCALL   TRANS                  ;TRANSFORMO DE BCD A HEX
INC     R0
INC     R0                      ;INCREMENTO PARA OTRO
DJNZ   R7,LOOP
;
MOV     R2,FORMU                ;CONTADOR DE
FORMULARIOS                     MOV     R3,FORMU+1
LCALL  INIPRIN                 ;INICIALIZO IMPRESORA
LIMPIAR LCALL  BORRAR           ;ENCERO LOCALID. TEMPORA.
OTRO   JB      UNOD,OTRO
LCALL  PASLIN                  ;PASO DE 2 LINEAS
LCALL  POSFORM;POSICION DE FORMULAR
JZ     OTRO                    ;SI ERROR FORM. EMPEZAR
BIEN   LCALL  GUARDA           ;SIN ERROR
FORM.,ALMACENA
JZ     LIMPIAR                 ;SI ERROR, COMENZAR OTRA
;
MOV     R0,#DATO;DIRC. DATOS ALMACENADOS
MOV     R6,PREGUN+1            ;CONTADOR DE PREGUNTAS
MOV     IE,#10000000B          ;DESHABILITO INTERRUPCION
LAZO2  LCALL  ENVIAR           ;ENVIO RESPUESTAS AL PC
        INC   R0                ;SIGUIENTE DATO A ENVIAR
DJNZ   R6,LAZO2                ;MIENTRA EXISTA PREGUNTAS
MOV     IE,#10010000B          ;HABILITO INTERRUPCIONES
LCALL  RETFORM;RETIRO FORM. DE IMPRESORA
DJNZ   R3,OTRO                 ;VALOR DECENA EN FORMULA      MOV  A,R2
JZ     FINN                    ;VALOR DE MILES EN FORMUL     DJNZ
        R2,OTRO
FINN   SJMP   CHEKL

```

; SEGMENTO DE SUBROUTINAS

;RUTINA DE LA INTERRUPCION DEL PORTICO SERIAL

```

INTPS    JB      RI,RECIBIO    ;SALTA SI SE RECIBIO UN
DATO
CLR      TI      ;YA SE TRANSMITIO UN DATO
RETI
RECIBIO  MOV     A,SBUF        ;DATO EN EL ACUMULADOR
CLR      RI      ;LISTO PARA OTRA RECEPCION
RETI     ;REGRESO

```

; ;SUBROUTINA PARA INGRESAR CUATRO DIGITOS

```

INGRESO  LCALL   DOSDIG        ;PARA MILES Y CENTENAS
INC      R0
LCALL    DOSDIG ;PARA DECENAS Y UNIDADES
RET
;
DOSDIG   CLR     A              ;BORRAR EL ACUMULADOR
CHEK1    CJNE   A,#00H,DIG1    ;CHEQUEO SE MANTIENE EL 0
          SJMP   CHEK1
DIG1     ANL    A,#0FH         ;DIGITO MAS SIGNIFICATIVO
SWAP
MOV      @R0,A
CLR      A              ;BORRAR EL ACUMULADOR
CHEK2    CJNE   A,#00H,DIG2    ;CHEQUEO SE MANTIENE EL 0
          SJMP   CHEK2
DIG2     ANL    A,#0FH         ;DIGITO MENOS SIGNIFICAT.
          ADD    A,@R0         ;UNIR LOS DOS DIGITOS
MOV      @R0,A
RET

```

; ; SUBROUTINA QUE PASA DE BCD A HEXADECIMAL

```

TRANS    LCALL   UNPAR        ;DATO FORMUL EN 2 REGIST.
          DEC    R0
LCALL    UNPAR ;DATO PREGUN EN 2 REGIST.      MOV
          B,#64H ;DATO BCD PASO A HEXADEC.
MUL      AB
INC      R0
ADD      A,@R0
MOV      @R0,A
DEC      R0

```

```

MOV      A,#00H
ADDC    A,B
MOV     @R0,A
RET
;
UNPAR   MOV      A,@R0
ANL     A,#0FH   ;BCD TOMO DIG. MENOS SIGN.      MOV R1,A
MOV     A,@R0
ANL     A,#0F0H ;DEL BCD TOMO DIG. MAS SIG.
SWAP    A
MOV     B,#0AH  ;DIG. MAS SIG POR 10 DECIMAL
MUL     AB
ADD     A,R1    ;SUMO MENOS SIG CON MAS S.      MOV
        @R0,A
RET
;
;SUBROUTINA PARA BORRAR MEMORIA A UTILIZAR
TEMPORALMENTE

BORRAR  MOV      R0,#DATO      ;DIREC. INFORMAC TEMPORAL
        MOV      R1,PREGUN+1 ;INICIALIZO CONTADOR
LAZO    MOV      @R0,#00H     ;ENCERADO LOCAL.DE MEMO.
INC     R0        DJNZ       R1,LAZO
RET
;
; SUBROUTINA DE INICIAR IMPRESORA

INIPRIN MOV      A,#1BH
LCALL   SEND
MOV     A,#40H  ;CODIGO INICIO IMPRESORA
LCALL   SEND
LCALL   CINCO
MOV     A,#1BH
LCALL   SEND
MOV     A,#41H
LCALL   SEND
MOV     A,#18   ;COMPLETO CODIGO INT1/4plg
LCALL   SEND
LCALL   CINCO
RET
;SUBROUTINA QUE VERIFICA SI EL FORMULARIO ESTA
CORRECTAMENTE COLOCADO
; PORTICO 1 PARA DATOS DEL LECTOR AL MICRO8751

```

```

POSFORM SETB   TR0           ;INICIO TIMER 0
LAZO1   JNB    TF0,LAZO1     ;CHEQUEO QUE SI HAY Tx
        CLR    TF0
CLR     TR0
MOV     TH0,#7BH
MOV     TL0,#80H ;QUE PASE 2 seg
POSFOR1 MOV    A,P1         ;LECTURA INFORMAC. DE P-1
ANL     A,#10H ;BORRAR 1 ADICIONAL. DE P1
JZ      ERROR ;MENSAJE ERROR
RET
ERROR   MOV    R4,#"M"
LCALL  ENVIAR1 ;Tx "M" MAL PUESTO FORMU.
LCALL  EPA
RET

```

```

;
;SUBROUTINA QUE RECIBE "R" EN CASO DE QUE EXISTA ERROR DE
FORMULARIO Y RESPUESTA

```

```

EPA     CLR    A           ;BORRAR EL ACUMULADOR
LAZO4   CJNE   A,#00H,RESP1 ;CHEQUEO SE MANTIENE EL 0
        SJMP   LAZO4
RESP1   CJNE   A,#"R",CONTINUE ;SI RETORNA "R" HAY
        ;QUE CORREGIR
SJMP    CORRIJO
CONTINUE RET

```

```

;
;SUBROUTINA CORRIJO ES EL PROCESO DE MANDAR COMANDO A
IMPRESORA PARA RETIRAR FORMULARIO, CORREGIR EL
PROBLEMA Y VOLVER A INCERTAR FORMULARIO LISTO PARA UNA
NUEVA LECTURA

```

```

CORRIJO LCALL  RETFORM      ;RETIRO FORMULARIO PARA
        ;CORREGIR
LCALL  INIPRIN
MOV    A,#00H ;REINICIO LECTURA DE
        ;FORMULARIO
RET

```

```

; SUBROUTINA QUE LEE TOMA LA INFORMACION DEL LECTOR

```

```

GUARDA MOV    R1,PREGUN+1 ;CONTADOR RESPUESTAS A
        ;LAS PREGUNTAS < 128 ==> 64
MOV    R0,#DATO;DIREC.DE MEMORIA A LA QUE
        ;SE GUARDARA TEMPORALM. LAZO3
        LCALL  LECTURA    ;SUBROUTINA LEER DATOS

```

```

JZ      SIGUE
ADD     A,#30H   ;PARA OBTENER VALOR ASCII   CJNE
        A,#3AH,LETRA
LETRA   JC      LEE
ADD     A,#07H   ;SUMO 07H PARA OBTENER
        LETRA A-F
LEE     MOV     @R0,A           ;DATO PASA A MEMORIA
INC     R0
LCALL   PASLIN   ;PASO A LA SIG. RESPUESTAS   DJNZ
        R1,LAZO3 ;LEE TODOS DATOS DE CADA
        FORMULARIO

SIGUE   RET
;
; SUBROUTINA DE TOMA DE DATOS DEL LECTOR

LECTURA MOV    A,P1           ;LECTURA DE INFORMACION
        DE P1
ANL     A,#0FH   ;BORRAR LOS 1 ADICIONALES
        DE P1
JZ      ERROR1  ;CHEQUEO RESPUESTA EN
        BLANCO

RET
ERROR1  MOV     R4,#"N"
        LCALL   ENVIAR1       ;ENVIO "N" CUANDO SIN
        RESPUESTA

LCALL   EPA
RET

; SUBROUTINA PARA ENVIAR CODIGOS DE ERROR AL PC

ENVIAR1 MOV    A,@R4           ;EN ACUMULADOR DATOS
JB      TI,$    ;CHEQUEO DE BANDERA DE Tx
MOV     SBUF,A  ;Tx DE DATOS
RET
;
; SUBROUTINA PARA ENVIAR INFORMACION AL PC

ENVIAR  MOV    A,@R0           ;EN ACUMULADOR DATOS
JB      TI,$    ;CHEQUEO DE BANDERA DE Tx
MOV     SBUF,A  ;Tx DE DATOS
JNB     TI,$
CLR     TI
RET

; SUBROUTINA DE PASO DE LINEA

PASLIN  MOV    A,#0AH           ;REPITO EL SALTO

```

```

LCALL    SEND
          MOVA,#0AH    ;UBICACION ENTRE 2
                          PREGUNTAS

LCALL    SEND
LCALL    CINCO
RET
;
;SUBROUTIN QUE ESPERA UN TIEMPO ENTRE LECTURA DE
FORMULARIOS

CINCO    MOV    R7,#1FH    ;CONTADOR EXTERNO
MOV      TH0,#7BH ;TIEMPO AJUSTADO 2 SEG.
MOV      TL0,#80H
SETB     TR0
TIM01    JNB     TF0,TIM01
CLR      TF0
DJNZ     R7,TIM01
CLR      TR0
RET
;
; SUBROUTINA QUE RETIRA EL PAPEL CUMPLIDA LA LECTURA DE
PREGUNTAS( < LONG PAGIN )

RETFORM  MOV    A,#0CH    ;CODIGO SACAR PAPEL
LCALL    SEND
JNB      UNOD,$    ;CHEQUEO SI SALIO PAPEL
RET

; SUBROUTINA ENVIAR A LA IMPRESORA

SEND     JB     BUSY,$
NOP
NOP
NOP
NOP
NOP
MOV      P0,A
NOP
CLR      STROBE
NOP
SETB     STROBE
NOP
RET
          END
;Fin del modulo fuente

```

ANEXO 2. Programa en el computador en Quick BASIC

```

1   OO = 0:
2   COM(1) OFF
   N2 = 1: K = 1: C3 = 0: UNO = 0: IMPRS = "N"
   DIM A$(3), C$(4), T$(16), P(16), R(4)
   T$(1) = " V A C I O ": T$(2) = " 1 "
   T$(3) = " 2 ": T$(4) = " 1 - 2 "
   T$(5) = " 3 ": T$(6) = " 1 - 3 "
   T$(7) = " 2 - 3 ": T$(8) = " 1 - 2 - 3 "
   T$(9) = " 4 ": T$(10) = " 1 - 4 "
   T$(11) = " 2 - 4 ": T$(12) = " 1 - 2 - 4 "
   T$(13) = " 3 - 4 ": T$(14) = " 1 - 3 - 4 "
   T$(15) = " 2 - 3 - 4 ": T$(16) = " 1 - 2 - 3 - 4 "
   CLS :
   IF OO = 1 THEN 1015
   GOSUB PANT
   A$(1) = "COMIENZO DE LECTURA DE FORMULARIOS": A$(2) =
   "SALIR DEL PROGRAMA "
   COLOR 3, 0
   FOR I = 1 TO 2
   LOCATE 10 + I, 14: PRINT A$(I):
   NEXT I
   J = 1
   GOSUB ESCOJO
1000 B$ = INKEY$:
   IF B$ = "" THEN 1000
   IF B$ = CHR$(0) + CHR$(72) THEN IF J = 1 THEN BEEP: GOTO 1000
   ELSE J = J - 1: GOTO 1010
   IF B$ = CHR$(0) + CHR$(80) THEN IF J = 2 THEN BEEP: GOTO 1000
   ELSE J = J + 1: GOTO 1010
   IF J = 2 THEN END
   IF B$ = CHR$(13) THEN 1015
1010 GOSUB ESCOJO1
   GOSUB ESCOJO
   GOTO 1000

1015 OPEN "COM1:2400,N,8,1,ASC,CD0,CS0,DS0,OP0,RS,TB2048,RB2048"
   FOR RANDOM AS #1
   J = 1
   DATOS = "L"
   GOSUB INICIO
   GOSUB RECIBIR
   IF G$ = "L" THEN 1020
1017 CLS
   GOSUB PANT

```

```

LOCATE 15, 15: PRINT "ASEGURESE QUE ESTE LISTO EL LECTOR
DE RESPUESTAS"
1018 LOCATE 17, 19: PRINT "FAVOR ENCIENDA EL EQUIPO (S) ="; : TTT$
= INKEY$
IF TTT$ = "S" OR TTT$ = "s" THEN 1015 ELSE 1018
1020 CLS : GOSUB PANT
1021 LOCATE 9, 14: INPUT "NUMERO DE FORMULARIOS =", A%: IF A%
<= 0 THEN 1020
1022 LOCATE 11, 14: INPUT "NUMERO DE PREGUNTAS (1-50) =", B%
IF B% <= 0 OR B% > 50 THEN 1022
1024 LOCATE 13, 14: F$ = INKEY$
PRINT "DESEA VER RESPUESTAS POR FORMULARIO LEIDO (S/N) =
"; F$
IF F$ <> "s" AND F$ <> "S" AND F$ <> "N" AND F$ <> "n" THEN
GOTO 1024
1026 LOCATE 15, 14: T1$ = INKEY$
PRINT "RESPUESTA UNICA PARA TODAS LAS PREGUNTAS (S/N)=
"; T1$
IF T1$ <> "s" AND T1$ <> "S" AND T1$ <> "N" AND T1$ <> "n" THEN
1026
1028 VR$ = INKEY$
LOCATE 17, 14: PRINT "ESTAN CORRECTOS LOS DATOS HASTA
AHORA S/N="; VR$
IF VR$ <> "s" AND VR$ <> "n" AND VR$ <> "N" AND VR$ <> "S"
THEN 1028
IF VR$ = "N" OR VR$ = "n" THEN 1020
REDIM A1(B%), L(16, B%), B1(B%), DS(B%), B11(B%), DDS(A%, B%)
FOR I = 1 TO B%
A1(I) = 0: L(16, I) = 0: B1(I) = 0: B11(I) = 0
NEXT I
IF B% = 1 THEN 1030
1029 LOCATE 17, 14: T2$ = INKEY$
PRINT "DESEA DIFERENCIAR EL # DE RESPUESTAS POR
PREGUNT (S/N)= "; T2$
IF T2$ <> "s" AND T2$ <> "S" AND T2$ <> "n" AND T2$ <> "N" THEN
1029
IF T2$ = "s" OR T2$ = "S" THEN 1032
1030 NUS$ = INKEY$
LOCATE 19, 14: PRINT "NUMERO DE RESPUESTAS (1-4) POR
PREGUNTA = "; NUS$
C% = VAL(NUS$)
IF C% < 1 OR C% > 4 THEN 1030
1031 IMPR$ = INKEY$
LOCATE 21, 14: PRINT "DESEA LA IMPRESION DE RESULTADOS
(S/N) = "; IMPR$
LOCATE 22, 14: PRINT "SI ES RESPUESTA AFIRMATIVA PREPARE
IMPRESORA"

```

```

IF IMPR$ <> "s" AND IMPR$ <> "n" AND IMPR$ <> "S" AND IMPR$ <>
"N" THEN 1031
GOTO 1034
1032 IMPR$ = INKEY$
LOCATE 19, 14: PRINT "DESEA LA IMPRESION DE RESULTADOS
(S/N) = "; IMPR$
LOCATE 20, 14: PRINT "SI ES RESPUESTA AFIRMATIVA PREPARE
IMPRESORA"
IF IMPR$ <> "s" AND IMPR$ <> "n" AND IMPR$ <> "S" AND IMPR$ <>
"N" THEN 1032
1033 GOSUB OPCION
1034 UNO = 1: GOSUB PANT
FOR I = 1 TO B%: FOR J = 1 TO 16: L(J, I) = 0: NEXT J: NEXT I
FOR I = 1 TO 4: R(I) = 0: NEXT I
REM ENVIO LOS DATOS DE A% y B% SIEMPRE DE 4 DIGITOS EJM
0008,0057,0157,5253
NUM% = A%
GOSUB DIGITOS
NUM% = B%
GOSUB DIGITOS
ER = 0
2000 FOR I9 = 1 TO A%
CLS
GOSUB PANT
LOCATE 12, 10:
PRINT " ESTAMOS ESTE MOMENTO TRABAJANDO CON EL
FORMULARIO No "; I9
GOSUB DATO
IF F$ = "S" OR F$ = "s" THEN 2009
CLS : GOSUB PANT:
LOCATE 12, 10:
PRINT " ESTAMOS ESTE MOMENTO TRABAJANDO CON EL
FORMULARIO No "; I9
LOCATE 14, 10: PRINT "ESPERE UN MOMENTO HASTA FINALIZAR
LOS FORMULARIOS"
GOTO 2010
2009 GOSUB RESPUESTA
LOCATE 25, 1: INPUT KEY$
2010 NEXT I9
I9 = I9 - 1
CLS
GOSUB PANT
IF F$ = "n" OR F$ = "N" THEN 2015
2012 QWES$ = INKEY$
LOCATE 12, 8: PRINT "DESEA REVISAR LOS RESULTADOS
TOTALES S/N"; QWES$

```

```

IF QWES <> "S" AND QWES <> "N" AND QWES <> "s" AND QWES <>
"n" THEN 2012
IF QWES = "n" OR QWES = "N" THEN 2050
CLS : GOSUB PANT
2015 LOCATE 10, 13: PRINT "PARA UN NUMERO DE (; I9; ")
FORMULARIO(S) SE TIENE : "
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT "PARA UN NUMERO DE (; I9; ")
FORMULARIO(S) SE TIENE : "
IF T1$ = "N" OR T1$ = "n" THEN 2060
IF T2$ = "S" OR T2$ = "s" THEN IF G1% <> 0 THEN C% = 4 ELSE IF G2
<> 0 THEN C% = 3 ELSE IF C3% <> 0 THEN C% = 2 ELSE C% = 1
S = 0: IF C% = 4 THEN P = 16 ELSE IF C% = 3 THEN P = 8 ELSE IF C%
= 2 THEN P = 4 ELSE P = 2
FOR I = 1 TO P
FOR J = 1 TO B%
S = S + L(I, J)
NEXT J
P(I) = S: S = 0
NEXT I
IF P(1) > 0 THEN PP = P(1)
GOSUB BORRAR
P(2) = P(2) + P(4) + P(6) + P(8) + P(10) + P(12) + P(14) + P(16)
P(3) = P(3) + P(4) + P(7) + P(8) + P(11) + P(12) + P(15) + P(16)
P(5) = P(5) + P(6) + P(7) + P(8) + P(13) + P(14) + P(15) + P(16)
P(9) = P(9) + P(10) + P(11) + P(12) + P(13) + P(14) + P(15) + P(16)
K = 1: P(1) = P(2): P(2) = P(3): P(3) = P(5): P(4) = P(9)
FOR I = 1 TO C%
LOCATE 12 + K, 13: PRINT "CON LA RESPUESTA No.("; I; ") SE
TIENEN :"; P(I)
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT "CON LA RESPUESTA No.("; I; ") SE
TIENEN :"; P(I)
K = K + 2
IF K > 11 THEN K = 0: CLS : GOSUB BORRAR
NEXT I
LOCATE 25, 1: INPUT KEYS
IF PP < 1 THEN : CLOSE #1: GOTO 2050
LOCATE 12 + K, 13: PRINT "CON LA RESPUESTA ( EN BLANCO ) SE
TIENEN :"; PP
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT "CON LA RESPUESTA ( EN BLANCO )
SE TIENEN :"; PP
CLOSE #1
2050 CLS
GOSUB PANT
2051 VERS = INKEY$
LOCATE 15, 10: PRINT "DESEA REVISAR UN FORMULARIO
DETERMINADO (S/N)="; VERS

```

```

IF VER$ <> "s" AND VER$ <> "S" AND VER$ <> "N" AND VER$ <> "n"
THEN GOTO 2051
IF VER$ = "s" OR VER$ = "S" THEN GOSUB RESPUE1
CLS
GOSUB PANT
2055 CON$ = INKEY$
LOCATE 15, 10: PRINT "DESEA REINICIAR CON OTROS VALORES ?
(S/N)="; CON$
IF CON$ <> "s" AND CON$ <> "S" AND CON$ <> "N" AND CON$ <>
"n" THEN GOTO 2055
IF CON$ = "s" OR CON$ = "S" THEN OO = 1: CLOSE #1: GOTO 2
CLS
END
2060 FOR I = 1 TO B%
K = 1: GOSUB BORRAR
LOCATE 11 + K, 17: PRINT "EN LA PREGUNTA("; I; ") : "
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT "EN LA PREGUNTA("; I; ") : "
R(1) = L(2, I) + L(4, I) + L(6, I) + L(8, I) + L(10, I) + L(12, I) + L(14, I) +
L(16, I)
R(2) = L(3, I) + L(4, I) + L(7, I) + L(8, I) + L(11, I) + L(12, I) + L(15, I) +
L(16, I)
R(3) = L(5, I) + L(6, I) + L(7, I) + L(8, I) + L(13, I) + L(14, I) + L(15, I) +
L(16, I)
R(4) = L(9, I) + L(10, I) + L(11, I) + L(12, I) + L(13, I) + L(14, I) + L(15, I)
+ L(16, I)
C3 = C3 + L(1, I)
IF T2$ = "S" OR T2$ = "s" THEN C% = B1(I)
FOR J1 = 1 TO C%
LOCATE 13 + K, 13: PRINT " CON RESPUESTA No. "; J1; " TENEMOS
= "; R(J1)
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT " CON RESPUESTA No. "; J1; "
TENEMOS = "; R(J1)
K = K + 2
IF K > 10 THEN K = 0: CLS : GOSUB BORRAR
NEXT J1
IF C3 = 0 THEN 2061
LOCATE 13 + K, 13: PRINT " CON RESPUESTA EN BLANCO
TENEMOS = "; C3: C3 = 0
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT " CON RESPUESTA EN BLANCO
TENEMOS = "; C3
2061 SLEEP 5
LOCATE 13 + K, 13: PRINT "
K11 = I
IF K11 < B% THEN GOSUB BORRAR
NEXT I
CLOSE #1
GOTO 2050

```

REM ESPACIO DE SUBROUTINAS

DIGITOS:

```

    III = 3; NN1 = 0
    FOR I = 1 TO 4
    NN = NUM% / 10 ^ III
    NN1 = INT(NN)
    NUM% = NUM% - NN1 * 10 ^ III
    DATOS$ = RIGHT$(STR$(NN1), 1)
    GOSUB ENVIAR
    III = III - 1
    NEXT I
    RETURN

```

INICIO:

```

REM TENGO QUE ENVIAR LA "L" PARA VERIFICAR SI ESTA
ENCENDIDO EL MS8751
PRINT #1, DATOS$;
RETURN

```

ESCOJO1:

```

REM ESCOJO ES PARA FIJAR LA ACTIVIDAD QUE VOY A REALIZAR
COLOR 3, 0
FOR I = 1 TO 2
LOCATE 10 + I, 14: PRINT A$(I)
NEXT I
RETURN

```

ESCOJO:

```

COLOR 15, 1
LOCATE 10 + J, 14: PRINT A$(J)
COLOR 15, 9
RETURN

```

PANT:

```

2070 COLOR 10, 1
FOR I = 2 TO 79
LOCATE 1, I: PRINT "="
LOCATE 5, I: PRINT "="
LOCATE 23, I: PRINT "="
NEXT I
LOCATE 2, 2
PRINT " LECTOR DE RESPUESTAS
INGENIERIA ELECTRICA"
LOCATE 3, 2
PRINT " BYRON HERRERA TALBOT
SISTEMAS DIGITALES "

```

FACULTAD DE

AREA DE

```

LOCATE 4, 2
PRINT "TESIS DE GRADO ( E.P.N )                Dirig: ING. JAIME
VELARDE "
FOR I = 1 TO 23
LOCATE I, 1: PRINT "|"
LOCATE I, 80: PRINT "|"
NEXT I
LOCATE 4, 2: PRINT "TESIS DE GRADO ( E.P.N )    "; DATES;
IF UNO = 0 THEN RETURN
LOCATE 6, 3: PRINT "#-F="; A%;
LOCATE 7, 3: PRINT "#-P="; B%;
RETURN

```

DATO:

```

FOR I = 1 TO B%
2089 GOSUB RECIBIR
IF G$ = "M" OR G$ = "N" THEN 2090 ELSE 2098
2090 QQ = I
CLS : GOSUB PANT: I = QQ
COLOR 11, 7
IF G$ = "M" THEN 2091 ELSE 2092
2091 LOCATE 13, 12: PRINT "E STA COLOCADO MAL EL FOR
MULARIO"
GOTO 2096
2092 LOCATE 12, 12: PRINT "HAY PREGUNTA SIN RESPUES
TA"
2093 TT$ = INKEY$
LOCATE 15, 12: PRINT " SE PERMITE RESPUESTAS EN BLANCO ?
(S/N )="; TT$
IF TT$ < "S" AND TT$ < "s" AND TT$ < "N" AND TT$ < "n" THEN
2093
COLOR 10, 1
IF TT$ = "n" OR TT$ = "N" THEN 2096
DATO$ = "P": GOSUB ENVIAR:
CLS : GOSUB PANT
LOCATE 12, 10:
PRINT " ESTAMOS ESTE MOMENTO TRABAJANDO CON EL
FORMULARIO No "; I9
I = QQ: GOTO 2089
2096 LOCATE 17, 12: PRINT " FAVOR: REVISE EN ESTE MOMENTO
"

SLEEP 3: COLOR 10, 1
DATO$ = "R": GOSUB ENVIAR: CLS : GOSUB PANT
LOCATE 12, 10:
PRINT " ESTAMOS ESTE MOMENTO TRABAJANDO CON EL
FORMULARIO No "; I9
I = 0: QQ = I: GOTO 2100

```

```

2098 IF G$ = "1" THEN D = 1 ELSE IF G$ = "2" THEN D = 2 ELSE IF G$ = "3"
    THEN D = 3
    IF G$ = "4" THEN D = 4 ELSE IF G$ = "5" THEN D = 5 ELSE IF G$ = "6"
    THEN D = 6
    IF G$ = "7" THEN D = 7 ELSE IF G$ = "8" THEN D = 8 ELSE IF G$ = "9"
    THEN D = 9
    IF G$ = "A" THEN D = 10 ELSE IF G$ = "B" THEN D = 11 ELSE IF G$ =
    "C" THEN D = 12
    IF G$ = "D" THEN D = 13 ELSE IF G$ = "E" THEN D = 14 ELSE IF G$ =
    "F" THEN D = 15
    IF G$ = "0" THEN D = 0
    A1(I) = D
    IF T2$ = "S" OR T2$ = "s" THEN C% = B1(I)
    GOSUB DECOD
2100 NEXT I
    RETURN

```

DECOD:

```

    IF A1(I) <> 0 THEN 3015
3000 D$(I) = " 0 ": L(1, I) = L(1, I) + 1: T$(1) = " 0 "
    DD$(I9, I) = D$(I)
    IF F$ = "S" OR F$ = "s" OR L(1, I) > 1 THEN 3014
    CLS : I2 = I
    GOSUB PANT
    I = I2
    LOCATE 13, 13: PRINT "EL FORMULARIO No = "; I9
    IF IMPRS = "S" THEN LPRINT "EL FORMULARIO No.= "; I9
    LOCATE 15, 13: PRINT "NO TIENE RESPUESTA LA PREGUNTA ="; I
    IF IMPRS = "S" THEN LPRINT "NO TIENE RESPUESTA LA
        PREGUNTA ="; I
    SLEEP 3
3014 RETURN
3015 IF A1(I) = 1 THEN D$(I) = " 1 ": L(2, I) = L(2, I) + 1: T$(2) = " 1 "
    "
    IF C% <> 1 THEN 3040
3030 IF A1(I) = 3 OR A1(I) = 5 OR A1(I) = 7 OR A1(I) = 9 OR A1(I) = 11 THEN
    L(2, I) = L(2, I) + 1: D$(I) = T$(2)
    IF A1(I) = 13 OR A1(I) = 15 THEN L(2, I) = L(2, I) + 1: D$(I) = T$(2)
    IF A1(I) = 2 OR A1(I) = 4 OR A1(I) = 6 OR A1(I) = 8 OR A1(I) = 10 OR
    A1(I) = 12 OR A1(I) = 14 THEN L(1, I) = L(1, I) + 1: D$(I) = T$(1)
    DD$(I9, I) = D$(I)
    RETURN
3040 IF A1(I) = 2 THEN D$(I) = " 2 ": L(3, I) = L(3, I) + 1: T$(3) = " 2 "
    "
    IF A1(I) = 3 THEN D$(I) = " 1 y 2 ": L(4, I) = L(4, I) + 1: T$(4) = " 1 y
    2 "

```

```

IF C% <> 2 THEN 3050
3045 IF A1(I) = 4 OR A1(I) = 8 OR A1(I) = 12 THEN L(1, I) = L(1, I) + 1: D$(I)
    = T$(1)
    IF A1(I) = 5 OR A1(I) = 9 OR A1(I) = 13 THEN L(2, I) = L(2, I) + 1: D$(I)
    = T$(2)
    IF A1(I) = 6 OR A1(I) = 10 OR A1(I) = 14 THEN L(3, I) = L(3, I) + 1: D$(I)
    = T$(3)
    IF A1(I) = 7 OR A1(I) = 11 OR A1(I) = 15 THEN L(4, I) = L(4, I) + 1: D$(I)
    = T$(4)
    DD$(I9, I) = D$(I)
    RETURN
3050 IF A1(I) = 4 THEN D$(I) = " 3  ": L(5, I) = L(5, I) + 1: T$(5) = " 3
    "
    IF A1(I) = 5 THEN D$(I) = " 1 y 3  ": L(6, I) = L(6, I) + 1: T$(6) = " 1 y
    3  "
    IF A1(I) = 6 THEN D$(I) = " 2 y 3  ": L(7, I) = L(7, I) + 1: T$(7) = " 2 y
    3  "
    IF A1(I) = 7 THEN D$(I) = "1 , 2 y 3  ": L(8, I) = L(8, I) + 1: T$(8) = "1 , 2
    y 3  "
    IF C% <> 3 THEN 3070
3060 IF A1(I) = 9 THEN L(2, I) = L(2, I) + 1: D$(I) = T$(2)
    IF A1(I) = 10 THEN L(3, I) = L(3, I) + 1: D$(I) = T$(3)
    IF A1(I) = 12 THEN L(5, I) = L(5, I) + 1: D$(I) = T$(5)
    IF A1(I) = 11 THEN L(4, I) = L(4, I) + 1: D$(I) = T$(4)
    IF A1(I) = 13 THEN L(6, I) = L(6, I) + 1: D$(I) = T$(6)
    IF A1(I) = 14 THEN L(7, I) = L(7, I) + 1: D$(I) = T$(7)
    IF A1(I) = 15 THEN L(8, I) = L(8, I) + 1: D$(I) = T$(8)
    IF A1(I) = 8 THEN L(1, I) = L(1, I) + 1: D$(I) = T$(1)
    DD$(I9, I) = D$(I)
    RETURN
3070 IF A1(I) = 9 THEN D$(I) = " 1 y 4  ": L(10, I) = L(10, I) + 1: T$(10) = "
    1 y 4  "
    IF A1(I) = 11 THEN D$(I) = "1 , 2 y 4  ": L(12, I) = L(12, I) + 1: T$(12) =
    "1 , 2 y 4  "
    IF A1(I) = 13 THEN D$(I) = "1 , 3 y 4  ": L(14, I) = L(14, I) + 1: T$(14) =
    "1 , 3 y 4  "
    IF A1(I) = 15 THEN D$(I) = "1 , 2 , 3 y 4": L(16, I) = L(16, I) + 1: T$(16) =
    "1 , 2 , 3 Y 4 "
    IF A1(I) = 10 THEN D$(I) = " 2 y 4  ": L(11, I) = L(11, I) + 1: T$(11) = "
    2 y 4  "
    IF A1(I) = 14 THEN D$(I) = "2 , 3 y 4  ": L(15, I) = L(15, I) + 1: T$(15) =
    "2 , 3 y 4  "
    IF A1(I) = 12 THEN D$(I) = " 3 y 4  ": L(13, I) = L(13, I) + 1: T$(13) = "
    3 y 4  "
    IF A1(I) = 8 THEN D$(I) = " 4  ": L(9, I) = L(9, I) + 1: T$(9) = " 4"
    DD$(I9, I) = D$(I)
    RETURN

```

MASDAT:

```

CLS : GOSUB PANT
LOCATE 8, 45: PRINT "INFORMACION POR CADA FORMULARIO"
LOCATE 9, 45: PRINT " LEIDO EN EL LECTOR DE MARCAS"
LOCATE 10, 15: PRINT "FORMULARIO No ="; I9
IF IMPRS = "N" OR IMPRS = "n" THEN 3077
LPRINT "INFORMACION POR CADA FORMULARIO"
LPRINT " LEIDO EN EL LECTOR DE MARCAS"
LPRINT "FORMULARIO No ="; I9
3077 RETURN

```

RESPUESTA:

```

K = 1
GOSUB MASDAT
3079 FOR J = 1 TO B%
IF J < 11 THEN K = J: GOTO 3080
IF J = 11 OR J = 22 OR J = 33 OR J = 44 OR J = 55 THEN INPUT "Presione
una tecla para ver el resto", KEY$: GOSUB MASDAT
IF J < 22 THEN K = J - 10: GOTO 3080
IF J < 33 THEN K = J - 21: GOTO 3080
IF J < 44 THEN K = J - 32: GOTO 3080
IF J < 55 THEN K = J - 43: GOTO 3080
IF J < 66 THEN K = J - 54
3080 IF D$(J) <> T$(1) THEN 3090
IF IMPRS = "S" THEN LPRINT "PREGUNTA (; J; ") ESTA SIN
RESPUESTA      "
LOCATE 12 + K, 12: PRINT "PREGUNTA (; J; ") ESTA SIN
RESPUESTA      ": GOTO 4000
3090 LOCATE 12 + K, 12: PRINT "PREGUNTA (; J; ") CON RESPUESTA =
"; D$(J)
IF IMPRS = "S" THEN LPRINT "PREGUNTA (; J; ") CON RESPUESTA
= "; D$(J)
4000 NEXT J
RETURN

```

ENVIAR:

```

PRINT #1, DATOS;
RETURN

```

RECIBIR:

```

4010 IF EOF(1) = 1 THEN 4010
G$ = INPUT$(1, #1)
CLS
RETURN

```

BORRAR:

```

FOR J1 = 12 TO 22

```

```

FOR J2 = 13 TO 70
LOCATE J1, J2: PRINT " "
NEXT J2: NEXT J1
RETURN

```

OPCION:

```

M = 0
5000 CLS
GOSUB PANT
LOCATE 8, 13: PRINT "LA OPCION ES DE 1 A 4 RESPUESTAS
SIMULTANEAS"
LOCATE 10, 17: PRINT " ESCOGIMOS ("; B%; ") PREGUNTAS POR LO
TANTO:"
LOCATE 14, 6: INPUT "CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 4 POSIBLES
RESPUESTAS "; G1%
LOCATE 15, 6: INPUT "CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 3 POSIBLES
RESPUESTAS "; G2%
LOCATE 16, 6: INPUT "CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 2 POSIBLES
RESPUESTAS "; G3%
LOCATE 17, 6: INPUT "CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 1 POSIBLES
RESPUESTAS "; G4%
G5% = G1% + G2% + G3% + G4%
5005 X1 = 0
IF G5% = B% THEN 5012 ELSE 5010
5010 LOCATE 20, 6: PRINT "S U S D A T O S S O N A B S U R D O S"
LOCATE 21, 6: INPUT KEY$
M = M + 1:
IF M = 3 THEN CLS : LOCATE 10, 10: PRINT " DISCULPE PERO ESTO
SE TERMINA AQUI": END
GOTO 5000
5012 CLS : GOSUB PANT
IF G1% <> 0 THEN C% = 4 ELSE IF G2 <> 0 THEN C% = 3 ELSE IF C3%
<> 0 THEN C% = 2 ELSE C% = 1
R = 1
IF G1% = 0 THEN 5015
LOCATE 7 + R, 7
PRINT "CON 4 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS"; G1%; "
PREGUNTAS": R = R + 1
5015 IF G2% = 0 THEN 5020
LOCATE 7 + R, 7
PRINT "CON 3 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS"; G2%; "
PREGUNTAS": R = R + 1
5020 IF G3% = 0 THEN 5021
LOCATE 7 + R, 7
PRINT "CON 2 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS"; G3%; "
PREGUNTAS": R = R + 1
5021 IF G4% = 0 THEN 5022

```

```

LOCATE 7 + R, 7
PRINT "CON 1 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS"; G4%; "
PREGUNTAS": R = R + 1
5022 LOCATE 7 + R + 1, 7
    WAS = INKEY$
    PRINT "ESTAN CORRECTAS SUS RESPUESTAS S/N "; WAS
    IF WAS <> "s" AND WAS <> "S" AND WAS <> "n" AND WAS <> "N"
    THEN 5022
    IF WAS = "N" OR WAS = "n" THEN 5000
    IF IMPR$ = "N" OR IMPR$ = "n" THEN 5024
    LPRINT "LA OPCION ES DE 1 A 4 RESPUESTAS SIMULTANEAS"
    LPRINT " ESCOGIMOS (; B%; ") PREGUNTAS POR LO TANTO:"
    LPRINT "PREGUNTAS QUE TIENEN 4 POSIBLES RESPUESTAS ";
    G1%
    LPRINT "PREGUNTAS QUE TIENEN 3 POSIBLES RESPUESTAS ";
    G2%
    LPRINT "PREGUNTAS QUE TIENEN 2 POSIBLES RESPUESTAS ";
    G3%
    LPRINT "PREGUNTAS QUE TIENEN 1 POSIBLES RESPUESTAS ";
    G4%
5024 LOCATE 7 + R + 1, 7: PRINT "
5025 IF G1% > 0 AND G2% > 0 AND G3% > 0 AND G4% > 0 THEN 5030
    IF G1% = 0 AND (G2% > 0 AND G3% > 0 AND G4% > 0) THEN 5030
    IF G2% = 0 AND (G1% > 0 AND G3% > 0 AND G4% > 0) THEN 5030
    IF G3% = 0 AND (G1% > 0 AND G2% > 0 AND G4% > 0) THEN 5030
    IF G4% = 0 AND (G1% > 0 AND G2% > 0 AND G3% > 0) THEN 5030
    IF G1% = 0 AND G2% = 0 THEN IF G3% > G4% THEN PRE1 = 2: PRE =
    1: X = G4% ELSE PRE1 = 1: PRE = 2: X = G3%
    IF G1% = 0 AND G3% = 0 THEN IF G2% > G4% THEN PRE1 = 3: PRE =
    1: X = G4% ELSE PRE1 = 1: PRE = 3: X = G2%
    IF G1% = 0 AND G4% = 0 THEN IF G2% > G3% THEN PRE1 = 3: PRE =
    2: X = G3% ELSE PRE1 = 2: PRE = 3: X = G2%
    IF G2% = 0 AND G3% = 0 THEN IF G1% > G4% THEN PRE1 = 4: PRE =
    1: X = G4% ELSE PRE1 = 1: PRE = 4: X = G1%
    IF G2% = 0 AND G4% = 0 THEN IF G1% > G3% THEN PRE1 = 4: PRE =
    2: X = G3% ELSE PRE1 = 2: PRE = 4: X = G1%
    IF G3% = 0 AND G4% = 0 THEN IF G1% > G2% THEN PRE1 = 4: PRE =
    3: X = G2% ELSE PRE1 = 3: PRE = 4: X = G1%
    GOSUB PREGUN1
    GOSUB PREGUN
    GOSUB PANT
    RETURN
5030 GOSUB MAYOR
    GOSUB PREGUN1
    IF PRE1 <> 4 AND G1% <> 0 THEN PRE = 4: X = G1%: GOSUB
    PREGUN

```

```

IF PRE1 <> 3 AND G2% <> 0 THEN PRE = 3: X = G2%: GOSUB
PREGUN
IF PRE1 <> 2 AND G3% <> 0 THEN PRE = 2: X = G3%: GOSUB
PREGUN
IF PRE1 <> 1 AND G4% <> 0 THEN PRE = 1: X = G4%: GOSUB
PREGUN
CLS
RETURN

```

MAYOR:

```

X1 = 1
IF X1 < G1% THEN X1 = G1%: PRE1 = 4
IF X1 < G2% THEN X1 = G2%: PRE1 = 3
IF X1 < G3% THEN X1 = G3%: PRE1 = 2
IF X1 < G4% THEN X1 = G4%: PRE1 = 1
RETURN

```

PREGUN1:

```

FOR I = 1 TO B%
B1(I) = PRE1
NEXT I
RETURN

```

PREGUN:

```

LOCATE 15, 7
PRINT "DETALLE UNA POR UNA LA(S) PREGUNTA(S) CON "; PRE;
" POSIBLE(S) RESPUESTA(S):"
FOR I = 1 TO X: B11(I) = 0: NEXT I
FOR I = 1 TO X
5031 LOCATE 17, 10: INPUT "LA PREGUNTA No. ="; B2
IF B2 < 1 OR B2 > G5% THEN 5031
B11(I) = B2
IF I < 2 THEN 5034
FOR I9 = 1 TO I - 1
IF B11(I9) = B2 THEN 5032 ELSE 5033
5032 I9 = I - 1: QQ = 1
LOCATE 18, 10: PRINT "ESTA REPITIENDO LA PREGUNTA CORRIJA
ESTE MOMENTO !"
SLEEP 3
5033 NEXT I9
IF QQ = 1 THEN QQ = 0: LOCATE 18, 10: PRINT "
": GOTO 5031
5034 SS$ = INKEY$
LOCATE 18, 10: PRINT "ESTA SEGURO QUE LA PREGUNTA No. ";
B2; " (S/N)=", SS$
IF SS$ <> "s" AND SS$ <> "S" AND SS$ <> "n" AND SS$ <> "N" THEN
5034

```

```

IF SSS <> "N" AND SSS = "n" THEN 5031
B1(B2) = PRE
IF X = 1 THEN 5042
LOCATE 17, 10: PRINT "LA PREGUNTA No. ="; " "
LOCATE 18, 10: PRINT " "
5042 NEXT I
LOCATE 15, 7: PRINT " "
LOCATE 17, 10: PRINT " "
LOCATE 18, 10: PRINT " "
GOSUB PANT
RETURN

RESPUE1:
5070 LOCATE 17, 10: INPUT "FORMULARIO QUE DESEA REVISAR = "; I9
IF I9 < 1 OR I9 > A% THEN 5070
K = 1
GOSUB MASDAT
5079 FOR J = 1 TO B%
IF J < 11 THEN K = J: GOTO 5080
IF J = 11 OR J = 22 OR J = 33 OR J = 44 OR J = 55 THEN INPUT "Presione
una tecla para ver el resto", KEY$: GOSUB MASDAT
IF J < 22 THEN K = J - 10: GOTO 5080
IF J < 33 THEN K = J - 21: GOTO 5080
IF J < 44 THEN K = J - 32: GOTO 5080
IF J < 55 THEN K = J - 43: GOTO 5080
IF J < 66 THEN K = J - 54
5080 IF DD$(I9, J) <> T$(1) THEN 5090
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT "PREGUNTA (; J; ") ESTA SIN
RESPUESTA "
LOCATE 12 + K, 12: PRINT "PREGUNTA (; J; ") ESTA SIN
RESPUESTA "; GOTO 6000
5090 LOCATE 12 + K, 12: PRINT "PREGUNTA (; J; ") CON RESPUESTA =
"; DD$(I9, J)
IF IMPR$ = "S" THEN LPRINT "PREGUNTA (; J; ") CON RESPUESTA
= "; DD$(I9, J)
6000 NEXT J
LOCATE 25, 1: INPUT ; KEY$
CLS : GOSUB PANT
6010 VR1$ = INKEY$
LOCATE 17, 14: PRINT "DESEA REVISAR MAS FORMULARIOS
S/N="; VR1$
IF VR1$ <> "s" AND VR1$ <> "n" AND VR1$ <> "N" AND VR1$ <> "S"
THEN 6010
IF VR1$ = "N" OR VR1$ = "n" THEN 6020
GOSUB BORRAR
GOTO 5070
6020 RETURN

```

ANEXO No. 3 MANUAL DEL USUARIO

El programa de presentación de resultados, está procesado en lenguaje Basic, el mismo que se ejecuta en un computador personal, previamente se conecte en el pórtico serial el prototipo de lectura de información. Para su ejecución se procede de la siguiente manera:

- a) Ingreso de disco en el driver, se ejecuta en Basic el programa LECTOR.EXE y presionando enter.
- b) Se presenta en pantalla la opción de acceder al programa o abortarlo, si se aborta, ubicarse en la opción "Salir" y presionar enter, el programa sale al sistema operativo; si se desea acceder al programa se ubica en opción "Comienzo de lectura de formularios" y se da un enter.

```

-----
LECTOR DE RESPUESTAS                FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
BYRON HERRERA TALBOT                AREA DE SISTEMAS DIGITALES
TESIS DE GRADO ( E.P.N )           06 30 1999                Dirig: ING. JAINE VELARDE
-----
COMIENZO DE LECTURA DE FORMULARIOS
SALIR DEL PROGRAMA
-----

```

- c) Internamente se transmite un código ASCII ("L") al equipo de lectura (lector), el mismo que también retransmite automáticamente el mismo código para la ejecución normal, caso contrario sale un mensaje "Favor encender el lector de respuesta" (impresora).
- d) En pantalla se van desplegando las opciones que se requieren como datos iniciales para ejecutar este programa, entre ellos se tiene:
 - 1.El número de formularios que van a ser leídos por el lector de respuestas y presionar enter, donde se escogerá un número que va desde 1 a 9999 formularios.
 - 2.El número de respuestas que contiene cada formulario a ser leído y presionar enter, de 1 a 124 acepta el prototipo, pero que en la práctica el tamaño de formulario más común es hasta 20 preguntas para hojas tamaño carta y A4.
 - 3.Responder S ó N a la condición de "Desea ver respuestas por formulario leído", es decir, leído un formulario desplegar en pantalla los resultados de ese formulario y así sucesivamente.
 - 4.Responder S ó N a la condición de "Respuesta única para todas las preguntas", ejemplo: Elecciones presidenciales con 4 candidatos en 15 urnas de 50 zonas, así se tendrán: opciones son 4, preguntas son 15 y los formularios son 50, cuyo resultado sería cuantos votos para cada candidato.

5. Responder S ó N a la condición de “Están correctos los datos ingresados en los puntos anteriores”, en caso negativo se ejecuta nuevamente desde el punto 1. En afirmativo continua.

```

-----
LECTOR DE RESPUESTAS                                FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
BYRON HERRERA TALBOT                                AREA DE SISTEMAS DIGITALES
TESIS DE GRADO ( E.P.N )                          06-20-1999                          Dirig: ING. JAIME VELARDE
-----

NUMERO DE FORMULARIOS = 67.
NUMERO DE PREGUNTAS (1-50) = 12
DESEA VER RESPUESTAS POR FORMULARIO LEIDO (S/N) = S
RESPUESTA UNICA PARA TODAS LAS PREGUNTAS (S/N) = N
ESTAN CORRECTOS LOS DATOS HASTA AHORA S/N = S
-----

```

6. Responder S ó N a la condición de “Desea diferenciar el número de respuestas en cada pregunta del formulario a ser leído”, en caso negativo continua con el punto 7, para el caso de responder en forma afirmativa, se responde pregunta 8 y pasa a otra pantalla “revisar el literal e”).

7. El número de respuestas, que tienen todas las preguntas de los formularios a ser leídos

8. Responder S ó N a la condición de “Desea imprimir resultados”, es decir a más de un despliegue en pantalla los resultados se imprimen aparte a lo cual se indica que se debe conectar a una impresora que no es el lector.

```

-----
LECTOR DE RESPUESTAS                                FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
BYRON HERRERA TALBOT                                AREA DE SISTEMAS DIGITALES
TESIS DE GRADO ( E.P.N )                          06-20-1999                          Dirig: ING. JAIME VELARDE
-----

NUMERO DE FORMULARIOS = 67
NUMERO DE PREGUNTAS (1-50) = 12
DESEA VER RESPUESTAS POR FORMULARIO LEIDO (S/N) = S
RESPUESTA UNICA PARA TODAS LAS PREGUNTAS (S/N) = N
DESEA DIFERENCIAR EL # DE RESPUESTAS POR PREGUNT (S/N) = N
NUMERO DE RESPUESTAS (1-4) POR PREGUNTA = 4
DESEA LA IMPRESION DE RESULTADOS (S/N) =
SI ES RESPUESTA AFIRMATIVA PREPARE IMPRESORA
-----

```

e) Para diferenciar el número de respuestas en las preguntas del formulario a ser leído, cabe indicar que el número máximo de respuestas por pregunta es de 1 a 4 respuestas combinadas y e debe tener presente que los valores del número de preguntas con un determinado número de respuestas (de 1 a 4) que se va anotando tendrá que en suma ser el dato inicial escogido en el punto 2 del literal b, se despliega la siguiente pantalla

9. Indica primero el número de respuestas que se escogió en el punto 2 del literal b

10. Anotar el número de preguntas con hasta 4 respuestas combinadas, con la opción de tener respuestas una, dos, tres y cuatro respuestas (“alternativas”) ó respuesta en blanco y presionar enter.

11. Anotar el número de preguntas con hasta 3 respuestas y presionar enter.

12. Anotar el número de preguntas con hasta 2 respuestas y presionar enter.

13. Anotar el número de preguntas con 1 respuestas y presionar enter.

```

LA OPCION ES DE 1 A 4 RESPUESTAS SIMULTANEAS
      ESCOGIMOS ( 12 ) PREGUNTAS POR LO TANTO:

CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 4 POSIBLES RESPUESTAS ? 7
CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 3 POSIBLES RESPUESTAS ? 3
CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 2 POSIBLES RESPUESTAS ? 1
CUANTAS PREGUNTAS TIENEN 1 POSIBLES RESPUESTAS ? 1

```

14. Seguidamente permite confirmar si están correctos los valores anotados desde el punto 2 al 5 de éste literal, en caso negativo se repite desde el punto 2 de este literal.

15. Confirmados los anteriores datos, se irán ingresando uno a uno los números de las preguntas que tengan el número de respuestas que se indique en pantalla, por ejemplo, si escogimos 4 preguntas con hasta tres respuestas consecutivas, se anotará de uno en uno el número posicional de cada pregunta que tiene el formulario a ser leído.

f) Una vez ingresado los datos por pantalla, entra en un lazo de espera que toma el programa en transmitir los datos iniciales al microcontrolador del lector y receptor información.

```

CON 4 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS 7 PREGUNTAS
CON 3 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS 3 PREGUNTAS
CON 2 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS 1 PREGUNTAS
CON 1 POSIBLES RESPUESTAS TENEMOS 1 PREGUNTAS

DETALLE UNA POR UNA LA(S) PREGUNTA(S) CON 3 POSIBLE(S) RESPUESTA(S) :
LA PREGUNTA No. = 7 6
ESTA SEGURO QUE LA PREGUNTA No. 6 (S/N) =

```

g) Existen dos pantallas para mostrar fallas en la adquisición de datos por parte del lector de respuestas, una es por la mala ubicación física del formulario en la "impresora" donde sale el mensaje " ESTA COLOCADO MAL EL FORMULARIO FAVOR CORREJIR EN ESTE MOMENTO" y la otra es la verificación de aceptación de respuestas en blanco a una determinada pregunta, cuyo mensaje en pantalla es "HAY PREGUNTA SIN RESPUESTA, REVISE EN ESTE MOMENTO, SE PERMITE RESPUESTAS EN BLANCO (S/n)? Donde se debe responder si o no, dependiendo de la aceptación de una respuesta en blanco.

h) Dependiendo de las condiciones iniciales de trabajo se irán desplegando los resultados hasta finalizar completamente el trabajo de lectura de todos los formularios.

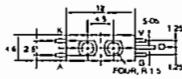
i) Se despliega en pantalla la posibilidad de presentar resultados parciales si se requeriría así hacerlo. Finalmente la opción de reiniciar el programa.

ANEXO 4.- CARACTERISTICAS Y CONFIGURACIONES DE LOS ELEMENTOS EMPLEADOS EN EL PRESENTE TRABAJO

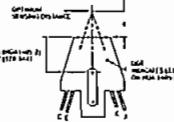
Optoelectronics & Indicators 597



Bottom View
A Anode
K Cathode
V V_{CC}
O Output
G GND



H = 23, W = 17, D = 5
Fixing slot = 8.5 x 3.1
178-944, HOA1405-2



Red Anode
Black Cathode
White Collector
Green Emitter

H = 24, W = 15.4, D = 2.79,
Lead length = 610
491-433

	H	W	O	Gap Width	Fixing Centers	Pin Spacing
Transmissive Sensing						
H21L1	10.9	24.5	6.35	3.0	19.05	7.6 x 2.5 x 1.27
HOA2001	10.0	24.6	6.35	3.05	19.05	7.6 x 2.5 x 1.27
HOA6990-151	11.5	24.89	6.6	3.05	19.18	Flying leads
OPB625	9.52	10.16	5.58	5.08	—	8.26 x 2.6 x 2.3
EE-SX4101	10.2	4.3	4	2	—	3.4 x 2.54 x 1.27
EE-SX4070	18.3	17.7	6	8	—	13.8 x 2.5 x 1.25
Inductive Sensing						
EE-SY410	8.8	17.2 (overall)	4.6	—	—	17 x 15 x 2.5 x 1.25

H21L1 - Emitter: V_f max. 1.6V @ 20mA, V_R max. 3V.
Detector: Schmitt trigger. Power dissipation 150mW @ 25°C. Operating voltage 4V to 15V. Turn-on threshold current I_t (typ) 20mA typ. for V_{CC} = 5V, R_L = 270 Ω, I_f = 100µs typ. (Mfr. OI)

HOA2001 - Emitter: V_f max. 1.5V @ 20mA, V_R max. 3V.
Detector: Includes amplifier, voltage regulator, Schmitt trigger and output stage for direct interfacing to TTL/STTL/CMOS. Power dissipation 250mW @ 25°C. Operating voltage 4.5V to 16V. Max. O/P sink current 40mA when light beam interrupted. Supply current 5mA typ. I_f 60ns typ. I_r 6ns typ. (Mfr. Honeywell).

HOA6990-151 - Emitter: V_f max. 1.5V @ 20mA, V_R max. 3V.
Detector: Includes amplifier, voltage regulator, Schmitt trigger and totem pole output stage for direct TTL interfacing. Output is low when extinction is zero. Operating voltage 4.5V to 7.0V. Max. supply current 15mA, I_f 70ns typ. (Mfr. Honeywell).

OPB625 - Emitter: V_f max. 1.6V @ 10mA, V_R max. 3V.
Detector: Includes linear amplifier, Schmitt trigger and output stage 10K pull up, buffered for TTL/STTL interfacing. Max o/p sink current 16mA. Supply current 5mA typ. I_f 30ns typ. (Mfr. Optek).

EE-SX4101 - Emitter: V_f max. 1.4V @ 20mA, V_R max. 4V.
Detector: Includes amplifier, voltage regulator, Schmitt trigger and output stage for direct interfacing to TTL/STTL/CMOS. Power dissipation 80mW @ 25°C. Operating voltage 2.2V to 7V. Consumption current 2.3mA typ. for V_{CC} = 7V. Propagation delay - 3µs (H → L), 18µs (L → H). (Mfr. Omron).

EE-SX4070 - Emitter: V_f max. 1.5V @ 20mA, V_R max. 4V.
Detector: Includes amplifier, voltage regulator, Schmitt trigger and output stage for direct interfacing to TTL/STTL/CMOS. Power dissipation 250mW @ 25°C. Operating voltage 4.5V to 16V. Consumption current 3.2mA typ. for V_{CC} = 16V. Propagation delay - 3µs (H → L), 20µs (L → H). (Mfr. Omron).

EE-SY410 - Emitter: V_f max. 1.5V @ 20mA, V_R max. 4V.
Detector: Includes pre-amplifier circuit with temperature-compensating circuit, voltage regulator, Schmitt trigger and output stage for direct interfacing to TTL/STTL/CMOS. Power dissipation 250mW @ 25°C. Operating voltage 4.5V to 16V. Response delay time - 3µs (H → L), 20µs (L → H). (Mfr. Omron).

Mfr. Type No.	Order Code	Price Each			
		1+	25+	100+	1K+
Transmissive Sensing					
H21L1	327-219	4.40	4.32	3.33	2.75
HOA2001	327-220	7.36	5.22	4.06	—
HOA6990-151	491-410	8.78	6.86	5.84	5.28
OPB625	491-342	3.50	3.04	2.77	2.37
EE-SX4101	558-448	6.04	5.33	4.86	4.12
EE-SX4070	558-461	3.16	2.77	2.53	2.16
Reflective Sensing					
EE-SY410	567-723	6.57	5.81	5.28	4.49

Reflective Opto Switches

Miniature/Standard

H = 6.22, W = 4.5, O = 4.65 (exc pins)

Bottom View Pin spacing 2.54 x 2.29 Collector Identification by dot

327-232

H = 3.0, Dia. = 4.0 491-366

1. Cathode
2. Anode
3. Emitter
4. Collector

1. Cathode
2. Anode
3. Collector
4. Emitter

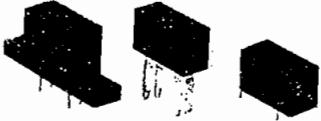
H = 6.35, W = 6.35, D = 15.88 491-573, 491-585

H = 6.35, W = 6.35, D = 15.88, Lead length = 305 491-421

Red Anode
Black Cathode
Orange Collector
Black Emitter



567-700 H = 8.5, W = 15 (overall), D = 4.2
567-711 H = 8.4, W = 15.2 (overall), D = 6.2



567-670 H = 15.9, W = 25.4, O = 6.35
567-668 H = 18, W = 25.4, D = 6.35
567-681 H = 17.7, W = 13, O = 5.7
567-693 H = 15.6, W = 13, D = 5.7
567-735 H = 11, W = 14.1 (overall), O = 6

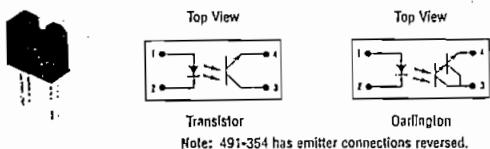
Reflective object sensors in miniature and standard packages, all with transistor outputs.

I _c @ I _f	V _{CE} (max)	P _D (max)	Optimum sensitivity distance	Mfr.	Mfr. Type No.	Order Code
Miniature						
0.7mA	20mA	30V	100mW	1.2	HWL	HOA1397-2 327-232
0.1mA	4mA	30V	75mW	1.0	Kodenshi	SG28C 491-366
0.16mA	30mA	30V	75mW	5.08	HWL	HOA2498-2 491-573
2mA	30mA	15V	75mW	5.08	HWL	HOA2498-3 491-585
0.16mA	30mA	30V	75mW	5.08	HWL	HOA1180-2 491-421
20mA	50mA	30V	100mW	3.5	Omron	EE-SY171 567-700
20mA	50mA	30V	100mW	4.4	Omron	EE-SY113 567-711
Standard						
0.2mA	40mA	30V	60mW	3.81	Optek	OPB704 178-944
0.8mA	30mA	30V	60mW	5.0	HWL	HOA1405-2 327-244
0.025mA	40mA	30V	75mW	5.08	HWL	HOA1406-1 491-433
20mA	50mA	30V	100mW	5.0	Omron	EE-SB5 567-668
20mA	50mA	30V	100mW	5.0	Omron	EE-SB5-B 567-700
20mA	50mA	30V	100mW	5.0	Omron	EE-SF5 567-681
20mA	50mA	30V	100mW	5.0	Omron	EE-SF5-B 567-693
20mA	50mA	30V	100mW	4.0	Omron	EE-SY169A 567-735

Mfr. Type No.	Order Code	Price Each			
		1+	25+	100+	1K+
Miniature					
HOA1397-2	327-232	4.58	4.03	3.33	3.01
SG-28C	491-366	2.53	2.38	2.14	1.86
HOA2498-2	491-573	7.65	5.98	5.09	4.59
HOA2498-3	491-585	7.87	6.16	5.26	4.72
HOA1180-2	491-421	12.94	10.13	8.64	7.76
EE-SY171	567-700	4.96	4.38	3.97	3.39
EE-SY113	567-711	6.19	5.47	4.95	4.20
Standard					
OPB704	178-944	4.66	4.21	3.60	3.17
HOA1405-2	327-244	6.06	5.09	4.45	3.95
HOA1406-1	491-433	18.40	14.72	13.60	12.26
EE-SB5	567-668	9.16	7.99	7.34	6.23
EE-SB5-B	567-700	9.52	8.40	7.63	6.46
EE-SF5	567-681	7.31	6.48	5.88	4.98
EE-SF5-B	567-693	8.37	7.41	6.71	5.72
EE-SY169A	567-735	14.35	12.68	11.51	9.75

596 Optoelectronics & Indicators

Slotted Opto Switches Transistor/Darlington Output

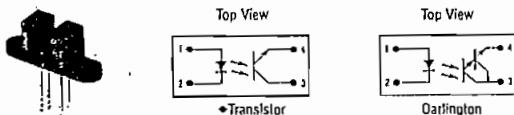


H	W	O	Gap width	Pin spacing	Order Code
11	12	6.35	3.1	7.2 x 2.5	327-130, 327-141, 327-153
5.2	5	4	2	3.75 x 2.54	491-354
9.52	10.16	5.58	5.08	8.26 x 2.67	491-330
9.2	4.3	4	2	3.4 x 2.54	558-424
5.3	4.3	4	2	4.7 x 2.54	558-436
16.2	17.7	6	8	13.8 x 2.5	558-450
19.7	14	5	5	11.2 x 1.25	558-485
16.2	12.2	5	3	9.2 x 2.5	567-644

I_c mA	I_F mA	Breakdown V(BR) _{CEO} min.	t_{on} μ s	t_{off} μ s	VCE (sat)	Mfr.	Order Code	
Transistor Output								
1.0	20	30	8	50	0.4	OT	H22A1 327-130	
1.0	20	55	8	50	0.4	OT	H22A4 327-141	
0.25	10	30	50	50	0.4	Kodenshi	SG-211 491-354	
1.0	5	30	40	20	0.4	Oplek	OPB620 491-330	
20 max	50 max	30 max	30	30	0.4 max	Omron	EE-SX1101 558-424	
20 max	50 max	30 max	30	30	0.4 max	Omron	EE-SX1102 558-436	
20 max	50 max	30 max	4	4	0.4 max	Omron	EE-SX1070 558-450	
20 max	50 max	30 max	4	4	0.4 max	Omron	EE-SX1042 558-485	
Darlington Output								
7.5	10	30	45	250	1.0	OT	H22B1 327-153	
20 max	50 max	35 max	70	70	0.75	Omron	EE-SX298 567-644	

Mfr. Type No.	Order Code	1+	100+	1K+
H22A1	327-130	1.79	1.41	1.14
H22A4	327-141	2.96	2.32	1.86
SG211	491-354	3.06	2.30	1.98
OPB620	491-330	2.58	2.18	1.87
EE-SX1101	558-424	2.80	2.34	1.95
EE-SX1070	558-450	2.80	2.34	1.98
EE-SX1042	558-485	3.25	2.71	2.24
H22B1	327-153	2.22	1.74	1.41
EE-SX298	567-644	2.63	2.18	1.85

Transistor/Darlington Output



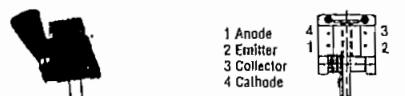
◆ Note: HOA1873-11 has detector connections reversed, i.e. pin 4 is collector.
 † Chamer indicates emitter (diode) on H21 series. Pin 1 identified on OPB66-T55.

H	W	D	Gap Width	Pin Spacing	Fluxing Centers
H21A1, H21B1	10.8	24.7	6.35	3.1	7.2 x 2.5 19.0
OPB66-T55	10.8	24.7	6.35	2.9	5.6 x 2.5 19.0
HOA1873-11	10.8	25.4	6.35	2.54	7.62 x 2.54 19.0
HOA0865-T55	10.8	24.7	6.35	3.1	5.6 x 2.5 19.0
EE-SX129	21.4	13	6	3	9.2 x 1.94 —
EE-SG3	16	25.4	6.35	3.6	7.6 x 2.54 19
EE-SG3-B	15.9	25.4	6.35	3.6	7.6 x 2.54 19
EE-SV3	18.2	15.1	6.2	3.4	7.6 x 2.54 12.7
EE-SM3B	16.2	25	6.2	3	6.5 x 2.54 19

I_c mA	I_F mA	t_{on} μ s typ.	t_{off} μ s typ.	VCE(max) max.	Mfr.	Mfr. Type No.	Order Code
Transistor Output							
1.0	20	8	50	0.4	OT	H21A1	327-165
1.0	10	5	5	0.4	Oplek	DPB866-T55	327-177
0.3	20	10	12	0.4	HWL	HOA1873-11	327-189
0.5	10	5	5	0.4	HWL	HOA0865-T55	327-190
20 max	50 max	4	4	-	Omron	EE-SX129	558-473
20 max	50 max	4	4	0.4	Omron	EE-SG3	558-497
20 max	50 max	4	4	0.4	Omron	EE-SG3-B	567-619
20 max	50 max	4	4	0.4	Omron	EE-SV3	567-620
Darlington Output							
7.5	10	45	250	1.0	OT	H21B1	327-207
20 max	15 max	160	60	0.9	Omron	EE-SM3B	567-632

Order Code	Price Each			
	1+	25+	100+	1K+
327-165	2.40	2.35	1.81	1.50
327-177	3.81	3.36	3.10	2.72
327-189	3.62	2.90	2.54	—
327-190	4.02	3.36	2.96	—
327-207	2.19	2.14	1.65	1.36
558-473	4.71	4.14	3.76	3.21
558-497	5.79	5.12	4.66	3.98
567-619	5.93	5.22	4.75	3.99
567-620	6.67	5.88	5.34	4.65
567-632	5.87	5.19	4.72	3.99

Flag/Switch Activated



H = 10.16 (exc. flag) W = 11.18 D = 12.32

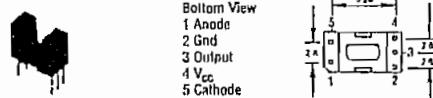
Slotted opto switch with a lever arm actuated flag or a microswitch spring plunger type actuator. The flag/microswitch interrupts the light beam, switching the transistor output between states that can readily drive logic gates.

This switch is a useful alternative to a mechanical switch or a reflective opto-switch for single-sided sensing, for example for paper sensing, and in dirty environments.

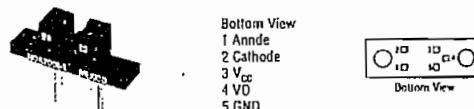
I_c mA	I_F mA	t_r μ s	t_f μ s	VCE (sat) max.	Breakdown V(BR) _{CEO} min	Mfr.	Mfr. Type No.
0.6	10	40	30	0.4	30	Oplek	OPB680
20	50	—	—	0.4	30	Omron	EE-SA105

Mfr. Type No.	Order Code	1+	25+	100+	1K+
OPB680	491-378	5.12	4.61	4.19	3.84
EE-SA105	567-656	4.96	4.38	3.97	3.39

Schmitt Trigger Output



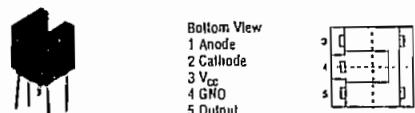
491-342



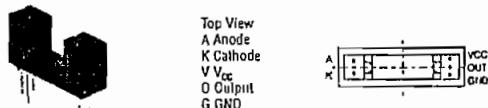
327-219, 327-220



491-410 (610mm flying leads)



558-448



558-461

1.0 INTRODUCTION

The Intel microcontroller family now has three new members: the Intel[®] 8031, 8051, and 8751 single-chip microcomputers. These devices, shown in Figure 1, will allow whole new classes of products to benefit from recent advances in Integrated Electronics. Thanks to Intel's new HMOS technology, they provide larger program and data memory spaces, more flexible I/O and peripheral capabilities, greater speed, and lower system cost than any previous-generation single-chip microcomputer.

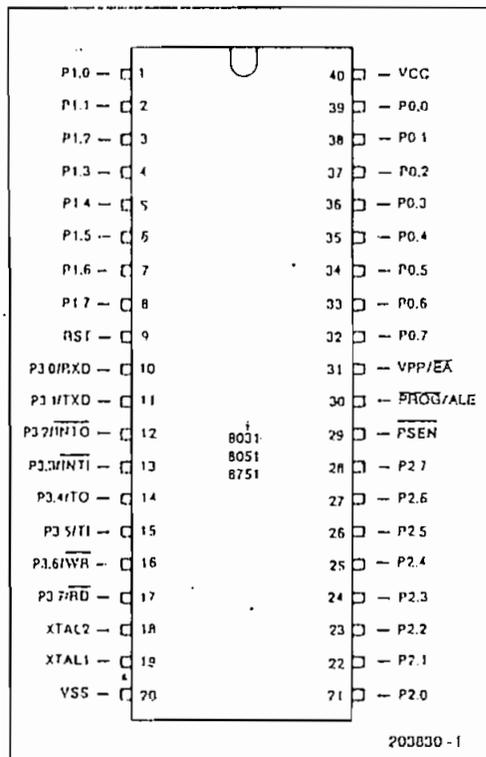


Figure 1. 8051 Family Pinout Diagram

Table 1 summarizes the quantitative differences between the members of the MCS[®]-48 and 8051 families. The 8751 contains 4K bytes of EPROM program memory fabricated on-chip, while the 8051 replaces the EPROM with 4K bytes of lower-cost mask-programmed ROM. The 8031 has no program memory on-chip; instead, it accesses up to 64K bytes of program memory from external memory. Otherwise, the three new family members are identical. Throughout this Note, the term "8051" will represent all members of the 8051 Family, unless specifically stated otherwise.

The CPU in each microcomputer is one of the industry's fastest and most efficient for numerical calculations on byte operands. But controllers often deal with bits, not bytes; in the real world, switch contacts can only be open or closed, indicators should be either lit or dark, motors are either turned on or off, and so forth. For such control situations the most significant aspect of the MCS[®]-51 architecture is its complete hardware support for one-bit, or *Boolean* variables (named in honor of Mathematician George Boole) as a separate data type.

The 8051 incorporates a number of special features which support the direct manipulation and testing of individual bits and allow the use of single-bit variables in performing logical operations. Taken together, these features are referred to as the MCS-51 *Boolean Processor*. While the bit-processing capabilities alone would be adequate to solve many control applications, their true power comes when they are used in conjunction with the microcomputer's byte-processing and numerical capabilities.

Many concepts embodied by the Boolean Processor will certainly be new even to experienced microcomputer system designers. The purpose of this Application Note is to explain these concepts and show how they are used.

For detailed information on these parts refer to the Intel Microcontroller Handbook, order number 210918. The instruction set, assembly language, and use of the 8051 assembler (ASM51) are further described in the MCS[®]-51 Macro Assembler User's Guide for DOS Systems, order number 122753.

Table 1. Features of Intel's Single-Chip Microcomputers

EPROM Program Memory	ROM Program Memory	External Program Memory	Program Memory (Int/Max)	Data Memory (Bytes)	Instr. Cycle Time	Input/Output Pins	Interrupt Sources	Reg. Banks
8748	8048	8035	1K 4K	64	2.5 μ s	27	2	2
—	8049	8039	2K 4K	128	1.36 μ s	27	2	2
8751	8051	8031	4K 64K	128	1.0 μ s	32	5	4

2.0 BOOLEAN PROCESSOR OPERATION

The Boolean Processing capabilities of the 8051 are based on concepts which have been around for some time. Digital computer systems of widely varying designs all have four functional elements in common (Figure 2):

- a central processor (CPU) with the control, timing, and logic circuits needed to execute stored instructions;
- a memory to store the sequence of instructions making up a program or algorithm;
- data memory to store variables used by the program; and
- some means of communicating with the outside world.

The CPU usually includes one or more accumulators or special registers for computing or storing values during program execution. The instruction set of such a processor generally includes, at a minimum, operation classes to perform arithmetic or logical functions on program variables, move variables from one place to another, cause program execution to jump or conditionally branch based on register or variable states, and instructions to call and return from subroutines. The program and data memory functions sometimes share a single memory space, but this is not always the case. When the address spaces are separated, program and data memory need not even have the same basic word width.

A digital computer's flexibility comes in part from combining simple fast operations to produce more com-

plex (albeit slower) ones, which in turn link together eventually solving the problem at hand. A four-bit CPU executing multiple precision subroutines can, for example, perform 64-bit addition and subtraction. The subroutines could in turn be building blocks for floating-point multiplication and division routines. Eventually, the four-bit CPU can simulate a far more complex "virtual" machine.

In fact, *any* digital computer with the above four functional elements can (given time) complete *any* algorithm (though the proverbial room full of chimpanzees at word processors might first re-create Shakespeare's classics and this Application Note)! This fact offers little consolation to product designers who want programs to run as quickly as possible. By definition, a real-time control algorithm *must* proceed quickly enough to meet the preordained speed constraints of other equipment.

One of the factors determining how long it will take a microcomputer to complete a given chore is the number of instructions it must execute. What makes a given computer architecture particularly well- or poorly-suited for a class of problems is how well its instruction set matches the tasks to be performed. The better the "primitive" operations correspond to the steps taken by the control algorithm, the lower the number of instructions needed, and the quicker the program will run. All else being equal, a CPU supporting 64-bit arithmetic directly could clearly perform floating-point math faster than a machine bogged-down by multiple-precision subroutines. In the same way, direct support for bit manipulation naturally leads to more efficient programs handling the binary input and output conditions inherent in digital control problems.

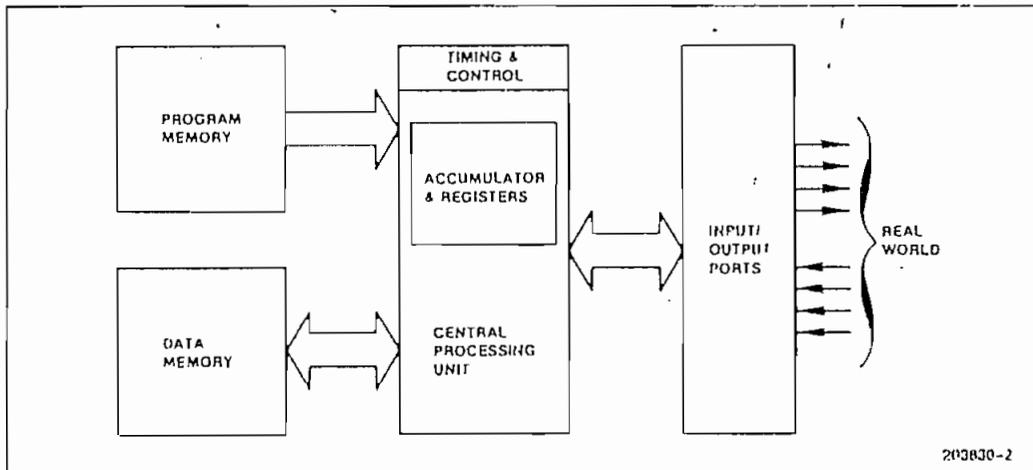


Figure 2. Block Diagram for Abstract Digital Computer

Processing Elements

The introduction stated that the 8051's bit-handling capabilities alone would be sufficient to solve some control applications. Let's see how the four basic elements of a digital computer—a CPU with associated registers, program memory, addressable data RAM, and I/O capability—relate to Boolean variables.

CPU. The 8051 CPU incorporates special logic devoted to executing several bit-wide operations. All told, there are 17 such instructions, all listed in Table 2. Not shown are 94 other (mostly byte-oriented) 8051 instructions.

Program Memory. Bit-processing instructions are fetched from the same program memory as other arithmetic and logical operations. In addition to the instruc-

tions of Table 2, several sophisticated program control features like multiple addressing modes, subroutine nesting, and a two-level interrupt structure are useful in structuring Boolean Processor-based programs.

Boolean instructions are one, two, or three bytes long, depending on what function they perform. Those involving only the carry flag have either a single-byte opcode or an opcode followed by a conditional-branch destination byte (Figure 3a). The more general instructions add a "direct address" byte after the opcode to specify the bit affected, yielding two or three byte encodings (Figure 3b). Though this format allows potentially 256 directly addressable bit locations, not all of them are implemented in the 8051 family.

Table 2. MCS-51™ Boolean Processing Instruction Subset

Mnemonic	Description	Byte	Cyc
SETB C	Set Carry flag	1	1
SETB bit	Set direct Bit	2	1
CLR C	Clear Carry flag	1	1
CLR bit	Clear direct bit	2	1
CPL C	Complement Carry flag	1	1
CPL bit	Complement direct bit	2	1
MOV C,bit	Move direct bit to Carry flag	2	1
MOV bit,C	Move Carry flag to direct bit	2	2
ANL C,bit	AND direct bit to Carry flag	2	2
ANL C,bit	AND complement of direct bit to Carry flag	2	2
ORL C,bit	OR direct bit to Carry flag	2	2
ORL C,bit	OR complement of direct bit to Carry flag	2	2
JC rel	Jump if Carry is flag is set	2	2
JNC rel	Jump if No Carry flag	2	2
JB bit,rel	Jump if direct Bit set	3	2
JNB bit,rel	Jump if direct Bit Not set	3	2
JBC bit,rel	Jump if direct Bit is set & Clear bit	3	2

Address mode abbreviations
 C—Carry flag.
 bit—128 software flags, any I/O pin, control or status bit.
 rel—All conditional jumps include an 8-bit offset byte. Range is +127 - 128 bytes relative to first byte of the following instruction.

All mnemonics copyrighted © Intel Corporation 1980.

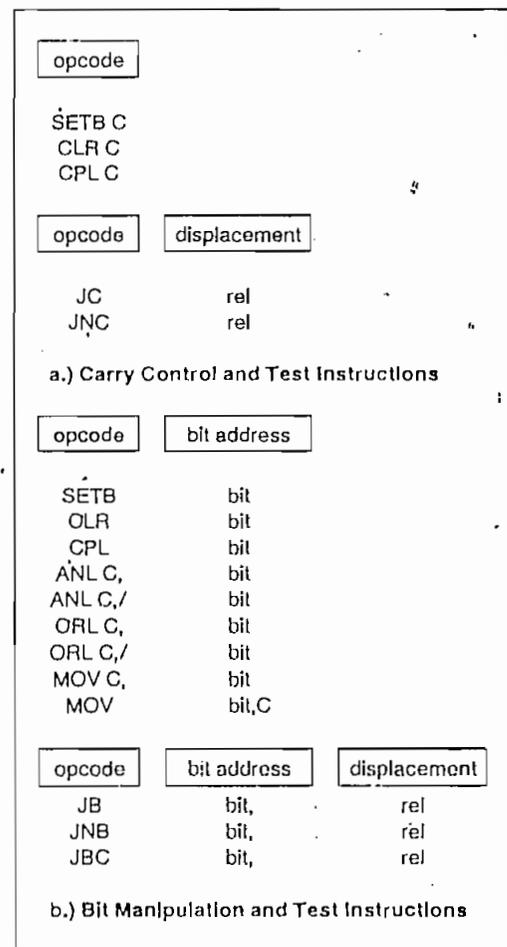
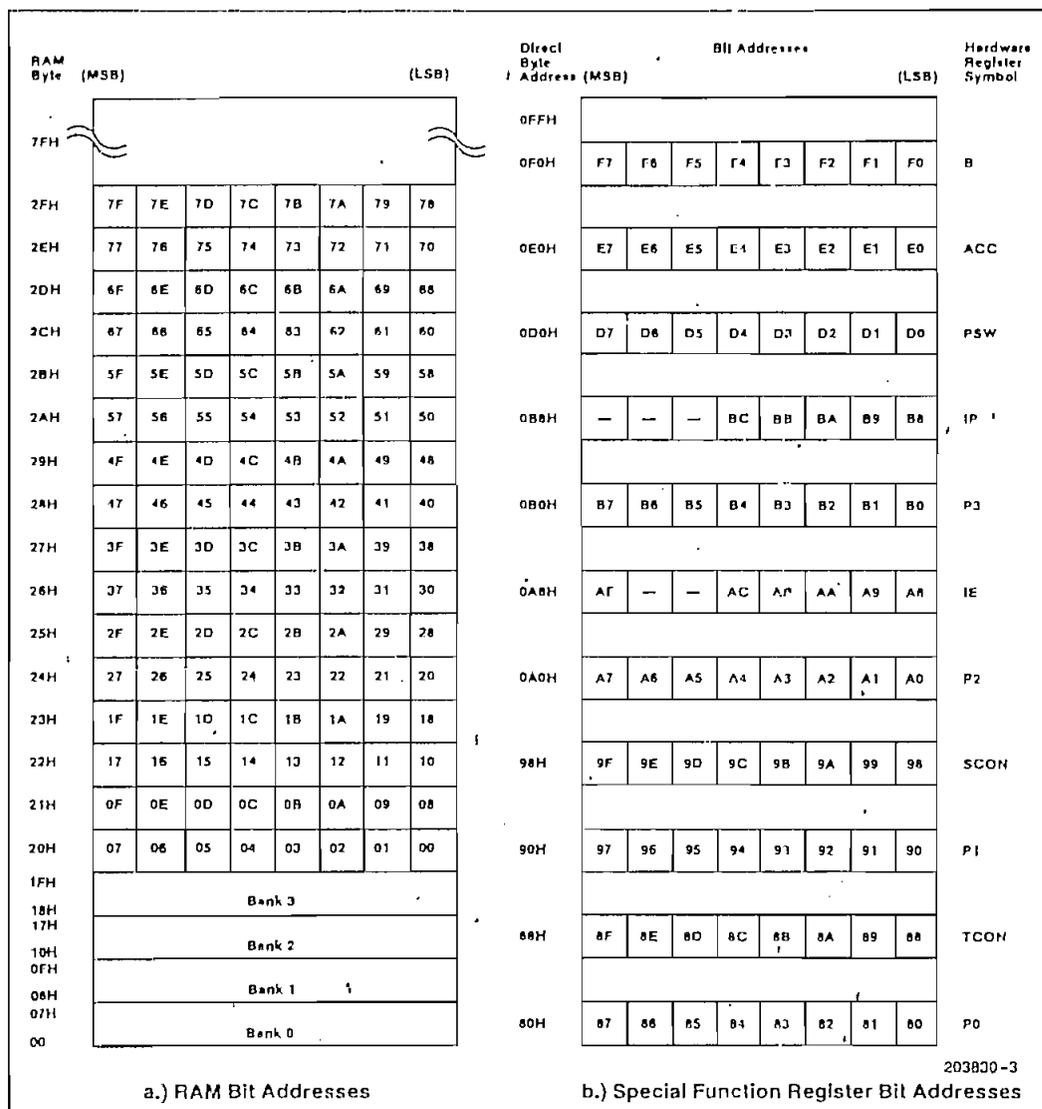


Figure 3. Bit Addressing Instruction Formats



a.) RAM Bit Addresses

b.) Special Function Register Bit Addresses

Figure 4. Bit Address Maps

Data Memory. The instructions in Figure 3b can operate directly upon 144 general purpose bits forming the Boolean processor "RAM." These bits can be used as software flags or to store program variables. Two operand instructions use the CPU's carry flag ("C") as a special one-bit register; in a sense, the carry is a "Boolean accumulator" for logical operations and data transfers.

Input/Output. All 32 I/O pins can be addressed as individual inputs, outputs, or both, in any combination. Any pin can be a control strobe output, status (Test) input, or serial I/O link implemented via software. An additional 33 individually addressable bits reconfigure, control, and monitor the status of the CPU and all on-chip peripheral functions (timer counters, serial port modes, interrupt logic, and so forth).

(MSB)					(LSB)					
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P	OV	PSW.2	Overflow flag. Set/cleared by hardware during arithmetic instructions to indicate overflow conditions.
Symbol Position Name and Significance										
CY	PSW.7	Carry flag. Set/cleared by hardware or software during certain arithmetic and logical instructions.						—	PSW.1	(reserved)
AC	PSW.6	Auxiliary Carry flag. Set/cleared by hardware during addition or subtraction instructions to indicate carry or borrow out of bit 3.						P	PSW.0	Parity flag. Set/cleared by hardware each instruction cycle to indicate an odd/even number of "one" bits in the accumulator, i.e., even parity.
F0	PSW.5	Flag 0. Set/cleared/tested by software as a user-defined status flag.								Note- the contents of (RS1, RS0) enable the working register banks as follows: (0,0) - Bank 0 (00H-07H) (0,1) - Bank 1 (08H-0FH) (1,0) - Bank 2 (10H-17H) (1,1) - Bank 3 (18H-1FH)
RS1	PSW.4	Register bank Select control bits.								
RS0	PSW.3	1 & 0. Set/cleared by software to determine working register bank (see Note).								

Figure 5. PSW—Program Status Word Organization

(MSB)					(LSB)					
RD	WR	T1	T0	INT1	INT0	TXD	RXD	INT1	P3.3	Interrupt 1 input pin. Low-level or falling-edge triggered.
Symbol Position Name and Significance										
RD	P3.7	Read data control output. Active low pulse generated by hardware when external data memory is read.						INT0	P3.2	Interrupt 0 input pin. Low-level or falling-edge triggered.
WR	P3.6	Write data control output. Active low pulse generated by hardware when external data memory is written.						TXD	P3.1	Transmit Data pin for serial port in UART mode. Clock output in shift register mode.
T1	P3.5	Timer/counter 1 external input or test pin.						RXD	P3.0	Receive Data pin for serial port in UART mode. Data I/O pin in shift register mode.
T0	P3.4	Timer/counter 0 external input or test pin.								

Figure 6. P3—Alternate I/O Functions of Port 3

Direct Bit Addressing

The most significant bit of the direct address byte selects one of two groups of bits. Values between 0 and 127 (00H and 7FH) define bits in a block of 32 bytes of on-chip RAM, between RAM addresses 201H and 2FH (Figure 4a). They are numbered consecutively from the lowest-order byte's lowest-order bit through the highest-order byte's highest-order bit.

Bit addresses between 128 and 255 (80H and 0FFH) correspond to bits in a number of special registers, mostly used for I/O or peripheral control. These positions are numbered with a different scheme than RAM: the five high-order address bits match those of the register's own address, while the three low-order bits identify the bit position within that register (Figure 4b).

(MSB)								(LSB)				
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0					
Symbol Position Name and Significance												
TF1	TCON.7	Timer 1 overflow Flag.								IE1	TCON.3	Interrupt 1 Edge flag. Set by hardware when external Interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
		Set by hardware on timer/counter overflow. Cleared when interrupt processed.								IT1	TCON.2	Interrupt 1 Type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered external interrupts.
TR1	TCON.6	Timer 1 Run control bit. Set/cleared by software to turn timer/counter on/off.								IE0	TCON.1	Interrupt 0 Edge flag. Set by hardware when external interrupt edge detected. Cleared when interrupt processed.
TF0	TCON.5	Timer 0 overflow Flag. Set by hardware on timer/counter overflow. Cleared when interrupt processed.								IT0	TCON.0	Interrupt 0 Type control bit. Set/cleared by software to specify falling edge/low level triggered external interrupts.
TR0	TCON.4	Timer 0 Run control bit. Set/cleared by software to turn timer/counter on/off.										
a.) TCON—Timer/Counter Control/Status Register												
(MSB)								(LSB)				
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI					
Symbol Position Name and Significance												
SM0	SCON.7	Serial port Mode control bit 0. Set/cleared by software (see note).								RB8	SCON.2	Receive Bit 8. Set/cleared by hardware to indicate state of ninth data bit received.
SM1	SCON.6	Serial port Mode control bit 1. Set/cleared by software (see note).								TI	SCON.1	Transmit Interrupt flag. Set by hardware when byte transmitted. Cleared by software after servicing.
SM2	SCON.5	Serial port Mode control bit 2. Set by software to disable reception of frames for which bit 8 is zero.								RI	SCON.0	Receive Interrupt flag. Set by hardware when byte received. Cleared by software after servicing.
REN	SCON.4	Receiver Enable control bit. Set/cleared by software to enable/disable serial data reception.								Note- the state of (SM0, SM1) selects: (0,0)—Shift register I/O expansion. (0,1)—8-bit UART, variable data rate. (1,0)—9-bit UART, fixed data rate. (1,1)—9-bit UART, variable data rate.		
TB8	SCON.3	Transmit Bit 8. Set/cleared by hardware to determine state of ninth data bit transmitted in 9-bit UART mode.										
b.) SCON—Serial Port Control/Status Register												

Figure 7. Peripheral Configuration Registers

(MSB)				(LSB)			
EA	—	—	ES	ET1	EX1	ET1	EX0
Symbol	Position	Name and Significance		EX1	IE.2	Enable External interrupt 1 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from INT1.	
EA	IE.7	Enable All control bit. Cleared by software to disable all interrupts, independent of the state of IE.4–IE.0.		ET0	IE.1	Enable Timer 0 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from timer/counter 0.	
—	IE.6	(reserved)		EX0	IE.0	Enable External interrupt 0 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from INTO.	
—	IE.5						
ES	IE.4	Enable Serial port control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from TI or RI flags.					
ET1	IE.3	Enable Timer 1 control bit. Set/cleared by software to enable/disable interrupts from timer/counter 1.					
c.) IE—Interrupt Enable Register							
(MSB)				(LSB)			
—	—	—	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
Symbol	Position	Name and Significance		PX1	IP.2	External interrupt 1 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for INT1.	
—	IP.7	(reserved)		PT0	IP.1	Timer 0 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for timer/counter 0.	
—	IP.6	(reserved)		PX0	IP.0	External interrupt 0 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for INTO.	
—	IP.5	(reserved)					
PS	IP.4	Serial port Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for Serial port.					
PT1	IP.3	Timer 1 Priority control bit. Set/cleared by software to specify high/low priority interrupts for timer/counter 1.					
d.) IP—Interrupt Priority Control Register							

Figure 7. Peripheral Configuration Registers (Continued)

The accumulator and B registers (A and B) are normally involved in byte-wide arithmetic, but their individual bits can also be used as 16 general software flags. Added with the 128 flags in RAM, this gives 144 general purpose variables for bit-intensive programs. The program status word (PSW) in Figure 5 is a collection of flags and machine status bits including the carry flag itself. Byte operations acting on the PSW can therefore affect the carry.

Instruction Set

Having looked at the bit variables available to the Boolean Processor, we will now look at the four classes of

instructions that manipulate these bits. It may be helpful to refer back to Table 2 while reading this section.

State Control. Addressable bits or flags may be set, cleared, or logically complemented in one instruction cycle with the two-byte instructions SETB, CLR, and CPL. (The "B" affixed to SETB distinguishes it from the assembler "SET" directive used for symbol definition.) SETB and CLR are analogous to loading a bit with a constant: 1 or 0. Single byte versions perform the same three operations on the carry.

The MCS-51 assembly language specifies a bit address in any of three ways:

- by a number or expression corresponding to the direct bit address (0–255):

General Description

Maxim's family of line drivers/receivers are intended for all RS-232 and V.28/V.24 communications interfaces, and in particular, for those applications where 1.2V is not available. The MAX230, MAX236, MAX240 and MAX241 are particularly useful in battery powered systems since their low power shutdown mode reduces power dissipation to less than 5µW. The MAX233 and MAX235 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

All members of the family except the MAX231 and MAX239 need only a single +5V supply for operation. The RS-232 drivers/receivers have on-board charge pump voltage converters which convert the +5V input power to the 10V needed to generate the RS-232 output levels. The MAX231 and MAX239, designed to operate from +5V and +12V, contain a +12V to -12V charge pump voltage converter.

Since nearly all RS-232 applications need both line drivers and receivers, the family includes both receivers and drivers in one package. The wide variety of RS-232 applications require differing numbers of drivers and receivers. Maxim offers a wide selection of RS-232 driver/receiver combinations in order to minimize the package count (see table below).

Both the receivers and the line drivers (transmitters) meet all EIA RS-232C and CCITT V.28 specifications.

Features

- ◆ Operates from Single 5V Power Supply (+5V and +12V — MAX231 and MAX239)
- ◆ Meets All RS-232C and V.28 Specifications
- ◆ Multiple Drivers and Receivers
- ◆ Onboard DC-DC Converters
- ◆ ±9V Output Swing with +5V Supply
- ◆ Low Power Shutdown — <1µA (typ)
- ◆ 3-State TTL/CMOS Receiver Outputs
- ◆ ±30V Receiver Input Levels

Applications

- Computers
- Peripherals
- Modems
- Printers
- Instruments

Selection Table

Part Number	Power Supply Voltage	No. of RS-232 Drivers	No. of RS-232 Receivers	External Components	Low Power Shutdown / TTL 3-State	No. of Pins
MAX230	+5V	5	0	4 capacitors	Yes/No	20
MAX231	+5V and +12V to 13.2V	2	2	2 capacitors	No/No	14
MAX232	+5V	2	2	4 capacitors	No/No	16
MAX233	+5V	2	2	None	No/No	20 ¹
MAX234	+5V	4	0	4 capacitors	No/No	16
MAX235	+5V	5	5	None	Yes/Yes	24
MAX236	+5V	4	3	4 capacitors	Yes/Yes	24
MAX237	+5V	5	3	4 capacitors	No/No	24
MAX238	+5V	4	4	4 capacitors	No/No	24
MAX239	+5V and +12V to 13.2V	3	5	2 capacitors	No/Yes	24
MAX240	+5V	5	5	4 capacitors	Yes/Yes	44
MAX241	+5V	4	5	4 capacitors	Yes/Yes	28 (Flatpak) (Small Outline)

Absolute Maximum Ratings

V _{OH}	0.3V to 16V	Short Circuit Duration	continuous
V _{OL}	0.3V to 14V	Output Dissipation	continuous
V _I	0.3V to -14V	CERDIP	675mW (derate 9.5mW/°C above +70°C)
Input Voltages	0.3 to (V _{CC} + 0.3V)	Plastic DIP	375mW (derate 7mW/°C above +70°C)
I _{OH}	±30V	Small Outline (SO)	375mW (derate 7mW/°C above +70°C)
Output Voltages	(V _I + 0.3V) to (V _I - 0.3V)	Lead Temperature (soldering 10 seconds)	+300°C
T _{OH}	0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	Storage Temperature	-65°C to +160°C

Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Electrical Characteristics

(MAX232, 234, 236, 237, 238, 240, 241) V_{CC} = 5V ± 10%; MAX233, 235 V_{CC} = 5V ± 5%; MAX231, 239 V_{CC} = 5V ± 10%, V_I = 75V to 13.2V; T_A = Operating Temperature Range, Figures 3-14, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
Output Voltage Swing	All Transmitter Outputs loaded with 3kΩ to Ground	-1.5	+9		V
V _{CC} Power Supply Current	No load, T _A = 125°C		5	10	mA
V _I Power, Supply Current	MAX231, MAX239		0.4	1	mA
Shutdown Supply Current	No load, MAX231		1.8	5	nA
Input Logic Threshold Low	MAX231 and MAX239 only		5	15	nA
Input Logic Threshold High	Figure 1, T _A = +25°C		1	10	µA
Logic Pullup Current	I _{OH} EN, Shutdown	2.0		0.8	V
RS-232 Input Resistance	T _{IN} = 0V	2.4			V
TTL/CMOS Output Voltage Low	EN, Shutdown	-30		200	µA
TTL/CMOS Output Voltage High	T _{IN} = 0V	0.8		130	V
Output Enable Time (Figure 2)	V _{CC} = 5V, T _A = 125°C (MAX231, 239 V _I = 0V)		1.2		V
Output Disable Time (Figure 2)	V _{CC} = 5V, T _A = 125°C (MAX231, 239 V _I = 12V)		1.7	2.4	V
Propagation Delay	V _{CC} = 5V	0.2	0.5	1.0	V
Instantaneous Slew Rate	T _A = 125°C, V _{CC} = 5V	3	5	7	kΩ
Transition Region Slew Rate	I _{OH} = 1.6mA (MAX231-233, I _{OH} = 3.2mA)	3.5		0.4	V
Output Resistance	I _{OH} = 1.0mA		0.05	1.10	µA
RS-232 Output Short Circuit Current	EN = V _{CC} , 0V ≤ F _{OUT} ≤ V _{CC}		400		ns
	MAX235, MAX236, MAX239, MAX240, 241		250		ns
	MAX235, MAX236, MAX239, MAX240, 241		0.5		µs
	RS 232 to TTL		30		V/µs
	C ₁ = 10pF, R _L = 37kΩ				
	R _L = 3kΩ, C _L = 250pF				
	Measured from 1.3V to -3V or -3V to +3V				
	V _{CC} = V _I = V _O = 0V, V _{OH} = 1.2V	300			Ω
			1.0		nA

Note 1: Sample tested

Typical Operating Characteristics

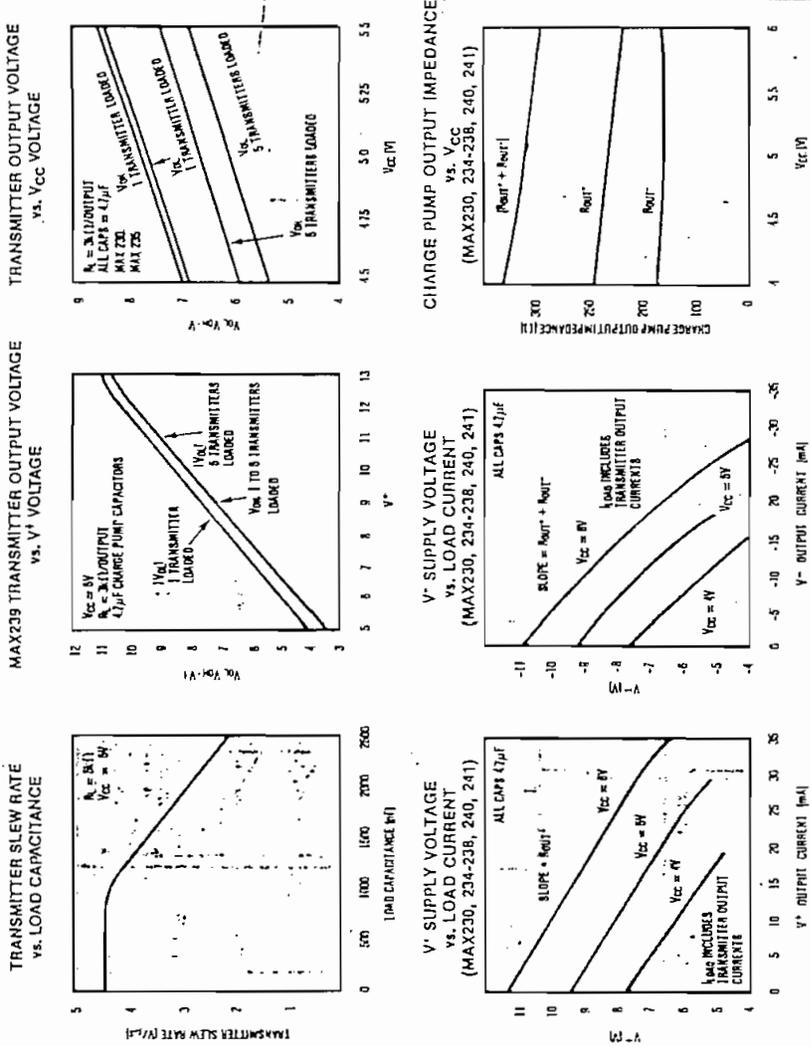


Figure 2. Receiver Output Enable and Disable Timing

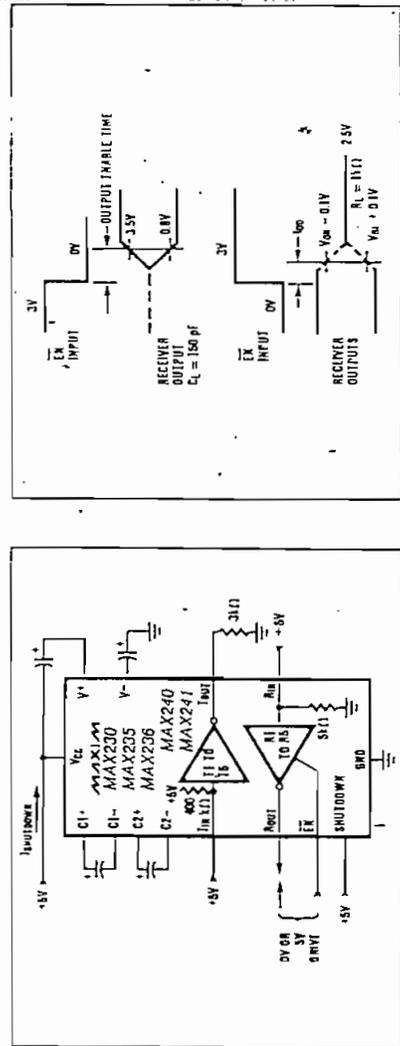


Figure 1. Shutdown Current Test Circuit



16 Lead Small Outline also available.

Figure 5. MAX232 Typical Operating Circuit

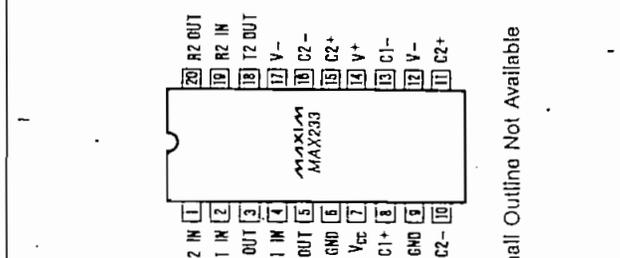
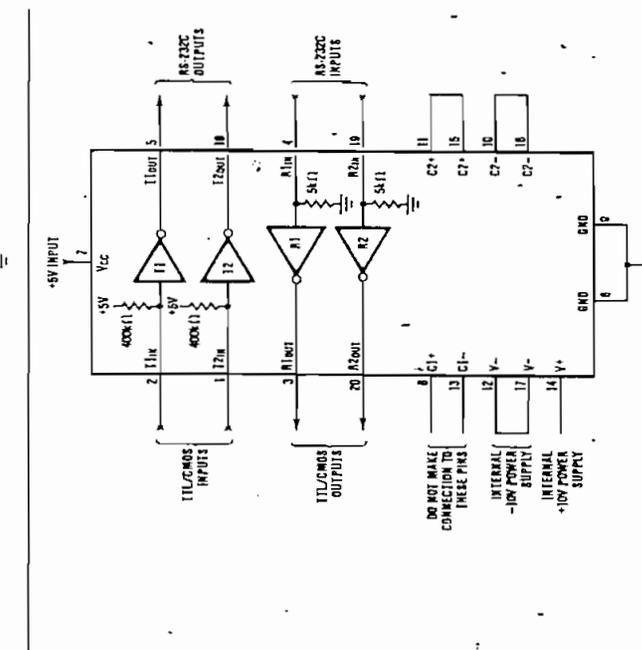
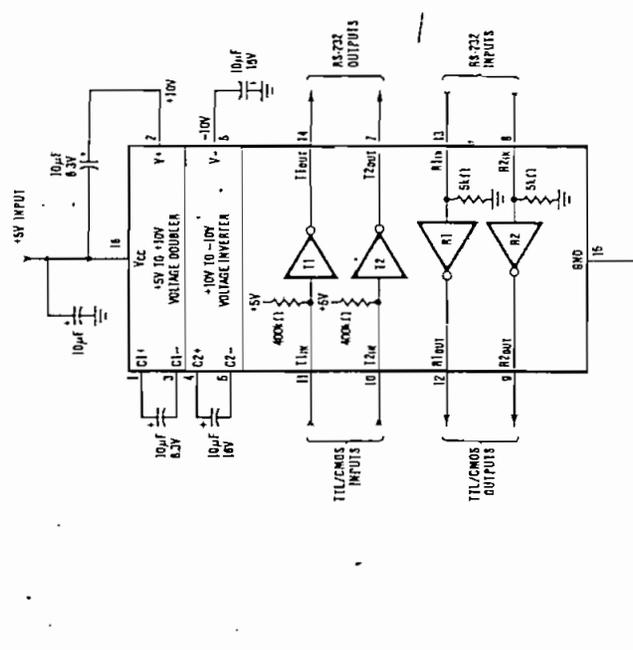


Figure 6. MAX233 Typical Operating Circuit





Voltage Comparators

LM139/ 239/ 339, LM139A/239A/339A, LM2901, LM3302 Low Power Low Offset Voltage Quad Comparators

General Description

The LM139 series consists of four independent precision voltage comparators with an offset voltage specification as low as 2 mV max for all four comparators. These were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground, even though operated from a single power supply voltage.

Application areas include limit comparators, simple analog to digital converters; pulse, squarewave and time delay generators; wide range VCO; MOS clock timers; multivibrators and high voltage digital logic gates. The LM139 series was designed to directly interface with TTL and CMOS. When operated from both plus and minus power supplies, they will directly interface with MOS logic— where the low power drain of the LM339 is a distinct advantage over standard comparators.

Advantages

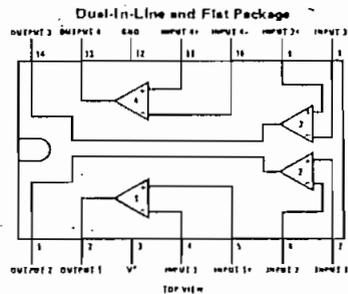
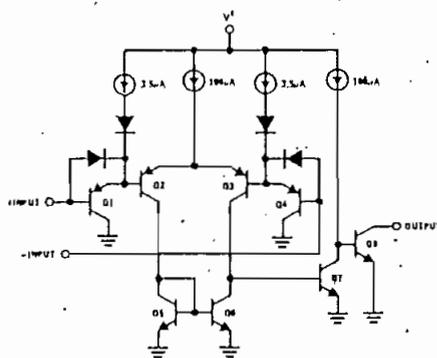
- High precision comparators
- Reduced V_{OS} drift over temperature

- Eliminates need for dual supplies
- Allows sensing near gnd
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

Features

- Wide single supply voltage range or dual supplies
 - LM139 series, 2 V_{DC} to 36 V_{DC} or
 - LM139A series, LM2901 ±1 V_{DC} to ±18 V_{DC}
 - LM3302 2 V_{DC} to 28 V_{DC} or ±1 V_{DC} to ±14 V_{DC}
- Very low supply current drain (0.8 mA) — independent of supply voltage (2 mW/comparator at +5 V_{DC})
- Low input biasing current 25 nA
- Low input offset current ±5 nA and offset voltage ±3 mV
- Input common-mode voltage range includes gnd
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Low output saturation voltage 250 mV at 4 mA
- Output voltage compatible with TTL, DTL, ECL, MOS and CMOS logic systems

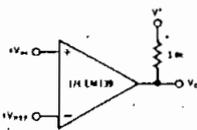
Schematic and Connection Diagrams



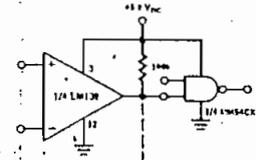
Order Number LM139J, LM139AJ, LM239J, LM239AJ, LM339J, LM339AJ, LM2901J or LM3302J
See NS Package J14A

Order Number LM339N, LM339AN, LM2901N or LM3302N
See NS Package N14A

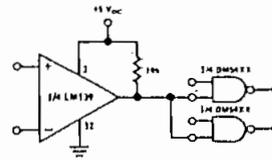
Typical Applications (V⁺ = 5.0 V_{DC})



Basic Comparator



Driving CMOS



Driving TTL

Absolute Maximum Ratings

PARAMETER	LM139/LM239/LM339 LM139A/LM239A/LM339A LM2901	LM3302
Supply Voltage, V^+	36 VDC or ± 18 VDC	28 VDC or ± 14 VDC
Differential Input Voltage	36 VDC	28 VDC
Input Voltage	-0.3 VDC to +36 VDC	-0.3 VDC to +28 VDC
Power Dissipation (Note 1)	570 mW	570 mW
Molded OIP	900 mW	900 mW
Cavity DIP	800 mW	800 mW
Flat Pack	Continuous	Continuous
Output Short-Circuit to GND, (Note 2)	50 mA	50 mA
Input Current ($V_{IN} < -0.3$ VDC), (Note 3)		
Operating Temperature Range	0°C to +70°C	-40°C to +85°C
LM339A	-25°C to +95°C	
LM239A	-40°C to +85°C	
LM2901	-55°C to +125°C	
LM139A	-65°C to +150°C	
Storage Temperature Range		
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C

Electrical Characteristics ($V^+ = 5$ VDC, Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	LM139		LM239A, LM339A		LM139		LM239, LM339		LM2901		LM3302		UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 9)	± 1.0		± 2.0		± 2.0		± 2.0		± 2.0		± 2.0		mVDC
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ with Output in Linear Range, $T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 5)	25		100		25		100		25		500		nADC
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	± 3.0		± 25		± 3.0		± 25		± 5.0		± 50		nADC
Input Common-Mode Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 8)	0		$V^+ - 1.5$		0		$V^+ - 1.5$		0		$V^+ - 1.5$		VDC
Supply Current	$R_L = \infty$ on all Comparators, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_L = \infty$, $V^+ = 30\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	0.8		2.0		0.8		2.0		0.8		2.0		mADC
Voltage Gain	$R_L \geq 15\text{ k}\Omega$, $V^+ = 15$ VDC (To Support Large V_O Swing), $T_A = 25^\circ\text{C}$	50		200		50		200		25		100		mADC
Large Signal Response Time	$V_{IN} = \text{TTL Logic Swing}$, $V_{REF} = 1.4$ VDC, $V_{RL} = 5$ VDC, $R_L = 5.1\text{ k}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	300		300		300		300		300		300		V/mV
Response Time	$V_{RL} = 5$ VDC, $R_L = 5.1\text{ k}\Omega$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 7)	1.3		1.3		1.3		1.3		1.3		1.3		μs
Output Sink Current	$V_{IN(+)} \geq 1$ VDC, $V_{IN(-)} = 0$, $V_O \leq 1.5$ VDC, $T_A = 25^\circ\text{C}$	6.0		16		6.0		16		6.0		16		mADC
Saturation Voltage	$V_{IN(+)} \geq 1$ VDC, $V_{IN(-)} = 0$, $I_{SINK} \leq 4$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$	250		400		250		400		250		400		mVDC
Output Leakage Current	$V_{IN(+)} \geq 1$ VDC, $V_{IN(-)} = 0$, $V_O = 5$ VDC, $T_A = 25^\circ\text{C}$	0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		nADC

Electrical Characteristics (Continued)

PARAMETER	CONDITIONS	LM139A		LM239A, LM339A		LM139		LM239, LM339		LM2901		LM3302		UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	(Note 9)		4.0	4.0		9.0		9.0		9.0		9	15	mVDC
Input Offset Current	$ I_{I1(+)} - I_{I1(-)} $		±100	±150		±100		±150		±150		50	200	nADC
Input Bias Current	$ I_{I1(+)} $ or $ I_{I1(-)} $ with Output in Linear Range		300	400		300		400		400		200	500	nADC
Input Common-Mode Voltage Range	$V_{IN(-)} \geq 1 \text{ VDC}$, $V_{IN(+)} = 0$, $I_{SINK} \leq 4 \text{ mA}$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	0	$V^+ - 2.0$	VDC
Saturation Voltage			700	700		700		700		700		400	700	mVDC
Output Leakage Current	$V_{IN(-)} \geq 1 \text{ VDC}$, $V_{IN(+)} = 0$, $V_O = 30 \text{ VDC}$		1.0	1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	1.0	µADC
Differential Input Voltage	Keep all $V_{IN} \geq 0 \text{ VDC}$ for V^+ if used). (Note 8)		V^+	V^+		36		36		36		0	V^+	VDC

Note 1: For operating at high temperatures, the LM139/LM339A, LM2901, LM3302 must be derated based on a 125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 175°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM239 and LM139 must be derated based on a 150°C maximum junction temperature. The low bias dissipation and the "ON-OFF" characteristic of the outputs keeps the chip dissipation very small ($P_D \leq 100 \text{ mW}$), provided the output transistors are allowed to saturate.

Note 2: Short circuits from the output to V^+ can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 20 mA independent of the magnitude of V^+ .

Note 3: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltage of the comparator to go to the V^+ voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3 VDC .

Note 4: These specifications apply for $V^+ = 5 \text{ VDC}$ and $-55^\circ \text{C} \leq T_A \leq +125^\circ \text{C}$, unless otherwise stated. With the LM239/LM239A, all temperature specifications are limited to $-25^\circ \text{C} \leq T_A \leq +85^\circ \text{C}$, the LM339/LM339A temperature specifications are limited to $0^\circ \text{C} \leq T_A \leq +70^\circ \text{C}$, and the LM2901, LM3302 temperature range is $-40^\circ \text{C} \leq T_A \leq +85^\circ \text{C}$.

Note 5: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the reference or input lines.

Note 6: The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5 \text{V}$, but either or both inputs can go to $+30 \text{ VDC}$ without damage.

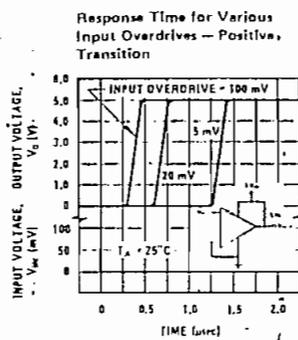
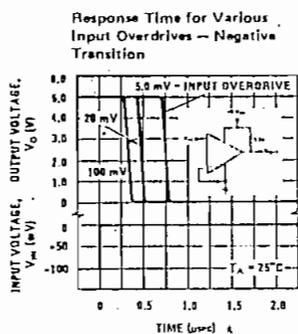
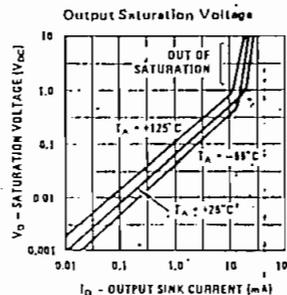
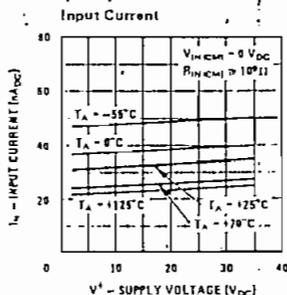
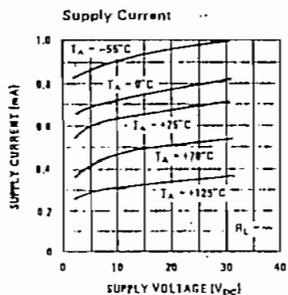
Note 7: The response time specified is for a 100 mV input step with 5 mV overdrive. For larger overdrive signal, 300 ns can be obtained, see typical performance characteristics section.

Note 8: Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than -0.3 VDC for 0.3 VDC below the magnitude of the negative power supply, if used.

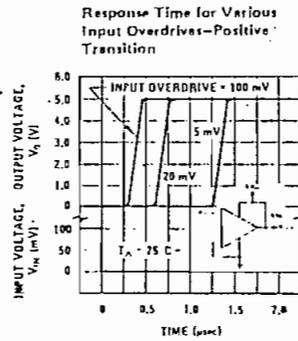
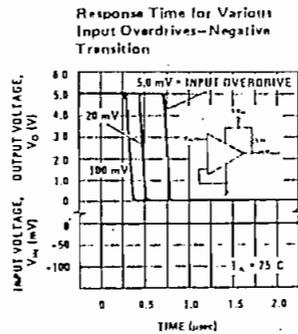
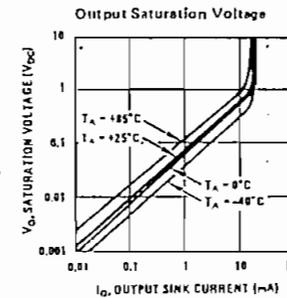
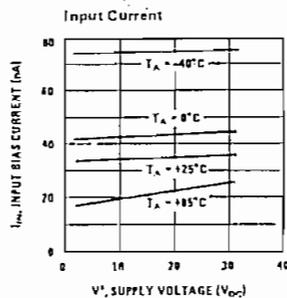
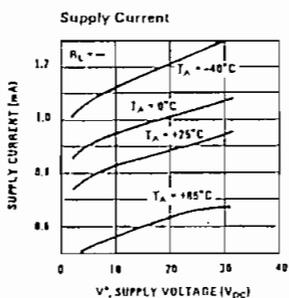
Note 9: At output switch point, $V_D \approx 1.4 \text{ VDC}$, $R_S = 0 \Omega$ with V^+ from 5 VDC; and over the full input common-mode range (0 VDC to $V^+ - 1.5 \text{ VDC}$).

Note 10: For input signals that exceed V_{CC} , only the overdriven comparator is affected. With a 5V supply, V_{IN} should be limited to 25V max, and a limiting resistor should be used on all inputs that might exceed the positive supply.

Typical Performance Characteristics LM139/LM239/LM339, LM139A/LM239A/LM339A, LM3302



Typical Performance Characteristics LM2901



ANEXO 5.- GLOSARIO

1) Lectores de señal:

Dispositivos electrónicos constituidos por sensores que sirven para detectar, capturar y decodificar señales que se encuentran impresos o marcados en un documento.

Dependiendo del uso, estructura y del tipo de señal que se emplee, existen:

- Los lectores ópticos, dispositivos que utilizan sensores que trabajan exclusivamente con emisión de rayos láser para la captura de los códigos de barras cuya conformación son segmentos de línea que indican: principio del código, código de la información (que se desea particularizar) y fin del código; dichos códigos de barras también dependiendo del espesor y tamaño de cada segmento de línea se los identifica con nombres tales como: código 39, 128, UPC/FAN, CODABAR entre otros. Los códigos de barras se utiliza para identificar, clasificar y particularizar todo tipo de elementos que contenga cualquiera de los tipos de código de barra existente, claro está, que el equipo debe estar configurado para leer el código que se utilice. Los modelos que se tienen por la variedad de ubicación posición y manejo, son por ejemplo lectores de mesa cuya ubicación es incorporada a una “mesa” y su posición es horizontal. También hay lectores de códigos de barra de “pistola”, entre otros. Su manejo se hace pasando a través del lector el elemento que posea el código de barras y se capturar activando un “disparo” por cada código leído.
- Los lectores de proximidad por inducción, dispositivos que utilizan sensores de inducción magnética y que capturan proximidad de metales por la condición de

inducción y característica propia que poseen los metales, así se tiene que son utilizados para la fijación y determinación de la distancia que se encuentra un elemento metálico de otro que posea los sensores ejm. Alarmas en cerradura de puertas.

- Los lectores por proximidad de reflexión, dispositivos que utilizan sensores de proximidad reflexiva y capaces de detectar proximidad de un cuerpo, que se traduce en información de los elementos que posean material reflexivo “marcas” tal que al emitir los sensores señales de luz, produzcan reflexión luminosa para poder ser capturada por los mismos sensores produciendo básicamente dos señales “hay material reflexivo” y “no hay material reflexivo”. Su aplicación dependerá del tipo de “marcas” que contenga el elemento reflexivo (marcas que deberán tener ciertas condiciones de color diferente y determinante respecto al color general del elemento que los contenga). Precisamente son éstos últimos tipos de lectores que serán empleados y configurados para la presente Tesis.

2) Formulario:

Documento que posee información. Dependiendo de su estructura se tiene: elaborados completamente como en el caso de formularios informativos, también formularios que tienen información por completar su elaboración como en el caso de formularios de test.

Dependiendo del uso y estructura existen de varios tipos:

- Por el uso se los define como informativos, los mismos que tienen en su contenido todos los datos parciales y/o totales que servirán de información para quien los tenga a su disposición, comerciales en el caso de que requiera completar

BIBLIOGRAFIA

- CITIZEN, "MSP-40/45 User's manual", 1987, California
- EPSON, "LX-810 User's guide", 1991, Epson America Inc., Torrance, California.
- FARNELL, "Manual Farnell Components", 1996, Octubre, No. ed2
- INTEL, "MCS-51 8-bit-control-oriented microcontrollers", Intel Corporation, 1994,
- SYMBOL, "LS 9100 Product Reference Guide", 1997, Symbol Technologies Inc., Holtscille, New York, Manual.
- VELARDE G. Jaime, "Sistemas Microprocesados", S/F, Quito, manual académico
- AYUDA, "MS-DOS Q-basic", 1987-1993, Microsoft Corporation, versión 1.1.
- FAIRCHILD, "FULL LINE CONDENSED CATALOG", 1978, California
- BARRY B. Brey, "Los Microprocesadores Intel", 1997, Mexico, 3ra edición.
- TEXAS INSTRUMENTS, "The transistor and Diode Data Book", 1973, USA, 5ta edición.
- TEXAS INSTRUMENTS, "The TTL Logic Data Book, 1985-1988, Texas Instruments Inc.
- INTEL, "Embedded Controller Applications Handbook", 1993-1994, Canada
- MAXIM, "Integrated circuits Data Book", 1989, USA, Maxim Integrated Products Inc.
- RONALD J. TOCCI, "Sistemas digitales principios y aplicaciones", 1996, México, Prentice Hall Hispanoamericano S.A.