

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA EN COMPUTACION



10² Gove.
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISEÑO DE UN LECTOR DE BARRAS OPTICO USADO COMO
SISTEMA DE SEGURIDAD EN ALGUNA COMPAÑIA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN COMPUTACION

PRESENTA:

MANUEL VIZCARRA GARCIA

GUADALAJARA, JALISCO, 1989.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
CAPITULO 1	
DISEÑO DEL DETECTOR Y DEL CONVERTIDOR ANALOGICO-DIGITAL	
1.1 Diseño del circuito detector por medio de led infrarrojo y fototransistor	8
1.2 Diseño del circuito amplificador de voltaje	17
1.3 Diseño de los circuitos detectores de cruce con histéresis utilizando amplificadores operacionales	20
1.4 Diseño del multivibrador monoestable (one-shot) para las entradas de RELOJ	34
CAPITULO 2	
DISEÑO DEL CIRCUITO CONTROLADOR DEL LECTOR OPTICO Y TECLADO	
2.1 Diseño del circuito controlador de lector óptico	40
2.2 Diseño del circuito controlador de teclado	46
CAPITULO 3	
DISEÑO DEL CIRCUITO COMPARADOR DEL CODIGO LEIDO DE BARRAS CON EL CODIGO INTRODUCIDO DE TECLADO	
3.1 Diseño del circuito combinacional de com-	

puertas 0	52
3.2 Diseño del comparador con el circuito integrado 7485	54
3.3 Diseño del comparador con el circuito integrado 74689	54
CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFIA	60

I N T R O D U C C I O N

Es claro que el uso de la electrónica es cada vez mayor. De diversas maneras, pero la electrónica ha sido utilizada con el paso del tiempo con mayor auge, por ejemplo, para controlar sistemas de refrigeración, control de temperatura y riego en invernaderos, circuitos controladores de máquinas eléctricas que necesiten de un proceso determinado, además de circuitos que se utilizan en los automóviles con tablero digital. Estas tan sólo son algunas de las aplicaciones que se pudieran mencionar. Con esto pretendo dar a entender que cada empresa tiene sus necesidades propias y por lo tanto a cada una de ellas se le debe de adaptar el circuito determinado para satisfacer su necesidad. Esto nos explica el número de aplicaciones, que es inmensamente grande, de la electrónica.

Con el uso de la electrónica digital, se ha facilitado grandemente el diseño de circuitos de control para la industria. Se podría decir que ha evolucionado la ingeniería electrónica. Tan sólo un ejemplo de ello, se ve de manera muy clara en los televisores. Anteriormente los controles de estos aparatos eran de

manera analógica y se encontraban solo en el módulo del aparato, y con el auge de la electrónica digital estos controles han sido evolucionados para la mayor comodidad del auditorio televidente puesto que ahora éstos son digitales y pueden ser manejados por control remoto, alámbrico o inalámbrico. Otro ejemplo claro del cambio radical de los aparatos electrónicos, incluso en los laboratorios de electrónica, es el de los multímetros; estos aparatos anteriormente eran analógicos, pero la facilidad que da la electrónica digital, hizo que éstos se transformaran a multímetros digitales, que aparte de la comodidad que da el poder leer la medición correspondiente, son de mayor exactitud y por lo tanto, con mayor confiabilidad. Estos son tan sólo algunos de los ejemplos de la facilidad que da la electrónica digital. Con lo anterior no quiero decir que la electrónica analógica ha sido desechada, puesto que también es necesaria en circuitos que así lo requieran. Por ejemplo, en el caso que se mencionó del control de temperatura y riego en invernaderos, primeramente se utiliza un detector de humedad, en el caso de riego, y la señal tomada se debe de amplificar; para hacer esto, y poder manejarla con la electrónica digital, es necesario usar amplificadores, y esto no es tan sólo que electrónica analógica.

En el caso de este trabajo de tesis, primeramente se detecta la señal leída, que fué emitida previamente por

un LED (Light Emmitting Diode=Diodo Emisor de Luz) infrarrojo. Esta señal es leída por un fototransistor. Enseguida la señal se amplifica para luego ser analizada por detectores de cruce con histéresis. Ya despues que fueron leídos los datos, se trabajan de manera digital para ser comparados con datos leídos de teclado y activar un dispositivo.

Esto es tan sólo un modelo a seguir, es decir, este trabajo se puede realizar de diferentes maneras y no precisamente como fué realizado.

En síntesis, se podría mencionar que la electrónica puede ser utilizada en diferentes aplicaciones, cada una de ellas que resuelva las necesidades de la empresa.

A N T E C E D E N T E S

Como se mencionó de manera muy reducida en la introducción, este trabajo realizado, está acoplado para resolver las necesidades de cada empresa. Es un lector óptico de barras aplicado para un sistema de seguridad y funciona de la siguiente manera:

Consiste en tarjetas que se les dan a un número determinado de trabajadores de la empresa, cada una de ellas con un código impreso en forma de barras. Estas barras son de color negro de un mismo grosor separadas entre sí. Ahí es donde realmente se encuentra la información.

A cada trabajador se le entrega una tarjeta que va a ser diferente a las demás. Además se le proporcionará un número confidencial que será, como en las tarjetas, diferentes entre sí, y lógicamente cada tarjeta debe de coincidir con el número confidencial que se le asignó a cada trabajador.

El trabajo en particular se realizó para 100 trabajadores pero se puede ampliar este número, puesto que en cada tarjeta el número se encuentra en ECD, pero se puede transformar en código binario natural y así el número de identificaciones aumentará a mas del doble.

Además de lo anterior, este trabajo de tesis, se hizo especialmente para ser utilizado como sistema de seguridad puesto que en determinadas empresas se requiere de seguridad en algún departamento o laboratorio donde se encuentren datos confidenciales o simplemente en empresas donde se requiera solo a los trabajadores y no a personas ajenas a las actividades laborales.

Se debe de mencionar que lo importante o lo interesante de esta tesis, es la detección de líneas de información (barras negras y blancas). El sistema de seguridad es sólo una aplicación, puesto que como es bien conocido, el lector de barras es un medio útil en supermercados para el control de almacenaje y distribución de artículos.

El código de barras es un ingenioso recurso que puede ser leído en una fracción de segundo por una "varita mágica" sensible a la luz y que introduce en un ordenador o en algún circuito la información relativa a esos productos que se venden en los supermercados. Mediante este sistema se puede saber en cualquier momento, la fecha de fabricación o impresión, la fecha de caducidad, etc., de un determinado producto.

Los lectores de caracteres ópticos son otro desarrollo interesante de consecuencias mucho más amplias. En la actualidad, existen máquinas que son capaces de leer literalmente la palabra impresa mediante

la exploración óptica de la línea. La señal de salida del lector se acepta al ordenador o microprocesador, el cual puede entonces procesar la información de diversas maneras. Las palabras leídas por la exploración pueden, por ejemplo, visualizarse en determinada pantalla que se le podría conectar al microprocesador, eliminando la minuciosa tarea de mecanografiarlas. Y todo ello gracias a este ingenioso recurso que está revolucionando al mundo: el lector óptico de barras.

En particular, esta tesis funcionará junto con las barras de la tarjeta, el número confidencial, en el siguiente orden: primeramente el lector de barras se pasará por la tarjeta, y ya leída la información, se teleará el número confidencial, y con esto, el circuito comparador del código leído de barras con el código introducido de teclado determinará si el trabajador que está pretendiendo entrar a la empresa, no lo está haciendo de manera ilegal. El resultado será la activación de una puerta durante 5 segundos en la cual el trabajador podrá introducirse a la empresa; si los datos no coinciden, no se activará la puerta y no podrá entrar.

Una ventaja de este circuito es que sustituye a la persona que está controlando el flujo de entrada y salida de personal, puesto que el circuito hará esta función.

A continuación se menciona un bosquejo de los capítulos de este trabajo:

CAPITULO # 1 .- Aquí se diseñará el circuito detector de barras. Se deberá tomar en cuenta el ángulo entre el emisor y receptor de luz para que ésta, sea emitida y recibida apropiadamente. Después de que la señal fue captada, se deberá de amplificar y enseguida, por medio de detectores de cruce, se producirá la señal digital para que sea guardada en registro de almacenamiento para su proceso.

CAPITULO # 2 .- Después de que los datos fueron almacenados digitalmente, se deberán de procesar. El proceso lo debe de llevar a cabo el controlador general que emitirá señales a los registros para decir que la señal ya fue procesada y está lista para la siguiente lectura de código de barras y de número confidencial.

CAPITULO # 3 .- La comparación de los datos la llevará a cabo el circuito comparador de datos leídos de barras y datos leídos de teclado, y por supuesto, decidirá si coinciden los datos y enviará la señal determinada.

Estos tres circuitos fueron probados previamente en el laboratorio, esto es, se diseñaron para su prueba.

La señal de salida solo será simulada por un led que emitirá luz cuando coincidan los datos y no se disparará cuando no coincidan. Esta señal será por 5 segundos que será el tiempo de la introducción del empleado.

C A P I T U L O 2

2
DISEÑO DEL DETECTOR
Y DEL CONVERTIDOR
ANALÓGICO DIGITAL

CAPITULO 1

DISEÑO DEL DETECTOR Y DEL CONVERTIDOR ANALÓGICO DIGITAL

1.1 Diseño del circuito detector por medio de led infrarrojo y fototransistor.

Primeramente se explicará la base de donde se pudo realizar el trabajo. Al emitir luz infrarroja un led, ésta puede ser detectada por un fototransistor, si estos se encuentran como lo indica la siguiente figura (fig. 1):

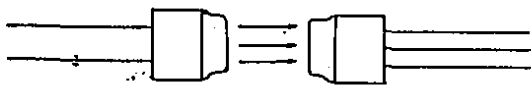


fig. 1

la luz detectada ocasionará que circule una mayor corriente por el fototransistor. Si estos se colocan en un ángulo en el cual haya una menor incidencia de luz sobre el fototransistor, la corriente que circulará por el fototransistor será menor. Estos dos ejemplos que se mencionaron son si el led infrarrojo y el fototransistor se conectaran a sus circuitos que harían que circulara corriente por el led infrarrojo y así emitir luz infrarroja, al igual que el fototransistor para que la detecta. El ejemplo de menor incidencia de luz sería el siguiente (fig. 2):

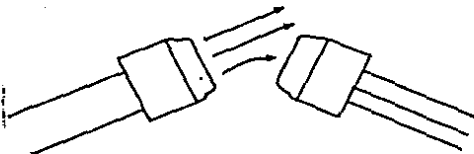


fig. 2

Además se parte de la base, de que si sobre una superficie oscura se emite luz, ésta se reflejará en menor cantidad que si emitieramos sobre una superficie clara, es decir, las superficies blancas reflejan mayor luz que las oscuras.

Si el led infrarrojo lo colocamos en forma paralela con el fototransistor y los hacemos pasar sobre superficies claras y oscuras (blancas y negras en este caso), la corriente que circulará por el fototransistor será menor o mayor dependiendo del color de la superficie que se esté pasando en ese momento. Esto se explica mejor con la siguiente figura (fig. 3):



fig. 3

Partiendo de estas bases, se tuvo que diseñar los circuitos que alimentarán al led infrarrojo y al fototransistor. Estos se hicieron en base a las características de los dos dispositivos usados. Primeramente se escogió el led emisor infrarrojo que tiene las siguientes características: es el led infrarrojo LED55C que emite energía infrarroja con una longitud de onda de 940 nanómetros. Está idealmente diseñado para su uso con detectores de silicio (fototransistor). El circuito que se diseñó para el led infrarrojo se hizo simplemente con un circuito con una malla y utilizando la Ley de Ohm, además de sus características eléctricas a 25 °C (voltaje de diodo a corriente máxima de 100 mA es de 1.4 V). Dada su corriente máxima, se tomó como corriente para alimentación del led 16 mA y el circuito que se tomó fue el siguiente (Fig. 4):

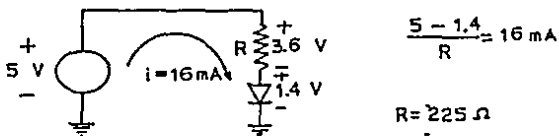


Fig. 4

Después que se diseñó el circuito para el led emisor de luz infrarroja, se pasó a diseñar el circuito para el fototransistor. Sus características son las siguientes: el fototransistor detector de luz es el LI4G1 que es

altamente sensible a la luz. Es un fototransistor NPN de silicio. Es un paquete herméticamente sellado con tapa de vidrio. Es ideal para su uso en aplicaciones de optoelectrónica donde la sensibilidad es alta, cuando estos parámetros son importantes. Generalmente el colector y el emisor son usados; la base se provee en el dispositivo, sin embargo, para controlar sensibilidad y ganancia del dispositivo. El circuito que se diseñó para el fototransistor, al igual que para el led infrarrojo, se hizo simplemente con un circuito con una malla y usando la Ley de Ohm, además de sus características eléctricas a 25 °C (corriente de luz máxima de 25 mA y Vce de 0.4 V) dió como resultado el siguiente circuito con sus valores (fig. 5):

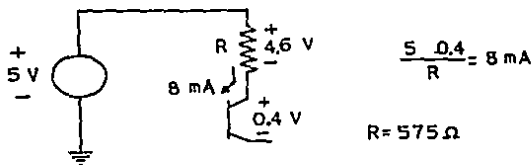
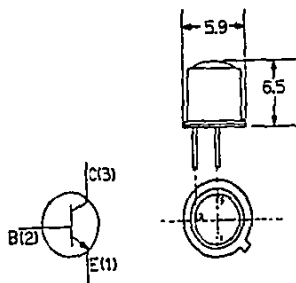


fig. 5

Después que se diseñaron los circuitos emisor y receptor, se pasó a empaquetar el led infrarrojo con el fototransistor. El empaquetamiento se hizo de manera un poco rústica pero muy eficaz a la vez. Los dos dispositivos se acomodaron en forma paralela separados

por un cilindro rectangular de plástico; las partes superiores del led infrarrojo y del fototransistor fueron separadas por un cuadro de plástico de aproximadamente 5 mm por lado para que la luz emitida por el led infrarrojo no pasara directamente al fototransistor, es decir, para que tome en cuenta la luz reflejada en la superficie, que es en realidad la que interesa. Todo esto se empaquetó en un tubo de plástico con un orificio en un extremo para que a través de él, se emita y se reciba la luz. En el extremo donde se encuentra el orificio, se colocó un círculo de plástico negro para que los voltajes amplificados a la salida de los amplificadores, se visualizaran mejor en el osciloscopio y poder manejarlos mejor (fig. 6). Esto se explicará mas ampliamente un poco mas adelante.

Después de empaquetados los dispositivos, se procedió a fijar el grosor de las líneas o barras blancas y negras. Se determinó que el grosor de las líneas negras sería fijo y el de las líneas blancas variable dependiendo de la información que se contenga en ellas. El grosor fijo de las líneas negras se puso de 2 mm y el de las líneas blancas, para un "0" lógico de 2 mm y para un "1" lógico de 4 mm. Algunos ejemplos de las barras que el lector óptico leerá se muestran en la figura 7.



Medidos en milímetros.

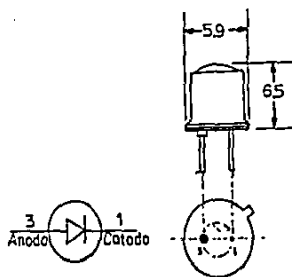


Fig. 2

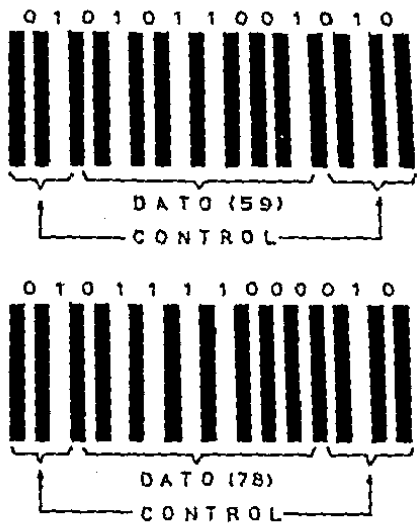


Fig. 7

El circuito del led infrarrojo y del fototransistor quedó como sigue (Fig. 8):

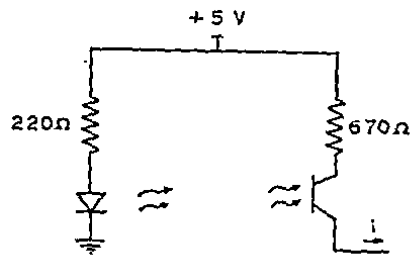


Fig. 8

con el pasar de las líneas finas, se pasó a recorrer las líneas con el lector óptico para medir la corriente a la salida del fototransistor. Los resultados fueron los siguientes: cuando el lector pasa sobre una línea o barra negra, la corriente que circula por el fototransistor baja hasta un punto mínimo que fué en valor de corriente de 10 uA. Al pasar sobre un "0" lógico, o lo que es lo mismo una línea blanca delgada, es claro que el valor de la corriente subirá hasta un punto que fué de 29 uA. Esto se deba, como se explicó anteriormente, que al pasar por una línea blanca delgada hay mayor incidencia de luz sobre el fototransistor, es decir, se refleja la luz en una cantidad mayor. Cuando el lector óptico se pasó sobre un "1" lógico, es decir, sobre una barra blanca con mayor grosor (4 mm), la corriente aumentó, porque hay mas superficie blanca donde se pueda reflejar la luz y, por lo tanto, mayor incidencia sobre el fototransistor. La corriente medida sobre el "1" lógico fué de 39 uA. Estas corrientes fueron medidas con un multímetro digital en condiciones de corto circuito; esto es, se coloca un corto circuito a través de las terminales de salida y se mide la corriente a través del mismo. El circuito que se utilizó para medir la corriente fué el que se muestra en la fig. 3.

Ya que se tuvieron las mediciones de corriente, fué necesario que estas corrientes se convirtieran en voltaje para su mejor manejo. El circuito convertidor de

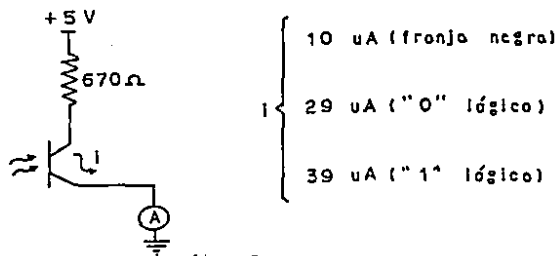


fig. 9

corriente a voltaje es el siguiente (fig. 10):

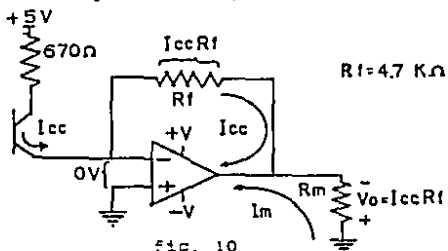


fig. 10

El circuito con el amplificador operacional de la figura anterior, coloca en forma afactiva un corto circuito alrededor del fototransistor. La (-) entrada está a tierra virtual debido a que el diferencial de voltaje en la entrada es casi 0. Toda la corriente I_{cc} fluye a través de la (-) entrada y a través de la resistencia de retroalimentación R_f . R_f convierte la I_{cc} en un voltaje de salida, revelando la naturaleza básica de este circuito que es un convertidor de corriente a voltaje. La resistencia R_m es la resistencia del multímetro, si se está utilizando este aparato. La corriente I_m necesaria para impulsar cualquier

instrumento proviene del amplificador operacional y no de I_{cc} .

La resistencia que se escogió para la retroalimentación del amplificador operacional fué de 4.7 KOhms. Con esto, los voltajes a la salida correspondientes fueron:

I_{cc}	V_o
10 μA	- 47 mV
29 μA	-140 mV
39 μA	-190 mV

Estos voltajes fueron medidos con un multímetro digital y observados en el osciloscopio, y coinciden de manera relativa con los cálculos realizados con la fórmula de la Ley de Ohm. El amplificador que se utilizó fué el LM324, con voltaje de alimentación de +9 y -9 V.

Hay que tomar en cuenta que estos voltajes medidos son negativos y por lo tanto tienen que ser convertidos y amplificados para manejarlos con mayor facilidad.

1.2 Diseño del circuito amplificador de voltaje.

Como se dijo anteriormente, los voltajes a la salida del primer amplificador, que es el convertidor de corriente en voltaje, son voltajes negativos y además muy pequeños, por lo tanto, se tiene que invertirlos y amplificarlos para que sean más manejables. Esto se logra con el siguiente circuito inversor amplificador (Fig. 11):

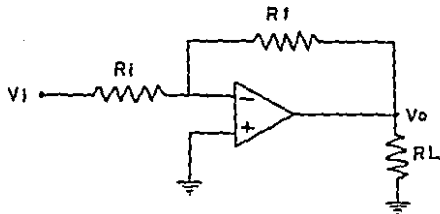


fig. 11

En la figura anterior, se aplica voltaje V_i , que en este caso vendría siendo el voltaje a la salida del circuito convertidor de corriente en voltaje, a través de la resistencia de entrada R_i a la (-) entrada del amplificador operacional. Se proporciona realimentación negativa por la resistencia R_f . El voltaje entre las terminales (+) y (-) es esencialmente 0 V. Por lo tanto, la terminal de (-) entrada también es 0 V, de modo que el potencial de tierra está en la (-) entrada. Por esta razón, la (-) entrada se dice que está a tierra virtual.

Ya que un extremo de R_i está a V_i y el otro está a 0 V, la caída de voltaje de R_i es V_i . La corriente que circula por R_i se determina por la Ley de Ohm:

$$I = V_i/R_i$$

Toda la corriente de entrada I circulará por medio de R_f ya que una cantidad despreciable es utilizada por la terminal (-) entrada. Se debe de notar que la corriente a través de R_f está establecida por R_i y V_i ; no por R_f , V_o

o el amplificador operacional.

La diferencia de potencial a través de R_f es simplemente $I R_f$ es:

$$V_{Rf} = I R_f = (V_i / R_i) R_f$$

Pero a su vez, un extremo de R_f y un extremo de R_i de carga están conectados. El voltaje de este punto a tierra es V_o . Los otros extremos de R_i y R_f están al potencial de tierra. Por tanto, V_o igual a V_{Rf} (voltaje a través de R_f). Para obtener la polaridad de V_o , se tiene que ver que el extremo izquierdo de R_f está a potencial de tierra. La dirección de corriente establecida por V_i , obliga a que el extremo derecho de R_f se haga negativo. Por tanto, V_o es negativo cuando V_i es positivo. Ahora, igualando V_o con V_{Rf} y agregando un signo negativo para significar que V_o va a negativo cuando V_i va a positivo se tiene:

$$V_o = -V_i (R_f / R_i)$$

Con esto, queda establecido que el voltaje de salida depende única y exclusivamente de las resistencias de retroalimentación y de entrada (R_f y R_i). Además de que el signo es contrario al voltaje de entrada (V_i). Por esta razón, el circuito se denomina amplificador inversor.

Pero en nuestra aplicación, como a la salida del primer amplificador se encuentran voltajes negativos, se necesitan inversores y amplificadores. Por eso la

utilización de este circuito.

El circuito con valores sería el siguiente (fig. 12):

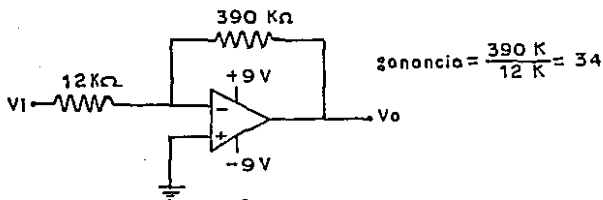


fig. 12

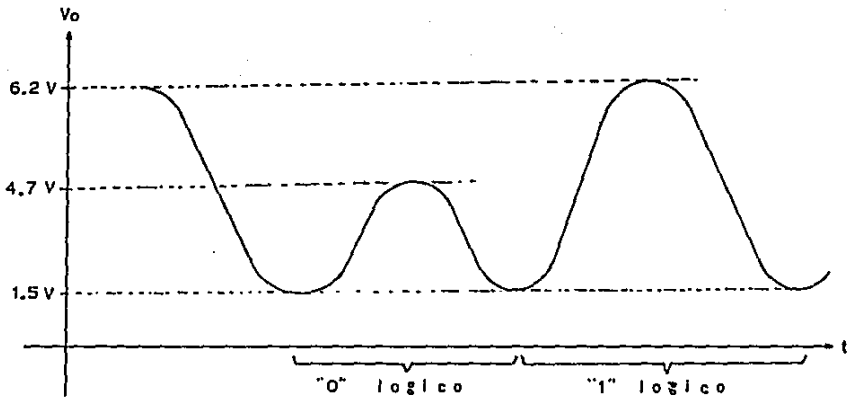
La ganancia de los circuitos amplificadores inversores es el cociente entre la resistencia de retroalimentación y la resistencia de entrada (R_f/R_i). Los voltajes de entrada al amplificador inversor con su salida, medidos con el multímetro fueron los siguientes:

V_i	V_o
- 47 mV	1.5 V
-140 mV	4.7 V
-190 mV	6.2 V

Cabe hacer mención, que los voltajes medidos corresponden muy cercanamente a los voltajes calculados con la ecuación de ganancia del circuito (R_f/R_i).

1.3 Diseño de los circuitos detectores de cruce con histéresis utilizando amplificadores operacionales.

Las formas de onda a la salida del amplificador inversor son como se muestran en la fig. 13.



Como se pueda observar, el voltaje mínimo cuando el lector atraviesa una barra oscura es de 1.3 V; además de que cuando es pasado sobre un "0" lógico (barra blanca delgada), el voltaje obtenido a la salida es de 4.7 V; así mismo, cuando el lector atraviesa una línea gruesa blanca, es decir, un "1" lógico, el voltaje alcanzado es de 6.2 V.

Para determinar que cuando la onda de salida del amplificador inversor vaya hasta 6.2 V haya un "1" lógico y que cuando la onda suba sólo hasta un punto de 4.7 V haya un "0" lógico, se utilizan los circuitos detectores de cruce con histéresis.

Se dice que un circuito exhibe histéresis cuando cualquier circuito cambia de un estado a un segundo estado a cierta señal de entrada y revierte del segundo al primer estado a una señal de entrada diferente. En estos circuitos se manejan conceptos como voltaje de umbral alto (VUT) y voltaje de umbral bajo (VLT). VUT es el voltaje que se determina para que cuando la onda de entrada sobrepase este voltaje cambie de un primer estado a un segundo estado; y que cuando la onda de entrada atraviese VLT pase del segundo estado al primer estado. Existen dos tipos de detectores de nivel de voltaje. Los inversores y los no inversores. En este trabajo de tesis, se diseñaron dos circuitos detectores de nivel de voltaje con histéresis. Para tener la salida disponible en lógica TTL se usó el detector no inversor para leer el dato de las barras. o sea, este detector va

a tener la salida del DATO. Y para leer el RELOJ (CLK), se usa el detector inversor.

La siguiente gráfica (fig. 14) explica la función de los detectores de nivel de voltaje con histéresis no inversor, dada su gráfica de entrada esta gráfica muestra de manera clara como se obtendrá la señal de DATO):

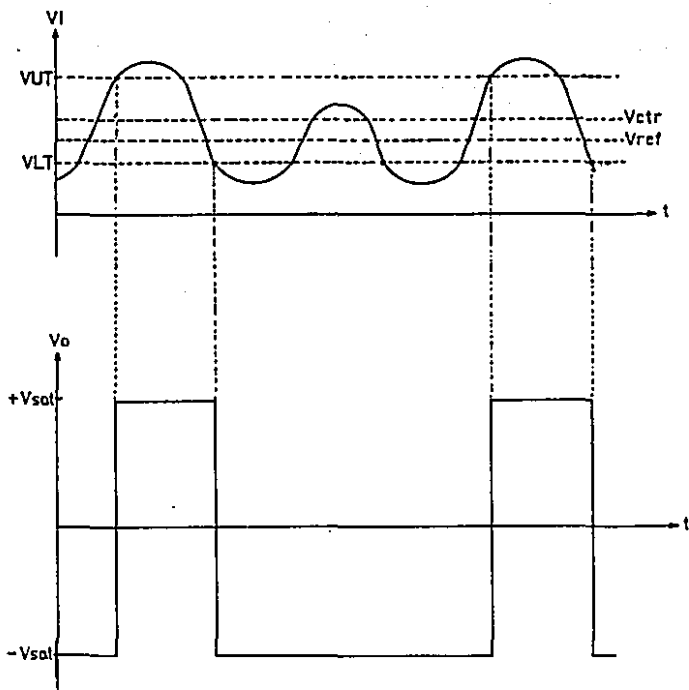


fig. 14

La gráfica anterior explica, con su gráfica de entrada y salida, la función del no inversor. La idea principal de este circuito, es que cuando el voltaje de entrada sobrepase el voltaje de umbral alto (VUT), a la salida del amplificador habrá el voltaje (+) Vsat. Cuando la señal de entrada baje y pase el voltaje de umbral bajo (VLT), a la salida del amplificador habrá un voltaje de (-) Vsat. El circuito se muestra en la fig. 15, además de su gráfica de Vo contra Vi.

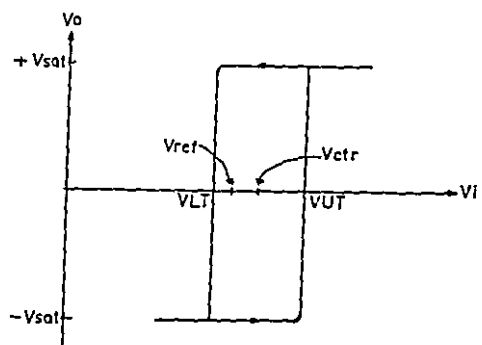
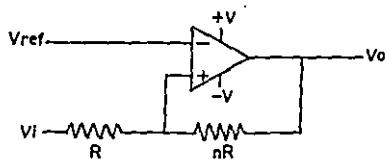


fig. 15

Si nosotros determinamos que el valor de V_{UT} es 5 V y el valor de V_{LT} es 1.5 V, para encontrar el voltaje de referencia (V_{ref}), V_H y V_{out} se utilizan las siguientes fórmulas:

$$V_{UT} = V_{ref}(1+1/n) - (-V_{sat}/n)$$

$$V_{LT} = V_{ref}(1+1/n) - (+V_{sat}/n)$$

$$V_H = V_{UT} - V_{LT} = ((+V_{sat}) - (-V_{sat}))/n$$

$$V_{out} = (V_{UT} - V_{LT})/2 = V_{ref}(1+1/n)$$

Sustituyendo valores en las ecuaciones anteriores, se encontraron los siguientes resultados (voltajes de saturación de +5 y -5 V):

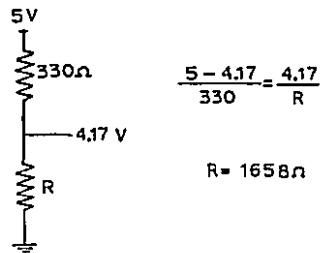
$$n = 7.1$$

$$V_H = 2.5 \text{ V}$$

$$V_{out} = 4.75 \text{ V}$$

$$V_{ref} = 4.17 \text{ V}$$

Para tener el voltaje de referencia (V_{ref}), se utilizó un simple divisor de voltaje que es el siguiente:



Con los valores obtenidos, se arma el siguiente circuito para el detector de cruce a nivel de voltaje no inversor con histeresis (Fig. 16).

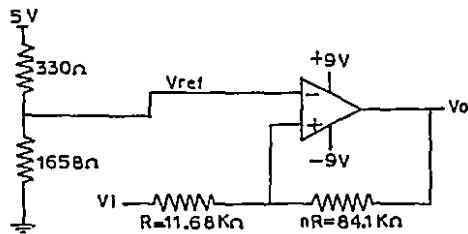


Fig. 16

Además, una gráfica de V_o y V_i contra el tiempo y V_o contra V_i (Fig. 17):

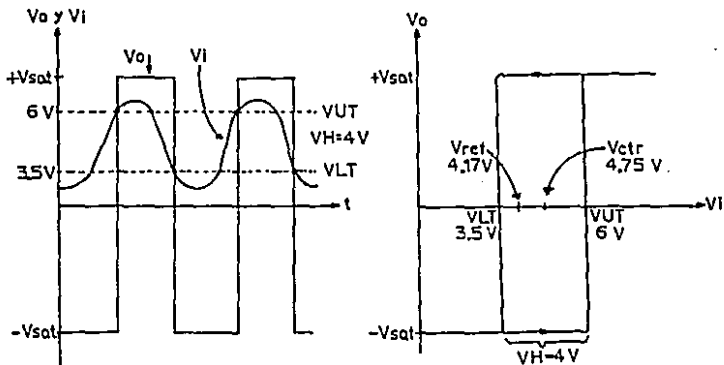


Fig. 17

Ahora veamos el detector de nivel de voltaje inversor con histéresis, que fue el que se utilizó para obtener la salida de RELOS. Sus gráficas son exactamente al revés del no inversor, es decir, cuando el voltaje de entrada sobrepasa V_{UT} , el voltaje a la salida será de $(-V_{sat})$, y cuando la señal de entrada pase por abajo de V_{LT} , el voltaje de salida subirá hasta $(+V_{sat})$. Sus gráficas de entrada y salida son como siguen (fig. 18):

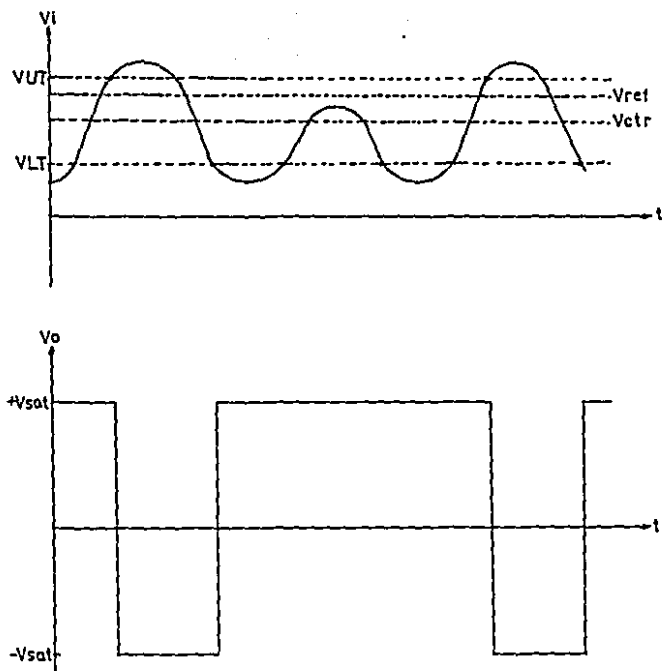


Fig. 18

El circuito se muestra a continuación, además de su gráfica de V_o contra V_i (Fig. 10):

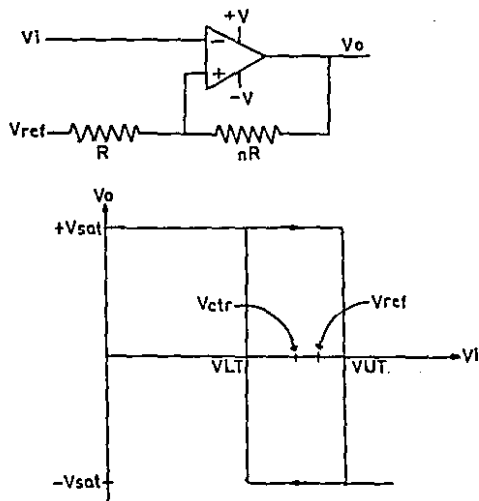


Fig. 10

Si se determina que los valores para $V_{UT}=4.5$ V y para $V_{LT}=4$ V, para encontrar V_{ctr} , V_H , V_{ref} y n , se utilizan las siguientes fórmulas:

$$V_{UT} = (n/(n+1)) \cdot V_{ref} + (-V_{sat}/(n+1))$$

$$V_{LT} = (n/(n-1)) \cdot V_{ref} + (-V_{sat}/(n-1))$$

$$V_{ctr} = (V_{UT}-V_{LT})/2 = (n \cdot V_{ref})/(n+1)$$

$$V_H = V_{UT}-V_{LT} = ((-V_{sat})-(-V_{sat}))/((n+1))$$

Sustituyendo valores en las ecuaciones anteriores, se encontraron los siguientes resultados (utilizando voltajes de saturación de +9 y -9 V):

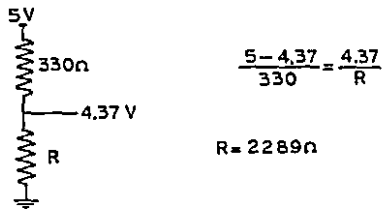
$$n = 36$$

$$V_H = 0.3 \text{ V}$$

$$V_{ctr} = 4.25 \text{ V}$$

$$V_{ref} = 4.37 \text{ V}$$

Para obtener el voltaje de referencia (V_{ref}), se utilizó un simple divisor de voltaje que a continuación se muestra:



Con los valores calculados, se obtuvo el siguiente circuito (fig. 20) para el detector de nivel de voltaje inversor con histéresis:

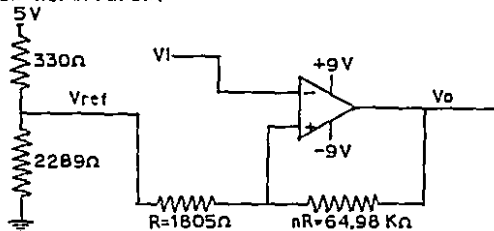


fig. 20

Además del circuito anterior, se muestran sus gráficas de V_o y V_i contra tiempo y de V_o contra V_i (fig. 21):

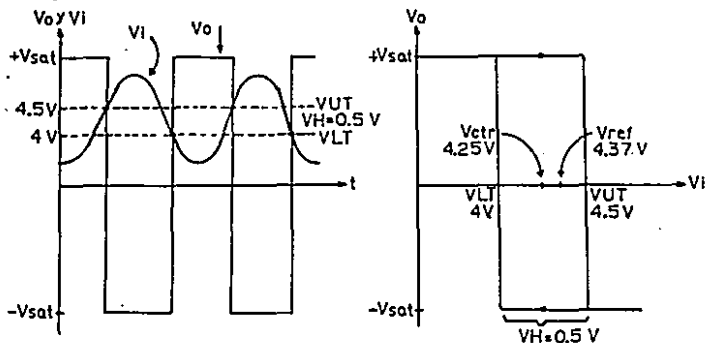


fig. 21

Con las salidas de los amplificadores se pretendió hacer la conexión con TTL, pero como estas salidas son de +9 y -9 V, no se puede conectar, por lo que se tuvo que acoplar un circuito extra formado por una resistencia, un diodo, y un diodo zener. Este circuito se muestra en la fig. 22.

En este circuito, cuando el voltaje de salida del amplificador operacional está a (+) V_{sat} , el zener conduce produciendo la salida de voltaje positivo igual al voltaje de zener V_z . Cuando el voltaje de salida del amplificador operacional está a (-) V_{sat} , el diodo de bloqueo asegura que el nuevo voltaje de salida sea cero. Si se remueve el diodo de bloqueo, el nuevo voltaje de salida iguala al voltaje hasta adelante de un zener,

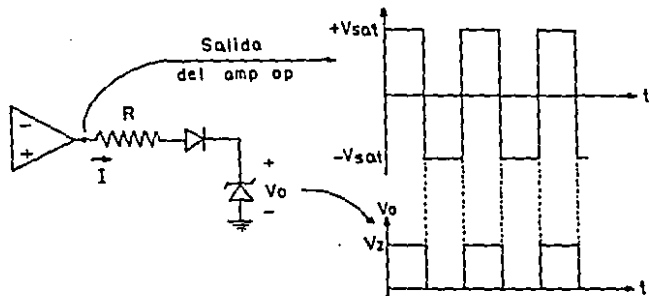


Fig. 22

alrededor de -0.4 V.

Para calcular el valor de la resistencia, se utiliza la siguiente fórmula:

$$R = (V_{sat} - V_z) / I$$

Al medir la corriente a la salida del amplificador operacional con el multímetro, su lectura fue de $I=47$ mA. En teoría, $(+) V_{sat}$ debería de ser igual a 9 V, pero al medir el voltaje a la salida del amplificador éste marcó 7.83 V. Utilizando un generador con $V_s=5.1$ V y sustituyendo los valores, la resistencia resultante fue de 88 Ohms. Se le puso una resistencia de 330 Ohms que limitó la corriente del amplificador a $I=6.7$ mA, insuficiente para activar un led (para encender un led es necesario una corriente de $I=20$ mA).

Por lo anterior, fue necesario conectarle a los generadores dos seguidores de voltaje. Estos son también

conocidas como amplificadores de ganancia unitaria. El circuito de nuestra construcción (fig. 23):

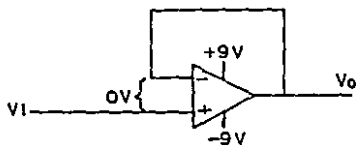


Fig. 23

El voltaje de entrada (V_i), se aplica directamente a la entrada positiva. Ya que el voltaje entre las terminales (+) y (-) del amplificador operacional puede considerarse como 0, entonces $V_o = V_i$.

Se debe de ver que el voltaje de salida iguala el voltaje de entrada, tanto en magnitud, como en signo. Por lo tanto, como el nombre del circuito lo dice, el voltaje de salida sigue al voltaje de entrada y la ganancia de voltaje es 1.

Con esto, los formas de onda obtenidas, son como se indican en la fig. 24. Se pueda ver claramente porque el voltaje VLT del detector de nivel del RELOJ (4.5 V), está por encima 0.5 V del VLT del detector de nivel del DATO (4 V). El RELOJ, está acoplado para que los datos se almacenen en Flip-Flops con entrada de RELOJ que se dispara en el flanco de subida o positivo.

En teoría, desde el LED infrarrojo y fototransistor.

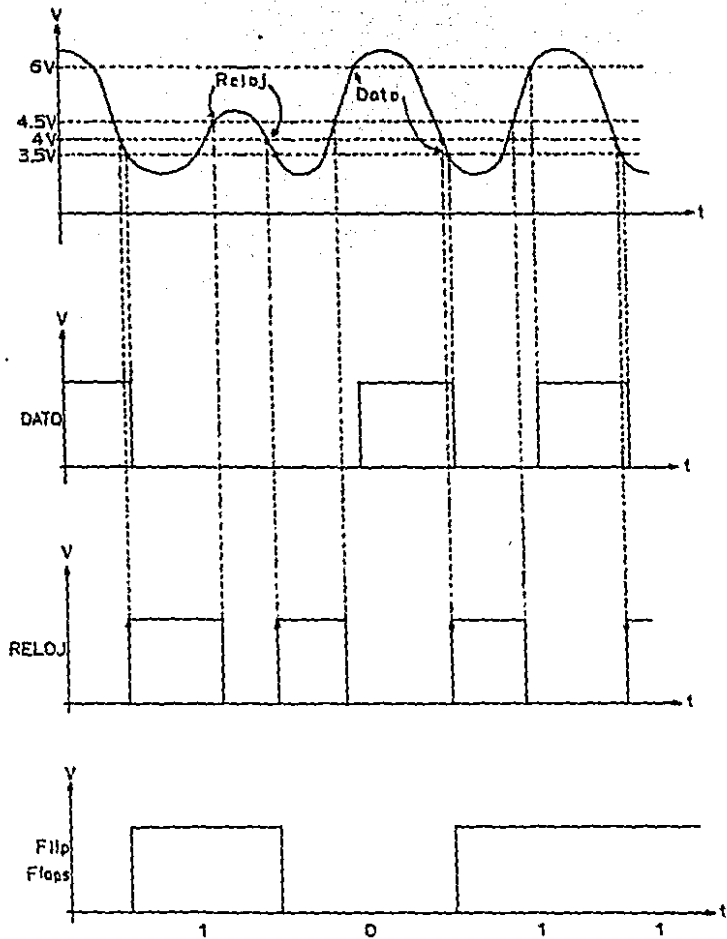


Fig. 04

hasta los seguidores de voltaje, el circuito tendría que funcionar apropiadamente, pero al conectarle los registros de desplazamiento (registro de corrimiento formado por Flip-Flops), se observó que al estar leyendo el quinto dato aproximadamente, los datos se perdían y el RELOJ mandaba dos o tres pulsos que provocaba que el mismo dato se almacenara varias veces.

1.4 Diseño del multivibrador monoestable (one-shot) para las entradas de RELOJ.

Un multivibrador monoestable funciona de la siguiente manera: cualquier circuito monoestable necesita una entrada de disparo para que a la salida se encuentre un pulso de cualquier magnitud, previamente determinado. La siguiente figura (fig. 25) muestra claramente el funcionamiento del multivibrador monoestable.

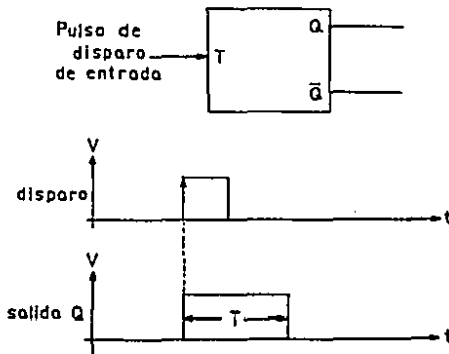


fig. 25

El caso anterior, es si el multivibrador monoestable se dispara con el flanco de subida. Hay monoestables que se activan con el flanco negativo y, por lo tanto, la salida se disparará a partir del flanco de bajada del pulso de entrada de disparo. En nuestro caso se utilizará el multivibrador monoestable en el flanco de subida porque así lo amerita el circuito.

Como se mencionó anteriormente, el reloj se disparaba dos o tres veces que hacía que los datos fueran incorrectos. La forma del voltaje de salida del seguidor de voltaje del RELOJ es como sigue (fig. 16):

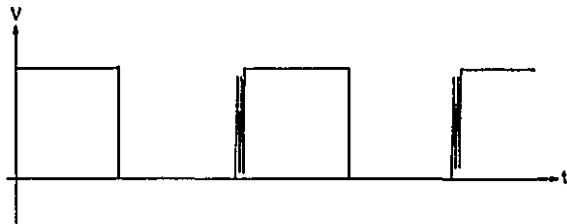


fig. 16

El ruido que se observa en el flanco de subida, hacía al mal funcionamiento del circuito, por lo que se usó el monoestable para corregirlo. Los pulsos del ruido tenían un periodo de aproximadamente 15 μseg . cada uno, por lo que el tiempo total del ruido fue de 45 μseg . máximo. El periodo del pulso del monoestable se estableció de

34 useg. puesto que como se muestra en la fig. 27, en el primer flanco de subida del ruido, se generará el pulso del multivibrador monostable de 34 useg. y ocasionará que los Flip-Flops del registro de almacenamiento no tome en cuenta los otros pulsos del ruido y así

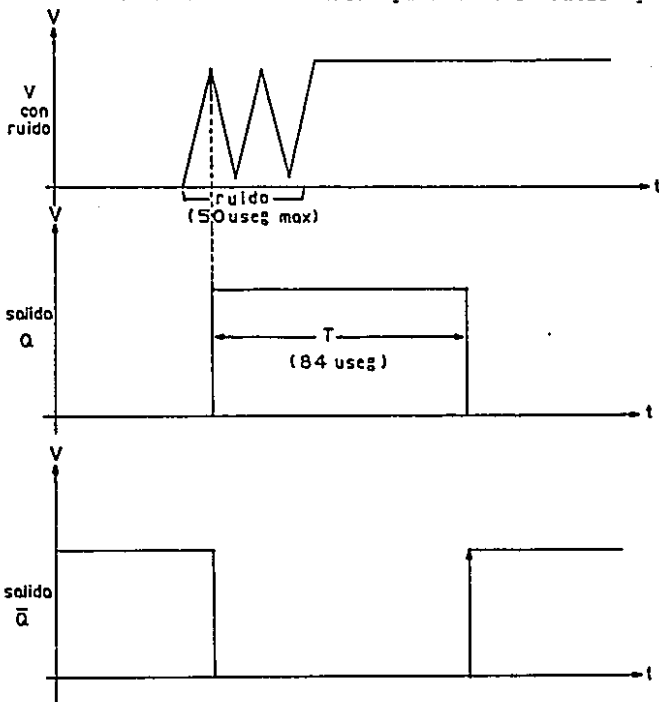


Fig. 27

eliminarlo. Se tomó la salida negada del monoestable puesto que los Flip-Flops utilizados se activan con el flanco de subida.

El circuito que se utilizó para la obtención del pulso del monoestable fue el integrado 74121. Este integrado es como sigue (fig. 23):

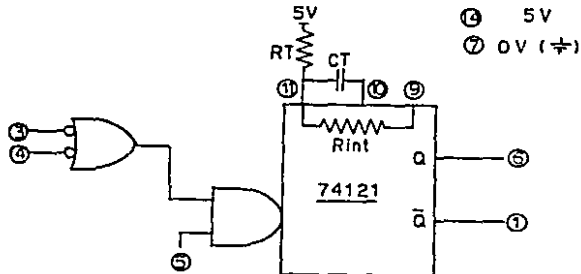


fig. 23

Este circuito tiene salida de Q y \bar{Q} , además de que el periodo del pulso lo establece cada quien de acuerdo a su necesidad, y se calcula con sigue:

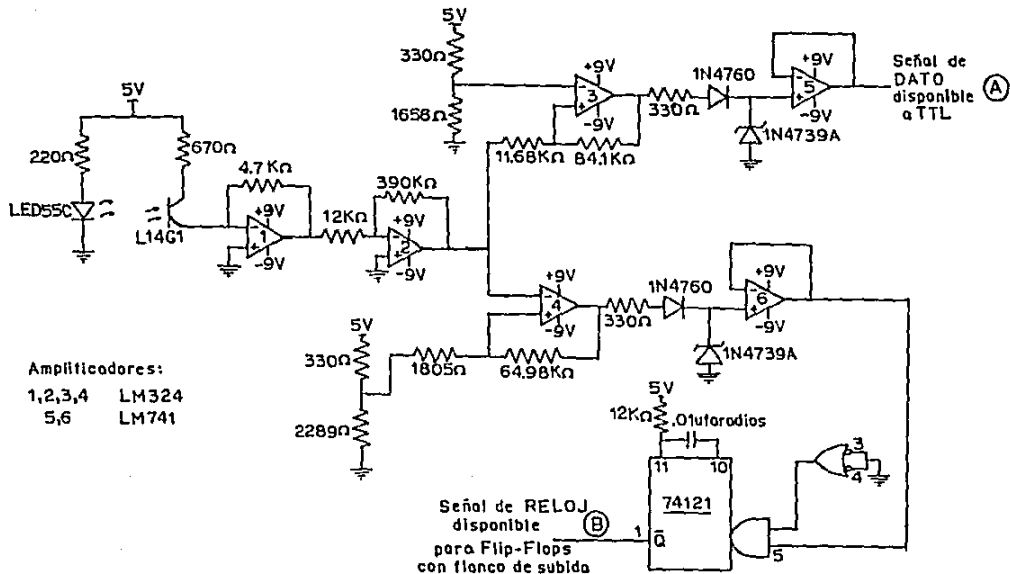
$$T = (0.3)RTCT$$

Como se determinó que el periodo de 84 μ seg., se le conectó una resistencia $RT=10$ KOhms y un capacitor de magnitud $CT=0.01$ ufaradios.

La entrada del 74121, en este caso, se conectó a la salida del seguidor de voltaje del reloj para su disparo y la salida del monoestable (negada, como se mencionó anteriormente), al registro de almacenamiento que se

explicará en el siguiente capítulo.

El circuito completo del convertidor analógico-digital se muestra en la fig. 29.



C A P I T U L O 3

DISEÑO DEL CIRCUITO
CONTROLADOR DEL LECTOR
OPTICO Y TECLADO

CAPITULO 2

DISEÑO DEL CIRCUITO CONTROLADOR DEL LECTOR ÓPTICO Y TECLADO

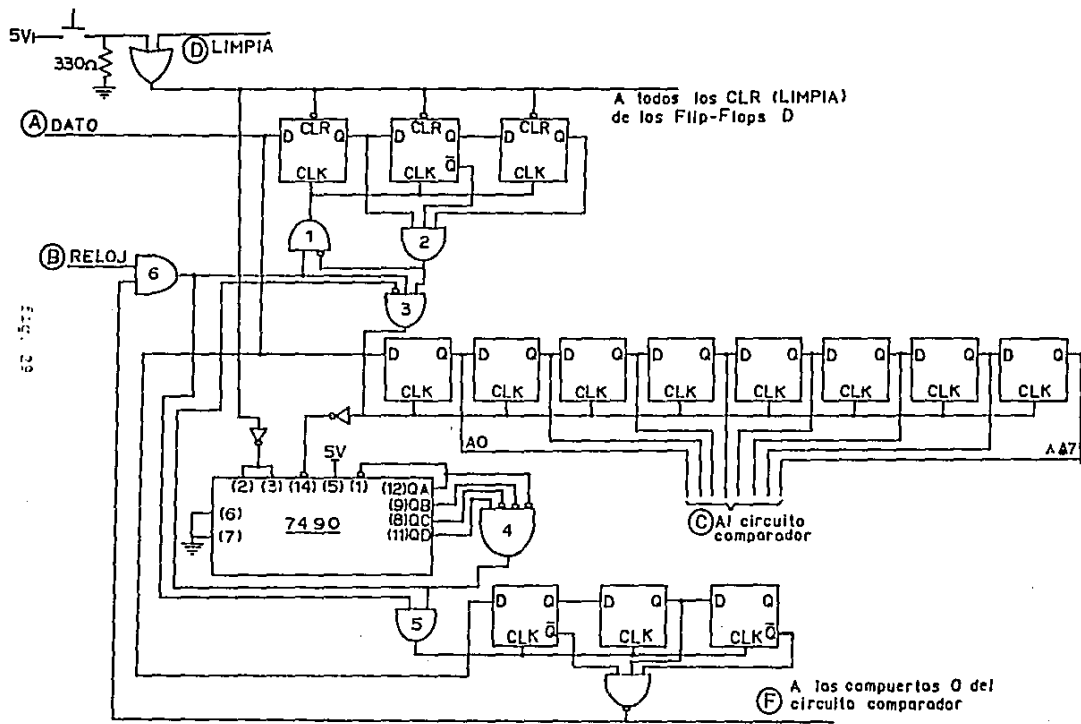
2.1 Diseño del circuito controlador de lector óptico.

En las tarjetas donde se encuentra la información, los datos se repartieron de la siguiente manera: 6 bits de control y 8 de datos. De los 6 bits de control, 3 bits son de comienzo de datos y los otros 3 de fin de datos. Además de comienzo y fin de datos, sirven para que el circuito reconozca que son válidos los datos.

Los bits de comienzo de datos son como siguen: "1", "0" y "1". Aunque al principio en las barras solo se puede observar que hay "0" y "1", al ponerse el lector en la zona blanca de comienzo, e ir bajando el voltaje, como el RELOJ se activa primero, grabará siempre un "1" lógico al principio y después "0" y "1" que son los datos que le siguen de control.

Primeramente, se explicará como funciona el circuito controlador de lector óptico. En sí, el circuito no controla el lector óptico, controla los datos leídos por él. El circuito se muestra en la fig. 28.

Como se podrá observar, la línea de datos es común a los 3 registros de desplazamiento que hay en el circuito. Los datos se encuentran primeramente en el primer registro de desplazamiento, ya que los relojes de estos tres primeros Flip-Flaps, son los datos que se



5V
330n
D LIMPIA

A DATO

A todos los CLR (LIMPIA)
de los Flip-Flops D

B RELOJ

C Al circuito
comparador

F A los puertos O del
circuito comparador

15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

..

encuentran activados por lo siguiente: a la salida de la compuerta Y (2). Se encontrará un "0", puesto que al recibir el lector de barras previamente se tuvo que haber dado un LIMPIA general al sistema, por lo tanto, todos los Flip-Flops se encuentran en estado bajo. Con esto hace que el segundo registro de desplazamiento se encuentre desactivado por no funcionar los relojes de estos Flip-Flops. Además, el tercer registro de desplazamiento también se encuentra desactivado puesto que el circuito integrado 7489 (circuito contador de década decimal codificado a binario) también se encontrará en estado bajo (sus salidas) y, por lo tanto, las compuertas Y (4) y (5) tendrán salidas "0" y los relojes de este registro de desplazamiento se encontrarán desactivados. Al invertir la salida de la compuerta Y (2), la compuerta Y (1) tendrá la señal de RENOS del convertidor analógico-digital, puesto que con el pulso de LIMPIA inicial, en la salida de la compuerta NO-y habrá un "1" lógico. Con esto hará que se active el primer registro de desplazamiento.

Ya que se terminó de leer la clave de entrada ("1", "0", "1"), se activará la compuerta Y (2) y los datos serán almacenados en el segundo registro de desplazamiento. Estos datos serán la información que será comparada con los datos leídos de teclado. Son 8 datos de información (8 bits) como se dijo anteriormente. El reloj del segundo registro de desplazamiento es común con el registro contador en

binario, solo que esta se activa con el pulso de llegada y el registro de desplazamiento con el de subida, por lo que fué necesario conectarle un inversor.

Va que entraran los 3 bits de información, el 7490 tendrá salidas "1", "0", "0", "0" (3 en binario); con esto la compuerta Y (4) se activará, habilitando la compuerta Y (3), y por lo tanto, el tercer registro de desplazamiento. Cuando se habilita la compuerta Y (4), inmediatamente se deshabilita la compuerta Y (3), y por lo tanto, el tercer registro de desplazamiento es desactivado.

Al mismo tiempo que se deshabilita el segundo registro de desplazamiento, se desactiva el circuito contador en binario (7490), y por lo tanto, permanece en su último estado (3 en binario).

Esto es importante, puesto que como se activa la compuerta Y (4), permanecerá activado, al mismo tiempo, el tercer registro de desplazamiento.

Después que se activó este tercer registro de desplazamiento, entrará la clave de fin de datos "0", "1", "0", y con esto, a la salida de la compuerta NC-Y, se encontrará un "1" que hará que desactive la compuerta Y (4), y así, deshabilitar todos los registros de desplazamiento puesto que ya no habrá señal de FELCO a ninguno de ellos y todo el circuito se "amarrará".

Se mencionaba que los registros de desplazamiento 1 y 2 son de control y es por esto: cuando la clave de

entrada no perteneciera a la válida, los datos seguirán almacenándose en el primer registro de desplazamiento y hasta que se encuentre una combinación "1", "0" "1", permitirá la entrada de información al segundo registro de desplazamiento, pero los datos no alcanzaran a llegar completos al tercer registro de desplazamiento que provocará, que a este último, no se le suministren bits y con esto propiciará que la información sea convertida, por decirlo así, en "1" 's para que al compararlos con los datos leídos de teclado no coincidan y no se active la puerta de acceso a la industria, que como se mencionó en el capítulo 1, se simulará con un led.

La explicación anterior, es cuando la clave de entrada no coincide con la válida. Ahora, cuando la clave de salida no sea "0", "1", "0", a la salida de la compuerta NO-Y existirá un "0" lógico que propiciará que los datos se transformen en "1" 's para que no se active la puerta de acceso.

Como se explicó en los párrafos anteriores, al ingresar al cuarto donde se encuentra el lector óptico de barras, antes de pasar el lector por la tarjeta, se tuvo que haber dado un LIMPIA general al sistema, que hará que todos los Flip-Flops del circuito controlador de lector y del circuito controlador de teclado, incluyendo el circuito integrado 7491, se limpien, es decir, contengan "0" 's. Enseguida, el lector será pasado por la tarjeta para leer la información; después

de esto, el empleado pasará a teclear el número confidencial para que el circuito comparador de datos determine si es o no válida la tarjeta.

El tamaño de la tarjeta es de aproximadamente 12 cm. por 6 cm.

Los circuitos de desplazamiento tienen Flip-Flops con RELOJ habilitado con subida y LIMPIA activado con flanco de bajada. Estas características las cumple el circuito integrado 74175 que contiene 4 Flip-Flops con las características mencionadas.

El circuito integrado 7490, en aplicación para este circuito, se conectó de la siguiente manera (fig. 30):

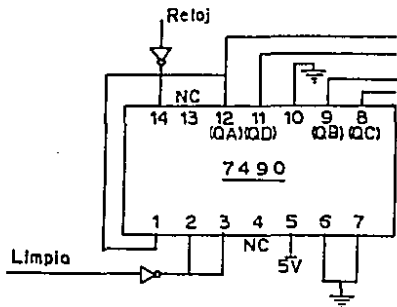


fig. 30

Después que se explicó el circuito controlador de datos de ingreso por lector de barras, ahora se mostrará el circuito controlador de teclado.

2.2 Diseño del circuito controlador de teclado.

Como se dijo anteriormente, se le proporcionará al empleado un número confidencial que corresponda a la tarjeta asignada a ella. Este número estará conformado por dos dígitos, por eso este trabajo de tesis está designado a empresas que tengan un número de empleados en la zona restringida igual o menor a 100.

El circuito controlador de teclado se muestra en la fig. 31.

Su funcionamiento es el siguiente: este circuito proporciona los datos convertidos en código binario para su comparación. Los datos introducidos por teclado serán almacenados al oprimir los interruptores 0 al 9. Estos interruptores pueden ser botones de empuje (push-bottoms). Aquí se eligieron estos últimos normalmente abiertos. En un extremo están todos conectados a tierra, y por el otro, cada uno de ellos conectados a voltaje por medio de resistencias de 100 Ohms. Esto es, para que a la entrada de las compuertas NO-Y, siempre se encuentre un dato fijo y no quede volando la entrada que ocasionaría una salida no determinada.

Para su explicación, pondremos como ejemplo, la introducción de un número confidencial. El número es el 34. Primeramente se oprimirá el número 3 que corresponde al interruptor 3 que ocasionará que a la salida de las compuertas NO-Y (1) y (2), se encuentren "1" 's. Primeramente, como las entradas están todas a voltaje,

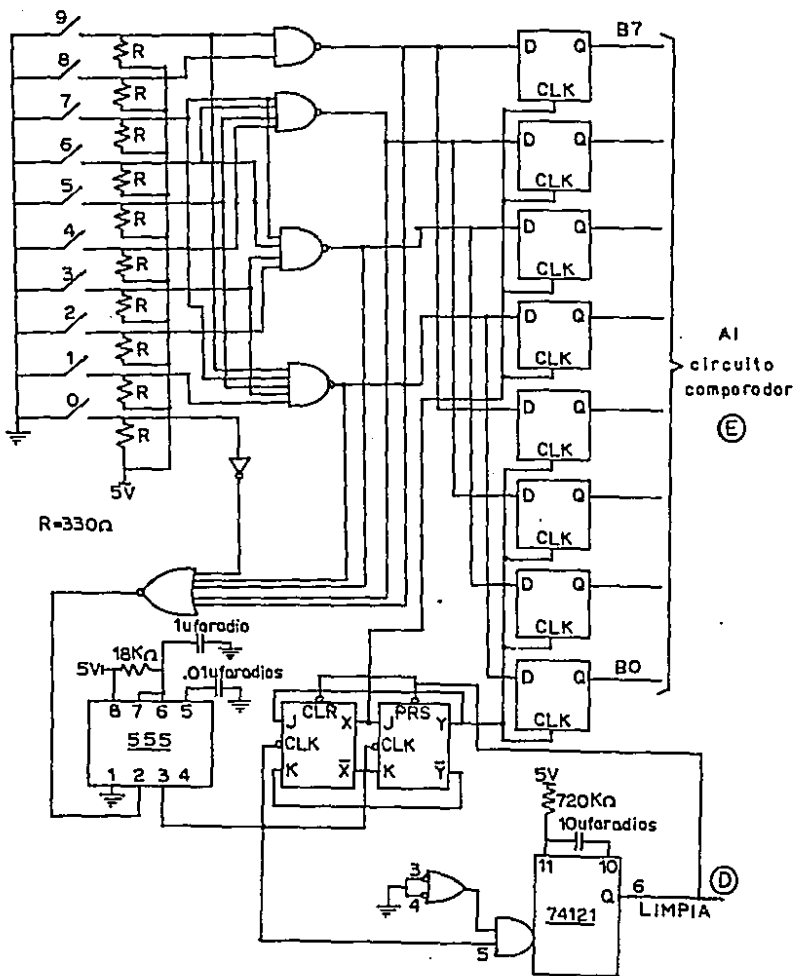


Fig. 31

todas las salidas de las compuertas NO-Y se encuentran en estado bajo, pero como se oprimió el interruptor 2, las compuertas NO-Y (1) y (2) irán a estado alto. Esto provocará que a la salida de la compuerta NO-C, se encuentre un estado bajo que a su vez ocasionará que encienda el circuito 555. Este circuito es un multivibrador monoestable (one-shot). Este circuito tiene la misma finalidad que el 74121 que se explicó con anterioridad en el capítulo 1.

El circuito integrado 555 (fig. 32) utilizado como multivibrador monoestable funciona como sigue: cuando la señal de entrada de disparo va de estado alto a estado

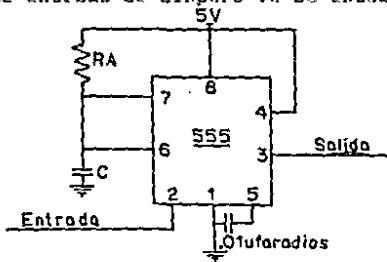


fig. 32

bajo, el circuito se activará y la salida (pata 3), pasará de estado bajo a estado alto por un tiempo determinado previamente (fig. 33). Este tiempo se calcula con la siguiente fórmula:

$$T_{\text{alto}} = (1.2) \times R_A \times C$$

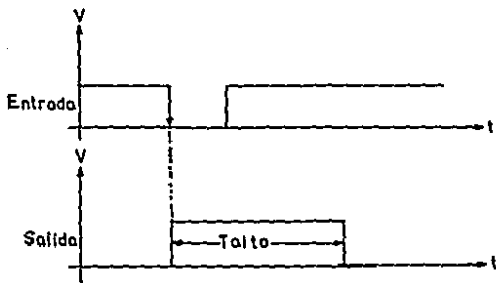


fig. 33

Los valores de las resistencias (RA) y el capacitor (C), se fijaron con los siguientes valores:

$$R_A = 18 \text{ Kohms}$$

$$C = 1 \text{ ufaradios}$$

Con los valores anteriores, el periodo de tiempo del multivibrador monostables fué de:

$$T = 10.2 \text{ mseg}$$

Quando se dió el LIMPIA general al sistema, esta señal se conectó al LIMPIA del primer Flip-Flop JK para que inicialmente la salida X estuviera en estado bajo y esta misma señal de LIMPIA se conectó a la entrada PRESET del segundo Flip-Flop JK para que la salida Y estuviera en alto.

Con esto, las entradas del primer JK serán J=1 y K=0 y al oprimir el primer dígito, la salida de la compuerta

NO-C tendrá un flanco de bajada para que el integrado 555 envíe un pulso al primer JK que son entradas "1". "0", propiciara que su salida Y pase de estado bajo a alto que ocasionará que los primeros 4 Flip-Flops almacenen en binario el primer dígito.

Enseguida, al oprimir el siguiente dígito, las entradas del segundo Flip-Flop JK serán 001, 000 que hará, con la ayuda del segundo pulso de monostable, que active al segundo JK, pasando su salida Y de estado bajo a estado alto, provocando el Almacenamiento del segundo dígito en los otros 4 Flip-Flops.

El monostable se usa para neutralizar rebote del interruptor disparado en la primera transición negativa desde la compuerta NO-C y permaneciendo alta por 19.6 usseg. hasta bien pasado el tiempo de rebote del interruptor. La salida del multivibrador monostable proporciona la señal de reloj para el contador de cuatro, que son los dos Flip-Flops JK conectados entre sí.

Se utilizó el circuito integrado 555 como multivibrador monostable puesto que llena las características requeridas, que son las de activarse por el flanco de bajada de la salida de la compuerta NO-C y permanecer su salida alta por un tiempo determinado. Esto se hizo puesto que los relojes de los Flip-Flops JK se activan con el flanco de bajada.

Nota: que a la salida del monostable 555 se

encuentra conectado otro monoestable (74101). Este se conecta al LIMPIA general del circuito, puesto que cuando envía un pulso el 74101, se decide, se oprime una tecla, el empleado tiene 5 seg., (duración del pulso) para borrar todos los Flip-Flops para oprimir la siguiente tecla. sino, los datos leídos por el lector de barras y por teclado automáticamente se borrarán, para así esperar a otro empleado.

Este pulso de LIMPIA, entra a la compuerta C de la señal de LIMPIA general que borrará automáticamente toda.

Además, el 74101 que funciona como el segundo multivibrador monoestable del circuito controlador de teclado, sirve para en el caso de que los dos dígitos fueron oprimidos en un tiempo menor a 5 seg., y los datos coincidieron (del código leído por teclado y por lector de barras), los registros de almacenamiento, además del 74190 y los dos Flip-Flops JK, se prepararán para la siguiente lectura.

El circuito utilizado para los dos Flip-Flops JK del circuito controlador de teclado, puede ser el 7476 ya que llena las características, que son activación de LIMPIA y PRESET con flanco de bajada, al igual que el 74101, que es lo requerido.

C A P I T U L O 3

DISEÑO DEL CIRCUITO
COMPARADOR DEL CODIGO
LEIDO DE BARRAS CON EL
CODIGO INTRODUCIDO
DE TECLADO

CAPÍTULO 1

DISEÑO DEL CIRCUITO COMPARADOR DEL CÓDIGO LEÍDO DE BARRAS CON EL CÓDIGO INTRODUCIDO DE TECLADO

3.1 Diseño del circuito combinatorial de compuertas O.

Este capítulo es el más corto de todos puesto que el diseño de los circuitos no fué tan largo como los demás.

El circuito comparador de códigos es el que se muestra en la fig. 24.

Como se puede observar en el circuito, las entradas de las compuertas O, es como sigue: una entrada común a todas que viene de la salida de la compuerta NO-Y del circuito controlador de lector de barras, y las otras entradas provienen de los Flip-Flops del segundo registro de desplazamiento del mismo circuito comparador de lector óptico, que son en realidad los datos que serán comparados con el código leído de teclado. Estas compuertas son necesarias para detectar tarjetas no válidas, puesto que, como se explicó anteriormente, si el código de entrada es no válido, los datos entrarán al segundo registro de desplazamiento hasta que se encuentre con alguna combinación "1", "0", "1", pero los datos no alcanzarán a llegar hasta el tercer registro de desplazamiento por lo que a la salida de la compuerta NO-Y habrá un "1" lógico, que es por esto que se decía que convertía al código leído en "1" ya el igual que cuando el código de fin de datos no corresponde al

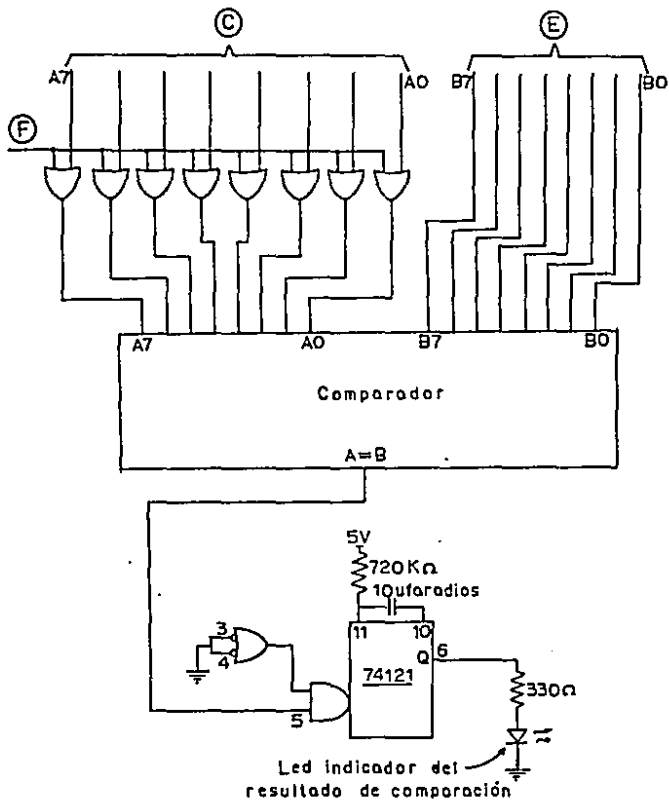


Fig. 34

válido, ocurrirá lo mismo.

Si los bits de control coinciden, a la salida de la compuerta NO-7 habrá un estado bajo, que permitirá pasar los datos leídos para su comparación.

A la salida de las compuertas O, se les conectará el comparador de datos que puede ser de dos formas, dependiendo de los circuitos integrados que se utilicen.

3.2 Diseño del comparador con el circuito integrado 7485.

La primera de estas formas es la siguiente: si se utiliza el comparador de magnitud de 4 bits 7485, el circuito sería como en la fig. 35.

Aquí se utilizan dos integrados 7485, puesto que estos integrados son de 4 bits y la información a comparar es de 8 bits.

La salida de A<B de cada integrado 7485 es la entrada de una compuerta Y, puesto que la información debe de ser igual en los 8 bits.

3.2 Diseño del comparador con el circuito integrado 74889.

La segunda opción sería colocarle el comparador de 3 bits 74889 y el circuito que se formaría es el de la fig. 36.

Nótese que este integrado solo tiene salida $\overline{E=}$, por lo que se le tuvo que conectar a su salida un inversor, puesto que el monostable que le sigue se activa con el

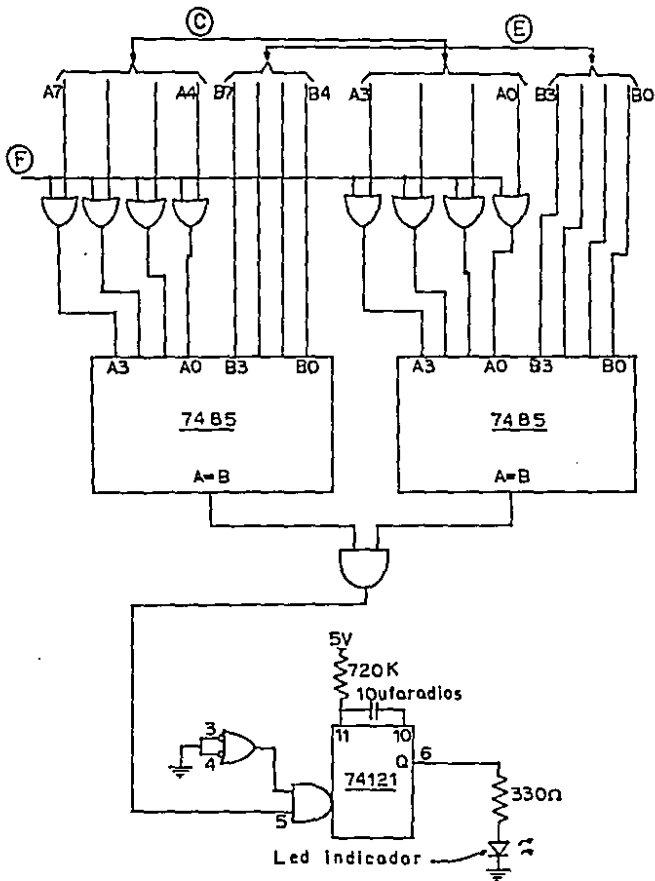


Fig. 25

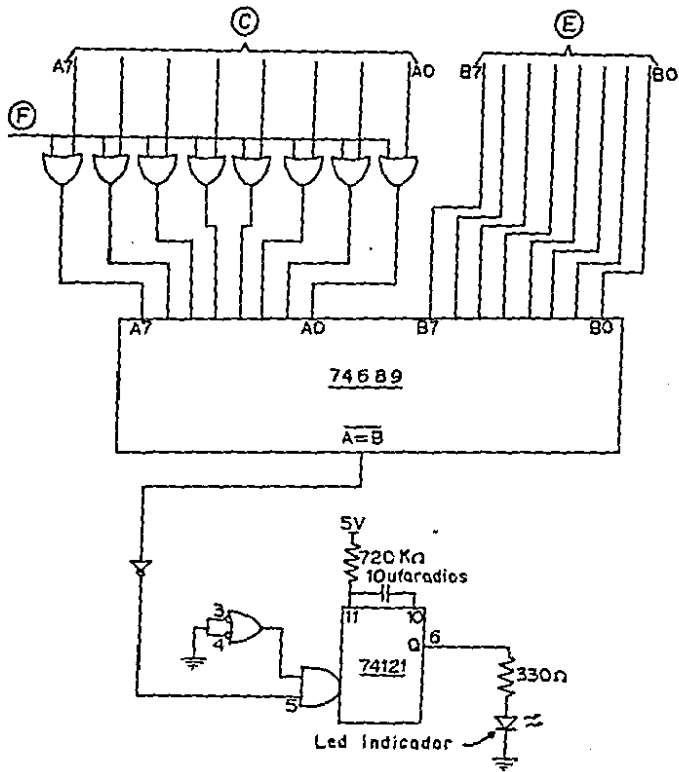


Fig. 36

flanco de subida.

Véase que en cualquiera de las dos formas, a la salida de los circuitos comparadores, se encuentra otro multivibrador monoestable, que su función es la siguiente: cuando se detectó que los datos leídos de teclado coincidieron con los datos leídos por el lector de barras, a la salida de los comparadores habrá un pulso que en su flanco de subida hará que se excite el 74121 (multivibrador monoestable), haciendo que a la salida se encuentre inmediatamente otro pulso que permanecerá en estado alto por espacio de 5 seg. Este es el tiempo en el que el empleado, al coincidir los dos datos, podrá ingresar a la industria o al departamento de seguridad, dependiendo del uso de este trabajo, puesto que la puerta se activará durante 5 seg.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado este trabajo de tesis, pienso que la electrónica al servicio de la comunidad puede ser de mucha utilidad, siempre y cuando esta herramienta, que nos proporciona grandes y diferentes facilidades, la usemos con conciencia.

Este trabajo en particular, se podría mencionar que no está destinado solamente al área de seguridad, sino que por el contrario, su uso con ingenio, tiene diferentes aplicaciones, que por mencionar alguna de ellas, sería la de control de bienes inmuebles en oficinas, que al momento en que la empresa realiza el inventario de sus bienes, el lector óptico podría leer información previamente almacenada en las barras que se encontrarían en cada uno de los bienes, etc.

Otra cosa que debe ser mencionada, es que el manejo de la electrónica digital facilita enormemente el diseño de circuitos útiles para cada empresa de acuerdo a sus necesidades a cubrir. Desde el álgebra Booleana hasta los más avanzados microprocesadores, pasando por diferentes circuitos secuenciales y combinacionales es un gran apoyo de la electrónica moderna para los ingenieros.

Se podría mencionar, que cualquier empresa tiene necesidades de aparatos electrónicos (principalmente

computadoras) o en el caso de la industria, circuitos particulares, por lo que cualquier empresa o industria que no esté actualizada con la tecnología moderna, se puede decir que se encuentra atrazada con la actualidad, pero siempre utilizando la electrónica, como se mencionó anteriormente, para el bien de la comunidad.

BIBLIOGRAFIA

- Morris, M. M. Lógica Digital y Diseño de computadores.
Bogotá, Colombia: Prentice/Hall Internacional, 1984.
- Tocci, R. J. Sistemas Digitales Principios y Aplicaciones. México, D. F.: Prentice Hall, 1986.
- Coughlin R. F. y Driscoll F. F. Circuitos Integrados Lineales y Amplificadores Operacionales. México, D. F.: Prentice Hall, 1987.
- Boylestad R. y Nashelsky L. Electrónica Teoría de Circuitos. México, D. F.: Prentice Hall, 1986.