

870116

3<sup>2</sup>  
Ejempl.

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE INGENIERIA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DISEÑO DE UN PROBADOR  
DE CIRCUITOS INTEGRADOS TTL

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN COMPUTACION

PRESENTA:

**HILDA GARCIA GARZON LEGORRETA**

GUADALAJARA, JALISCO, 1989.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
ANTECEDENTES .....	4
CAPITULO I.- PROCESO DE DISEÑO .....	7
CAPITULO II.- DESCRIPCION DEL CIRCUITO Y DIAGRAMAS .....	23
CAPITULO III.- VENTAJAS, ALTERNATIVAS Y MODIFICACIONES .....	31
CONCLUSIONES .....	40
APENDICE .....	43

## INTRODUCCION

## INTRODUCCION

Cuando se diseña algo, generalmente se hace con la intención de resolver un problema y para ello casi siempre existen varias alternativas.

En el caso particular de esta tesis, se pretende proporcionar al usuario de material electrónico toda la información necesaria para que construya su propio probador de circuitos integrados de acuerdo a sus necesidades y darles así una herramienta más que facilite su trabajo.

A lo largo de la carrera se presentó frecuentemente un problema: no saber cuándo un circuito integrado funciona correctamente o no. Aparentemente, no resulta un problema muy difícil de resolver; pero si se toma en cuenta todo el tiempo que se pierde en tratar de averiguar si es el diagrama lógico el que está mal o es el circuito integrado el que no sirve en un sistema que está fallando, entonces el probador resulta bastante útil. Además, si se considera que hay sistemas bastante complejos y con un gran número de circuitos integrados, la tarea de encontrar cuál es el que está fallando resultaría casi imposible.

Así pues, con el diseño de este probador se pretende reducir considerablemente el tiempo y costo que se invierten en la prueba de los sistemas digitales detectando inmediatamente si un circuito integrado está fallando y con esto se facilitaría el trabajo de

las próximas generaciones de la carrera.

El diseño principal y el que se presenta en el tercer capítulo como una de las alternativas posibles están basados en algunos de los principios de operación de un probador de circuitos integrados que presenta la revista "Radio-Electronics" de septiembre de 1988 que se menciona en la bibliografía. Además se le han hecho algunas adaptaciones a material fácil de conseguir en México.

La tesis está dividida en tres capítulos; el primero explica los pasos que se siguieron para el proceso de diseño, el porqué de cada parte del probador y contiene los diagramas del circuito por partes. El segundo capítulo contiene los diagramas completos del probador y la explicación del funcionamiento del circuito. El tercero presenta las ventajas del probador diseñado así como las desventajas y algunas alternativas y modificaciones posibles del mismo de acuerdo a las necesidades básicas del usuario.

Al tratar el tema del diseño de este probador se presupone que el lector o el usuario ya están familiarizados con el funcionamiento de las partes que lo forman por lo cual no se detallan explicaciones sobre la forma en que opera particularmente el material utilizado.

De cualquier manera se incluye un apéndice en que aparecen las configuraciones de los circuitos integrados utilizados para proporcionar la información completa sobre el diseño del circuito.

## ANTECEDENTES

## ANTECEDENTES

Ya se vio en la introducción que la idea de diseñar un probador de circuitos integrados surge durante la carrera ante la necesidad constante de saber cuándo sirven o no.

Es obvio que ya existen probadores de circuitos integrados incluso a nivel comercial, pero la intención de la tesis es presentar un diseño que sea tal vez hasta más sencillo, práctico y mejor que los ya existentes además de que se presentan opciones para que el usuario construya el probador que más convenga a sus necesidades.

El punto más importante es que se presenta un diseño fácil de construir y con material accesible a cualquier persona además de tener un bajo costo y ser muy útil.

Para decidir cómo se iba a diseñar el probador se tuvieron algunas alternativas que se explican mejor en el tercer capítulo; como son, hacer las pruebas programando una microcomputadora, hacer un probador portátil que probara circuitos integrados en operación, limitar el probador a circuitos integrados TTL o de un determinado número de terminales.

Al analizar todas estas alternativas, se llegó finalmente a diseñar un probador portátil, pequeño, sencillo, en base a compuertas y que funcionara con el circuito integrado de prueba en operación y sin necesidad de moverlo o desoldarlo.

Las razones para haber desechado las otras alternativas y haber escogido ésta se explican más detalladamente en el tercer capítulo.

El probador se limitó a circuitos integrados TTL porque son los más utilizados en la carrera de Ingeniero en Computación y hay tipos de integrados que son de uso más delicado, pero se puede ampliar a mayores usos con pequeñas modificaciones.

Al presentar dos diagramas distintos del probador y las opciones que el usuario puede tener se ofrece un panorama más amplio que permitirá escoger el diseño que más se adapte a las necesidades particulares del usuario ya que el diseño que puede ser el óptimo para uno podría no satisfacer completamente a otro.

## I.- PROCESO DE DISEÑO

## I.- PROCESO DE DISEÑO

Antes de empezar a diseñar el probador se necesitan establecer las características y requisitos que se desea que cumpla el mismo.

Las características más importantes que debe tener el probador son:

- Que la prueba del circuito integrado se haga teniéndolo en operación y sin necesidad de moverlo o desoldarlo.

- Que el probador no tenga fuente propia ya que esto aumentaría su tamaño considerablemente.

- Que sea sencillo, pequeño y portátil; esto es, que sea fácil de construir, manejar y transportar.

- Que pruebe todos los circuitos integrados TTL.

- Que tenga un bajo costo para hacerlo accesible a cualquier usuario.

- Que tenga una señal visual que indique si el circuito integrado sirve o no.

Una vez implantadas las condiciones que debe cumplir el probador, se analiza cómo se va a lograr satisfacerlas.

Tomando como base los circuitos integrados TTL que aparecen en el manual de ECG Semiconductors el diseño abarca la prueba de los TTL de 14, 16, 18, 20 y 24 terminales, pero el principio usado es el mismo para cualquier número de terminales, tal que con éste se pueden probar todos los circuitos integrados TTL.

Para que se puedan probar todos los circuitos integrados TTL estando en operación, se requiere de un diagrama más general cuyo funcionamiento no dependa de cuál se está probando.

Para lograr esto se hace la prueba del circuito integrado supuestamente dañado comparándolo con otro circuito integrado igual pero bueno sometiendo a los dos a las mismas pruebas de operación. Así, se toman las señales que recibe el circuito de prueba y se llevan al circuito bueno para poder comparar las salidas de ambos ante las mismas entradas.

De esta manera se consigue probar el circuito sin moverlo ni desoldarlo y además se toma la alimentación del sistema para llevarla al probador sin necesidad de que éste tenga fuente propia, disminuyendo así su tamaño y haciéndolo portátil.

Se tomó como diseño principal uno en base a compuertas y con un LED (diodo emisor de luz) como indicador visual de la falla por ser el más sencillo y económico, pero en el tercer capítulo se presentan algunas modificaciones al diseño que también proporcionan circuitos sencillos y baratos.

Para hacer las pruebas comparando un circuito con otro se pueden usar compuertas XOR cuya tabla de verdad es:

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



De la tabla anterior se puede ver que cuando las señales de ambos circuitos integrados que entran a la XOR son iguales, la salida de la compuerta es cero; si en cambio, las señales son diferentes, la salida de la compuerta es uno. Esto es, la salida de la compuerta XOR depende de que las dos entradas sean iguales o sean diferentes.

El circuito integrado que se va a probar se llamará CI de prueba y el circuito integrado bueno se llamará CI de referencia.

Como el CI de prueba está en operación ya tiene sus propias señales de entrada y salida las cuales se pueden tomar con una pinza (clip) de 24 terminales que prensa al integrado y llegan por medio de cables a una base para integrados fija al probador. A su vez, el CI de referencia no tiene ninguna señal por lo cual se coloca en otra base para integrados fija también al probador a la cual llegan las señales del CI de prueba.

En la figura 1.1 se muestran los nombres de las señales que entran y salen de ambas bases para integrados.

BASE PARA  
EL CI DE  
REFERENCIA

BASE PARA  
EL CI DE  
PRUEBA

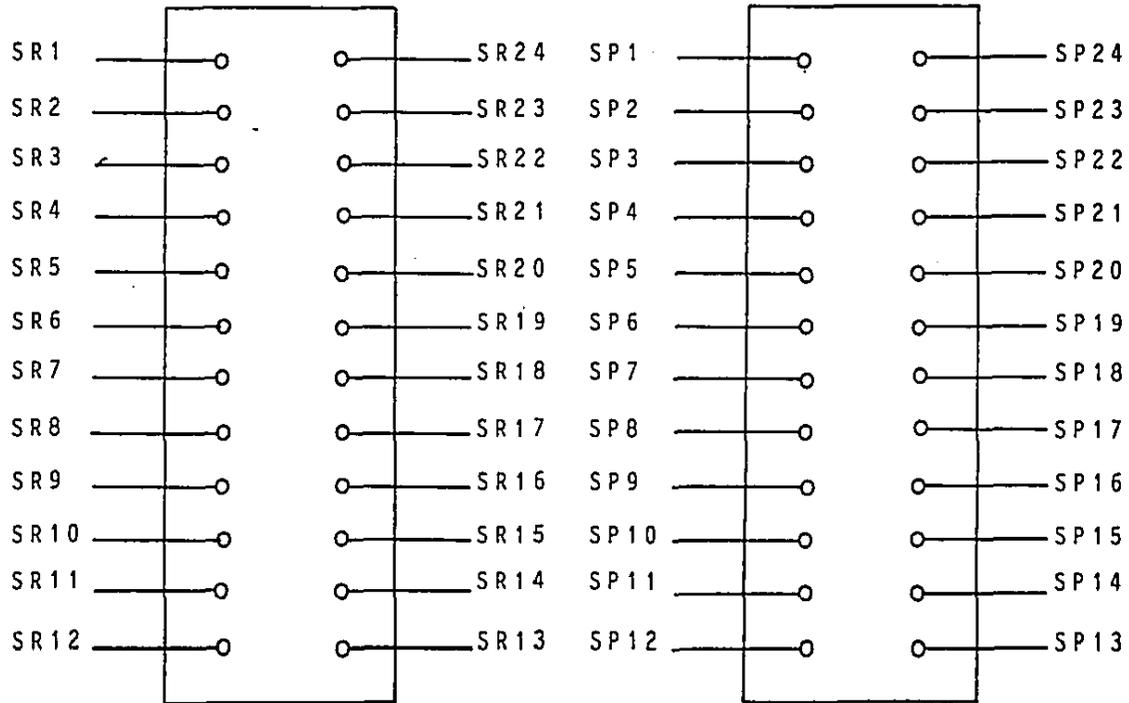


FIGURA 1.1

Las señales del CI de prueba llegan al CI de referencia a través de una resistencia de 330 ohms en paralelo con la compuerta XOR. Al mismo tiempo llegan las señales de ambos integrados a las entradas de la compuerta para ser comparadas. Esto se muestra en la figura 1.2.

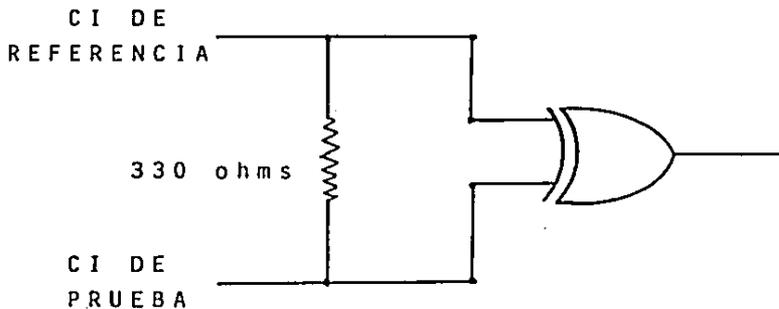


FIGURA 1.2

Como se puede ver en la figura anterior, cuando la señal del CI de prueba sea una entrada al integrado, ésta pasará a través de la resistencia para entrar al CI de referencia a la vez que llega a las dos entradas de la compuerta XOR. Si en cambio, la señal del CI de prueba es una salida del integrado, ésta entrará a la compuerta XOR a la vez que el CI de referencia proporciona su salida para que llegue a la otra entrada de la compuerta y se comparen ambas salidas; aquí la resistencia no sirve para nada.

Aquí se tiene que tomar en cuenta otro punto: cuando una terminal del CI sea voltaje o tierra necesita que la señal del CI de prueba pase al CI de referencia directamente y no a través de la resistencia en las entradas de la compuerta XOR. Para esto se colocan interruptores abiertos en paralelo con las resistencias para las terminales que puedan ser de voltaje o tierra según el número de terminales del integrado. Si una terminal es entrada o salida del integrado la señal del CI de prueba pasará a través de la resistencia para llegar al CI de referencia y si es una terminal para voltaje o tierra entonces se cierra el interruptor y se provee así un camino libre para la alimentación del CI de referencia.

De acuerdo con el número de terminales y la configuración de los circuitos integrados TTL abarcados se obtienen 10 tipos diferentes según en qué terminales estén el voltaje y la tierra. Los tipos de CI encontrados son los siguientes:

# TERMINALES	# TERMINAL :	Vcc	GND
24		24	12
20		20	10
18		18	9
16		5	12
		5	13
		16	8
14		4	10
		4	11
		5	10
		14	7

Tomando en cuenta que se pueden probar circuitos integrados de 14, 16, 18, 20 y 24 terminales y que la pinza para tomar las señales del CI de prueba es de 24 terminales se tratará de colocar dicha pinza de la manera más conveniente para tener el menor número posible de interruptores. La mejor manera encontrada es colocando la primera terminal de la pinza a la primera terminal del integrado ya que así sólo se necesitan 10 interruptores para voltajes y tierras. Cabe agregar que estos 10 interruptores no son por los 10 tipos de integrados, sino por el acomodo de la pinza al presionar el integrado.

Como ya se dijo, la pinza se conecta por medio de cables a una base para integrados fija al probador; por lo tanto se van a colocar los interruptores de acuerdo con una configuración fija que se le dará a las bases recordando que siempre se tiene que presionar el CI de prueba poniendo la primera terminal de la pinza a la primera terminal del integrado para que así esta señal llegue a la primera terminal de la base; así como colocar también el CI de referencia con su primera terminal en la primera terminal de la base.

En la figura 1.3 se muestra un diagrama con las terminales que pueden ser voltaje o tierra según el número de terminales del circuito integrado y qué interruptor les corresponde. Aquí se puede apreciar cómo están configuradas las bases según el número de terminales del CI de prueba.

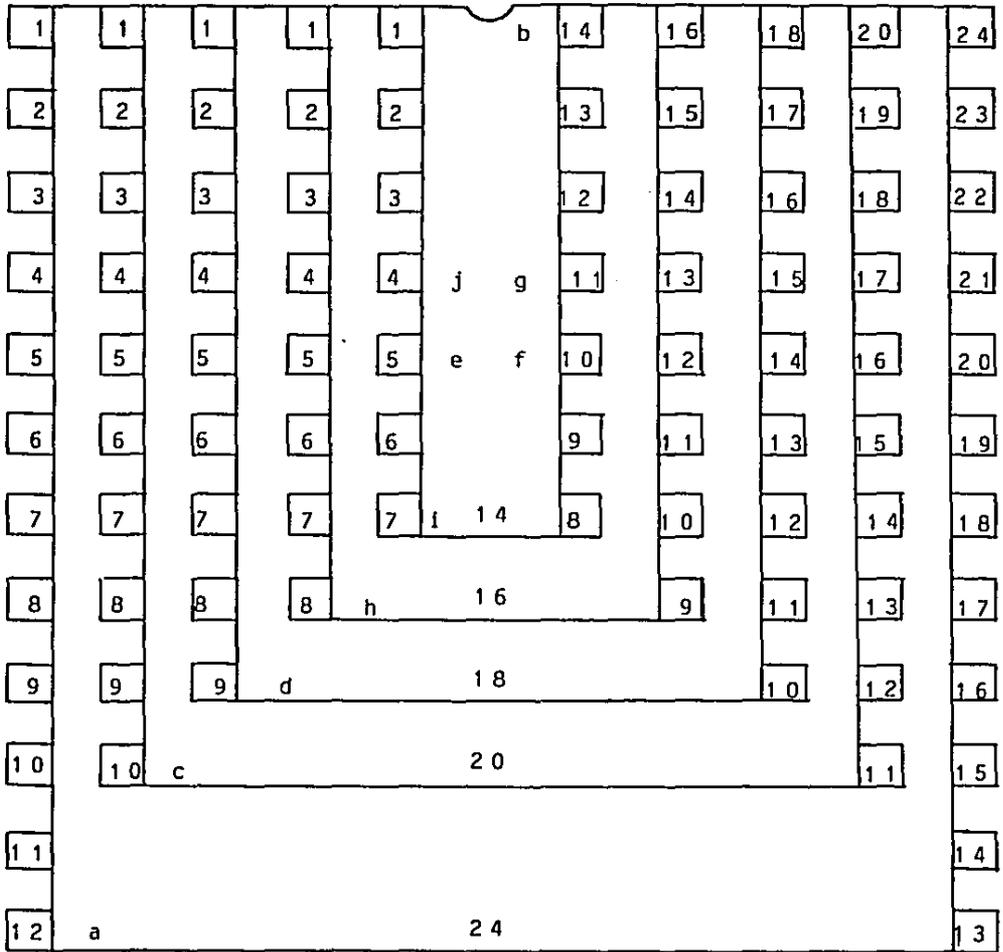


FIGURA 1.3

Del diagrama anterior se obtiene una tabla que indica qué interruptores hay que cerrar para cada tipo de circuito integrado (tabla #1).

# TERMINALES	VOLTAJE		TIERRA	
	# TER- MINAL	INTERRUP- TOR	# TER- MINAL	INTERRUP- TOR
24	24	b	12	a
20	20	b	10	c
18	18	b	9	d
16	16	b	8	h
16	5	e	12	f
16	5	e	13	g
14	14	b	7	i
14	5	e	10	f
14	4	j	10	f
14	4	j	11	g

TABLA # 1

Así, para las compuertas XOR que lo necesiten, el interruptor se coloca como se muestra en la figura 1.4.

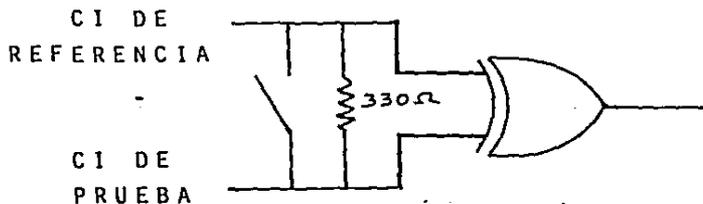


FIGURA 1.4

Hay otros dos casos que se tienen que tomar en cuenta para que el probador funcione correctamente. Cuando se prueben circuitos integrados con menos de 24 terminales, las entradas de algunas compuertas XOR van a quedar al aire ya que no habrá señales para ellas lo cual puede producir errores en la prueba. Tomando como referencia la configuración de las bases de 24 terminales del probador lo anterior se puede presentar en las compuertas correspondientes a las terminales numeradas del 8 al 17.

El otro caso se presenta cuando se prueban circuitos integrados con salidas de tercer estado. Si la salida es cero o uno no hay problema, pero si la salida es el tercer estado no llegará nada a las entradas de la compuerta XOR correspondiente a dicha terminal con lo cual se pueden producir errores. Como la posición de dichas salidas depende del circuito integrado en particular, se puede resolver el problema para todas las terminales de las bases.

Los dos casos se pueden resolver de la misma manera: colocando una resistencia de una de las entradas de la compuerta XOR a tierra como se muestra en la figura 1.5.

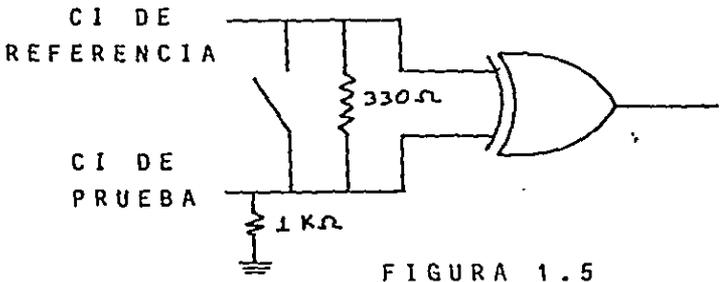


FIGURA 1.5

El valor de la resistencia debe ser alto para que no afecte mucho la corriente de entrada a las compuertas ni la que pasa del CI de prueba al CI de referencia. Si se supone el voltaje de entrada de 5 volts y la resistencia de 1 Kohm la corriente que consume esta última es de:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{5 \text{ volts}}{1 \text{ Kohm}}$$

$$I = 5 \text{ mA. (5 miliamperes)}$$

Si el voltaje es menor, la corriente que pase por esa resistencia será también menor. Estas corrientes tan pequeñas no van a afectar el funcionamiento normal de las compuertas XOR cuando haya ceros o unos en sus entradas por lo cual se colocan resistencias de 1 Kohm, aunque podrían colocarse de valores mayores.

En cambio, cuando no haya señal en las entradas de la compuerta, o cuando se esté enviando la señal de tierra (GND) del CI de prueba al CI de referencia, o cuando haya entradas de tercer estado, no habrá corriente y la resistencia forzará a que haya ceros en dichas entradas evitando errores en la prueba.

Se coloca una resistencia para cada una de las 24 compuertas XOR.

Hasta ahora, el proceso de diseño se ha explicado para una terminal porque el procedimiento es el mismo para las 24 terminales pero en el segundo capítulo se muestran los diagramas completos del circuito y la explicación de su funcionamiento general.

Tomando en cuenta las 24 terminales que como máximo puede probar el circuito se podrían tener 24 diodos emisores de luz para ver en qué terminal se encuentra el error, pero por lo general no interesa saber qué terminal es la que está fallando sino simplemente saber que el CI no sirve y desecharlo. Por lo tanto basta con que una terminal no funcione correctamente para que se catalogue el CI como dañado; esto en función del circuito significa que con que una salida de las compuertas XOR sea uno se desea que el LED indique el error. Para esto se van metiendo cada dos salidas de las XOR en una compuerta OR y a su vez estas nuevas salidas se meten en otras OR y así sucesivamente hasta tener sólo una señal de salida. En la figura 1.6 se puede ver lo anterior para 4 compuertas XOR.

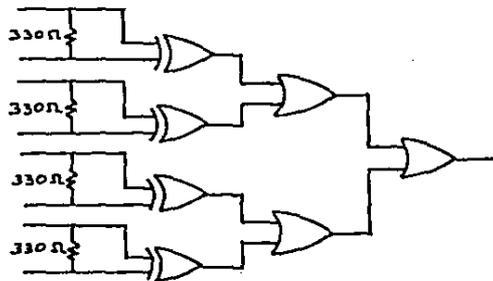


FIGURA 1.6

Con la explicación anterior se ve que con que una salida de las XOR sea uno, la última salida de las compuertas OR será también uno, pero para poder detectar la señal que indique que hay error, dada la velocidad a la que usualmente funcionan los circuitos integrados, se necesita mantener la salida de la compuerta un tiempo razonable para poder ver si el LED prende o no.

Lo anterior se consigue metiendo la última salida de las OR en otra compuerta OR y retroalimentando la salida de esta última para que sea la otra entrada de la OR como se muestra en la figura 1.7.

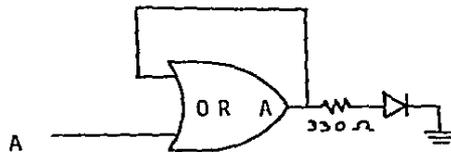


FIGURA 1.7

Como se puede ver la salida de la compuerta OR retroalimentada (OR A) va al LED pasando a través de la resistencia de 330 ohms para prenderlo cuando haya error en el CI de prueba. Si la última salida de las OR antes de llegar a la OR retroalimentada (señal A) es un cero, también de esta última

(OR A) saldrá un cero que se retroalimenta y mantiene la salida final baja hasta que haya un uno en la otra entrada de la OR A; el LED no prende indicando así que no hay error en el circuito integrado. En cambio, si la señal A es un uno, la salida final será también un uno que se retroalimenta y la hace mantenerse alta aunque la otra entrada de la OR A ya sea cero. Con esto, desde el momento en que haya un error en el CI de prueba, la salida final será alta y mantendrá prendido al LED señalando así que el circuito integrado no sirve. La OR A se está utilizando como una pequeña memoria a la vez que se aprovecha la compuerta que quedaba libre en los integrados 7432 ya que se usan 23 para la etapa anterior y se tienen 24 compuertas OR por los 6 CI. De todas formas en el capítulo III se da un diagrama con flip-flops como memorias.

En el momento de colocar el probador en el CI de prueba, el CI de referencia recibirá sus señales y el probador se alimentará del otro sistema; en el momento de hacer dichas conexiones se va a producir ruido en el probador que a su vez puede producir ruido en las salidas de las compuertas, corriéndose el riesgo de que quede un uno grabado en la OR A.

Para evitar que pueda grabarse un uno en la OR A a causa del ruido se coloca un interruptor de tres terminales en la entrada de retroalimentación como se muestra en la figura 1.8.

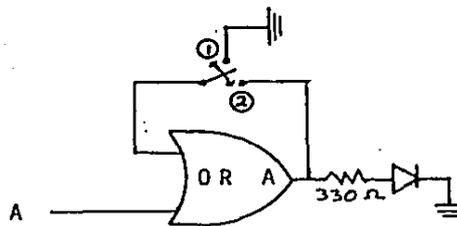


FIGURA 1.8

Antes de empezar la prueba el interruptor debe estar en la posición # 1 para que durante el tiempo en que se está produciendo ruido en el probador la OR A no se retroalimente y por lo tanto no grabe nada, a la vez que entran ceros a ella para que su salida sólo dependa de la otra entrada.

Cuando ya estén listas la alimentación y las conexiones necesarias del probador con el CI de prueba se cambia el interruptor a la posición # 2 con lo que la OR A se retroalimenta y puede funcionar como una especie de memoria para comenzar la prueba.

La alimentación del probador se toma del sistema al que pertenece el CI de prueba.

## II.- DESCRIPCION DEL CIRCUITO Y DIAGRAMAS

## II.- DESCRIPCION DEL CIRCUITO Y DIAGRAMAS

Este capítulo es muy corto porque el funcionamiento del probador es sumamente sencillo y resulta aún más fácil de entender ahora que ya se sabe el porqué de cada una de sus partes. Aquí se explica el funcionamiento general del mismo y además se muestran los diagramas completos.

A continuación se lista el material más importante utilizado:

- 6 CI 7486 (4 compuertas XOR c/u)
- 6 CI 7432 (4 compuertas OR c/u)
- 1 LED rojo
- 25 resistencias de 330 ohms
- 24 resistencias de 1 Kohm
- 10 interruptores de 2 terminales
- 1 interruptor de 3 terminales
- 1 pinza de 24 terminales para sujetar circuitos integrados
- 2 bases de 24 terminales para circuitos integrados.
- Cables

En el apéndice aparecen las configuraciones de los circuitos integrados utilizados.

Enseguida se explicará cómo operar el probador y su funcionamiento. En primer lugar se coloca un circuito integrado bueno en la base correspondiente y ése será el CI de referencia. Se cierran los interruptores correspondientes al integrado de acuerdo con la tabla # 2 la cual se podría llevar siem -

pre con el probador y si éste se construye \_  
 incluso poniéndole su cubierta como se haría \_  
 a nivel comercial, se puede pegar la tabla \_  
 en la parte trasera haciéndolo todavía más \_  
 práctico.

# TERMINALES DEL CI	INTERRUPTORES A CERRAR
24	a y b
20	b y c
18	b y d
16 (Vcc-16, GND-8)	b y h
16 (Vcc-5, GND-12)	e y f
16 (Vcc-5, GND-13)	e y g
14 (Vcc-14, GND-7)	i y b
14 (Vcc-5, GND-10)	e y f
14 (Vcc-4, GND-10)	f y j
14 (Vcc-4, GND-11)	g y j

TABLA # 2

El interruptor de tres terminales se \_  
 coloca en la posición # 1 para que la OR A \_  
 no se retroalimente aún, no grabe nada y en-  
 tren ceros a ella para que su salida dependa  
 sólo de la otra entrada.

La pinza para sujetar circuitos inte -  
 grados se suelda a los cables y éstos a su \_  
 vez a la base correspondiente y así sólo hay  
 que prensar con ella el circuito supuestamen  
 te dañado y ése será el CI de prueba, se co-

necta la alimentación del sistema al probador y si se produce ruido en él al hacer estas conexiones no se afecta la prueba porque no se ha grabado la señal de salida.

Después se cambia el interruptor de tres terminales a la posición # 2 para que la OR A se retroalimente y pueda grabar las señales de salida.

Para todas las terminales el funcionamiento es el mismo así que se explicará sólo para una.

Si una terminal determinada es entrada al CI, la misma señal pasará a la entrada de la compuerta XOR que le corresponde y a través de la resistencia de entrada pasará a la otra entrada de la XOR y a la vez irá hasta la terminal correspondiente del CI de referencia, sometiéndolo así a las mismas pruebas de operación que el otro CI.

Si en cambio, la terminal es una salida, tanto el CI de prueba como el de referencia darán sus propias salidas que llegarán a las entradas de la XOR correspondiente y en este caso la resistencia de entrada no sirve para nada.

Los interruptores para las terminales de voltaje y tierra según el número de terminales del circuito integrado funcionan así: al cerrarlos, la señal irá por el camino más fácil que es el del interruptor cerrado y no por la resistencia, dando así una entrada libre al voltaje y la tierra para cualquier CI.

Cuando las entradas de las compuertas XOR tengan ceros o unos la corriente que pasa por la resistencia de 1 Kohm es mínima de manera que el probador sigue funcionando como se ha explicado hasta ahora. En cambio, si son compuertas XOR para las cuales no hay señal proveniente de los CI de prueba y de referencia, o se está enviando la señal de tierra (GND) del CI de prueba al CI de referencia, o reciben como entrada el tercer estado, no habrá corriente en dichas entradas y la resistencia conectada a tierra forzará a que exista un cero lógico en ellas evitando así posibles errores en la prueba.

Las 24 salidas de las compuertas XOR se hacen entrar de dos en dos a 12 compuertas OR y obtener sólo 12 señales que van a entrar también de dos en dos a otras 6 compuertas OR. Estas 6 salidas se meten a su vez de dos en dos a 3 compuertas OR de cuyas salidas entran dos a otra OR y esta última salida se hace entrar con la que quedó libre de las 3 compuertas a una última compuerta OR de selección de manera que para esta etapa se necesitan 23 compuertas OR. Así, en cuanto haya un uno en alguna de las salidas de las compuertas XOR, éste se irá pasando a través de las demás compuertas y al final la salida de la compuerta OR # 23 será alta. Si en cambio, todas las salidas de las compuertas XOR son ceros, la salida de la compuerta OR # 23 será baja.

Los circuitos integrados 7432 utilizados tienen 4 compuertas OR cada uno y como

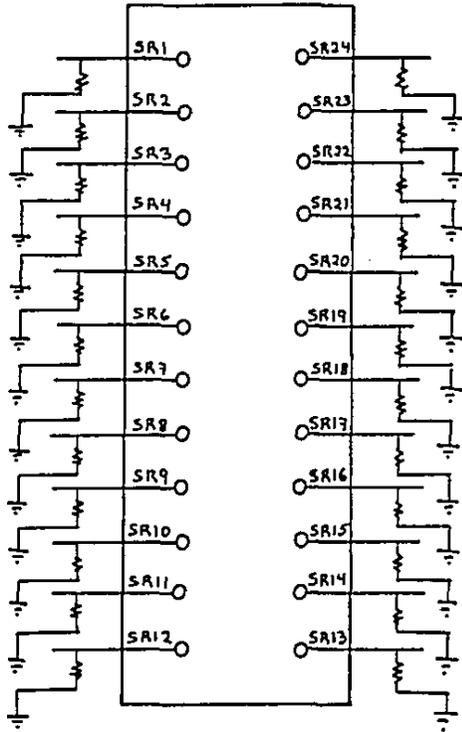
se usan 6 CI se dispone de 24 compuertas OR de las cuales se han usado sólo 23. Como ahora se necesita buscar la manera de mantener la salida final un tiempo cuando ésta ha sido alta para poder detectar el LED encendido, se aprovecha la compuerta OR restante para no buscar otra pequeña memoria.

Al colocar el interruptor de tres terminales en la posición # 1 no hay retroalimentación impidiendo así que se grave una señal producida por el ruido además de que se va a tener un cero en la entrada de retroalimentación de la compuerta OR # 24 para que al colocar el interruptor en la posición # 2 y haya retroalimentación se asegure que la otra entrada de dicha compuerta pase sin modificarse y se grave ya que es la señal que indica si hay o no error. Si no hay error y dicha entrada es un cero, la salida será cero y el LED no va a prender; este cero se seguirá retroalimentando hasta que la otra entrada sea un uno en caso de que el CI de prueba esté dañado, entonces la salida final será también un uno que prenderá el LED y se va a retroalimentar provocando así que independientemente de la otra entrada se quede grabado el error que hubo y siga saliendo un uno que mantenga al LED prendido hasta que se vuelva a colocar el interruptor de tres terminales en la posición # 1 o se quite el probador del circuito.

En las figuras 2.1 y 2.2 se muestra el diagrama electrónico del probador.

NOTA : Todas las resistencias son de 1 Kohm.

BASE PARA  
EL CI DE  
REFERENCIA



BASE PARA  
EL CI DE  
PRUEBA

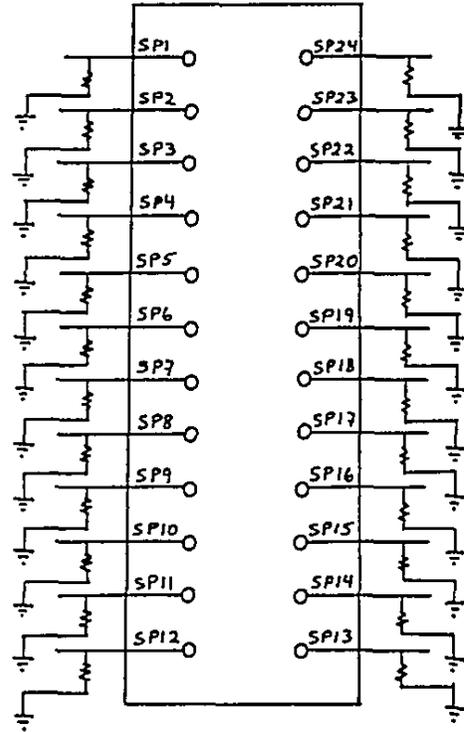
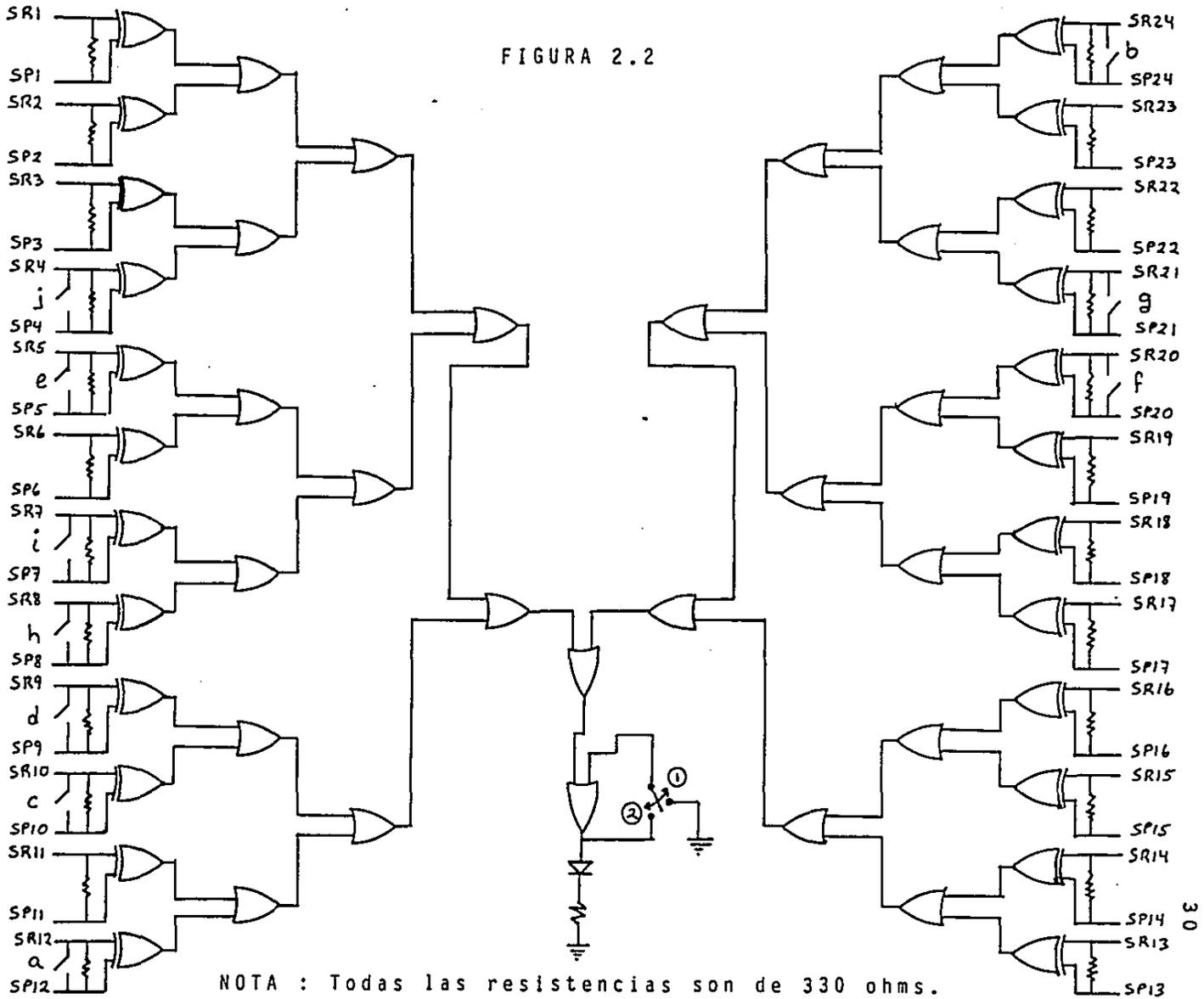


FIGURA 2.1

FIGURA 2.2



NOTA : Todas las resistencias son de 330 ohms.

### **III.- VENTAJAS, ALTERNATIVAS Y MODIFICACIONES**

### III.- VENTAJAS, ALTERNATIVAS Y MODIFICACIONES

En este capítulo se tratarán de expresar todas las ventajas que condujeron a elegir este diseño como el mejor, además de algunas desventajas encontradas, posibles modificaciones al mismo y alternativas de diseño de probadores de circuitos integrados.

En cuanto al diseño principal del probador que se explica en los capítulos I y II, ya se vio que algunas de sus ventajas son su bajo costo, su sencillez, su facilidad de manejo y transporte y además que utiliza material fácil de conseguir.

El hecho de ser barato y fácil de construir y manejar lo hace aún más accesible al estudiante que a la vez que lo usa como herramienta aprende a construir su propio material de trabajo.

Otra ventaja es que ocupa la misma alimentación y señales del circuito de prueba para su propio funcionamiento además de que al probarlo en operación no hay necesidad de moverlo o desoldarlo, ni de checar terminal por terminal, ni de usar tablas de verdad ni configuraciones y no importa qué circuito integrado es.

Una ventaja más consiste en que la mayoría de las veces no interesa saber cuál es la terminal dañada y por lo tanto se puede tener sólo un LED que indique si el CI de prueba sirve o no lo cual ahorra espacio y costo. En el caso de que sí interese saber qué terminal

está fallando la ventaja de tener sólo un LED se convierte en desventaja pero más adelante se explica la manera de resolver fácilmente este problema.

Ahora se van a tratar las desventajas del probador diseñado las cuales obviamente pesaron menos que las ventajas en la elección de este diseño como el principal.

Una desventaja consiste en que se requiere tener otro circuito integrado como el que se va a probar y estar lo más seguro posible de que ése sí sirve.

Otra desventaja es que como los voltajes y tierras de los circuitos integrados están en diferentes posiciones dependiendo del número de terminales y de la configuración del CI se tiene que saber por lo menos en dónde están colocados el voltaje y la tierra del circuito integrado que se va a probar.

Claro que si el circuito integrado de referencia está dañado, la prueba no será muy confiable, pero lo más probable es que aun así se detectaría algún error.

Desgraciadamente estas desventajas no se pueden eliminar en este tipo de probador ya que se basa en comparaciones y sirve para un gran número de circuitos integrados pero como ya se dijo son pocas comparadas con las ventajas que ofrece.

El hecho de que se haya escogido este probador como el mejor no significa que lo sea para todos los usuarios del mismo por lo cual ahora se agregan algunas modificaciones y alternativas al probador que po -

drían satisfacer mejor las necesidades del usuario en particular y así cada quien decide cuál le conviene más.

En cuanto a alternativas se refiere, precisamente la primera idea del diseño de un probador de circuitos integrados fue utilizando una microcomputadora y consistía en lo siguiente.

Se programarían las configuraciones y funcionamiento de todos los circuitos integrados que se deseen probar, tal que con sólo colocar el CI en el probador y dar su número a la computadora, ésta hiciera las pruebas necesarias y desplegara un mensaje de que sirve o no el circuito integrado.

Sus ventajas son que resultaría muy confiable, rápido y útil a nivel industrial, pero presentaba también grandes desventajas ya que sería más difícil de manejar, más costoso a menos que ya se tuviera una computadora disponible y no se podrían probar los circuitos integrados en operación, sino que habría que quitarlos o peor aún, desoldarlos.

Otra alternativa podría ser ampliar el probador a probar circuitos integrados TTL con un mayor número de terminales con el mismo principio que el probador diseñado o probar circuitos integrados con lógica diferente a TTL haciendo los arreglos necesarios ya que algunos son más delicados. También se podría fijar el número de terminales de los circuitos integrados a probar y así usar menos interruptores o incluso en algunos casos olvidarse de ellos.

En algunas ocasiones, tal vez en la mayoría, no interesa saber cuál es la terminal dañada de un circuito integrado pues sólo se cambia por otro, pero puede haber casos en que sí se necesite saber en dónde está el error como en compuertas, flip-flops, buffers y otros en donde aunque un elemento no sirva, probablemente los demás sí. Pero un caso todavía más importante es cuando la señal incorrecta va a otro circuito integrado que tampoco está respondiendo como se espera o si dicha señal está haciendo que el sistema funcione de una manera incorrecta también, entonces si se sabe cuál es la terminal dañada se puede rastrear el curso de su salida y ver si es esa señal errónea la que está causando el problema en el resto del sistema. Esto nos lleva a otra alternativa que consiste en hacer un probador que indique en qué terminal está el error.

Para detectar el error de cada terminal del circuito integrado se necesita tener 24 LED's y que las salidas de las compuertas XOR no entren en compuertas OR sino que se dirijan cada una a prender un LED que indique cuándo una terminal determinada está fallando. Igual que antes se necesita mantener la salida de las compuertas XOR un tiempo para poder detectar si el LED prende o no; esto es, se necesita una pequeña memoria que guarde la señal para cada LED.

En este caso no conviene usar una OR retroalimentada como memoria porque no es lo ideal y si en el diseño principal se uti

lizó fue para aprovechar la OR sobrante, pero aquí no se aprovecharía nada ya que se necesitan 24 memorias. Además, aquí también se va a producir ruido al hacer las conexiones necesarias y sería impráctico tener 24 interruptores de tres terminales para impedir que se grabe una señal producida por el ruido. Lo ideal es utilizar flip-flops con entrada para aclararlos como memorias.

El diagrama se basa en compuertas XOR y flip-flops J-K y se muestra en la figura 3.1. El funcionamiento de este circuito es el mismo que el del circuito original hasta las salidas de las 24 compuertas XOR.

Se utilizan como memorias 24 flip-flops J-K con las entradas K conectadas a tierra en base a la siguiente tabla característica del J-K:

J	K	$Q(t+1)$
0	0	$Q(t)$
0	1	0
1	0	1
1	1	$Q'(t)$

De la tabla anterior se puede ver que cuando la entrada K es cero y la entrada J es uno la siguiente salida del flip-flop es uno y cuando K es cero y J es también cero en la siguiente salida del flip-flop se mantiene lo que tenía guardado.

NOTA : Todas las resistencias son de 330 ohms.

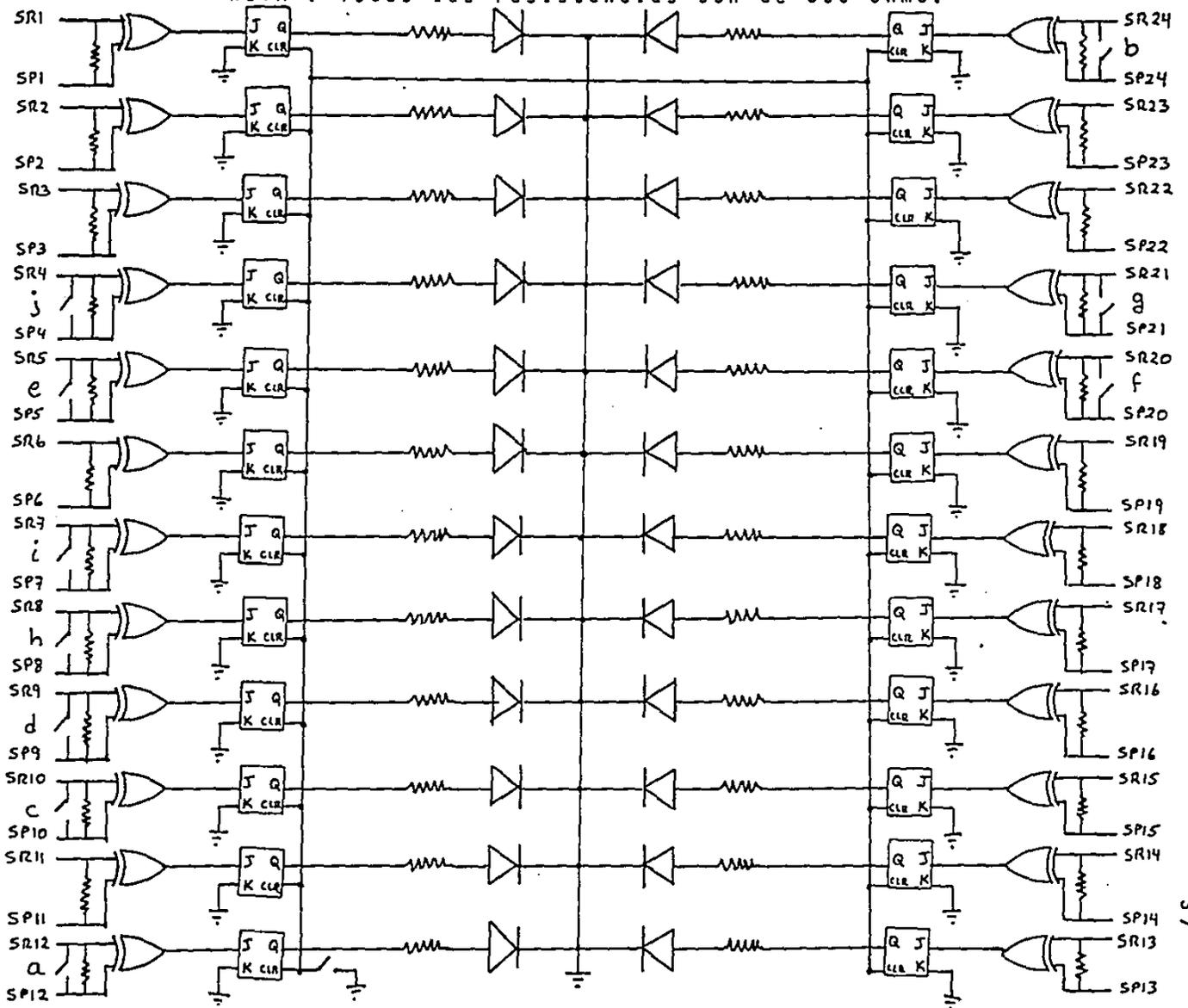


FIGURA 3.1

El funcionamiento de los flip-flops en el diagrama es el siguiente: con un interruptor de presión se aclaran los 24 flip-flops después de haber conectado la alimentación del probador para empezar la prueba eliminando las señales producidas por el ruido. Ya se aseguró que la entrada K de los flip-flops será cero pues están conectadas a tierra ya que cuando es uno no sirve a los fines deseados. Si las salidas de los flip-flops van a depender así directamente de la entrada J, entonces se conecta cada salida de las compuertas XOR a la entrada J de sus respectivos flip-flops.

Si la salida de la XOR es cero J será cero también y la salida del flip-flop será la que tenía guardada antes la cual la primera vez es un cero. Si la salida de la XOR es uno J es uno también y la salida del flip-flop será uno lo que indica que hay un error en la terminal correspondiente. Cuando ya hubo un uno en la entrada J se seguirá manteniendo la salida del flip-flop en uno aunque las nuevas entradas en J cambien a cero y así se asegura que el LED de la terminal que ya falló se mantenga prendido.

Algunas de las alternativas del diseño principal se pueden conseguir haciendo pequeñas modificaciones del mismo, pero hay otro tipo de modificaciones posibles de acuerdo con las necesidades del usuario como utilizar como memoria un flip-flop en vez de la compuerta OR y el interruptor de tres terminales.

También puede ser que el usuario quiera que el LED prenda cuando no hay error en el CI de prueba y para ello se pueden cambiar las compuertas XOR por compuertas NOR exclusivas que darán como salida un uno cuando las señales de entrada sean iguales; ese uno se llevaría a prender el LED. Otra opción es dejar las compuertas XOR pero invertir la señal de salida antes de grabarla y llevarla al LED; así, cuando el CI de prueba funcione correctamente, las salidas de las compuertas XOR serán ceros y al invertir la salida de la última compuerta OR de selección se tendrá un uno que va a prender el LED.

En este caso en que el usuario decida que el LED se va a prender cuando no haya error y se va a apagar cuando sí lo haya es necesario grabar el cero que indica el error y no el uno ya que si las primeras señales del CI de prueba son correctas no significa que el CI no va a fallar; si se graba el uno ya no se detectará el error.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Ya se habló en la introducción de las causas que llevaron al diseño de este probador pero indudablemente que al terminar de leer esta tesis se tiene una visión más amplia del gran problema que resuelve y de lo útil que resulta para el usuario de material electrónico construir y disponer de su propio probador de circuitos integrados.

Las ventajas y desventajas de los diferentes diseños son en realidad relativas porque van a depender de las necesidades que tenga cada usuario en particular. Por supuesto que hay algunas características del probador que resultan ventajosas para cualquier usuario como son que tiene un bajo costo, es pequeño y sencillo, pero hay otras características que podrían no satisfacer las necesidades de alguien como el no saber en qué terminal está el error o no querer usar tantos interruptores porque se van a limitar a probar circuitos integrados con un menor número de terminales.

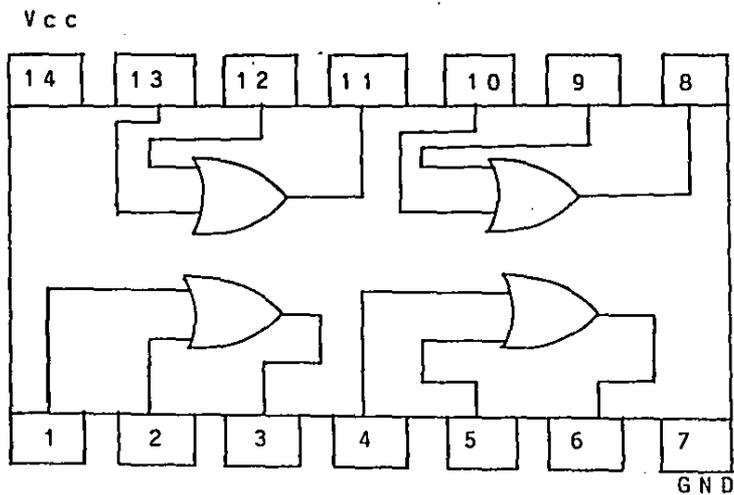
Es por las razones anteriores que además de presentar el diseño principal en el segundo capítulo, se ofrecen en el tercero opciones de diseño de probadores más completos y se expresan otras posibilidades tales como construir un probador para circuitos integrados diferentes a la lógica TTL o de un mayor número de terminales así como limitar

el probador a un determinado número de terminales reduciéndose el número de interruptores que se usan.

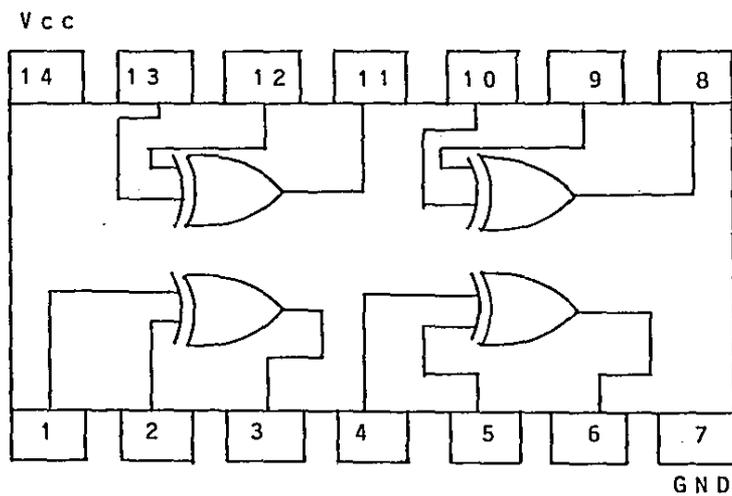
Una ventaja de presentar los diagramas por partes y explicarlos es que el usuario además de hacerse de una herramienta útil para su trabajo entiende el funcionamiento del probador y puede modificarlo y arreglarlo en caso necesario.

Finalmente cabe agregar que aunque el diseño sea muy sencillo es sumamente útil y resuelve un gran problema tanto para el estudiante de la carrera de Ingeniero en Computación como para el usuario de material electrónico en general. Por supuesto, el probador no es 100% infalible pero sí es razonablemente confiable y a un bajo costo.

APENDICE



7432



7486

## BIBLIOGRAFIA

ECG Semiconductors. DIGITAL INTEGRATED  
CIRCUITS DATA MANUAL. U.S.A.: Philips  
ECG, 1981.

ECG Semiconductors. MASTER REPLACEMENT  
GUIDE. U.S.A.: Philips ECG, 1985.

Boylestad, R. y Nashelsky, L. ELECTRONI-  
CA: TEORIA DE CIRCUITOS. México,  
D.F.: Prentice-Hall Hispanoamericana,  
S.A., 1986.

Morris Mano, M. LOGICA DIGITAL Y DISEÑO  
DE COMPUTADORES. México, D.F.: Pren -  
tice-Hall Hispanoamericana, S.A.,  
1986.

Green, B. "BUILD THIS IN-CIRCUIT DIGITAL  
IC TESTER". RADIOELECTRONICS, 1988, -  
59 (9), 37-40, 86, 104.