

300617  
5  
2y



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA UNAM

"DISEÑO DE UN CONTROLADOR DE LUCES VIA  
TELEFONICA, UTILIZANDO SEÑALIZACION  
DTMF"

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
PRESENTA  
ALFREDO MANUEL BANDALA GONZALEZ

DIRECTOR DE TESIS  
ING. PATRICIA VASQUEZ AGUILERA

MEXICO. D.F.,

1991

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE

INTRODUCCION .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>SONIDO, VOZ Y AUDITIBILIDAD .....</b>	<b>4</b>
1.1 Sonido .....	4
1.1.1 Naturaleza del sonido .....	4
1.1.2 Sonidos puros y complejos .....	4
1.2 Voz .....	8
1.2.1 Características de la voz .....	8
1.2.2 Ancho de banda de la voz .....	9
1.3 Auditibilidad .....	10
1.3.1 Concepto .....	10
1.3.2 Rango de auditibilidad .....	10
<b>Capitulo II</b>	
<b>INTRODUCCION A LA TELEFONIA .....</b>	<b>12</b>
2.1 Concepto .....	12
2.2 Rango de frecuencia telefónico .....	12
2.3 Nacimiento del teléfono .....	13
2.3.1 Consideraciones .....	13
2.3.2 El telefono de Alexander Graham Bell .....	13
2.3.3 El trasmisor de carbón .....	14
2.4 El telefono de magneto .....	16
2.5 Circuito telefónico .....	17
2.5.1 Circuito telefónico básico .....	17
2.5.2 Conexión en estrella .....	18
2.5.3 Funcionamiento de las primeras centrales telefónicas .....	19

2.6 Teléfono de batería comun .....	20
2.7 Señalización telefónica .....	21
2.7.1 Concepto .....	21
2.7.2 Estado de supervisión .....	22
2.7.3 Señales de direccionamiento .....	22
2.7.3.1 Marcación por medio de pulsos .....	23
2.7.3.2 Marcación por medio de tonos (DTMF) .....	24
2.7.4 Señales de información .....	26
2.7.4.1 Concepto .....	26
2.7.4.2 Tono de invitación a marcar .....	26
2.7.4.3 Tono de llamado .....	27
2.7.4.4 Tono de línea ocupada .....	27
2.7.5 Señales de alerta .....	27
2.7.5.1 Concepto .....	27
2.7.5.2 Señal de timbrado .....	28
2.7.5.3 Señal de teléfono descolgado .....	28
2.7.5 Señales de prueba .....	28
2.8 Red telefónica .....	29
2.8.1 Elementos integrantes de una red telefónica .....	29
2.9 Medios de transmisión telefónica .....	31
2.9.1 Concepto .....	31
2.9.2 Transmisión por medios metalicos .....	31
2.9.2.1 Transmisión a 2-hilos .....	32
2.9.2.1 Transmisión a 4-hilos .....	32
2.9.3 Transmisión por medios no metalicos .....	33
2.10 Sistemas de señalización .....	33
2.10.1 Concepto .....	33
2.10.2 Señalización DC .....	34
2.10.2.1 Señalización "Loop Start" .....	35
2.10.3 Limitaciones de los circuitos telefónicos .....	36
2.10.3.1 El decibel .....	37
2.10.3.2 Pérdidas .....	39
2.10.3.3 Distorción .....	41
2.10.3.4 Ruido .....	43
2.10.3.5 Eco .....	44

**CAPITULO III**  
**DISEÑO DE LA SECCION DE CONTESTACION Y DESCONEXION -- 45**

3.1 Introducción .....	45
------------------------	----

3.2 Sección de contestación y desconexión	46
3.2.1 Consideraciones	46
3.3 Diseño del circuito de contestación	46
3.4 Diseño del circuito de desconexión	50
3.4.1 LM567	50
CAPITULO IV	
DISEÑO DE LA SECCION DECODIFICADORA	54
4.1 Concepto	54
4.2 Consideraciones	54
4.3 Diseño de la sección decodificadora de las señales recibidas remotamente	55
4.4 Diseño del generador de señales de control en forma local	61
CAPITULO V	
DISEÑO DE LA SECCION LOGICA	62
5.1 Concepto	62
5.2 Consideraciones	62
5.3 Diseño	62
5.3.1 Circuito "Flip-Flop"	64
5.3.2 Circuito Flip-Flop "J-K" (7476)	65
5.3.3 LM 555	68
CAPITULO VI	
DISEÑO DE LA SECCION DE CONTROL	76
6.1 Concepto	76
6.2 Consideraciones	76
6.3 Diseño	77

<b>CAPITULO VII</b>	
<b>DISEÑO DE LA SECCION DE ALIMENTACION</b> -----	<b>80</b>
7.1 Consideraciones -----	80
7.2 Diseño de la etapa de 5 volts -----	80
7.3 Diseño de la etapa de 12 volts -----	82
<b>CONCLUSIONES</b> -----	<b>85</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> -----	<b>88</b>

# INTRODUCCION

El progreso de la humanidad en todas las áreas se debe en gran parte al desarrollo que las comunicaciones han tenido a lo largo del tiempo.

En las épocas primitivas, la comunicación del hombre se limitaba a movimientos de distintas partes de su cuerpo, cara, o simplemente a la articulación de sonidos. Su rango de comunicación estaba limitado al entorno que lo rodeaba y su capacidad para transmitir información era muy pequeña. En consecuencia los primeros grupos sociales eran autónomos y su interacción con otros grupos era mínima, salvo en el caso de guerras o disputas por territorios o alimentos. A medida que la habilidad del hombre para comunicarse se incremento, aumentó también su condición social y económica.

Con el desarrollo de las primeras civilizaciones el hombre desarrolló una mayor capacidad para comunicarse tanto en forma oral, como escrita o visual. Estas civilizaciones tenían una compleja estructura tanto política como social, al mismo tiempo que tenían gran actividad comercial. La transmisión de información a través de las distancias se hacía por medio de mensajeros, los cuales la llevaban tanto en forma oral como escrita.

Esta situación se mantuvo relativamente estable hasta el desarrollo de la imprenta (1440), la cual permitió hacer llegar a un número mayor de

gente de más información. Pero aún así existía la limitante de que la transmisión de información de una región a otra era lenta.

Esta limitante se sorteó dramáticamente con la invención del telégrafo y el teléfono (1844-1876). El hombre pudo así comunicarse a través de cientos de kilómetros (e incluso entre continentes) en cuestión de segundos. A partir de este momento el comercio, las comunicaciones y la cooperación empezaron a expandirse grandemente. El subsecuente desarrollo de la radio, la televisión y las transmisiones via satélite aceleraron aún más este proceso.

El teléfono es uno de los medios de comunicación más importantes y versátiles que existen, ya que, no se requiere de conocimientos especiales para su uso, además de que cualquier persona tiene acceso a él en casi cualquier parte del mundo.

El teléfono; en la actualidad; no sólo permite la transmisión de voz sino que también, permite el poder conectar computadoras para el intercambio de información o bien la transmisión de información impresa por medio de un "Fax", además de otras facilidades.

En esta tesis se busca utilizar las ventajas y facilidades que ofrece el teléfono para desarrollar un instrumento que nos permita tener acceso y control del sistema eléctrico (alumbrado, calefacción, equipo eléctrico, etc.,) de una casa, empresas, o hasta fábricas con el simple hecho de efectuar una llamada telefónica desde cualquier parte de la ciudad, del país o incluso del mundo.



El desarrollo y cobertura tan grande que han tenido las comunicaciones a través del tiempo se puede resumir a lo siguiente:

**"La reina Isabel la Católica tardó seis meses en enterarse del descubrimiento de América"**

**"Europa tardó dos semanas en enterarse de la muerte de Abraham Lincoln"**

**"La humanidad tardó segundos en enterarse de la llegada del hombre a la luna"**

# I. SONIDO, VOZ Y AUDITIBILIDAD

## 1.1 SONIDO

### 1.1.1 Naturaleza del sonido.

Todos nosotros estamos familiarizados con la serie de ondas que se forman en el agua de un estanque al caer de una piedra. Estas ondas transmiten energía liberada, por el impacto de la piedra, a una velocidad más o menos uniforme.

El sonido es similar a las ondas que se forman en el agua, éste es producido por elementos vibratorios como pueden ser: campanas, sirenas, bocinas, o las cuerdas bucales. Las ondas consisten en compresiones (alta presión, correspondiente a la cresta de la onda) y descompresiones (baja presión, correspondiente al valle de la onda) alternadas.

Las ondas que se forman en el agua se transmiten en forma de anillos. Por otro lado las ondas que se forman por el sonido son transmitidas en forma de esferas concéntricas, las cuales se mueven a una velocidad de 341 metros por segundo, variando con las condiciones atmosféricas y la altitud.

La altura o amplitud de la onda es la distancia vertical entre cresta y valle.

El periodo de onda, es el tiempo que toma una onda completa en pasar por un punto fijo.

La frecuencia es el numero de ondas que pasan por un punto determinado en una unidad de tiempo. Las unidades de frecuencia son los ciclos por segundo, y a un ciclo por segundo se le conoce como hertz (Hz).

Existe una simple relación entre el periodo y la frecuencia:

$$\text{frecuencia} = \frac{1}{\text{periodo}}$$

La longitud de onda es la distancia entre crestas de la onda y se mide en unidades de longitud.

La energía presente en una onda está directamente relacionada con la amplitud de esta (figura 1.1). A la cantidad de energía por unidad de tiempo se le conoce como potencia. La potencia, al igual que en la energía eléctrica, se mide en watts.

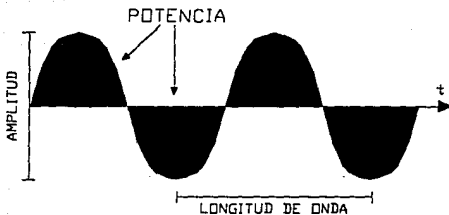


FIG 1.1

### 1.1.2 Sonidos Puros y Complejos

Si la fuente de sonido es un mecanismo simple tal como un vibrador, éste producirá ondas las cuales variarán suavemente de alta a baja presión, al movimiento de onda de este tipo se le conoce como armónica simple. Y está representada por una curva senoidal, como se indica en la figura 1.2.

A los sonidos compuestos por una armónica simple se les conoce como tonos puros.

Si el sonido es producido por un mecanismo complejo tal como un instrumento musical o las cuerdas bucales, éste contendrá varias armónicas simples, las cuales sumadas producirán un sonido complejo.

Es característica de los sonidos complejos el poder descomponerse en sus componentes armónicas simples.

Por ejemplo, tomamos 2 armónicas simples, A y B, y las combinamos para formar una onda compleja C. La onda C se logra sumando la amplitud de las ondas A y B en todos sus puntos (figura 1.2).

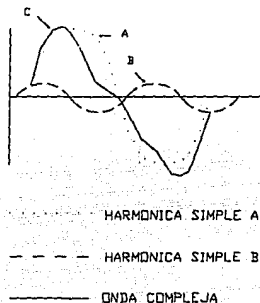


FIG 1.2

La onda C tiene una frecuencia y amplitud distinta a cualquiera de las dos ondas A y B, y su forma deja de ser una onda senoidal.

De la misma forma que sumamos las ondas A y B, podemos seguir sumando ondas de tal manera que se pueden formar ondas tan complejas como se deseen. Por lo tanto es posible construir la forma de onda que se desee con el solo hecho de sumar las armónicas simples adecuadas.

En base a lo anterior podemos decir que:

- a) Cualquier forma de onda periódica está compuesta por un número determinado de armónicas simples. Esta forma de onda puede ser físicamente identificada, medida, y descrita en términos de potencia y frecuencia.
- b) El total de la potencia contenida en una onda compleja es igual a la suma de las potencias de cada una de sus componentes armónicas simples.
- c) Todo esto es aplicable tanto para ondas de sonido como para cualquier tipo de onda.

## **1.2 VOZ**

### **1.2.1 Características de la voz**

La voz es producida por la acción conjunta de la lengua, cuerdas bucales y el aire que pase a través de la garganta, nariz y boca.

La voz está compuesta en general, por sonidos complejos. Los sonidos contienen aun en los mas simples, gran cantidad de armónicas, las cuales sumadas dan origen a la voz.

### 1.2.2 Ancho de Banda de la Voz

Debido a que la voz está contenida por cientos de armónicas simples, es imposible el graficar cada una de sus componentes, por lo que se grafica potencia contra frecuencia en todo el rango de la voz como se ve en la figura 1.3

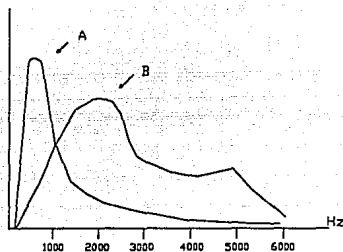


FIG 1.3

La curva A muestra que la mayoría de la energía contenida en la voz está concentrada entre los 0 y 2000 Hz. Aunque las frecuencias entre 2000 y 6000 Hz contribuyan poco en toda la energía contenida en la voz, éstas son muy importantes para la claridad e inteligibilidad del sonido. Esto es ilustrado por la curva B. El rango normal de la voz humana es de 70 a 6000 Hz.

La potencia transportada por las ondas de la voz es extremadamente pequeña y usualmente expresada en microwatts. Nosotros al hablar generamos, en promedio, una potencia de 10 microwatts, aunque está puede variar desde .001 microwatts (el sonido más suave) hasta 10 miliwatts (en el caso del sonido más fuerte).

## **1.3 AUDITIBILIDAD**

### **1.3.1 Concepto**

La habilidad del oído de escuchar un sonido en particular depende tanto de la frecuencia, como de la amplitud del sonido.

### **1.3.2 Rango de Auditibilidad**

La figura 1.4 es una ilustración gráfica del rango de auditibilidad humana. El umbral de auditibilidad es el punto más bajo en el cual un sonido específico puede ser escuchado. La gráfica muestra que el rango de frecuencias para el oído humano está entre 20 y 20000 Hz, con su mayor sensibilidad entre 500 y 4000Hz.



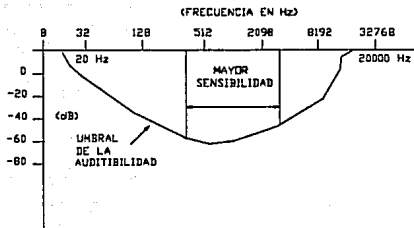


FIG 1.4

## **II. INTRODUCCION A LA TELEFONIA**

### **2.1 CONCEPTO**

El teléfono se basa en la transmisión de la voz la cual es transformada en energía eléctrica de características similares. La energía eléctrica es enviada hacia el destino deseado, y convertida otra vez en voz en la estación receptora.

La calidad de una transmisión telefónica depende de que tan fiel se pueda duplicar la voz una vez de que ésta llega al extremo receptor.

### **2.2 RANGO DE FRECUENCIA TELEFONICO**

Para reproducir los sonidos en todo el rango de la auditibilidad humana necesitaríamos una banda de frecuencia de 20 a 20000 Hz. Esto sería extremadamente caro, y la experiencia muestra que esto es innecesario. El ancho de banda en el sistema telefónico es aproximadamente de 300 a 3000 Hz.

## **2.3 NACIMIENTO DEL TELEFONO**

### **2.3.1 Consideraciones**

La relación entre los problemas de transmisión telefónica y la naturaleza del sonido la podemos resumir de la siguiente manera:

- a) Gran parte de la energía sónica que llega al transmisor debe ser reproducida en el extremo receptor.
- b) El equipo telefónico y los circuitos de conexión deben ser diseñados para transmitir con un mínimo de distorsión y dentro de la banda de frecuencias de 300 a 3000 Hz.
- c) El equipo debe transmitir con la mejor claridad posible, además de ser inmune a agentes externos como fuentes eléctricas.

### **2.3.2 El Teléfono de Alexander Graham Bell**

El primer teléfono tal como lo construyó Bell, consiste en un auricular en su forma más sencilla. Este se utilizaba tanto como transmisor de la misma forma que como receptor, y el primer circuito telefónico era parecido al de la figura 2.1

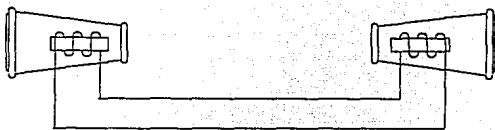


FIG 2.1

El auricular consistía únicamente en su parte interior de un imán permanente alrededor del cual se enrollaba alambre en la parte delantera, y, tapando la salida, existía un diafragma, el cual al ser movido por las vibraciones creadas al hablar, variaba la cámara de aire existente entre el diafragma y el extremo del imán lo cual causaba un cambio en el campo magnético através y alrededor del devanado. Esto generaba una corriente alterna con más o menos las mismas características del sonido que le dio origen. Esta corriente era transmitida a un auricular similar en el otro extremo del circuito. En este caso la situación se invertía, o sea, el campo magnético dentro de la cámara variaba, haciendo vibrar el diafragma, reproduciéndose así el sonido.

### 2.3.3 El Transmisor de Carbón

Más adelante se vio que si bien el principio del imán permanente era bueno para recibir, para transmitir resultaba demasiado deficiente, debido

a que las vibraciones del diafragma eran muy débiles para generar suficiente corriente

Con la introducción de una fuente de corriente, como eran las pilas secas, se desarrolló un método más eficiente de transmisión: el transmisor de carbón.

El transmisor de carbón trabaja con el principio del diafragma, a diferencia que en vez de generar la corriente por medios de inducción electromagnética, éste utiliza un circuito eléctrico. Consta de pequeños gránulos de carbón los cuales al ser oprimidos por las ondas sonoras varían su resistencia, variando por consiguiente la corriente que fluye de la batería a través del primario de la bobina de inducción. Esta variación de corriente en el devanado primario induce una corriente alterna en el devanado secundario de características muy similares al sonido original (figura 2.2)

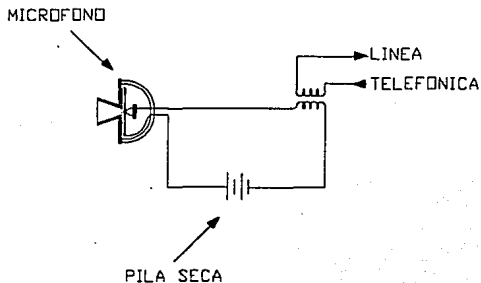


FIG 2.2

## 2.4 EL TELEFONO DE MAGNETO

El primer circuito telefónico estuvo formado por teléfonos de este tipo, estos teléfonos se caracterizaban por tener la alimentación integrada en cada aparato, así como el de tener su propio generador para producir el timbrado. Esto se lograba por medio de un magneto (de allí el nombre del teléfono) el cual, al girar mediante la acción de una manivela, generaba corriente alterna, la cual accionaba una campana dispuesta en el otro teléfono. El generador tenía un interruptor que se cerraba al momento de girar la manivela para generar el timbrado, y se abría cuando no se utilizaba. Esto se hacía a manera de prevenir que la corriente directa pasara por el devanado del generador, previniendo de esta manera problemas en la comunicación.

Por otro lado el auricular estaba colgado sobre un gancho, el cual cerraba un interruptor en el momento de descolgar el auricular, permitiendo el flujo de corriente directa entablado de esta manera la comunicación (de aquí se deriva el término de colgar o descolgar el teléfono). (Figura 2.3)

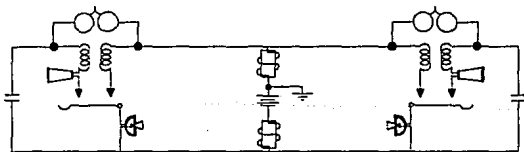


FIG 2.3

## 2.5 CIRCUITO TELEFONICO

### 2.5.1 Circuito Telefónico Básico

A medida que se tuvo la necesidad de enlazar distintos circuitos telefónicos se tuvo que diseñar un circuito de interconexión .

La primera forma que existió para enlazar varios teléfonos fue por medio de una conexión directa entre los distintos aparatos telefónicos, como se ilustra en la figura 2.4.

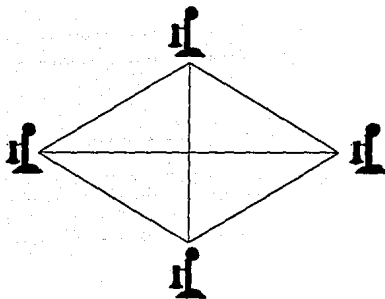


FIG 2.4

Por supuesto este arreglo tiene grandes desventajas. Un gran número de cables es requerido, y la cantidad se incrementa dramáticamente

conforme se adicionan nuevos aparatos a la red. Para conectar completamente N aparatos en esta modalidad, se requieren:

$$\frac{N(N - 1)}{2} \text{ pares de cables}$$

En adición, el dispositivo de interconexión de cada aparato tendría que ser modificado para acomodar al nuevo teléfono. Además de que sería necesario utilizar una gran cantidad de equipo lo que haría este sistema incosteable.

### **2.5.2 Conexión en Estrella**

Un arreglo mucho más económico y funcional es el que se conoce como red conexión en estrella. Aquí en vez de interconectar todos los teléfonos, sólo se necesita un circuito sencillo por cada teléfono instalado, el cual se conecta a una central telefónica la cual se encarga de interconectar y distribuir las llamadas. Debido a que la central telefónica se encuentra centralizada, además de considerar de que los usuarios no van a utilizar el teléfono todo el tiempo, es posible el combinar y compartir las líneas telefónicas. (figura 2.5)



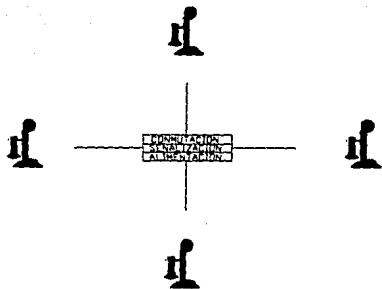


FIG 2.5

### 2.5.3 Funcionamiento de las Primeras Centrales Telefónicas

Las primeras centrales telefónicas eran operadas en forma manual por medio de una operadora. La operadora estaba sentada frente a una consola, en la cual tenía dispuestos una serie de entradas para conectores telefónicos, destinándose uno por cada abonado. Cuando el abonado descolgaba su auricular y aplicaba un voltaje de timbrado, se le señalizaba a la operadora por medio de timbre y un foco que estaba sobre el conector propio del abonado. La operadora contestaba insertando un extremo de su cable de comunicación en el conector, entablandose así la comunicación. Una vez realizada la comunicación, el abonado pedía a la operadora, el número al cual quería comunicarse. Para establecer el enlace, la operadora insertaba el otro extremo del cable de comunicación dentro del conector perteneciente al número llamado, aplicando además un voltaje de corriente alterna para generar el timbrado.

Conforme fue necesario enlazar cada vez más teléfonos, éstos se tuvieron que agrupar en varias centrales telefónicas, asistidas por una o más operadoras. Lo que permitió que un usuario pudiera comunicarse no solo con los teléfonos agrupados en su central, sino que también podían comunicarse con teléfonos de otras centrales. Para lograr esto, además de decir el número telefónico al cual quería comunicarse, también tenía que decir el nombre de la central a la que pertenecía dicho número.

## 2.6 TELEFONO DE BATERIA COMUN

Más adelante se vio el inconveniente de utilizar teléfonos de magneto o con alimentación independiente, ya que éstos, además de requerir mucho mantenimiento presentaban muchos problemas de transmisión cuando el voltaje de la batería se bajaba por debajo del nivel normal. Así se encontró la posibilidad de utilizar una fuente de alimentación central que sirviera a todos los teléfonos. Para esto se dispuso de una batería a la mitad del circuito telefónico, dando buenos resultados. Pero en el caso en que la batería no se encontrara a la mitad del circuito o si la línea de alguno de los teléfonos estaba constituida por un cable conductor de mayor resistencia, la alimentación proporcionada por la batería no era la misma en todos los teléfonos ocasionándose problemas en la transmisión. Este problema se resolvió con la adición de bobinas en ciertos puntos de los circuitos, las cuales permitían la estabilización de éste. (fig 2.6)

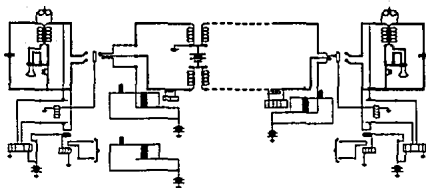


FIG 2.6

## 2.7 SEÑALIZACION TELEFONICA

### 2.7.1 Concepto

Para incrementar la eficiencia, velocidad y economía del sistema telefónico, los conmutadores manuales fueron sustituidos por conmutadores automáticos.

Para lograr el funcionamiento y enlace de los conmutadores automáticos se tuvieron que diseñar sistemas de señalización.

La señalización en una red de telecomunicaciones se refiere al intercambio de información de control entre las partes funcionales del sistema.

La señalización dentro de una red telefónica se puede dividir en dos áreas:

- 1) El intercambio de información entre los abonados y los conmutadores. y;
- 2) El intercambio de información entre los conmutadores.

La señalización tiene la función primordial de establecer un canal de audio, indicar el estado de la línea telefónica, efectuar un enlace entre abonados y quitar ese canal al momento de concluir el enlace telefónico.

Existen varios tipos de señalización:

- a) Estado de supervisión
- b) Señales de direccionamiento
- c) Señales de información
- d) Señales de alerta
- e) Señales de prueba

### **2.7.2 Estado de Supervisión**

El estado de supervisión sirve para detectar el cambio de estado o condición de la línea telefónica. Para fines de supervisión existen solo dos condiciones línea en uso y línea libre.

### **2.7.3 Señales de Direccionamiento**

La señal de direccionamiento es el medio por el cual la llamada es enrutada hacia la línea telefónica deseada. Basicamente existen dos formas de señalización:

- I) Marcación por medio de pulsos
- II) Marcación por medio de tonos (DTMF)

### **2.7.3.1 Marcación por medio de pulsos**

La marcación por medio de pulsos fue el primer sistema de señalización automática que existió. Cuando un abonado toma una línea para efectuar una llamada, lo que está haciendo es cerrar un circuito de corriente directa. Al momento de marcar el número deseado, el dispositivo de marcación (el cual puede ser un disco o un teclado) abre y cierra el circuito a un ritmo de entre 8 y 12 pulsos por segundo, generando en esta forma pulsos de marcación los cuales son iguales al número marcado. Estos pulsos actúan un relevador en la central, la cual se encarga de buscar así la ruta adecuada y efectuar el enlace. El tiempo que toma un pulso de marcación es relativamente pequeño como para que la central lo pueda considerar como una desconexión de llamada.

El pulso de marcación está compuesto por un estado bajo conocido como "break" y de un estado alto conocido como "make". La duración del estado bajo generalmente es del 58 al 64 por ciento de la duración total del pulso de marcación. (figura 2.7)

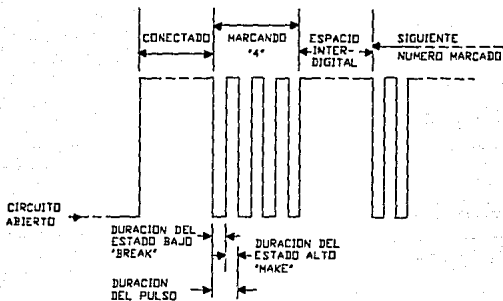


FIG 2.7

### 2.7.3.2 Marcación por medio de tonos (DTMF)

Cuando utilizamos la marcación por medio de tonos, el aparato telefónico genera una serie de tonos. Estos tonos están formados por 7 frecuencias dispuestas en forma matricial (4x3), formándose así parejas de frecuencias, las cuales representan un número como se ilustra en la figura 2.8

	1209	1336	1477
687	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

FIG 2.8

Este sistema se conoce también como sistema DTMF por sus siglas en inglés (Dual Tone MultiFrequency).

Así; por ejemplo, el oprimir la tecla No 5 ocasiona que la pareja de frecuencias de 770Hz y 1336Hz sean transmitidas a la central (ó al teléfono llamado si se oprime la tecla durante la conversación). Los circuitos de la central detectan y decodifican estas frecuencias como un número 5, estableciéndose en esta forma el enlace. El uso de tonos tiene sus ventajas; por un lado acelera el proceso de marcación, ya que el marcar un número sin importar cual, implica la generación de un tono, lo que permite un tiempo de marcación mínimo, a diferencia del sistema a pulsos en el que el tiempo de marcación está sujeto al tiempo de generación y envío de los pulsos. Este tiempo es variable dependiendo del número marcado, así si el número marcado es un uno se genera un pulso, pero si el número marcado es cero se tiene que esperar a que se generen diez pulsos; lo que incrementa dramáticamente el tiempo de marcación.

Por otro lado, ya que el sistema a tonos no depende de la apertura y cerrado de un circuito de corriente directa, puede ser utilizado en cualquier tipo de transmisiones telefónicas, como los sistemas digitales. Lo que nos permite, además de marcar números telefónicos, acceder a las diversas facilidades que se prestan actualmente por teléfono. Además de que podemos mandar una gama mucho mayor de dígitos.

## **2.7.4 Señales de Información**

### **2.7.4.1 Concepto**

Estas señales proporcionan al usuario información del estado de la línea telefónica, como puede ser tono de invitación a marcar o tonos de información de que el teléfono marcado está siendo llamado o está ocupado.

El uso de señalización tipo DTMF podría crear varios problemas con los tonos de las señales de información. Con el objeto de reducir este problema se adoptaron cuatro frecuencias para las señales de información: 350, 440, 480 y 620 Hz. éstos tonos se pueden utilizar en forma sencilla o combinada en parejas como se describe a continuación:

### **2.7.4.2 Tono de invitación a marcar**

Este tono consiste de la suma de dos frecuencias, una de 350 Hz y la otra de 440 Hz. Este tono es utilizado para indicar que la central está lista



para aceptar los dígitos de marcación del abonado. Una vez que el primer dígito es enviado el tono de invitación a marcar es removido.

#### **2.7.4.3 Tono de llamado**

Este tono nos indica cuando el teléfono marcado está siendo llamado. Esta señalización está compuesta por la combinación de frecuencias de 440 Hz y 480 Hz.

#### **2.7.4.4 Tono de línea ocupada**

Este tono está compuesto por las frecuencias de 480 Hz y 620 Hz. Cuando este tono es enviado con una cadencia de 60 pulsos por minuto nos indica que la línea del abonado está ocupada, y cuando es enviado con una cadencia de 120 pulsos por minuto nos indica que la línea de la central está ocupada.

### **2.7.5 Señales de Alerta**

#### **2.7.5.1 Concepto**

Las señales de alerta son utilizadas para notificar al abonado, operadora o conmutador de la existencia de una condición que requiere de una respuesta inmediata.

### **2.7.5.2 Señal de timbrado**

La señal de alerta más familiar es la del timbrado del teléfono que indica la existencia de una llamada entrante. El timbrado es originado por la aplicación por parte de la central, de un voltaje alterno en la línea del abonado. Generalmente este voltaje fluctúa entre 70 y 95 Vrms con una frecuencia de 20 Hz.

### **2.7.5.3 Señal de teléfono descolgado**

Este tono es interrumpido a una cadencia de 120 pulsos por minuto. Esta señal es utilizada para indicar al abonado que el aparato telefónico se ha mantenido descolgado por un período anormal de tiempo.

### **2.7.6 Señales de prueba**

La instalación y mantenimiento de las troncales y los circuitos que la conforman requieren de varias fases de prueba, incluyendo pre-servicio, aceptación, rutinas de uso de troncales y aislamiento de problemas. Las pruebas son realizadas para asegurar que las características eléctricas de las líneas, troncales y canales de transmisión se encuentran dentro de las normas establecidas.

Las señales de prueba a una frecuencia y potencia específica son generadas y transmitidas desde un punto de la red y recibidas y medidas en otro punto.

## **2.8 RED TELEFONICA**

### **2.8.1 Elementos Integrantes de una Red Telefónica**

Una red telefónica típica está compuesta esencialmente por:

- a) Teléfonos
- b) líneas telefónicas y troncales
- c) equipos de conmutación

Cuando una línea conecta a un teléfono con un equipo de conmutación en la red pública, a esta línea se le conoce como línea telefónica, y si la línea procede de un conmutador de una red privada, esta se conoce como extensión telefónica. Por otro lado cuando una línea es utilizada para conectar un equipo de conmutación con otro equipo de conmutación ésta se conoce como línea troncal. Los equipos de conmutación concentran el tráfico de las líneas telefónicas hacia líneas troncales y distribuyen el tráfico de las líneas troncales hacia las líneas telefónicas.

Las redes telefónicas se dividen en públicas y privadas. Las redes telefónicas privadas son las que se conectan para uso exclusivo como pueden ser el caso de oficinas, fabricas, hospitales, etc. Estas redes privadas se conectan a la red pública por medio de conmutadores conocidos como "PBX" por sus siglas en inglés (**P**ri**v**ate **B**ranch **E**xchange).

Si los "PBX" efectúan la conmutación en forma automática se les conoce como "PABX" (**P**ri**v**ate **A**utomatic **B**ranch **E**xchange). Y si además estos conmutadores son electrónicos se les denomina "EPABX" (**E**lectronic **P**ri**v**ate **A**utomatic **B**ranch **E**xchange).

Las redes telefónicas actuales están constituidas por una diversidad de líneas troncales y conmutadores como se ilustra (fig 2.9)

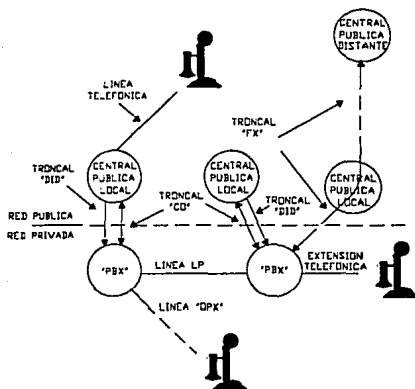


FIG 2.9

**Troncales "CO".-** Estas troncales son un grupo de circuitos que conectan a un "PBX" con la central telefónica. Su propósito es el de conectar la red telefónica privada con la red pública.

**Troncales "FX".-** Las troncales FX sirven para comunicar a dos centrales telefónicas fuera de su área de servicio.

**Troncales "DID".-** Las troncales DID, por sus siglas en inglés (Direct Inward Dialing); permiten a un usuario el marcar directamente a una extensión o un grupo de extensiones sin necesidad de ser comunicados por medio de una operadora.

Línea "LP".- Cuando existe mucho tráfico de llamadas entre dos zonas geográficas el uso de líneas LP (Líneas Privadas) es una alternativa ya que son líneas asignadas para uso privado y que se conectan entre dos "PBX", además de que su utilización implica un costo fijo independientemente del número de llamadas.

Línea "OPX".- estas líneas se utilizan para conectar una extensión telefónica que se encuentra alejada del conmutador.

## **2.9 MEDIOS DE TRANSMISION TELEFONICA**

### **2.9.1 Concepto**

Los medios utilizados para la transmisión de las comunicaciones telefónicas pueden ser metalicos o no metalicos.

### **2.9.2 Transmisión por Medios Metalicos**

Las transmisiones por medios metálicos consisten en uno o más pares de cables los cuales son capaces de conducir corriente directa (DC) y tono. Existen dos tipos de transmisiones por medios metalicos: a 2-hilos y a 4-hilos.

### 2.9.2.1 Transmisión a 2-hilos

La transmisión a 2-hilos consiste en un par de cables conductores los cuales conducen señalización y voz en sentido bidireccional. Los dos conductores se designan Tip (T) y Ring (R), nomenclatura que se deriva históricamente de las partes constitutivas del conector que era utilizado en los tiempos de los conmutadores manuales. (figura 2.10)

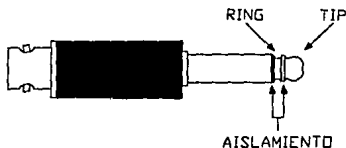


FIG 2.10

La transmisión por medio de 2-hilos es utilizada generalmente entre el aparato telefónico y la central telefónica o un "PBX". Este medio de transmisión también es utilizado entre el "PBX" y la central telefónica o también para conectar dos centrales a distancias cortas.

### 2.9.2.2 Transmisión a 4-hilos

La transmisión por medio de 4-hilos requiere de dos pares de cables, donde cada par transmite información en un solo sentido. Los cuatro cables

son designados como T, R, T1 y R1. Por convención, los cables T y R se utilizan para transmitir desde la central hacia la facilidad. Por otro lado T1 y R1 son utilizados para recibir desde la facilidad.

La transmisión a 4-hilos es mucho más cara que a 2-hilos, aunque por otro lado tiene la ventaja de aumentar la distancia de transmisión. Otra ventaja de la transmisión a 4-hilos es que se puede conectar directamente con las facilidades de larga distancia, las cuales también tienen transmisiones separadas a 4-hilos.

### **2.9.3 Transmisión por medios no metálicos**

Las transmisiones por medios no metálicos pueden ser por ondas de radio (terrestres y por satélite) o por medio de fibras ópticas. Estas facilidades no nos permiten el efectuar la comunicación por medio de la conducción de corriente directa, por lo que la señalización está dada por medio de modulación de ondas. Una gran ventaja de estas facilidades es la capacidad de transmitir varias conversaciones simultáneas sobre un mismo canal de voz. A esta técnica se le conoce como multiplexaje.

## **2.10 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN**

### **2.10.1 Concepto**

Dentro de las comunicaciones telefónicas existen varios tipos de señalización las cuales se pueden agrupar y dividir en dos tipos:

- A) Sistemas de señalización por medio de DC
- B) Sistemas de señalización por medio de tonos

### 2.10.2 Señalización DC

La señalización por medio de DC a su vez se divide en:

- a) Señalización "Loop"
- b) Señalización "E/M"
- c) Señalización "Duplex"

La señalización "Loop" utiliza corriente directa. La señal DC es utilizada como señal de supervisión así como para direccionamiento de llamadas cuando se utiliza marcación por medio de pulsos. Además la señal DC emplea una señal alterna de 20 Hz aplicada al teléfono llamado para generar el timbrado. Este tipo de señalización opera directamente a un relevador u otro dispositivo sensor para indicar la toma de una línea, la marcación de un número telefónico (cuando se utiliza marcación a pulsos) y la desconexión de la línea. Existen dos tipos de señalización "Loop" estas son: "Loop Start" y "Ground Start", las cuales utilizan diferentes métodos para indicar el cambio de estado de una línea telefónica.

Para los fines que conciernen a esta tesis, además de ser el tipo de señalización utilizada en México, se va a analizar la señalización "Loop Start".



### 2.10.2.1 Señalización "Loop Start"

Cuando la línea telefónica está desocupada, ésta se encuentra configurada de la siguiente manera: Del lado de la central telefónica la terminal "Ring" se encuentra alimentada con -48V y la terminal "Tip" se encuentra conectada a tierra. Del lado del "PABX" o del aparato telefónico ambas terminales se encuentran abiertas.

Cuando se origina una llamada tanto el "PABX" como el aparato telefónico cierran un circuito entre las terminales "Tip" y "Ring" causando que fluya corriente hacia la central telefónica. La central telefónica al detectar este flujo de corriente genera un tono el cual indica al usuario que puede marcar el número deseado. Además la central conecta un detector en espera de los dígitos de marcación.

Al recibir el primer dígito la central retira el tono de marcación y espera a recibir los dígitos subsecuentes. Una vez recibidos todos los dígitos la central efectúa una rutina de llamado en busca de una ruta hacia la estación llamada. En caso de no encontrarse una ruta hacia la estación llamada, o ésta se encuentre ocupada, la central mandaría un tono intermitente para indicar al abonado esta situación.

Cuando la central encuentra la ruta, conecta en la estación llamada una señal alterna (2 segundos de timbrado, 4 segundos de descanso), para indicarle que está siendo llamada. La estación llamada al contestar cierra un circuito provocando el flujo de corriente. Este flujo de corriente es detectado por la central, la cual quita en ese momento la señal de timbrado y establece el enlace.

Al terminar la comunicación el "PABX" o el aparato telefónico abre sus circuitos y termina de esta forma el flujo de corriente. La central

telefónica al detectar el cese de flujo de corriente desconecta los circuitos de comunicación.

### **2.10.3 Limitaciones de los circuitos telefónicos**

Como se vio, el circuito telefónico está conformado para proporcionar lo siguiente:

- 1.- Voltaje en "DC", estandarizado a -48V, lo que da la energía para el funcionamiento del transmisor.
- 2.- Voltaje en "AC" que proporciona la excitación necesaria para la realización del timbrado en los aparatos telefónicos.
- 3.- Corriente en "DC" que fluye a través del circuito telefónico, el cual le indica a la central cuando un teléfono ha sido descolgado, además de indicar; mediante cambios en el flujo de la corriente; el número marcado.
- 4.- Señales de supervisión las cuales nos indican el status de la línea telefónica.

Desde un punto de vista económico sería deseable que la longitud en un circuito telefónico fuera tan grande como se deseara, en consecuencia las centrales telefónicas se reducirían al mínimo, reduciéndose por consiguiente los gastos de localización, mantenimiento y servicio.

Existen criterios básicos que limitan la longitud y la calidad de un sistema de transmisión los cuales se deben de considerar cuando se diseña un circuito telefónico, estos son:

- 1) Pérdidas.
- 2) Distorsión.
- 3) Ruido
- 4) Eco

Para que nosotros podamos hablar de limitaciones en el uso o diseño de un sistema tenemos que tener un punto o una medida de referencia.

La unidad de medida mas común en la mayoría de los de los sistemas eléctricos es el "WATT". En los sistemas de transmisión en muchas ocasiones el consumo de potencia es muy pequeño ( en comparación a un foco por ejemplo ), por lo que se utiliza el mW el cual es la milésima parte de un watt.

### 2.10.3.1 El Decibel

Cuando se habla de transmisiones estamos mas interesados en saber las relaciones de potencia que las potencias absolutas, o sea, es mas importante el saber cuanto de la energía que se está transmitiendo se está recibiendo en el lado receptor. Por esta razón existe una expresión matemática muy utilizada en sistemas de comunicación para denotar potencia relativa, el "Decibel" (dB).

El decibel es una medida de relación logarítmica en base 10 y se expresa :

$$dB = 10 \log \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}}$$

Cuando el resultado es positivo se dice que tenemos una ganancia y cuando es negativo tenemos una pérdida.

Una relación muy utilizada es la siguiente:

Supongamos que tenemos un equipo que transmite con una potencia de 2W y en el lado receptor se recibe 1W

$$\text{pérdida (dB)} = 10 \log \frac{1W}{2W} = -3 \text{ dB}$$

Ahora si invirtieramos los datos antes utilizados:

$$\text{ganancia (dB)} = 10 \log \frac{2W}{1W} = 3 \text{ dB}$$

Lo anterior nos indica que cuando la potencia cae a la mitad o se incrementa al doble de su valor inicial tenemos una diferencia de 3 dB.

Ahora bien aunque el decibel nos da una buena idea en términos de relación, no decimos que la salida de un amplificador es de 33dB sino que la ganancia es de 33 dB. Debido a esto se han creado medidas de potencia absoluta derivadas del dB, de donde la más utilizada es el dBm y es una relación con base a 1mW expresada en forma logarítmica base 10.

$$\text{potencia (dBm)} = 10 \log \frac{\text{Potencia (mW)}}{1\text{mW}}$$

### 2.10.3.2 Pérdidas

En una conexión telefónica, el volumen de audio recibido debe ser tal que la inteligibilidad y naturaleza de este sean satisfactorios. Si el volumen es muy bajo, algunos sonidos se van a malentender o simplemente no se van a escuchar. Si el volumen es demasiado alto, la sobrecarga en el oído causará distracción, reduciéndose por consiguiente la inteligibilidad.

Un parámetro que tiene una gran influencia en el volumen con el cual se recibe una transmisión es la "Pérdida en transmisiones". Pérdida es la disipación de energía que ocurre naturalmente debido a las características eléctricas de los equipos y facilidades de transmisión.

De entre las características eléctricas que influyen en las pérdidas en las transmisiones está la resistencia del conductor y ésta es directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional al cuadrado del calibre del conductor utilizado.

Como ya vimos la resistencia en el conductor es lo que nos impide poner un cable indefinidamente largo ya que habría pérdidas y atenuaciones que harían la comunicación imposible. En el caso de la telefonía moderna la primera en sufrir estas pérdidas y atenuaciones es la señal de supervisión ya que ésta detecta el flujo de corriente al descolgarse un teléfono, y el flujo de corriente mínimo que puede ser detectado es de 20ma.

En muchos casos es necesario extender la longitud de los circuitos telefónicos para esto se utilizan los siguientes métodos:

### 1) Incremento del diametro del conductor

Como sabemos la resistencia en el conductor es inversamente proporcional al cuadrado del calibre del cable utilizado, así para calcular la resistencia de un cable de cobre se utiliza la siguiente formula:

$$R_{dc} = \frac{.4387}{d^2}$$

Donde  $R_{dc}$  es la resistencia del circuito en ohms/km, y  $d$  = diametro del conductor en cm. La temperatura se considera de 20°Centigrados.

Segun estandares de la CCITT la resistencia nominal maxima para la red telefónica publica debe de ser de 1250 ohms y la atenuación maxima debe de ser de 6 dB.

En base a lo anterior podemos calcular la distancia maxima para un cable calibre 24 utilizado en telefonía.

$$R_{dc} = \frac{.4387}{.05105^2} = 168 \text{ ohms/km}$$

$$\text{Distancia} = \frac{1250 \text{ Ohms/Km}}{168 \text{ Ohms}} = 7.44 \text{ Km}$$

### 2) Uso de amplificadores

El uso de estos dispositivos (también llamados realimentadores), nos permite aumentar el voltaje o la corriente dentro de las lineas de transmisión para así poder aumentar el alcance de estas.

### 2.10.3.3 Distorsión

La transmisión de voz está compuesta por un número indeterminado de ondas a diferentes frecuencias que al sumarse forman una onda compleja. Si alguna de las componentes de la onda compleja variara en magnitud o en frecuencia a su arribo al extremo receptor esto provocaría que la onda compleja recibida variara con respecto a la transmitida lo que ocasionaría una distorsión en la información recibida.

Existen varios tipos de distorsión:

#### 1) Distorsión por atenuación.

Una línea de transmisión tiene el siguiente circuito equivalente (fig. 2.11):

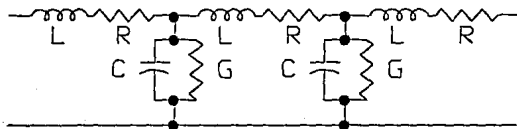


FIG 2.11

Como puede apreciarse en una línea de transmisión no solo tenemos resistencia sino que también tenemos inductancia que nos producen pérdidas en la línea, pero a diferencia de la resistencia, las pérdidas generadas por la inductancia están en función de la frecuencia.

La distorsión por atenuación es la diferencia en pérdida a una frecuencia con respecto a la pérdida en otra frecuencia. En transmisiones de voz, la atenuación excesiva a frecuencias bajas produce que el sonido se escuche "hueco". La atenuación a altas frecuencias reduce mucho la inteligibilidad de la voz.

En telefonía la atenuación se mide a los 400Hz, 1000Hz y 2800Hz.

Una forma de reducir la atenuación excesiva a altas frecuencias es incrementando la inductancia distribuida en el cable. Esto se logra poniendo inductores de tamaño específico a distancias predeterminadas, estos inductores son llamados cargas, y cuando se usan se dice que el cable está cargado.

Las cargas utilizadas en el circuito telefónico generalmente son referidas: 1) a la capacidad del inductor, 2) a la distancia a la que se van a poner y, 3) al calibre del cable de transmisión. Estas cargas generalmente se designan 19-H-44, 24-B-88, etc., de donde el primer número se refiere al calibre del cable, la letra designa la distancia de separación conforme a una tabla y el último número indica la capacidad de la bobina en milihenrios.

## **2) Distorsión por retraso**

Las ondas de diferentes frecuencias viajan a diferentes velocidades sobre las líneas de transmisión. Como resultado, algunas de las ondas componentes de la onda compleja arriban antes que otras, distorsionándose de esta manera la forma de onda. Otra forma de decirlo es que la relación de fase de la onda compleja es diferente en el punto de transmisión con respecto al de destino. Esto es llamado distorsión por retraso o distorsión de fase.



La distorsión de fase generalmente tiene un efecto mínimo en la transmisión de voz debido a que el oído humano es insensible a pequeños cambios de fase. La transmisión de datos si se ve seriamente afectada debido a la alteración que sufren las ondas componentes que conforman el pulso digital.

La distorsión por retraso puede ser compensada utilizando un equalizador de retrasos, el cual impone retrasos a las frecuencias mas rapidas, restaurando la relación de fase existente en el punto transmisor.

#### **2.10.3.4 Ruido**

El ruido puede ser definido como la presencia de energía no deseada que interfiere con una determinada transmisión.

En los sistemas de transmisión existen dos tipos de fuentes productoras de ruido. La primera es el ruido inherente a los sistemas de transmisión e independiente a la señal transmitida. Este tipo de ruido es llamado "ruido en canal libre" y tiene varios tipos de fuentes productoras.

El ruido en canal libre tambien conocido como "ruido de fondo" o "ruido aleatorio" tiene su mayor fuente productora en el conocido como "ruido termico" el cual es generado cuando los electrones impactan en alguna de las moleculas del conductor, conforme la temperatura del conductor se incrementa, el ruido tambien se incrementa debido a que la agitación de las moleculas aumenta existiendo por consiguiente mas colisiones.

Otra fuente de ruido en canal libre es el producido por el "acople electromagnetico". La gran mayoria de los circuitos de transmisión están

expuestos a influencias eléctricas externas debido a su proximidad con otros circuitos. Los circuitos telefónicos están generalmente cerca en forma física con otros circuitos telefónicos. Cualquier circuito que pase por una central telefónica está potencialmente expuesto a la influencia de otros circuitos o fuentes de poder. Algunos de los circuitos telefónicos corren en forma paralela a las líneas conductoras de energía eléctrica. La exposición a todos estos campos electromagnéticos crea inducción de corriente en las líneas de transmisión.

El segundo tipo de fuente productora de ruido es el "ruido dependiente de la señal", el cual es generado por los circuitos productores o receptores de la señal, particularmente cuando se tienen equipos de transmisión tales como repetidores y ecualizadores.

### **2.10.3.5 Eco**

El eco resulta del reflejo de las ondas en un punto del canal de transmisión. Este fenómeno generalmente es provocado por una deficiencia en el acople de circuitos telefónicos. La fuente productora de eco más común es el interface de 2-hilos a 4-hilos.

El problema de la presencia de eco en la línea se logra controlar con un adecuado acople de impedancias.

# **III. DISEÑO DE LA SECCION DE CONTESTACION Y DESCONEXION**

## **3.1 INTRODUCCION**

Para la realización del diseño del controlador se tomó en cuenta los tipos de señal manejadas en las distintas partes del circuito.

tipos de señales:

- a) Analógicas o Digitales
- b) Entrada o Salida
- c) Alterna o Directa
- d) Alimentación o Control

En base a lo anterior se dividió el circuito para su diseño en cinco partes. Las cuales son:

- 1) CONTESTACION**
- 2) DECODIFICACION**
- 3) LOGICA**
- 4) CONTROL**
- 5) ALIMENTACION**

## **3.2 SECCION DE CONTESTACION Y DESCONEXION**

Esta sección fue diseñada tomando en cuenta la señalización utilizada por el sistema telefónico para indicar la presencia de una llamada entrante.

### **3.2.1 Consideraciones**

- A) Se debe detectar una llamada entrante de cualquier línea telefónica.
- B) Poder escoger a las cuantas llamadas el sistema va a contestar.
- C) Una vez que el sistema contesta poder entablar la comunicación.
- D) Ya terminada la comunicación el sistema deberá cortar la comunicación y debe quedar habilitado para recibir otra llamada.

## **3.3 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTESTACION**

En las comunicaciones telefónicas se utiliza la corriente directa para llevar la comunicación y la corriente alterna para la generación del timbrado.

La señal para la generación del timbrado se va a utilizar para activar el sistema de autocontestación. Ya que el circuito va a estar acoplado a dispositivos tipo "TTL" el nivel máximo de voltaje que se va a manejar es de +5VDC. Debido a que el voltaje alterno aplicado en el timbrado varía en el rango de 70 a 95 VRms, este se tiene que reducir primeramente por medio de un transformador y rectificarse para de esta forma obtener un nivel de +5VDC.

En base a lo anterior se diseñó este circuito de la siguiente manera: Se utilizó un transformador con relación 10:1 a manera de asegurar un voltaje máximo ya rectificado de 13.5VDC y un voltaje mínimo de 9.9VDC dejando tolerancia por posibles fluctuaciones.

Como no se puede acoplar directamente la línea telefónica al transformador del circuito de contestación, ya que éste se comporta como un cortocircuito con la corriente directa que maneja la línea, se tuvo que acoplar un capacitor entre la línea telefónica y el transformador. Este capacitor se tuvo que escoger en base a las siguientes características: La frecuencia de la señal de timbrado es muy baja (20 a 30 Hz), por lo que no se podía escoger un capacitor de capacitancias pequeñas ya que tampoco permitiría el paso de esta señal o en su defecto la deformaría. Tampoco se pudo escoger un capacitor de gran capacitancia ya que permitiría el flujo de corriente directa (por mínima que fuera) suficiente para cerrar el circuito. En base a pruebas realizadas se encontró que el capacitor idóneo es de 0.1 microfaradios.

La señal de timbrado una vez reducida es rectificada por medio de un puente rectificador y posteriormente regulada a 5VDC por medio de un regulador 7805, asegurándose así; que independientemente de la señal AC que se tenga a la entrada; siempre vamos a tener 5VDC a la salida. Como la señal de timbrado está presente durante 2 segundos y ausente durante 4 segundos (generalmente), a la salida del 7805 se obtiene un pulso cada 4 segundos. Este pulso se utiliza como señal para activar un contador de 4-bits (7493), ya que el 7493 es muy sensible a las variaciones y, a manera de hacer más estable el conteo, la señal proveniente del 7805 no se utilizó para alimentar directamente al contador, sino que se acopló un transistor para tal efecto.

Una vez que el 7493 recibe los pulsos empieza a contar en forma binaria a través de sus salidas. La señal proporcionada por estas salidas va a alimentar un relevador encargado de entablar la comunicación.

Puesto que es un contador binario se pueden escoger 1, 2, 4 ó 8 timbrados; para esto se dispuso de un selector. De cual salida del 7493 se escoga la señal de alimentación depende a las cuantas pulsaciones o timbrados conteste el equipo.

Para activar el relevador, se tuvo que acoplar un transistor a la salida del contador, ya que el relevador funciona con un voltaje de 12VDC, además de que el devanado de éste consume 70 miliamperes, mucha mas corriente de la que el contador puede proporcionar, la cual es de 3.2 miliamperes.

Una vez que se activa el relevador, éste cierra el circuito para entablar así la comunicación. Como el relevador no puede cerrar directamente el circuito ya que se originaría un corto circuito, se tiene que disponer de una resistencia, la cual se calcula tomando en cuenta que la línea telefónica funciona con -48VDC y la corriente que proporciona es de 20 miliamperes.

$$R = \frac{48V}{20mA} = 2400 \text{ ohms}$$

Como esta resistencia no existe comercialmente se va a utilizar una resistencia de 2200 ohms, la cual es el valor comercial mas cercano.

Para evitar inestabilidad en las secciones posteriores ya que lo que nos interesa es unicamente el paso de los tonos de control, vamos a limitar el

paso de la corriente D.C. despues de la sección de contestación mediante la disposición de un capacitor de .1Uf.

Cuando se activa el relevador para entablar la comunicación, este produce una inestabilidad momentanea en el circuito, lo que se traduce en la generación de ruido, el cual podría ocasionar problemas. Para evitar el paso de este ruido hacia la sección decodificadora se dispuso de otro relevador despues del capacitor de .1Uf.

Este relevador se debe de activar con un retardo de un segundo con respecto al primero, para lograr esto se puso un circuito de retardo RC.

$$t = RC$$

Considerando  $C = 10\text{Uf}$  calculamos R.

$$R = \frac{t}{C} = \frac{1\text{Seg}}{.00001\text{Uf}} = 100 \text{ Kiloohms}$$

Quedando así el circuito de contestación como indica la figura 3.1

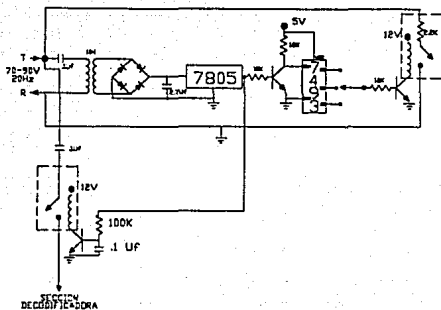


FIG 3.1

### 3.4 DISEÑO DEL CIRCUITO DE DESCONEXION

Para el diseño de este circuito se aprovechó el tono que genera la central pública para indicar la desconexión de una llamada. Este tono de desconexión está conformado por la frecuencia de 350 Hz. Para detectar este tono se requiere de un filtro paso bandas. El circuito que nos proporciona esta función es el LM567.

#### 3.4.1 LM567

El circuito integrado LM567 es un detector de tonos de uso general, programable a la frecuencia que se desee.



El LM567 está diseñado para, cuando la frecuencia programada está presente en su pasobandas, saturar un transistor y de esa manera mandar su salida a tierra. El circuito consiste en un oscilador controlado por voltaje, el cual determina la frecuencia central del decodificador. Requiere de componentes externos (resistencias y capacitores) para poder ajustar la frecuencia central y el ancho de banda. (figura 3.2)

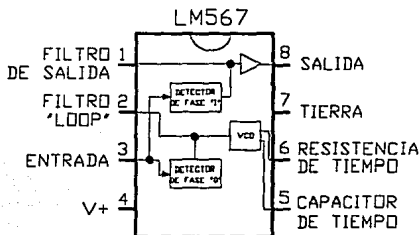


FIG 3.2

**Características:**

- \* Compatible con lógica "TTL"
- \* Capacidad de proveer hasta 100 miliamperes de corriente.
- \* Ancho de banda ajustable desde 0 hasta 20%
- \* Alto rechazo de frecuencias fuera de banda, así como ruido.
- \* Inmune a falsas señales.
- \* Frecuencia central muy estable.
- \* Frecuencia central ajustable desde 0.01 Hz hasta 500 Khz.

Para programar la frecuencia central del LM567 se utiliza la siguiente formula:

$$f_0 = \frac{1}{R1C1}$$

Despejando R1 queda:

$$R1 = \frac{1}{f_0C1}$$

Considerando la frecuencia central a 350 Hz y el capacitor C1 de 1 microfaradios, calculamos R1:

$$R1H = \frac{1}{(350)(.0000001)} = 28.5 \text{ Kohms}$$

Como comercialmente no existe esta resistencia y a manera de darle mas precisión se utilizó una resistencia variable de 33 Kohms.

La señal que genera a su vez el LM567 se va a utilizar para inicializar el contador (7493), el cual activa el relevador de contestación. La señal que genera el LM567 no se puede aplicar directamente al contador ya que éste necesita de un estado alto para inicializarse, y la señal que produce el LM567 es un estado bajo. Para poder efectuar el cambio del estado lógico de la señal se requirió de un circuito inversor entre el LM567 y el contador.

El contador al ser inicializado manda todas sus salidas a estado bajo, lo que ocasiona que el relevador encargado de cerrar el circuito telefónico se desenergize, liberándose así el canal telefónico, como se indica en la figura 3.3.

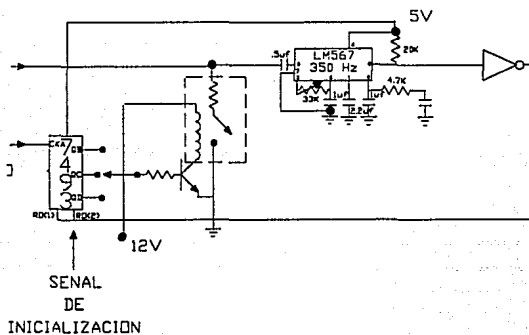


FIG 3.3

## **IV. DISEÑO DE LA SECCION DECODIFICADORA**

### **4.1 CONCEPTO**

Una vez que la sección de contestación ha entablado la comunicación se procede a recibir y decodificar las señales destinadas al control del sistema

### **4.2 CONSIDERACIONES**

- A) Recibir señalización por medio de tonos (DTMF)
- B) Decodificar cada uno de los tonos que se están recibiendo de acuerdo con el sistema de marcación (DTMF)
- C) Una vez decodificados los tonos generar una señal que represente el número o carácter enviado.
- D) Además de recibir y decodificar señales remotas vía telefónica poder generar las mismas señales localmente.

### 4.3 DISEÑO DE LA SECCION DECODIFICADORA DE LAS SEÑALES RECIBIDAS REMOTAMENTE

Ya que como se explicó en el primer capítulo, el sistema de señalización por medio de tonos duales (DTMF) utiliza parejas de tonos para designar cada uno de los valores de señalización telefónica (0-9, \* y #), primero es necesario saber el tipo de tono que se está recibiendo.

Como los tonos están formados por la combinación de dos ondas periódicas a frecuencias determinadas, es posible determinar estas frecuencias por medio de filtros paso bandas, los cuales permiten el paso de una frecuencia específica, pudiéndose separar de esta forma las dos frecuencias integrantes del tono recibido. Conociéndose por consiguiente el valor relacionado con ese tono.

Las frecuencias integrantes del sistema "DTMF" son las siguientes:

	1209	1336	1477
687	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

Como se puede ver se tienen siete frecuencias distintas por lo que es necesario la utilización de siete filtros paso bandas.

Como filtro paso bandas se utilizo el circuito integrado LM567.

Considerando las frecuencias extremas de 697Hz y 1477Hz, y la capacitancia C1 constante a 0.1 microfaradios. calculamos R1L y R1H:

$$R1L = \frac{1}{(1477)(.0000001)} = 6.77 \text{ Kohms}$$

$$R1H = \frac{1}{(697)(.0000001)} = 14.3 \text{ Kohms}$$

El cálculo anterior nos da el valor mínimo y máximo de resistencia que se debe utilizar; por lo que se decidió utilizar en cada LM567 una resistencia variable de 15 Kohms, para en esta forma poder ajustar de manera precisa la frecuencia central de cada filtro.

Para el cálculo del ancho de banda se utilizó la siguiente formula:

$$BW_{\%} = 1070 \sqrt{\frac{VIN}{fo C2}}$$

El resultado está dado en porcentaje de la frecuencia central (fo)

Despejando C2 queda:

$$C2 = \frac{VIN}{f_0 \left( \frac{BW\%}{1070} \right)^2}$$

Donde C2 está dado en microfaradios

Para el cálculo del ancho de banda se va primero a considerar la diferencia de valor entre las dos frecuencias inferiores.

Considerando a  $df$  como incremento de frecuencia calculamos:

$$df = f_2 - f_1 = 770 - 697 = 73\text{Hz}$$

El valor ( $df$ ) nos da el ancho de banda máximo ( $BW_{\max}$ ) para que dos filtros no se vean afectados por una misma frecuencia. Por lo que podemos decir que ( $df$ ) = ( $BW_{\max}$ ).

Considerando el ancho de banda máximo ( $BW_{\max}$ ) como un porcentaje de la frecuencia inferior

$$BW_{\max} = \frac{7300}{697} = 10.5\%$$

Tomando en cuenta la tolerancia de los dispositivos vamos reducir 10% el ancho de banda por lo que vamos a utilizar un 9%.

$$C2 = \frac{0.2}{697 \left(\frac{9}{1070}\right)^2} = 4\mu\text{f}$$

Utilizando el valor de 4 $\mu\text{f}$  para calcular el porcentaje del ancho de banda (BW%) en la frecuencia de 1477 se obtiene:

$$\text{BW}\% = 1070 \sqrt{\frac{.2}{(1477)^2 (4)}} = 6.22\%$$

Con el valor de 6.22% obtenemos el ancho de banda (BW):

$$\text{BW} = (1477)(.0622) = 92\text{Hz}$$

$$\text{BW}_{\text{max}} = 1477 - 1336 = 141\text{Hz}$$

Como podemos ver  $\text{BW}_{\text{max}} > \text{BW}$  por lo que podemos utilizar este valor de capacitor para determinar el ancho de banda en todos los filtros.

Cuando un circuito LM567 detecta la frecuencia a la cual está calibrado, éste cambia su estado de estado alto (+5VDC) a estado bajo (0VDC). Así cuando un tono es detectado, se generan un par de señales, correspondientes al par de frecuencias integrantes de dicho tono. Este par de señales nos indica un dígito o carácter específico, por lo que se buscó un circuito que al recibir un par de señales, generará su vez una única señal distintiva de ese dígito o carácter. Este circuito debía cumplir la condición de que al recibir un par de señales en estado bajo diera una señal de salida en estado alto, expresado en forma Booleana:



$$Y = \overline{A+B}$$

El circuito que cumple con esta condición es la compuerta tipo "NOR" (7402). Representado en la figura 4.1

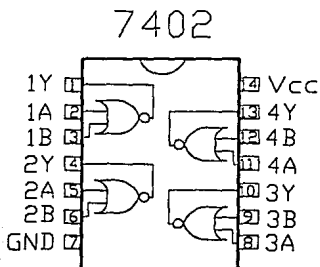


FIG 4.1

Así la salida de los circuitos LM567, dependiendo de la frecuencia que detecten, van a una compuerta "NOR" específica.

Se pusieron 12 compuertas "NOR", para permitirnos tener la señal de los dígitos del 0 al 9 además de los caracteres especiales como son el "\*" y el "#".

Quedando el circuito como se indica en la figura 4.2

SECCION  
DE  
CONTESTACION

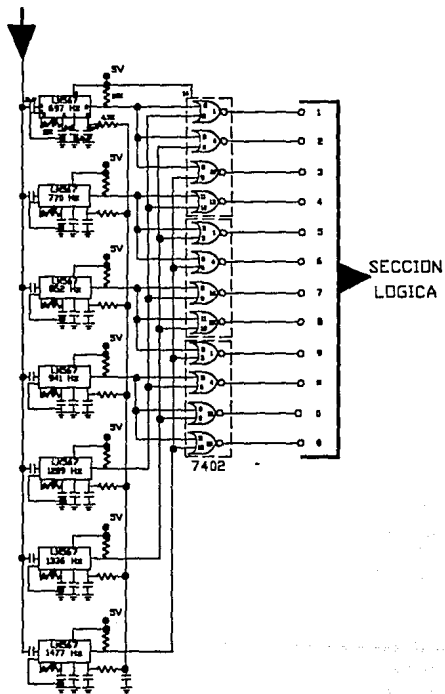


FIG 4.2

## 4.4 DISEÑO DEL GENERADOR DE SEÑALES DE CONTROL EN FORMA LOCAL

También se tuvo que considerar la posibilidad de controlar la iluminación en forma local, o sea, que el sistema no sólo recibiera las señales via telefónica sino que también éstas se le pudieran dar en forma local.

Para lograr el control del sistema en forma manual se dotó al circuito de un teclado similar al teclado telefónico que consta de interruptores conectados, por un lado, a la alimentación de +5VDC y por el otro a la entrada de la sección lógica, como se explica en la figura 4.3 Al oprimir cualquiera de las teclas se cierra el interruptor correspondiente, obteniéndose una señal de salida similar a la que produce el circuito decodificador para esa misma tecla cuando recibe la señal via telefónica

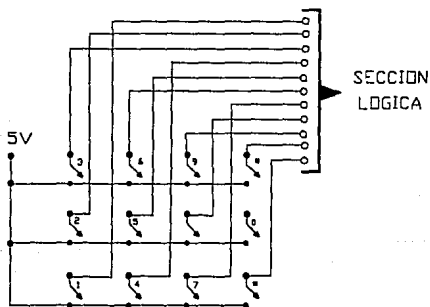


FIG 4.3

# **V. DISEÑO DE LA SECCION LOGICA**

## **5.1 CONCEPTO**

A esta sección llegan las señales ya decodificadas, y le compete la interpretación de éstas para generar las señales de control

## **5.2 CONSIDERACIONES**

- A) Recibir las señales ya decodificadas e interpretarlas.
- B) Generar señales de control que puedan ser utilizadas para activar o desactivar un interruptor

## **5.3 DISEÑO**

Como se vio en la sección anterior, se pueden recibir doce señales por medio de la señalización "DTMF".

En el diseño de esta sección se busca utilizar esas doce señales de la mejor manera, además de considerar la posición de cada una de ellas dentro del teclado telefónico, para darle así al circuito versatilidad y funcionalidad.

Como este circuito busca controlar un sistema de alumbrado, lo primero que se vio fue utilizar dos señales, las cuales nos permitirían prender o apagar el sistema. Las señales que se eligieron para tal efecto son el "\*" para prender , y "#" para apagar.

Una vez elegidas las señales de prendido y apagado, se vio cuantas secciones del alumbrado se podían controlar independientemente. Por facilidad de diseño (ya que los circuitos digitales manejan señales de dos o potencias de dos) además de la disponibilidad de señales se dividió al sistema en ocho secciones de control independiente, escogiéndose para tal efecto las señales del 1 al 8.

También se vio la necesidad de incorporar una señal que nos permitiera encender todas las secciones del alumbrado o apagarlas en forma simultánea. Para tal efecto se escogió al "9" como señal de control general.

Una vez escogida y asignada la función a cada una de las señales se ideó el circuito

Como en esta sección es en donde se van a generar las señales de control, las cuales van a permitir que se prenda o apague el alumbrado, se tuvo que recurrir a un circuito integrado que permitiera mantener el estado que se le asignara, y que sólo, mediante el uso de otra señal, se cambiara ese estado. Para tal efecto se utilizó el circuito conocido como multivibrador biestable ó "Flip-Flop".

### 5.3.1 Circuito "Flip-Flop"

El circuito "Flip-Flop" nos da una señal de salida (la cual puede ser un estado alto o un estado bajo) al aplicar a una de sus entradas conocida como "Set" un pulso. Esta salida no va a variar aunque se apliquen pulsos subsecuentes en "Set". La única forma de cambiar este estado es aplicar un pulso en la otra de sus entradas conocidas como "Reset".

En su forma más simple, el "Flip-Flop" consiste de dos transistores acoplados por medio del colector de uno a la base del otro, y viceversa. (figura 5.1).

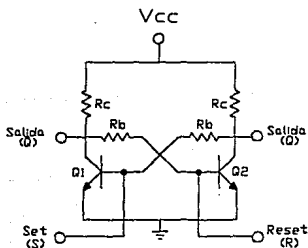


FIG 5.1

La figura muestra un "Flip-Flop" básico. Si aplicáramos una señal positiva en la base del transistor (Q1) ocasionaríamos que éste condujera y el voltaje colector-emisor (Vce) fuera de aproximadamente .2V. Como la base del transistor (Q2) esta unida al colector de Q1, el voltaje en esta parte

sera también de .2V, ocasionando que Q2 esté apagado, por lo que su voltaje "Vce" será aproximadamente el voltaje de alimentación (Vcc). Si ahora aplicáramos una señal positiva en la base de Q2 ocasionaríamos que éste condujera invirtiéndose de esta forma los voltajes "Vce" de ambos transistores.

Como puede observarse, el aplicar otra señal positiva en la base de cualquiera de los transistores una vez que éste se encuentra conduciendo no cambia en nada su estado, y la única forma de cambiarlo es aplicar una señal positiva en la base del transistor que está apagado.

De entre los circuitos tipo "Flip-Flop" existen varios tipos: El "S-R", el tipo "D", el tipo "T", el "J-K".

Para este diseño se requirió el Flip-Flop "J-K" (7476).

### **5.3.2 Flip-Flop "J-K" (7476)**

Se consideró este circuito integrado (figura 5.2) debido a que además de las entradas "Set" y "Reset" (conocidas también como "Preset" y "Clear"), también tiene las entradas "J" y "K". Las entradas "J" y "K" funcionan en forma muy similar a las "Set" y "Reset", con la diferencia de que requieren de la señal de un reloj para poder cambiar el estado.

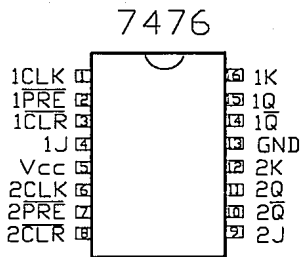


FIG 5.2

Las entradas "Set" y "Reset" se van a utilizar para cambiar el estado de cada uno de los "Flip-Flops" en forma individual.

Las entradas "J" y "K" se van a utilizar para cambiar el estado de todos los "Flip-Flops" en forma general y al mismo tiempo.

Para poder cambiar el estado de cada uno de los "Flip-Flops" en forma particular se necesita una señal de encendido (\*) o una señal de apagado (#) segun sea el caso, además de una señal (1-8) por medio de la cual vamos a indicar cual "Flip-Flop" se va a activar o desactivar. Como se puede ver, se requiere de la combinación de dos señales por cada acción que se elija.

Para combinar estas dos señales se tuvo que escoger un circuito integrado, el cual al recibir dos estados altos de entrada produjera un estado bajo de salida, debido a que las entradas "Set" y "Reset" en este circuito están diseñadas para cambiar el estado del "Flip-Flop" en estado bajo. Expresado en forma Booleana:



$$Y = \overline{AB}$$

El circuito que cumple con esta condición es la compuerta tipo "NAND" (7400). (figura 5.3)

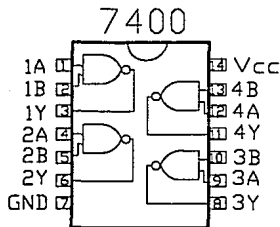


FIG 5.3

Aquí se tuvo que tomar en cuenta una condición ya expresada, la cual es, que deben estar presentes las dos señales de entrada al mismo tiempo para poder dar la señal de salida. Como las señales recibidas de la sección decodificadora siempre vienen de una en una, se tuvo que ver la forma de mantener presente la primera señal para cuando llegara la segunda señal, por lo que se buscó un circuito que mantuviera presente la señal durante un período determinado de tiempo. El circuito que logra esto es el integrado LM555.

### 5.3.3 LM555

El LM555 (figura 5.4) es un temporizador programable muy versatil ya que se puede ajustar para producir una onda periódica a una frecuencia determinada, conocido como modo "Astable". También el LM555 se puede programar para que al recibir una señal de entrada se produzca una señal de salida (estado alto) durante un tiempo predeterminado. Este modo de programación es conocido como modo "Monoestable".

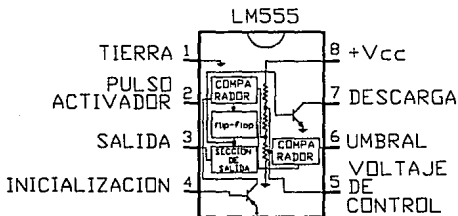


FIG 5.4

Como lo que se requiere es que en el integrado 7400 la primera señal se encuentre presente al llegar la segunda señal, para esto se va a diseñar el circuito a manera que la primera señal pase por el LM555 programado en modo "Monoestable".

La primera señal que siempre va a recibir el circuito es la que le va a indicar lo que va a realizar, en este caso un enciende o un apaga designado

por "\*" y "#". El tiempo total en el que estas señales van a estar presentes se calcula por medio de la siguiente formula:

$$t = 1.1RaC$$

Para calcular este tiempo se tuvo que considerar el tiempo que transcurre en que una persona manda una señal de control (enciende o apaga), y el tiempo en que se manda la señal para designar cual sección se va a encender o apagar. Además se busca aprovechar este tiempo ya que con enviar una sola señal de enciende o apaga se puede controlar todo el proceso, o sea, una persona tendría que apretar una de las teclas de control "\*" ó "#" al principio únicamente, y las teclas apretadas subsecuentemente serían solamente para designar el número de la sección a controlar, lo que reditua en menos teclas apretadas en el teléfono transmisor, agilizando así la transmisión y el control.

En base a lo anterior se consideró que un tiempo idóneo es de diez segundos.

Despejando de la formula de tiempo a Ra y considerando un capacitor de 0.1 microfaradios, tenemos:

$$Ra = \frac{t}{1.1C} = \frac{10}{1.1(.0000001)} = 1\text{Mohm}$$

De esta forma las señales "\*" (enciende) y "#" (apaga) van a estar presentes por un período de diez segundos.

Podría darse el caso de que por ejemplo una persona apretara la tecla "\*" y que un instante despues apretara la tecla "#", esto ocasionaría que

las dos señales estuvieran presentes en un tiempo determinado, causando problemas y confusión en los "Flip-Flops". Para evitar esto, se van a utilizar las entradas "Reset" del LM555. Al aplicar un estado bajo en la entrada "Reset" inmediatamente pone la salida en estado bajo, sin importar que no haya transcurrido el tiempo de estado alto.

De esta forma se va a conectar la señal "\*" a la entrada "Reset" del LM555 que controla la señal "#", y viceversa. Lo anterior ocasiona que al haber una señal automáticamente se inhiba la salida de la otra señal. Como lo indica la (figura 5.5)

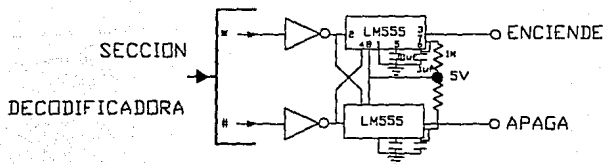


FIG 5.5

Como la señal que requiere el integrado LM555 para su funcionamiento tanto en la entrada "monoestable" como en la entrada "Reset" es un estado bajo, y la salida proveniente de la compuerta "NOR" (7402) es un estado alto, es necesario incorporar un circuito inversor. El circuito inversor que se utilizó es el 7404.

Para cambiar el estado de todos lo "Flip-Flops" en forma general se van a utilizar al igual que en el control particular las señales "\*" y "#" además de la señal "9".

Para lograr el control general se van a utilizar las entradas "J" y "K" de los "Flip-Flops". Para tener un cambio de estado utilizando las entradas "J" y "K" se necesita una señal en estado alto. Como las señales "\*" y "#" se van a combinar con la señal "9" para producir una señal de control (estado alto), se necesita una compuerta que a la presencia de dos estados altos a la entrada, nos genere un estado alto a la salida, expresado en forma Booleana:

$$Y = AB$$

El circuito que cumple con esta condición es el 7408 el cual consta de cuatro compuertas tipo "AND". (figura 5.6)

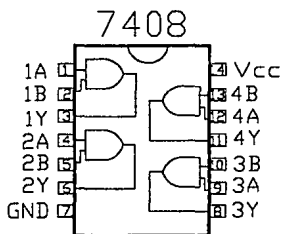


FIG 5.6

Como se explicó anteriormente las entradas "J" y "K" además requieren de una señal aparte para poder realizar el cambio de estado, esta

señal puede ser generada por un reloj. En este caso se utilizó el circuito integrado LM555 programado en su modalidad "astable"

Para calcular la frecuencia a la cual el LM555 va a oscilar se hará uso de las siguiente formulas:

El tiempo de carga del circuito ( $t_1$ ) y que nos da un estado alto está dado por:

$$t_1 = 0.693(R_a + R_b)C$$

El tiempo de descarga ( $t_2$ ) que nos da un estado bajo es:

$$t_2 = 0.693(R_b)C$$

La suma de los dos tiempos nos da el tiempo total del período:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693(R_a + 2R_b)C$$

Por qué la frecuencia esta dada por:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_a + 2R_b)C}$$

Como se puede ver la resistencia  $R_b$  está presente en el cálculo de los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ , por lo que si hacemos la resistencia  $R_a$  muy pequeña y la resistencia  $R_b$  muy grande tendremos ambos tiempos aproximadamente iguales.

Despejando Rb y considerando:

$$C = .1 \text{ microfaradios}$$

$$R_a = 100 \text{ ohms}$$

$$f = 1000 \text{ Hz}$$

nos da:

$$R_b = \frac{\frac{1.44}{f_c} - R_A}{2} = \frac{\frac{1.44}{(1000)(.0000001)} - 100}{2} = 7150 \text{ ohms}$$

El valor de la resistencia comercial más cercana es de 6800 ohms.

Los "Flip-Flops" van a reflejar el estado en el cual se encuentran mediante dos salidas:

Q y  $\overline{Q}$

Estas salidas son el inverso la una de la otra o sea que cuando una está en estado alto la otra está en estado bajo y viceversa.

En este caso se utilizaron las salidas Q. Quedando el circuito como lo indica la figura 5.7

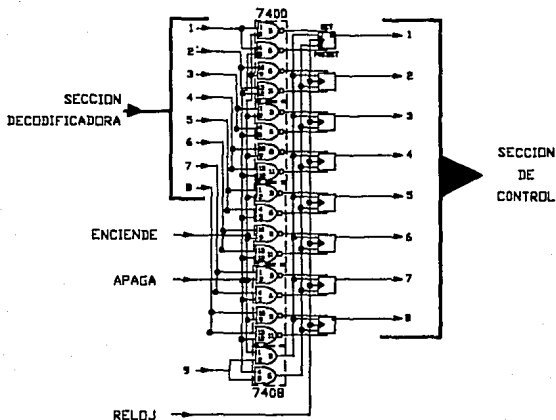


FIG 5.7

Muchas veces las líneas telefónicas presentan problemas de ruido lo que implica problemas en la transmisión de los tonos "DTMF" y provoca que al decodificarlos se generan señales falsas, lo que reditua en problemas en el control.

Para evitar al máximo estos errores se incorporaron circuitos retardadores en todas las entradas de la sección lógica. Los circuitos retardadores están formados por resistencias y capacitores.



Cuando la señal pasa por la resistencia, carga el capacitor en un tiempo aproximadamente a la constante de tiempo  $RC$ , esto implica que la señal debe estar presente por un periodo de tiempo para poder ser detectada por la sección lógica, lo que evita que pulsos provocados por el ruido puedan ser detectados como señales de control.

## **VI. DISEÑO DE LA SECCION DE CONTROL**

### **6.1 CONCEPTO**

Aunque la sección lógica ha generado las señales de control para las diferentes secciones del alumbrado, estas no tienen las características (voltaje, corriente, tipo de señal) para que se puedan utilizar en forma directa en el encendido o apagado, sino que tienen que reflejarse en un circuito de control que cumpla con lo siguiente:

### **6.2 CONSIDERACIONES**

- a) Recibir una señal DC de entrada de 5 volts y una corriente de 10 miliamperes
- b) generar una salida capaz de controlar 127 volts de corriente alterna y soportar un foco de por lo menos 100 watts de potencia (por cada salida).

## 6.3 DISEÑO

Los dispositivos que nos permiten el poder manejar dos señales de características tan distintas tanto en tipo de señal (AC y DC), como en voltaje y corriente son los relevadores.

Los relevadores que se consideraron para este diseño son los RU11012 los cuales tienen las siguientes características:

Voltaje en el devanado = 12 VDC.

Corriente demandada por el devanado = 80 miliamperes.

Voltaje que pueden manejar los contactos = 127 VAC.

Corriente que pueden manejar los contactos = 6 Amperes.

Estos relevadores al poder manejar una corriente de hasta 6 Amperes y un voltaje de 127 VAC, nos permiten por lo tanto manejar una potencia (W) por sección de :

$$W = VI = (127) (6) = 762 \text{ watts}$$

Lo cual es muy superior a los requerimientos iniciales

Aunque la corriente que consume el devanado es pequeña, para los circuitos "Flip-Flop" esta cantidad de corriente resulta excesiva para sus características, ya que por diseño pueden manejar hasta 10 miliamperes sin problema, por lo que si los conectáramos directamente a los relevadores, ocasionáramos problemas y daños a los circuitos "Flip-Flop".

Además los circuitos "Flip-Flop" al ser "TTL" manejan un voltaje de 5 VDC, el cual es inferior al que maneja el devanado del relevador el cual es de 12 VDC.

En base a lo anterior para evitar problemas de sobrecorriente en los "Flip-Flop" y además para poder manejar un voltaje de 12 VDC, estos se van a acoplar a los relevadores mediante transistores.

Se tuvo que utilizar un transistor que cumpliera con las siguientes características:

$$I_c = 80 \text{ miliamperes}$$

$$V_{ce} = 12 \text{ VDC}$$

Por lo que se utilizó un transistor 2N2222 el cual tiene las especificaciones:

$$I_c = 100 \text{ miliamperes}$$

$$V_{ce} = 30 \text{ VDC}$$

Este transistor tiene una beta característica de 100

$$\text{Beta} = \frac{I_c}{I_b}$$

De donde  $I_b$  es la corriente proporcionada por el "Flip-Flop"

Despejando  $I_b$ :

$$I_b = \frac{I_c}{\text{Beta}} = \frac{.07}{100} = 700 \text{ microamperes}$$

Reduciendose considerablemente de esta forma la corriente demandada a los "Flip-Flops". Quedando esta sección como el circuito de la figura 6.1

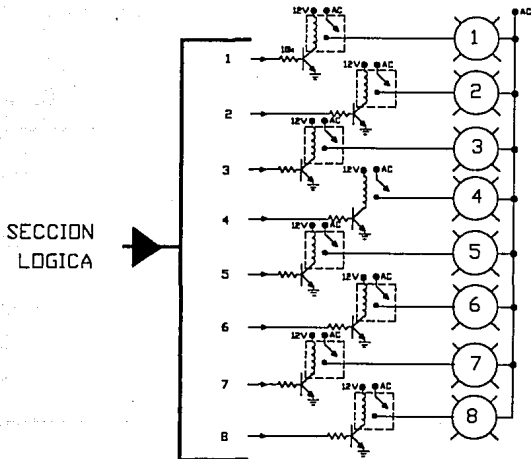


FIG 6.1

# VII. DISEÑO DE LA SECCION DE ALIMENTACION

## 7.1 CONSIDERACIONES

- a) Recibir una alimentación externa de 127 VAC, reducirla y rectificarla, para así:
- b) Poder proporcionar una alimentación de 5 Volts para los circuitos lógicos del circuito.
- c) Poder proporcionar una alimentación de 12 Volts para los circuito de potencia del circuito.

## 7.2 DISEÑO DE LA ETAPA DE 5 VOLTS

Para poder reducir y rectificar la alimentación de 127 VAC se recurrió al uso de un circuito basico constituido por un transformador que nos permite reducir el voltaje a 12VAC, de aquí se pasa por un puente de diodos para rectificar la señal y un capacitor de 100uf para el filtraje y estabilización de ésta.

La señal ya rectificada es una señal de 17 VDC (aproximadamente).

Como la sección logica requiere de una alimentación de 5 VDC se tuvo que buscar un regulador que nos proporcionara este voltaje a partir de

una entrada de 17 VDC además de la corriente demandada por los elementos del circuito.

Cálculo de la corriente demandada por el circuito:

**DISPOSITIVO CONSUMO #DISPOSITIVOS CONSUMO TOTAL**

LM555	5 mA	3	15 mA
LM567	15 mA	8	120 mA
7404	2 mA	2	4 mA
7400	2 mA	16	32 mA
7408	4 mA	2	8 mA
7402	3 mA	12	36 mA
7476	10 mA	8	80 mA
7493	26mA	1	26 mA

---

**TOTAL CONSUMIDO POR LOS DISPOSITIVOS 321 mA**

Al total obtenido le agregamos un 10% de tolerancia, quedando un consumo total del circuito de 353 mA

En base al calculo anterior se escogio el regulador de voltaje 7805 ya que este nos permite regular a un voltaje de 5 VDC y suministrar hasta un ampere de corriente, lo cual es superior al consumo calculado.

## 7.3 DISEÑO DE LA ETAPA DE 12 VOLTS

Para alimentar la fuente de 12 VDC se va a utilizar el mismo circuito rectificador utilizado para proporcionar corriente a la fuente de 5 VDC. Y para seleccionar el regulador se analizó el consumo de corriente demandado por los relevadores integrantes del circuito de potencia

DISPOSITIVO	CONSUMO	#DISPOSITIVOS	CONSUMO TOTAL
TU11012	80 mA	9	720 mA

En este caso se escogio el regulador 7812. Aunque este regulador por especificaciones puede manejar hasta un ampere de corriente, se prefirio acoplar un transistor a manera de que sea este el que proporcione la corriente, evitando así calentar regulador, aumentando su vida útil. Además de que esta forma aumentamos la corriente que puede proporcionar el circuito.

El transistor que se escogio fue el TIP31, el cual puede manejar hasta un ampere de corriente.

Para que conduzca el transistor debe de existir un voltaje entre base y emisor de .7 VDC. Como se busca que el transistor empiece a conducir cuando la corriente demandada sea mayor de 500 miliamperes de dispuso una resistencia entre base y emisor de:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5VDC}{500mA} = 10 \text{ ohms}$$



Quedando el circuito como se ilustra en la figura 7.1

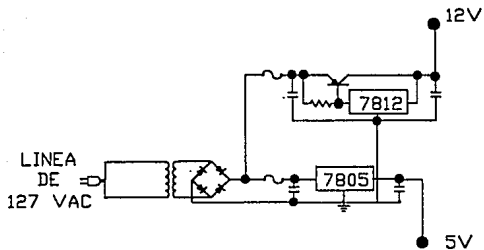
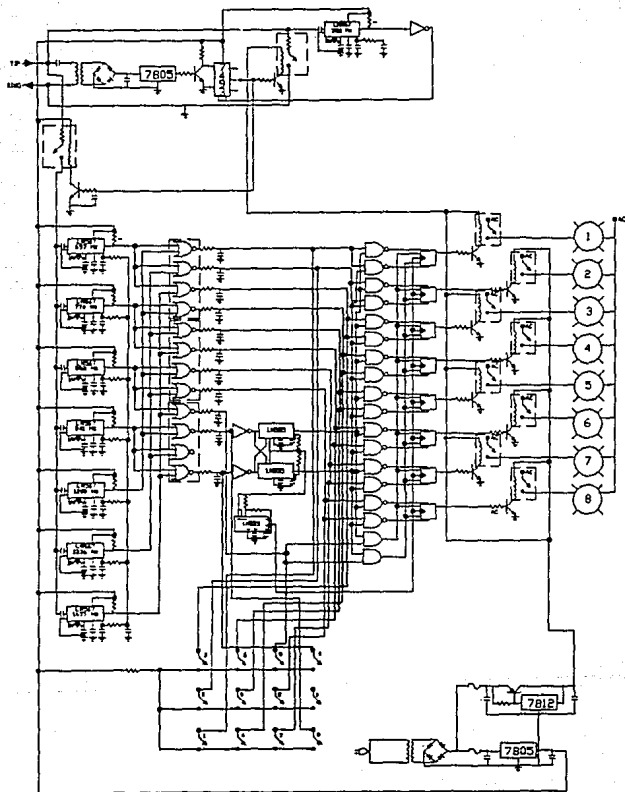


FIG 7.1

# DIAGRAMA DEL CONTROLADOR



## CONCLUSIONES

El teléfono es un recurso de comunicación con un potencial enorme en nuestros días ya que nos permite efectuar casi cualquier tipo de transmisión de voz y datos.

En la actualidad el teléfono se ha desarrollado y mejorado, aumentando su capacidad de transmisión y la fidelidad de estas.

En esta tesis se vio la factibilidad de poder diseñar un sistema que involucrara las ventajas que ofrece el teléfono aplicadas en nuestro propio beneficio: El diseño de un controlador de iluminación domestico, el cual; con algunas pequeñas modificaciones; puede ser hacerse extensivo al control industrial.

Como se vio en el desarrollo del diseño, este se dividió en cinco secciones y efectuo en base a objetivos específicos planteados al principio de cada sección para, de esta forma, poder ir atacando los problemas que se fueran presentando en cada parte del diseño.

Todo esto nos permite el poder irnos adentrando mas en las comunicaciones telefónicas .

El progreso de un país se mide en función de la calidad de las comunicaciones que posee, así como a su capacidad de incrementarlas y mejorarlas.

Lo anterior nos permite el poder formular ciertas preguntas y conclusiones:

¿Porque depender en muchas ocasiones de los diseños y desarrollos extranjeros, si en México existe el conocimiento y la capacidad para desarrollar proyectos?

En muchas ocasiones preferimos depender de diseños extranjeros aunque en esencia sean muy sencillos.

Existen muchos proyectos como el realizado en esta tesis, los cuales pueden ser realizados sin necesidad de recurrir a diseños extranjeros o a componentes muy especializados, ya que este controlador se realizó con dispositivos comerciales fáciles de obtener en el mercado mexicano. Además que el diseño de el controlador al utilizar el tipo de señalización "DTMF" lo hace bastante versátil y susceptible de sufrir cambios para así utilizarse en otros proyectos de transmisión telefónica.

Ahora bien podemos formular la siguiente pregunta: ¿cual es la utilidad de este controlador?

Desde el punto de vista práctico este controlador tiene una gran utilidad en las siguientes áreas:

Seguridad .- El tener control del sistema eléctrico nos permite el poder apagar ciertos enseres que implica peligro el dejarlos encendidos, como es el caso de planchas y calentadores. Por otro lado tenemos un control del alumbrado lo que nos permite el encender o apagar las luces a nuestra conveniencia. Pudiendo; cuando una casa está deshabitada; dar la apariencia de que no lo está, o, permitirnos encender ciertas luces exteriores un poco antes de nuestra llegada.

Ahorro de energía .- El poder controlar el sistema eléctrico a nuestra conveniencia también se traduce en ahorro de energía ya que de esta manera podemos encender o apagar luces y enseres según sean nuestras necesidades.

**Comodidad.- El hecho de no preocuparse por haber dejado encendido o apagado algun aparato eléctrico, o, el poder encenderlo o apagarlo desde cualquier punto en el que nos localicemos trae consigo una comodidad para nosotros.**

## BIBLIOGRAFIA

Linear Data Book.  
National Semiconductor Corp. Sunnyvale Ca. 1989.

The TTL Data Book for design Engineers.  
Texas Instruments Incorporated, Dallas Tx. 1982.

The application of electricity and magnetism to transmission in the  
telephone plant.  
American Telephone and Telegraph company.

Electronica Practica.  
Mc Graw-Hill, México 1986.

Freeman, Telecommunication Transmission Handbook.  
John Wiley & Sons, New York. 1976.

Designing with TTL integrated circuits.  
Mc Graw-Hill, 1985.

Understanding Communications Systems.  
Texas Instruments Incorporated, 1980.