

300617

16
24



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MEDIDOR
DE TRAFICO TELEFONICO PARA USO
DOMESTICO Y DE PEQUEÑAS
EMPRESAS.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

RICARDO MANUEL RODRIGUEZ ROMERO

ASESOR: INGENIERO GUILLERMO ARANDA PEREZ

MEXICO, D. F.

MARZO 1995



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.

AGRADECIMIENTOS

Por haberme apoyado en este trabajo y en toda mi vida con su dedicación y esfuerzo; por haber considerado mi educación su más alto compromiso, agradezco a mis padres :

Constanzo Ricardo Rodríguez Capistrán

Lila Hortensia Romero Ramírez

Por acompañarme en todo momento y por darme aliento y consuelo en los momentos más difíciles a mi hermana :

Bugambilla Rosa Lila Rodríguez Romero

Agradezco a toda mi familia sus oportunas palabras, sus consejos, su apoyo incondicional y su ayuda.

A mis maestros agradezco su paciencia, sus consejos y su tiempo.

A mis amigos les agradezco tantos momentos agradables que han acompañado mi educación, así como la más desinteresada ayuda.

Dedico esta tesis a *Dios*, a quien agradezco toda la generosidad con la que me ha brindado la vida.

ÍNDICE

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	6
CAPITULO I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1.- PARÁMETROS DE COBRO EN UNA LLAMADA TELEFONICA.....	9
1.2.- QUÉ FUNCIONAMIENTO SE DESEA OBTENER.....	11
1.3.- FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN MEDIDOR DE TRÁFICO TELEFÓNICO.....	13
1.4.- ESPECIFICACIONES GENERALES.....	20
CAPÍTULO II.- IDENTIFICACIÓN ELÉCTRICA DE LOS DIFERENTES ESTADOS DE LA LLAMADA	24
2.1.- ACOPLAMIENTO DE LA LÍNEA TELEFÓNICA.....	24
2.2.- IDENTIFICACIÓN DE COLGADO Y DESCOLGADO.....	31
2.3.- IDENTIFICACIÓN DE MARCACIÓN Ó DE CORRIENTE DE LLAMADA.....	34
2.4.- IDENTIFICACIÓN DE TONO DE 400 HERTZ.....	37
III.- LÓGICA PARA HABILITACIÓN DE CONTADORES	42
3.1.- HABILITACIÓN DEL CONTADOR DE TIEMPO.....	42

3.1.1.- ESTADÍSTICA DEL COMPORTAMIENTO DE LAS LLAMADAS.....	56
3.2.- HABILITACIÓN DEL CONTADOR DE TIEMPO ACUMULADO.....	67
3.3.- HABILITACIÓN DEL CONTADOR DE LLAMADAS.....	70
IV.- MANEJO Y PRESENTACIÓN DE CONTADORES.....	76
4.1.- ACARREO EN CONTADORES DE TIEMPO.....	76
4.2.- PRESENTACIÓN DE CONTADORES.....	88
V.- SOLUCIÓN FINAL DEL CIRCUITO DE TRÁFICO TELFÓNICO PARA USO DOMÉSTICO Y DE PEQUEÑAS EMPRESAS.....	97
5.1.- SOLUCIÓN FINAL DEL CIRCUITO.....	98
5.2.- FUNCIONES ADICIONABLES AL CIRCUITO.....	106
CONCLUSIONES.....	117
BIBLIOGRAFIA.....	120

I N T R O D U C C I Ó N

En la actualidad, el servicio telefónico es una necesidad de la cual difícilmente se puede prescindir. Por esta razón los usuarios particulares no reclaman con el debido empeño los cobros erróneos que se les hacen, además de que no cuentan con los medios necesarios para comprobar tales cobros. La compañía Teléfonos de México tiene parámetros establecidos para el cobro del servicio particular; pero ni estos parámetros, ni los conceptos que encierra el recibo del servicio telefónico son ratificables para el usuario particular. Así como tampoco lo son para las pequeñas empresas que contratan el servicio.

Pronto se podrá disfrutar de videoconferencias en el servicio particular. Actualmente, se cuenta con el servicio de telefonía celular. Más tarde, se tendrán al alcance de los usuarios, servicios más sofisticados; pero así también, serán más costosos. Es por esto que es importante darle ahora al usuario la seguridad de que no le cometerán un atropello en el cobro del servicio telefónico.

Cuando un usuario tiene un cobro indebido en su recibo telefónico de una llamada de larga distancia, va a las oficinas de Teléfonos de México y pide que se investigue la llamada que él asegura no realizó. Este proceso se concluye en ocasiones satisfactoriamente para el usuario. Sin embargo, hay veces que la llamada se realiza efectivamente desde la línea del usuario en cuestión, pero sin su conocimiento. Esto ha dado origen a dispositivos que controlan las llamadas de larga distancia y evitan ese tipo de cargos indebidos.

¿Qué pasa con las llamadas que se cargan erróneamente a la cuenta del usuario?. Que son errores en la operación del cobro de la compañía del servicio telefónico.

Esto provoca que el usuario desconfíe regularmente del cobro de su teléfono particular. Si de la misma manera en que el usuario detecta que el cobro que le hacen de una llamada de larga distancia es erróneo, detectara que el número de llamadas "servicio medido" es correcto o no, entonces tendría a su juicio y según el caso, la decisión de controlar el número y tiempo de llamadas o de pedir que se revisen los cargos que se hacen a su cuenta del servicio del teléfono particular.

En esta tesis se tiene por objeto diseñar un dispositivo electrónico que brinde al usuario la oportunidad de ver cómo se va formando su cuenta del servicio telefónico minuto a minuto y llamada a llamada.

Con ello, el usuario sabrá si es o no conveniente continuar hablando con la periodicidad y duración que lo ha estado haciendo hasta el señalamiento marcado por su medidor de tráfico telefónico.

Además de que si en un momento dado se logra el reconocimiento legal del medidor de tráfico telefónico, podrá el usuario solicitar la revisión del cargo que se hace a su recibo telefónico en el caso de que no concuerde lo medido por su medidor de tráfico telefónico con lo cobrado en su recibo .

En la actualidad, los conmutadores brindan este servicio, pero éste, por su costo y volumen, está reservado para empresas con un

considerable número de extensiones y de troncales (líneas telefónicas que son accedidas bajo el mismo número, en general es la línea telefónica que entra a un conmutador).

Por otro lado, se tiene por objeto orientar al estudiante de Ingeniería en electrónica en el diseño de un dispositivo electrónico acoplado a la línea telefónica, que le ayudará en el diseño de cualquier otro dispositivo, ya que los principios que se usan en el medidor de tráfico telefónico, tienen muy diversas aplicaciones.

En el primer capítulo se planteará el problema técnico que implica obtener los resultados deseados. Este problema se dividirá en diferentes módulos, que se podrán entender como parte del funcionamiento lógico del medidor de tráfico telefónico. A la vez que se podrán ver como un conjunto de pequeños circuitos electrónicos que interrelacionados entre sí, darán por resultado un medidor de tráfico telefónico.

En los capítulos subsecuentes se hará un análisis detallado de cada una de las partes que forman el medidor de tráfico telefónico. Profundizando después a partes aun más pequeñas y por lo tanto elementales.

En el capítulo V se hará un resumen de la solución electrónica del medidor de tráfico telefónico volviendo al análisis del funcionamiento modular y detallando entonces la interrelación de un circuito con otro.

I.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La compañía Teléfonos de México tiene un concepto en el recibo del servicio telefónico llamado servicio medido (SM). Este encierra aquellas llamadas a las cuales el usuario no tiene derecho por el pago de su renta. Posteriormente se profundizará en este tema. Las centrales telefónicas de la ciudad de México se encuentran programadas, hasta el día de hoy, a la marcación por pulsos. Existe por otro lado la marcación por tonos, pero en la ciudad de México sólo las centrales digitales (que por ahora no son todas) funcionan tanto con pulsos como con tonos.

1.1 PARÁMETROS DE COBRO EN UNA LLAMADA TELEFÓNICA

Actualmente la compañía Teléfonos de México cobra únicamente las llamadas que se hacen desde la línea del usuario. Las llamadas que se reciben, no se cobran a quien las recibe aun cuando duren demasiado tiempo.

La llamada se cobra a partir de que el usuario, a quien se ha llamado, contesta (descuelga su auricular). Esto implica que las llamadas que se hacen a una línea que se encuentra ocupada no se cobran. Tampoco se cobran las llamadas que se hacen a una línea en la que no haya quien conteste.

En Teléfonos de México se hace un contrato del teléfono particular. Con él se solicita que se instale una línea telefónica al domicilio deseado y se conecte el aparato telefónico (teléfono); el cual se incluye en

la contratación de la nueva línea telefónica. A partir de que el teléfono es instalado en el domicilio del usuario, se le cobra una renta mensualmente; que comprende hasta cien llamadas emitidas desde la línea contratada, o bien hasta trescientos minutos acumulados en la cuenta de las llamadas emitidas desde la línea telefónica durante un mes. La fecha en la que se comienza la cuenta es regularmente a partir del día en que se hace la instalación en el domicilio del usuario. Esta fecha, por supuesto, no es fija para todos los usuarios.

Las llamadas que se excedan sobre las cien que incluye la de la renta de la línea telefónica se consideran llamadas "servicio medido". Estas llamadas sobre medida se cobran adicionalmente a la renta mensual.

Lo mismo sucede en el caso del mes en el que el usuario excede los trescientos minutos de tiempo acumulado que se incluyen en la renta del teléfono.

Cualquiera de los dos excesos es causa de un cobro adicional bajo el concepto de servicio medido. Este aparece en el recibo identificado con las iniciales "SM". Esto implica que un usuario pudo haber hecho una sola llamada en un mes y tener un cobro de servicio medido en su recibo. Porque si ésta llamada durara más de trescientos minutos (cinco horas), cada tres minutos adicionales, se cobran entonces, como una llamada de servicio medido.

Por otro lado, un usuario puede hacer siempre llamadas que duren menos de un minuto y llegar a tener cobro de servicio medido

porque éstas llamadas pueden ser más de cien en un mes.

1.2 QUÉ FUNCIONAMIENTO SE DESEA OBTENER

Antes de avocarse a un problema técnico, ha de identificarse cuál es el problema presente. Ya en la introducción se expuso que lo que se pretende es llevar la cuenta de los minutos acumulados en un cierto período de tiempo; así como la cuenta del número de llamadas que se realizan en ese mismo período.

Entonces lo que finalmente se desea es poder consultar cuánto tiempo se ha acumulado entre todas las llamadas emitidas hasta el momento; consultar cuántas llamadas se han hecho desde ésta línea hasta el momento y cuánto tiempo se lleva en una cierta llamada presente. Por otro lado se desea reiniciar la cuenta en el día y en aproximadamente la hora en la que se tiene conocimiento de que la cuenta del servicio telefónico es cortada y reinicializada.

Con la cuenta de los minutos acumulados se puede ver cuantos se exceden de tres cientos. Con la cuenta de las llamadas acumuladas se puede ver cuantas se exceden de 100. Aun cuando estas cantidades (que corresponden a los actuales parámetros de cobro de Teléfonos de México) cambien, el medidor sigue sirviendo al usuario.

La cuenta del tiempo que lleva una supuesta llamada presente sirve para medir el uso de la propia línea telefónica, para que el usuario sepa en qué proporción va a aumentar su cuenta en cuanto termine

la llamada que esta haciendo.

El contador del tiempo de la llamada presente debe de iniciar desde ceros en cuanto responda el usuario al que se ha llamado. Este contador debe de detenerse en cuanto el usuario que ha hecho la llamada (en donde esta instalado el medidor de tráfico telefónico) cuelgue.

El medidor de tráfico telefónico debe de alimentarse con la línea de corriente alterna que el usuario tenga en su casa o en su negocio, pero no deben de borrarse las cuentas acumulables cuando se suspenda temporalmente (10 minutos) el suministro de energía eléctrica.

La línea telefónica debe de seguir funcionando normalmente. El medidor de tráfico telefónico no debe de alterar el timbre telefónico, no debe de meter ruido en la línea, así como tampoco debe de llegar a descolgar indebidamente la línea telefónica.

Hay más funciones que se pueden solicitar a un medidor de tráfico telefónico. En los capitulos subsecuentes se describirá el circuito que cumple con este funcionamiento. En el último capítulo se habla de las funciones que se pueden añadir al circuito.

El medidor de tráfico telefónico para uso doméstico y de pequeñas empresas debe de ser un aparato independiente del aparato telefónico. La instalación debe hacerse como cualquier otra extensión (en paralelo a la línea telefónica) y no debe de incluir las funciones de un aparato telefónico, pues sólo se desea medir el tráfico telefónico sin agregar otra extensión pues se incrementaría el costo.

1.3 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN MEDIDOR DE TRÁFICO TELEFÓNICO.

En vista del problema que se tiene, lo primero que llega a la mente es un contador de eventos y un cronómetro que avance cada vez que se efectúe una llamada.

El problema se podría resolver entonces con un papel, un lápiz y un cronómetro. Al hacer una llamada, se pondría una señal en el papel, a la vez que se echaría a andar el cronómetro; parándolo hasta que se cuelgue el teléfono. Al término del período se sumarían las señales puestas en el papel y se consultaría el cronómetro usado. En el momento que se deseara reiniciar las cuentas (reset), se cambiaría la hoja de papel por una que se encontrara en blanco y se forzaría a ceros la cuenta del cronómetro (reset en el cronómetro).

El problema se puede dividir en etapas o estados diferentes de la llamada y en funciones dentro de la misma etapa. Esto da por resultado la figura 1.1 en la que se pueden ver cuatro etapas y dos funcionamientos paralelos o simultáneos que son la cuenta de eventos y la cuenta de tiempo.

El objetivo de explicar cómo se resolvería manualmente el problema es que se pueda visualizar fácilmente la solución del mismo, sustituyendo cada parte del funcionamiento manual por un circuito que automatice ése proceso.

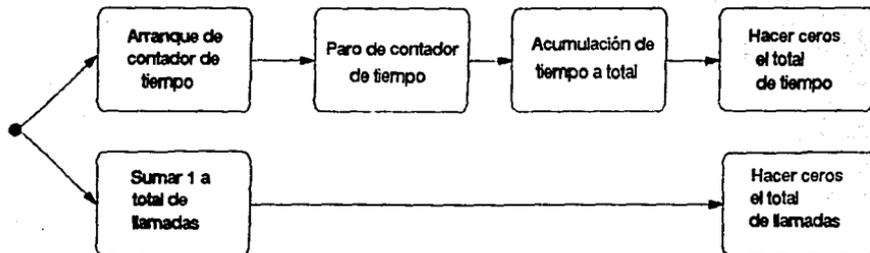


Figura 1.1 Diagrama de funcionamiento elemental.

Ahora, considerando lo expuesto en la primera parte del presente capítulo, el funcionamiento se complica un poco más. En primera instancia se puede ver que se precisa de identificar cuándo se emite la llamada y cuándo se recibe. Luego se debe identificar el momento en el que se descuelga el auricular del aparato del usuario llamado, esto da lugar a la figura 1.2, en la cual se anteponen estos módulos al diagrama anterior.

Continuando con el ejemplo de un medidor manual de tráfico telefónico, se identifica cuándo se hace la llamada desde la propia línea una vez que se ha efectuado la marcación (ya sea por disco o por teclado). Además de que cuando la llamada se recibe en la propia línea, hay un timbrado que avisa que ha entrado una llamada a la línea. Esto puede completar el primer módulo de funcionamiento del medidor de tráfico telefónico, dando por resultado la figura 1.3.

Para detectar cuándo se contesta en el otro lado de la línea, se tienen también dos señalamientos mutuamente exclusivos. Por un lado; cuando no se ha descolgado la línea llamada se escucha un tono con una frecuencia de 400 Hz durante un segundo; luego se queda la línea en silencio durante 4 segundos para repetir el tono de 400 Hz durante un segundo repitiéndose cíclicamente hasta que el usuario llamado contesta o el usuario que hace la llamada cuelga su teléfono. Cuando contestan en la línea llamada se escucha, generalmente de inmediato, la voz de la persona que descuelga el teléfono. Esto da lugar a la figura 1.4, en donde se descompone el segundo módulo en dos más.

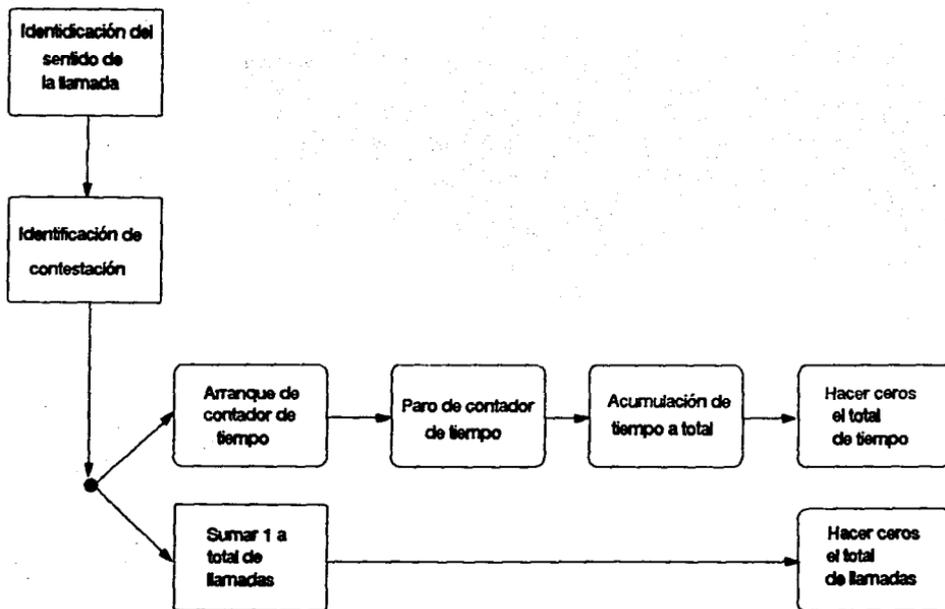


Figura 1.2 Diagrama de funcionamiento considerando parametros de cobro.

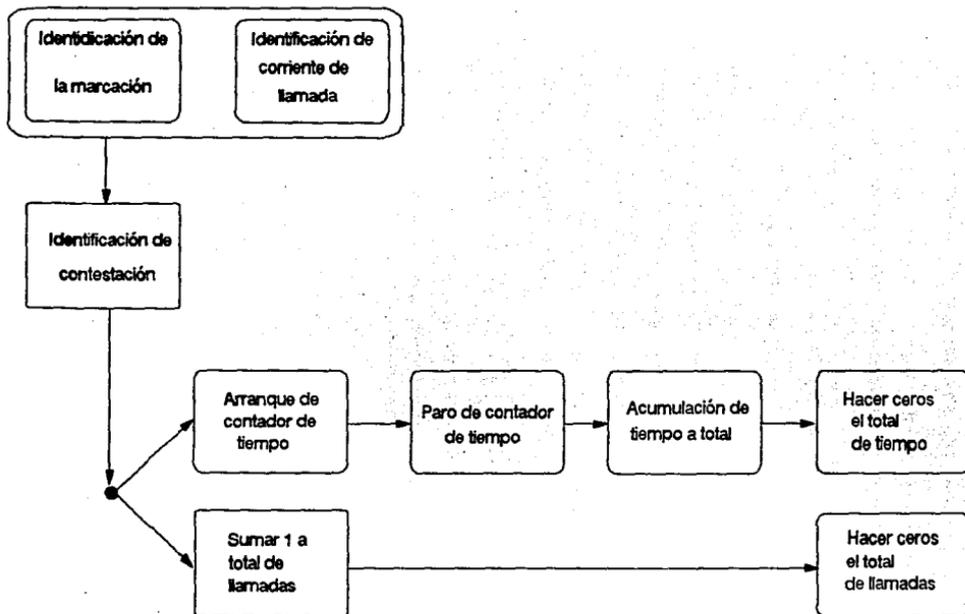


Figura 1.3 Diagrama de funcionamiento considerando parámetros de cobro.

Quando se marca a una línea telefónica que se encuentre ya ocupada por una conversación con otra línea telefónica, se escucha el mismo tono de 400 Hz pero con una duración de medio segundo (0.75 segundos en las líneas telefónicas mexicanas), repitiéndose cada medio ó 3/4 de segundo.

La duplicidad en las dos primeras etapas del medidor de tráfico telefónico tiene por objeto reducir el número de errores, porque ninguna secuencia es absolutamente segura en una llamada telefónica. Puede suceder que alguien al ser llamado descuelgue y no diga nada, sino que se encuentre atareado y después de cierto tiempo, responda a su llamada. Entonces fallaría la segunda etapa necesaria para dar la señal de inicio al resto de los circuitos.

También se puede atender sólo una de las señales, porque casos, como el citado anteriormente, tienen una frecuencia menor a 1 por cada 100 llamadas con un desenlace normal.

Se considera que cada etapa requiere de ciertos resultados para que comience a funcionar. Es decir, que la habilitación de cada etapa depende de un evento en la línea telefónica, una solicitud del usuario o de una etapa anterior.

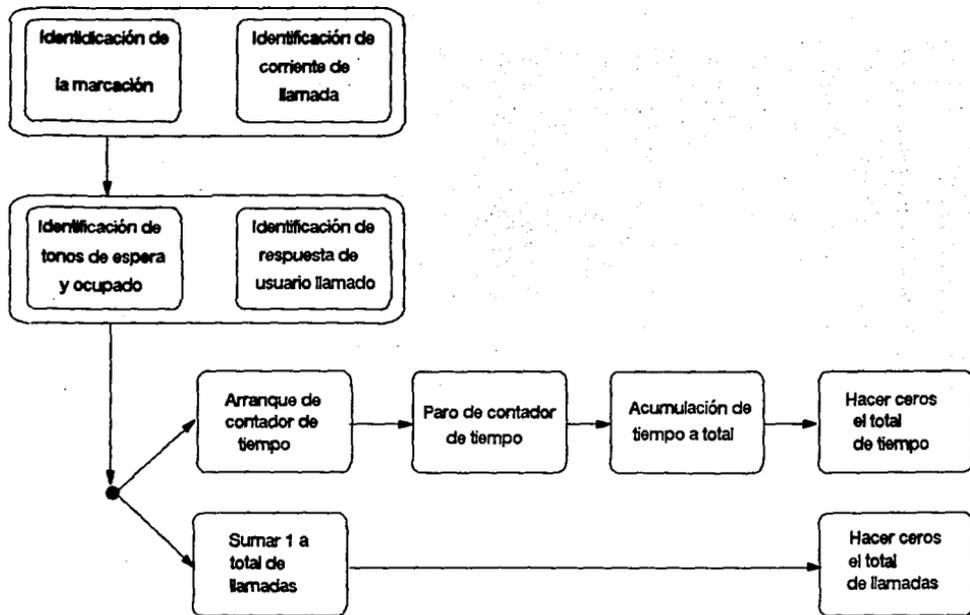


Figura 1.4 Diagrama de funcionamiento considerando parámetros de cobra.

1.4 ESPECIFICACIONES GENERALES.

Ya se ha descrito lo que es el funcionamiento básico de un medidor de tráfico telefónico, sin embargo, el diagrama de bloques que se ha formado podría corresponder a un aparato manual. Adelantándose un poco a lo que es la solución del circuito, se comenzará a describir el funcionamiento de los bloques (sus entradas y sus salidas).

El circuito se puede dividir en tres partes:

- 1) Identificación del estado de la línea
- 2) Contadores de: tiempo instantáneo, de tiempo acumulado y de llamadas
- 3) Presentación de los datos.

En la figura 1.5 se puede apreciar el diagrama de funcionamiento general. El primer módulo es la identificación de colgado/descolgado. Este módulo usa los cambios en el voltaje de la línea (que se detallan en el siguiente capítulo) y entrega una señal lógica que se da al siguiente módulo (identificación de la corriente de llamada).

La identificación de corriente de llamada se hace en base a las características que tiene la señal que produce el timbrado de cualquier línea telefónica. Este módulo otorga una señal lógica al módulo que identifica la respuesta del usuario llamado.

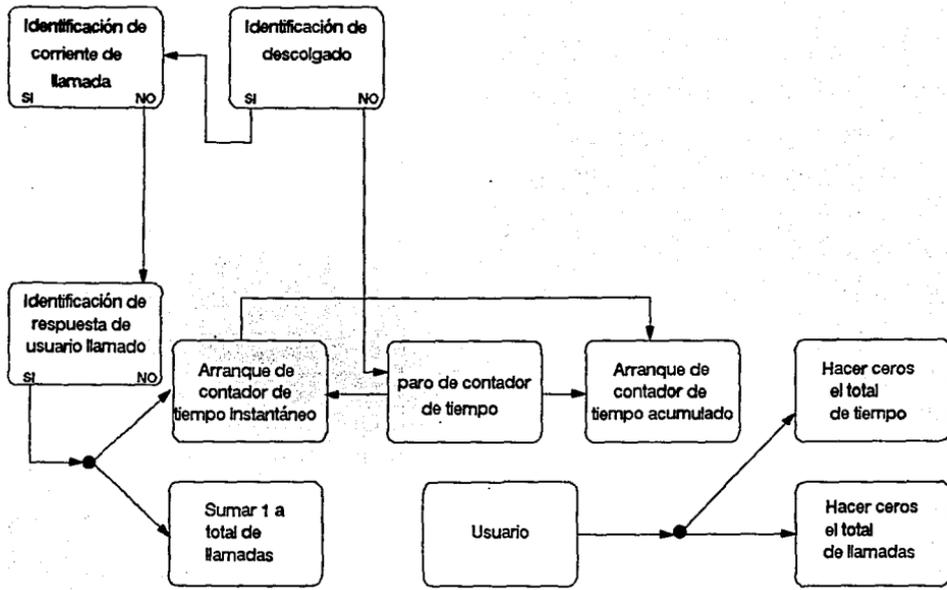


FIGURA 1.5 DIAGRAMA GENERAL DE FUNCIONAMIENTO.

Para identificar la respuesta del usuario llamado se toman en cuenta varias condiciones que permiten aislar los ruidos de la línea y prestar atención a la voz del usuario en el momento que se espera se presenta. Entre otras cosas se utiliza un convertidor de frecuencia a voltaje para distinguir las frecuencias que sólo la voz produce del resto de los sonidos. Este módulo da la señal de arranque a los contadores.

No existe un módulo de arranque como tal. Para dar la señal de inicio a los contadores se hacen pasar señales lógicas por una lógica de compuertas.

No hay tampoco un módulo en el que se acumule en una memoria el dato del tiempo, los contadores que acumulan sus cuentas se detienen en tanto no haya ningún avance en el contador de tiempo instantáneo.

Para regresar el tiempo a cero en el contador de tiempo instantáneo, se utiliza el módulo de identificación de descolgado, pues se termina de contar el tiempo cuando se termina la llamada.

Esta misma señal se emplea para detener el avance en el contador de tiempo acumulado.

El contador de tiempo acumulado se incrementa en base a la misma lógica que se usa para determinar que una llamada se hace desde la propia línea

Para regresar a ceros los contadores acumulables se

pone al alcance del usuario un botón que limpia todos estos contadores.

Los datos se despliegan en una pantalla de 4 dígitos y para poder presentar las 3 cuentas diferentes en la misma pantalla se utiliza un circuito *multiplexor* (conmutador de datos) y un circuito de compuertas que lo manejan.

IX .- IDENTIFICACIÓN ELÉCTRICA DE LOS DIFERENTES ESTADOS DE LA LLAMADA.

En este capítulo se toma la primera parte del problema planteado en el capítulo I; pero se le trata ya desde el punto de vista eléctrico, proponiendo soluciones electrónicas.

Este capítulo resuelve el problema de identificar los diferentes estados de la línea proponiendo un circuito electrónico para cada etapa.

2.1.- ACOPLAMIENTO DE LA LÍNEA TELEFÓNICA.

El primer problema que existe para hacer una identificación clara de lo que sucede en la línea telefónica durante una llamada es precisamente el hecho de acoplar la línea a un circuito electrónico.

La línea telefónica consiste básicamente de dos hilos (cables). A uno de ellos se le llama "tip" y lleva un voltaje de cero volts, es decir, es tierra. El otro hilo es llamado "ring" y lleva siempre un voltaje negativo que se encuentra a -48 V de corriente directa (DC) cuando la línea está en reposo (el teléfono se encuentra colgado).

Cuando se descuelga el teléfono, este hilo tiene un voltaje que se encuentra entre los -8 y los -12 V. Este valor no es fijo, depende de la calidad de las líneas.

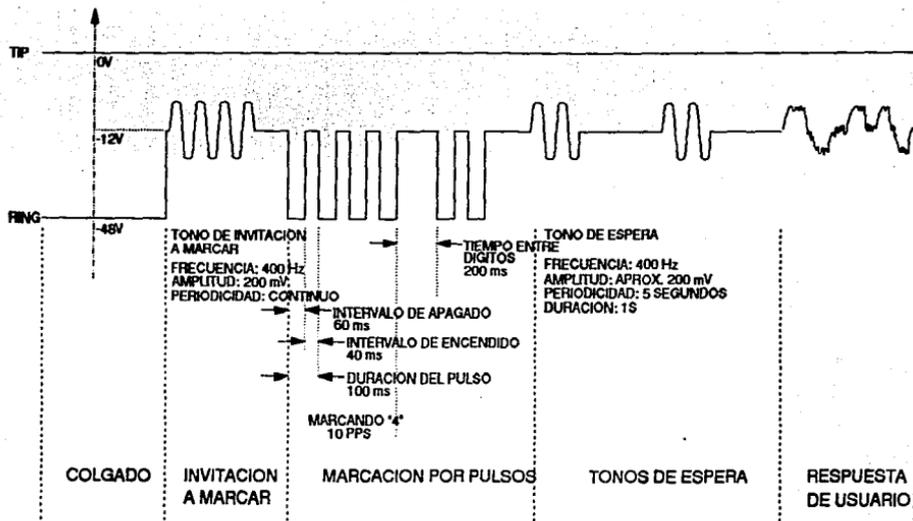


FIGURA 2.1 SECUENCIA EN UNA LLAMADA DESDE LA PROPIA LINEA

En la figura 2.1 se puede ver cual es el funcionamiento de la línea en el caso de que se haga una llamada desde la propia línea. En el momento en el que se marca un cierto número, el ring tiene una amplitud de 8 a 12V sobre -48 de corriente directa, describiendo una onda cuadrada cuando la marcación se hace por pulsos. El intervalo que tiene el valor de -48V (el intervalo de apagado) dura 60ms. El intervalo en el que el "Ring" tiene el valor de -12V dura 40ms. El pulso se forma en 100ms, por lo que se puede decir que la marcación se hace a una velocidad de 10 pulsos por segundo. El intervalo que se usa para separar la marcación entre cada dígito es de 200ms. El tiempo promedio que se estima para marcar un número de 7 dígitos es de 14 segundos y de por lo menos 12 segundos.

Ya en el momento de la conversación, el "ring" continuará al mismo voltaje, en corriente directa, que cuando la línea es descolgada; es decir seguirá a un voltaje entre -8 y -12 V DC.

En cuanto a la corriente alterna, el "ring" describe una forma de onda que depende de la conversación. En sí, se tiene la misma forma de onda que tiene la voz por sí sola, sólo que con un *offset* negativo de -8 a -12 V_{cc}.

Como se puede ver, la corriente alterna viaja siempre acompañada de la corriente directa. Es una de las principales razones por las que la línea telefónica no se puede tomar directamente a un circuito electrónico con funciones que no incluyan su acoplamiento.

La corriente directa implica un problema para cualquier circuito electrónico; pues si se trata de tomar una señal analógica para

procesarse, como en este caso; se tiene entonces un circuito analógico que se encuentra polarizado por ciertos voltajes en corriente directa y la entrada de la señal alterará esa polarización.

Si se usa un capacitor, se aísla la corriente directa de ambos lados, deja pasar la señal analógica por completo, pero recortaría ciertas frecuencias de la señal analógica.

Esto depende de la impedancia de entrada que tenga el circuito. Un capacitor en serie con la señal hace la función de filtro pasaltas, es decir que deja pasar las frecuencias superiores a cierto valor, recortando las que sean inferiores.

La segunda razón para acoplar la línea telefónica es la corriente que, cualquier circuito conectado a la línea, demanda del voltaje que se emite durante el timbrado o *ring*. Esto es cuando a la línea a la que está conectado el circuito se llama de fuera (timbra el teléfono).

En ese momento, la central de Teléfonos de México, lleva a la línea (a la que se llama) una onda idealmente senoidal de aproximadamente 70V de amplitud y con una frecuencia de 25Hz. Esto se ilustra en la figura 2.2.

Entonces ¿Cómo es que una onda de tan baja frecuencia se llega a escuchar hasta chillante en ocasiones?. Pues se debe a que esta onda se usa para excitar a una bobina que atrae a un martillo que golpea a la campana, la cual tiene una frecuencia fija dependiente de su tamaño y material. En el caso de los aparatos telefónicos electrónicos

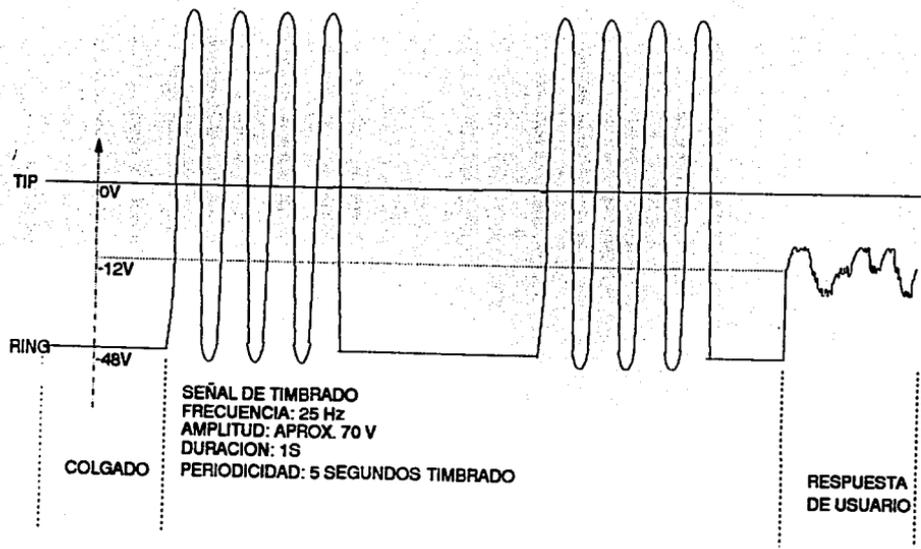


FIGURA 22 SECUENCIA EN UNA LLAMADA QUE SE RECIBE

esta onda sólo sirve para indicar a un circuito que produzca un sonido por medio de un elemento piezo-eléctrico.

Cualquiera de los dos aparatos necesitan esta onda para avisar al usuario que llaman de fuera. Los dos consumen cierta corriente, cuyo valor varía de acuerdo al modelo, que debe ser inferior a 10mA. El valor promedio de consumo de corriente durante el timbrado es de 7.5mA de corriente directa y 8mA de corriente alterna.

Si se excede el valor de corriente máximo permisible en el timbrado, la llamada se corta. Esto significa que aun sin haberse enlazado a la línea que se estaba marcando, la línea que hace la llamada regresa al conmutador, dándole éste un sonido igual al que se tiene cuando la línea a la que se llama se encuentra ocupada. Este sonido ya fué descrito en la sección 1.3.

Si un circuito cualquiera se conecta a la línea, tendrá un consumo de corriente que se incrementará cuando se llame a ésta y se produzca el timbrado. Es por ésta razón que se debe de acoplar la impedancia de éste circuito al de la línea telefónica de tal manera que la impedancia de entrada del circuito sea de aproximadamente 600 Ω , en cuanto se haya tomado la línea (descolgado el auricular). Este es el valor estándar usado en todos los circuitos telefónicos una vez que se ha tomado la línea (descolgado).

El circuito que se conecte puede exceder el valor de 600 Ω , pero nunca ser inferior. Cuando la impedancia que se conecta a la línea telefónica es más alta del valor estándar se carga aun menos que cuando

se le conecta un aparato telefónico a la línea. Si se conecta permanentemente un circuito con una impedancia de entrada de 600 Ohms, en cuanto se genere el timbrado en esta línea, se tomará la línea. El resultado es que en la línea que se tenga conectado este circuito no se escuchará nunca un timbrado completo, simplemente llegará la llamada y se quedará ahí. Si alguien toma un auricular, podrá hablar con quien haya llamado.

No es muy factible hacer un circuito que varíe su impedancia de acuerdo al estado colgado/descolgado. Es más fácil hacer un circuito con una impedancia de entrada fija muy alta, simulando una extensión permanentemente colgada.

Para lograr una alta impedancia de entrada se puede usar un transistor de efecto de campo (FET) o en el caso de ser necesario, un amplificador operacional (OP AMP) de entrada FET.

La última de las tres razones para hacer un acoplamiento a la línea telefónica es la calidad de la señal de audio. Como se va a procesar la señal de audio proveniente de la línea telefónica es necesario: tener una amplitud adecuada, una relación señal a ruido que permita al circuito ser fiel a la realidad y una respuesta en frecuencia que igualmente le permita trabajar con las señales que son clave en una llamada telefónica.

Existe un circuito que se utiliza como acoplador a las líneas telefónicas y que resuelve estos tres problemas mencionados. Pero una de las razones que hay para no usarlo en este proyecto es que usa un

transformador determinado y que aquí en México no es muy fácil de adquirir. Así como también, todo el circuito funciona en torno a un *optoacoplador* que tampoco es muy común en las tiendas de componentes.

2.2.- IDENTIFICACIÓN DE COLGADO Y DESCOLGADO

Para poder distinguir cuándo la línea está colgada o descolgada; es decir, identificar si el auricular (*handset*), de cualquier aparato telefónico conectado a la línea que se encuentre conectado el medidor, se encuentre colgado o descolgado basta con identificar el cambio de voltaje que se tiene en el hilo llamado Ring. Este voltaje es de -48V cd (corriente directa) cuando la línea se encuentra colgada y de aproximadamente -10V cd cuando se encuentra descolgada.

La primera idea es un comparador de voltaje. De hecho un voltmetro puede identificar claramente este cambio mientras se encuentre conectado en paralelo a la línea telefónica. Claro que, poner un voltmetro, sería un desperdicio; pues sólo se trata de identificar la diferencia entre dos voltajes.

Usar un circuito integrado que desarrolle la función de comparador prácticamente por sí solo, como el caso del LM339, nos soluciona el problema; pero implica, por otro lado, un desperdicio de recursos por el costo que este tiene y la cantidad de funciones de las que es capaz de desarrollar.

Se puede hacer también un comparador de voltaje con un amplificador operacional tan sólo con dos resistencias adicionales.

Aquí se tienen también dos opciones: usar el hilo de la línea telefónica Tip (T) como tierra, ya que siempre se encuentra a 0V y el Ring (R) como vivo o viceversa; ya que, el manejo de voltajes negativos siempre implica un costo extra en cuanto a la fuente que alimente al circuito.

Se puede observar que el circuito de la figura 2.3 usa sólo un voltaje positivo de 12 Volts. El transistor es un PNP y gracias a ello, se puede llevar de saturación a corte mediante el cambio del voltaje negativo en su base.

Los hilos se usan con el voltaje que originalmente tienen. El Tip es llevado a tierra (0V), mientras que el Ring no se fuerza a tener un voltaje positivo. El transistor PNP se pone en corte cuando en el Ring se tienen aproximadamente -8 V cd. Se lleva al estado de saturación cuando en el Ring se tienen -48 V cd. Esto da una diferencia de 7V en el emisor del transistor entre los dos estados, obteniendo en el corte 7.2V cd y en la saturación aproximadamente 0.2V cd.

El circuito no llega a dar el voltaje de alimentación en el corte, pero al acoplarse a la siguiente etapa (compuerta lógica) basta con 7V para interpretar que se trata de un "uno" lógico. Tampoco se tiene un cero absoluto en el estado de saturación del transistor, pero los 0.2V son suficientes para que se interprete como un "cero" lógico en el circuito al que se acopla.

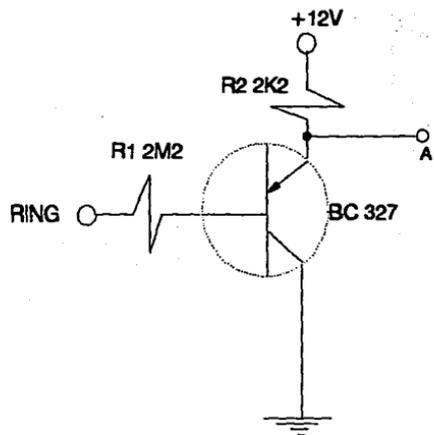


FIGURA 2.3 IDENTIFICACION DE COLGADO/DESCOLGADO

2.3.- IDENTIFICACIÓN DE MARCACIÓN O DE CORRIENTE DE LLAMADA.

Para identificar la marcación que se efectúa desde la línea en que se encuentra conectado el medidor de tráfico telefónico se puede hacer uso de cualquier circuito que sea capaz de diferenciar entre una onda analógica cualquiera y una onda formada a base de pulsos de igual amplitud.

Esta identificación no fué probada experimentalmente, porque como ya se expuso en el capítulo I, resulta redundante hacer la identificación de la corriente de llamada a la vez que la identificación de la marcación.

Con el circuito integrado LM3900 se puede construir un tacómetro que otorgue un valor de corriente directa dependiente de la frecuencia de los pulsos en su entrada. Como se conoce la frecuencia de los pulsos que se generan en la marcación (10 Hz), se puede esperar un valor de corriente directa en la salida del tacómetro. Al compararse con lo que el tacómetro dé en su salida, cuando la señal de entrada sea analógica y con una frecuencia promedio de 400 Hz, se podrán diferenciar ambas señales.

Otra opción es usar el integrado LM122 para hacer un circuito detector del ancho de los pulsos. De la misma manera que en el caso anterior, se compara lo obtenido en el caso de la marcación contra lo que se tiene en el caso de una señal analógica o en el caso de que la línea se encuentre en reposo (silencio).

El circuito LM122 no es un circuito que manejen en las tiendas de componentes, así tampoco lo es el LM3900. El tacómetro se podría hacer con un LM2907 o LM2917.

Para poder hacer la identificación de la corriente de llamada, o también llamado timbrado, se tienen las siguientes características particulares:

Amplitud de por lo menos 70 V_{ac}.

Frecuencia de 25 Hz.

Duración de 1s por cada 5s.

Cualquiera de las dos primeras características son exclusivas del timbrado. La tercera ocurre también en el tono de espera; es decir, cuando una vez que se ha marcado, se escucha un tono que hace parecer que concuerda con el timbrado en la línea que se ha marcado. Ambas señales tienen la misma duración y periodicidad, por lo que es más conveniente atender las dos primeras características para diferenciar ésta señalización de cualquier otro evento en la línea telefónica.

Otra opción es identificar su frecuencia. Es difícil que durante una conversación se llegue a producir una señal de 25 Hz con una duración mayor de 10ms.

Para poder identificar la amplitud de esta señal, se puede usar una especie de voltmetro, o un transistor que se sature al recibir un

voltaje tan alto como el de la corriente de llamada.

Esta es la solución más sencilla y económica. El timbrado tiene siempre una señal muy alta de corriente alterna, puede hacerse pasar a través de una resistencia para consumir un mínimo de corriente y luego filtrarse para poder llevar a un transistor de corte a saturación en el caso de timbrado.

En la figura 2.4 se puede ver que la señal no se filtra, lo que se filtra es la salida del colector. El diodo D1 evita el paso de la corriente del circuito hacia la línea telefónica.

Esto hace que el colector del transistor tenga un voltaje de 11V de corriente directa cuando la línea se encuentra en reposo y de 1.0V en caso de timbrado.

El valor mínimo de voltaje de corriente directa que se puede alcanzar en la salida (alrededor de 1 Volt) no es suficiente para poder ser interpretado como un cero lógico en ninguna compuerta. Es adecuado agregar un comparador de voltaje para asegurar el buen funcionamiento de la identificación de timbrado y para invertir la señal entre uno y cero lógico.

En la figura 2.4 se puede observar que el colector del transistor se lleva a la entrada 9 del comparador. El voltaje de referencia se logra con la suma de la caída de tensión de tres diodos (2.1V). Este mismo voltaje de referencia se utiliza en otro circuito que posteriormente se presentará.

De esta manera queda establecido el circuito que identifica la corriente de llamada y que otorga una señal que se puede manipular fácilmente con el fin de completar la lógica de funcionamiento.

2.4 .- IDENTIFICACIÓN DE TONO DE 400 HERTZ.

En la sección 1.3 se habló de la importancia del tono de 400 Hz que el usuario escucha como señalización a diferentes estados en su llamada. Estos estados son: el de la invitación a marcar, el de espera y el de ocupado.

Si se puede identificar este tono, a la vez que diferenciarlo del resto de los sonidos y señales por las que se atraviesa en una llamada, entonces se puede identificar siempre en qué estado se encuentra la llamada. En base a esto puede funcionar una lógica que finalmente habilite los contadores.

Con el circuito integrado LM2907 se puede lograr un convertidor frecuencia-voltaje. Este circuito puede entonces diferenciar una señal de otra basándose en la frecuencia.

El tono de 400 Hertz fué escogido para dar este tipo de señalización, porque se estudió que era la frecuencia promedio que se tenía en la voz humana al pasar por una línea telefónica. La diferencia de algunas voces alrededor de esta frecuencia durante una conversación no llega ni al 100% (al doble o a una octava) aun en los casos extremos. Entonces no resulta muy fácil el diferenciar claramente una señal que es promedio de otra.

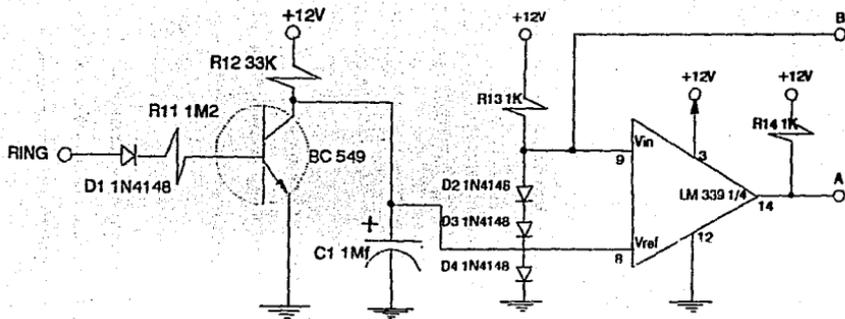


FIGURA 2.4 IDENTIFICACION DE TIMBRADO

Volviendo al supuesto contador manual descrito en el capítulo I, el funcionamiento de este circuito se puede comparar con la tarea que tiene el oído humano para identificar este mismo tono. El oído distingue la frecuencia, la duración que tiene la señal y su forma de onda.

Basarse en diferenciar la forma de onda que tiene una señal con respecto a otra, exige de un estudio más profundo. Ya existen circuitos capaces de identificar patrones de voz. Otros identifican algunas palabras como comandos de ejecución. Puede resultar muy costoso incluir alguno de estos circuitos en un aparato medidor de tráfico telefónico que tenga un uso doméstico o de pequeñas empresas.

Por otro lado, puede resultar muy costoso, en tiempo, investigar estos circuitos para el pequeño beneficio que brindarían. Se deja abierta la idea para que se tome en el caso de una aplicación que requiera de mayor exactitud.

Con un circuito frecuencia-voltaje construido con un LM2907 se puede distinguir una señal de 400 Hertz de otra que lleve esta frecuencia en promedio, pero que vaya acompañada por componentes de hasta 1Kilohertz.

La voz tiene justamente componentes de hasta 1Kilohertz y aun cuando la voz del usuario sea muy ronca, invariablemente contiene estos componentes, aunque con una menor intensidad.

Por medio del circuito de la figura 2.5 se puede identificar la frecuencia de 400 Hz. Cuando se presenta este tono en la señal de

entrada del circuito convertidor, la salida es de 1.67 Vdc. En cuanto la frecuencia varía, el voltaje varía también hasta en un 200%. En el caso de que una señal de igual amplitud que el tono, pero con una frecuencia de 25 Hz llegara a la entrada del circuito convertidor, el voltaje en su salida sería de 0.7 Vcd. La amplitud que requiere en su entrada el circuito es de un promedio de 1.2 Vac. Para obtener esta amplitud, se requiere preamplificar la señal de audio proveniente de la línea telefónica. Esto se hace a través de un amplificador operacional con entrada FET. El circuito completo se ilustra en la figura 2.5.

El amplificador operacional se alimenta con un voltaje de -12V cd en su alimentación de voltaje negativo. Se puede evitar poner un voltaje negativo dentro de la fuente, usando un divisor de tensión del voltaje positivo y llevando a la entrada de la señal (después del capacitor C14) para que ésta quede a la mitad del voltaje de alimentación en cuanto a corriente directa. Se requiere además de poner un capacitor electrolítico de 1 μ f entre la resistencia R24 y tierra con el efecto de tener una tierra flotante en corriente directa en ese punto, y tierra en corriente alterna.

La identificación de la voz del usuario al que se ha llamado queda implícita en la diferencia que se hace en la identificación del tono de 400 Hz. Las frecuencias superiores excitarán al circuito de tal manera que tendrá una salida en corriente directa que auxiliada por un comparador, permitirá distinguir la voz del usuario. En el siguiente capítulo se detallará la manera en que se distingue la voz del usuario.

CAPÍTULO III

LÓGICA PARA HABILITACIÓN DE CONTADORES

En el capítulo anterior se han descrito los circuitos que sirven para identificar las diferentes señales en una línea telefónica, lo cual completa el diseño de la primera de las tres partes que forman el circuito. En este capítulo se explica la lógica empleada para interpretar cada una de las señales que otorgan los circuitos descritos en el capítulo II. Se explica cómo es habilitado cada contador.

3.1.1. - HABILITACIÓN DEL CONTADOR DE TIEMPO

Durante la llamada que se hace desde la línea donde se encuentra instalado el medidor de tráfico telefónico, se debe de conocer qué tiempo se lleva. Este contador debe iniciar de preferencia en cuanto el usuario al que se ha llamado descuelgue su auricular (handset).

Hoy en día existen algunos teléfonos que dan este servicio. Generalmente se utilizan en empresas en las que hay una central telefónica y más de una línea telefónica. En la mayoría de estos casos, no se identifica mas que cuándo se ha hecho la llamada y cuándo se ha recibido. El contador de tiempo que se observa durante la llamada es habilitado en base a un retraso de aproximadamente 20 segundos a partir de que se descuelga el teléfono para marcar.

Con lo descrito en el capítulo II, se puede dar este servicio en una línea particular de la misma manera que actualmente se hace en

una central telefónica.

Lo primero es discriminar las llamadas que se reciben de las que parten de la línea telefónica propia (donde se encuentra instalado el medidor de tráfico telefónico). Para hacer esto basta con la identificación de la corriente de llamada (timbrado).

Si se conoce que a la llamada actual precedió un timbrado; entonces es probable que la llamada sea de fuera. No es seguro, porque puede suceder que se produzca el timbrado, nadie conteste y tiempo después se haga una llamada desde la propia línea.

Cuánto tiempo se necesita dar de margen para distinguir cuándo se ha descolgado para responder al timbrado y cuándo se ha descolgado para hacer una llamada.

Se sabe que el tiempo entre los timbrados periódicos es de 5 segundos. Esto implica que el usuario no puede contestar más que a un máximo de 5 segundos a partir del último timbrado. Es muy remoto que antes de que hayan transcurrido 5 segundos después del último timbrado de una llamada de fuera, se descuelgue el teléfono para hacer una llamada a otra línea. Entonces 5.5 segundos es el tiempo adecuado para dar de margen a la interpretación del descolgado de la línea telefónica.

Para dar estos 5.5 segundos de retardo basta con un capacitor electrolítico adaptado a un comparador de voltaje. Así, cuando el capacitor se descargue a cierto valor se habrá cumplido un tiempo determinado.

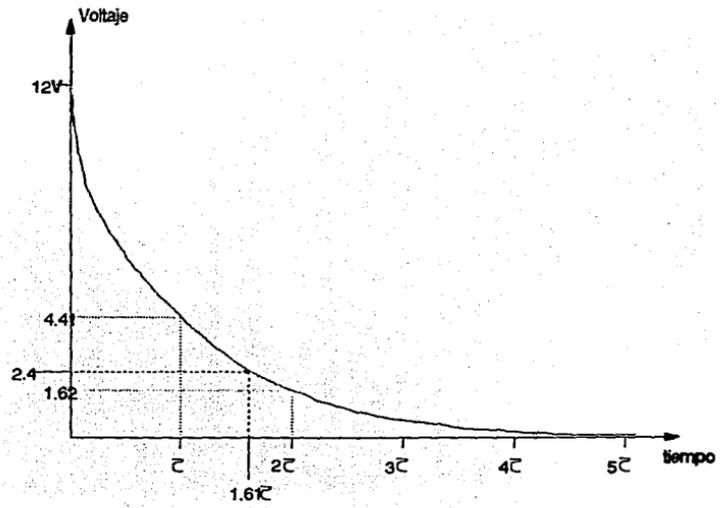


FIGURA 3.1 FUNCION DE DESCARGA DEL CAPACITOR C20.

No es conveniente establecer un voltaje muy bajo en el capacitor para tomar la medida, pues los capacitores tienen una descarga de forma exponencial como se puede observar en la figura 3.1. Por esta razón el tiempo transcurrido para llegar a un voltaje cercano a 0V es muy irregular.

Tampoco es conveniente usar un voltaje correspondiente a la constante de tiempo (τ), porque para lograr una τ que valga 5.5 segundos se requiere de un capacitor muy alto o de una muy alta impedancia. En el caso del valor del capacitor no es conveniente que sea muy alto por la corriente que ocupa para cargarse y por el volumen que ocupa en el circuito. En el caso del valor de la impedancia no es conveniente que sea muy alto porque depende de los diodos y de la impedancia del comparador. Para calcular la resistencia R31 se ha supuesto un capacitor de 10 μf (microfarads), y que a 5.5 segundos se haya descargado aproximadamente en un 80%. Para encontrar la equivalencia en constante de tiempo (τ) se tiene:

$$q = q_0 (1 - e^{-x/\tau}), \quad q/q_0 = 0.8, \text{ de donde:}$$
$$x = -(\ln(1 - 0.80)), = 1.609$$

Si se desean 5.5 segundos de retardo se tiene que:

$$1.609 \cdot (\tau) = 5.5 \text{ segundos,}$$

$$\tau = 5.5 / 1.609 = 3.418 \text{ segundos}$$

Para calcular la impedancia se sabe que $\tau = Z \cdot C$. Así, se tiene que:

$$Z = \tau / C = 3.418 / 10\mu = 341 \text{ k}\Omega.$$

Para calcular la resistencia R31 se debe de tomar en cuenta la carga en paralelo que implica la impedancia de entrada del comparador, así como la corriente que lleva a tierra el diodo D10 al conducir en sentido inverso. La impedancia de entrada del comparador se puede despreciar, pues es demasiado alta. La carga que implica el diodo D10 es de aproximadamente $1\text{M}\Omega$, queda en paralelo con la resistencia R31. La resistencia en serie que implica el diodo D12 es despreciable. El valor de R31 se obtiene de la siguiente ecuación:

$$R = (341\text{k}\Omega)(1\text{M}\Omega) / (1\text{M}\Omega - 341\text{k}\Omega) \\ = 517.45\text{k}\Omega$$

El valor comercial más cercano es $470\text{k}\Omega$. En la práctica, este valor puede variar hasta en un 50%, debido a la precisión del capacitor electrolítico.

El voltaje contra el cual se debe de comparar resulta del cálculo del valor de la carga del capacitor al 20%.

$$V = 11.3 \cdot (0.2) = 2.26 \text{ Volts}$$

A este valor se debe restar la caída de voltaje en el diodo D12 de la figura 3.2 (0.7V) y se obtiene: 1.56V. En la práctica se usa un voltaje de 2.1V que se obtiene de la caída de tres diodos (punto "B" de la figura 2.4)

El punto "A" de la figura 2.4 es la salida de la identificación de timbrado. A este punto se le pone en serie un diodo (de ánodo a cátodo) y al cátodo un capacitor electrolítico de $10\mu\text{f}$ que va a

tierra. Esto se ilustra en la figura 3.2.

El diodo se utiliza para que el circuito que proporciona el voltaje (la salida del comparador) no actúe como carga para el capacitor electrolítico cuando se encuentre a 0 Volts.

Lo descrito anteriormente tiene la función lógica de dar una señal de *Reset* a un flip-flop del tipo *Set/Reset* (flip-flop "B"). Así, se da *Reset* cuando la llamada que se atiende es una llamada que entró y por lo tanto generó el timbrado en la propia línea.

En la figura 3.2 se puede ver que las señales que otorgan los circuitos que identifican el timbrado, así como el estado de colgado-descolgado se llevan al flip-flop "B" *Set/Reset*.

Para que este circuito quede en estado de *Reset*; es decir, con su salida Q en estado bajo, basta con que se produzca el timbrado en la propia línea. El *Set* depende de que el teléfono se encuentre colgado y de que hayan transcurrido más de 5 segundos a partir de que terminó el último timbrado generado en la propia línea.

En sí, el estado de *Set* se logra a través de que la línea se encuentre colgada ó de que se tengan más de 5 segundos a partir del último timbrado. Esto implica el uso de una compuerta *OR*. Esta compuerta se hace con dos diodos que llegan a la entrada del comparador.

El tercer diodo aquí empleado (D12) tiene la función de evitar el paso de corriente del cátodo del diodo D10 al capacitor. Este punto

se encontrará a 7Vcd cuando la línea se encuentra en el estado de descolgado. En el momento que la línea se cuelga, si no se usara el diodo D12, el capacitor se cargaría de este voltaje y tardaría más de 2 segundos en descargarse. Esto provocaría que el medidor de tráfico telefónico tarde más de 2 segundos en reconocer el estado de reposo a partir de que se cuelga una llamada hecha desde la propia línea.

El uso del capacitor C20 es finalmente evitar que durante 5.5 segundos no se ponga en Set el flip flop y así se distinga el estado de reposo del intervalo en el que una llamada de fuera no se contesta.

La otra condición es el estado de colgado/descolgado. Antes de iniciar el contador de tiempo de la llamada actual se debe de ver si el teléfono se encuentra descolgado. Si el teléfono está descolgado, entonces se tiene que ver si la llamada entró ó si se va a hacer desde la propia línea.

Para atender a esta condición se requiere de una compuerta AND; ya que para dar el inicio al contador de tiempo, es necesario que el teléfono se encuentre descolgado y que la llamada se haga desde la propia línea. La salida del circuito que identifica el estado colgado/descolgado, figura 2.3, se encuentra en alto mientras la línea se encuentra descolgada. En tanto que, cuando se identifica que la llamada se hace desde la propia línea, la salida Q del flip-flop Set/Reset es uno lógico.

Una vez que se han cumplido estas condiciones, se debe de confirmar que se está haciendo una llamada y que ésta ha entrado. Esto significa que se debe de confirmar de alguna manera que el usuario al

que se ha llamado ha descolgado su teléfono para contestar.

El circuito de la figura 3.2 da la señal de que la llamada ha partido desde la propia línea y da un retraso de 20 segundos a partir de esta confirmación. Esto tiene por objeto que los ruidos que se provocan en la marcación y cuando se presentan los tonos no confundan al medidor de tráfico telefónico y sólo se utilice el circuito convertidor frecuencia-voltaje para distinguir a los tonos de espera/ocupado de la señal de la voz del usuario.

El contador que se inicia cuando las primeras condiciones han sido cumplidas, es el que cuenta los 20 segundos de retraso para iniciar el siguiente contador. Es por ésto que se toma una señal (Q2) del contador (A0) con el objeto de que se cuenten 20 segundos. El Reset del contador de 20 segundos es la manera de habilitarlo o inhabilitarlo, este se da con un uno lógico. Para dar el cero lógico se requiere de que la salida del flip-flop y la salida del circuito de la figura 2.3 se encuentren en estado alto. Al pasar por la compuerta NAND, se dará el cero lógico sólo en ese caso y sólo así se permitirá la cuenta de los 20 segundos.

En la figura 3.3 se puede ver el oscilador que produce la señal de reloj a una frecuencia de 100 Hertz. Por la frecuencia a la que se produce el pulso de reloj, no se puede usar directamente para contar segundos, se tiene que dividir previamente entre 100.

Para dividirse entre 100 se utilizan dos contadores decádicos en cascada. Sólo es necesario usar su señal de salida de acarreo (carry out). Una manera más fácil de dividir la frecuencia es con el

circuito integrado 4581.

Los contadores que se utilizan son los del circuito integrado 4017. Este integrado cuenta del 0 a 9 y da su salida en 10 pines. Cada pin se habilita (vale "1" lógico, presenta el voltaje de alimentación) cuando la cuenta corresponde a su número de salida. Si el contador ha contado 3 y se incrementa en uno, entonces el pin número 7 del circuito integrado (Q3) pasa de "1" a "0" lógico, mientras que el pin número 10 (Q4) pasa de "0" a "1" lógico.

El contador A0 podría empezar a contar los 20 segundos a partir de que se hubieran cumplido todas las condiciones y por lo tanto se encontrará el pin 3 del integrado 4011 (salida de NAND) en "0" lógico, permitiendo de esta manera la cuenta en el contador; pero si continuara contando, entonces habilitaría al siguiente contador sólo durante un segundo.

Para que el contador se detenga, se controla entonces la señal de su reloj en combinación con su propia salida (la de Q2) mediante dos compuertas NAND (ver figura 3.2). Una de ellas se utiliza simplemente para negar la salida Q2. La salida de la otra compuerta se encuentra en bajo en tanto la señal de reloj se encuentre en alto junto con la compuerta que niega a la salida Q4.

Esto significa que una vez que el contador llegue a contar 2, se detendrá ahí hasta que la señal de *reset* le obligue a llevar su cuenta a cero.

En la figura 3.3 se observa que el oscilador está constituido por dos compuertas NOR y un capacitor. Esta es una manera de hacer el oscilador. Las entradas (pines 1 y 5) de las dos diferentes compuertas dependen de sus propias salidas, a la vez que del tiempo de descarga del capacitor C31.

La salida del oscilador se encuentra cargada con un capacitor C33 de 150 nanofarads. Esto se hace con el fin de eliminar los ruidos que lleva el pulso, con los cuales los contadores trabajarían de manera errónea. Cuando un pulso lleva ruido a su alrededor, puede verse en la entrada de los contadores; como pulsos de menor frecuencia que van dentro de la señal.

Otra alternativa para el circuito de reloj es un oscilador construido con el circuito integrado 555.

En la central telefónica se redondean los minutos por cada 10 segundos. Esto implica que si una llamada dura 1'10", entonces se contará como 2 minutos, porque se cuenta cada minuto o fracción del minuto. La fracción mínima en la central telefónica es de una decena de segundos, o bien 1/6 de minuto. Cabe aclarar que si la llamada dura 1'09", se contará sólo 1 minuto.

Entonces el porcentaje de error en el pulso de reloj no es tan importante si se toma en cuenta que la precisión en la cuenta del tiempo acumulado de las llamadas será de 10 segundos.

Mientras menor sea la frecuencia del pulso producido por

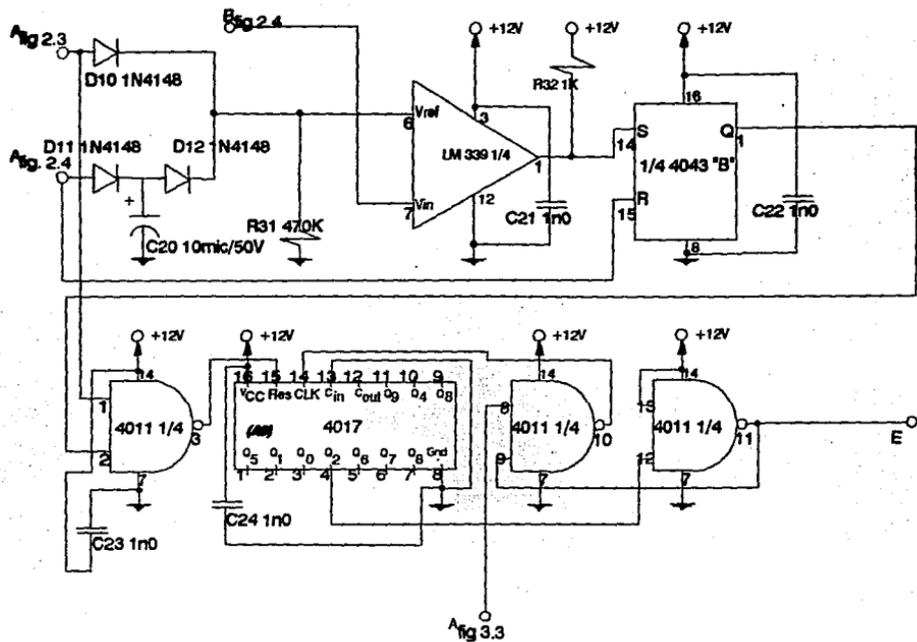


FIGURA 3.2 LOGICA COMBINACIONAL PARA RETRASO DE 20 SEGUNDOS.

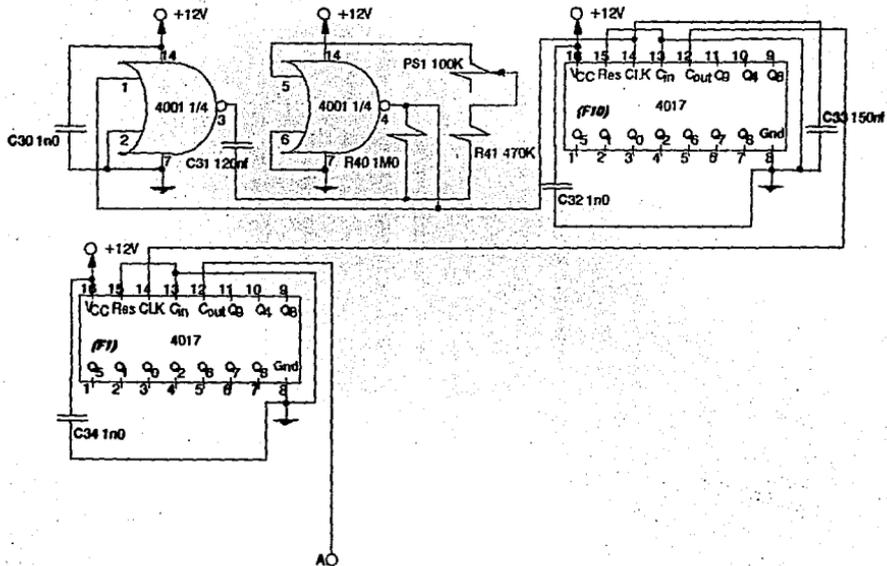


FIGURA 3.3 GENERADOR DE PULSO DE RELOJ

el oscilador (sea cual sea), mayor es la distorsión que tiene en su forma de onda. Esta es la razón por la que es necesario estabilizar el pulso producido a 100 Hertz.

El circuito contiene un *Preset* en su oscilador. Este tiene la función de ajustar la frecuencia del pulso que se produce. Se podría usar una resistencia fija, pero no tendría siempre el mismo valor. Los componentes tienen una tolerancia en el valor que especifican. Los capacitores varían hasta por la temperatura a la que trabajan. El valor de esta resistencia depende del de otros componentes, sobre todo del capacitor C31. No es tarea del usuario; se supone que a cada aparato se le debe ajustar antes de que le sea entregado.

Finalmente en la figura 3.4 se muestra el primer circuito contador de tiempo instantáneo. Se usa un circuito contador 4029. Este contador brinda diversas facilidades. Puede contar hacia adelante o hacia atrás (U/D), en binario o en decimal (B/D); regresar a un número formado por el valor del voltaje en las entradas Ap, Bp, Cp y Dp según se señale en la entrada de *Preset enable* (PE); la salida se presenta en código BCD.

En realidad no se requiere de un contador con tantas funciones. Tampoco es necesario que se use un integrado para la cuenta de cada dígito; ya que los acarreo no son si no los de un reloj normal. Se usó este contador por ser un contador que tiene un uso bastante sencillo y versátil. Se puede ver paso a paso la cuenta de cada dígito, el manejo que se hace con los acarreo. Aparte de que un contador más sofisticado es más delicado, lo cual se toma en cuenta al hacer un prototipo, pues

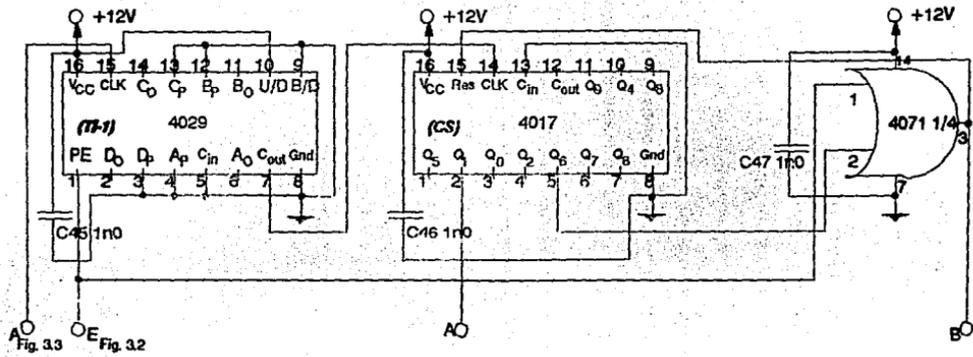


FIGURA 3.4 HABILITACION DEL CONTADOR DE TIEMPO INSTANTANEO

normalmente no se tiene gran confiabilidad en cuanto a la protección que existe contra cargas estáticas, contra falsos contactos, humedad, cortocircuitos. etc.

Una vez que ha sido probado todo el prototipo, entonces se pueden proponer cambios en su construcción para hacerlo más económico, más pequeño, más servicial (mayor facilidad de darle servicio) y en sí más eficiente. En este caso, de un contador de tiempo, que incluye dos dígitos de segundos y dos dígitos de minutos, se puede usar cualquiera de los contadores de 4 dígitos programables que de hecho se usan en relojes y cronómetros.

La construcción del contador de tiempo instantáneo en base a contadores 4029, permite que se usen 2 ó más dígitos en la cuenta de los minutos. Más adelante se tratarán las ventajas y desventajas de usar más de 2 dígitos en la cuenta de los minutos de tiempo instantáneo.

Para permitir que los contadores de tiempo avancen, es necesario verificar que se ha escuchado la respuesta del usuario en la línea. Esta función se realiza con el circuito de la figura 2.5.

En la sección 3.3 se detalla cómo se habilitan los contadores, una vez que todas las condiciones se han cumplido.

3.3.1.- ESTADÍSTICA DEL COMPORTAMIENTO DE LAS LLAMADAS

El retraso de 20 segundos es un tiempo promedio que se usa porque se ha estudiado que en este tiempo se hace la marcación y se

contesta cuando entra la llamada. Pero este estudio se pudo haber hecho en otra población y que por lo tanto, tiene otro comportamiento en este aspecto. Se ha incluido esta estadística en el presente estudio, para poder determinar el porcentaje de error que esto produce en el arranque del contador de tiempo instantáneo. También se requiere de un pequeño retraso para habilitar al contador de llamadas y evitar que este se incremente cada vez que se genere un ruido en la línea después de 20 segundos de haber descolgado. Posteriormente se explicarán los circuitos que realizan estas funciones.

Se tienen dos casos: las llamadas que entran y las que no entran. En ambos casos se pueden producir errores. Cuando las llamadas no entran; y el usuario que marca espera más de 20 segundos a partir de haber descolgado; comenzarán entonces a tomarse en cuenta los sonidos que el convertidor frecuencia-voltaje recibe de la línea y si recibiera una voz en el micrófono del auricular donde está conectado el medidor de tráfico telefónico, se dispararían los contadores.

Cuando las llamadas que entran comienzan antes de que hayan transcurrido 20 segundos (10 segundos en el caso de la marcación por tonos) a partir de haber descolgado, se produce un error en los contadores de tiempo (van atrasados con respecto al contador de la central de "Teléfonos de México"). Si la llamada entra después de 20 segundos y se escucha una voz antes de que haya una respuesta en la línea a la que se ha marcado, entonces los contadores de tiempo irían adelantados con respecto a la cuenta que se lleva en la central.

El tiempo que tarda en marcarse a una línea aquí en la Ciudad de México (7 dígitos) es de 12 a 14 segundos, mientras se marque por pulsos. Este tiempo aumenta en los casos de llamar a un teléfono celular o por lada (10 dígitos), pero estos casos no son regularmente muy comunes; no ocurre comúnmente en la mayoría de las líneas de uso particular. Cuando la marcación es por tonos, el tiempo depende más del usuario que del funcionamiento de la central telefónica. Es recomendable cambiar el tiempo de retardo a 10 segundos. Seguramente la mayoría de los usuarios tardarían más de ese tiempo en marcar, pero es mejor que el contador cuente de más que de menos. En el caso de que se cuente con un aparato telefónico que contenga la función "redia" tardaría en hacerse la marcación de 7 dígitos menos de 2 segundos cuando se hace por tonos.

La estadística se realizó con 1095 datos que se tomaron desde diferentes líneas y por diferentes personas. De las 1095 llamadas, de las que provienen los datos, entraron (contestaron en la línea a la que se llamó) sólo 672 (61.37%). De las que no entraron, se encontró ocupada la línea en 277 casos (25.30%), lo cual forma el 65.49% de las llamadas que no entraron. A continuación se presenta la tabla que resultó de la estadística realizada.

# Timbres	No entraron		Si entraron	
	Frec. absoluta	Frec. relativa	Frec. absoluta	Frec. relativa
0	277	0.6549	3	0.0045
1	4	0.0095	264	0.3929
2	8	0.0189	230	0.3423
3	6	0.0142	115	0.1711
4	22	0.0520	39	0.0580
5	66	0.1560	14	0.2080
6	29	0.0686	6	0.0089
7	2	0.0047	1	0.0015
8	7	0.0166		
9	2	0.0047		
Suma	423	1	672	1

En las figuras 3.2.1, 3.2.2, y 3.2.3 se ilustra esta tabla y se especifican los datos que se toman como errores.

En cuanto a los errores; se puede considerar error dentro de las llamadas que entraron a las que duraron menos de 10 segundos. Este caso ocurrió 36 veces (3.29%); mientras que las llamadas que no entraron y en las que el usuario esperó más de 20 segundos (más de 8 tonos de espera) y dando por hecho que en todos estos casos habló el usuario al auricular antes de escuchar respuesta fueron sólo 9 (0.8%).

Ambos casos generan un error en el contador de llamadas, pero uno en incremento y otro en decremento. Entonces el error absoluto en el contador de llamadas es de (2.28%) según esta estadística. Para que se cancelaran por completo los errores, se tendría que tener el mismo número en ambos casos. Esto es que el contador de llamadas tomara como llamada a la que dure menos de 10 segundos (8, por ejemplo). Esto causaría un error más grande en las llamadas que no entran y quedaría nuevamente desbalanceado. Esta comparación se muestra en la figura 3.2.5

El otro error que se puede llegar a cancelar, es el que se produce en los contadores de tiempo. La manera de cancelarlo es haciendo que la diferencia positiva del tiempo que se retrasa con el que se adelanta, en el caso de que la llamada sí entre, sea igual al porcentaje de tiempo que se suma, cuando la llamada no entra. Lo que se puede observar en la figura 3.2.4 es que la diferencia del tiempo que se retrasa con el que se adelanta en el caso de que la llamada sí entra es +25.58%.

El porcentaje de casos en los que se atrasa esta más bajo de lo debido porque se excluyó como parte de este error a las 264 llamadas que se contestaron al primer timbre telefónico. La diferencia en porcentajes absoluta (considerando las 1095 llamadas) es de 15.71%. El error absoluto en los casos en que las llamadas no entraron es de 9.68%.

LLAMADAS QUE NO ENTRAN

FRECUENCIA RELATIVA

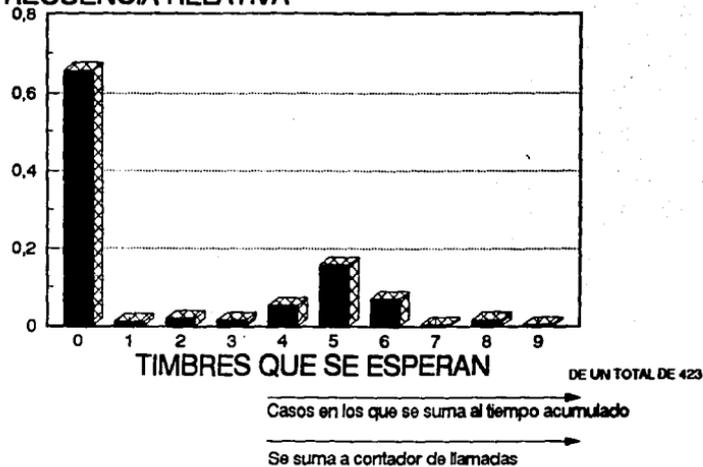
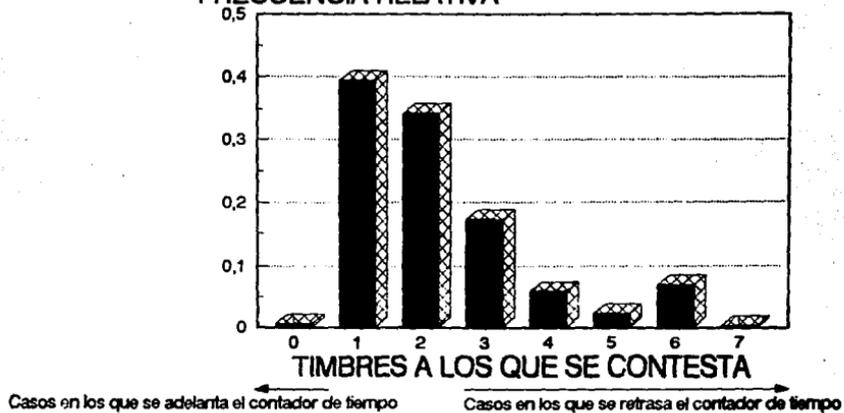


FIGURA 3.2.1 COMPORTAMIENTO EN LLAMADAS QUE NO ENTRAN

LLAMADAS QUE SI ENTRAN

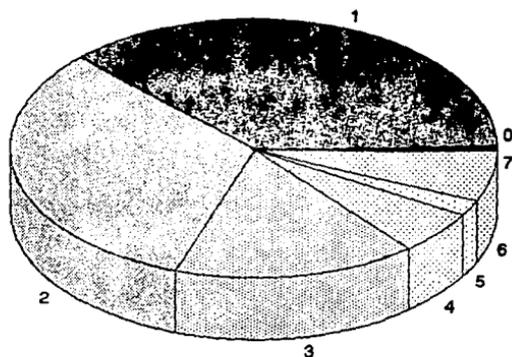
FRECUENCIA RELATIVA



DE UN TOTAL DE 672

FIGURA 3.2.2 COMPORTAMIENTO EN LLAMADAS QUE SI ENTRAN

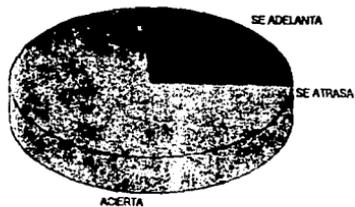
LLAMADAS QUE SI ENTRAN



DE UN TOTAL DE 672

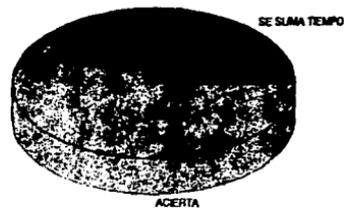
FIGURA 3.2.3 REPRESENTACION EN PIE DE LLAMADAS QUE SI ENTRAN

**ERROR EN CONTADORES DE TIEMPO
EN LLAMADAS QUE SI ENTRAN**



DE UN TOTAL DE 672

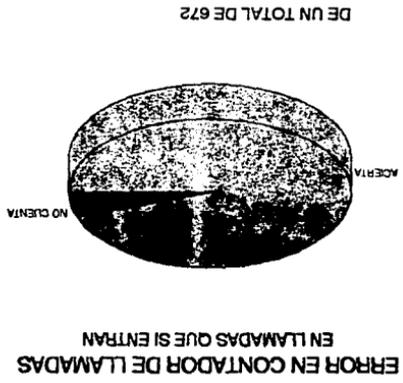
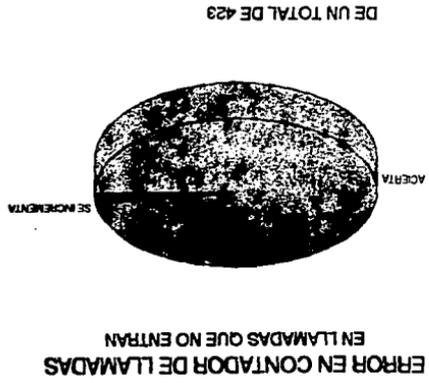
**ERROR EN CONTADORES DE TIEMPO
EN LLAMADAS QUE NO ENTRAN**



DE UN TOTAL DE 423

FIGURA 3.2.4 ERROR EN CONTADORES DE TIEMPO

FIGURA 3.25 ERROR EN CONTADOR DE LLAMADAS



Si una línea telefónica tiene la misma proporción entre las llamadas que sí entran con respecto a las que no entran, el error en el contador de tiempo acumulado es que se retrasaría en un 6.03%. Es mejor que el usuario reciba un dato más alto al que se debe de formar en su recibo telefónico; a que reciba un dato más bajo que le haga pensar que hay un grave error en el funcionamiento de la central telefónica de Teléfonos de México

Si el tiempo en el que se disparan los contadores de tiempo se reduce a 10 segundos, entonces los contadores se adelantarían en un porcentaje de eventos demasiado alto (74.06%). Suponiendo que en todos los casos hablara el usuario al auncular antes de obtener respuesta a su llamada.

El porcentaje de eventos es diferente al porcentaje neto. El porcentaje neto tendría en cuenta el tiempo total promedio que se acumula antes del *Reset* ; mientras que el porcentaje de eventos toma sólo en cuenta que en 74 casos se ha adelantado el reloj de 100 llamadas realizadas. Los datos de la estadística fueron tomados en diferentes líneas y con diferentes usuarios.

El porcentaje de error en la medición del tráfico telefónico resulta de esta manera alto; sin embargo ayuda a evaluar el tráfico telefónico de la propia línea, antes de que se presente el recibo telefónico.

En este estudio no se ha incluido la estadística de los casos en los que el usuario habla al auricular antes de obtener respuesta, ya que para hacerla es necesario que el usuario ignore cuál es el objetivo

de la observación pues al conocerlo alteraría su comportamiento. Hacer esto en 1000 casos o más requiere de un estudio más profundo. Es muy remoto que el usuario hable al auricular sin tener respuesta en la llamada que hace. Sería más remoto aun si el usuario se encuentra advertido de que esto causará un error en su medidor de tráfico telefónico. Los errores estimados en esta estadística son los máximos de cada caso y aun así no parecen ser tan altos.

Si el usuario no habla nunca al auricular mientras espera la respuesta de la llamada que ha hecho, los errores se reducen prácticamente a cero. El contador de tiempo acumulado se atrasaría en los casos que las llamadas entran antes de 20 segundos (0.45%) y el de llamadas funcionaría fielmente, el error sería de cero.

3.2.- HABILITACIÓN DEL CONTADOR DE TIEMPO ACUMULADO

Cuando se hace una llamada desde la propia línea, donde se encuentra instalado el medidor de tráfico telefónico; se ha aclarado ya en la anterior sección que se debe conocer el tiempo que transcurre mientras se hace la llamada. Una vez que se cuelga (se abre el circuito de la línea telefónica), el usuario debe poder conocer cuánto tiempo ha acumulado hasta la última llamada. De hecho es posible que el usuario pretenda conocer este dato antes de terminar la última llamada.

No es necesario, ni muy factible, que el tiempo se acumule hasta que se haya terminado una llamada. El tiempo se puede acumular minuto a minuto de la llamada presente en lugar de llamada a

llamada.

En la sección anterior se ha dicho que la mínima fracción de tiempo que se toma en la central telefónica es de 1/6 de minuto (10 segundos). Entonces a los primeros 10 segundos de una llamada que se ha realizado desde la propia línea se puede acumular 1 minuto a la cuenta de tiempo acumulado. Cuando se termine la llamada (se cuelgue) se tendrá por resultado el mismo redondeo planteado en la sección anterior, lo cual da una precisión de 10 segundos.

Ni los segundos, ni las decenas de segundos se llevan en esta cuenta. Sólo los minutos y con tantos dígitos como se desee.

Supóngase la habilitación de este contador de la misma forma que la del contador anterior. Es decir, en base a un retraso de 20 segundos (ó 10 en el caso de la marcación por tonos) a partir de que el usuario toma su auricular (descuelga) para hacer una llamada y no para contestarla. Aparte de verificar la condición de que el usuario responda.

El primer contador de tiempo acumulado (TA-1) tiene por entrada un reloj que se encuentra en estado alto en los primeros 10 segundos de cada minuto de la llamada presente (la llamada que se encuentre realizando el usuario desde su propia línea). Ver la figura 3.5.

En el circuito contador de tiempo instantáneo (TI), se hace un manejo con una compuerta OR y un contador 4017 (controlador de segundos CS) para que la cuenta no llegue a pasar de 5 en el contador de decenas de segundos (TI-2). El funcionamiento de este circuito se detalla

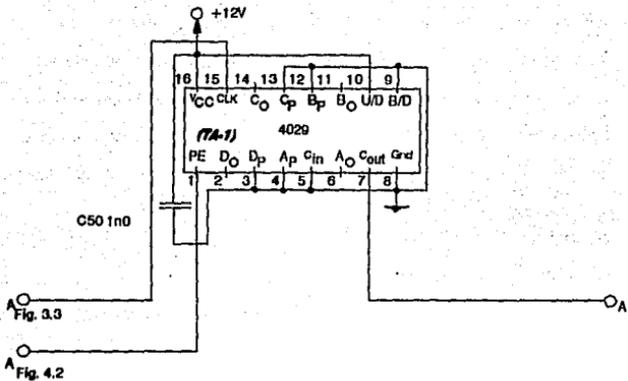


FIGURA 3.5 HABILITACION DEL CONTADOR DE TIEMPO ACUMULADO

en el capítulo IV. Del contador CS se toma una salida que tiene justamente el comportamiento requerido para el reloj del contador (TA-1).

3.3.- HABILITACIÓN DEL CONTADOR DE LLAMADAS

Se explicó ya en el capítulo I que el recibo telefónico depende tanto del número de minutos acumulados entre todas las llamadas realizadas, como del número de las mismas llamadas. El usuario requiere conocer cuántas llamadas ha realizado en un momento determinado. No es necesario que este dato se presente durante la misma llamada que realiza (la llamada presente) porque no se incrementa más que en uno con esa llamada por mucho tiempo que ésta dure.

Para que el contador de llamadas se incremente se requiere igualmente de verificar que la llamada que se ha hecho ha entrado. Este contador se incrementará en el momento que se cuelgue la llamada que se ha logrado.

En el capítulo II se ha hablado acerca de que existe una manera más precisa para identificar cuándo se ha logrado una llamada desde la propia línea. A continuación se presenta una manera de habilitar al contador de llamadas que se constituye en base a un retraso y a una identificación de sonidos en la línea.

Es cierto que los sonidos en la línea son muy variables; que la voz a través de la línea tiene una frecuencia promedio idéntica a la del tono de espera, ocupado y de invitación a marcar. Pero no tienen la

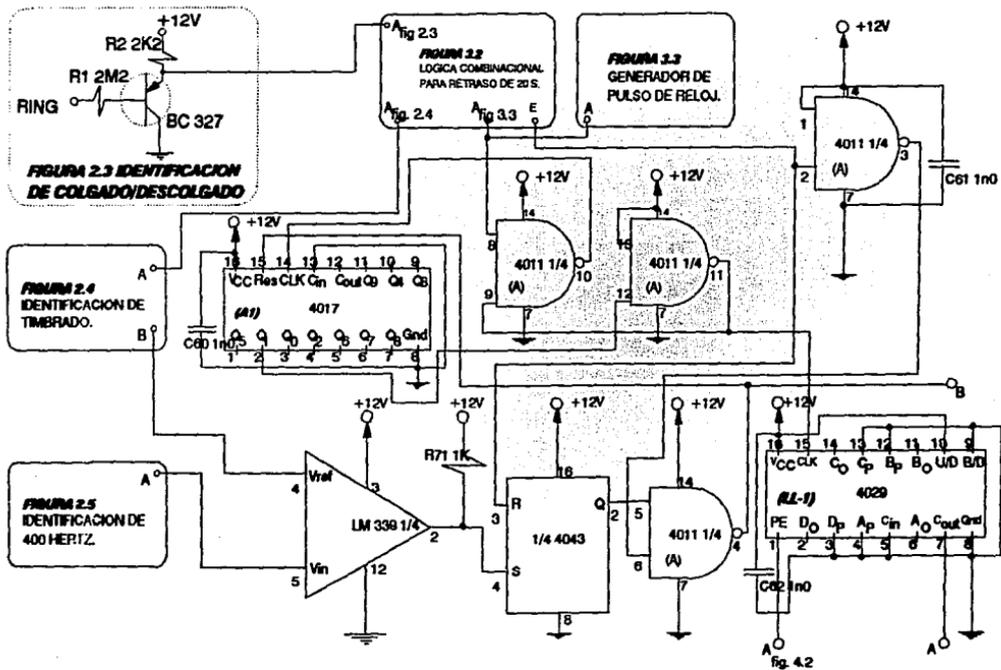


FIGURA 3.6 HABILITACION DEL CONTADOR DE LLAMADAS.

misma periodicidad, además de que en el caso de la voz, se tiene una frecuencia promedio de 400 Hz, pero siempre va acompañada de otras frecuencias.

En la figura 3.6 se observa que se usa un convertidor de frecuencia a voltaje para identificar el timbrado en la propia línea; además de otro que se usa para identificar la voz de cualquiera de los dos usuarios (el emisor y el receptor del mensaje). Este convertidor identifica además al tono de ocupado, de espera y de invitación a marcar. La diferencia radica precisamente en que se reconoce como voz cuando además del tono de 400 Hz se llevan otras frecuencias ligeramente más altas y en ausencia de estas se identifica como cualquiera de los tonos de señalización en la llamada.

Es importante la inclusión del retraso en el funcionamiento de este circuito; ya que antes de que se escuchen los tonos de ocupado ó de espera, se escuchan ruidos provocados por la marcación. Además es posible, aunque no muy probable, que el usuario, que usa el medidor, hable al auricular mientras esta marcando. Esto podría suceder aun después del retraso de 20 segundos y antes de que respondan en la línea a la que se ha llamado. Se ha dicho que esto no es muy probable, pero para que el error en la medición se reduzca a cero se puede hacer la recomendación al usuario de no hablar al auricular sino hasta que se responda a la llamada que ha hecho.

Para que la alimentación del circuito integrado TL082 sea únicamente de +12Vcd, basta con dar un nivel de corriente directa a la

entrada de señal, luego aislar de tierra con un capacitor la entrada negativa del amplificador operacional y aislar también de corriente directa a la salida del operacional con otro capacitor.

Se podría igualmente cambiar la alimentación de todo el circuito a $\pm 5V_{cd}$ ajustando sólo algunas resistencias. Por los circuitos integrados tampoco hay inconveniente, todos aceptan una alimentación que va desde tres Volts de corriente directa. Esto repercute también en el consumo en corriente. En el caso de que se cambie toda la alimentación a 5V, se tendría un menor consumo de corriente, pero los ruidos serían más significativos.

El circuito de la figura 2.5 (Identificación de 400 Hertz) se emplea para identificar la voz de los usuarios (tanto emisor como receptor de llamada). Este circuito da una salida de 1.8V de corriente directa cuando en su entrada V_{in} se encuentra una señal con una frecuencia de 400 Hertz. Cuando la señal de entrada tiene una frecuencia de 500 Hz a la misma amplitud, la salida del circuito es aproximadamente $2.2V_{cd}$.

Como voltaje de referencia en el comparador se usa la caída de tensión de tres diodos en serie. Esta caída tiene un valor de 2.1V. Si la salida del convertidor frecuencia-voltaje excede este valor, el comparador tendrá en su salida el voltaje de alimentación ($+12V_{cd}$). Con esto, se puede habilitar cualquier circuito alimentado por $+12V_{cd}$.

El circuito integrado LM339 contiene 4 comparadores, por lo cual se utiliza un sólo circuito integrado para realizar todas las funciones requeridas por el medidor de tráfico telefónico.

La identificación de la voz dará una señal de habilitación cuando se escuche la voz en cualquiera de los dos extremos de la línea telefónica. La diferencia es que la amplitud de la voz en la propia línea es siempre mucho mayor a la del usuario al que se ha llamado, porque esta señal llega atenuada y distorsionada por las deficiencias en las líneas.

Si se atiende a una amplitud correspondiente a la de la señal de la voz del usuario al que se llama, se podrían llegar a confundir los ruidos que existen en la línea. Además de que cualquier sonido que tenga frecuencias superiores a los 500 Hertz y que se encuentre alrededor del auricular del teléfono desde el que se hace la llamada confundiría también al medidor de tráfico telefónico.

Si, en cambio, se usa la señal de la voz del usuario que llama, se puede distinguir de cualquier otro sonido, incluyendo el de los tonos.

El hecho de que los contadores comiencen la cuenta después de que el usuario ha contestado implica un retraso y por lo tanto un error. Este error es de un promedio de 0.7 segundos (lo que tarda en hablar el usuario de su propia línea después de que le han dicho "Bueno!") de 5 minutos que dura en promedio una llamada telefónica. Esto da un error de aproximadamente 0.25%.

Si se dejara la salida del comparador directamente conectada a la compuerta NAND se tendrían unos y ceros lógicos a lo largo de la llamada telefónica, porque no todo el tiempo se cumple la condición para el circuito que identifica la voz. Esto provocaría que el punto "B" se

encontrara en uno y cero lógicos alternativamente a lo largo de la llamada.

Para que la entrada de la compuerta *NAND* permanezca en uno lógico mientras se realiza la llamada, se usa un Flip-Flop del tipo *Set/Reset*. El *Set* es controlado por la salida del comparador para identificar la voz humana, en tanto que el *Reset* es controlado por el punto "E" del circuito de la figura 3.2. Este punto se encuentra en bajo una vez que se han cumplido 20 segundos a partir de que el usuario ha descolgado su teléfono para hacer una llamada. Se pone en alto (uno lógico) cuando se termina la llamada.

El *Reset* se habilita en alto, por lo que se requiere de invertir el voltaje en el punto "E" del circuito de la figura 3.1. Esto se hace por medio de la compuerta *NAND* "A" de las entradas 1 y 2.

De la misma manera en que se logra dar un retraso de 20 segundos, se hace para darle 10 segundos de margen al contador de llamadas, evitando que este cuente las llamadas que fueron sólo ruidos (provocados muchas veces tan sólo al colgar el auricular).

En la figura 3.6 se puede ver que se usan dos compuertas *NAND* para dar este retraso. La de las entradas 8 y 9 sirve para detener el reloj que llega al contador 4017 una vez que este ha contado hasta 1. La otra compuerta sirve simplemente para invertir el valor lógico de esta salida. Su salida (negación lógica de Q_1) se utiliza para dar la señal de reloj al contador de llamadas (LL-1). Cada cambio de estado bajo a alto hace incrementar en uno a este contador.

CAPÍTULO IV

MANEJO Y PRESENTACIÓN DE CONTADORES

En el capítulo anterior se ha explicado la manera en que cada uno de los contadores necesarios es habilitado. Se ha visto ya el primer dígito de cada contador; pero no se ha expuesto la manera en que el usuario puede ver el dato contenido en el contador. Tampoco se ha hablado de ninguna pantalla en la que se despliegan los diferentes datos acumulados en los contadores.

En el presente capítulo se explica la manera en que cada contador acarrea su cuenta y en su caso, la acumula. Se trata también acerca de las maneras en que los datos pueden ser mostrados al usuario. Se habla acerca del reestablecimiento (*Reset*) que tiene cada contador.

4.1 .- ACARREO EN CONTADORES DE TIEMPO

Ya en la figura 3.4 (habilitación del contador de tiempo instantáneo), se ha observado el manejo que se tiene en los contadores 4029. Este manejo tiene el fin de que estos acarreen al siguiente contador antes de que su cuenta llegue a 10. En la figura 4.1 se detalla este acarreo que sólo es necesario entre el dígito que cuenta las decenas de segundos y el dígito que cuenta los minutos.

Para que el contador (TI-2) dé una señal de *carry out* al contador de minutos (TI-3) basta con que éste cuente hasta 6.

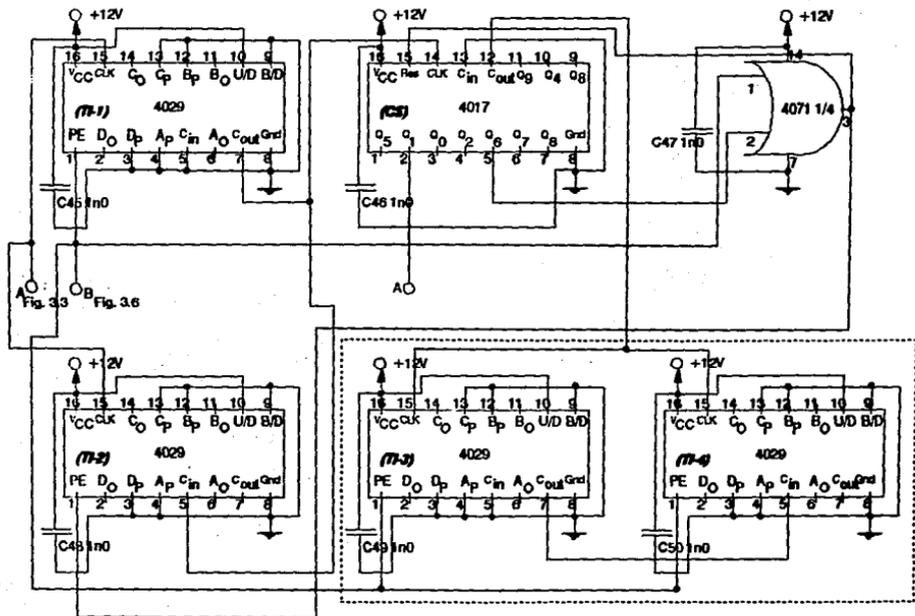


FIGURA 4.1 CONTADOR DE TIEMPO INSTANTANEO

La salida del contador TI-2 es de tipo BCD, lo cual impide que se tome un pin como salida alta a la cuenta de 6. Se tendría que tomar el AND de las salidas B y C; se tendría que manejar su *Reset* de la misma manera. Esto no resulta muy práctico; además de que en las pruebas que se hicieron con esta opción no se consiguió el funcionamiento adecuado; principalmente porque el *Reset* del contador TI-2 no concuerda con su salida de acarreo. Se tienen además problemas de sincronía por el tiempo que existe entre que se da la señal de *Reset* y en el que el contador empieza a contar de nuevo.

Si se usa un contador auxiliar que lleve la cuenta de decenas de segundos y por medio del cual se haga el manejo descrito anteriormente, se puede conseguir el funcionamiento deseado. El contador es el 4017 (CS, controlador de segundos) y con la ayuda de la compuerta OR se manejan y controlan tanto las decenas de segundos como las unidades de minutos.

El contador 4017 tiene una salida decádica y permite tomar la salida de la cuenta de 6 en un sólo pin. El *Reset* de este contador, así como el de TI-2, se realizan cuando hay una señal de *Reset* que se manda desde el punto "E" de la figura 3.1 ó bien cuando el contador 4017 (CS) llega a la cuenta de 6 y por lo tanto tiene un uno lógico en su salida Q6.

Justamente para realizar esa función de que se habilite por una u otra razón, se usa la compuerta OR. La salida de la compuerta se lleva entonces a la entrada de *Reset* del contador CS y a la entrada PE

(*Preset Enable*) del contador TI-2. Las entradas de la compuerta son, obviamente, la señal del punto "E" de la figura 3.2 (Lógica combinacional para retraso de 20 segundos) y la salida Q6 del contador CS.

Para que TI-3 cuente las unidades de minutos de manera sincronizada con el resto de los contadores se lleva la señal de *carry out* del contador CS a su entrada de reloj (*CLK*); mientras que en la entrada de acarreo (*carry in*) no se tiene ninguna señal, simplemente se deja en alto para que permita la cuenta.

Si en lugar de hacer esto se llevara la señal de *carry out* a la entrada de *carry in* del contador TI-3 y en la señal de reloj se diera el reloj que manejan los contadores TI-1 y TI-2; resultaría que el contador TI-3 no contaría los minutos, si no 10 segundos cada minuto durante 10 segundos. La razón es que la señal de *carry out* del contador CS se pone en bajo entre los 50 y 60 segundos de cada minuto, permitiendo entonces la cuenta libre durante 10 segundos del reloj que lleva una frecuencia de 1 Hertz.

El contador TI-4 usa ya la señal de reloj (*CLK*) del contador TI-3 y en su entrada de *carry in* lleva la señal de *carry out* del contador TI-3. Esta es la manera en que se conectan normalmente los contadores entre sí para acarrear correctamente la cuenta. Es la manera en que se encuentran conectados los dígitos de los otros contadores (de tiempo acumulado y de llamadas); ya que estos tienen siempre entre sí un acarreo de cada 10 del dígito anterior.

El punto "A" que se extrae del circuito de la figura 4.1 se

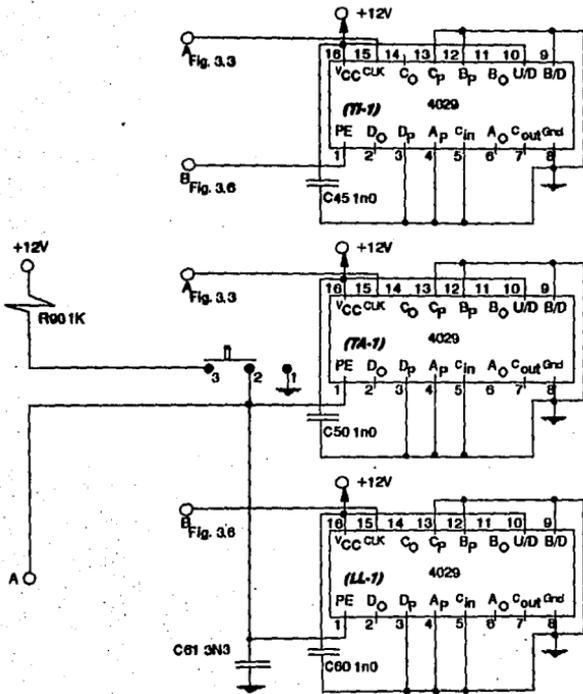


FIGURA 4.2 RESET DE CUALQUIERA DE LOS CONTADORES

utiliza como señal de reloj para el contador de tiempo acumulado; pues se cuenta como un minuto la primera fracción de cada minuto de la llamada realizada. En el caso del medidor, la fracción es de 10 segundos, $1/6$ de minuto.

En la figura 4.1 se puede observar que el *Reset* de lo que es en sí la cuenta de tiempo instantáneo se lleva a cabo por medio del punto "E" del circuito de lógica combinacional para retraso de 20 segundos. Esto implica que en cuanto se termina la llamada, se hace el *Reset* de los contadores. Se podría mantener la cuenta de la última llamada por medio de un retraso (*delay*) en la señal de *Reset*; pero no tiene mucha utilidad conocer el tiempo de la última llamada.

El *Reset* del contador de tiempo acumulado así como el del contador de llamadas se deja a operación del usuario. Se podría poner un switch/llave, de tal manera que sólo quien tuviera la llave pueda poner en ceros la cuenta del medidor de tráfico telefónico.

En la figura 4.2 se ilustra el circuito que pone en ceros los diferentes contadores que acumulan datos. El botón (selector de un polo con dos tiros) puede ser un botón que pase de un estado a otro con sólo deslizarlo; o bien, puede ser un botón que se apriete y él mismo se regrese con un resorte (*push botton*); o puede ser también, un *switch* que se accione bajo llave. La idea es que a los contadores de tiempo acumulado y a los de llamadas se les conecte al voltaje de alimentación a través de una resistencia con el objeto de ponerlos en ceros. Cuando esto no suceda, se les debe de aterrizar con el mismo mecanismo. El capacitor C81 se utiliza

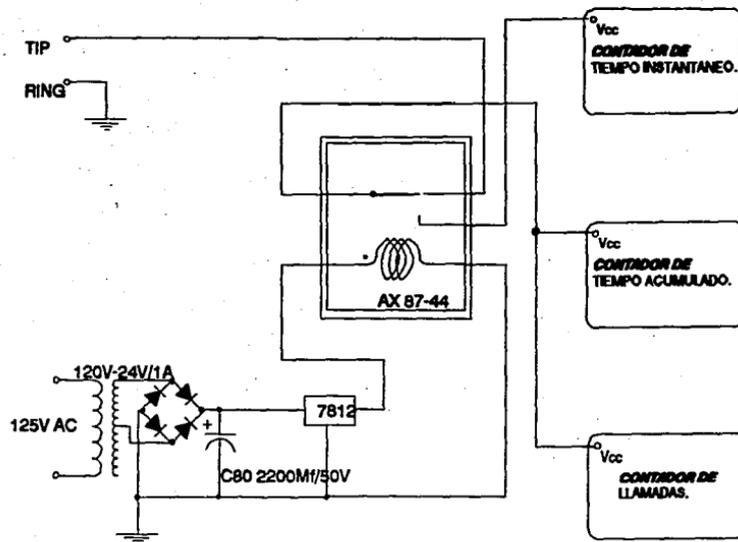


FIGURA 4.3 ALIMENTACION AUXILIAR CON LINEA TELEFONICA

para eliminar los ruidos que provoca el botón al pasar de un voltaje a otro.

El contador de tiempo instantáneo se pone en ceros cada vez que se termina la llamada que ha contado por medio del punto "E" del circuito de la figura 3.2.

Si el medidor de tráfico telefónico llegara a tener un uso de carácter legal como el que tiene ahora el Watthorímetro; entonces el *Reset* de los datos acumulados tendría que ser controlado por la compañía Teléfonos de México. Esto podría implantarse de diferentes maneras. Una de ellas es que en el circuito del medidor de tráfico telefónico se incluya un detector de una cierta secuencia especial de timbrado. Como el timbrado puede ser fielmente detectado por el circuito que ya se ha mostrado; entonces sólo se tendría que anexas una lógica que revisara la secuencia en el timbrado, diferenciando del timbrado que se genera cuando se hace una llamada.

Por otro lado, nadie puede controlar el timbrado, es algo que se produce desde la central telefónica. Por lo tanto sólo la compañía que renta el servicio telefónico podría poner en ceros la cuenta del medidor de tráfico telefónico.

Es posible, y muy probable también, que durante un mes (que es el tiempo durante el cual se estarán acumulando los datos) se suspenda por corto tiempo el suministro de energía eléctrica. Para que la cuenta de los contadores que acumulan datos durante un mes no se pierda, es necesario tenerlos alimentados todo el tiempo con un voltaje mínimo de +8Vcd .

La línea telefónica lleva siempre un voltaje de corriente directa que vale por lo menos 8 Volts. Se podría tomar corriente sólo para alimentar los contadores durante el tiempo en el que se suspenda el suministro de energía eléctrica. Para no tener cargada todo el tiempo a la línea telefónica se podría conmutar la alimentación de los circuitos por medio de un relevador. En la figura 4.3 se ilustra el circuito que realiza esta función.

En el circuito de la figura 4.3 se puede observar que la línea telefónica se encuentra conectada a un relevador. El relevador es de un polo con dos tiros. Se le llama polo al punto que es llevado a otro o más puntos (tiros).

En el polo se conecta la alimentación de los circuitos que requieren de encontrarse conectados permanentemente. Es el caso de los circuitos contadores que intervienen en la cuenta de llamadas y de tiempo acumulado. En uno de los tiros; en el que se encuentra el polo cuando la bobina del relevador está energizada por el voltaje de alimentación; se encuentra el propio voltaje de alimentación, suministrado por la fuente que toma corriente de la línea de 120 VAC/60Hz. En el otro tiro se encuentra el Tip de la línea telefónica.

Cuando se suspende el suministro de energía eléctrica, la bobina del relevador se desenergiza; provocando que el polo se conmute al tiro donde se encuentra conectada la línea telefónica. El consumo de los circuitos es de $30\mu\text{A}$ de corriente directa, lo cual basta para tomar la línea telefónica (descolgar), y para recibir el tono de invitación a marcar de la

central telefónica. De esta manera el voltaje que la línea telefónica proporciona a los circuitos mencionados es de aproximadamente 8V de corriente directa.

Esta solución tiene algunos inconvenientes. El primero y más importante es que mientras la línea telefónica proporcione el voltaje auxiliar a los contadores de datos acumulables, se escuchará ocupada a cualquiera que marque hacia ella. Para quien desee marcar desde su propia línea, encontrará su propio teléfono sin señal, o mejor dicho *muerto*.

Esto podría conmutarse a voluntad del usuario. Pero entonces ya quedaría el *Reset* de los datos acumulables al alcance del usuario o bien de otros más. Porque dejar este botón bajo llave, implicaría que en un caso de emergencia se dependería de una llave para usar el teléfono.

Otra de las desventajas de este circuito es que para implantarse, se tiene que conectar el Ring de la línea telefónica a tierra. Ya en el capítulo II se ha tratado el inconveniente que esto implica. En el circuito de la figura 3.6 se usa el Ring como vivo y es éste circuito el que permite una habilitación más precisa de los contadores.

Es más fácil y adecuado utilizar una batería recargable. Tiene también algunos inconvenientes pero son mínimos. Una de sus desventajas es que ninguna batería es infinitamente recargable por lo que alguna vez tendría que ser reemplazada por el usuario. Otro de los inconvenientes es el costo, pero tal vez sea comparado con el de un relevador, indispensable para el circuito anteriormente descrito.

En el circuito de la figura 4.3 se ha incluido la fuente de 12V para el circuito que utiliza únicamente este voltaje. Se ha usado un transformador sobrado para el empleo que se le ha dado. La corriente que consume todo el circuito es de 170 mA, lo cual no se compara con 1A que soporta el transformador. Menos apropiado aun es el voltaje que tiene el transformador, pero se muestra simplemente un transformador conocido y que es capaz de reducir el voltaje de acuerdo a esta aplicación.

En el circuito de la figura 4.4 se puede observar que este transformador se requiere porque se usa un voltaje positivo de 12V, así como uno negativo de 12V.

El diodo D20 se usa para evitar que la batería recargable proporcione corriente al resto de los circuitos que forman el medidor de tráfico telefónico. La resistencia R80 se utiliza para controlar la corriente que recarga a la batería. Como la batería es de 9V, la caída en la resistencia es de 2.3V. Esto dividido entre los 470Ω de la resistencia da por resultado una corriente de 4.89mA. Este valor excede en muy poco al valor que la batería especifica para cargarse lentamente que es de 4.7mA.

En el caso de que se suspenda el suministro de energía eléctrica, se apagarán todos los circuitos, a excepción de los contadores de datos acumulables. El voltaje mínimo necesario para que los contadores retengan su cuenta es de 4.9V. Los 9V que tiene la batería cubren perfectamente sus necesidades. Los contadores no avanzarán en el caso de que se hagan otras llamadas porque el resto del circuito permanecerá apagado, la batería sólo a los 8 circuitos integrados con datos acumulables.

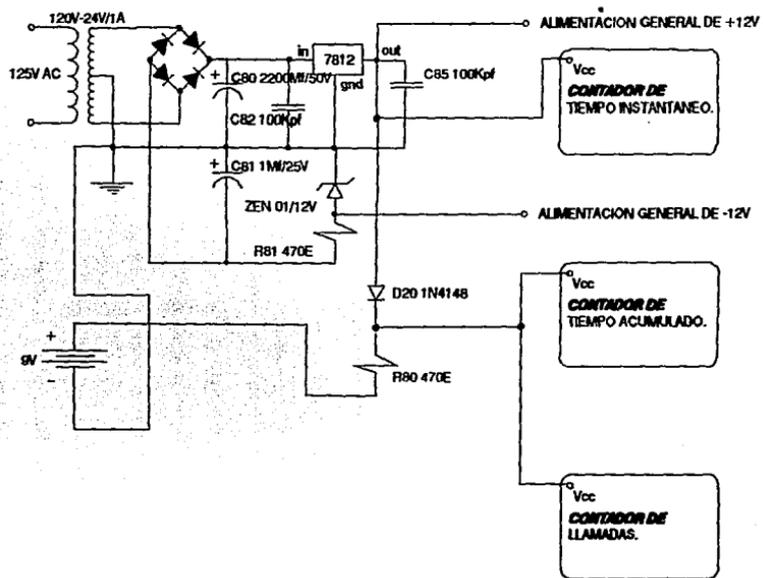


FIGURA 4.4 MANEJO DE ALIMENTACION EN CONTADORES CON BATERIA RECARGABLE

4.2 - PRESENTACIÓN DE CONTADORES

Ya se ha dicho que para llevar este tipo de cuentas existen contadores que en un sólo circuito integrado llevan la cuenta de una determinada señal con 4 bits de salida. El circuito integrado 74142 maneja 4 bits. El circuito integrado 74C925 es un contador de 4 dígitos con salida multiplexada (conmutada entre los 4 dígitos) a *display* (pantalla) de 7 segmentos. También se tienen contadores programables para el caso de que se desee un acarreo especial; como el que se tiene entre las decenas de segundos y las unidades de minutos.

Para poder presentar los datos que se llevan en los contadores que han sido descritos y explicados a lo largo de este estudio basta con 4 *displays* de 7 segmentos; 8 circuitos multiplexores dobles de 4 entradas; y 4 decodificadores (convertidores) de BCD a 7 segmentos.

Si se usaran los circuitos integrados 4017 para llevar todos los datos, se tendrían que presentar los datos en *Leds*. En donde cada *led* representaría cierto número en cada dígito. Se requerirían entonces de 40 *leds* para poder representar todos los datos posibles.

Se podría ampliar fácilmente cualquier contador; o bien los tres a 5 dígitos, siguiendo la misma secuencia que en los primeros 4 dígitos. Pero en realidad resulta muy baja la probabilidad de que se usen los 5 dígitos. El caso más probable es el que los 4 dígitos resultarían insuficientes es que la duración de una llamada exceda 100 minutos. Esto provocaría que el contador de llamadas instantáneas regresara a cero. Aun en el caso de que una llamada dure más de una hora con cuarenta minutos

no es muy probable.

En la figura 4.5 se ilustra la representación en pantalla del primer dígito de cualquiera de los tres contadores. En esta figura se pueden observar los tres contadores (TI-1,TA-1 y LL-1). El funcionamiento de las entradas Clk (*clock*), Res (*reset*) y PE (*preset enable*) ya se ha explicado anteriormente.

No resulta muy sencillo seguir cada línea de la figura; pero en resumen, se trata de *multiplexar* los 4 bits de las salidas de los tres contadores a un decodificador de código BCD a 7 segmentos y de desplegar la salida de este decodificador en una pantalla (*display*) de 7 segmentos. Aunque en este caso se ha utilizado un *display* de 8 segmentos; ya que contiene un segmento ("h") que se emplea como punto. Este punto podría emplearse para separar la cuenta de los minutos de la de los segundos en el contador de tiempo instantáneo.

Para *multiplexar* los tres contadores, se han empleado 4 *multiplexores* de 4 entradas; aunque sólo se ha requerido de 2 circuitos integrados (4539), pues cada uno contiene 2 *multiplexores*. Para distinguir a los contadores entre sí; uno tiene entradas "X", del 1 al 4, y salida "Z"; y el otro, tiene entradas "Y", del 1 al 4, y salida "W". Para distinguir a los circuitos integrados entre sí, se le ha insertado la letra "A" en su número de identificación al que conmuta a los bits menos significativos (A y B). En donde los bits "A" llegan a las entradas "X" y los "B" a las entradas "Y". Al circuito integrado que conmuta los bits más significativos (C y D) se le ha insertado la letra "B" en su número de identificación. Los bits "C" llegan a

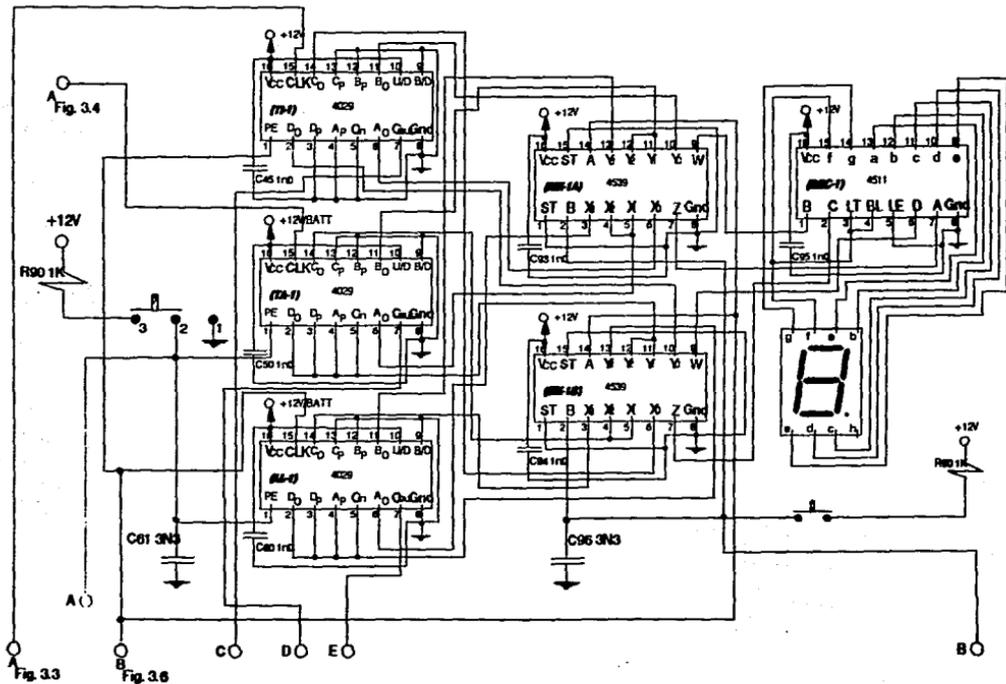


FIGURA 4.5 PRESENTACION DEL PRIMER DIGITO DE CUALQUIERA DE LOS CONTADORES

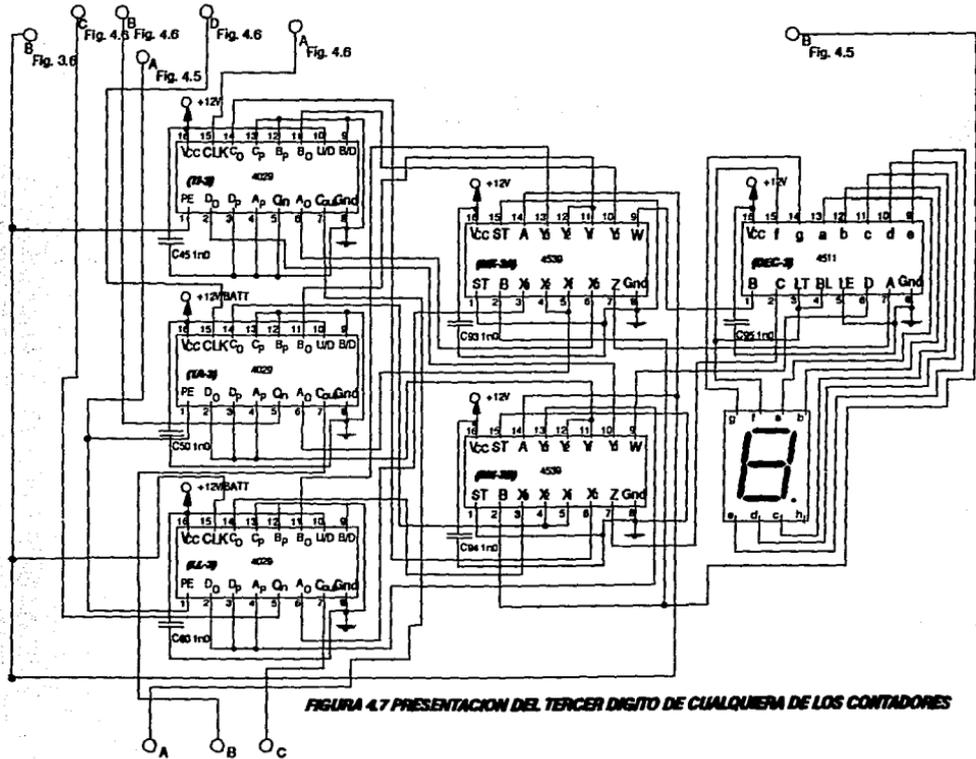


FIGURA 4.7 PRESENTACION DEL TERCER DIGITO DE CUALQUIERA DE LOS CONTADORES

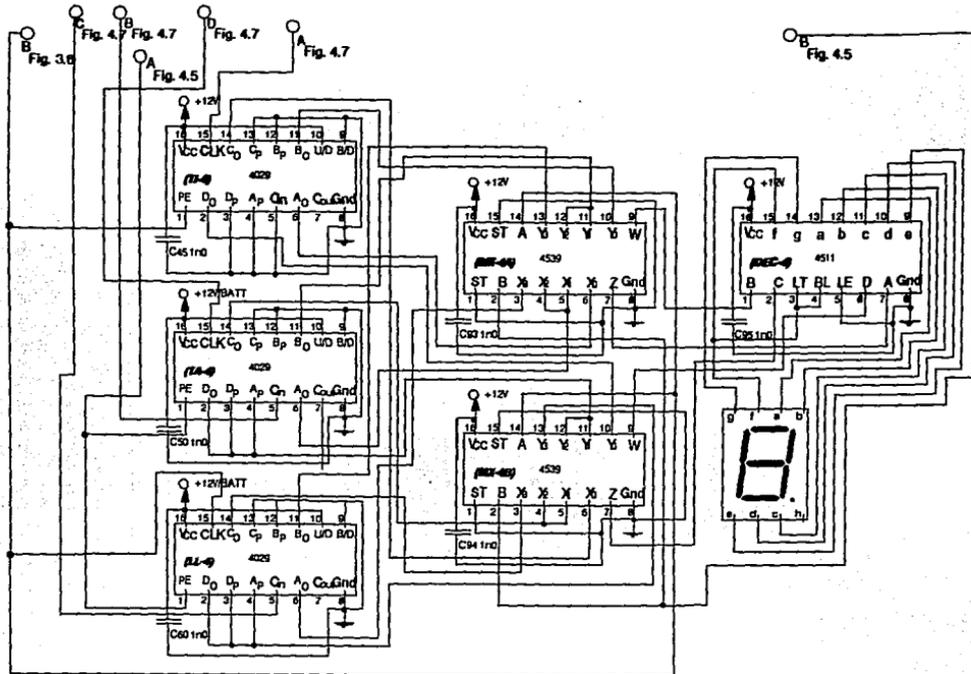


FIGURA 4.8 PRESENTACION DEL CUARTO DIGITO DE CUALQUIERA DE LOS CONTADORES

las entradas "X" de éste integrado, mientras que los bits "D" llegan a las entradas "Y".

Para elegir el dato que se desea o se requiere presentar en el *display*, se usa un botón que lleva el voltaje de alimentación a las entradas "A" de los *multiplexores* a través de la resistencia R90. En las entradas "B" de los *multiplexores* se emplea el punto "E" de la figura 3.2; el cual se ha indicado ya, que se encuentra en bajo mientras se esté realizando una llamada y en alto mientras la línea se encuentre en reposo o se esté recibiendo una llamada.

La entrada de selección del *multiplexor* "A" corresponde al bit menos significativo de dirección; mientras que la entrada "B" corresponde al bit más significativo de dirección del *multiplexor*. En las entradas cero de "X" y de "Y" se encuentran las salidas del contador de tiempo instantáneo; en las entradas uno y dos de "X" y de "Y" de los *multiplexores* se encuentran las salidas del contador de tiempo acumulado; y en las entradas tres de "X" y de "Y" se encuentran las salidas del contador de llamadas.

El número cero (binario) de selección, se forma cuando se ha confirmado que se realiza una llamada y cuando el botón se encuentra en su estado normal (abierto). El número uno (binario) de selección del *multiplexor* se forma cuando se ha confirmado que se realiza una llamada desde la propia línea y cuando el usuario ha apretado el botón, haciéndolo conducir corriente a la entrada "A" de los *multiplexores*. El número dos se forma cuando la línea se encuentra en reposo; o bien cuando se recibe una

llamada en la propia línea y a la vez con cualquiera de estas dos condiciones se encuentra el botón en su estado normal. El número tres (binario) se realiza cuando se recibe una llamada en la propia línea o se encuentra en reposo y, a la vez con cualquiera de estas dos condiciones, se aprieta el botón.

Esto da por resultado que en cuanto se haya identificado que se realiza una llamada, el *display* presentará la cuenta llevada por el contador de tiempo instantáneo. Si en ése momento se aprieta el botón, el *display* presentará la cuenta llevada por el contador de tiempo acumulado. En cuanto se termine la llamada, o aun que se halla contestado una, el *display* presentará la cuenta de tiempo acumulado y sólo si se aprieta el botón, se presentará la cuenta llevada por el contador de llamadas.

Si se utiliza el punto "E" de la figura 3.2 para todo este manejo y se requiere de usar 5 dígitos en lugar de 4, es conveniente anteponer un *buffer* de corriente a las entradas de los *multiplexores*. Se puede implantar con una de las compuertas *AND* sobrantes. Llevando el punto "E" a una de las entradas y el voltaje de alimentación a la otra. La salida de esta compuerta se llevaría entonces a las entradas "A" de los *multiplexores*.

Si se usa la habilitación fiel de los contadores de tiempo y de llamadas, se haría lo mismo con el punto "B" de la figura 3.6. Este punto tiene el mismo uso que el punto "E" de la figura 3.2.

Las cuatro salidas de los *multiplexores* llevan entonces los cuatro bits en código BCD de los tres contadores. Estas llegan al circuito

decodificador de BCD a 7 segmentos (DEC-1), en el que se usa el circuito integrado 4511. Este circuito tiene por salidas justamente los 7 segmentos que componen al *display* que es, al igual que éstas salidas, activo en alto. Esto implica que cada salida proporciona el voltaje y corriente necesarias para que cada *led* que compone el *display* se encienda en el momento que sea necesario.

El decodificador tiene una terminal llamada "BL" la cual sirve precisamente para encender el *display* con el objeto de que no todo el tiempo se encuentre encendido y consumiendo corriente. Tiene además una terminal llamada "LT" (*leds test*) que sirve para poder probar los 7 segmentos del *display* en el momento en que esta terminal se encuentre a nivel bajo.

Si se requiriera que el *display* presentara los mismos datos aun cuando estos cambien, se puede lograr esto con la terminal "LE" (*latch enable*). Si la terminal se encuentra en nivel alto, enviará al *display* el dato que tenga en memoria a partir de ése momento. Para que envíe el dato ocurrente se pone la terminal "LE" en estado bajo (a tierra).

La presentación de cualquiera de los otros dígitos es exactamente la misma. En lugar de que en el número de identificación de los circuitos integrados se emplee el número 1, se emplearía el número del dígito del que se trate presentar. La alimentación y señales de control de los multiplexores son las mismas en cualquier caso.

En las figuras 4.6, 4.7 y 4.8 se puede ver el acarreo que se hace de un contador a otro. El manejo que tienen es siempre el mismo.

CAPÍTULO V

SOLUCIÓN FINAL DEL CIRCUITO DE TRÁFICO TELÉFONICO PARA USO DOMÉSTICO Y DE PEQUEÑAS EMPRESAS

A lo largo del presente trabajo se han expuesto los diferentes circuitos para dar solución electrónica al medidor de tráfico telefónico. Siempre se han presentado los circuitos como módulos y por separado.

También se han mencionado circuitos que nunca se probaron en el laboratorio; ideas que, a pesar de reconocerse como mejores, no se han utilizado en ninguno de los circuitos ilustrados en las figuras. Esto se debe a que en este trabajo sólo se propone una solución que se ha probado en el laboratorio y que da por resultado un prototipo del circuito del medidor de tráfico telefónico. Si se desea producir en serie este circuito, deberán entonces de tomarse en cuenta las recomendaciones para hacer el circuito más económico en volumen, peso y costo.

En este capítulo se reúnen todas las soluciones que resultaron convenientes y que fueron probadas en el laboratorio.

El circuito que se propone, soluciona lo esencial; que es contar las llamadas y los minutos instantáneos y acumulados. Pero siempre hay usuarios que piden más comodidad. Hay funciones que se pueden resolver fácilmente, pero hay también funciones que exigen prácticamente de cambiar la naturaleza del mismo circuito.

En este capítulo se expondrán las diferentes soluciones a funciones que pueden ser demandadas y proporcionadas por algunos componentes agregados al circuito final.

5.1 - SOLUCIÓN FINAL DEL CIRCUITO

La primera diferencia que ahora existe entre lo que se ha expuesto y lo que se ha resuelto, radica en la figura 1.4. En esta figura existe un módulo en el que se acumulan los datos en un bloque de acumulación de tiempo total, dando la idea de una especie de memoria. Por los circuitos integrados con los que se han realizado los contadores no es necesario este paso; por lo cual, no existe físicamente en el circuito.

El módulo de identificación de la marcación tampoco ha sido necesario, porque basta con identificar la corriente de llamada para distinguir las llamadas que entran de las que se hacen desde la propia línea. Existe un circuito que identifica el tono de 400 Hertz; pero éste no fué complementado con ningún otro para identificar los tonos de espera y de ocupado. No fué necesario este módulo como tal porque se puede identificar la voz en la línea telefónica. La figura 1.5 queda finalmente como se presenta en la figura 5.1

Se puede observar que en la figura 5.1 se incluye un módulo que en la figura 1.5 no existía. El retraso de 20 segundos es indispensable para que el medidor de tráfico telefónico funcione, pero no se puede considerar como parte de un medidor de tráfico elemental como el descrito en el capítulo I.

En el diagrama que ahora se presenta, se trata más bien de una descripción por módulos de cómo trabaja el circuito del medidor de tráfico telefónico. Aunque no se ilustra en la figura 5.1 nada acerca de la presentación de los datos; pero no es parte del funcionamiento elemental y general del circuito; además de que ya el circuito de la figura 4.5 "presentación de un dígito de cualquiera de los contadores" es bastante ilustrativo.

Para identificar el timbrado, se pudo haber hecho también rectificando y filtrando la onda generada, lo cual fué probado en el laboratorio. La carga que el puente de diodos representó para la línea fué demasiado alta. Es mucho mejor el resultado obtenido con el circuito presentado en la figura 2.4.

Para identificar ya sea la voz, o el tono de 400 Hertz de la central telefónica; se ha utilizado el circuito que preamplifica la señal tomada de la línea telefónica por el bajo consumo que representa para la línea telefónica la entrada *Fet* del preamplificador. Esto brinda además, una amplitud que es controlada por la ganancia del preamplificador.

En el caso del generador del pulso de reloj, se ha preferido utilizar el circuito implantado con un oscilador formado por compuertas, simplemente porque se alcanzó la misma exactitud que con el 555, pero con un circuito divisor de frecuencia menos.

Todo esto es ya utilizado en el circuito de la figura 3.6 (habilitación del contador de llamadas). Formando así un sólo circuito que reconoce cuándo se realiza una llamada desde la propia línea. La inclusión

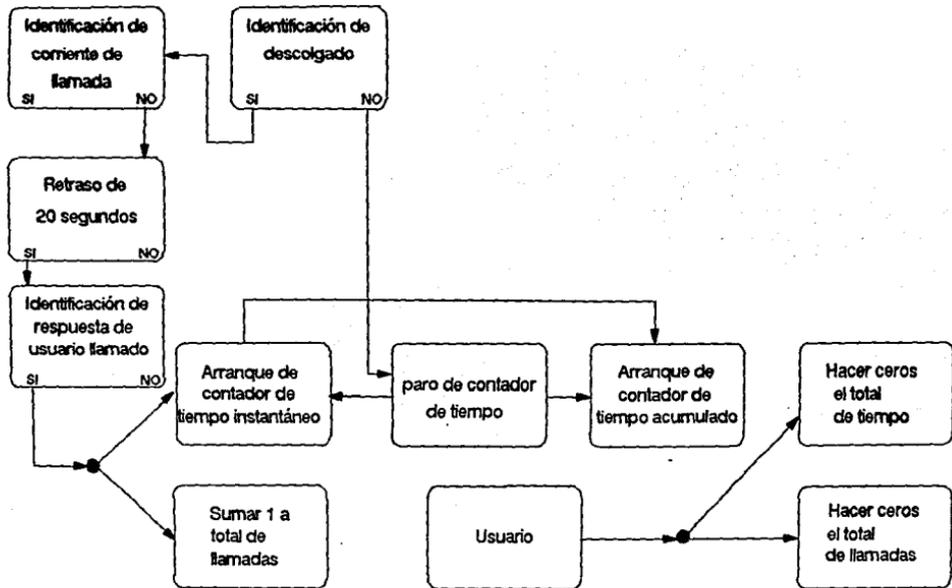


FIGURA 5.1 DIAGRAMA FINAL GENERAL DE FUNCIONAMIENTO

del reconocimiento de la voz al medidor reduce notoriamente el porcentaje de error. Aunque debe reconocerse que no reduce el error a cero; pues quedan aun posibilidades de que se confunda el medidor con alguna otra señal.

Si en la casa en donde se tiene conectado el medidor de tráfico telefónico se tienen conectadas dos o más extensiones, puede suceder que alguien reciba una llamada desde una extensión y en cierto momento decida cambiarse a otra. Como el timbrado ya tendría más de 5 segundos de haber terminado cuando se descolgara la otra extensión; entonces se reconocería el descolgar de la otra extensión como para marcar desde la propia línea; se haría obviamente el retraso de 20 segundos y al reconocerse la presencia de cualquiera de las voces en la línea, se arrancarían los contadores. Esto puede evitarse hasta cierto punto recomendando al usuario que no cuelgue una extensión hasta descolgar la otra aun cuando haya recibido la llamada en su propia línea.

Otro evento que puede causar un error considerable en la cuenta es que el usuario hable al auricular aun cuando escuche que la línea a la que ha marcado no responde.

La alimentación auxiliar de los contadores de datos acumulables se hace definitivamente con una batería recargable.

La presentación de los datos al usuario se hace con los *displays* de 7 segmentos y en la forma en que se ha descrito en la sección 4.2. En el laboratorio se probó la opción de hacer todo un contador mediante circuitos 4017, presentando los datos con *leds*. Esta opción no

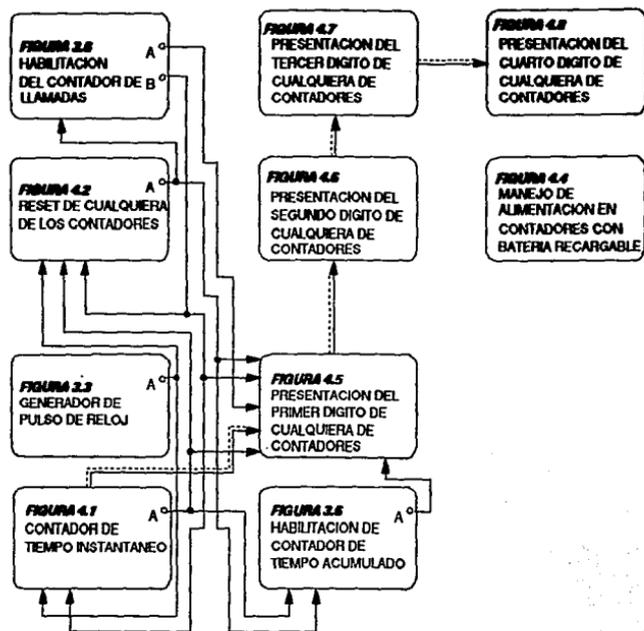


FIGURA 5.2 RELACION ENTRE CIRCUITOS DEFINITIVOS.

fué ilustrada en ninguna figura porque se ha considerado definitivamente inútil).

En la figura 5.2 se ilustra la conjugación de todos los circuitos que se utilizan en el circuito definitivo. El centro del funcionamiento se encuentra en lo que es la figura 3.6, habilitación del contador de llamadas.

Los circuitos que realmente intervienen en la solución final del circuito son los de las siguientes figuras:

Figura 2.3 Identificación colgado/descolgado

Figura 2.4 Identificación de timbrado

Figura 2.5 Convertidor F-V para identificación de 400

Hertz

Figura 3.2 Lógica combinacional para retraso de 20 segundos

Figura 3.3 Generador de pulso de reloj

Figura 3.4 Habilitación del contador de tiempo instantáneo

Figura 3.6 Habilitación del contador de llamadas

Figura 4.4 Manejo de alimentación con batería recargable

Figura 4.5 Presentación del primer dígito de cualquier cuenta

Figura 4.6 Presentación del segundo dígito de cualquier cuenta

Figura 4.7 Presentación del tercer dígito del cualquier cuenta

Figura 4.8 Presentación del cuarto dígito de cualquier cuenta.

El punto "A" del circuito de la figura 3.6 es el acarreo de salida (*carry out*) del primer contador de llamadas (LL-1). Al módulo del circuito de la figura 3.6 llega el punto "A" del circuito de la figura 4.2, *reset* de cualquiera de los contadores, precisamente para dar la señal de *preset enable* (PE) al primer contador de llamadas.

En el circuito de la figura 4.2 entran todos los puntos necesarios para los contadores del primer dígito de las tres cuentas (tiempo instantáneo, tiempo acumulado y número de llamadas). Entra el punto "A" del circuito contador de tiempo instantáneo; figura 4.1, que da la señal de reloj al contador de tiempo acumulado. Entra el punto "B" del circuito "habilitación del contador de llamadas", figura 3.6, para habilitar los contadores de tiempo (TI-1 y TA-1) y como señal de reloj del contador de llamadas (LL-1). Entra también el punto "A" del circuito "generador de pulso de reloj", figura 3.3, para dar la señal de reloj a los contadores de tiempo (TI-1 y TA-1). El punto "A" sale del circuito de la figura 4.2 para dar la señal

de reset a todos los contadores de datos acumulables (TA- α y LL- α).

En la figura 4.2 se había señalado que el punto que da la señal de reloj al contador de tiempo acumulado es el punto "A" del circuito ilustrado en la figura 3.4, "habilitación del contador de tiempo instantáneo"; pero es el mismo punto el que se extrae de la figura 4.1. La diferencia es que en la figura 4.1 se ilustra el circuito completo del contador de tiempo instantáneo.

Del circuito de la figura 3.3, "generador de pulso de reloj", sólo se extrae el punto "A" que se usa como señal de reloj en prácticamente todos los circuitos contadores de tiempo.

En el circuito de la figura 4.1, "contador de tiempo instantáneo", entra el punto "A" del generador de pulso de reloj, que se mencionó en el párrafo anterior, a los contadores TI-1 y TI-2. Entra también el punto "B" del circuito "habilitación del contador de llamadas", figura 3.6, para dar la señal de *preset enable* (PE) a los contadores TI-1, TI-3, TI-4; y la entrada 2 de la compuerta OR que controla al contador CS. Se extrae el punto "A" como señal de reloj al contador de tiempo acumulado. Este contador se incrementa en uno cada vez que se cumplen 10 segundos de cada minuto contado por el contador de tiempo instantáneo.

En el circuito "habilitación del contador de tiempo acumulado", figura 3.5, entra el punto que se mencionó anteriormente; el "A" del circuito de la figura 4.1. Entra también el punto "A" del circuito de reset de cualquiera de los contadores, figura 4.2, para dar la señal de *preset enable* (PE) al contador TA-1. Se extrae el punto "A" para dar la

señal de *carry out* al *carry in* del contador del siguiente dígito (TA-2). Esta señal, junto con otras que tienen la misma utilidad (manejo de los contadores de otros dígitos) son llevadas por la flecha señalada con la línea punteada.

En el circuito de la figura 4.5 se utilizan todas esas señales que son requeridas por los tres contadores del primer dígito (reloj *clk* y *preset enable PE*). Del circuito de la figura 4.1 se llevan en sí siempre los 4 bits de salida de los contadores de los 4 dígitos.

A los demás circuitos se llevan las señales de (reloj, *preset enable* y *carry in*), además de los 4 bits del respectivo contador del circuito de la figura 4.2 .

Los acarrees entre los contadores de tiempo acumulado y de llamadas son siempre como se ilustra en el circuito encerrado con una línea punteada en la figura 4.1, "contador de tiempo instantáneo".

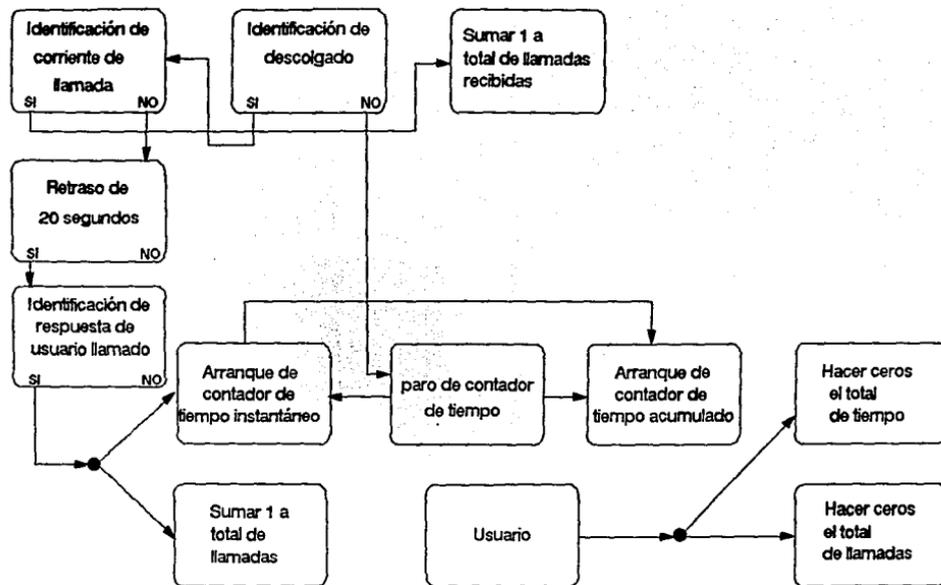
Se ha incluido en la figura un cuadro que cita a la figura 4.4, "manejo de alimentación en contadores con batería recargable"; para recordar simplemente la relación que ahí se especifica en cuanto a la alimentación en cada circuito.

3.2 .- FUNCIONES ADICIONABLES AL CIRCUITO

Una de las funciones que puede ser útil dentro de este circuito es la de contar las llamadas que se reciben, sobretodo cuando no hay nadie en casa y cuando no se cuenta con una contestadora telefónica.

Si se tiene una cuenta de las llamadas que se han recibido se tiene una idea de que hay alguna o algunas personas que se desean comunicar con cualquiera de los habitantes del lugar donde se encuentra el medidor de tráfico telefónico.

Esto es muy sencillo de implantar dentro del circuito. El diagrama de funcionamiento general quedaría como se presenta en la figura 5.3. Lo único que se agrega es que en cuanto se encuentra que la llamada se ha recibido, aun cuando no se haya descolgado el teléfono, se suma 1 a un contador. Este contador manejaría a lo mucho 3 dígitos. Su alimentación sería siempre de la fuente que toma corriente de 125 VAC (sin batería) y su *reset* sería manual. Se podría presentar en los mismos *displays* de 7 segmentos. De la misma manera podría incluirse una cuenta de llamadas o de tiempo acumulado que tuviera un *reset* independiente al resto de los contadores. Sería útil para quienes les interesa llevar alguna de estas cuentas en su casa y en su ausencia. Para lograrlo se requiere simplemente de duplicar el contador del que se desee llevar esta cuenta y dejar el *reset* al alcance del usuario e independiente del resto de los contadores. La presentación se haría de la misma manera que la presentación de la cuenta de llamadas recibidas.



**FIGURA 5.3 DIAGRAMA FINAL GENERAL DE FUNCIONAMIENTO
CON CONTADOR DE LLAMADAS RECIBIDAS**

Es común que en algún lugar se tengan extensiones repartidas y que no se encuentren una a la vista de otra. También es común que en estos lugares se descuelgue una extensión y se interrumpe la conversación sostenida en alguna otra extensión del lugar. Esto se podría evitar si se tuviera un *led* indicador de que la línea se encuentra descolgada. Dentro del circuito del medidor de tráfico telefónico se tiene la identificación de colgado/descolgado. Bastaría con agregar uno o varios *leds* a este circuito. Esto se ilustra en la figura 5.4 , identificación de colgado/descolgado con indicadores.

El número de *leds* que se utilice está limitado a 4 por la caída de tensión que tienen y por la corriente que requieren para su encendido. Con un par de cables se puede llevar cada *led* al lugar de cada extensión. Gracias a que se encuentran conectados en serie, se podrían llevar por medio de un sólo cable asegurándose de cerrar el circuito a tierra.

En ocasiones es necesario grabar una conversación. Si se pone un micrófono en otra extensión que se descuelgue, se deteriora la señal produciendo además mayor ruido y disminuyendo la amplitud de cualquier señal de audio en la línea. Además, el resultado de esta grabación también sería muy deficiente por el ruido del medio.

Aprovechando que la señal de audio de la línea telefónica ha sido preamplificada, se podría extraer la señal de la salida de este preamplificador a cualquier entrada de *deck* o modular de audio. La impedancia es suficiente para poder conectarse al integrado TL082.

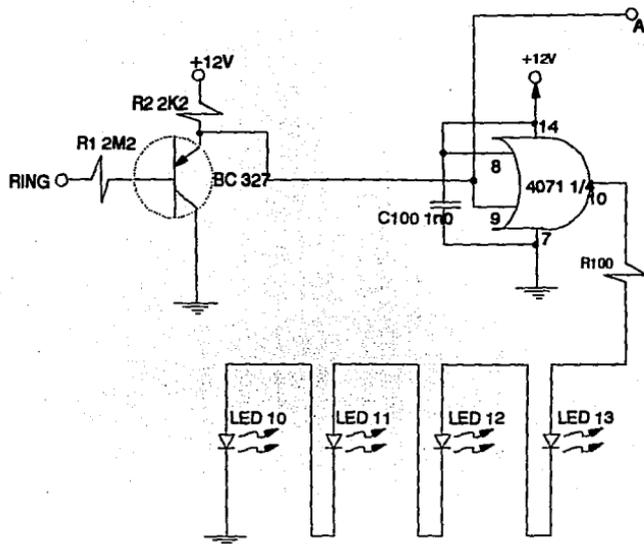


FIGURA 5.4 IDENTIFICACION DE COLGADO/DESCOLGADO CON INDICADORES

En el circuito final se tienen tres datos que se presentan en la pantalla según el caso y según el usuario. Es posible que el usuario se confunda entre los datos. Por esta razón es necesario que se indique qué dato se presenta en la pantalla. Para lograr que un *led* distinto se encienda por cada dato que se presenta, sería necesario agregar otro circuito integrado de cuatro compuertas *NAND* . Además de utilizar la única compuerta *OR* sobrante.

En la figura 5.5 se muestra el circuito que logra ésta función. Se hace en base a los 2 bits que direccionan los *multiplexores* para presentar los datos en pantalla. En la tabla que se presenta a continuación, se muestra la lógica a la que le corresponde el circuito implantado que se muestra en la figura 5.5.

Para que se encienda el *led* 12 cuando se oprime el botón mientras se realiza una llamada desde la propia línea, sería necesario un circuito integrado más con compuertas. Se considera que si el usuario oprime un botón, sabe de inmediato que el dato que presenta la pantalla es diferente al que se presentaba. Si al botón se le escribe "tiempo acumulado / número de llamadas" y en el manual se le aclara qué dato se presenta en cada paso; resulta ya demasiado hacer que el *led* se encienda aun en el caso mencionado.

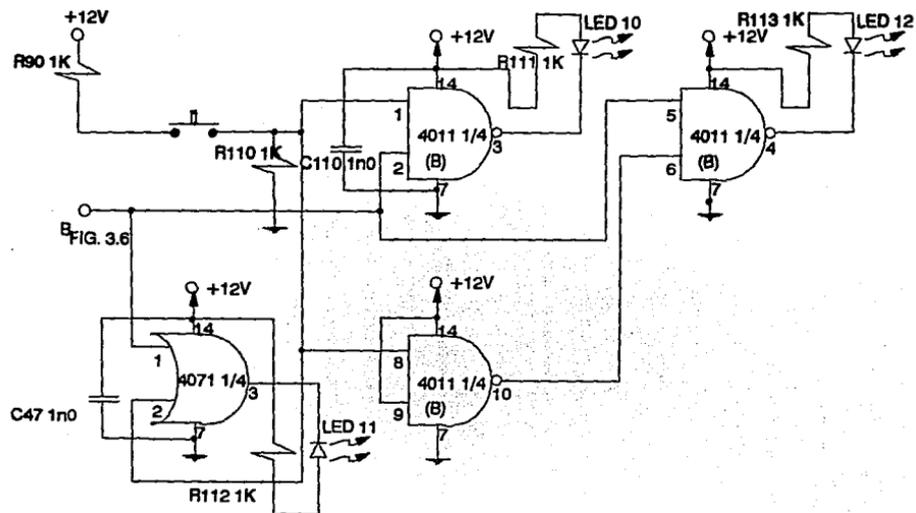


FIGURA 5.5 INDICADORES DE DATOS EN PANTALLA

B fig. 3.7	Botón	Dato	Led
0	0	T. Inst.	11
0	1	T. Acum.	ninpuno
1	0	T. Acum.	12
1	1	No. llamadas	10

Otra de las funciones que se pueden considerar útiles para el medidor de tráfico telefónico para uso doméstico y de pequeñas empresas es la de presentar los datos en pantalla sólo cuando el usuario lo desee. Esto evita además el consumo de corriente en los integrados 4511 y el deterioro de los *displays*.

A propósito de los *displays*, debe de considerarse que no duran indefinidamente y que se van dañando segmento a segmento, presentando por lo tanto datos erróneos. Para evitar que el usuario, y sobre todo el técnico, tenga la duda acerca de un dato presentado en pantalla; se ha de proporcionar un botón que permita probar todos los segmentos de los *displays*. Esto se puede lograr con las terminales LT (*leds test*) de los circuitos 4511. Cabe aclarar que en el chasis en donde fuera montado el circuito del medidor de tráfico telefónico, se pondría este botón en un lugar que no estuviera muy a la vista y mano del usuario, pues su uso no es muy frecuente.

Ya se mencionó la utilidad que tiene una cuenta independiente del *reset* de los contadores de datos acumulables. Para no

agregar otro contador independiente a estos, se puede utilizar la terminal LE (*latch enable*) para actualizar los datos cada vez que el usuario lo decida. Se puede quedar el *display* presentando un sólo dato fijo proveniente de cualquiera de las cuentas y en cuanto se habilite nuevamente, se actualizaría este mismo dato y se presentaría cualquier otro que el usuario desee. Si el usuario sale de su casa por un tiempo prolongado, puede dejar fijo el dato de total de llamadas; el medidor seguiría contando normalmente; para cuando el usuario regresara, podría comparar el dato de total de llamadas que había cuando salió con el que ahora tiene el contador.

En la figura 5.6 se presenta la implantación de todas estas funciones. Se utilizan dos botones que permanecen en uno u otro estado (circuito abierto o cerrado) y el de "prueba de pantalla" que debe de ser un *push button*; ya que, para probar la pantalla no se requieren más de 5 segundos de verla completamente encendida. Todos los botones deben de estar abiertos para que la pantalla funcione como se ha descrito en el capítulo IV. En el caso del botón "desplegar dato", la función se realiza mientras se encuentra abierto. En cambio las otras dos funciones, se realizan mientras los botones se encuentran cerrando los polos.

Seguramente se pueden implantar aun más funciones con la base del circuito descrito a lo largo de este trabajo; como por ejemplo, la cuenta regresiva de llamadas o minutos que permite el contador 4029. Pero ésta y otras funciones por el estilo no son tan útiles para el usuario.

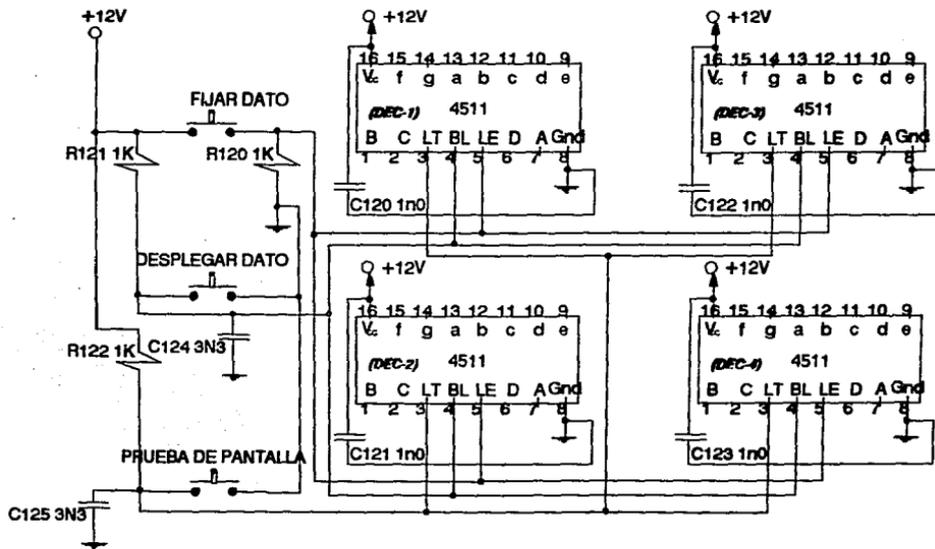


FIGURA 5.6 CONTROL DE PANTALLA

Entre las sugerencias de funciones adicionales, se encuentra la de identificar al usuario de la línea. Esto permite llevar una cuenta por separado de cada usuario de la línea (habitante de la casa o trabajador de la empresa), además de una cuenta global. Desgraciadamente esto no es posible con este circuito base, se necesitaría de un decodificador de tonos o pulsos para que cada usuario tuviera un código que lo identificara. Además se tendría que conmutar la línea a cada extensión para que sólo en el caso de que se proporcione el código de identificación se permita el uso de la línea telefónica. Todo esto no es muy común ni aun en una central telefónica, pero es útil cuando se trata de controlar el tráfico telefónico de una línea.

El circuito definitivo es el presentado en la figura 5.2, todo lo descrito como funciones adicionables no es parte del circuito esencial. Las funciones: cuenta del tiempo en la llamada presente, cuenta acumulada del tiempo de las llamadas y cuenta acumulada de las llamadas; son las elementales y son las que el circuito de la figura 5.2 puede realizar.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una investigación realizada en el laboratorio y que ha tenido el objeto de probar las soluciones propuestas para lograr un medidor de tráfico telefónico.

El resultado ha sido satisfactorio, pues el circuito propuesto soluciona realmente el problema planteado. No es el circuito óptimo, porque no se tienen al alcance todos los recursos en el momento en que se trata de implantar físicamente una idea que resuelve un problema. Es un hecho que aunque se hubiera probado un circuito pequeño, ligero y económico parecería obsoleto a quien lo analizara cinco años más tarde.

De este trabajo se puede partir para hacer un circuito que sea producido en serie y con el fin de introducirlo al mercado de los electrodomésticos. No sólo se tiene que optimizar; se debe de tomar en cuenta: el tamaño, la presentación, el peso, la serviciabilidad, la seguridad, la confiabilidad, la manera de producirlo, la instalación, la modularidad (forma de actualizar en individual los diferentes circuitos) y finalmente conseguir todo ésto a un costo que resulte accesible a la mayoría de la población.

Se probaron aun más alternativas de las que se presentan en este trabajo, pero algunas no resolvían el problema en absoluto. A lo largo de esta tesis se distingue principalmente la solución en base al arranque de los contadores a través de un retardo de 20 segundos

complementado con el reconocimiento de la voz del usuario. Esto aporta algo diferente al terreno de los circuitos telefónicos, ya que hasta hoy se maneja únicamente el retraso de 20 segundos.

Al estudiante se le proporciona aquí una investigación acerca del funcionamiento de una línea particular y de los actuales parámetros de cobro. Se puede encontrar aquí la manera de acoplar un circuito típico a la línea telefónica, también se puede ver cuál es la estadística de tráfico telefónico en una línea privada. Esto puede ser útil cuando se pretenda hacer algo respecto a la telefonía.

También es importante la estadística del comportamiento de los usuarios en la línea telefónica. Permite visualizar qué tan variable es este comportamiento y muestra que gran parte del tráfico telefónico que se tiene en la Ciudad de México se debe a llamadas que no se logran.

No se puede resolver un módulo olvidando el resto del funcionamiento. Parte del problema en cada módulo es el acoplamiento que se tiene con las etapas que se relacionan con él.

La solución a las funciones adicionales muestra la versatilidad que se tiene en un circuito que parece que sólo puede funcionar de una manera. Así como se da la solución a esas otras funciones, se pueden agregar otras más. Todos los circuitos en general, pueden ser modificados. Más aun cuando se encuentran en papel y en un protoboard.

Con el circuito expuesto en este trabajo se puede

contabilizar perfectamente el tráfico telefónico en una línea privada sin necesidad de un conmutador, o una computadora. Se puede contabilizar el exceso de llamadas o bien de minutos, en cada mes, respecto a la cantidad que cubre el pago de la renta del uso de una línea telefónica. Se puede reservar el manejo a determinados usuarios. El manejo del medidor de tráfico telefónico resulta simple. El tipo y número de componentes que usa no lo hacen ser muy costoso ni muy pesado. La instalación no requiere de saber prácticamente nada de telefonía, es tan simple como la de una extensión más. No es un aparato sofisticado, por lo que resulta sencillo repararlo en el caso de falla. El máximo error estimado en la contabilización es acorde a la precisión requerida.

Por todas estas razones, se puede decir que se ha cumplido con el objetivo planteado. Mejor aun, se han expuesto ideas que no formaban parte del objetivo principal, pero brindan un mejor funcionamiento. Por todas las características anteriormente propuestas se puede decir que el medidor de tráfico telefónico se encuentra al alcance de cualquier abonado de la red telefónica.

En lo personal puedo decir que la realización de este trabajo me ha enriquecido. En primer lugar, porque para hacerlo he repasado algunos de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera. He adquirido más experiencia en el laboratorio de electrónica. Siento mayor seguridad para emprender cualquier trabajo relacionado a los conocimientos adquiridos en la carrera.

BIBLIOGRAFIA

Boylestad Robert, Nashelsky Louis, Electrónica, Teoría de Circuitos, Edit. Prentice Hall, México., 1987, Pp. 845.

Cantú Luis L., Electricidad y Magnetismo para estudiantes de ciencias e Ingeniería, Editorial Limusa, México, D.F., 1987

Fraund John E., Miller Irwin, Probabilidad y Estadística para Ingenieros, Edit. Prentice Hall, México., 1987.

Redacción de EDITEC/REDE, Telefonía y Circuitos de Intercomunicación, Edit. REDE, España., 1988. Pp. 158.

National Semiconductor, FACT Advanced CMOS Databook, USA., 1990.

National Semiconductor, Linear Applications Handbook, USA., 1988. Pp. 1222.

Phillips ECG, Semiconductors Master Replacement.

Reeve, Whitnem D., Subscriber loop signaling and transmission handbook: Analog, IEEE, USA., 1992. Pp.290.

Electrónica Práctica-Resistor, Edit. Samra, México., 1992.