

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
CONCENTRADOR TELEFONICO ELECTRONICO**

**Rafael Reif G.
Eduardo Valbuena O.
Juan Baez S.**

Valencia, 1973

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING. ELECTRICA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
CONCENTRADOR TELEFONICO
ELECTRONICO

Trabajo Especial presentado ante la ilustre
Universidad de Carabobo para optar al Título
de Ingeniero Electricista

Rafael Reif G. - Eduardo Valbuena O. - Juan Báez S.

Valencia - Venezuela

1.973

Profesores Guías:

Ing. Nelson Martínez de Lima



A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Ricardo Il Grande', written over a horizontal line.

Ing. Ricardo Il Grande

A NUESTROS SERES QUERIDOS

A G R A D E C I M I E N T O

A los Ingenieros Nelson Martínez de Lima y Ricardo IL Grande, Profesores Guías del presente Trabajo Especial, por su colaboración y estímulo.

Al Ingeniero Hernan Lara F. y al personal técnico de MCM Electrónica por sus consejos y ayuda.

Al Ingeniero Carlos Rodríguez Soto por su preocupación durante el desarrollo de la tesis; a la Sra. Cecilia González de Durán y a la Srta. Lucy González por su desinteresada colaboración.

INDICE

		Pág.
INTRODUCCION		1
CAPITULO I	CENTRALES TELEFONICAS PABX	4
1.1	Diagrama de Bloques	5
a	Concentrador	6
b	Buscador de Registro	8
c	Registro	9
d	Matriz de categoría	10
e	Matriz de llamada.....	10
f	Sistema de calle.....	10
g	Sistema de Operadora.....	11
h	Sistema de tonos.....	12
i	Servicios Especiales.....	12
1.2	Funcionamiento.....	13
	Llamada saliente interna.....	15
	Llamada saliente urbano.....	16
	Llamada entrante interna.....	17
	Llamada entrante urbano.....	19
	Transferencia.....	19
1.3	Datos Técnicos.....	20
	Bibliografía.....	21
CAPITULO II	EL CONCENTRADOR TELEFONICO	23
CAPITULO III	CONVERTIDOR TELEFONICO-DIGITAL	29
3.1	Información telefónica.....	31
a	Teléfono colgado ó descolgado.....	31
b	Pulsos de discado.....	31
c	Botón de transferencia.....	31
3.2	Circuito de polarización.....	31

3.3	Lenguaje telefónico.....	33
3.3.1	Estado de abonado, Discado.....	33
3.3.2	Corriente de repique.....	35
3.3.3	Transferencia.....	40
3.4	Circuito electrónico, Ident. de bloques.	42
3.4.1	Convertidor A.....	42
a	Filtro 1.....	42
b	Detector de nivel.....	43
c	Filtro 2.....	45
3.4.2	Convertidor B.....	47
3.4.3	Resumen de señales.....	47
3.5	Repique.....	48
CAPITULO IV		PROGRAMACION LOGICA DEL CONCENTRADOR
		51
	Esquema de funcionamiento de la P.L.C....	52
a	Capturador de canal.....	53
b	Indicador de bloqueo.....	54
c	Circuito de patrón de salida.....	54
d	Conformador de MO.....	56
e	Indicador de llamada.....	57
f	Circuito de mantenimiento.....	60
g	Seleccionador.....	61
h	Circuito de reloj.....	63
i	Bloqueador.....	65
j	Llamador de registro.....	67
k	Circuito de repique.....	69
l	Controlador de audio.....	69
m	Señalizador externo.....	72
CAPITULO V		SISTEMA DE AUDIO
		75
5.1	Canales de audio.....	77
5.2	Teorema del muestreo uniforme.....	78
5.3	Modulación por amplitud de pulsos.....	82

5.4	Diagrama de Bloques.....	83
5.4.1	Híbrido.....	84
5.4.2	Muestreador.....	84
5.4.3	Agregador.....	85
5.4.4	Multicanal.....	85
5.4.5	Selector.....	86
5.4.6	Detector.....	86
5.4.7	Amplificador.....	86
5.5	Circuito electrónico. Ident. de bloques.	86
5.5.1	Híbrido.....	88
5.5.2	Muestreador.....	92
5.5.3	Agregador.....	93
5.5.4	Selector.....	96
5.5.5	Detector.....	97
5.5.6	Amplificador.....	98
5.6	Resumen de señales.....	99
	Bibliografía.....	101
Apendice A.	Aparato Telefónico.....	102
" B.	Circuitos Integrados.....	112
" C.	Generador de señales.....	130
" D.	Ruido.....	133
" E.	Circuito Impreso.....	147

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por finalidad el diseño y construcción de un concentrador telefónico electrónico como parte integrante del desarrollo posterior de una Central Telefónica Automática Privada PABX.

El concentrador telefónico electrónico se desarrolló, básicamente, en torno a dos ideas fundamentales: el sistema de tiempo compartido para la señalización y conmutación, y la transmisión de la información de habla mediante un sistema de modulación por amplitud de pulso.

El concentrador telefónico electrónico realiza las operaciones de concentración y expansión de la PABX.

El concentrador telefónico electrónico transforma los requerimientos de cada extensión a un lenguaje digital, procesa esa información en un sistema lógico programado que establece las conexiones, y adapta la información vocal a su sistema interno de audio. La utilización de elementos de estado sólido discretos e integrados y el sistema de tiempo compartido ha permitido que tenga una alta velocidad de operación en un reducido volumen.

Las funciones lógicas son realizadas con la lógica de circuito integrado transistor-transistor (TTL). El sistema de audio es totalmente transistorizado.

La Central PABX consta de diversas partes, por diseñar , que junto con el concentrador realizan todas las operaciones necesarias para cursar el tráfico demandado por cada extensión. Las funciones de esas partes han sido programadas en base a la programación lógica del concentrador, por tanto, el chequeo definitivo de este último no podrá realizarse hasta la construcción de la central.

CAPITULO I

CENTRALES TELEFONICAS PABX

La nomenclatura utilizada en la actualidad para estas centrales proviene de las iniciales de: "Private Automatic Branch Exchanges". Se entiende entonces por PABX las pequeñas centrales con características especiales para uso privado: pequeñas fábricas, almacenes y oficinas.

Normalmente, las PABX tienen una serie de facilidades previstas según el diseñador. Los problemas de instalación y mantenimiento son muy diferentes a los de las centrales públicas.

Originalmente, la razón de la utilización de las PABX residía en la concentración de tráfico y en las facilidades para el establecimiento de las comunicaciones; en la actualidad, además de las razones originales, tenemos:

- Facilidad para cursar distintos tipos de tráfico.
- Posibilidad de conexión con sistemas modernos de comunicaciones (teleimpresores, grabadores, etc.)
- Rapidez, comodidad y economía.

Las primeras centrales PABX no diferían, ni estructural ni funcionalmente de las centrales públicas; tenían selectores rotativos y relés decádicos. Con la aparición de los selectores crossbar y los órganos comunes las centrales adquirieron eficiencia y versatilidad. Estas ventajas

se incorporaron a las centrales PABX. Posteriormente, gracias a los adelantos de la electrónica, se empezaron a diseñar y construir circuitos para el perfeccionamiento de los órganos comunes; en las PABX circuitos totalmente electrónicos empezaron a utilizarse pero los selectores seguían siendo crossbar.

La aparición del reed-relé evitó la utilización de selectores mecánicos con gran desgaste de los contactos y expuestos al polvo y la humedad. Finalmente, con los últimos avances en electrónica, los problemas de selección fueron superados utilizando circuitos con elementos discretos e integrados de estado sólido. Hoy día existen centrales PABX totalmente electrónicas.

En nuestro caso todas las partes son electrónicas y la señalización y conmutación se realizan en tiempo compartido, inclusive el audio. A este tipo de centrales totalmente electrónicas se les denomina EPABX: "Electronic Private Automatic Branch Exchange".

1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

En la Figura 1.1 se muestra el diagrama de bloques de la central telefónica PABX.

Los bloques que integran la central son:

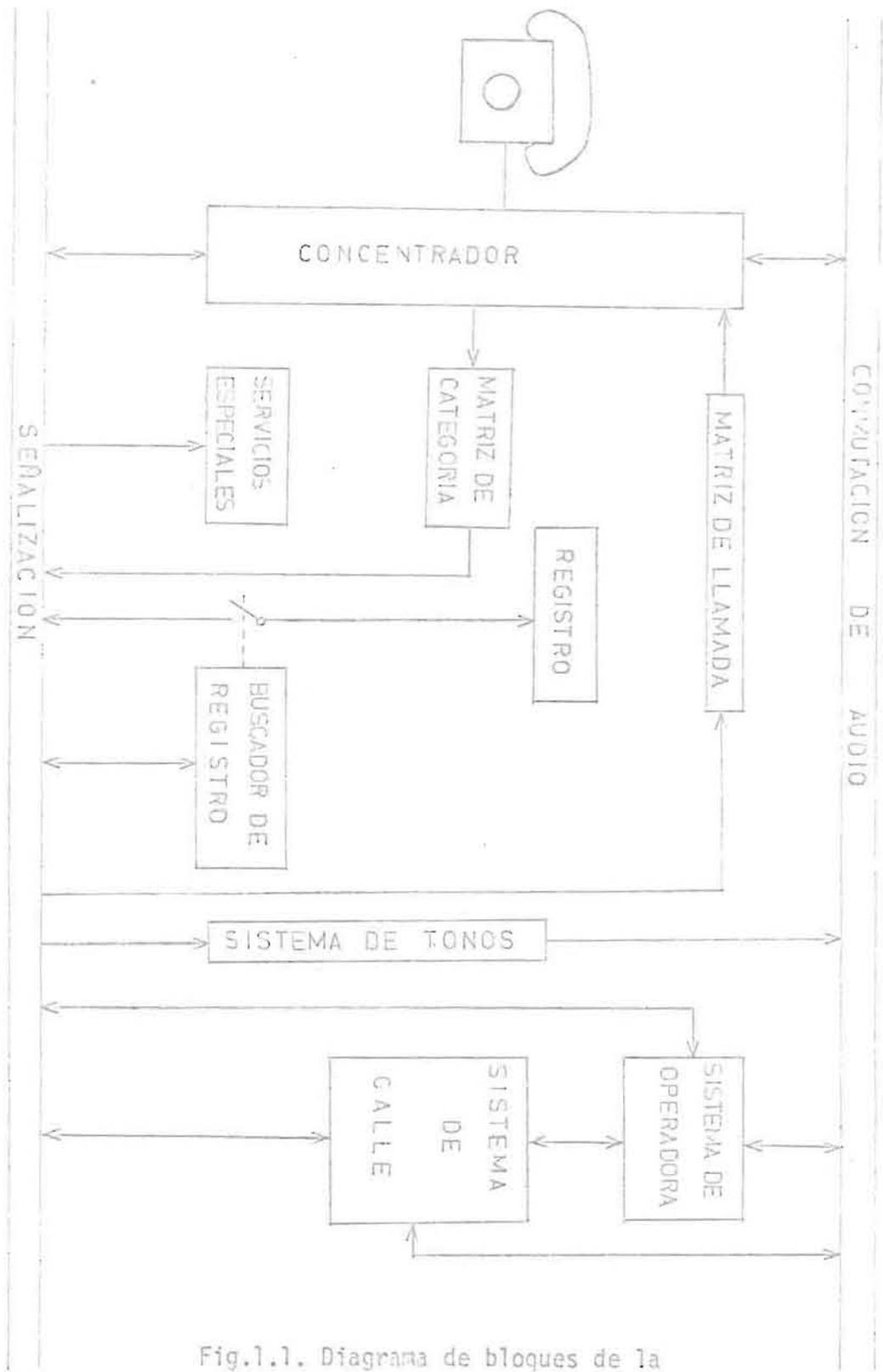


Fig.1.1. Diagrama de bloques de la central telefónica PABX

- a. Concentrador
- b. Buscador de registro
- c. Registro
- d. Matriz de categoría
- e. Matriz de llamada
- f. Sistema de calle
- g. Sistema de operadora
- h. Sistema de tonos
- i. Servicios especiales.

a. CONCENTRADOR

Es la etapa asociada directamente a las extensiones internas. Su principal función es concentrar en unos pocos hilos toda la señalización necesaria para cursar los distintos tipos de tráfico; además, realiza las distintas conmutaciones sobre el audio para llevar a cabo los distintos enlaces. Tiene otras funciones más específicas que se detallarán posteriormente.

b. BUSCADOR DE REGISTRO

Es el sistema encargado de conectar un registro al abonado interno que lo solicita. El buscador de registro tiene presente los registros libres conectándolos ordenadamente; en caso de no haber registro libre el

buscador de registro funciona con un sistema de espera que actúa conjuntamente con un tono de aviso de espera. El sistema de espera se pone en funcionamiento de acuerdo a la programación de la central.

c. REGISTRO

El registro es el encargado de cursar los distintos tipos de tráfico que se originan en la PABX. El registro procesa los pulsos de discado, pone la información del estado del abonado, recibe la categoría del abonado de la matriz de categoría, controla el tono de discar y tiene control sobre el abonado. El registro trabaja con las señales que recibe del concentrador, del sistema de operadora y del sistema de calle. El registro funciona sólo para realizar las conexiones entre abonados; una vez hecha la conexión se retira para atender otra llamada.

d. MATRIZ DE CATEGORIA

Tiene por función básica transmitir al registro la categoría del abonado que llama. La matriz de categoría está constituida por una matriz codificadora que es programable de acuerdo a las distintas categorías que

posee la central. Las categorías asignadas a los abonados son:

1. Facultad para realizar llamadas internas.
2. Acceso a líneas urbanas.
3. Acceso al sistema de larga distancia.

A cada abonado se le asigna la categoría correspondiente a las exigencias del usuario. La señalización al registro es unidireccional y digital; posteriormente el registro utiliza esta categoría para cursar o no el tipo de tráfico que solicita el abonado.

e. MATRIZ DE LLAMADA

La matriz de llamada recibe del registro el número del abonado llamado y realiza la llamada. El abonado llamado recibe la corriente de repique en su busca-línea. La matriz de llamada está constituida por una matriz decodificadora que, recibiendo el número del abonado llamado en forma binaria, emite la llamada de acuerdo a la instrucción que recibe del registro.

f. SISTEMA DE CALLE

Es el sistema encargado de acoplar el audio y las señales provenientes de las líneas urbanas al sistema de señalización interna de la central.

Cada una de las líneas urbanas está controlada directa-

mente por el sistema de operadora, pero puede también ser controlada por una de las extensiones internas a través del registro, en cuyo caso el sistema de operadora pierde el control sobre la línea urbana.

El sistema de calle, al igual que el concentrador, se hace en forma modular con la finalidad de que una ampliación sólo requiera añadir un módulo más a la central.

g. SISTEMA DE OPERADORA:

El sistema de operadora es el encargado de recibir las llamadas de calle con la posibilidad de transferirlas a una extensión interna; igualmente puede realizar llamadas urbanas para luego transferirlas.

Para las extensiones internas la operadora se comporta como una extensión interna más, de esta manera es accesible a cualquier extensión interna.

El sistema de operadora va provisto de un panel con luces indicadoras del estado en que se encuentra cada una de las extensiones internas (ocupadas o libres) y cada una de las líneas urbanas (repicando, ocupada, libre o en espera).

El sistema de operadora tiene el control sobre las lí-

neas de calle. En ausencia de la persona encargada de su funcionamiento sus funciones se pueden programar de forma tal que queden repartidas entre una o varias de las extensiones existentes.

h. SISTEMA DE TONOS

Este sistema está encargado de la conexión de los distintos tonos o señales de aviso que se requieren en la operación de señalización.

Los tonos presentes son:

- Tono de repique
- Tono de discar
- Tono de ocupado.

Se pueden utilizar tonos extras para ciertas condiciones especiales, tales como: una tercera persona en la comunicación, aviso de llamada importante, tonos asociados a los servicios especiales, tono de conferencia, etc.

El sistema de tonos es un convertidor digital-analógico cuyos controles digitales están accionados por la señalización que recibe de las distintas partes de la central.

i. SERVICIOS ESPECIALES

Debido a las modernas facilidades actuales que existen en materia de comunicaciones, las centrales PABX están dotadas de una serie de funciones especiales que el abonado controla desde su teléfono. Ejemplo de tales funciones:

- Circuitos interruptores (luces, puertas, etc.)
- Sistema de grabadores ejecutivos.
- Transmisión y obtención de datos.
- Sistema de busca-personas.
- Canales de micro-onda.

Todas esas facilidades están controladas por la programación interna de la central de acuerdo a la categoría que se le asigna al abonado.

1.2 FUNCIONAMIENTO

La Central consta de quince canales de conversación, cuya ocupación por parte de los abonados se realiza al azar. Es indispensable para cursar cualquier tipo de tráfico que el abonado tenga capturado uno de los canales de conversación, pues es a través de él que se realiza toda la señalización, la conmutación, y el audio. Una conversación entre dos abonados internos o entre un

abonado interno y la calle o entre un abonado y la operadora se realiza a través de uno de estos canales. La única conversación que no requiere el uso de uno de estos canales es la realizada entre la operadora y las líneas urbanas ya que este tipo de tráfico se efectúa con la conexión directa de la operadora con la línea urbana.

Además de los quince canales de conversación existentes en la central, existe un canal extra denominado "Canal Cero" que tiene la característica especial de no permitir conversación a través de él.

Este canal tiene continuamente un tono de ocupado. El canal cero se utiliza para indicar al abonado que su llamada no puede proseguir, es decir, su línea está bloqueada, viéndose obligado a reponer el microteléfono.

Para el entendimiento de las distintas secuencias de funcionamiento es importante tener en cuenta que a través del canal cero no se efectúa ningún proceso de señalización y conmutación del busca-línea con el resto de la central. Es la condición de bloqueo de la línea de abonado.

A continuación se describen los diferentes tipos de llamadas a realizarse:

LLAMADA SALIENTE INTERNA: Es la llamada que realiza un abonado interno a otro abonado interno.

El abonado que desea realizar la llamada al descolgar el teléfono su busca-línea captura uno de los canales libres. Si no existiese canal libre al momento de descolgar recibiría el tono de ocupado a través del canal cero. El busca-línea queda bloqueado, es decir, que si se liberase un canal no podría realizarse la captura del mismo. El abonado se verá en la obligación de colgar para hacer un nuevo intento de captura de canal.

Si existiese canal libre su captura se efectúa al azar. La solicitud de registro se hace automáticamente. Si no hubiese registro libre, el buscador de registro tiene un tiempo de espera. Si el tiempo de espera transcurre y ningún registro se ha liberado el abonado automáticamente es enviado al canal cero. En caso de liberarse un registro antes de finalizar el tiempo de espera, el buscador de registro se lo asigna al abonado llamador.

Con el busca-línea conectado al registro, este se hace susceptible solamente a la señalización del busca-línea que lo solicitó. El registro ordena al sistema de tonos que conecte el tono de discar al abonado.

El abonado disca el número de la extensión solicitada. El registro procesa los pulsos de discado y envía la información a la matriz de llamada. El abonado solicitado es llamado.

Si el abonado B está ocupado el registro ordena al busca-línea a que libere el canal y pase al canal cero. El registro se retira. El abonado recibe tono de ocupado. El busca-línea A queda bloqueado.

Si el abonado B está libre el registro ordena al sistema de tonos que coloque el tono de repique al abonado A. El busca-línea B coloca automáticamente la corriente de repique al abonado B. El registro se retira. Si el abonado A cuelga antes de descolgar B, la llamada queda cancelada.

Al descolgar B la comunicación queda establecida. Si A cuelga antes que B, el abonado A adquiere su condición de reposo y el abonado B va al canal cero; en caso contrario, si es B el que cuelga, el abonado B adquiere su condición de reposo y el abonado A retiene el canal que capturó pudiendo realizar otra llamada, pidiendo otro registro al pulsar el botón de transferencia, o colgar.

LLAMADA SALIENTE URBANA: Es la llamada que realiza una

extensión interna a un abonado de la red pública urbana.

El abonado A al descolgar el micro-telefófono obtiene tono de discar. El abonado disca el dígito de calle. El registro procesa esa información y de acuerdo a la categoría que recibe de la matriz de categoría, tiene dos alternativas: primero, si el abonado no está facultado para realizar llamadas salientes urbanas es enviado al canal cero retirándose el registro; y segundo, si el abonado está facultado para hacerlo, el registro le asigna una línea de calle. Si no hay línea de calle disponible el registro espera durante un breve lapso de tiempo; una vez finalizado, si no se ha liberado alguna línea de calle, el abonado es enviado al canal cero retirándose el registro. Si se libera una línea de calle el registro se la asigna al abonado A. El registro se retira una vez asignada la línea de calle. El abonado recibe el tono de discar de la red urbana. El abonado realiza la llamada. La línea de calle y el canal interno quedan ocupados hasta que el abonado cuelgue. Ningún abonado, ni la operadora, tienen acceso a ella.

LLAMADA ENTRANTE INTERNA: Es la llamada que recibe el abonado interno proveniente de un abonado interno.

La matriz de llamada realiza la llamada al abonado B. Si el abonado está ocupado, el busca-línea de B indica al registro esa condición. El registro envía al abonado A al canal cero retirándose luego. Si el abonado B se encuentra libre el busca-línea le conecta automáticamente la corriente de repique. El registro indica al sistema de tonos que envíe el tono de repique al abonado A, retirándose después. Si el abonado A cuelga antes de descólgar B cada abonado recobra su condición de reposo. La llamada queda cancelada. Si el abonado B descuelga antes, su busca-línea retira la corriente de repique y el sistema de tonos procede a retirar el tono de repique al abonado A. La comunicación queda establecida.

LLAMADA ENTRANTE URBANA: Es la llamada dirigida a un abonado interno proveniente de la red pública urbana.

Cuando un abonado de calle realiza una llamada a la central, en el puesto de operadora se observa una señal luminosa que indica que una línea de calle está repicando. La operadora, mediante un botón, se conecta automáticamente a la línea de calle atendiendo la llamada. Si la llamada no necesita ser transferida la operadora puede dar fin a la llamada apretando un botón (efecto de colgar). Si la llamada necesita ser transferida a una ex-

tensión interna, a través del panel indicador, la operadora averigua la condición del abonado solicitado. En caso de estar ocupado se lo participa al abonado de calle. Si el abonado está libre, la operadora, mediante un botón (transferencia), solicita un canal interno. Como la operadora se comporta como una extensión interna más la comunicación se realiza como hemos descrito. Al contestar el abonado interno la operadora cuelga la llamada urbana es transferida. Al colgar el abonado interno se libera la línea de calle. En caso de que el abonado interno no conteste, o manifieste su deseo de no atender la llamada, la operadora retoma la línea de calle y transmite esa información al abonado de calle.

TRANSFERENCIA: Es el paso de una llamada urbana que hace un abonado interno a otro abonado interno.

Cuando un abonado interno, siendo él quien llamó o no, se encuentra en conversación con una línea urbana, puede hacer una consulta a otra línea interna o transferir la línea de calle. El abonado interno, al apretar el botón de transferencia, hace solicitud de un registro para realizar la llamada interna; el audio de la línea urbana queda bloqueado. Una vez establecida la comunicación con la línea interna, puede pulsar indefinidamente el botón de

transferencia alternando la conversación con la línea de calle y el abonado interno. La privacidad de ambas conversaciones está garantizada. El abonado interno que posee la línea de calle tiene el dominio sobre ella; la condición del otro abonado sólo tiene influencia sobre la comunicación interna. Para transferir la llamada de calle, una vez que el otro abonado interno des-cuelga y el abonado que dominaba la línea urbana cuelga, la comunicación urbana pasa al segundo abonado; este abonado domina ahora la línea urbana pudiendo cancelarla o transferirla. Una llamada urbana puede ser transferida indefinidamente.

1.3 DATOS TECNICOS

Tensión de Alimentación:	110Vrms, 60Hz
Tensión de Trabajo de la Central:	36Vcc, 5 Vcc
Tonos: Discar:	300Hz continuo
Libre:	300Hz; 1 segundo conectado, 5 segundos desconectado.
Ocupado:	300Hz; 5 segundos conectado; 5 segundos desconectado.
Corriente de repique:	70Vrms; 60Hz. 1 segundo conectado, 5 segundos desconectado.

Alimentación del aparato telefónico:	30Vcc, 5000hm.
Límite de Resistencia de línea	12000hm, excluyendo el aparato.
Resistencia de aislamiento entre extensiones:	10.0000hm
Alteración por inserción del sistema de audio:	0 dB.
Tecnología:	Estado sólido. Lógica integrada TL. Señalización y conmutación en tiempo compartido. Audio por modulación de amplitud de pulsos.

Bibliografía.-

- Pulse Electronic Private Automatic Branch Exchanges. Northern Electric Company Limited. Canadá.
- Centrales Automáticas privadas de relevadores (PABX). Budavex Hungría.
- Central Automática Privada Crossbar Tipo AC-120. OKI Electric Industry. Japón.
- Tipo AC-220 Crossbar PABX. OKI Electric Industry. Mayo 25, 1971. Japón.

- Cross - Reed Electronic Switching Systems. Stromberg-Carlson. 1968. Rochester, New York.
- Common Control Crossbar Systems. Northern Electric -- Company Limited. Canadá.
- ST-1. Electronic Switching Systems. Northern Electric Company. Canadá.
- Central Telefónica E PABX - MCM 123. MCM Electrónica. 1971. Caracas.
- Course of Technical instruction telephonic 5. the Australian Post Office. 1960. Australia.

CAPITULO II

EL CONCENTRADOR TELEFONICO

El Concentrador Telefónico o busca-líneas es un módulo analógico digital y de transmisión de información (uno por cada teléfono), que transforma los requerimientos de cada abonado en información lógica, compartida en el tiempo, que comanda las distintas partes de la central, y realiza la modulación y demodulación, mediante pulsos de la información de habla.

En el Capítulo anterior se ha descrito cada uno de los bloques que conforman la central, la interconexión entre ellos, y su operación en cada una de las secuencias posibles de tráfico a cursar. Se hace, por tanto, necesario identificar cada una de las señales eléctricas que hacen posible el funcionamiento del concentrador; tal esquema se muestra en la Figura 2.1.

El generador de señales (Ver Apéndice C) establece la posición en el tiempo de cada uno de los canales y mantiene la relación de tiempo para la transmisión de la información lógica y de audio en tiempo compartido. El generador de señales, envía al concentrador las siguientes señales:

- Exploradores Cero (EC): utilizados por el busca-líneas como el sistema de borrado en el circuito de captura de canal. Un pulso cero presente en el circuito de captura de canal significa que el abonado, con el teléfono colgado o no, es enviado al canal cero.

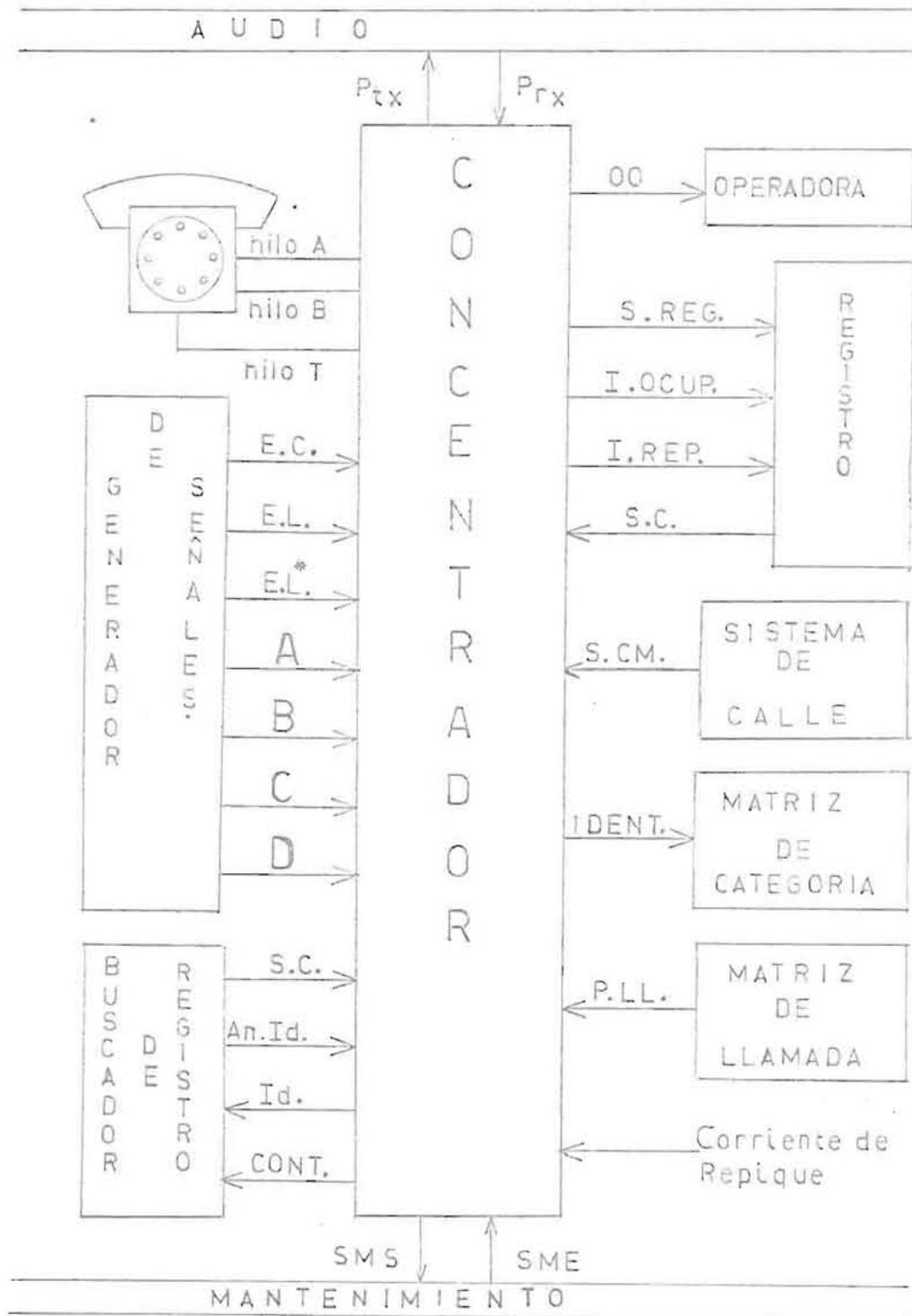


Fig.2.1. Diagrama de interconexión del concentrador.

- Exploradores Libres (EL): Estos representan pulsos en fase con cada uno de los canales desocupados. El busca-línea en la operación de llamada tiene opción a capturar uno de esos canales al azar.

- Exploradores Libres no bloqueables (EL*): Estos representan pulsos en fase con cada uno de los canales, ocupados o no.

- Señales A, B, C y D: Representan la combinación lógica en fase en el tiempo con cada uno de los canales. Cada combinación binaria ABCD tiene asociado en fase un explorador libre y un pulso patrón.

Los hilos A, B y T (Ver Apéndice A), informan al concentrador la condición de descolgado o colgado del abonado, la utilización del botón de transferencia, el discado, y la información de voz. El concentrador adapta toda esta información a los requerimientos lógicos de su funcionamiento y de su sistema de transmisión vocal.

La señal 00 informa a la operadora si el abonado conectado a ese busca-líneas está ocupado o no.

La corriente de repique (Ver Apéndice A) la conecta el busca-líneas al aparato telefónico como señal de aviso cuan-

do él recibe una llamada.

El buscador de registro recibe el pulso Id cuando el busca-líneas solicita registro: al descolgar o pulsar transferencia, cuando ha llamado. El envío de Id es anulado por el buscador de registro mediante An Id cuando se le ha asignado el registro solicitado. La señal CONT es enviada por el busca-líneas cuando el abonado ha sido llamado; la presencia de CONT indica al buscador de registro que la presencia de Id en fase no es para solicitar registro.

El registro, a través de S.C, envía al abonado al canal cero. El registro recibe del busca-líneas S.REG, I.OCUPADO e I.REP. La señal S.REG es el discado del abonado; la señal I.OCUPADO indica al registro que ese busca-líneas está ocupado e I.REP indica al registro que el busca-líneas está libre.

El sistema de calle, a través de S.CM, cambia la condición de llamado a llamador en la lógica interna del busca-líneas.

La matriz de categoría recibe IDENT que le permite identificar al abonado para la determinación de su categoría.

La matriz de llamada envía P.LL. al busca-líneas cuando su teléfono es llamado.

La señal de mantenimiento recibe del busca-líneas S.M.S que está en fase con el canal que tiene capturado el busca-

líneas y envía SM.E que agrupa todos los patrones en fase con los canales ocupados. En SM.E nunca está presente el patrón cero.

El audio recibe del busca-líneas la señal de transmisión vocal muestreada y envía al busca-líneas la señal de recepción vocal muestreada.

De las señales que enlazan al concentrador con las partes restantes de la central, sólomente el hilo A, el hilo B, el hilo T, OO, IDENT y P.LL son únicas para cada busca-líneas dada la necesidad de individualizar físicamente cada abonado; las señales restantes son comunes físicamente pero separadas en el tiempo.

El concentrador telefónico consta de tres partes; la primera de ellas convierte toda la información proveniente del aparato telefónico a señales lógicas que puedan ser interpretadas por su "inteligencia"; la segunda procesa la información lógica proveniente de las distintas partes de la central y del busca-líneas mismo para efectuar todo el proceso de señalización y conmutación; y la tercera procesa toda la información vocal a transmitir y recibir por el abonado que le ha sido asignado.

Los capítulos siguientes son dedicados a la explicación de cada una de estas partes.

CAPITULO III

CONVERTIDOR TELEFONICO-DIGITAL

El programador lógico del Concentrador (P.L.C. Capítulo IV), procesa únicamente señales digitales, es decir, toda la información que circula por el busca línea, así como la información que se intercambia con los demás módulos de la PABX, son exclusivamente niveles lógicos. De tal manera que, para hacer posible el envío de información del teléfono al P.L.C., se hace necesario traducir el lenguaje telefónico a lenguaje digital, y esa es la finalidad del convertidor telefónico-digital.¹ (Fig. 3-1)

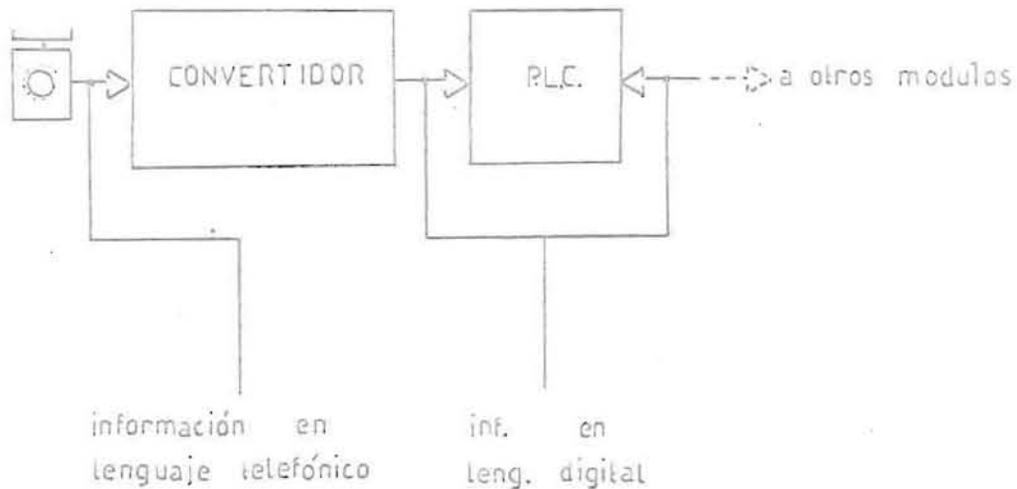


Fig. 3.1

1. Para poder comprender este Capítulo son necesarios ciertos conocimientos acerca del aparato telefónico, los cuales son presentados en el Apéndice "A".

3.1 Información Telefónica.-

La información que envía el usuario es de tres tipos:

a.- Teléfono colgado o descolgado. Debe existir una señal lógica para cada situación, de tal manera que el P.L.C. sepa si el abonado está libre u ocupado. El convertidor diseñado entrega al P.L.C. un cero lógico constante (0 Volt) mientras el teléfono esté colgado y un uno lógico (5 Volt) cuando está descolgado.

b.- Pulsos del discado.-

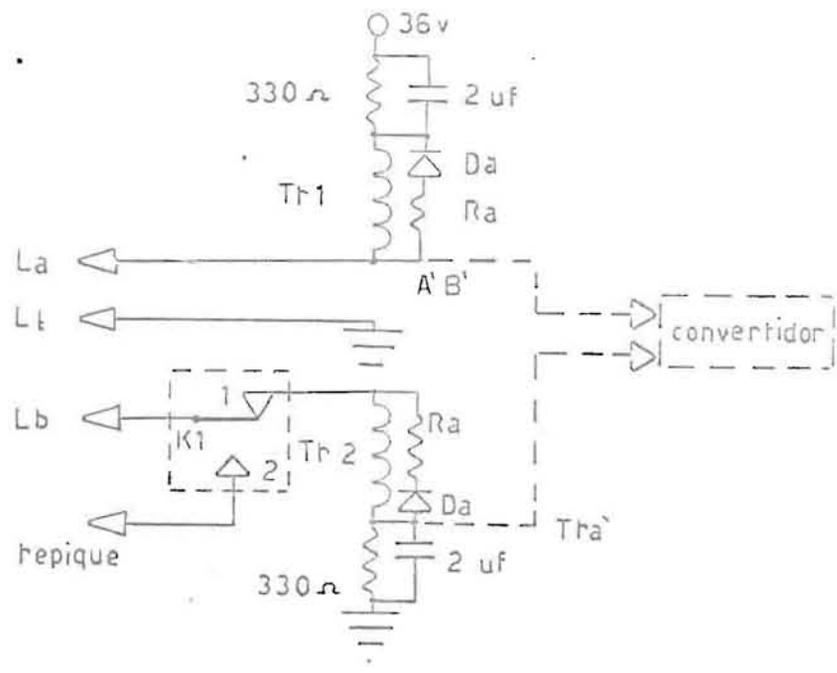
Con los que el abonado hace saber con quien desea comunicarse.

c.- Botón de Transferencia.-

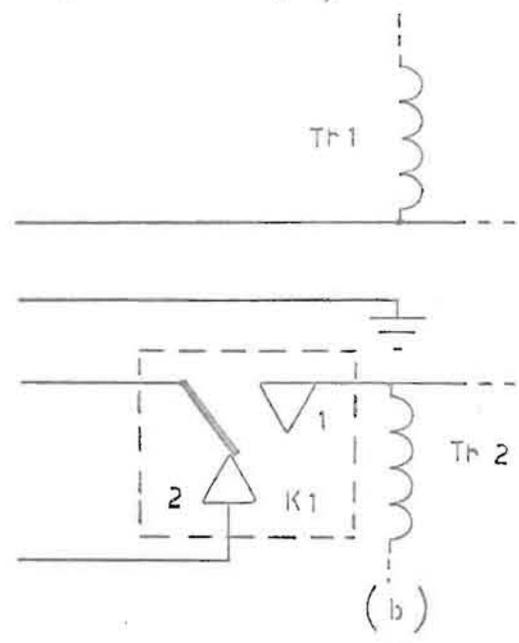
Al pulsar éste botón, el abonado informa que, teniendo una comunicación externa, desea establecer una comunicación interna simultáneamente.

3.2 Circuito de Polarización.-

Antes de entrar a estudiar las señales mencionadas en la sección anterior, veamos el circuito de Polarización del teléfono (Fig. 3.2)



(a)



(b)

Fig. 3.2

La, Lb y Lt van al teléfono. Los dos primeros son los hilos de habla y el tercero corresponde al hilo del botón de transferencia.

K_1 corresponde a los contactos de un relé; en la figura 3-2-a, se ven los contactos en su posición normal, y en la figura 3-2-b, se observan conectando la corriente de repique. Nótese la acción excluyente que realiza el sistema de doble contacto.

Tr1 y Tr2 corresponden al transformador de audio encargado de comunicar el circuito telefónico con el sistema de audio que será explicado más adelante.

Las resistencias de 330 ohm están puestas con la finalidad de mantener dentro de un rango adecuado la corriente de Polarización del teléfono. Dicha corriente no debe exceder los 60 ma, ni debe ser inferior a 15 ma. El valor máximo es para proteger el micrófono del teléfono (Ver Figura A-2), y el mínimo para asegurar una adecuada polarización del mismo.

Los condensadores de 2UF son necesarios para disminuir la atenuación que introducen las resistencias a las señales de audio.

Da y Ra tienen funciones de amortiguación (Ver Apéndice D).

3.3 Lenguaje Telefónico.-

Las señales mencionadas en la sección 3.1 son tomadas de A'B' y T'ra de la figura 3.2. En esos puntos, la información viene en lo que hemos dado en llamar Lenguaje Telefónico.

331 Estado de Abonado. Discado.-

Vamos a referirnos a la figura 3.2a. En ella los contactos K_1 están

en su posición normal y la corriente de repique no está conectada. Veamos lo referente al estado de abonado (libre u ocupado) y a los pulsos de discado. Dichas señales son tomadas de A'B' de la Fig. 3-2 y pueden verse en la Fig. 3-3.

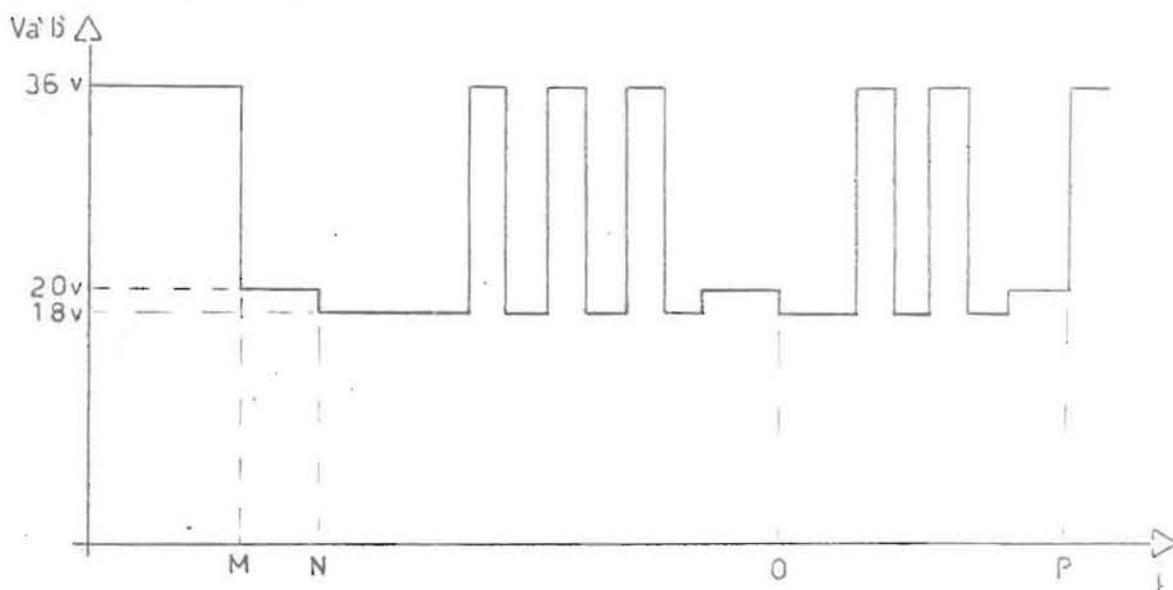


Fig. 3.3

En M se descolgó el microteléfono. En N se comienza a girar el disco para enviar los pulsos de discado correspondientes a la primera cifra, en este caso tres (3). En 0 se repite la operación para discar el dos (2). En P se repone. La figura corresponde al caso en que la resistencia de línea es muy baja. En caso de que el teléfono se encuentre muy alejado de la central, es decir, con una resistencia de unos 1.200 ohm en la línea, los niveles de 20 Volt y 18 Volt subirán a 31 Volt y 30.5 Volt respectivamente. (De ahora en adelante, y a menos que se aclare lo contrario, todas las figuras de señales en lenguaje telefónico son tomadas con una línea corta.)

La señal de la figura 3.3 es enviada al convertidor, quien a su vez -

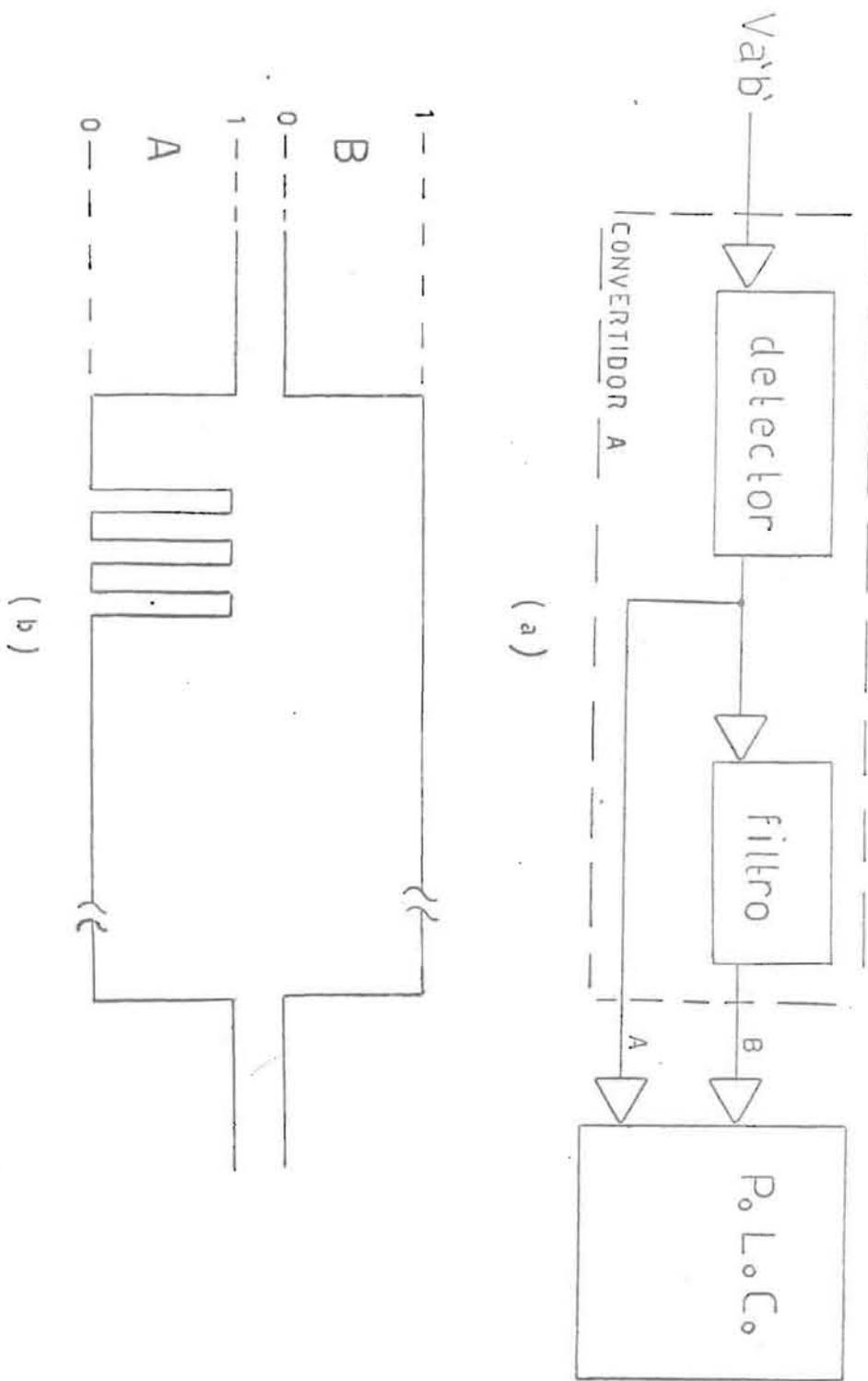


Fig. 3.4

la procesa y envía al P.L.C. dos señales separadas por vías separadas: Estado de abonado (B) y Discado (A) - Fig. 3.4. El estado de abonado se refiere a si el teléfono está colgado ó descolgado.

Para poder entregar las señales de la Fig. 3.4.b, se provee al convertidor de un detector de nivel y de un filtro que impida el paso del - discado. El primero entrega un 1 si Va'b' está a un nivel alto (36 Volt) y un 0 si tiene un nivel bajo (menor que 36 Volt)

332 Corriente de Repique.-

Regresemos a la figura 3.2 En su posición normal, los contactos K_1 están como se encuentran en la figura 3.2a. Para que el teléfono repique, los contactos K_1 deben estar en la posición que se indica en la figura 3.2b. En esas condiciones, K_1 es mandado a su posición normal cuando el P.L.C. se entera que el teléfono ha sido descolgado, - es decir, cuando B cambia de 0 a 1 (o cuando al abonado en cuestión lo dejan de llamar).

En la figura 3.5 observamos la señal que aparece en A'B' mientras el teléfono está colgado y repicando. La Zona obscurecida (bajo 36 Volt)

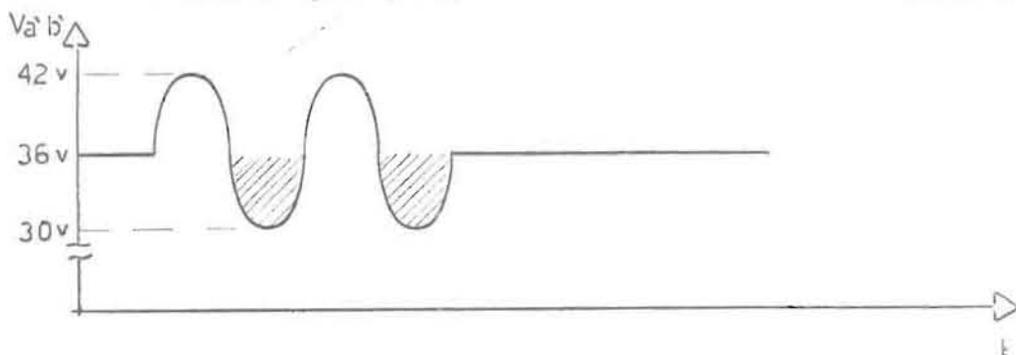


Fig. 3.5

en la figura corresponde a una zona de peligro, debido a que, durante esos semiciclos, el detector de nivel "ve" un nivel bajo, haciendo cambiar el nivel lógico de B de 0 a 1, produciendo así confusión en el P.L.C. Algo similar ocurre cuando el teléfono se ha descolgado y aún no se ha desconectado el repique (es decir, el P.L.C. aún no se ha enterado que el teléfono ha sido descolgado).

La señal en ese caso es la que se observa en la Fig. 3.6.

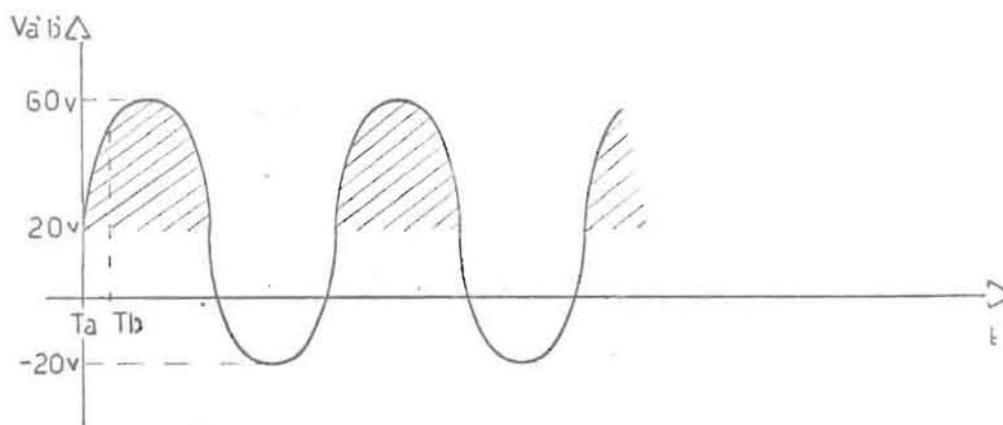


Fig. 3.6

En T_a , el detector de nivel "ve" un nivel bajo y hace cambiar el nivel lógico de B de 0 a 1 informándole al P.L.C., que el teléfono ha sido descolgado. El P.L.C. le envía entonces señal al relé indicándole que desconecte el repique (contactos K_1 , Fig. 3.2). Si la velocidad de respuesta del relé no es lo suficientemente rápida, puede ocurrir que en T_b el repique no haya sido desconectado, y el detector "vea" de nuevo un nivel alto, e informe erróneamente al P.L.C. que el teléfono ha sido colgado.

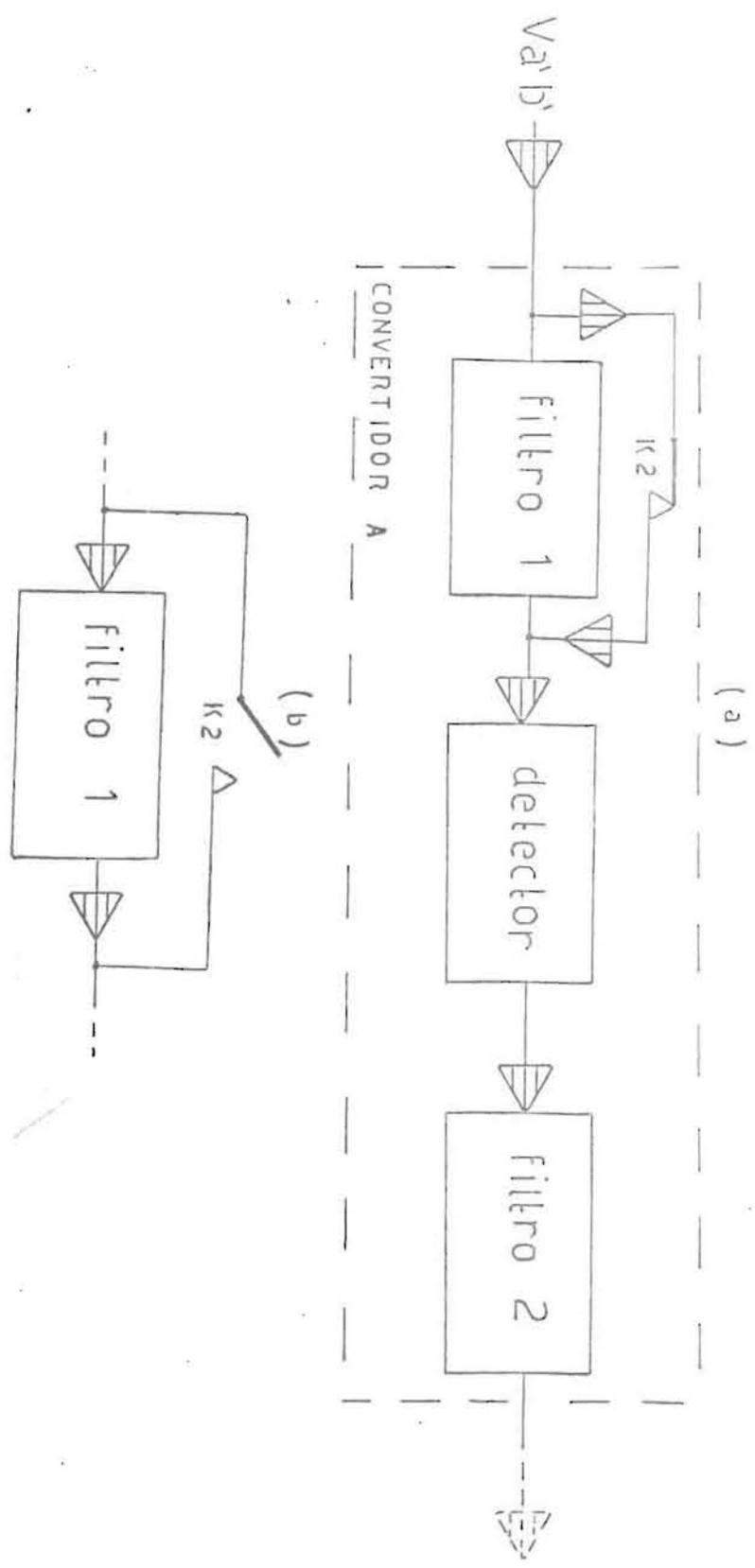


Fig. 3.7

Para evitar ese tipo de problemas, que solo ocurren al conectarse la corriente de repique, se agregó al diagrama de la Fig. 3.4a un filtro para el repique, tal como se muestra en la Fig. 3-7.

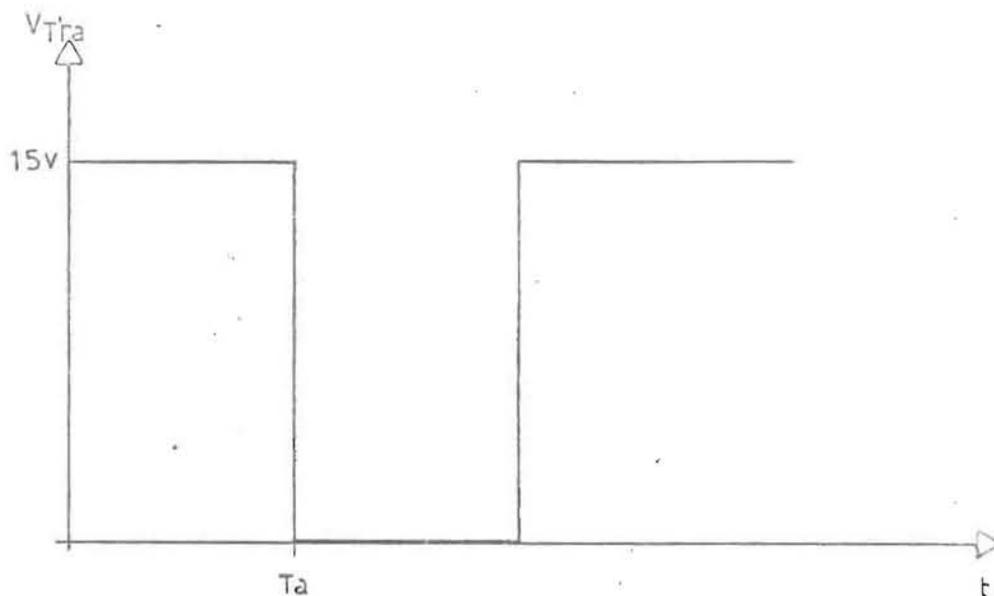


Fig. 3.8

El filtro 1 actúa sobre el repique y el filtro 2 sobre el discado. El filtro 1 es conectado al sistema unicamente cuando lo está la corriente del repique. La Fig. 3.7a, corresponde a la Fig. 3.2a: el filtro 1 está cortocircuitado puesto que la corriente de repique no está conectada. Análogamente, la Fig. 3.7b., corresponde a la Fig. 3.2b: el filtro 1 está conectado para atenuar la corriente de repique que entra al detector. La acción de entrar y salir del convertidor se logra mediante el contacto

K:2 (Fig. 3.7.) que corresponde al mismo relé de los contactos K_1 (Fig. 3.2).

333. Transferencia.-

La información sobre solicitud de transferencia, es enviada por T'ra de la Fig. 3.2. Cuando el usuario pulsa el botón de transferencia, está cortocircuitando momentaneamente los hilos Lt y Lb del teléfono (Fig. 3.2). La señal que aparece en T'ra puede verse en la Fig. 3.8. En Ta es pulsado el botón.

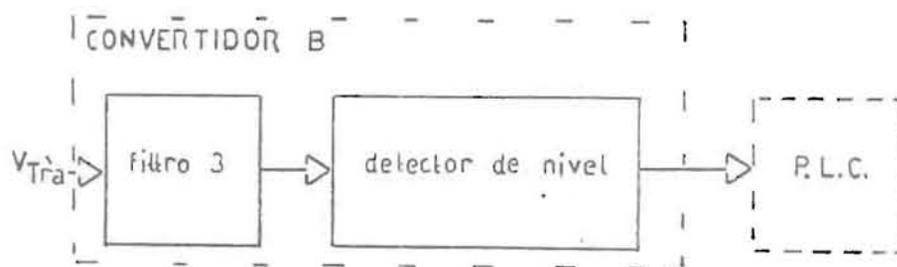


Fig. 3.9

La conversión de dicha información a lenguaje digital se realiza de manera análoga a lo explicado en 3.3.1. Se requiere un filtro para el discado y un detector de nivel. El primero es necesario para que al detector solo lleguen cambios de nivel provocados por el botón de transferencia. - En este caso no hay problemas con la corriente de repique debido a la acción excluyente de los contactos K_1 (Fig. 3.2). El sistema empleado puede verse en la Fig. 3.9.

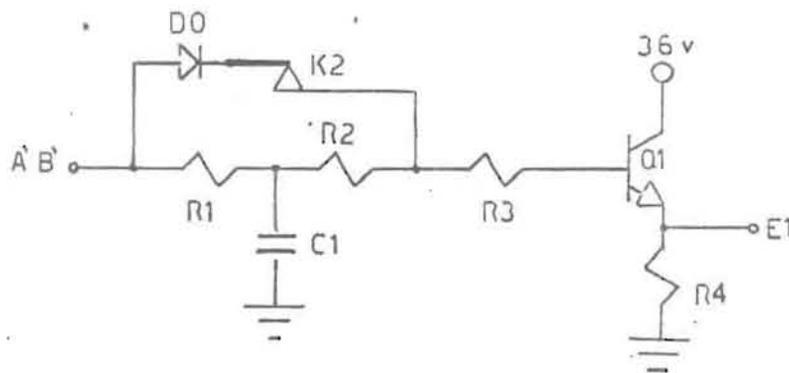


Fig. 3. 11

3.4. Circuito Electrónico. Identificación de los Bloques.-

Los circuitos que realizan las funciones de los bloques explicados en la sección anterior son los siguientes:

341. Convertidor A.

- a. Filtro 1. Este bloque está constituido por los elementos de la Fig. 3.11.

Tal como se explicó anteriormente, K2, se encuentra en la Fig. en su posición normal, cortocircuitando el filtro que está básicamente implementado por R1 y C1. Dicho filtro no es más que un pasabajo con la frecuencia de mitad de potencia en 32 Hz.

Su característica de frecuencia puede verse en la Fig. 3.12.

Obsérvese que, a la frecuencia de 60 Hz (frecuencia de la corriente de repique), el filtro produce una atenuación de 44 dB

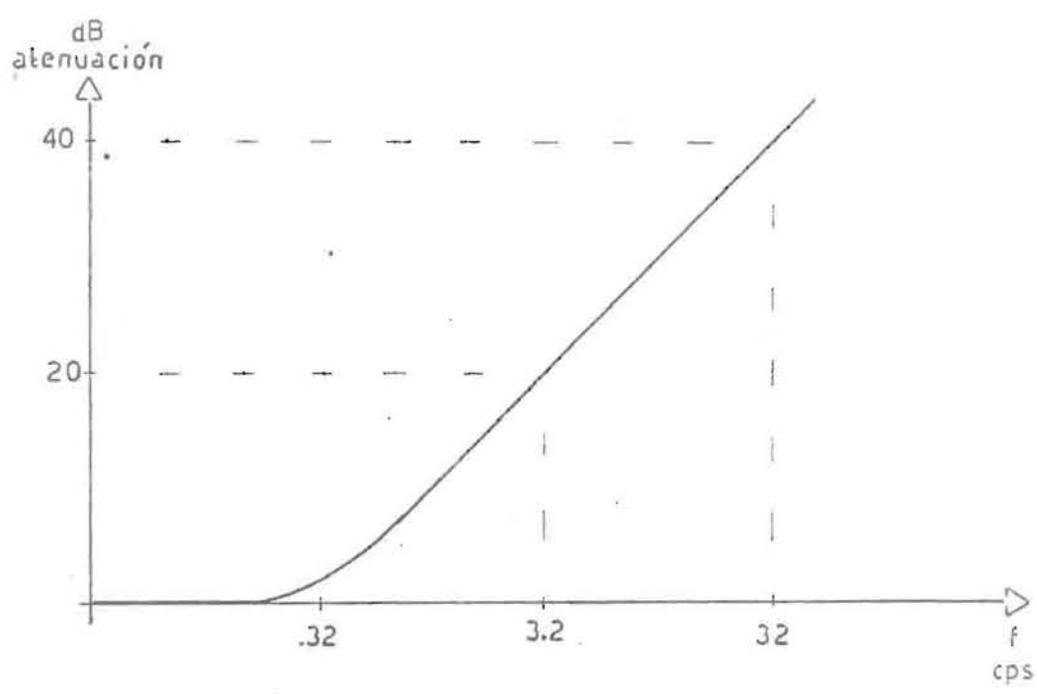


Fig. 3.12

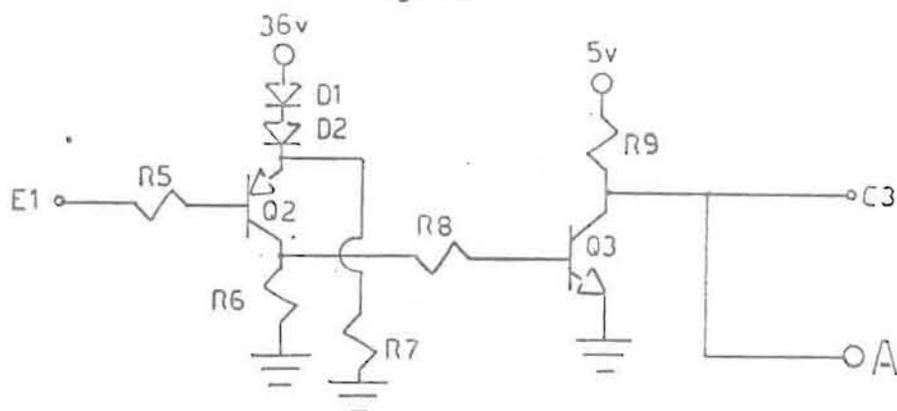
R₂ se hace necesario con el fin de que C₁ no actúe sobre el audio ni sobre el discado.

El sistema formado por R₃-Q₁-R₄, está puesto como acoplador de impedancias.

b.- Detector de Nivel.-

El circuito de la Fig. 3.13 hace las funciones de detector de nivel.

Fig. 3.13



Si en E_1 hay un nivel alto (teléfono colgado, por ejemplo), Q_2 estará bloqueado, el colector de Q_2 tendrá un potencial de cero Volt, bloqueando a su vez a Q_3 . En esas condiciones C_3 será uno lógico (5 Volt). Si, por el contrario, en E_1 hay un nivel bajo (teléfono descolgado), Q_2 se satura, y su colector estará a un potencial alto que hace saturar a su vez a Q_3 . En este caso, C_3 será un cero lógico (.2 Volt).

El sistema explicado responde eficazmente a las variaciones de nivel consecuencia del discado, por lo que la salida lógica correspondiente se toma en el colector de Q_3 (A).

En caso de que el teléfono (o la línea telefónica) esté averiado, - el buscalínea "verá" en sus extremos L_a y L_b (Fig. 3.2), una resistencia elevada (alrededor de 15 K). En esas circunstancias, se desea que el buscalínea detecte el teléfono colgado.

Eso se logrará aprox. a los diodos D_1 y D_2 (debidamente polarizados - por R_7), quienes ponen el emisor de Q_2 a una tensión $V'_{cc} < 36$ Volt., evitando así que, con el teléfono averiado, la tensión presente en E_1 pueda hacer conducir a Q_2 .

c.- Filtro 2.-

• Para impedir el paso de los pulsos de discado, se usa el filtro de la Fig. 3.14a.

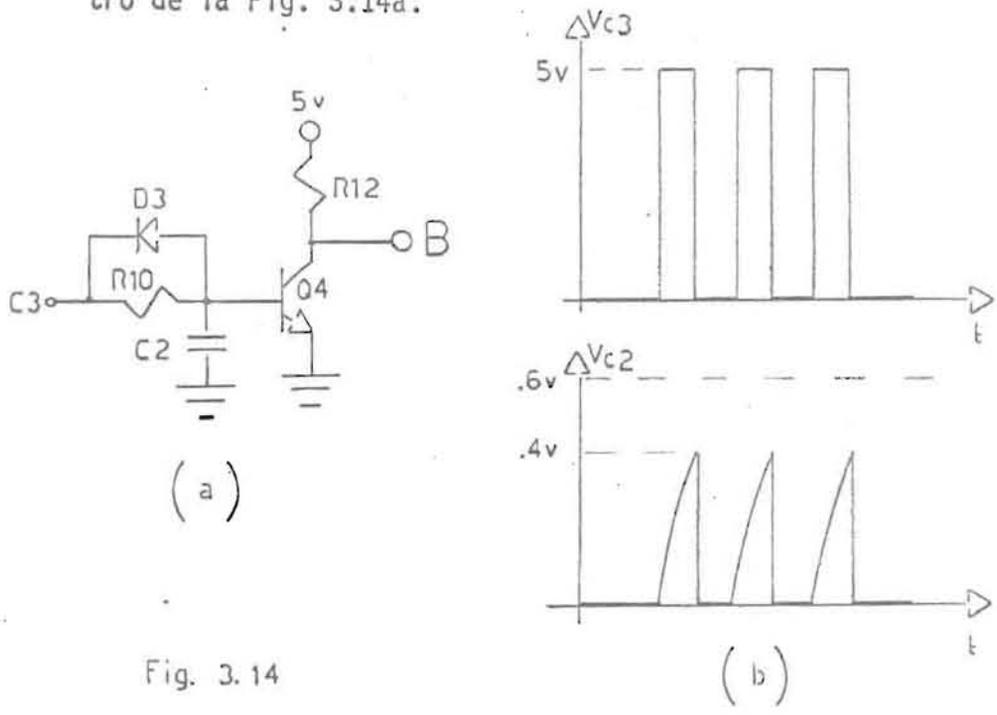
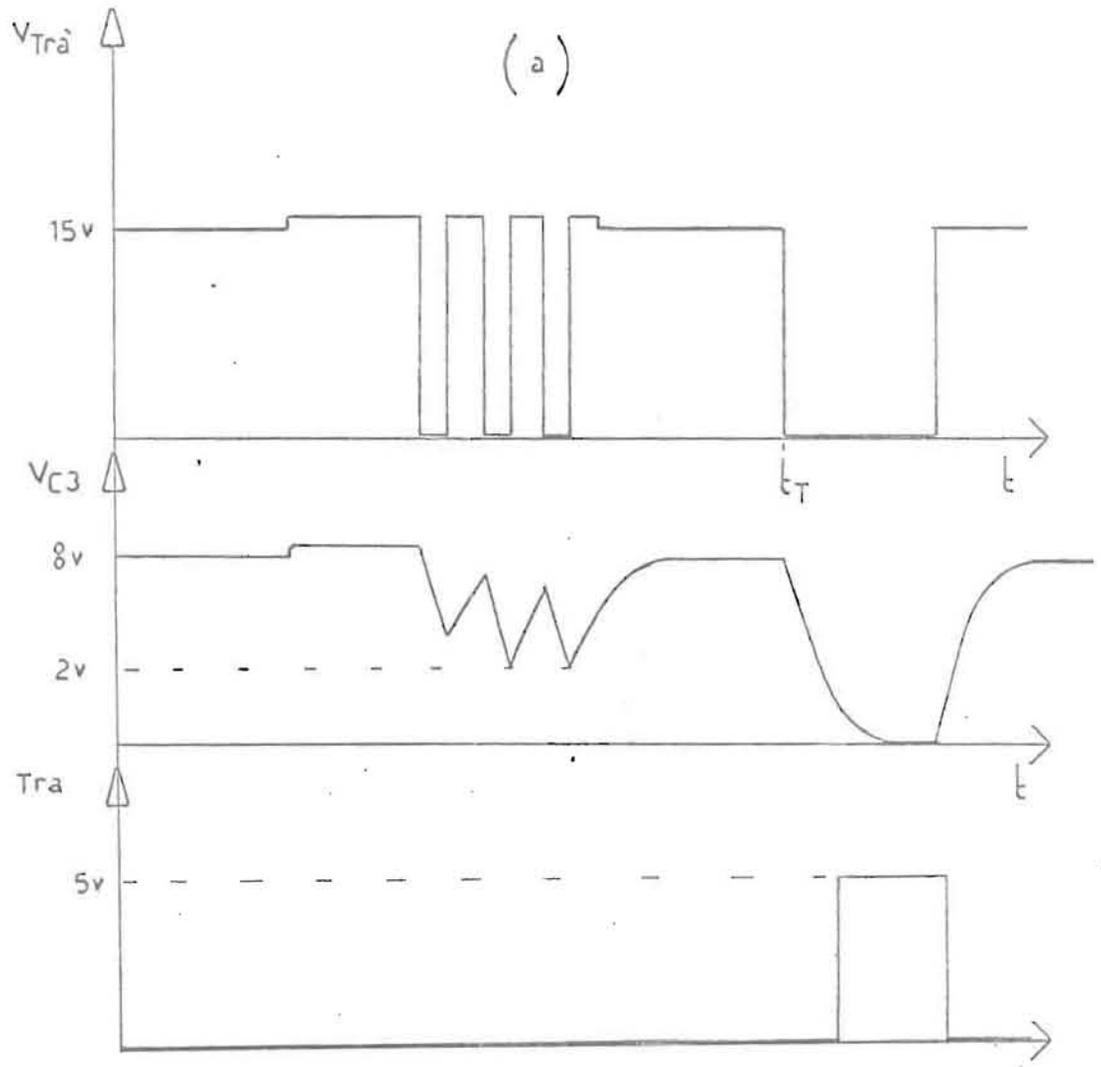
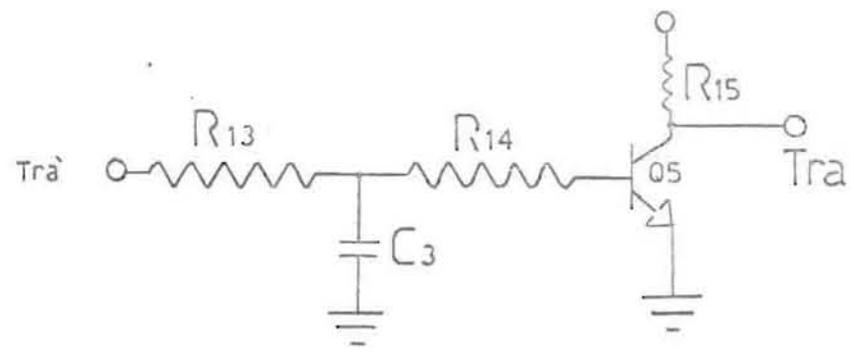


Fig. 3.14

En la Fig. 3.14b. están las tensiones en el colector de Q3 (V_{c3}), y en el condensador C2 (V_{c2}) con el teléfono descolgado y discando. Se observa que, con el teléfono descolgado, el condensador C2 está descargado. Al parecer los pulsos de discado en C3, el condensador se carga lentamente a través de R10, y se descarga violentamente a través de D3. Con eso se logra que la base de Q4 nunca alcance la tensión de .6 Volt., lo cual le haría salir de su estado de bloqueo.

Q4, está pues, bloqueado con el teléfono descolgado, y viceversa, entregando por el colector las salidas lógicas 1 y 0, respectivamente, que -

Fig. 3.15



(b)

constituyen la señal lógica B.

342. Convertidor B.-

En la Fig. 3.15a. puede verse el circuito denominado convertidor "B".

El sistema formado por R13-C3-R14, impide que el discado actúe sobre el transistor Q5, tal como se muestra en la Fig. 3.15b.

En t_1 se pulsa el botón de transferencia. Esta vez el condensador-C3 tiene tiempo de descargarse, apareciendo el pulso correspondiente en la salida Tra.

343. Resumen de señales.-

El conjunto de señales lógicas entregadas al P.L.C. pueden verse en la Fig. 3.16.

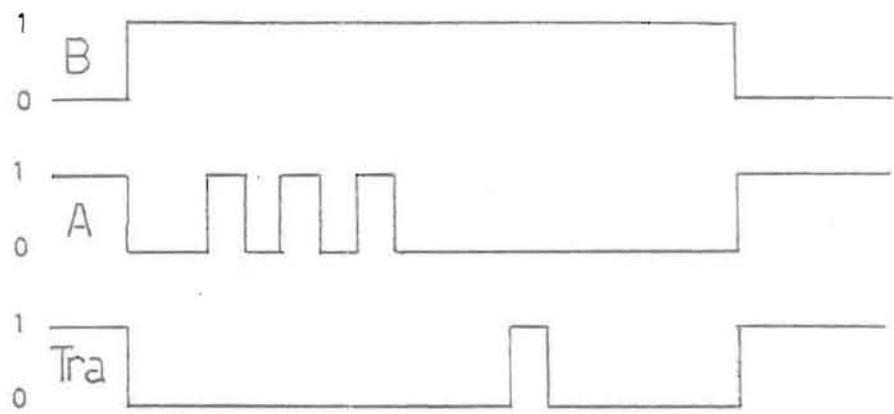


Fig. 3.16

Obsérvese que los pulsos de discado en A no afectan a las otras dos señales (B y Tra), lo mismo que el pulso de transferencia en Tra.

3.5 Repique.-

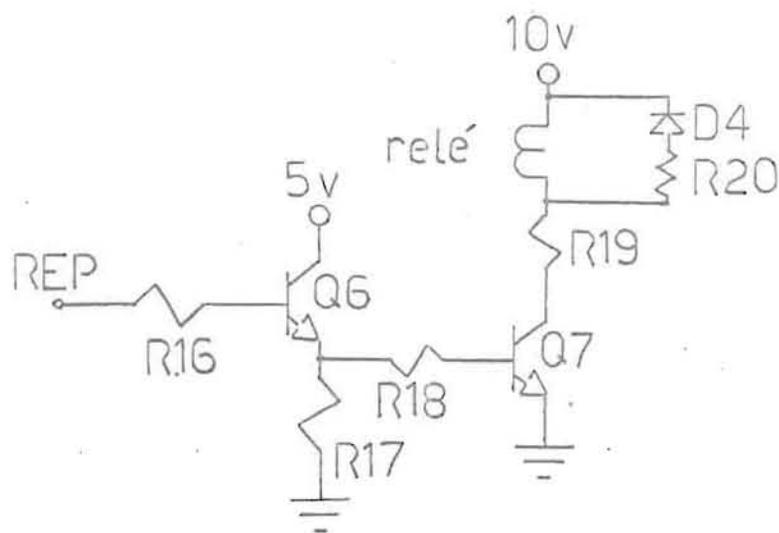


Fig. 3.17

El relé que acciona los contactos K1 y K2 (Figuras 3.2 y 3.10 respectivamente) es energizado por el circuito de la Fig. 3.17. REP (Señal lógica de repique) está normalmente en 0. Cuando el abonado en cuestión es llamado, el P.L.C. envía en 1 al REP energizando así al relé.

En la Fig. 3.18 vemos el circuito que conecta la corriente de repi

que al teléfono (Fig. 3.2). Ese circuito es común a todos los buscalíneas, y en un instante dado, está conectado a todos los buscalíneas que tengan 1 en REP (Fig. 3.17)

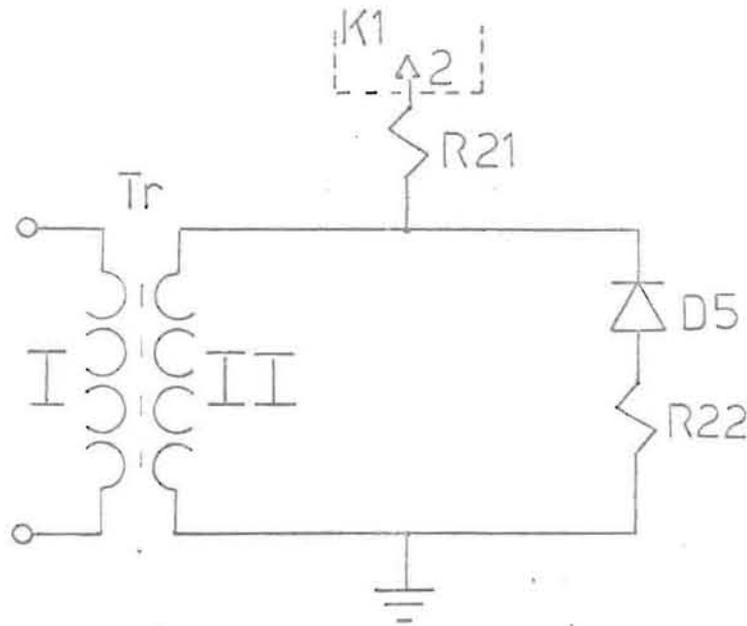


Fig. 3.18

El transformador Tr tiene una relación de vueltas $N=1.6$. La señal que le llega al I es de 110 Vrms y por el II entrega 70 Vrms. La frecuencia es de 60 Hz.

R22 y D5, así como R20 y D4 de la Fig. 3.17, tienen funciones de a mortiguación (Ver apéndice "D")

R21, tiene como función mantener invariable la corriente de polarización del teléfono cuando se acciona el relé de repique.

El relé tiene alimentación separada del resto del sistema (10 Volt) para evitar que las bruscas variaciones de corriente por él introduzcan ruido en el circuito lógico (apéndice D).

CAPITULO IV

PROGRAMACION LOGICA DEL CONCENTRADOR

La programación lógica del concentrador (P.L.C.), interpreta los requerimientos de cada extensión, a través del convertidor telefónico-digital, efectuando la señalización y conmutación, en lenguaje digital, con las distintas partes de la central para poner en curso el tráfico demandado..La señalización y conmutación se realiza en tiempo compartido mediante pulsos en fase con el canal capturado por la extensión.

La P.L.C. es la encargada de asignar al azar un canal a la extensión que lo solicita y dirigir todo el proceso que culmina con el establecimiento de la comunicación de audio. Como concentrador dispone 15 canales a ser ocupados por las extensiones, asigna un canal libre ó indica a la extensión la ausencia de canal libre. Como selector escoge la información que le es inherente para el procesamiento lógico.

La P.L.C. es la inteligencia del concentrador y toda la central en sí; la programación de las partes restantes de la central gira en torno a la programación lógica del concentrador.

Esquema de funcionamiento de la P.L.C.

La P.L.C. está constituida por las siguientes partes:

- a.- Capturador de canal
- b.- Indicador de bloqueo
- c.- Circuito de patrón de salida.

- d.- Conformador de MO
- e.- Indicador de llamada
- f.- Circuito de mantenimiento
- g.- Seleccionador
- h.- Circuito de reloj
- i.- Bloqueador
- j.- Llamador de registro
- k.- Circuito de repique
- l.- Controlador de audio
- m.- Señalizador externo

Cada uno de estos bloques realizan funciones específicas que se describen a continuación:

- a.- Capturador de canal

El diagrama del capturador se muestra en la figura 4.1.

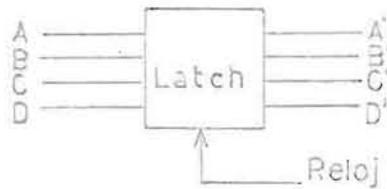


Fig.4.1

En A B C D aparecen secuencialmente las combinaciones binarias correspondientes a los dieciseis canales existentes, 15 canales de conversación y el canal cero; cada uno de estos canales tiene asociado un pulso en fase con él. La presencia de uno de estos pulsos en el reloj del latch (Ver apén

dice B, SN 7475 N) traspa la información ABCD, en fase con él, a A'B'C'D'.

La combinación binaria A'B'C'D' determina el canal ocupado por la extensión y no cambiará hasta que un nuevo pulso llegue al reloj.

b.- Indicador de bloqueo.

En la figura 4.2, se muestra el diagrama circuital del indicador de bloqueo.-

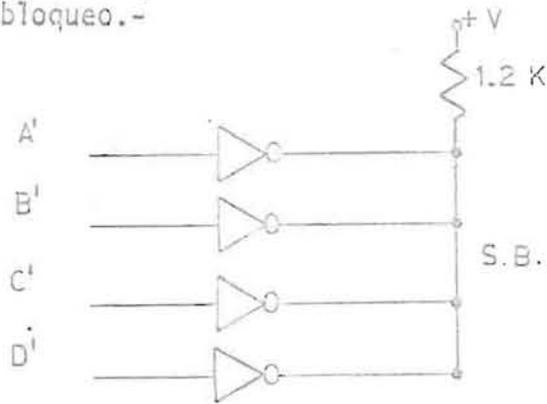


Fig.4.2

El indicador de bloqueo constituido por cuatro negadores (Ver apéndice B, SN 7405), en configuración de colector abierto, genera la señal de bloqueo S.B. que es un nivel lógico 1 solamente cuando la combinación binaria A'B'C'D' es la 0 0 0 0.

Cuando la señal de bloqueo se hace cero, nos indica que un canal de conversión ha sido capturado por esa extensión.

c.- Circuito de patrón de salida

El circuito de patrón de salida se muestra en la figura 4.3

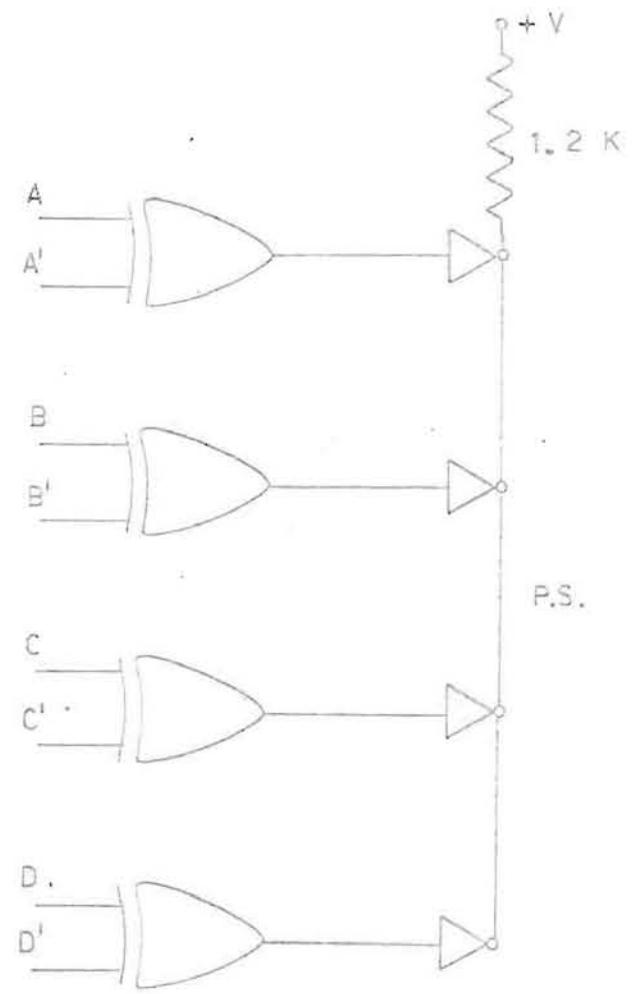


Fig.4.3 Circuito de Patrón de Salida

El circuito de patrón de salida genera un pulso PS en fase con la combinación binaria A'B'C'D' presente en el capturador de canal.

El circuito de patrón de salida establece la comparación de los pares de señales A-A', B-B', C-C' y D-D' a través de compuertas "0" Exclusivo - (Ver apéndice B, SN 7486). Cuando la combinación binaria A B C D coincide con A'B'C'D' la salida PS es un uno; para cualquier otra combinación la salida es un cero.

Cada extensión genera un pulso PS en fase con el canal capturado.

d.- Conformador de MO

El diagrama del conformador de MO se muestra en la figura 4.4.

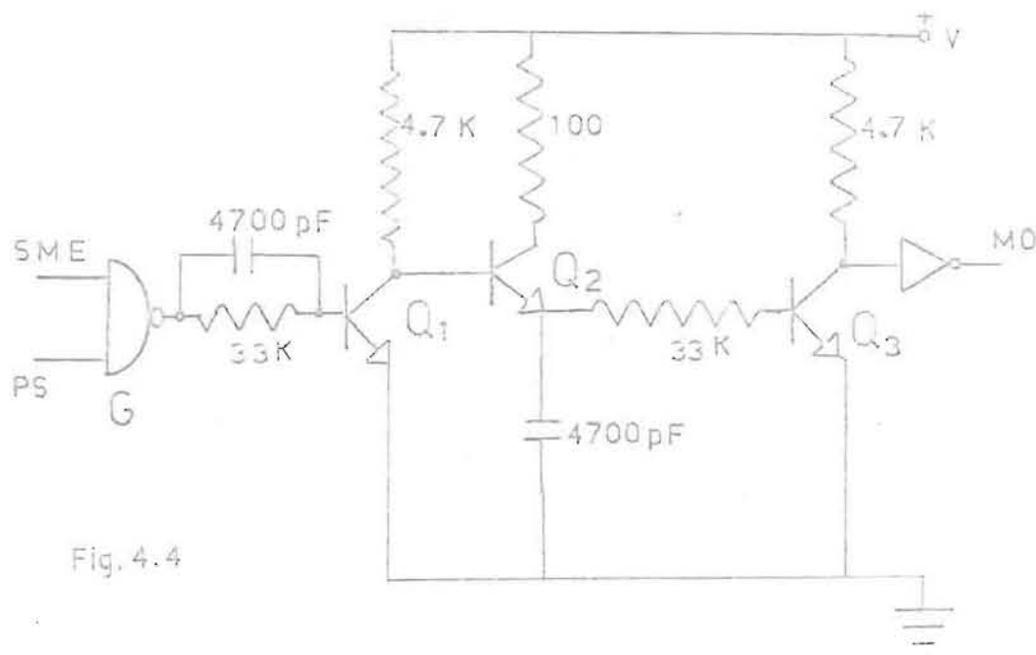


Fig. 4.4

Cuando la señal de mantenimiento de entrada, que contiene los patrones de salida de todos los canales de conversación ocupados, no contiene al PS del buscalíneas, a la salida de la compuerta G hay un uno lógico - que satura a Q_1 bloqueándose Q_2 y Q_3 . MO, en este caso, tiene un nivel lógico cero. En caso contrario, a la salida de la compuerta G aparecen pulsos invertidos en fase con PS, que a su vez son invertidos por Q_1 . Estos pulsos son transmitidos a Q_2 , que actúa como integrador, cargándose el capacitor que está conectado a su emisor. Q_3 se satura, MO se hace igual a 1.

e.- Indicador de llamada.-

El indicador de llamada genera la señal Z- condición de llamada, que es un nivel lógico 1 cuando la extensión realiza la llamada (abonado A) y un nivel lógico cero cuando la extensión fue llamada (abonado B).

El diagrama del indicador de llamada se muestra en la figura 4.5.

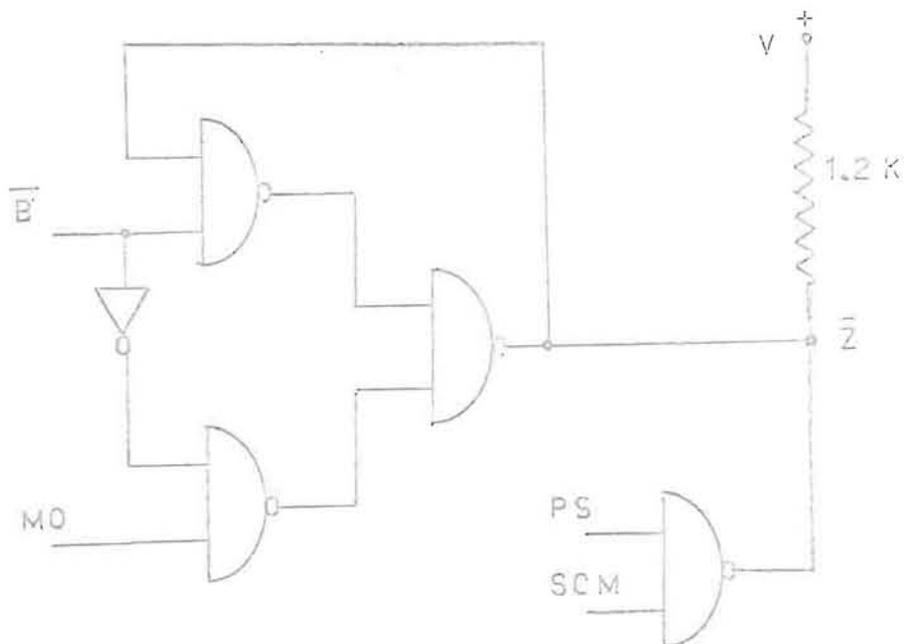


Fig.4.5

Los patrones de salida son agregados a la señal de mantenimiento por las extensiones que llaman. Cuando una extensión está en reposo, colgada y sin ser llamada, su patrón de salida es el patrón cero. El patrón cero no se agrega a la señal de mantenimiento, por tanto, en la condición de reposo SME no contiene al PS del buscalíneas. M0 es igual a cero.

La extensión que realiza una llamada al descolgar captura un canal al azar. El patrón de salida, en fase con el canal capturado, es agregado a la señal de mantenimiento. En estas condiciones, el PS de la extensión está contenido en SME por lo que M0 se hace igual a uno. Se concluye que cuando una extensión hace una llamada, al realizar la captura de un canal de conversación, el valor de M0 cambia de 0 a 1.

Una extensión, al ser llamada, sin haber descolgado, cambia su M0 de 0 a 1. El abonado llamado, al recibir el pulso de llamada, ocupa el mismo canal de conversación que la extensión que lo llama, por lo que genera un PS que ha sido agregado con anterioridad a la señal de mantenimiento por el abonado llamador. El abonado llamado, al descolgar, conserva el valor de M0 en 1. Se concluye que abonado llamado cambia su M0 de 0 a 1 antes de descolgar.

La señal Z memoriza el valor de M0 antes de descolgar el teléfono, siendo un uno lógico cuando la extensión ha llamado y un cero lógico cuando ha sido llamada.

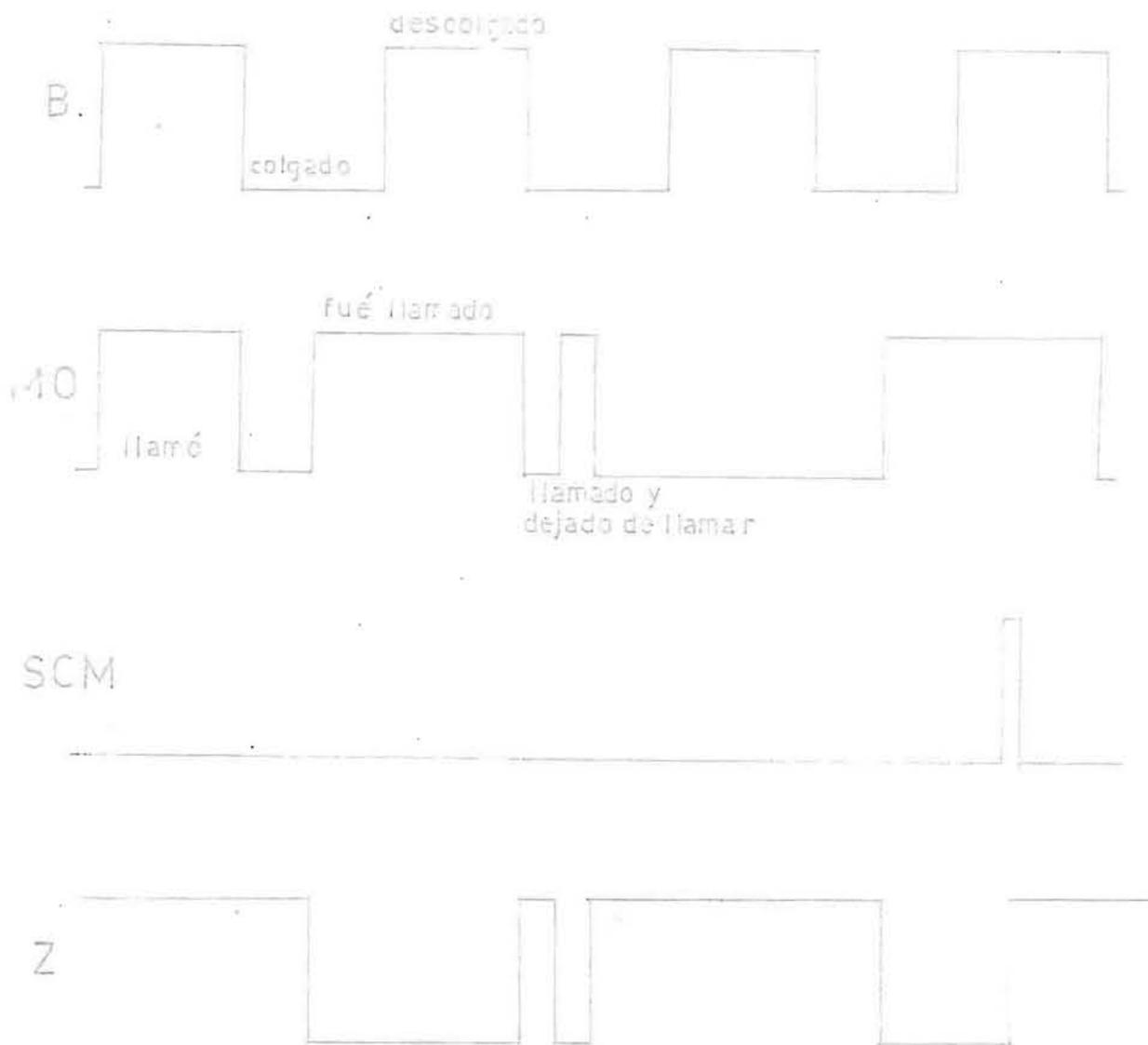


Fig. 4.6

Secuencia de operación del indicador de llamada

En la figura 4.6 se muestra la secuencia de operación del indicador de llamada.

En la figura 4.6 se observa que si la extensión es llamada y dejada de llamar el valor de NO regresa a cero. Igualmente, la presencia de SCM (en fase con PS), enviada por el sistema de calle, le cambia la condición de llamado a llamador cuando una línea urbana le es transferida; esto le da la posibilidad de transferir posteriormente la comunicación de calle, ya que esta sólo puede ser transferida por un abonado llamador.

f.- Circuito de mantenimiento.-

El circuito de mantenimiento se muestra en la figura 4.7.

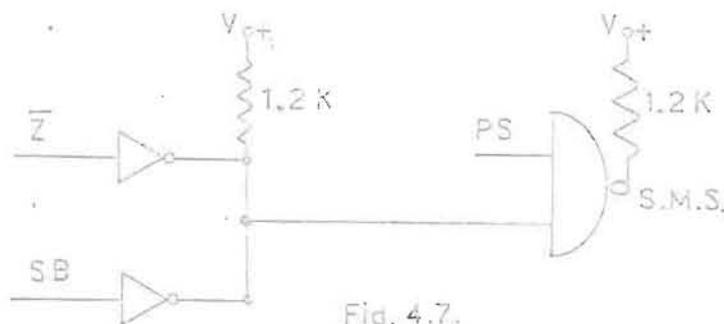


Fig. 4.7.

La señal de mantenimiento de salida se agrega a la SM de los restantes buscalíneas. La salida de SMS se permite solamente cuando el abonado ha llamado ($\bar{Z}=0$), no permitiéndose la salida del patrón cero ($SB=1$).

La SM tiene como función el sostenimiento de la comunicación telefónica entre dos abonados. Por ser el abonado llamador el que domina SMS posee también el control sobre el canal de audio. Al colgar el abonado llamador

el PS, desaparece de SMS quedando cancelada la comunicación.

g.- Seleccionador.-

En la figura 4.8 se muestra el circuito del seccionador.-

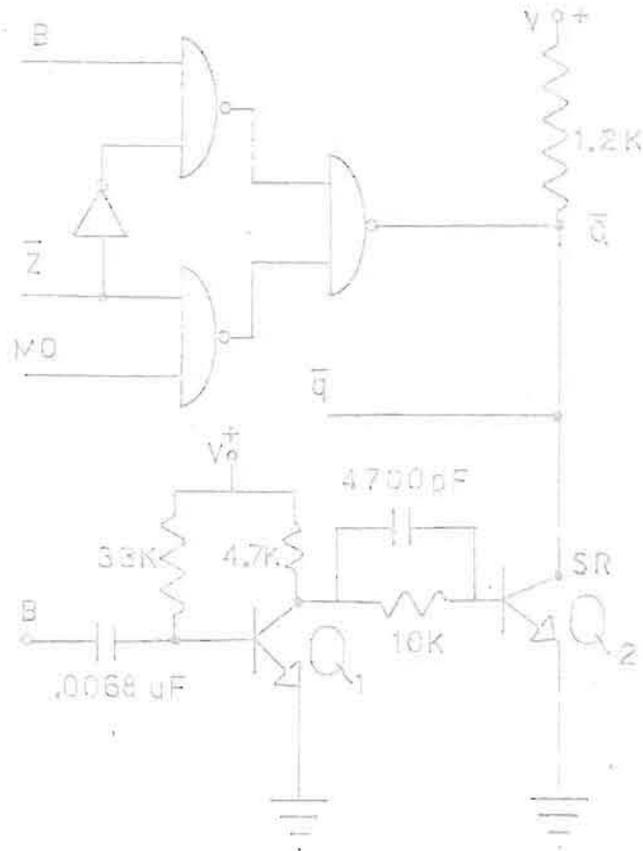


Fig.4.8.

A continuación, figura 4.9, se muestra las diferentes secuencias de operación del seccionador.

Del diagrama circuital y del diagrama de secuencia se puede concluir que la señal de selección, Q, sigue las variaciones de B cuando la extensión realiza la llamada ó sigue a M0 si la extensión ha sido llamada.

La señal \bar{Q} selecciona, entre los E.C. y los E.L., el pulso que el circuito de reloj envía al reloj del circuito de captura de canal cuando el abonado descuelga.

La señal SR, señal de reposición, es un pulso a cero cada vez que la extensión cuelga el microteléfono; la señal B es diferenciada por el condensador conectado a la base de Q_1 , siendo solamente efectivo los pulsos negativos por estar Q_1 normalmente en saturación. Q_1 es bloqueado y Q_2 es saturado (la V_{ce} saturación de Q_2 se interpreta como un cero lógico)

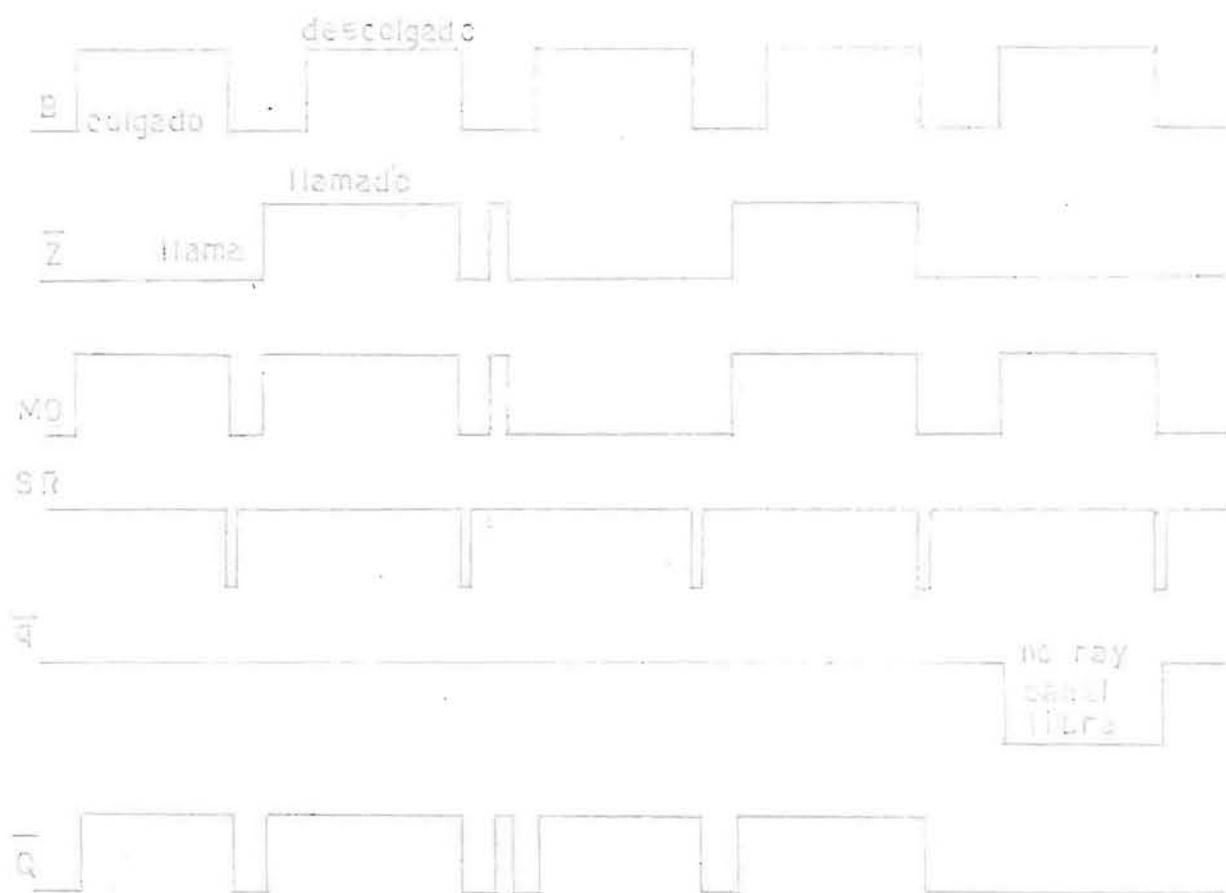


Fig.4.9.

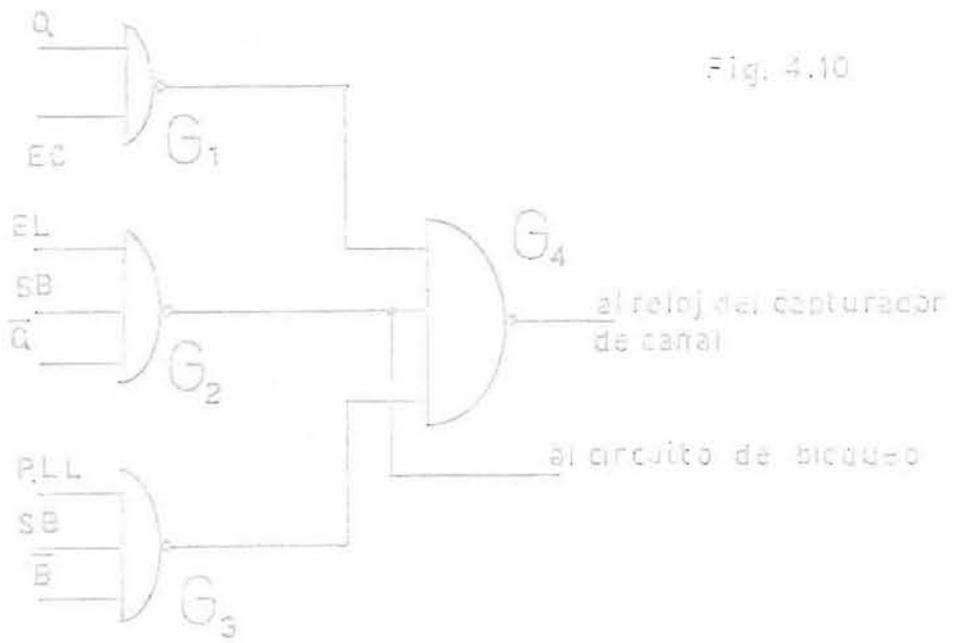
con cada pulso negativo.

Cuando la extensión realiza la llamada controla \bar{Q} a través de B regresándolo a cero cuando cuelga; al llamar \bar{Q} sigue las variaciones de 10, siendo éste último controlado por el abonado llamador a través de la señal de mantenimiento. Si el abonado llamador cuelga antes que el abonado llamado la SM desaparece y por tanto \bar{Q} vuelve a ser controlado por la señal B. La señal SR tiene por finalidad obligar a \bar{Q} a un nivel lógico cero cuando el abonado llamado cuelga, obteniéndose la condición de reposo de la extensión.

La señal \bar{q} , señal de bloqueo, lleva a \bar{Q} a un nivel lógico cero cuando el abonado al descolgar no consigue canal libre. La señal \bar{q} no cambia hasta que la extensión reposiciona el microteléfono.

h.- Circuito de reloj.-

El diagrama del circuito de reloj se muestra en la figura 4.10.-



Es conveniente recapitular en esta sección la operación secuencial lógica del concentrador ya que el circuito de reloj es quien determina el canal ocupado por el abonado en cada una de sus condiciones.

Con el teléfono colgado ($\bar{B} = 1$) y sin estar recibiendo llamada --- ($\bar{Q} = 0$) los exploradores libres no pasan a través de G_2 . Debido a que no existe PLL, los únicos pulsos que van al reloj son los E.C. a través de G_1 .

En estas condiciones el abonado está colgado y en el canal cero (condición de reposo).

Si a partir de su condición de reposo ($SB=1$) el abonado descuelga -- ($\bar{Q} = 1$) la compuerta G_1 cierra el paso a los E. C., la compuerta G_3 cierra el paso a un posible PLL y la compuerta G_2 permite el paso de los E.L. Al paso del primer E.L. que golpea el reloj del capturador de canal ($SB=0$) la compuerta G_2 cierra el paso a los siguientes exploradores libres. El abonado ha capturado un canal.

Si el abonado, estando en su condición de reposo, es llamado el PLL pasa a través de G_3 hacia el reloj del capturador de canal. La presencia del PLL obliga al abonado a ocupar el mismo canal que el abonado llamador. En estas condiciones, $SB=0$ y $\bar{Q}=0$, G_1 no permite el paso de E.C. y G_2 no perm

te el paso de E.L. El abonado se mantiene en ese canal a menos que deje de ser llamado, volviendo a su condición de reposo.

A esta altura podemos justificar la señal de reposición SR. La puesta a cero de \bar{Q} garantiza que en cualquier condición la reposición del microteléfono ($Q=1$), va acompañada de la ocupación del canal cero, retornando el buscalíneas a su condición de reposo.

i.- Bloqueador.-

El bloqueador se muestra en la figura 4.11.

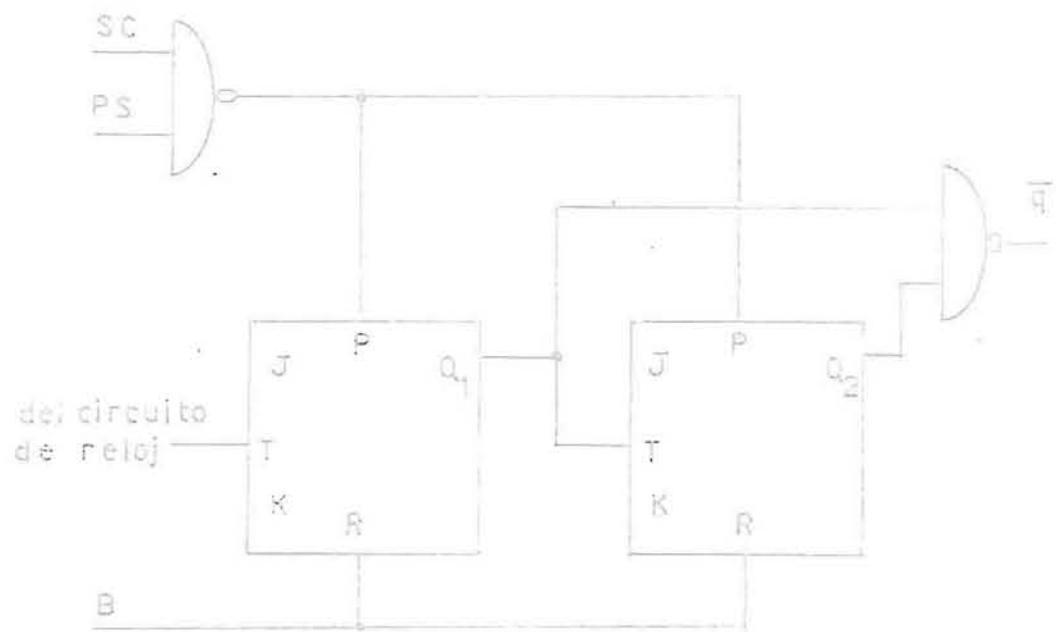


Fig. 4.11.

El bloqueador está formado por dos Flip-Flop Jk (Ver apéndice B, SN 7476N) en una configuración que realiza el conteo de tres pulsos provenien

tes del circuito de reloj. (Fig. 4.12).

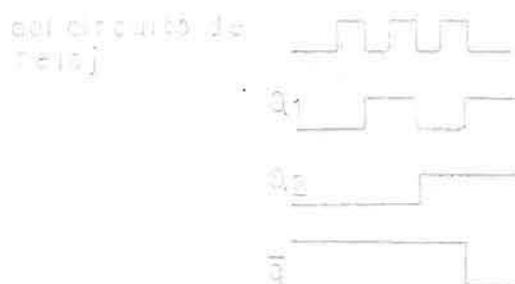


Fig. 4.12

El bloqueador es reposicionado cada vez que el microteléfono es colgado, $R=0$, $Q_1=0$ y $Q_2=0$.

El conteo se puede simular con la puesta a cero de P. La señal SC es enviada por el buscador de registro si no hay registro libre y después de transcurrir el tiempo de espera (3s) ó es enviada por el registro después que han transcurrido 15 s. y el abonado no ha iniciado el discado.

Cuando el abonado descuelga y todos los canales de conversación están ocupados el bloqueador recibe del circuito de reloj (los exploradores libres incluyen el explorador cero) solamente E.C., al recibir tres de ellos \bar{q} se hace igual a cero. Si hubiese un canal libre solamente un explorador alcanzará el reloj del bloqueador por lo que \bar{q} no cambiará.

La puesta a cero \bar{q} , \bar{Q} se hace 0, permite el paso E.C. al reloj del -

Con el teléfono en su condición de reposo el PS es el patrón cero.

La central ha sido diseñada para que en el terminal An Id siempre esté presente el patrón cero.

En estas condiciones R recibe un pulso cero en fase con el patrón cero que mantiene al Flip-Flop apagado, $Q=0$. La compuerta G cierra el paso a los PS por el terminal Id.

Cada vez que el teléfono es descolgado-TRA va de 0 a 1 - ó que el botón de transferencia es pulsado el transistor Q genera un pulso de reloj T. Si Z ha sido liberado la información presente en J es traspasada a Q.

El abonado al realizar una llamada, $Z=1$, captura un canal libre por lo que R se hace uno (patrón de salida distinto del patrón cero). El pulso de reloj en T al descolgar, hace Q igual 1. La compuerta queda abierta enviando los pulsos Id. Al recibir uno de ellos el buscador de registro procede a asignar un registro.

La señal An Id, en fase con el PS del canal capturado, produce la puesta a cero momentánea de R apagándose el Flip-Flop. Los pulsos Id son dejados de emitir. Algo similar ocurrirá cuando la extensión que llama realiza transferencia, cada pulsación prende el Flip-Flop procediéndose a la llamada de un registro.

Cuando el abonado ha sido llamado un pulso de reloj T, no modifica la

cero ($MO=0$) no pueda establecerse conversación por la anulación de Prx , pero sí puede recibirse el tono de ocupado a través de Prx .

m.- Señalizador Externo.-

El señalizador externo informa, a los restantes módulos de la central, la condición e identidad de la extensión.

El sistema de operadora (Fig. 4.17) permite a la operadora conocer el estado del abonado, ocupado o no, a través de la señal MO .

Fig.4.17.



La matriz de categoría recibe la señal IDENT (Fig. 4.18) para la determinación de la categoría del abonado.



Fig.4.18.

El buscador de registro recibe la señal CONT (Fig. 4.19) para determinar si los pulsos Id demandan un registro. La presencia de CONT indica la

no petición de un registro por parte del buscalíneas

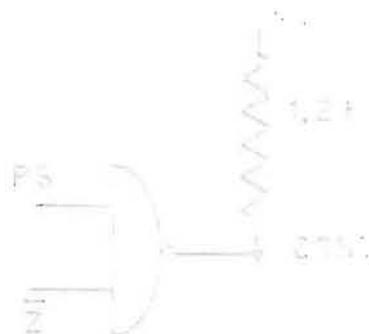


Fig. 4.19.

El registro recibe las señales:

- I ocupado (Fig. 4.20.a). Si el PLL enviado por la matriz de llamada llega al registro este lo interpreta como la condición de ocupado del abonado llamado.
- I repique (Fig. 4.20.b.). La presencia de la señal I.REP, indica al registro que debe ordenar al sistema de tonos que conecte al tono de repique al abonado cuando este ha realizado una llamada.
- S.REG (Fig. 4.20.c.). El registro recibe patrones de salida modulados por la señal de discado A.

El registro procesa estos pulsos ordenando a la matriz de llamada que envíe el PLL.

CAPITULO V

SISTEMA DE AUDIO

La PABX que se está diseñando tiene una capacidad de 15 conversaciones simultáneas. Dicho en otras palabras, se tienen 15 canales de audio.

Cuando un abonado descuelga el microteléfono, lo que hace es informarle a la central telefónica que él desea establecer una conversación, por lo cual necesita un canal de audio. Si en ese instante la central tiene conmutadas tres conversaciones simultáneamente, quedarán entonces 12 canales de audio disponibles y el abonado en cuestión capturará uno de esos canales, al azar. El tono de discar le será enviado al abonado por el canal capturado. Si por el contrario, ningún canal está disponible, el abonado captura un canal especial por donde se le envía el tono de ocupado.

Volvamos al primer caso: el abonado A ha descollgado y capturó el canal 7, por ejemplo. El tono de discar se le envía por el canal 7. El abonado disca, y la central se encarga de la conmutación. Si el abonado B (abonado llamado) está libre, la central se encarga de enviarle la corriente de repique a la vez que lo conecta al canal 7; de tal manera que, cuando el abonado B descuelga, se encuentra conectado ya al canal 7 y la conversación queda establecida automáticamente. Simultáneamente el tono de repique se le envía al abonado A por el mismo canal 7.

En cambio, si el abonado B está ocupado, la central se encarga de retirar al abonado A del canal 7 capturado y de enviarlo al canal especial que le transmite el tono de ocupado.

5.1.1.- Canales de Audio,-

En párrafos anteriores se mencionaron mucho los canales de audio y se tiene ya una idea de su utilización. Pero veamos ahora que son realmente y como se implementan.

Instintivamente un canal de audio es asociado a una unidad física, y esa podría ser una manera de implementarlo.

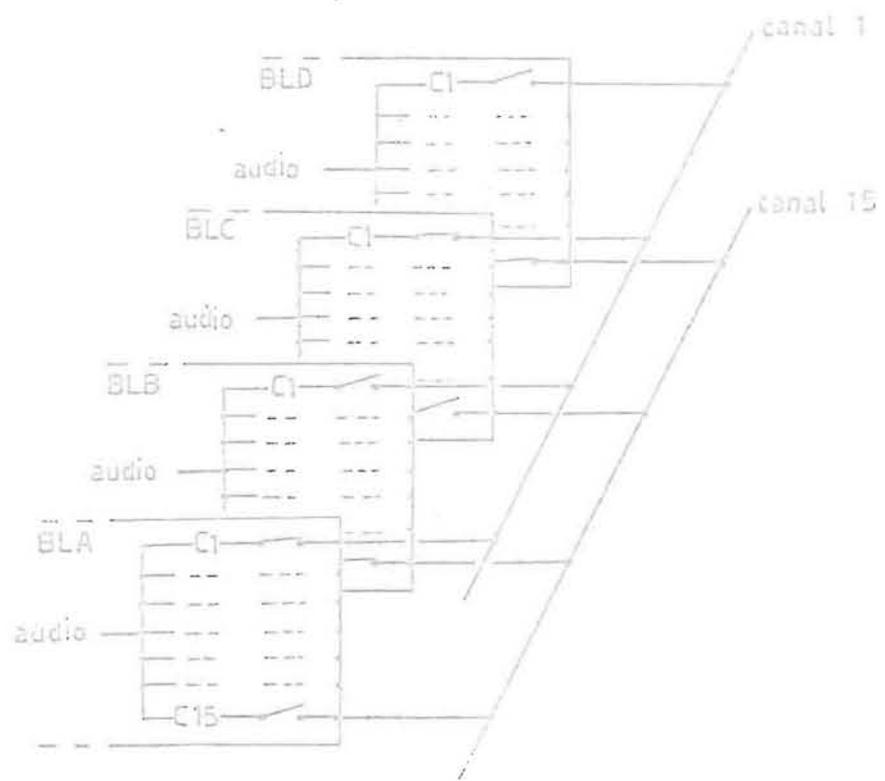


Fig. 1.1

En la figura 5.1 vemos cuatro buscalíneas (BL), de los cuales el BLA y el BLC están conectados al canal de audio 1 (C₁), y el BLB está conversondo con el BLg por el canal 15.

Sin embargo, ese sistema resulta antieconómico para centrales de cierta capacidad, y lo es, en efecto, para 15 conversaciones simultáneas.

5.2.- Teorema del muestreo uniforme.-

"Una señal limitada en banda a la frecuencia f_m cps, es decir, que no tenga componentes espectrales por encima de dicha frecuencia, unívocamente determinada por su valor a intervalos uniformes separados un máximo de $1/2f_m$ segundos".

En otras palabras, si a una conversación telefónica (que está limitada en banda a 3.400 cps) le tomamos muestras separadas uniformemente un máximo de $1/(2 \times 3.400) = 147$ us (Fig. 5.2), dicha conversación puede ser luego, a partir de las muestras, recuperada totalmente sin ninguna pérdida de información.

El teorema del muestreo representa la base para la transmisión simultánea, de más de una señal limitada en banda por una misma unidad física, mediante el sistema del tiempo compartido (time multiplexing). En efecto, en la figura 5.3 se observa que es factible intercalar entre las muestras de u

na señal de audio, muestras correspondientes a otra señal cualquiera

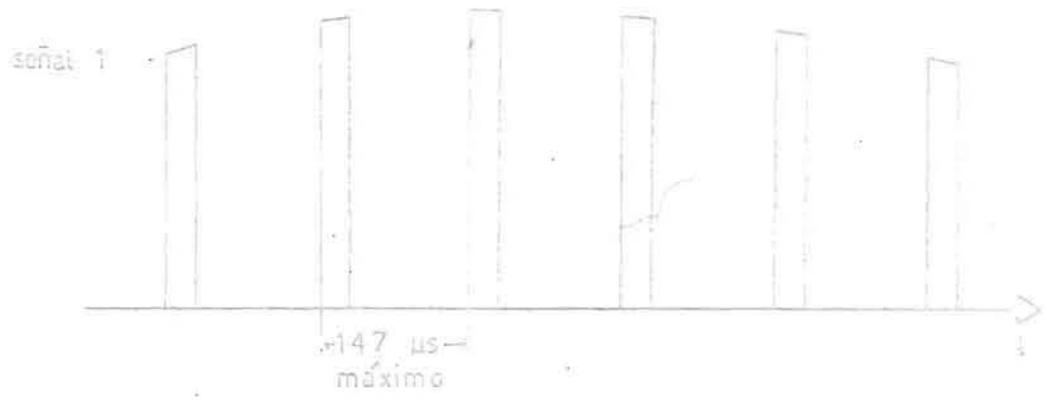


Fig. 5.2

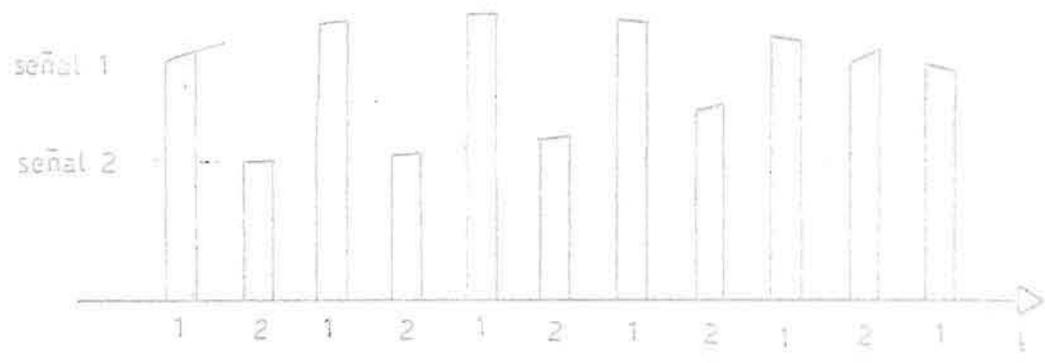


Fig. 5.3

Ese mismo sistema es el que se emplea para transmitir las 15 conversaciones simultaneas, por un mismo canal.

5.3. Modulación por amplitud de Pulsos.-

Veamos ahora como es posible recuperar una señal conociendo apenas muestras periódicas de ella.

En la Fig. 5.5a, vemos una función cualquiera $f(t)$ con su espectro de frecuencia. Nótese que la función está limitada en banda a la frecuencia $f_m = \omega_m/2$. En la Fig. 5.5b, se ven sus muestras ($f'(t)$), separadas unas de otras por $1/2f_m$ segundos, y el espectro de frecuencias correspondiente. La Fig. 5.5c, es una repetición de la anterior con la diferencia que las muestras están separadas unas de otras por $1/4f_m$ segundos. ($f''(t)$)

De esos gráficos podemos sacar las siguientes conclusiones:

- 1.- El espectro de frecuencias de $f(t)$ puede ser recuperado a partir del espectro de $f'(t)$ mediante un filtro pasabajo (Fig. 5.5b)
- 2.- A medida que aumentamos la frecuencia en que son tomadas las muestras disminuimos los requerimientos que le exigimos al filtro (Fig. 5.5c)

Nótese que, si la frecuencia de muestreo es menor de $2 f_m$ cps, es imposible recuperar el espectro de frecuencias original debido a la superposición que se produciría (Fig. 5.5b).

En resumen, ya hemos visto que no hace falta transmitir continuamente una conversación telefónica (Fig. 5-1) ya que, con solo enviar adecuadamente muestras de ella, la conversación puede ser totalmente recuperada (Teorema del Muestreo).

Luego se aprovechó esa habilidad para la transmisión de todos los

5.4.5. Selector

De todas las muestras que pueden estar presentes en el multicanal, el selector es el encargado de seleccionar las muestras que corresponden al canal de audio capturado por el buscalínea. En otras palabras, el selector deja pasar la muestra correspondiente, y le impide el paso a las muestras de los demás canales de audio.

5.4.6. Detector.-

Es el encargado de recuperar la señal original a partir de las muestras. Está constituido, como se verá más adelante, por un detector envolvente y un filtro pasabajo.

5.4.7. Amplificador.-

Su función consiste en contrarrestar la atenuación que introducen básicamente el híbrido y el agregador. El primero introduce una atenuación de 3.5 dB y el segundo de unos 6.5 dB. El amplificador tiene una ganancia de 11 dB. El dB restante contrarresta la atenuación distribuida en el sistema.

5.5. Círculo Electrónico. Identificación de los Bloques.-

El circuito electrónico completo puede verse en la Fig. 5.7, en donde se han obviado algunos elementos del circuito de polarización ya explicados en el Capítulo 3. El circuito de polarización del teléfono se comunica -

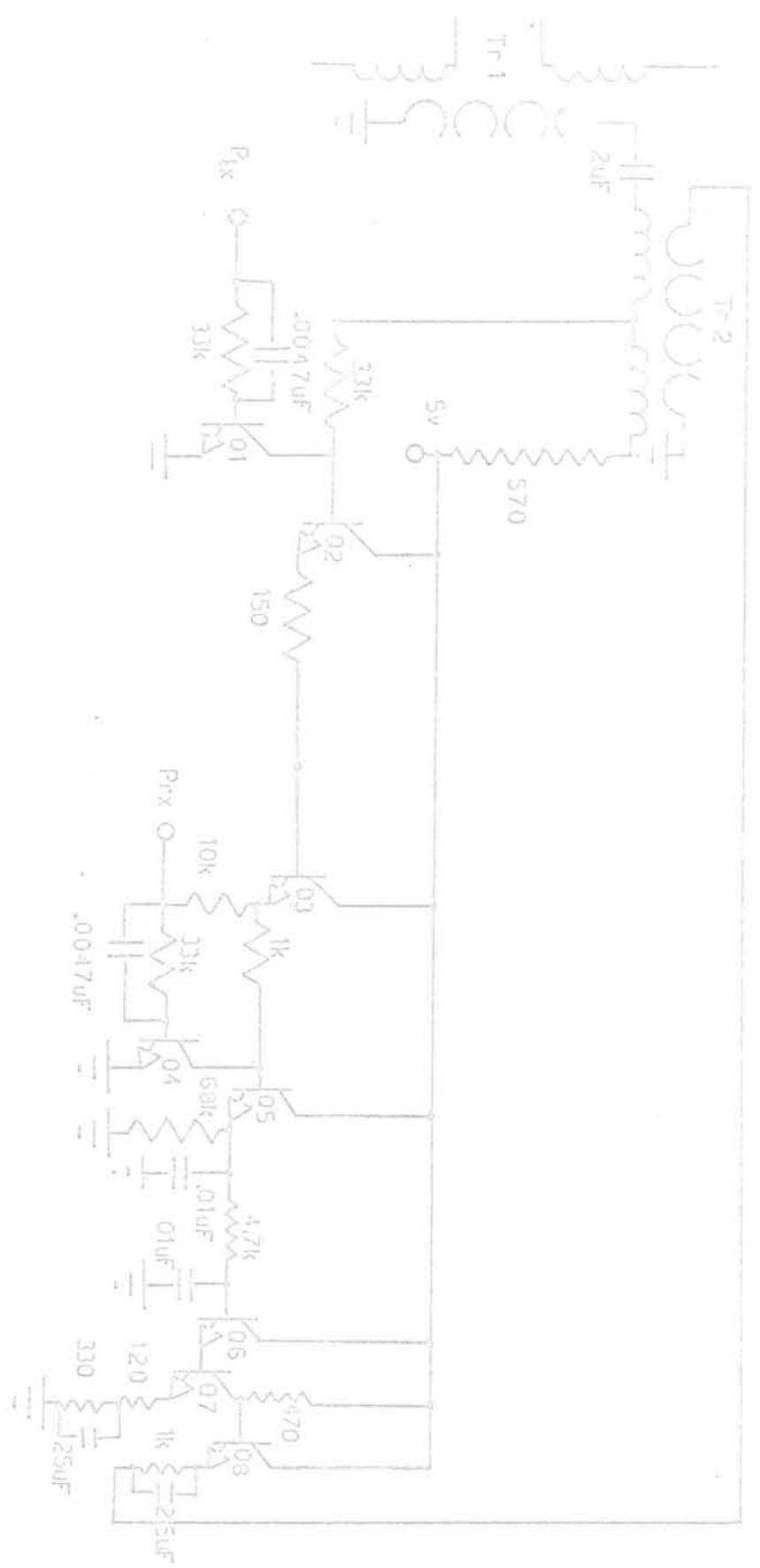


Fig. 5.7

con el sistema de audio mediante el transformador T-1 (Fig. 5.7)

5.5.1. Híbrido.-

Antes de entrar directamente al estudio del híbrido tal como se muestra en la Fig. 5.7, veamos algunas generalidades

Como ya se dijo anteriormente, el híbrido no es más que un separador de vías. En la Fig. 5.8 se ve un esquema representativo

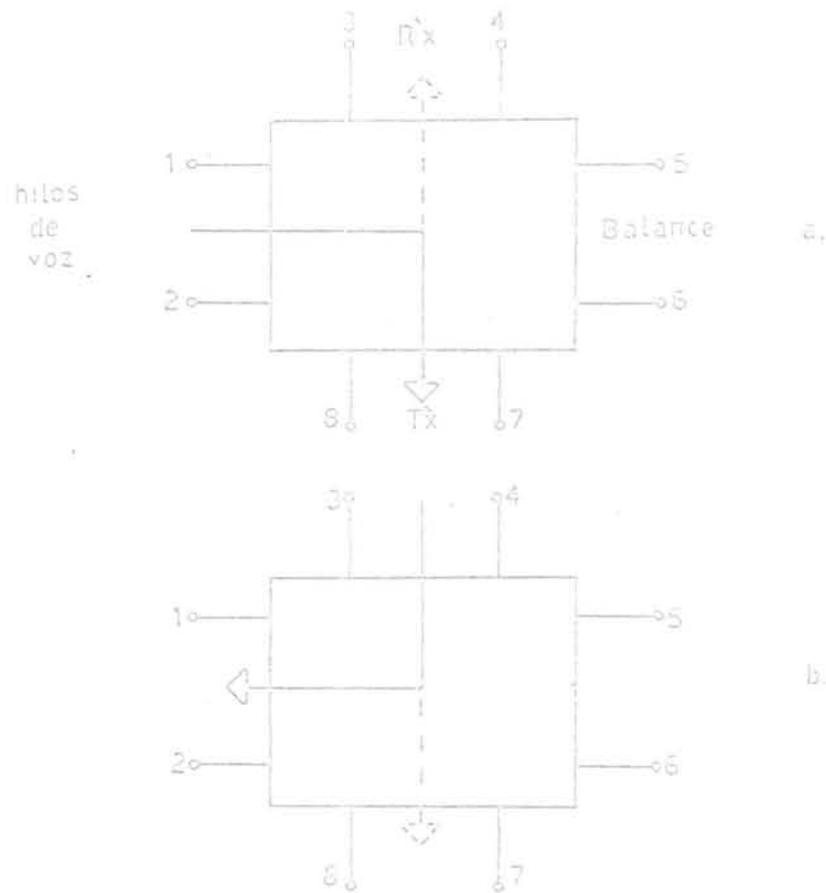
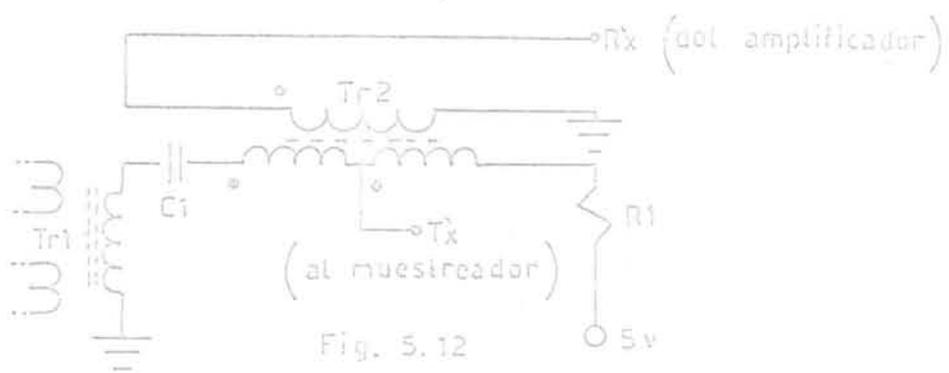
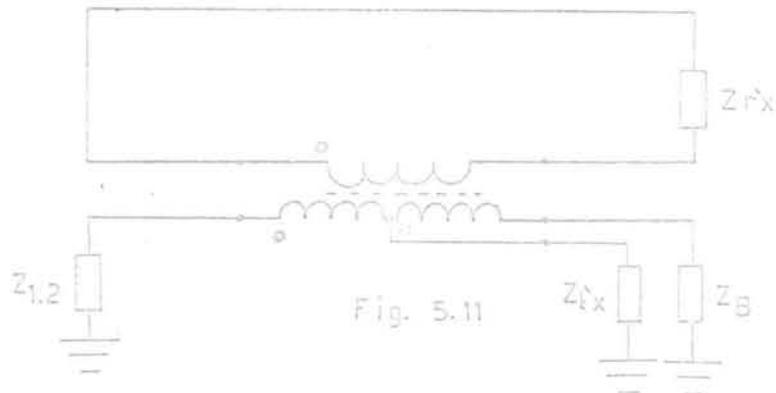


Fig. 5.8

El arrollado I tiene 1.000 vueltas y los arrollados II tienen 70 vueltas cada uno. Esa relación de vueltas es con el objeto de que el híbrido tenga una impedancia de entrada (desde R_x') igual a la Z_B , con lo que se normaliza el sistema. Por otro lado, la atenuación que introduce el híbrido es en el camino de recepción, y es consecuencia de la relación de vueltas. La señal que se recibe en los hilos de voz es 1.414 veces menor que la que se recibe en R_x' .

En la figura 5.12 puede verse el híbrido tal como se utiliza en el circuito de la Fig. 5.7.

R_1 y C_1 constituyen la Z_B . Los 5 volt son necesarios para, junto con C_1 , polarizar la etapa del muestreador



Por esa razón, el híbrido consta de una salida llamada Balance, en la cual se conecta una impedancia igual a la que el híbrido "vé" en los extremos de los hilos de voz. Esa impedancia es generalmente de 600 Ω .

El híbrido, físicamente hablando, está constituido por un transformador de 3 devanados. En la Fig. 5.10 puede verse el transformador, e identificarse con el esquema de la Fig. 5.8. Un simple estudio de mallas, de la figura, permitirá verificar que con $Z_B = Z_{1,2}$, la señal que llega por R_X' no es retransmitida por T_X' (Fig. 5.11)

Un problema similar ocurre con el antilocal (ver apéndice "A") del teléfono. La impedancia de entrada al híbrido (desde los hilos de voz) debe ser la Z_B .

Para lograr esto basta con hacer la impedancia de salida del sistema de recepción lo más baja posible y la impedancia de entrada al sistema de transmisión lo más alta posible ($Z_{R'X}$ y $Z_{T'X}$ de la figura 5.11 respectivamente). En el diseño, $Z_{R'X}$ es de unos ohms y $Z_{T'X}$ es de varios Kohm.

Los puntos de los arrollados del híbrido están dispuestos de manera de obtener redimentación negativa. El audio, como se verá más adelante, sufre una inversión de fase entre T_X' y R_X' . Esa redimentación negativa permite que el sistema sea estable y no genere oscilaciones

5.5.2. Muestraador.-

En la Fig. 5.13a puede verse el circuito que hace las veces de muestraador, y en la 5.13b hay un esquema explicativo de su funcionamiento.

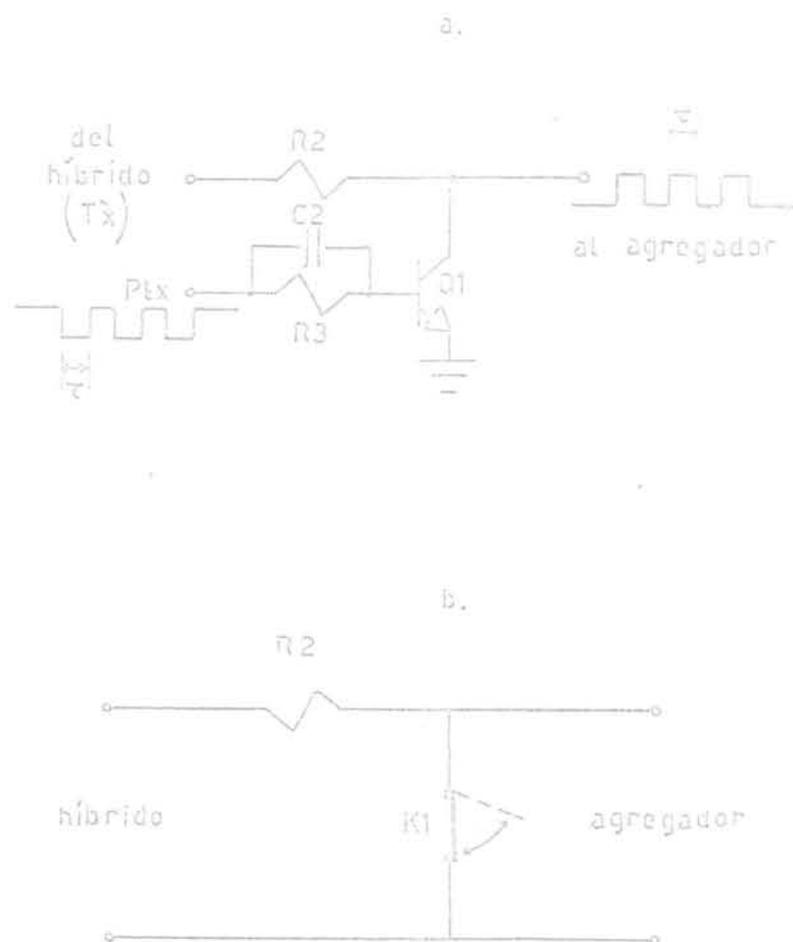


Fig. 5.13

K_1 cerrado (como en la figura) corresponde a Q_1 saturado y K_1 abierto co

responde a Q_1 bloqueado. P_{TX} es una señal que envía el programador lógico del busca línea (P.L.C.) y que indica si se deben o no tomar muestras y en cuál canal se deben enviar.

Con el teléfono colgado, el PLC envía un 1 continuo a P_{TX} , de tal manera que Q_1 está saturado y el agregador lo que se le envía es un potencial de tierra constante. Si el abonado A al descolgar el microteléfono, captura canal, el PLC envía por P_{TX} pulsos invertidos de ancho τ en fase con el canal (o "lugar" en el tiempo capturado). Esos pulsos invertidos bloquean repetidamente a Q_1 por τ segundos, permitiéndolo solo en esos intervalos el paso de la señal al agregador (Fig. 5.13a). De esa manera, el muestreador envía al agregador muestras de la señal de ancho τ .

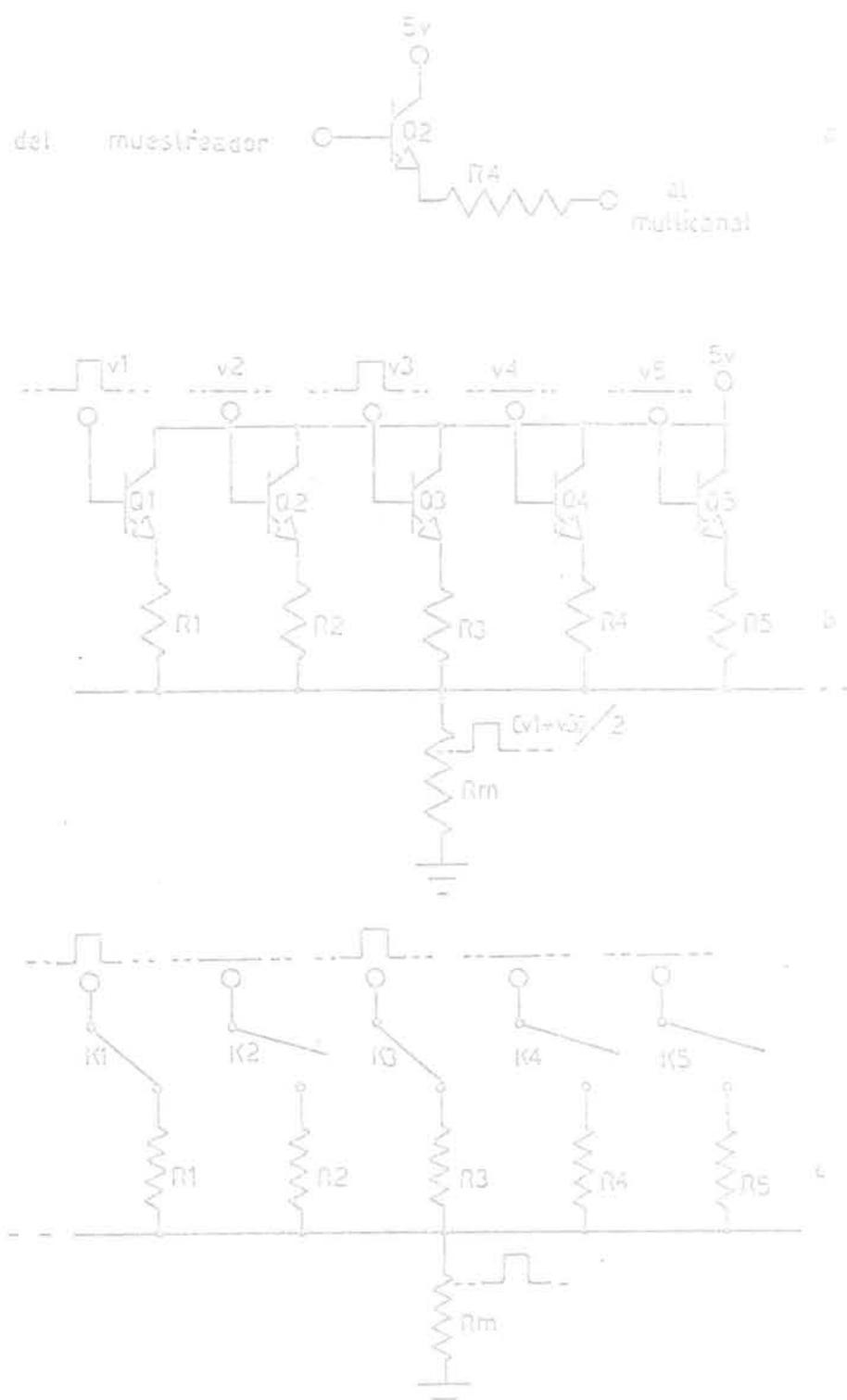
El valor de R_2 fue cuidadosamente escogido para hacer mínimo (dentro de lo posible) el tiempo de alza de la muestra (rise time).

5.5.3. Agregador.-

En la Fig. 5.14a se ve el circuito que constituye el agregador.

En la Fig. 5.14b están varios agregadores conectados al multicanal. Este multicanal está constituido por una resistencia (R_1) que recibe todas las muestras que le envían los agregadores. La Fig. 5.14c, es un esquema explicativo del funcionamiento del agregador y el multicanal.

Fig. 3.14



En la Fig. 5.14b, los transistores Q_1 y Q_3 corresponden a los agregadores de dos buscalíneas que están conversando entre sí, es decir, tienen capturado el mismo canal de audio. En el instante de la figura, ambos agregadores están recibiendo sendas muestras de sus muestreadores. Esas muestras son transmitidas por Q_1 y Q_3 , sumándose en R_3 a través de R_4 .

El resto de los transistores está recibiendo en su base un potencial de tierra que los mantiene bloqueados, evitando que afecten la señal del multicanal, tal como puede verse en el esquema de la Fig. 5.13c.

De lo explicado anteriormente se concluye que en cada canal de Q_1 , hay una señal proporcional a la suma de las dos muestras recibidas.

Numericamente, cada canal contiene la semisuma de ambas muestras, es decir, se introduce una atenuación de 6 dB. Sin embargo, el efecto de sumar las muestras en R_3 a través de R_4 es necesario ya que esa es la única manera de evitar que alguna de las muestras sea bloqueada. En efecto, un rápido análisis del circuito de la Fig. 5.14b mostrará que, en ausencia de R_4 , la muestra de mayor amplitud bloquearía el transistor que conduce la menor amplitud.

En resumen, con Q_1 (del muestreador) saturado, Q_2 está bloqueado y las muestras del multicanal no se ven afectadas. En cambio, en el intervalo de tiempo en que Q_1 es bloqueado, Q_2 conduce la señal y la deposita en el multicanal donde es

formada con la otra muestra.

R_4 está calculado de tal forma de hacer mínimo el tiempo de caída (fall time) de las muestras.

5.5.4. Selector.-

El principio de funcionamiento del selector es similar al del muestreador. El transistor Q_3 (Fig. 5.15) permite el paso de todas las muestras presentes en el multicanal pero al detector solo llegan aquellas muestras que coinciden con el transistor Q_4 bloqueado. De esa manera, la selección de la muestra es comandada desde el PLC (programador lógico del concentrador) por intermedio de los pulsos P_{rx} , similares a los P_{tx} .

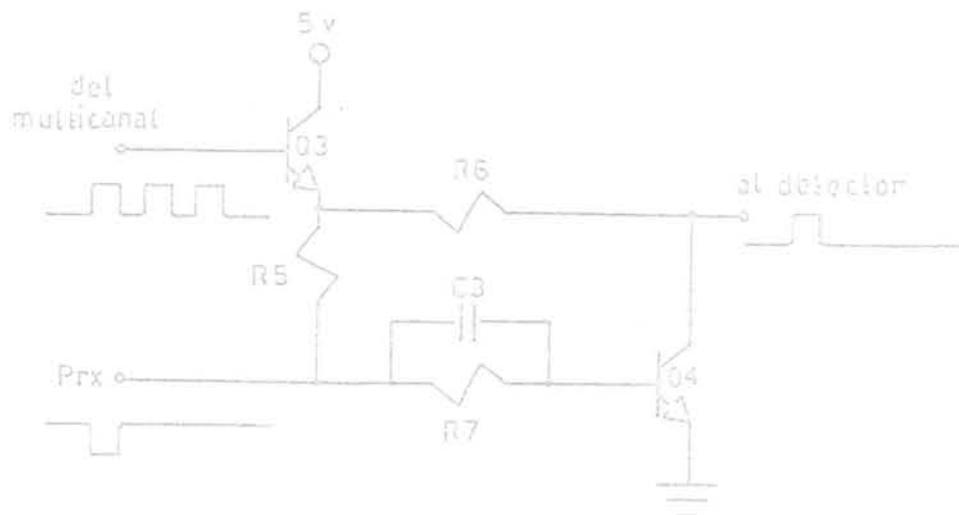


Fig. 5.15

Con P_{TX} en 1, Q_4 está saturado y el detector recibe un potencial de tierra. El 0 instantáneo en P_{TX} bloquea momentáneamente a Q_4 permitiendo el paso de la muestra al detector. La resistencia R_5 coopera en la saturación de Q_4 .

5.5.5. Detector.-

Una vez seleccionadas las muestras correspondientes éstas pasan al detector (Fig. 5.16), que está constituido por un devetor en envolvente (Q_5 - R_8 - C_4) y un filtro pasabajo (R_9 - C_5). Este último con la frecuencia de mitad de potencia en 3.400 cps

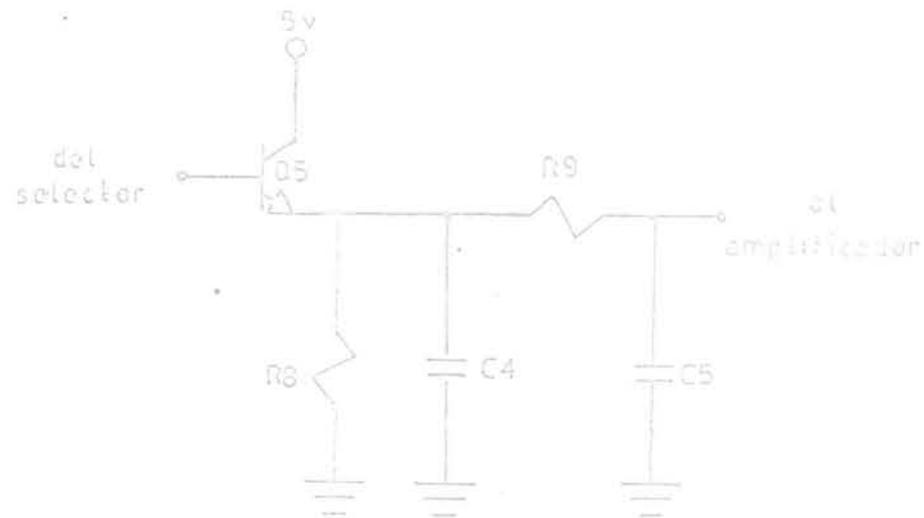


Fig. 5.16

El detector, a su vez, polariza la etapa amplificadora. Los pulsos que recibe cargan los condensadores C₄ y C₅ entregando al amplificador un nivel de tensión continuo constante.

5.5.6. Amplificador.-

La etapa amplificadora puede verse en la Fig. 5.17

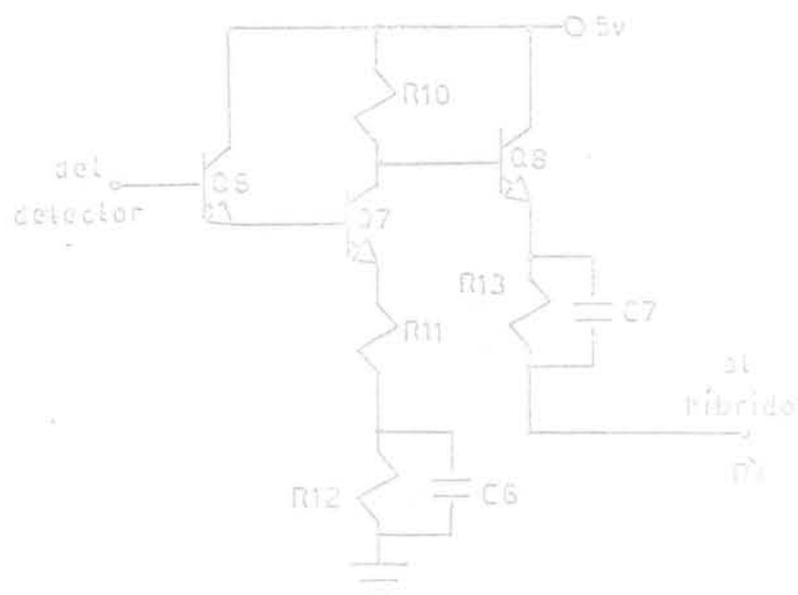


Fig. 5.17

La amplificación se logra, básicamente, con R_{10} y R_{11} .

R_{12} interviene en la polarización de Q_7 , y C_5 impide que afecte la amplificación. R_{13} limita la corriente que circula por Q_8 protegiendo al transistor y C_7 evita que dicha resistencia introduzca atenuación sobre el audio.

La etapa amplificadora realiza varias funciones, además de amplificar:

- Mediante Q_8 y R_{10} , básicamente, permite que la impedancia de salida del sistema de recepción sea de apenas unos ohm, condición cuya necesidad fue explicada en la sección 5.5.1.
- Acopla el detector al amplificador. Como el detector tiene una impedancia de muy alta salida, es necesario conectarle los transistores Q_6 y Q_7 en forma compuesta, tal como se indica en la Fig, para acoplarlo al amplificador.
- Acopla el amplificador al híbrido, problema que se resolvió aprovechando el transistor Q_8 .

5.6 Resumen de señales.-

En la Figura 5.18 están las señales a la entrada y salida de cada bloque del sistema de audio.



Fig. 5.13

BIBLIOGRAFIA. -

- Lathi, B.P.: "Signals, Systems and Communication"
John Wiley & Sons, Inc. 1965
- Schwartz, Misha: "Information Transmission, Modulation and Noise". Mc Graw-Hill Company, 1970

Apéndice A.- Aparato Telefónico.-

El diagrama de la figura A-1, representa esquemáticamente el aparato con el microteléfono puesto en la horquilla. Al aparecer entre los terminales L_A y L_B una señal de corriente alterna, ésta pasará a través del condensador C sobre un contacto del conmutador de horquilla K al timbre T , que será accionado.

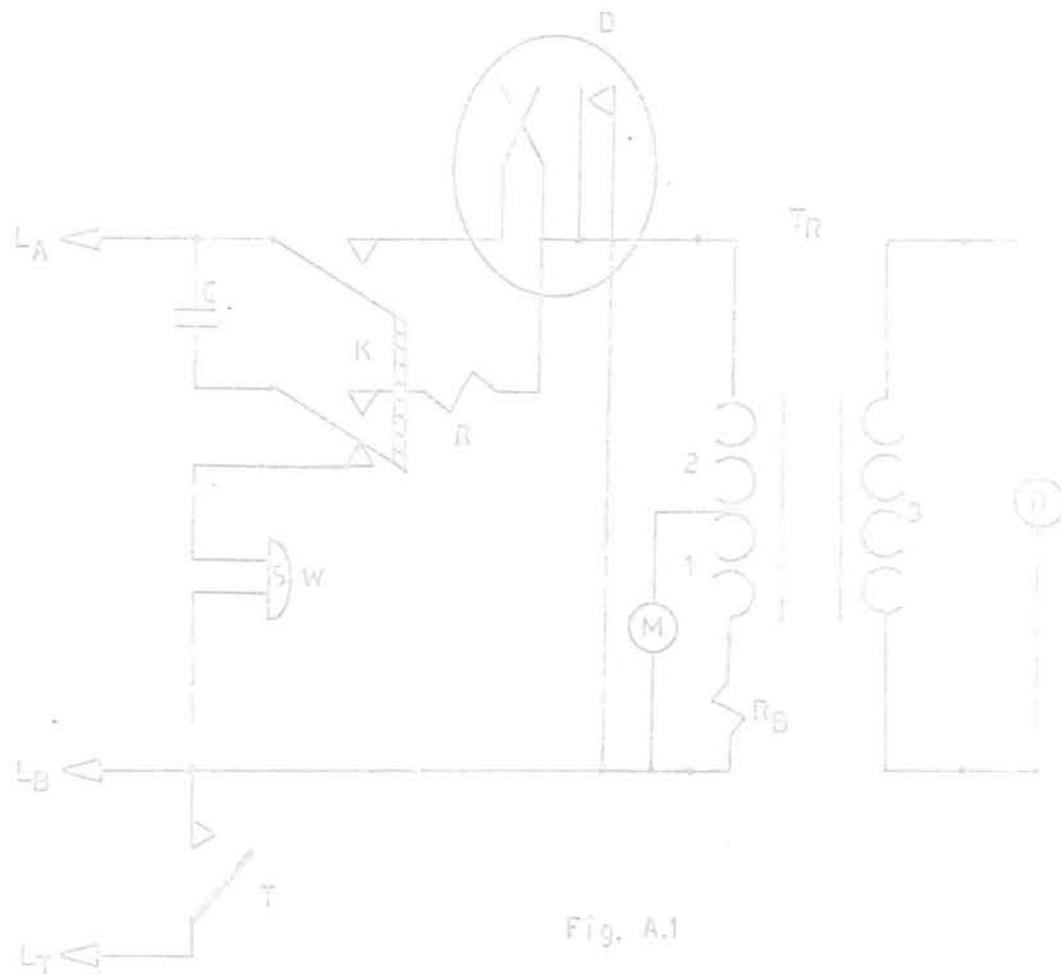


Fig. A.1

El esquema de la figura A.2 muestra el aparato con el micrófono descolgado. En esta situación, la corriente de alimentación que se toma de la línea circula sobre un contacto de ruptura del conmutador de horquilla, al contacto de impulsiones CI del disco D, el arrollamiento del transformador del lado de la línea y el micrófono M.

Cuando el usuario gira el disco, se cierran los contactos de la posición de reposo CR cortocircuitando el transformador y el micrófono. De esta forma se protege al micrófono M de las tensiones inversas generadas durante las impulsiones.

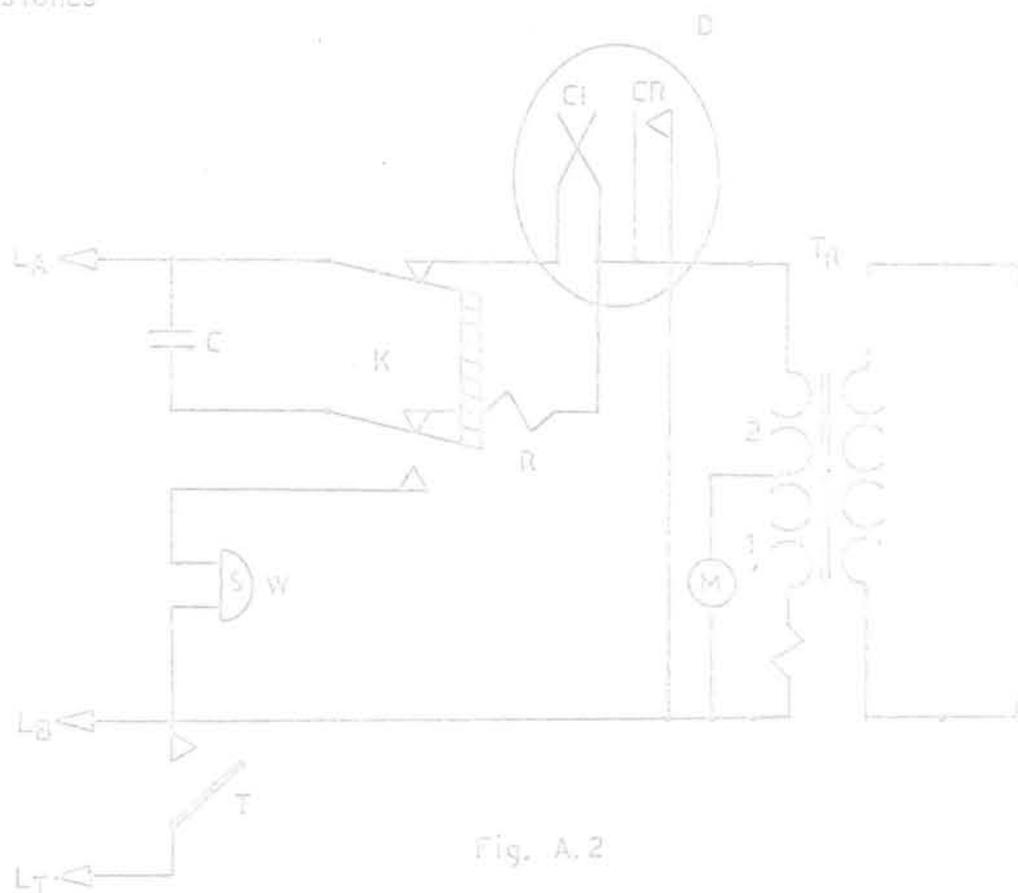


Fig. A.2

Al soltar el disco, el contacto de impulsiones entra en funcionamiento. Una rueda de material aislante provista de salientes cametra entre los dos resortes planos que forman el contacto de impulsiones, abriendo y cerrando éste alternativamente.

El número de interrupciones en el circuito se determina por el valor de la cifra marcada.

La figura A.3 muestra la forma de la corriente de la línea que circula por el circuito durante la impulsión. El intervalo B-A corresponde al instante antes de girar el disco, con el micrófono descolgado, en este caso la corriente de la línea queda limitada por la resistencia de la línea más las del transformador y el micrófono. La distancia A-B corresponde a la condición que existe cuando se gira el disco. Durante esta maniobra se cortocircuitan el transformador y el micrófono. Esto causa que la intensidad de corriente aumente a un valor mayor, puesto que únicamente queda la resistencia de la línea del usuario. Al regresar el disco a su posición original, el contacto CI se abre y se cierra alternativamente, tal como antes se ha mencionado. Cuando se abre, la corriente decrece a cero (tramo B-C), mientras que durante el intervalo de cierre (tramo C-D) toma su valor anterior.

Cada interrupción producida por el contacto CI origina una chispa que causará corrosión en los contactos y perturbaciones en la radio, si lo permite

persistir. Para solucionar este problema, se dispone del condensador C y de la resistencia R en la forma como se indica en la figura 1.2

Este circuito se carga de absorber la energía que en caso contrario - daría origen a la chispa.

En las figuras A.1 y A.2 L_T corresponde al botón de transferencia. Al pulsarse el botón, se cierra el contacto mecánico T cortocircuitando L_T con L_S .



g. A.3

Durante una conversación telefónica, el microteléfono está descolgado y el circuito microfónico se alimenta con la corriente continua de la línea. Las corrientes vocales transmitidas por la línea llegan al receptor a través del secundario del transformador TR. Al hablar, el micrófono M modula la corriente arriba mencionada.

Circuito - Antilocal.-

En la figura A.4 se muestra un detalle de la Fig. A.1, en donde se reconoce el transformador T_r , la resistencia de balance R_B , y el micrófono M. La corriente vocal, es decir, la corriente alterna generada en el transmisor M, se divide y pasa a través de los dos arrollados del lado del transmisor en direcciones opuestas. El efecto inductivo resultante en el arrollado receptor será nulo siempre que el número de vueltas y la resistencia de los arrollados del lado transmisor sea la misma, y que la R_B sea igual a la impedancia de la línea (Z línea).

Si se da el caso que la Z línea es muy diferente a R_B , es decir, si hay un fuerte desbalance, cuando el abonado habla en el transmisor la voz reproducida en su receptor puede ser mucho más fuerte que la que él recibe del transmisor distante, debido a que la corriente vocal de éste último ha sido atenuada en la línea durante la transmisión. El oído del que habla estará así sujeto a sonidos de diferentes intensidades, que en condiciones desfavorables --- (con $R_B=0$) puede llegar a tener una relación de 20 a 1. A cada cambio de hablar a escuchar, el oído deberá autoajustarse a una nueva condición y el proceso se

hace pronto fastidioso. Además, para tratar de equilibrar la diferencia de las intensidades de sonido, el usuario disminuirá involuntariamente la intensidad de su voz, agregando así dificultades en el otro extremo de la línea, donde el otro abonado estará experimentando diferencias en los niveles de sonido.

R_B es igual, en la práctica, a 600 ohm.

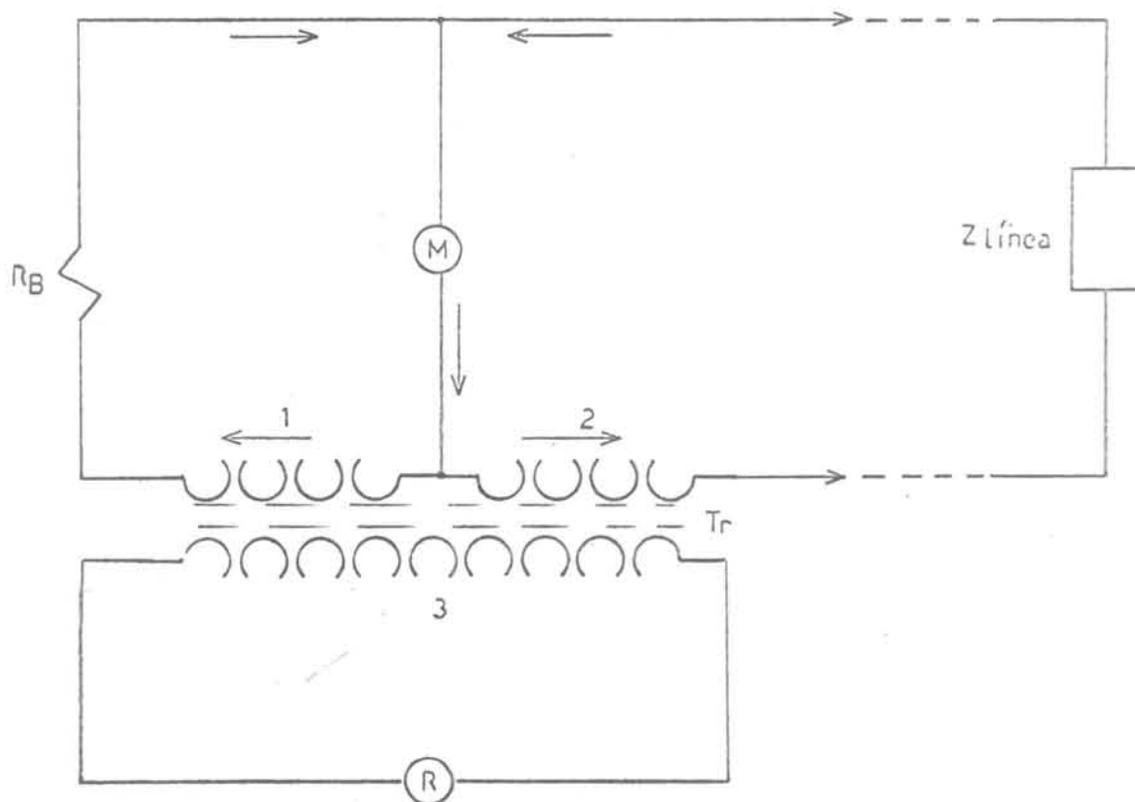


Fig. A. 4

Señales Telefónicas.-

La forma de onda de la tensión en los terminales del aparato telefónico conectado a la línea, con el cual se realiza una llamada, es la que se muestra en la figura A.5. El punto A corresponde al instante en el cual se descuelga el microteléfono. En B se comienzan a generar los pulsos correspondientes a la primera cifra marcada. El intervalo de tiempo AB debe ser suficientemente largo para que la central telefónica se prepare para recibir la llamada. Un valor típico para AB es un segundo. En el intervalo BC se envían los pulsos del número marcado. La duración de éstos últimos se indica en la figura A.5.

La separación entre dos cifras consecutivas CD, debe ser tal que la central pueda identificar el final de una y el comienzo de la otra. El valor mínimo es de aproximadamente 500 m seg. Durante EF se establece la conversación telefónica. El punto F corresponde al instante en que se cuelga el microteléfono.

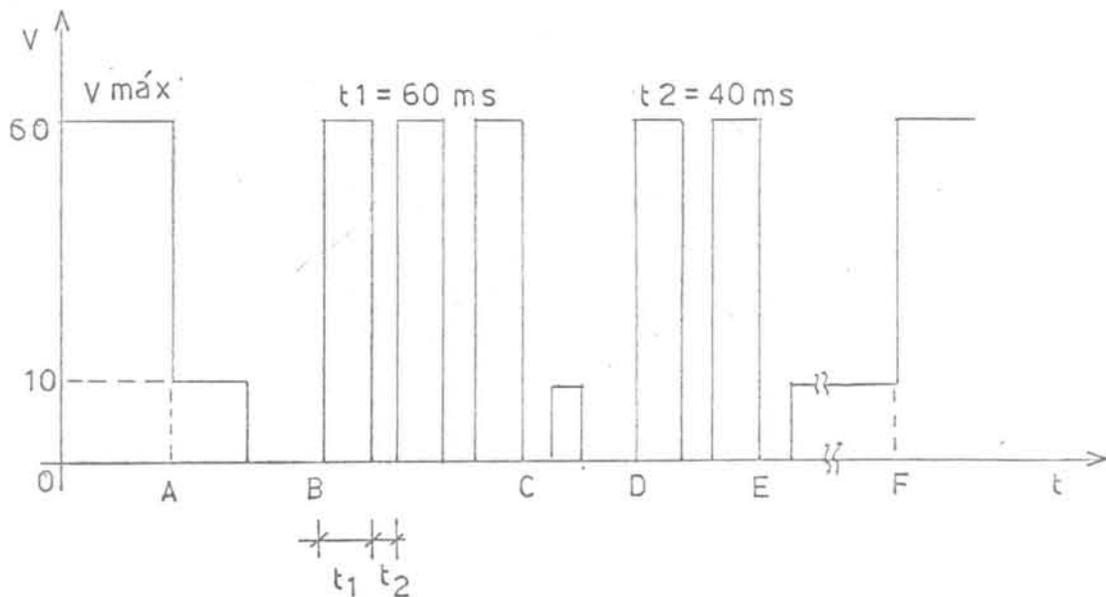


Fig.A.5

Cuando el usuario se dispone a realizar una llamada telefónica, recibe de la central las siguientes señales:

- 1.- Tono de discar: Esta señal aparece un instante después de que el mi croteléfono ha sido descolgado, indicándole al usuario que puede co menzar a discar el número. Su forma es sinusoidal, su frecuencia es de 400 Hz y su amplitud es de aproximadamente 2 volt. pico-pico.
- 2.- Tono de repique: Este indica que el teléfono llamado estaba libre y está repicando. Su forma y características se indican en la figura- A.6.

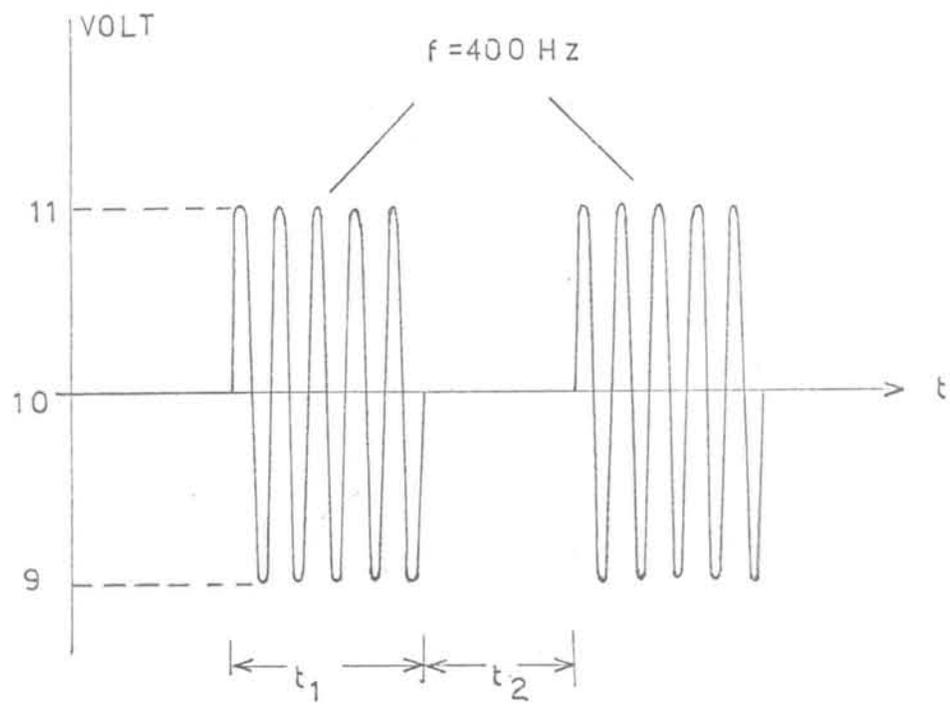


Fig. A.6

Los intervalos de tiempo promedios para esta señal son:

$$t_1 = 1 \text{ seg} \quad \text{y} \quad t_2 = 3,5 \text{ seg.}$$

3.- Tono de ocupado, aparece cuando el teléfono que se está llamando se encuentra ocupado. Esta señal es semejante a la del tono de repique, excepto que t_1 y t_2 valen ambos aproximadamente 0,5 segundos.

4.- Repique: Esta es la señal que acciona el timbre cuando el teléfono es llamado. Su forma es similar al tono de repique. Los tiempos t_1 y t_2 son iguales a los de este último, su amplitud es de 200 v pico-pico y su frecuencia de 25 Hz (figura A.7).

Las señales telefónicas arriba mencionadas, son las enviadas por la red pública urbana; estas mismas señales están modificadas, en periodicidad y frecuencia, en la central PABX para que el abonado pueda distinguir la procedencia de los tonos.

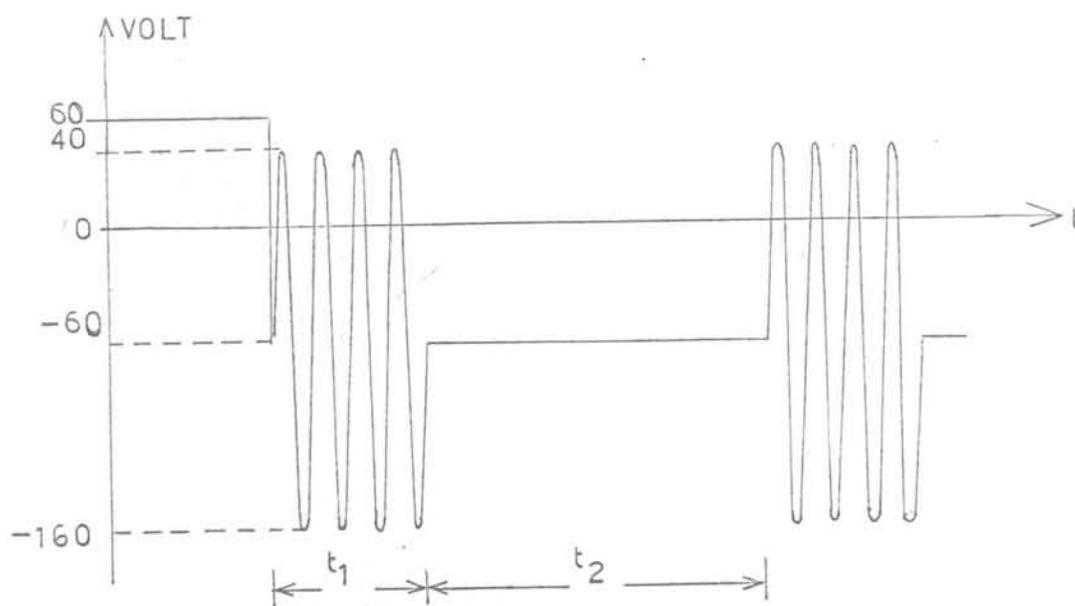


Fig.A.7.

BIBLIOGRAFIA.-

- Blume, Costa: Introducción a la Telefonía - 4a. Edición. LM Ericsson.

- Lara, H.E.; Fahnert, FW: "Diseño y -
Construcción de un operador telefónico
automático programable".
Universidad Central de Venezuela, Caracas. 1.971.

APENDICE "B". CIRCUITOS INTEGRADOS.-

Las nuevas técnicas en la fabricación de semiconductores han permitido agrupar cientos de diodos, transistores y resistencias en pequeñas áreas de pocos milímetros cuadrados, denominados "Chips". Muchos transistores y diodos pueden ser interconectados en el Chip para formar unidades circuitales más complejas llamados circuitos integrados.

Los circuitos integrados ofrecen las siguientes ventajas:

1. Reducción sustancial en tamaño y costo sobre componentes discretos equivalentes.
2. Alta velocidad en su respuesta debido a sus interconexiones mucho más cortas (capacidades parásitas menores).
3. Reducción de las conexiones y componentes externos.
4. Posibilidad de utilizar un mayor número de transistores por función a realizar.

En principio, casi no hay límite en la complejidad del circuito que se va a integrar.

En la práctica existen limitaciones en el número de elementos a integrar. El número de conexiones externas y la máxima cantidad de calor a disipar por el Chip, son los factores que limitan su complejidad.

LOGICA TTL.-

En la lógica TTL (Lógica Transistor-Transistor) un transistor de emisor múltiple reemplaza las entradas a diodos y el diodo serie D_s de la ló

gica DTL (Lógica-diodo-transistor).

Cada diodo emisor-base sirve como una entrada, y la Junta base-colector funciona como un diodo en serie.(Fig. B.1)

El transistor de emisor múltiple es fabricado económicamente en forma integrada.

En la lógica TTL la etapa de salida usa un transistor en la zona activa para dar mayor ganancia de corriente en ambos estados lógicos. Esta configuración básica de salida da como resultado una mayor velocidad de suitcheo y una mayor capacidad de suministro de corriente.

La lógica TTL es más efectiva sobre cargas altamente capacitivas, debido a su baja impedancia de salida en ambos estados lógicos.

La lógica TTL es adaptable a las otras formas de lógica y produce la más alta relación "confiabilidad a costo" de todos los tipos de lógica.

AREAS DE APLICACION DE LA TTL.-

La lógica TTL puede emplearse en casi cualquier campo, excepto en:

1. Aplicaciones de muy baja potencia, en las cuales se prefiere la lógica CMOS (semiconductor complementario dopado con óxido metálico).
2. Areas de muy alto ruido, donde se prefiere la HTL (lógica de alto umbral).
3. Areas de bajo costo y poca complejidad, en las cuales se recomienda la RTL (lógica resistor-transistor).

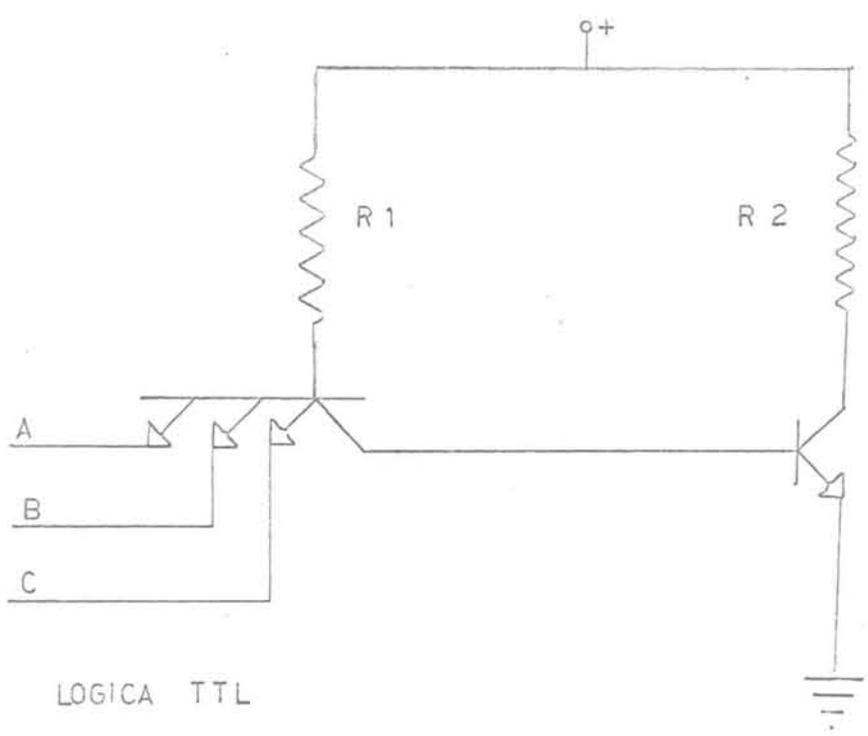
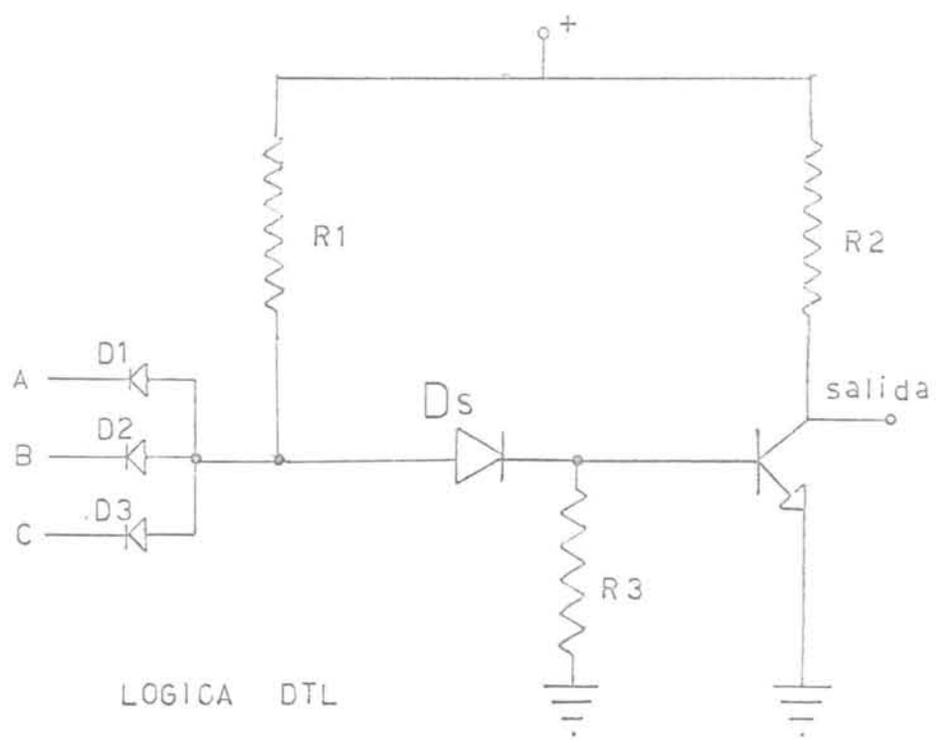


Fig.B.1.

4. Sistemas de alta velocidad, en los que se deberá usar la ECL - (lógica de emisores acoplados).
5. Equipos de baja velocidad, bajo costo y poca complejidad, donde se recomienda la DTL (lógica diodo transistor).

VENTAJAS DE LA TTL.-

La lógica transistor-transistor ofrece las siguientes ventajas:

1. Posee una gran variedad de elementos y funciones lógicas.
2. Es compatible con casi todas las formas de lógica.
3. Su baja impedancia de salida le da mayor capacidad para alimentar otros componentes (alto fan-out).
4. Posee una buena inmunidad contra el ruido producido externamente.
5. La alta velocidad que posee le permite realizar mayor cantidad - de operaciones en un tiempo dado.

DESVENTAJAS DE LA TTL.-

La lógica TTL posee las siguientes desventajas:

1. Valores muy elevados de di/dt y du/dt , se hace necesario un mayor cuidado sobre los circuitos lógicos. Los circuitos disparables deben ser ampliamente protegidos para evitar un funcionamiento erróneo.
2. La lógica TTL, genera ruido cuando cambia de un nivel lógico a otro; ésto hace necesario el uso de un número adicional de capacitores de desacoplo.

Compuertas NAND de dos entradas (SN 7400).

La Compuerta NAND de dos entradas se muestra en la Fig. B.2:

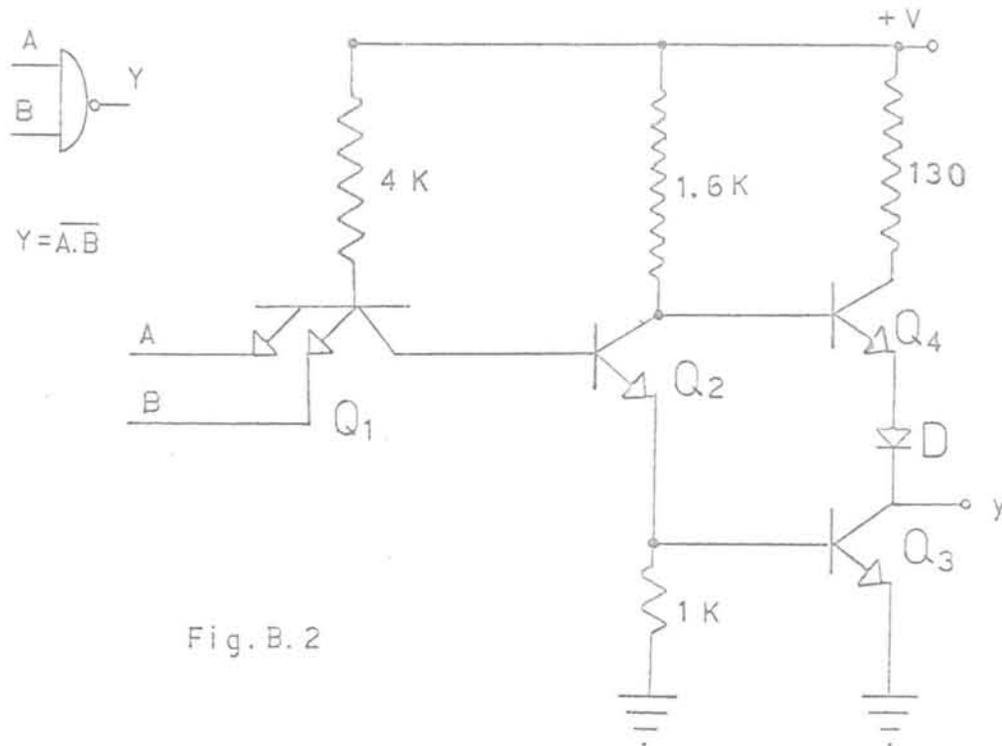


Fig. B.2

Con cualquiera de las entradas, o ambas, en un nivel lógico 0 (0-Voltios) el transistor Q_1 se satura debido a que su base está conectada a un potencial positivo respecto al emisor. El colector de Q_1 estará un potencial bajo (Aproximadamente 2 Voltios); a ese mismo potencial estará la base de Q_2 . Q_2 estará cortado, y por tanto Q_3 también estará cortado. El transistor Q_4 estará saturado; la salida será:

$$V_y = V_{cc} - V_{be}(Q_4) - V_{fd}$$

donde $V_{be}(Q_4)$ es la tensión base emisor de Q_4 y V_{fd} es la tensión de conducción del diodo. Esta salida corresponde a un nivel lógico 1 (5 voltios).

El transistor Q_4 actúa como un seguidor por emisor con una impedancia de salida muy baja.

Con ambas entradas a un nivel lógico 1, o abiertas, el transistor Q_1 está cortado. Q_2 se satura a través de la Junta base-emisor de Q_1 . Q_3 se saturará. Q_4 estará cortado pues su base está conectada a un potencial bajo ($V_{be}(Q_3) + V_{ce}(Q_2) < V_f + V_{be}(Q_4)$).

La salida será así:

$$V_y = V_{ce}(Q_3)$$

que corresponde a un nivel lógico cero.

Compuertas NAND de tres entradas (SN 7410)

En la Figura B.3. se muestra la compuerta NAND de tres entradas:

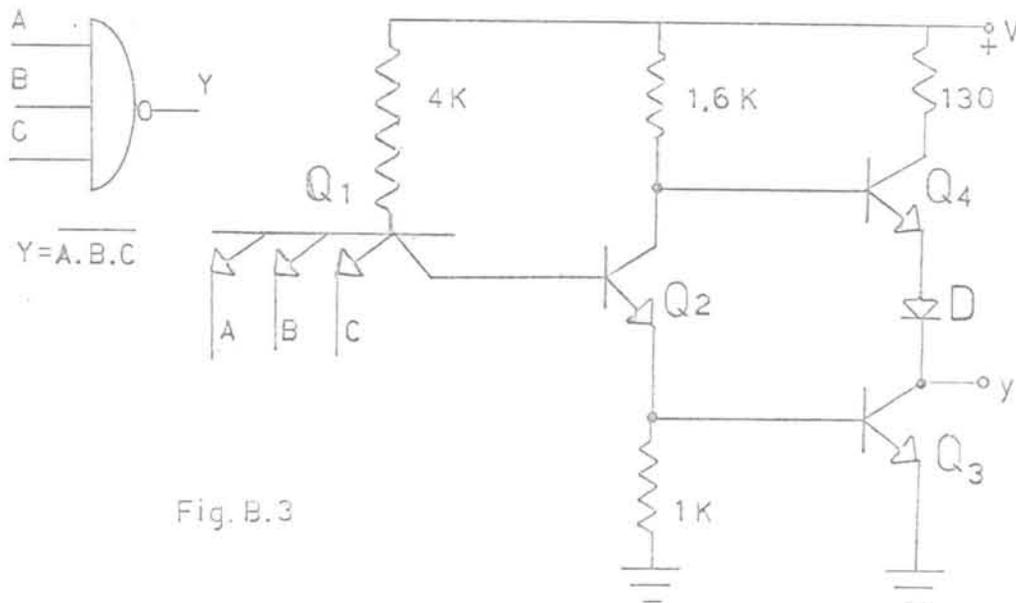


Fig. B.3

El comportamiento de esta compuerta es análogo al anterior. Con cualquiera de las entradas, o todas, conectadas a un nivel lógico cero la salida es un nivel lógico uno.

Con todas las entradas conectadas a un nivel lógico uno, o abiertas, la salida es un nivel lógico cero.

Compuertas NAND de dos entradas de colector abierto (SN 7401)

En la Fig. B.4. se muestra la compuerta (SN 7401).-

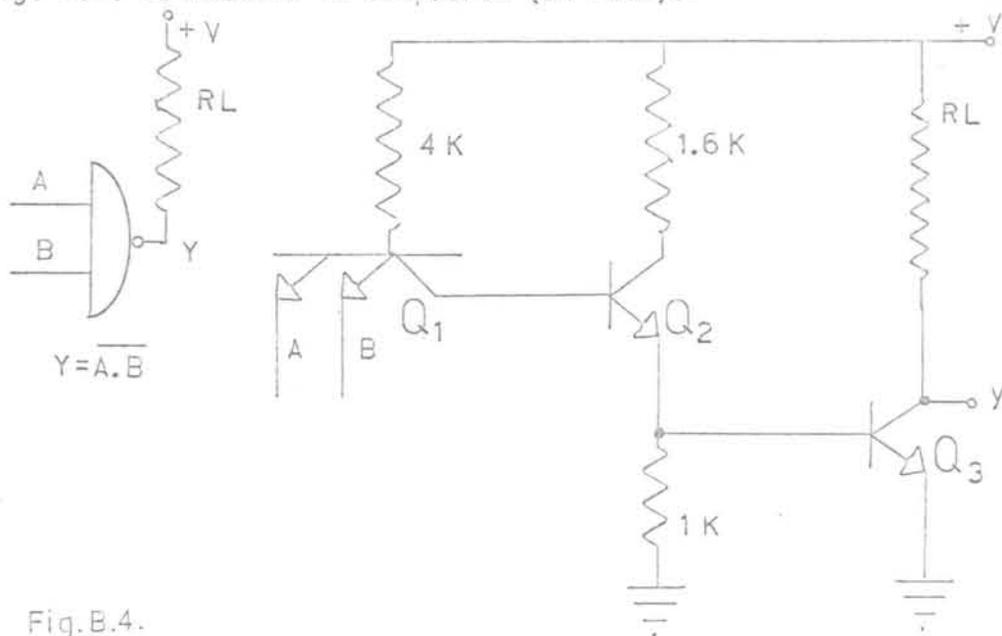


Fig.B.4.

Con cualquiera de las entradas, o ambas, conectadas a un nivel lógico cero el transistor Q_1 conduce. La base de Q_2 está conectada a un potencial bajo y por tanto estará cortado. Q_3 estará cortado. La salida será:

$$V_y = V_{cc}$$

que comprende a un nivel lógico uno.

De manera similar, si ambas entradas están conectadas a un nivel lógico cero, o abiertas, Q_1 estará cortado. Q_2 se saturará a través de la junta base-colector de Q_1 . Q_3 se saturará. La salida será:

$$V_y = V_{ce} (Q_3)$$

que corresponde a un nivel lógico cero.

La resistencia R_L , que se coloca externamente, tiene un valor que depende del número n de compuertas de colector abierto que tienen su salida en el mismo punto, y del número N de compuertas que tienen su entrada en ese punto, de la corriente $I_{sal} (1)$ que absorbe la salida de una compuerta cuando esta salida es un nivel lógico uno, y de la corriente $I_{ent} (1)$ que absorbe la entrada de la compuerta cuando esta entrada es un nivel lógico uno; esta resistencia se determina mediante la siguiente fórmula:

$$R_L (\text{max}) = \frac{V_{cc} - V_{sal} (1) \text{ requerida}}{n \cdot I_{sal} (1) - N \cdot I_{ent} (1)}$$

donde $V_{sat} (1)$ es la tensión requerida en ese punto para que las compuertas la interpreten como un nivel lógico uno.

Compuertas Inversoras.- (SN 7404)

El inversor se muestra en la fig. B.5. Su funcionamiento es idéntico al de una compuerta NAND de dos entradas, con sus entradas en común.

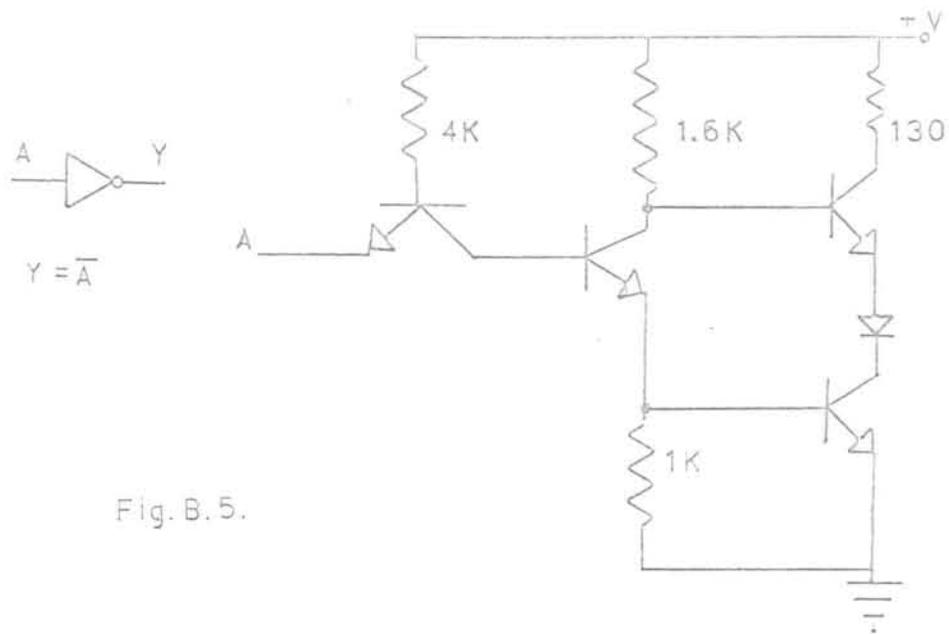


Fig. B.5.

Compuertas Inversoras de colector abierto.- (SN 7405).

El SN 7405 se muestra en la Fig. B.6.

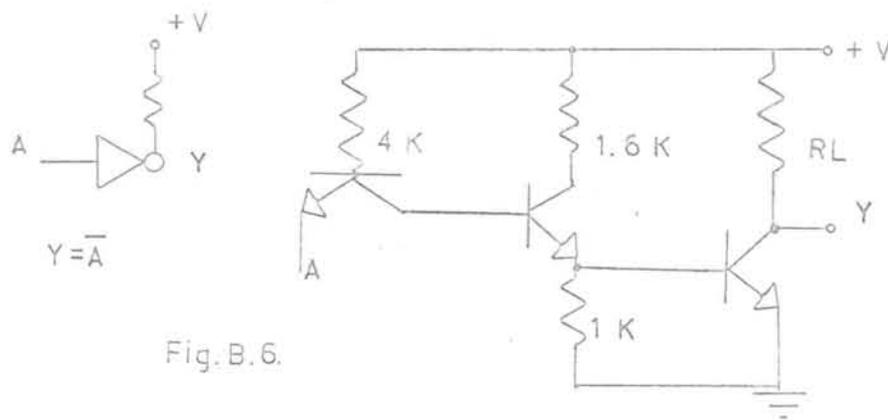


Fig. B.6.

Su funcionamiento es idéntico al de una compuerta NAND de dos entradas de colector abierto, con sus entradas en común.

El valor de R_L se escoje con los mismos criterios que para ésta última.

Compuerta "o" Exclusivo de dos entradas.- (SN 7486).

En la Figura B.7. aparece el esquema de la compuerta "o" Exclusivo de dos entradas.-

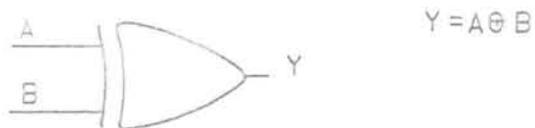


Fig.B.7

Una compuerta "o" exclusivo realiza la función $Y = A \bar{B} + \bar{A} B$, que corresponde a la siguiente tabla de verdades:

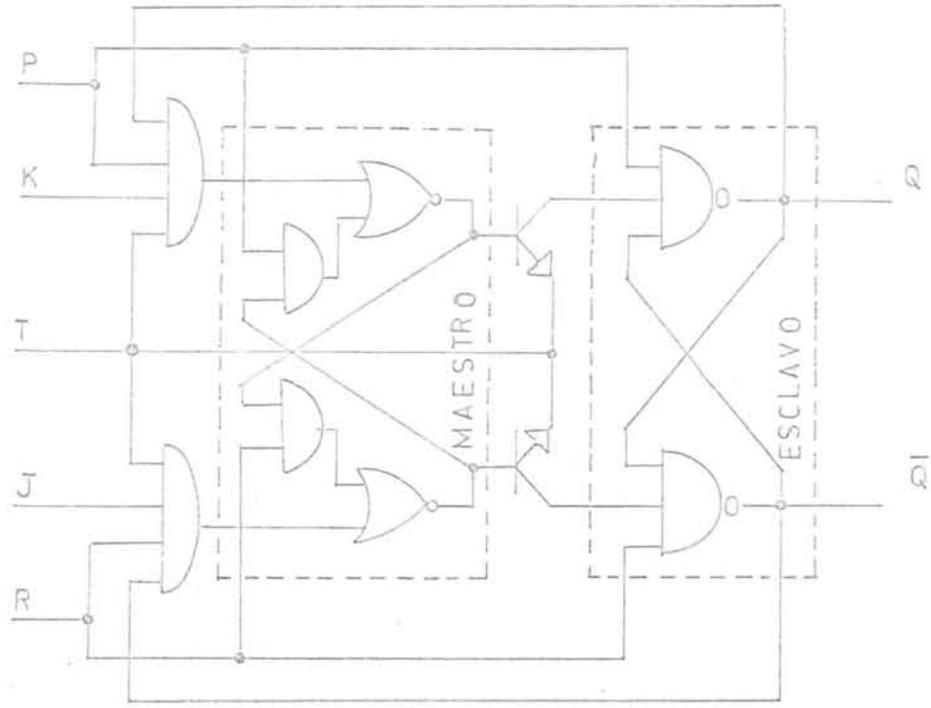
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	1	0
1	0	1

Cuando los estados de las entradas son complementarias, la salida es un nivel lógico uno.

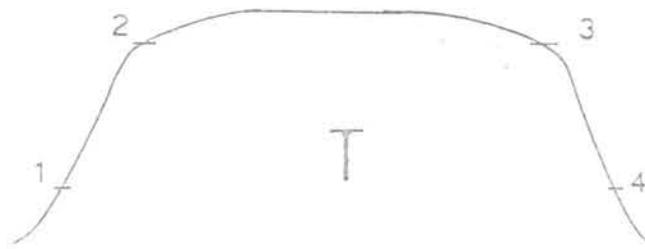
Flip-Flop J-K Maestro Esclavo (SN 7476N)

El Flip-Flop J-K se muestra en la Figura B.8.a.-

Cuando un pulso de reloj T llega al Flip-Flop (Fig.B.8.b.) se verifica que:



a.



b.

Fig.B.8

- 1.- El esclavo se aísla del maestro.
- 2.- La información de las entradas pasa al maestro.
- 3.- Se aíslan las compuertas de entrada del maestro.
- 4.- La información es transferida del maestro al esclavo.

De esta manera las entradas J- K aparecen en Q y \bar{Q} con un retardo i gual a la duración del pulso de reloj. T.

Entre 2 y 3 las entradas J-K deben ser estables, en caso contrario la operación del Flip-Flop puede ser errónea.

Mediante la puesta a cero de P (prendido) ó R (apagado) la salida Q se fija en el nivel lógico uno ó el nivel lógico cero, respectivamente, in dependientemente de los niveles de las entradas y del pulso de reloj.

En la tabla de verdades de este circuito se dan los valores de las sa lidas Q y \bar{Q} en función del pulso de reloj T y de las entradas J-K, P y R.

Este circuito es utilizado como unidad de memoria.

Las condiciones de la entrada presentes en el momento que el reloj su be a uno, modifican las salidas cuando el reloj baja a cero. Las salidas - pueden ser posicionadas en el valor deseado con la puesta a cero de P ó R., independientemente de T, J y K.

<u>Condiciones de las entradas antes del Pulso de reloj.</u>				<u>Condiciones de la salida des- pués del pulso de reloj.</u>
P	R	J	K	Q
1	1	0	0	No cambia
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	Se complementa.
0	1	—	—	1 *
1	0	—	—	0 *

* Estas salidas son independientes de J, K y el pulso de reloj.

Latch (SN 7475 N).-

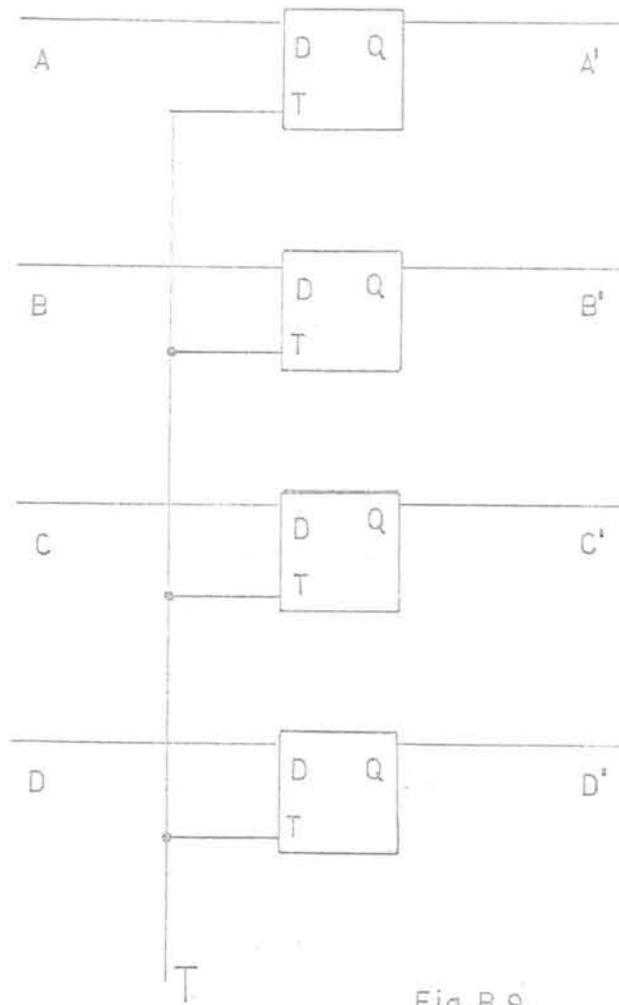
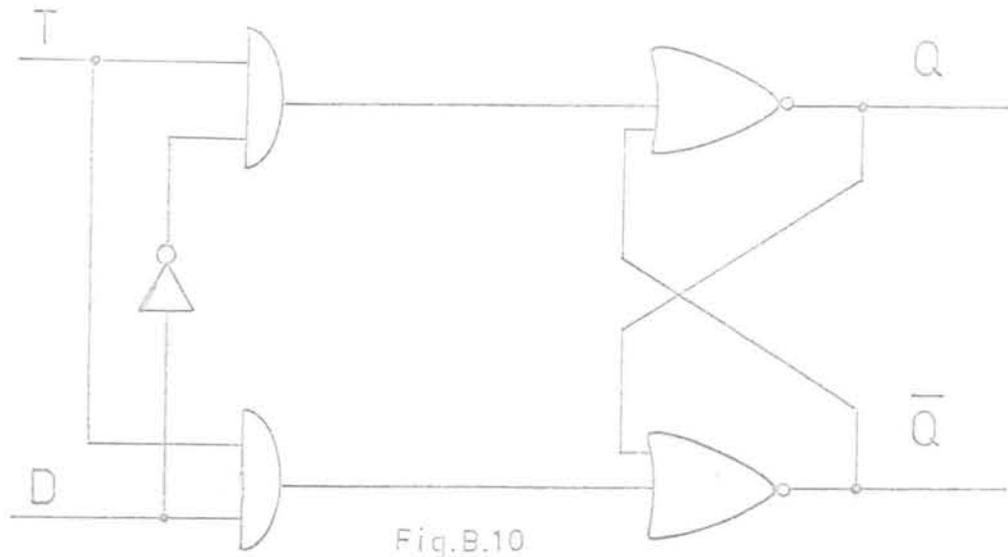


Fig.B.9.

El latch se muestra en la figura B.9.

Esta unidad está formada por cuatro Flip-Flop tipo "D"; cada uno de éstos está configurado como en la Figura B.10.



Su funcionamiento se describe en la siguiente tabla de verdades:

Condiciones de la entrada antes del pulso de reloj.-

Condiciones de la salida después del pulso de reloj.-

D	Q
0	0
1	1

Este circuito es utilizado como una unidad de memoria. La combinación binaria a la salida no es cambiada por otra hasta tanto no se reciba un pulso de reloj. La información memorizada es la presente en las entradas en el momento que el pulso de reloj cae a cero.

Contador de 4 bit (SN 7493 N).-

En la figura B.11 se muestra el contador.

Este contador consiste de cuatro Flip-Flop J-K Maestro Esclavo, los cuales están internamente conectados. El contador es del tipo asincrónico, por cuanto los pulsos de reloj actúan en forma serial.

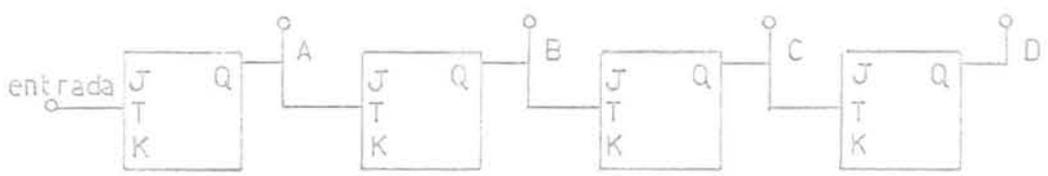


Fig. B.11

Con las J y K puestas a nivel lógico uno, la salida de cada Flip-Flop cambia cada dos pulsos de entrada en su reloj.

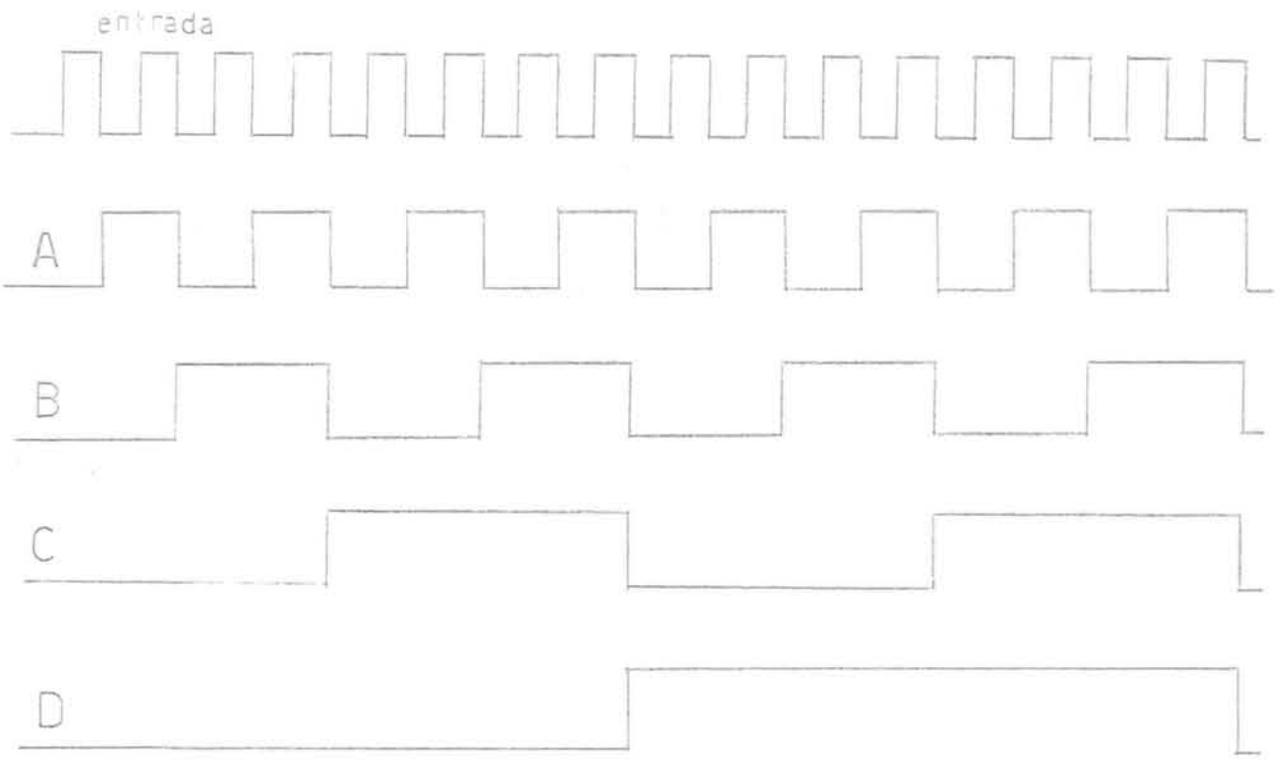


Fig.B.12

Cada Flip actúa como un divisor, entre 2, de frecuencia; A cambia cada 2 pulsos de entrada, B cada cuatro; C cada ocho y D cada dieciseis. - (F₁₉ B.12).

Multivibrador Monoestable Redisparable (SN 74123).-

La figura B.13 muestra el multivibrador SN 74123.-

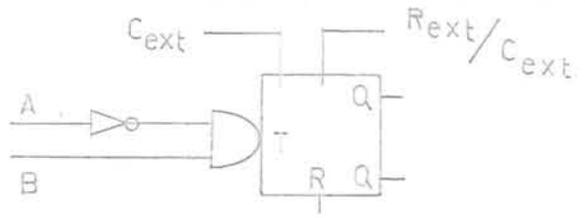


Fig.B.13.

El multivibrador monoestable redisparable puede ser disparado a la subida o a la bajada del pulso de reloj.

Si la entrada A está a un nivel lógico cero y en B se recibe un pulso de reloj, el multivibrador se dispara con la subida de B (Fig. B14)

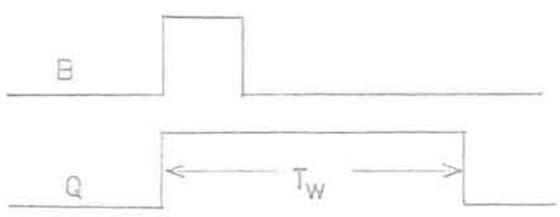


Fig. B.14.

Si la entrada B está a un nivel lógico uno y en A se recibe un pulso de reloj, el multivibrador se dispara con la bajada de A (Fig. B15)

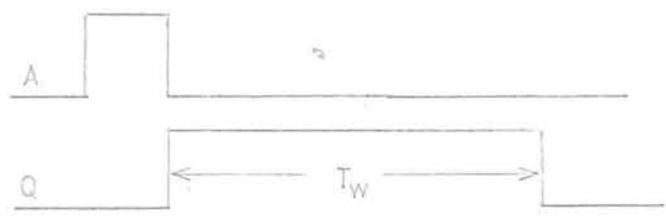


Fig.B.15.

La duración T_w del pulso de salida está determinada por los valores de resistencia y capacitancia colocados externamente.

Con $C_{ext} < 1.000 \text{ Pf}$ la conexión externa adecuada es la de la figura B.16.a.

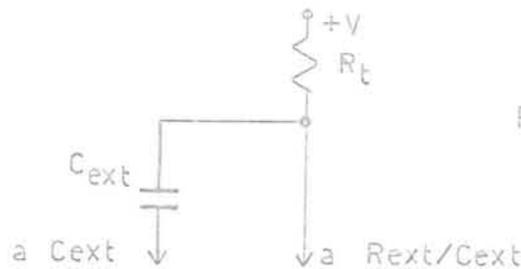


Fig. B.16.a.

donde se tiene que:

$$T_w = .32 R_t C_{ext} \left(1 + \frac{0.7}{R_t} \right)$$

Con $C_{ext} > 1.000 \text{ Pf}$ la conexión externa adecuada es la de la figura B.16.b

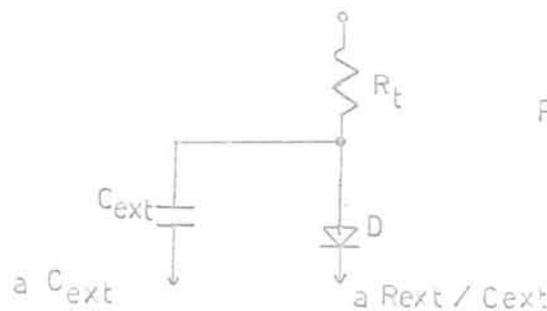


Fig. B.16.b.

El diodo D puede ser cualquier diodo de silicio. Esta configuración es conveniente cuando se utilizan capacitores electrolíticos y en aplicaciones de R (Fig. B.13) para este caso:

$$T_w = .28 R_{ext} C_{ext} \left(1 + \frac{0.7}{R_{ext}} \right)$$

para ambas fórmulas R_{ext} en $K\Omega$, C_{ext} en Pf y T_w en nanosegundos.

Este multivibrador simplifica la generación de pulsos de larga duración. Por el redisparo de las entradas antes que el pulso de salida finalice, la salida puede ser alargada (fig. B.17a). Con la puesta a cero de R el pulso de salida puede ser terminado en cualquier momento independientemente de los valores de R_{ext} y C_{ext} (fig. B.17b).

El t_{pHL} es el tiempo que el monoestable tarda en responder a las condiciones de las entradas.

BIBLIOGRAFIA.-

- Malmstadt, H.V.; Enke, C.G: "Digital Electronics for Scientists". W.A. Benjamin Inc. New York. q.969.
- "The Ingrated Cirwits Catalog for Desing - Engineers". Texas Instruments Incorporated. Dallas, Texas.
- Morris, R.L.; Miller, J.R.: "Designing with TTL Integrated Cirwits prepared by the I.C. Applications Staff of Texas Instruments Incorporated". Mc Graw-Hill Company. 1.971.
- Lara, H.E.; Fahnert, FW: "Diseño y construcción de un operador telefónico automático - programable". Universidad Central de Venezuela, Caracas.- 1.971.

Apendice C.- Generador de señales.-

Para el ulterior desarrollo del trabajo experimental se hizo necesario el diseño y construcción de un generador de las señales a utilizarse en el sistema de señalización y conmutación de la central PABX.

La frecuencia escogida atiende, básicamente, a los requerimientos que el sistema de audio exigía para el muestreo de las señales de habla y su posterior detección.

En el orden de los megaciclos el nivel de frecuencia comienza a plantear limitaciones. Las capacitancias parásitas, que se hacen significativas a estas frecuencias, originan ruido por acoplamiento entre líneas de señal. Los circuitos integrados originan componentes de ruido de mayor frecuencia cuando hacen la transición de un estado lógico a otro. El ensamblaje de la central se hace más delicado; el acoplamiento entre las partes mecánicas y el cableado se hace más agudo. Estas razones fueron decisivas para el desarrollo del sistema en el orden de los kilociclos.

Diagrama a Bloques.-

El diagrama a bloques del generador de pulsos se muestra en la figura C.1.

Astable.-

El diagrama circuital del astable se muestra en la figura C.2.



Fig. C.1.

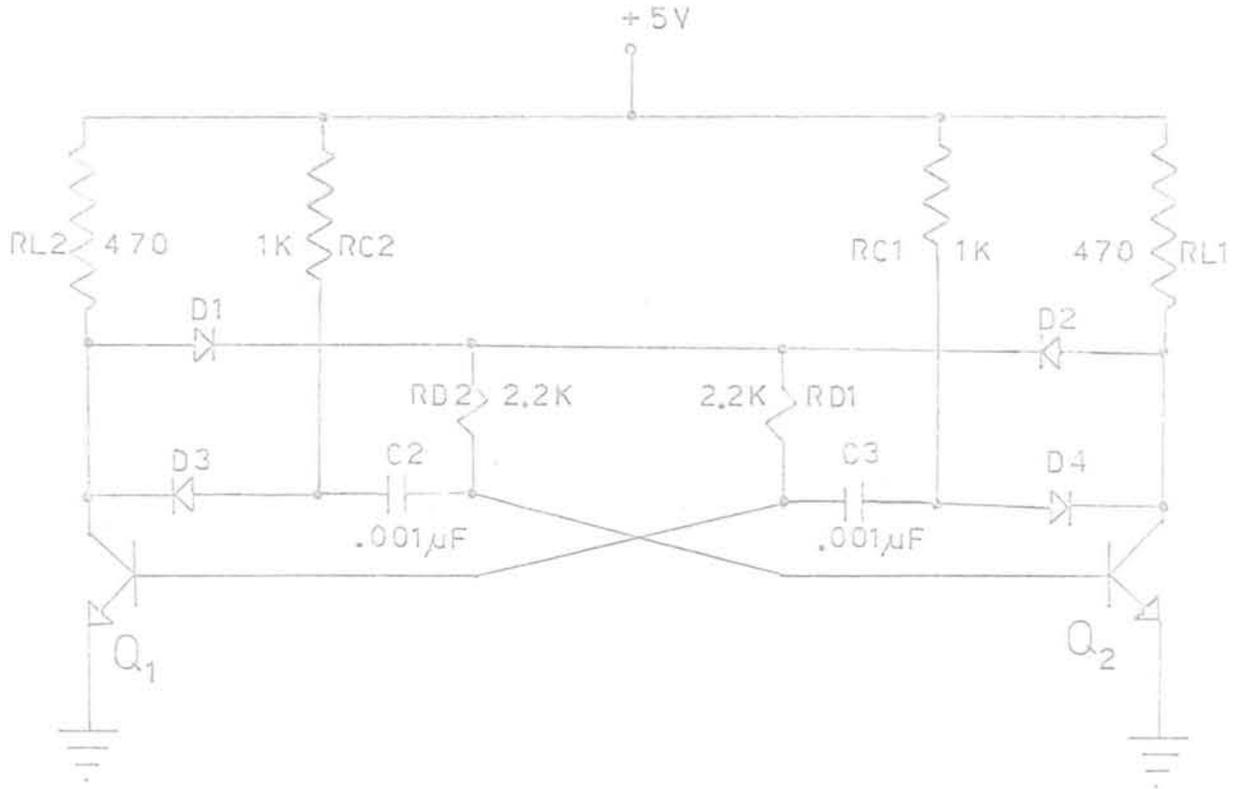


Fig. C.2

Este astable no tiene estados estables; se puede garantizar que siempre comienza a oscilar. Las resistencias de descarga R_{D1} y R_{D2} están conectadas por los diodos D_1 y D_2 a los colectores de los transistores en vez de estar conectados a V_{CC} . Si ambos transistores estuvieran saturados, ningún colector sería lo suficientemente positivo para mantener la otra base en saturación. Si ambos transistores estuviesen cortados entonces estarían suministrando una tensión de base de saturación sobre el otro.

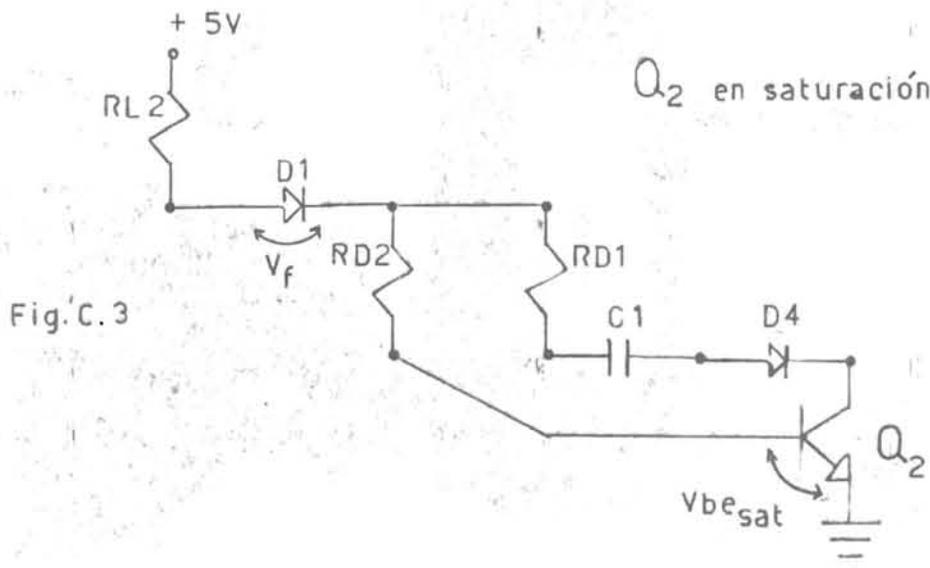
Por tanto, la posibilidad de estados estables está eliminada. El circuito de la figura da autoarranque y tiempo de subida rápido por los diodos D_1 y D_2 , D_3 y D_4 , respectivamente.

El período de la señal viene dado, aproximadamente, por:

$$T = 2RC \left(1 + \frac{V_{CC}}{V}\right)$$

donde V es el voltaje de referencia de las resistencias R_D . Con Q_1 abierto y Q_2 en conducción se tiene que V (Fig. C.3) es igual a:

$$V = \left(\frac{V_{CC} - V_f - V_{BE\ SAT}}{R_{D2} + R_{D1}} \right) \times R_{D2} + V_{BE\ SAT}$$



Con $V_f = .7$ voltios y $V_{BE\ sat} = .7$ voltios se tiene que:

$$V = 3.67 \text{ voltios}$$

por tanto:

$$T = 2.4 \text{ } \mu\text{seg.}$$

es decir, una frecuencia de 417 KHz.

Contador.-

El contador se realizó con un contador de 4 bit integrado SN 7493 N. La señal de entrada es la señal generada por el astable. Sus cuatro salidas A-B-C-D- dan en forma binaria el número de pulsos contados, reiniciándose el conteo cada dieciseis pulsos.

Selector de patrón cero.-

El selector de patrón cero localiza el pulso en fase con la combinación binaria 0-0-0-0 a la salida A-B-C-D del contador.

El diagrama circuital del selector de patrón cero se muestra en la figura C.4.

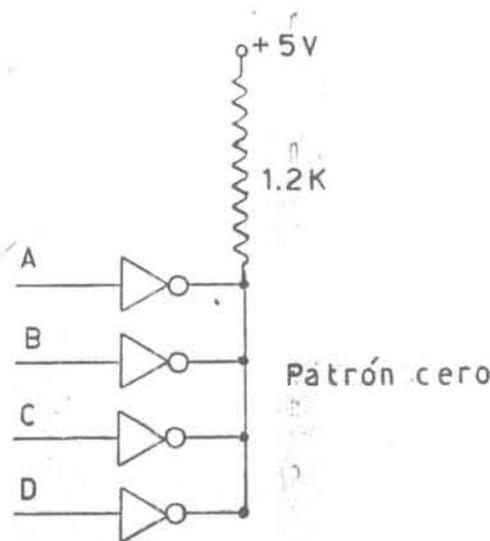


Fig. C.4.

A la salida solo se obtiene un uno lógico cuando las señales A,B,C, y D coinciden en un cero lógico. La compuerta utilizada es un SN 7405.

Generador de pulsos exploradores.-

El diagrama circuital del generador de pulsos exploradores se muestra en la figura C.5.

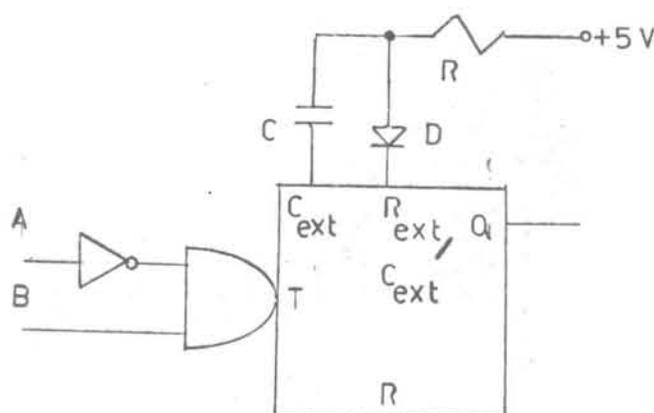


Fig.C.5.

El multivibrador(SN 74123) se dispara con la subida de los pulsos de reloj generados por el astable. Los valores de R y C utilizados fueron de $10\text{ K}\Omega$ y 300 pF , dando como resultado un pulso de una duración de $.9\text{ }\mu\text{s}$ (ver apéndice B).

El pulso de reloj generado por el astable y los pulsos exploradores en Q se muestran en la figura C.6.

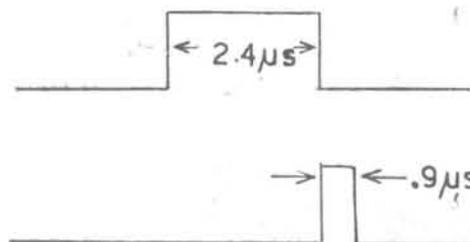
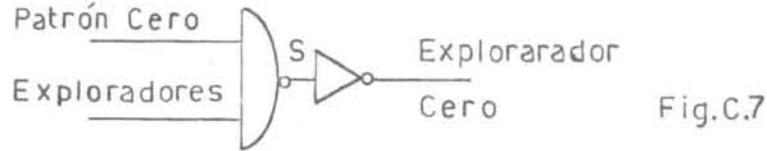


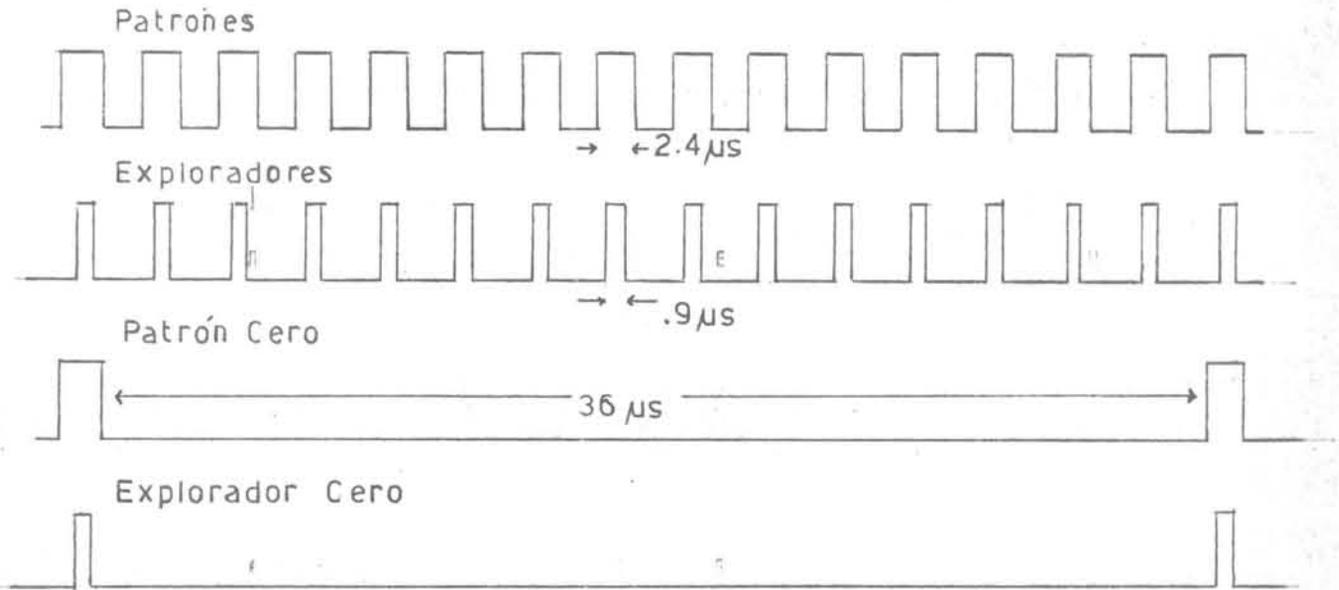
Fig.C.6

Selector de explorador cero.-

El diagrama circuital del selector de exploradores cero se muestra en la figura C.7.

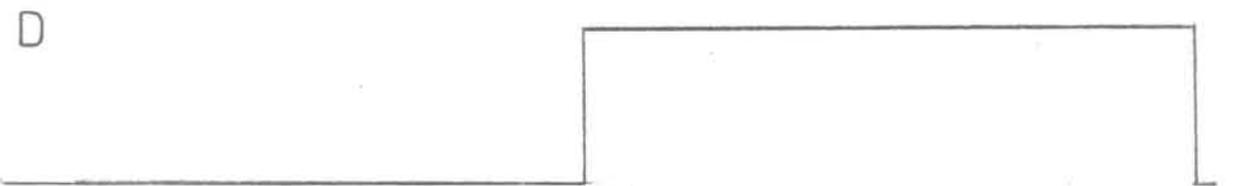
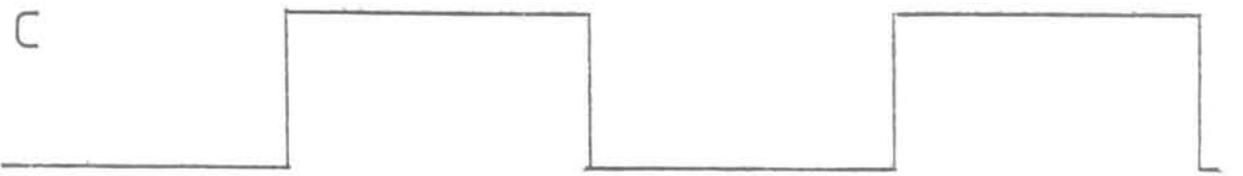
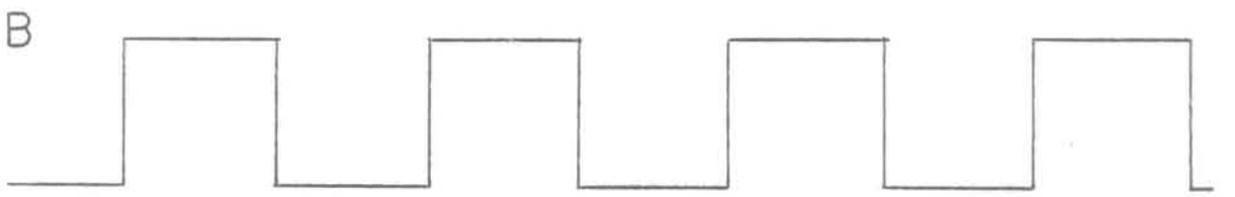
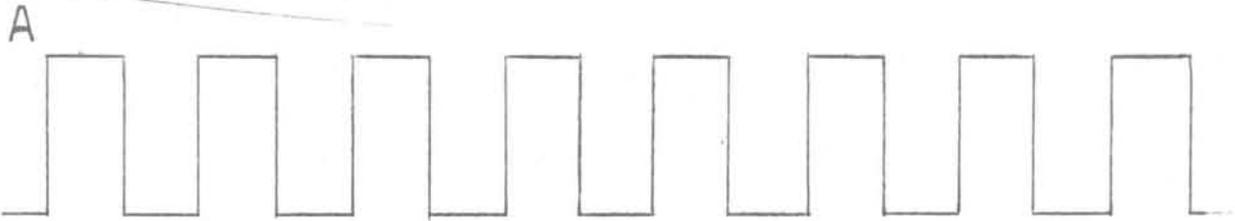
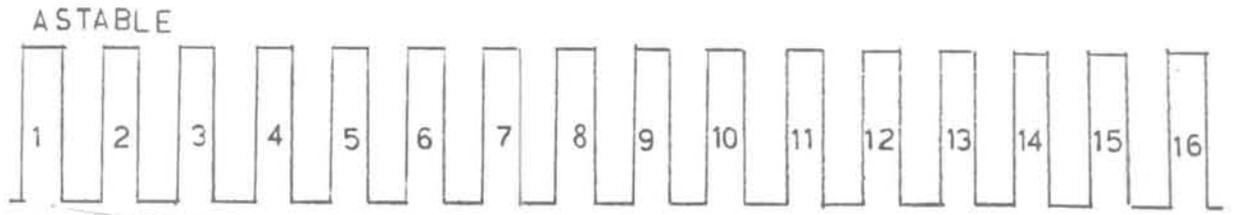


Las señales de entrada y salida se muestran en la figura C.8.



El explorador cero es un pulso que está en fase con el patrón cero.

De manera similar al explorador cero, cada pulso patrón está en fase con un pulso explorador que corresponde a una combinación binaria A-B-C-D presente en el contador. En la figura siguiente se ejemplifican las señales obtenidas en el generador de señales.



BIBLIOGRAFIA.-

- Malmstadt, H.V; Enke, C.G: "Digital Electronics for Scientists". W.A. Benjamin. INC. New York,- 1.969.
- "The Integrated Cirwits Catalog for Desing Engi neers". Texas Instruments Incorporated. Dallas, Texas.
- Morris, R.L.; Miller, J.R.: "Designing With TTL Integrated Circuits prepared by the I.C. Aplica tions Staff of Texas Instruments Incorporated". Mc Graw-Hill Company, 1.971.
- "Semiconductor Manual Discrete Standard Types". Siemens, 1.973.
- Millman, Jacob; Taub, Herbert: "Pulse, Digital, and Switching Waveforms". Mc Graw-Hill, Inc, -- 1.965.

Apéndice D.- Ruido.-

En los sistemas digitales las señales que se producen "sorpresivamente" pueden conducir a resultados erróneos. A pesar de que la lógica transistor-transistor de circuito integrado (TTL) posee una buena inmunidad al ruido externo, siempre al sistema digital se hace necesario "inmunizarlo" para evitar resultados falsos; esto se hace más importante cuando en el circuito existen dispositivos disparables.

Aunque la frecuencia a la que opere el sistema sea de unos pocos hertz, - es el tiempo de transición de un nivel lógico a otro el que determina el espectro amplitud-frecuencia. Los rápidos tiempos de alza y caída, del orden de microsegundos, contienen componentes de frecuencia del orden de varios megahertz.

El ruido generado externamente debe ser aislado de los módulos digitales, y a la inversa, el ruido interno no debe afectar el funcionamiento del circuito ni salir al exterior. Todo tipo de ruido debe ser aislado localmente para la posible interconexión de módulos en bastidores.

Ruido Externo.-

El ruido externo resulta de circuitos interruptores, motores de escobillas, relés de contacto, máquinas que generan campos eléctricos y magnéticos, etc.

Este ruido, en su mayoría, se transmite a lo largo de las fuentes de sumi

nistro de corriente alterna o directa al módulo digital. El desacoplamiento y filtrado de esas líneas se convierte en un procedimiento patrón.

Cada módulo debería poseer una red de filtrado sobre cada tarjeta a la entrada de la alimentación principal. Este filtro consiste de un pasabajo R-C con una frecuencia de corte de unos cientos de hertz. Todo ruido de alta frecuencia es atenuado. El capacitor del filtro debe combinar una alta capacitancia, pues actúa como fuente de corriente para los transistores, y una baja reactancia para los transistores de elevada frecuencia. Capacitores con estas características son de elevado tamaño y costo. Un buen compromiso es utilizar un capacitor electrolítico de 20 μf o más para la baja frecuencia, y un condensador de cerámica del orden .01 μF , para las altas frecuencias. El filtrado del ruido externo se muestra en la figura D.1.

El ruido proveniente de campos eléctricos y magnéticos presentes en el medio ambiente no deben permitirse entrar al equipo. Una cobertura metálica puede hacerlos muy pequeños. El aluminio o materiales similares pueden ser efectivos para detener el ruido electrostático, pero solo un material ferroso puede proteger contra ruidos magnéticos. Es útil conectar el sistema a una buena tierra, de otra manera la coraza puede acoplar el ruido al sistema.

Ruido Interno.-

El ruido interno resulta de la alimentación de bobinas de relé o solenoides, de falsos atenuamientos, del acoplamiento de líneas de señal, del generado

por las impedancias parásitas y del proveniente de los circuitos integrados cuando pasan de un nivel lógico a otro.

Quando los inductores son alimentados por un sistema de switchero la energía almacenada genera contravoltajes de alta amplitud los cuales crean ruidos que se transmiten a la alimentación principal. Estos pulsos de ruido, del rango de los milisegundos, tienen efectos drásticos sobre los circuitos disparables. Es necesario por tanto que todos los solenoides o bobines de relé tengan un sistema de amortiguación a través de la bobina para limitar los sobrevoltajes y las sobrecorrientes.

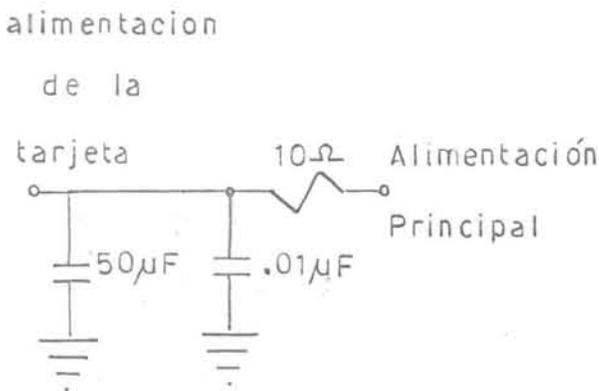


Fig.D.1

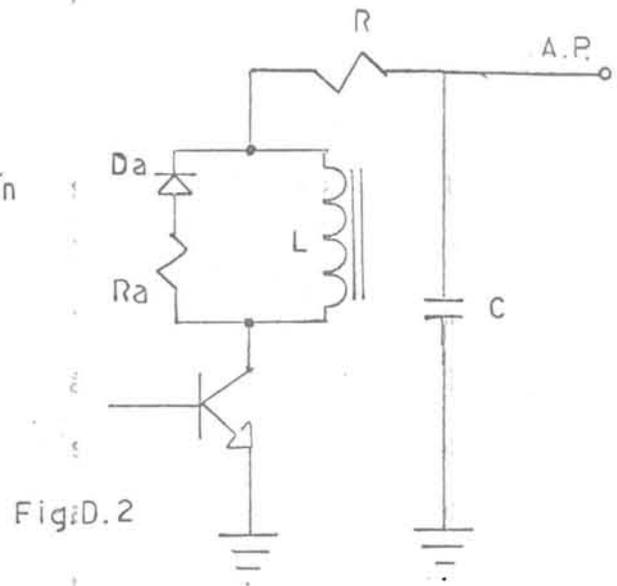


Fig.D.2

La amortiguación, tal como se muestra en la Fig. D.2, se logra con un diodo D_a y una resistencia R_a de amortiguación, que limitan la amplitud de los contravoltajes y las sobrecorrientes.

Un sistema de filtrado adicional generalmente es necesario para que las sobrecorrientes de inducción no fluyan a través de las líneas de alimentación.

Puede ser necesario usar un sistema de alimentación y tierras separadas y no usar la tierra común a los circuitos lógicos como un retorno para las altas corrientes en la alimentación de los relés.

Una de las más importantes consideraciones en la eliminación de ruidos internos es el trazado apropiado de un circuito de tierra. Dentro de una estructura cableada todas las "tierras" deben ser consideradas como un cable, es decir, en términos de caída inductiva y resistiva de tensión.

El concepto erróneo de que cualquier punto conectado a tierra es considerado un cero de referencia debe ser rechazado. Una tierra no debe ser considerada como tal hasta que no haya alcanzado el punto de tierra sobre el filtro de la fuente principal de alimentación. Una tierra mal lograda ocasiona que las corrientes que fluyen cuando una compuerta pasa de un nivel lógico a otro, generan sobre la discontinuidad un voltaje de ruido que puede ser interpretado por otras compuertas como un cambio en el nivel lógico de entrada originando pulsos falsos.

Este efecto se muestra en la figura D.3.

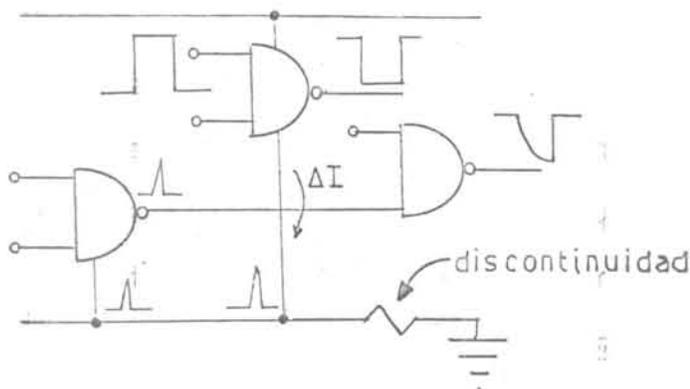


Fig. D.7

Cuando corrientes y voltajes se transmiten a través de una línea de conexión, es imposible que las líneas adyacentes permanezcan inafectadas. Las capacidades de acoplamiento entre líneas de cables o líneas de circuito impreso, determinadas por el espaciamiento entre ellas, su espesor, y el tipo de dieléctrico que las separa, transmiten los armónicos de alta frecuencia presentes en las alzas y caídas de los pulsos de transmisión. Este ruido, - ruido cruzado, es función de la relación entre la impedancia mutua a la impedancia característica de la línea.

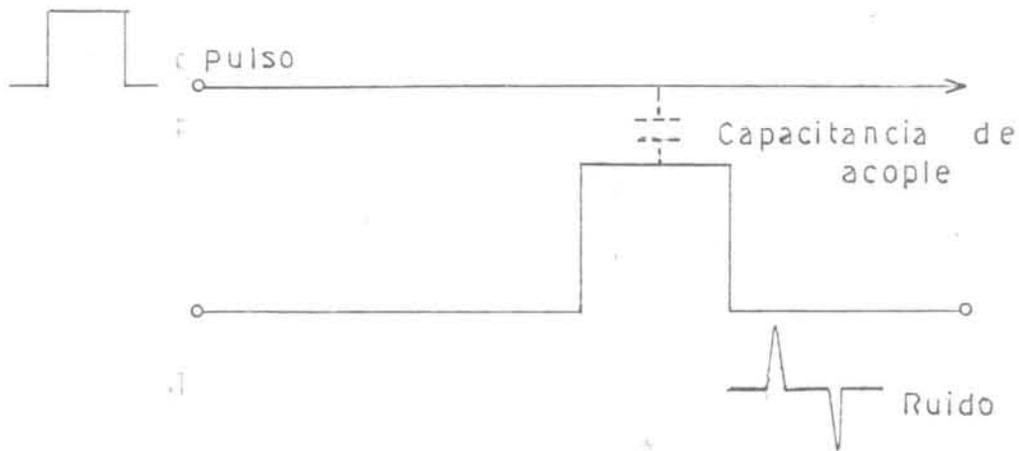


Fig. D.4

El efecto del ruido cruzado se muestra en la figura D.4.

Generalmente este efecto es eliminado evitando líneas paralelas; en el caso de circuitos impresos, las líneas de una cara se hacen perpendiculares a las

líneas de la otra cara para disminuir el valor de la capacitancia de acoplamiento, o bien trazando una línea de tierra entre el par de señales; de esta manera, el ruido cruzado es enviado a tierra y el acople es eliminado.

Los circuitos integrados al pasar de un nivel lógico a otro, generan efectos transitorios en la corriente absorbida por el circuito; estos efectos deben ser evaluados pues son una fuente importante generadora de ruido.

Los transitorios en la corriente drenada I_{cc} son la combinación de tres efectos:

- a.- La corriente interna de la compuerta varía de un estado estable a otro.
- b.- La presencia de capacidades a la salida de la compuerta. Cuando la salida de la compuerta va de 1 a 0, la capacitancia está cortocircuitada a tierra por el transistor Q_3 (como se muestra en la Fig. D.5) y por tanto no tiene ningún efecto sobre la corriente drenada cuando el nivel lógico de salida es cero.

Si se conoce la capacitancia total a la salida de la compuerta (incluyendo la parásita) el nivel de voltaje lógico uno, y los tiempos de alza y caída asociados, se puede calcular la corriente instantánea durante la transición. La capacitancia debe cargarse con una corriente $I_c = C_x dv/dt$.

- c.- Las sobrecorrientes durante la transición de un nivel lógico a otro.

Este transitorio se presenta ya que la saturación de Q₄ se produce más rápidamente que el corte de Q₃ cuando la transición es de 0 a 1. Esto permite una corriente directa de la fuente de poder a tierra cuyo valor pico es:

$$I_{cc \text{ max}} = \frac{V_{cc} - V_D - V_{CE \text{ sat}}(Q_3) - V_{CE \text{ sat}}(Q_4)}{R_4}$$

Este valor es del orden de varios mA. Su duración depende de la velocidad de transición.

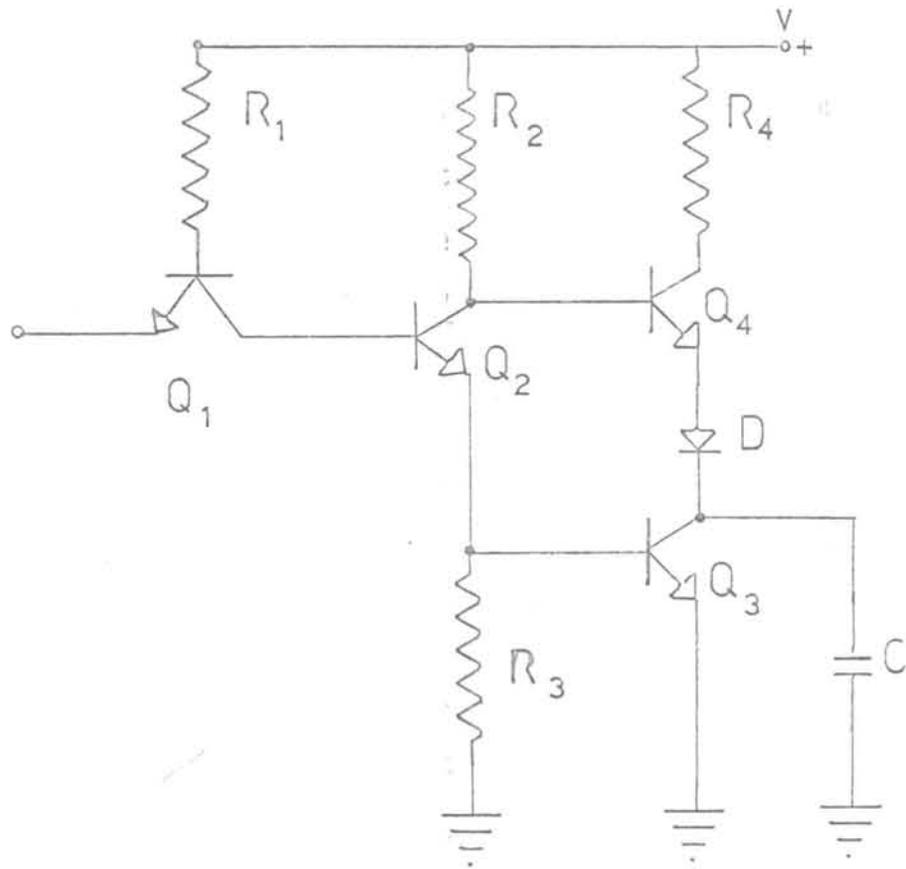


Fig.D.5

Es necesario determinar el filtrado indispensable para contrarrestar estos efectos. El desacople de la alimentación principal puede ser logrado de dos formas.

La primera de ellas sería una configuración de filtro pasabaja, como la mostrada para el ruido interno, que atenúe los transitorios en la corriente drenada I_{cc} , tal como se muestra en la figura D.6.

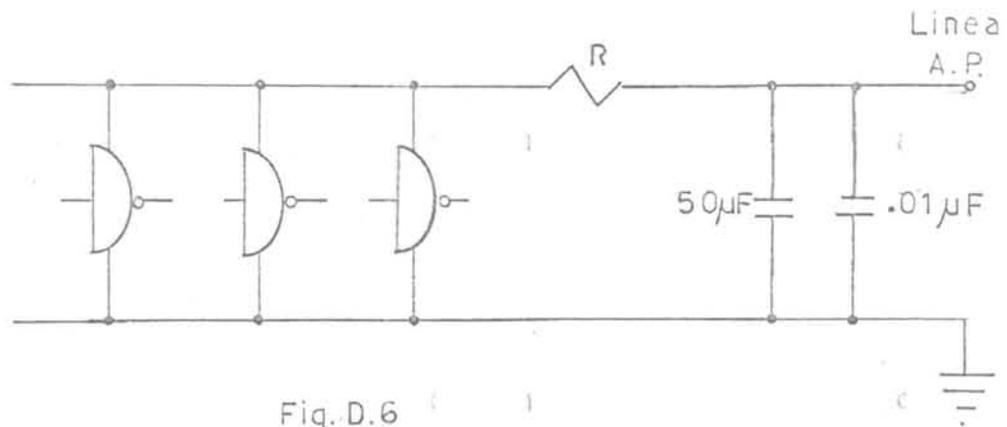


Fig. D.6

El segundo método requiere especial atención; se refiere al desacople que se logra mediante técnicas de circuito impreso. Se sugiere que en el diseño del circuito impreso las líneas de tierra y alimentación principal, siendo lo más ancha posible, sean coincidentes pero en caras distintas, tal como se muestra en la figura D.7a.

Esta configuración puede ser aproximada eléctricamente a una red L-C (Fig. D.7b) que realiza el filtrado de armónicos de alta frecuencia.

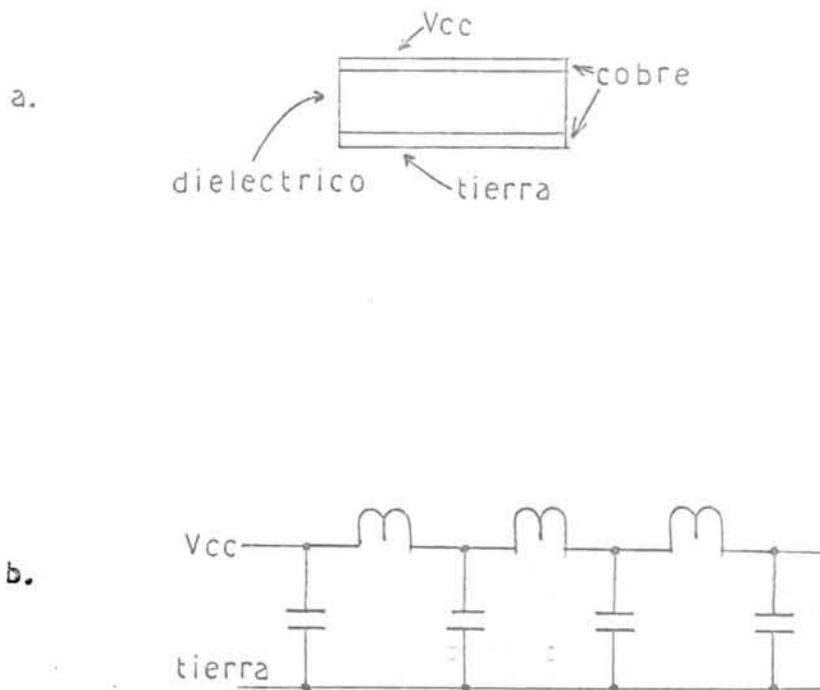


Fig.D.7

BIBLIOGRAFIA.-

-Morris,R.L.;Miller,J.R.: "Designing with Integrated Circuits prepared by the I.C.Applications Staff of Texas Instruments Incorporated".Mc Graw-Hill Company,1971.

-Jones,J.P.: "Causes and Cures of Noise in Digital Systems".Publishing Corp., W.Concord,Massachuset, 1964.

Apéndice E.- Circuito Impreso.-

Para la realización del circuito impreso se parte de una lámina de fibra de vidrio con una capa de 35 a 70 micras de cobre. La perforación de la lámina se hace de acuerdo a los planos del circuito mediante una plantilla especial o con una perforadora con control numérico. Se procede a una serie de baños químicos para metalizar las perforaciones y así obtener conexiones a ambos lados de la lámina. La metalización se hace a partir de una sensibilización previa a base de sales de estaño, una activación a base de sales de paladio, y una reducción de cobre no electrolítica. Una vez metalizados los huecos se procede a un baño electrolítico de cobre hasta alcanzar el espesor de cobre requerido. Se hace la impresión con el negativo del circuito dejando desnudas las trayectorias de cobre.

Se procede a un baño electrolítico de oro u otro metal resistente a los ácidos (estaño-níquel, estaño-plomo). La impresión se elimina quedando las trayectorias del circuito con una capa muy delgada del metal resistente. Finalmente, se sumerge la tarjeta en una sustancia química, generalmente ácida, que ataca el cobre pero no ataca las trayectorias cubiertas de oro. En este baño se sumerge la tarjeta por el tiempo necesario hasta tanto elimine todo el cobre de la superficie. El circuito impreso queda finalizado faltando sólo el montaje.

Este es uno de los métodos más modernos y más confiables que se utilizan

hoy día para la fabricación de circuitos impresos de alta calidad y de alta densidad de líneas.

El aterramiento y desacoplamiento en circuitos impresos requiere especial atención. El mejor arreglo será una tarjeta impresa en las dos caras - con un lado con las interconexiones y otro lado con una tierra plana. Cuando el número de componentes lo haga prohibitivo, la configuración anterior puede ser relajada solo hasta donde sea necesario. Cuando un plano de tierra no es práctico se recomienda:

- 1.- Hacer la faja de tierra tan ancha como sea posible en cualquier parte, aunque esto significa que su ancho varíe sustancialmente.
- 2.- Formar un lazo completo alrededor del circuito, llevando ambos lados del circuito impreso, a través de pines separados, al sistema de tierra.

En cuanto al desacople se recomienda (ver apéndice D) llevar líneas de tierra y alimentación coincidentes pero por caras distintas del circuito impreso.

Esto origina la formación de una red L-C útil para la eliminación de ruido de alta frecuencia.

BIBLIOGRAFIA.-

- Morris, R.L.; Miller, J.R.: "Designing with TTL Integrated Cirwits prepared by the I.C. Applications Staff of Texas Instruments Incorporated". Mc Graw-Hill Company, 1.971.
- Coombs, C.F.: "Printed Cirwits handbook". - Mc Graw-Hill Company, 1.967.
- Laboratorio MCM Electrónica. Caracas.