

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



MULTIPLEXOR DE CANALES TELEFONICOS

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTAN

VICTOR MANUEL JIMENEZ REAL

FRANCISCO RAUL LOPEZ TOVAR

DANIEL POMPA GONZALEZ

ROBERTO RODRIGUEZ HERNANDEZ

JOSE ANTONIO RUBIO CHAVEZ

DIRECTOR DE TESIS

ING. RICARDO MARTINEZGARZA FERNANDEZ

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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

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

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

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

---

# TEMARIO

<b>1.-OBJETIVO DE LA TESIS. ANTECEDENTES DE LAS REDES TELEFONICAS</b>	<b>4</b>
1.1-Objetivo	5
1.2-Antecedentes	5
<b>2.-RECOMENDACIONES DE LA C.C.I.T.T. CONCEPTOS BASICOS</b>	<b>8</b>
2.1-Recomendaciones de la C.C.I.T.T.	9
<b>3.- INTRODUCCION AL MULTIPLEXOR TELEFONICO. DIAGRAMA DE BLOQUES</b>	<b>12</b>
3.1-Introducción al multiplexor de canales telefónicos	13
3.2-Descripción de los bloques del proyecto	15
3.2.1-BLOQUE A	15
-Funcionamiento de un conmutador	15
3.2.2-BLOQUE B	19
-Etapa de conversión analógica-digital	20
-Etapa de sincronía (transmisión)	20
-Etapa de conversión digital-analógica	25
-Etapa de sincronía (recepción)	26
3.2.3-BLOQUE C	28
-Sección de transmisión	28
-Sección de recepción	28
3.2.4-BLOQUE D	29

---

---

<b>4.-UNIDAD DE INTERFAZ DE LINEA. TRANSCEIVER PARA LINEAS PCM</b>	<b>30</b>
<b>4.1-TRANSCEIVER BT8070A</b>	<b>31</b>
4.1.1-Monitoreo y mantenimiento	34
<b>4.2-TRANSCEIVER BT8069B</b>	<b>34</b>
4.2.1-Sección de transmisión	35
4.2.2-Sección de recepción	35
4.2.3-Modos de operación	35
4.2.4-Reporte de status	36
<b>5.-COMENTARIOS Y CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>ADDENDUM. LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO EN CIRCUITO IMPRESO</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>45</b>

---

# CAPITULO I

OBJETIVO DE LA TESIS

ANTECEDENTES DE LAS REDES

TELEFÓNICAS EN C.U.

## INTRODUCCIÓN

### OBJETIVO

La presente tesis persigue como objetivo facilitar la incorporación de los diversos edificios del campus universitario al sistema telefónico digital de la Universidad, y mejorar la conexión ya existente, a través de medios físicos más eficientes que los cables multipares utilizados actualmente, tales como cables coaxiales o fibra óptica, por medio del uso de equipos multiplexores y demultiplexores. Para alcanzar el objetivo propuesto se diseñó un sistema multiplexor de acuerdo a las recomendaciones de la C.C.I.T.T. en base al sistema E1 de 30 canales de transmisión a 2.048Mbps, buscando: a) la mayor compatibilidad con los equipos conmutadores NEC que conforman dicha red telefónica y b) la reducción de costos en el cableado, a través de un multiplexor de bajo costo de diseño innovador. La propuesta de esta tesis es resultado de la experiencia adquirida al colaborar en la Dirección de Telecomunicaciones Digitales de esta Universidad, por lo que consideramos necesario presentar una breve semblanza de aquello que nos llevó a abordar dicho tema: la infraestructura telefónica de C.U., antes y después del cambio a conmutadores digitales.

### ANTECEDENTES

El servicio telefónico en C.U. había sido administrado hasta fechas recientes por dos conmutadores (PBX): uno situado en la facultad de Arquitectura (Ericsson modelo AKD de tecnología electromecánica) y el otro ubicado en el sótano del edificio de la comisión de telecomunicaciones en la Zona Cultural (Harris de tecnología electrónica). Dichos equipos representaban el nodo central de sus redes, ambas tipo estrella. El conmutador AKD atendía 6162 teléfonos, distribuidos en 21 distritos, por medio de 2150 extensiones y 340 troncales; el conmutador Harris tenía 110 troncales y aproximadamente 600 extensiones.

---

La configuración en estrella presenta diversos problemas a medida que la cantidad de usuarios aumenta. Uno de los más significativos es el referente al flujo de llamadas que se presenta en las horas pico. Este tráfico ofrecido al conmutador (llamadas entrantes y salientes) sobrepasa en algunas ocasiones la capacidad del mismo, lo que origina que el excedente de llamadas se pierda: las llamadas entrantes y salientes reciben tono de ocupado, pues para unas no hay troncales de entrada disponibles y para las otras, troncales de salida; el PBX trabaja entonces con mayor frecuencia en el límite de su saturación. El hecho de que todas las llamadas del sistema sean manejadas por un solo punto de la red, sensibiliza a esta totalmente a las fallas que el nodo central pudiera tener: por ejemplo, una interrupción de la energía del conmutador dejaría sin servicio telefónico a todo usuario atendido por el mismo.

Por el tipo de suelo en el que se asienta y por su extensión geográfica, Ciudad Universitaria requiere una topología más eficiente que la de estrella, pues las que brindaban el servicio contaban en algunos casos con tiradas de cables demasiado largas y no era de extrañar que un cable de cobre enlazara dos puntos con distinto potencial a tierra.

Sucedió entonces lo inevitable: la sobredemanda de servicios y la consecuente degradación de su calidad llevaron a plantear la necesidad de rediseñar y sustituir el sistema telefónico hasta entonces empleado. Como respuesta a esta situación, la Dirección de Telecomunicaciones Digitales planeó la nueva red telefónica que reemplazaría a la anterior. Esta se basa actualmente en cinco conmutadores digitales principales conectados redundantemente entre sí por medio de fibra óptica a 8.448 Mbps y quince conmutadores digitales secundarios enlazados a ellos a 2.048 Mbps, que en conjunto cubren toda el área de C.U.; se cuenta además con una red de microondas y enlaces de P.C.M. contratados a Telmex que permiten la conexión de las ENEP, FES y DGSCAc al sistema, así como un enlace satelital para comunicar diversas dependencias de la Universidad que se encuentran en el interior de la república.

El diseño del nuevo sistema no se conformó con resolver el problema a corto plazo, fue más allá al tomar en cuenta futuras expansiones (debidas al crecimiento de la Universidad) y la tendencia actual de integrar los servicios de transmisión de voz, datos y en un futuro próximo imagen, en una misma red. El sistema telefónico digital de C.U. puede manejar hasta 13000 extensiones y cuenta con 2400 troncales digitales de enlace con Telmex.

Como se mencionó anteriormente, algunas de las causas que durante años afectaron el desempeño de la red telefónica

de C.U. fueron debidas al cable empleado. Esto puede contener 50, 100, 200 ó 600 pares telefónicos, dependiendo de la cantidad de servicios brindados a cada dependencia; en muchos de estos cables los pares están aislados entre sí por medio de papel y envueltos todos ellos en tela con talco como absorbente de humedad; a veces están contenidos en un forro de plomo sellado y con aire inyectado para mantener en su interior una presión constante, pero es más frecuente encontrarlos protegidos por PVC. Estos forros pueden ser dañados por las ratas, lo que facilita la aparición de interferencias electromagnéticas (EMI) y filtraciones de agua que pueden llegar a producir cambios de impedancias en los hilos de los pares, y por lo tanto falsos contactos, e incluso cortocircuitos. La longitud y el diámetro de estos cables representan también inconvenientes: cuando han llegado al final de su vida útil su retiro es difícil y costoso. Si se opta por abandonarlos en los ductos subterráneos, pueden entorpecer el tendido de nuevos cables.

El proyecto aquí propuesto representa una solución viable a la problemática descrita. El multiplexaje de canales telefónicos permite transportar varias conversaciones por un solo medio (p. ej. fibra óptica, cable coaxial, etc.), lo cual ahorra espacio en las ducterías y reduce costos en el tendido del cable. La inmunidad de la fibra óptica a EMI y a la humedad asegura una alta calidad en los enlaces; y por no ser conductora eléctrica permite conectar puntos con diversos potenciales eléctricos sin riesgo. Los rayos, frecuentes en Ciudad Universitaria, no representan peligro alguno para este medio. El gran ancho de banda que ofrece permite enfrentar expansiones en el futuro y nuevas tecnologías que vayan apareciendo. En la búsqueda de la mayor compatibilidad con otros equipos, el diseño de este proyecto se ha basado en las recomendaciones de la C.C.I.T.T., mismas que serán explicadas brevemente en el siguiente capítulo, pues a lo largo de este texto recurriremos frecuentemente a lo que en ellas se expone.

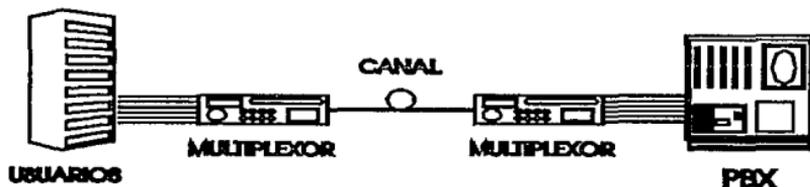


Figura 1

Idea básica del multiplexor de canales telefónicos

# CAPITULO II

RECOMENDACIONES DE LA C.C.I.T.T.

CONCEPTOS BÁSICOS

## RECOMENDACIONES DE LA C.C.I.T.T.

La C.C.I.T.T. define en su recomendación G.732 el multiplexaje de canales PCM primarios transmitidos a 2.048 Mbps. Este proceso se refiere al muestreo de treinta y dos canales de ocho bits de 64 Kbps cada uno. Como resultado se obtiene un canal E1 o trama, en el que los canales de voz son numerados del 0 al 31. Multitrama E1 se refiere al conjunto de dieciséis tramas E1 consecutivas.

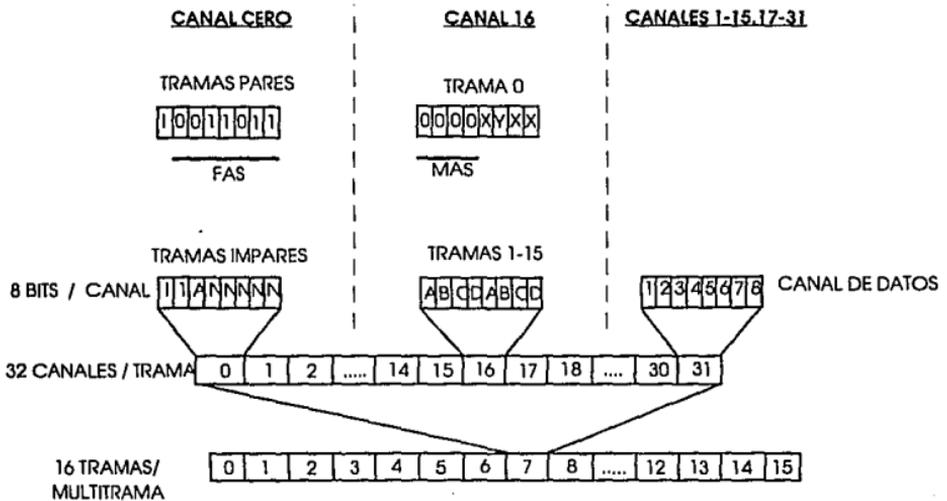


figura 2

Estructuras básicas de la recomendación G.732 de la C.C.I.T.T.

El canal cero y el dieciséis son los de sincronía (alineación de trama y multitrama) y señalización (reporte de status y petición para realizar una acción determinada) respectivamente. Los canales restantes son los de voz y están numerados del uno al treinta.

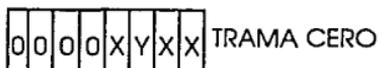
El canal cero contiene cada dos tramas (una sí, una no) la Señal de Alineación de Trama (FAS): 10011011

Esta palabra es de siete bits y ocupa las posiciones 2 a 8 de ese canal; el bit de la posición 1 (MSB) está reservado para usos futuros y temporalmente está definido como "1".

Aquellas tramas que no portan la FAS, llevan en su canal cero la palabra: 11A11111

En esta, el bit A representa una alarma destinada al equipo remoto.

El canal dieciséis es el canal común utilizado para la señalización de los demás canales y el enlace en sí, para lo cual se apoya en el concepto de multitrama. Para la transmisión de la señalización, los cuatro bits más significativos (MSB) del canal dieciséis están destinados a transportar las banderas de status de los primeros quince canales de voz, a partir de la trama uno y en forma consecutiva, a la vez que los otros cuatro (LSB) portan las señalizaciones de los otros quince canales, también a partir de la trama uno y en forma consecutiva. En ambas mitades del canal dieciséis se llevan además señales de sincronía o de alarma en la trama cero: los MSB llevan la Señal de Alineación de Multitrama (MAS): 0000, a la vez que los LSB llevan la palabra: 1Y11, en donde Y vale uno si hay pérdida de multitrama.

**CANAL DIECISEIS**

N: CANALES DE VOZ 1-15

M: CANALES DE VOZ 16-30

figura 3

Señales portadas por el canal dieciséis

Las señales de sincronía permiten a las dos secciones del enlace (local y remota) saber que ambas están trabajando a la misma velocidad y con el mismo defasamiento, y que una está lista para entender lo que la otra le envía.

Si cualquiera de los extremos comunicados nota la ausencia de estas señales, entonces generará una alarma de falla en el enlace y tratará ininterrumpidamente de restablecer la comunicación normal.

## CAPITULO III

INTRODUCCIÓN AL MULTIPLEXOR DE  
CANALES TELEFÓNICOS

DIAGRAMA DE BLOQUES

## INTRODUCCIÓN AL MULTIPLEXOR DE CANALES TELEFÓNICOS

Para alcanzar el objetivo de este proyecto, el mejoramiento de la conexión de los diversos edificios del campus universitario con la mayor inmunidad posible al medio, se usará el equipo diseñado, de la siguiente forma:

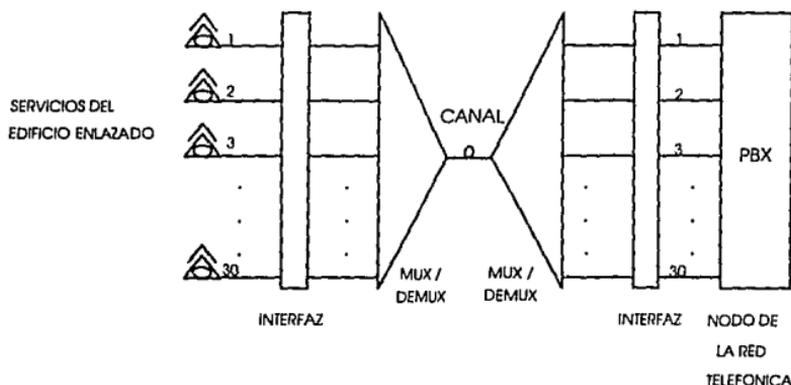


Figura 3

Objetivo del multiplexor de canales telefónicos

Las señales procedentes de los treinta teléfonos acopladas por medio de la interfaz, son muestreadas secuencialmente por el multiplexor y su complemento en el otro extremo, de forma que su operación sea transparente a los usuarios. La interfaz con el PBX es distinta a la de interconexión con los teléfonos, pues ambas manejan distintas señales,

El proceso completo de multiplexaje descansa en gran parte en los bloques de manejo y monitoreo de la sincronía y los de las interfaces de conversión. Los primeros porque hacen posible que los equipos local y remoto sepan cuando su contraparte les está enviando la señalización referente al enlace o los canales de voz (y en este caso deberán de saber

con cual de los treinta canales están trabajando), y los segundos porque permiten que señales analógicas (por ejemplo, todas las telefónicas) puedan ser manipuladas por elementos digitales, y viceversa. De hecho, una parte importante de este proyecto está dedicada a la conversión y acondicionamiento de las señales de forma que puedan ser manejadas apropiadamente por las subsiguientes etapas. El diagrama de bloques que se presenta muestra de forma general todos los procesos realizados. Nótese la importancia de las interfaces.

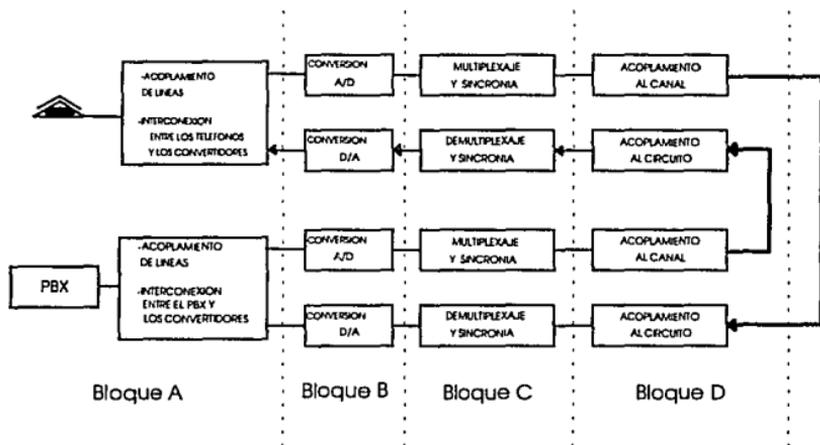


DIAGRAMA UNO

En el bloque A se manipulan las señales procedentes de los teléfonos, o del PBX, y de los convertidores analógico/digital (DAC's) para que puedan ser utilizadas totalmente por sus destinatarios. Aquí se separa el canal bidireccional en los dos canales unidireccionales de transmisión y recepción (o estos se fusionan en aquél, según se vea). En consecuencia, los bloques subsiguientes están formados por una sección de transmisión (en la que la señal va) y una de recepción (la señal viene).

El bloque B se encarga de las conversiones de las señales: de analógica a digital en la sección de transmisión y de digital a analógica en la sección de recepción.

El multiplexaje (en la transmisión) y el demultiplexaje (en la recepción) se realizan en el bloque C, en donde también se maneja y cuida la sincronía entre los equipos local y remoto.

Para poder mandar la información de los circuitos digitales al medio de transmisión y viceversa, sin pérdida alguna, es necesario el acoplamiento de impedancias. Este se realiza en el bloque D a través de line drivers, transformadores y redes pasivas.

## Descripción de los bloques del proyecto

### Bloque A

Del correcto funcionamiento de los bloques A depende que dispositivos tan diferentes entre sí como lo son los convertidores y los teléfonos o el PBX, puedan intercambiar sus señales de control, manteniendo transparente el funcionamiento del multiplexor frente al usuario.

La operación de estos bloques sólo puede ser explicada en base a la forma en que trabaja el enlace PBX-teléfono, pues simulándola es posible la inserción del multiplexor en él.

### Funcionamiento de un conmutador

La impedancia de cualquier teléfono en sus terminales al estar colgado es casi infinita y el voltaje que mantiene el conmutador en ellas es aproximadamente de 48 Vdc; al ser descolgado, la impedancia que presenta es en realidad la de su transformador de acoplamiento, aproximadamente 600 ohms, haciendo que la diferencia entre terminales caiga cerca de los 6 Vdc. Presentando entonces ese transformador y una red pasiva de balanceo al PBX, logramos que este vea la línea como ocupada o que dé tono para marcación. Este es un punto crucial en el desarrollo de esta tesis.

---

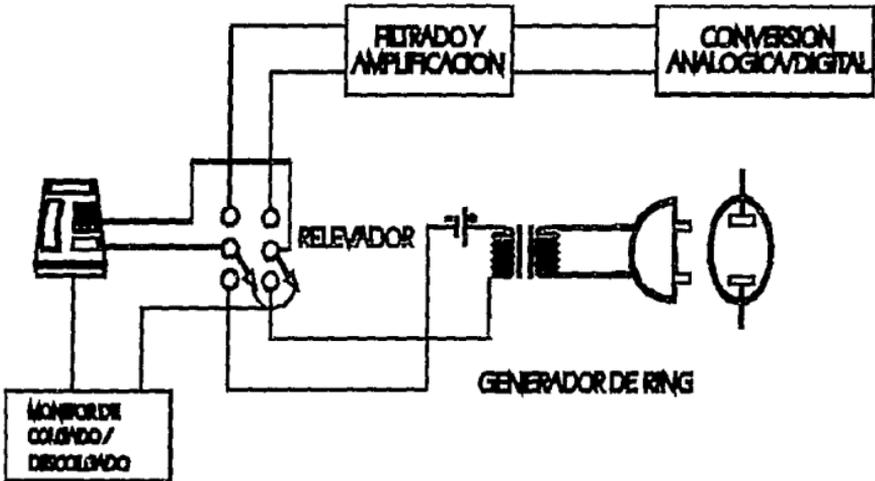
Del conmutador también proviene la señal de ring, un voltaje de 90 Vrms, montado en un nivel de -48 Vdc y una frecuencia de 20 Hz, presentándose un segundo y manteniéndose apagada cada dos. Para que pueda ser transmitida al extremo receptor a través de los circuitos digitales del proyecto se hace pasar por un puente de diodos y un circuito RC que la rectifica y la atenúa, teniendo a la salida un nivel de 5 Vdc de amplitud; con este nivel se enciende, por medio de un arreglo de lógica combinatorial, la bandera de ring en el canal común de señalización en la trama que porta la información del canal de voz en cuestión.

Al ser demultiplexada la trama en el extremo receptor, las banderas de señalización son llevadas a los circuitos que las interpretarán y en consecuencia ejecutarán las acciones asociadas con estas. En el caso concreto de la señal de ring, el bit de la bandera recibida (uno en presencia de ring) es entregada al generador de ring. Este está formado por un transformador cuyo embobinado primario está permanentemente conectado a la línea de 127 Vrms, y su secundario está en serie con una fuente de 48 Vdc. Este arreglo se utiliza para sumar un nivel de directa a un voltaje de alterna y simular así el funcionamiento estándar del ring de una línea telefónica.

Al estar la bandera de ring apagada un relevador conecta los terminales del teléfono a una fuente de 48 Vdc; pero al pasar al estado lógico activo el relevador cambia la conexión al embobinado secundario del generador de ring. Se tiene entonces un relevador de dos polos/dos tiros por cada teléfono atendido. Conocido el número de trama con la que se está trabajando, se sabe a que canales de voz corresponde la señalización recibida. Si es el caso, se conecta el relevador correspondiente al generador de ring.

Toda línea telefónica que no esté en uso se encuentra conectada a su circuito receptor de ring, como medida de protección. Cuando una llamada es contestada, la línea es entonces entregada al siguiente bloque.

Una vez establecida la comunicación entre dos usuarios (es decir, la señal de ring ya ha sido detectada, codificada, transmitida y regenerada en el otro extremo, y el nivel de voltaje en la línea ha pasado a 6 Vdc) un relevador en el extremo de atención a usuarios desconecta el circuito de manejo de ring y conecta la interfaz multiplexor-teléfono con los circuitos de acondicionamiento para la conversión analógica/digital (figura 4). En el otro extremo, la interfaz multiplexor-PBX está lista para la conversión digital/analógica.



Relevador de conexión en el extremo de atención a usuarios

Figura 4

En los bloques A se realiza la separación de los canales de transmisión y recepción para que puedan ser manejados por los semiconductores de los siguientes bloques. Para ello se emplea un transformador con un devanado primario y dos devanados secundarios con derivación común. Estas bobinas secundarias son iguales entre sí, de forma que sus campos magnéticos tienen la misma magnitud, pero no el mismo sentido, evitando así la retroalimentación en el devanado de transmisión causada por el de recepción. Estos transformadores van acompañados por una red pasiva de balanceo de cargas, que funcionalmente es igual de importante, pues acopla las impedancias de los embobinados y del teléfono, o del PBX.

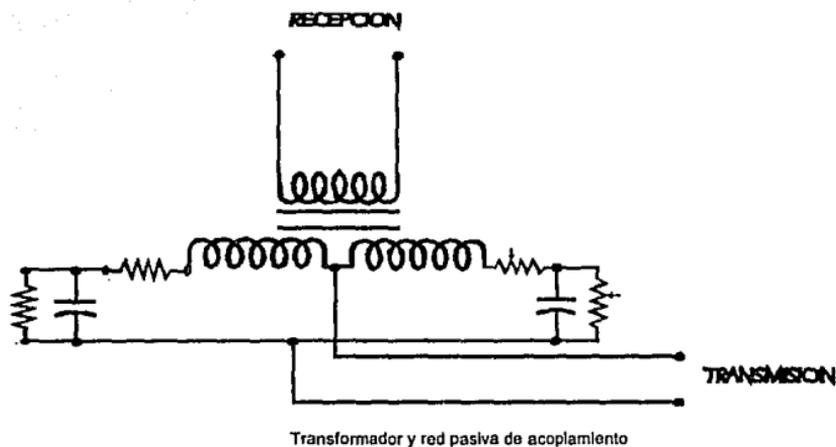


figura 5

Obsérvese que los bloques A son los únicos en el proyecto que no están formados por secciones de transmisión y recepción, ya que en ellos se realiza la conversión de 2 a 4 hilos, y viceversa.

## Bloque B

Este bloque comprende las etapas de conversión de las señales, amplificación y filtrado, ya sea de señales a transmitir o recibidas, dependiendo del tipo de sección: transmisión o recepción.

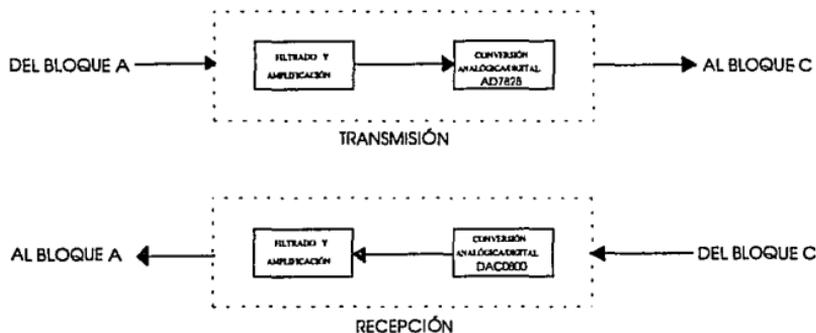


Diagrama bloque B

fig 6

En la sección de transmisión se filtra y amplifica la señal entregada por la red de balanceo a través de un opam TL072, en el que además se le agrega un nivel de +2.5 Vdc con el que se evita que sus picos negativos sean recortados por el convertidor analógico-digital.

## Etapa de conversión analógico-digital.

La conversión a formato digital de las señales de voz es llevada a cabo por el convertidor AD7828 de Analog Devices. Este es un convertidor/multiplexor de 8 bits de resolución y 8 canales de entrada; su tiempo de conversión es de 2.5 microsegundos y mediante sus circuitos internos de muestreo y retén puede convertir consecutivamente ocho señales de hasta 10 KHz de ancho de banda cada una.

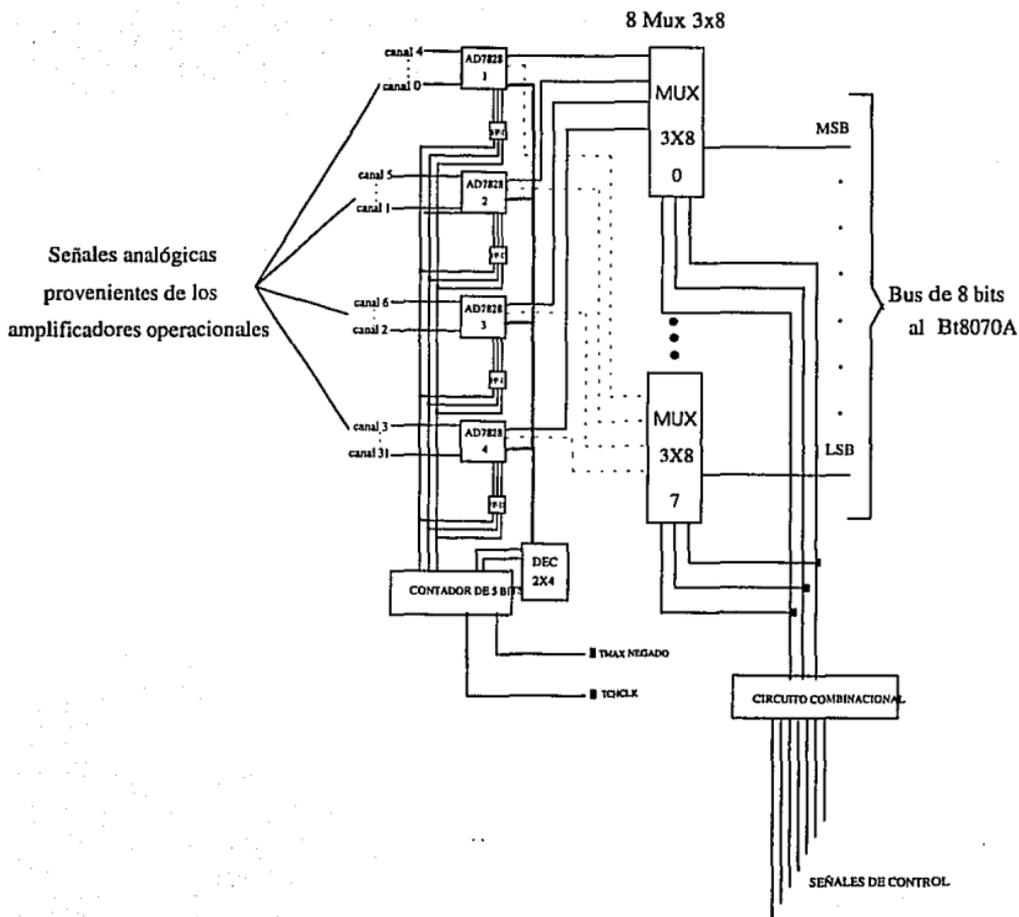
La técnica de conversión utilizada por el AD7828 es half-flash: un convertidor flash de 4 bits formado por quince comparadores y una referencia resistiva tipo escalera produce los cuatro bits más significativos, los cuales son presentados en las salidas DB4 a DB7, al mismo tiempo que son usados por un DAC interno para recrear una aproximación analógica de la entrada. La señal resultante es sustraída de la entrada y la diferencia es entonces convertida por otro ADC para producir los cuatro bits menos significativos.

El AD7828 opera en uno de dos posibles modos: modo 0 en el cual, una vez terminada la conversión se tienen disponibles los datos y modo 1 en el cual el ADC entrega los datos un ciclo de conversión después de aquel que los dio origen; este modo es usado para escribir los datos en dispositivos de acceso lento, tales como memorias RAM. En nuestro caso, el convertidor trabaja en el modo 0, pues los tiempos con los que trabaja el proyecto deben ser lo más pequeños posibles. Se muestrean los 8 canales a 8KHz (primera etapa del multiplexaje o premultiplexaje), con la frecuencia de conversión a 64 KHz y aprovechando su señal de salida interrupt (INT) que indica el fin de cada conversión y la disponibilidad de los datos en su bus respectivo. Otra de las ventajas de este circuito es que requiere una sola fuente de alimentación para su funcionamiento.

En el proceso de cuantización de la señal analógica, las referencias utilizadas por el convertidor están constantemente espaciadas entre sí, es decir, sin compansión.

## Etapa de sincronía

El convertidor AD7828 requiere de una señal de reloj que le indique cada cuando comenzar una conversión; el circuito encargado de generar esta y todas las señales requeridas para el multiplexaje de los treinta canales analógicos es llamado Circuito de Sincronía Local. El circuito de sincronía local está formado por un contador binario de cinco bits (de 0 a 31), cuatro flip-flop's D, ocho multiplexores 3x8, un decodificador discreto 2x4 y un arreglo combinacional de siete entradas y tres salidas. (v. figura 7). El contador trabaja con una señal de reloj de 256KHz (TCHCLK) proveniente del transceiver B18070A, estando sus dos bits menos significativos conectados a las entradas de selección del decodificador discreto; dependiendo de la combinación de estos el decodificador habilita una de sus cuatro salidas manteniéndola en estado bajo (cero lógico), a la vez que las otras se encuentran en estado alto (uno lógico). Estas salidas son conectadas a las patas Chip Select y Read de los convertidores AD7828, en una relación uno a uno, para indicarles cuando comenzar una conversión, en el canal correspondiente. En vista de que cada AD7828 realiza una conversión en 2.5 microsegundos, estos son disparados secuencialmente cada 3.90625 microsegundos, asegurando así que cuenten con un poco más del tiempo mínimo de conversión; esta forma de hacer trabajar los convertidores, alternándolos para las conversiones, les da un tiempo total de 15.61 microsegundos para pasar entre canales consecutivos. Conforme a lo anterior, se diseñó la Tabla 1 de asignación de canales para los ADC. Obsérvese que los canales de sincronía y señalización son manejados por el ADC 1.



Circuito de sincronía local (transmisión)

fig. 7

Los tres bits restantes del contador representan la dirección que define al ADC que canal analógico de entrada deberá de leer para su conversión. Estas direcciones se hacen pasar primero por flip-flops D que las retendrán el tiempo necesario para que no se pierda la sincronía. Las ocho salidas digitales de los cuatro AD7828 son conectadas a las entradas de los multiplexores 3x8 de acuerdo al siguiente arreglo: todos los bits del primer convertidor AD ocupan las entradas #1 de los multiplexores, los ocho bits del segundo convertidor AD son conectados a las entradas #2 de los multiplexores; etc. Los cuatro canales restantes de los multiplexores reciben los bits provenientes de las señales FAS para tramas pares e impares, la señal MAS y los cuatro bits de las banderas del canal de señalización. De esta forma se conforma el bus directamente, sin necesidad de buffers tri-state que regulen el acceso al mismo. Se presenta como ejemplo ilustrativo la asignación de las entradas del multiplexor 1 en la Tabla 2:

Asignación de canales de los ADC

tabla 1

ADC	CANAL ANALOGICO	NUMERO DE CANAL
1	1	4
1	2	8
1	3	12
1	4	16 señalizacion
1	5	20
1	6	24
1	7	28
1	8	0 sincronía
2	1	5
2	2	9

continuación de la tabla de asignación de canales

ADC	CANAL ANALOGICO	NUMERO DE CANAL
2	3	13
2	4	17
2	5	21
2	6	25
2	7	29
2	8	1
3	1	6
3	2	10
3	3	14
3	4	18
3	5	22
3	6	26
3	7	30
3	8	2
4	1	3
4	2	7
4	3	11
4	4	15
4	5	19
4	6	23
4	7	27
4	8	31

## Asignación de los canales de entrada al multiplexor 1

tabla 2

Canal de entrada	Señal a manejar
1	ADC 2 MSB
2	ADC 3 MSB
3	ADC 4 MSB
4	ADC 1 MSB
5	FAS impar MSB
6	FAS par MSB
7	señalización
8	MAS MSB

Además de TCHCLK, el contador de cinco bits trabaja con TMAX, otra señal proveniente del B18070. Esta consiste en un pulso que se presenta al inicio de cada multitrama y que se utiliza para resetear el contador, asegurando así que realmente comience su cuenta en ceros al inicio de aquella.

## Conversión digital-analógica

Los convertidores digital/análogo utilizados para la conversión de la señal proveniente del canal de 2.048 Mbps son los DAC0800 de National Semiconductors.

El DAC0800 es un circuito de 8 bits de entrada y un tiempo de conversión típico de 100 nanosegundos. Su funcionamiento interno se basa en pares diferenciales y en fuentes de corriente, y no requiere de reloj alguno pues las conversiones se realizan conforme son recibidos los bits. De acuerdo a las necesidades del proyecto, el DAC0800 trabaja con una polarización de  $\pm 12$  Vdc y resistencias de pull-up entre sus salidas y el bus de 5 Vdc; de esta forma, su salida se encuentra entre  $\pm 5$  Vdc y sin componente de corriente directa.

La salida de este convertidor es una reconstrucción de la señal analógica original y es por lo tanto, de menor calidad. Se puede observar que está conformada por pulsos de diversas magnitudes y de duración constante. Cuando la señal original tiene un período grande, la señal reconstruida es una buena aproximación de aquella; pero al disminuir éste, su relación con la duración de los pulsos discretos decrece, por lo que estos llegan a traslaparse entre sí haciendo que la recuperación de la señal sea difícil.

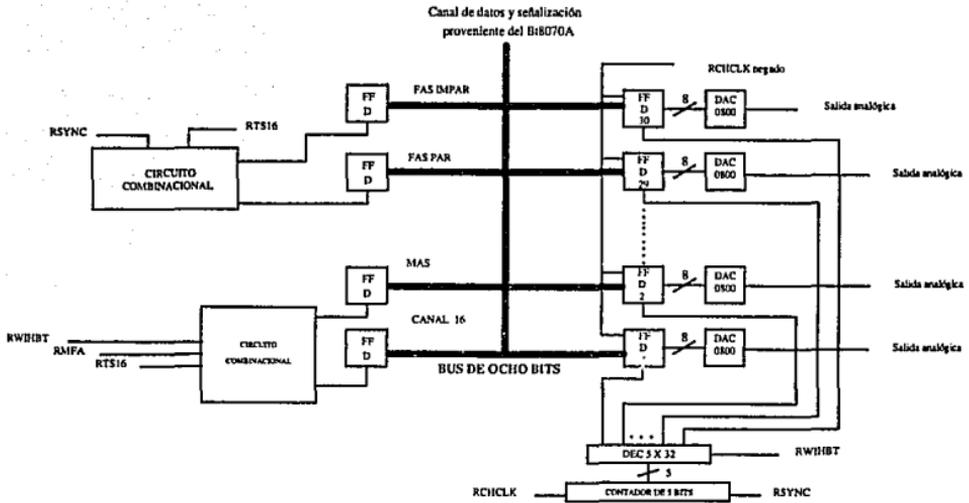
Una posible solución consiste en agregar un capacitor a la salida del convertidor para suavizar los cambios entre los niveles de sus pulsos, pero debido al arreglo de resistencias de pull-up en sus salidas, estas se comportan como un filtro pasobajas de primer orden con frecuencia de corte cerca de los 3 KHz. La mejor solución es entregar la salida a un filtro pasobanda activo que elimine las armónicas de la frecuencia fundamental y reducir así lo cuadrado de la señal de salida. Dicho filtro fue diseñado con un ancho de banda de 300 Hz a 3 KHz, con frecuencia central en 2 KHz, y construido con un amplificador operacional, en el cual la señal es ligeramente amplificaa.

## Etapa de sincronía (recepción)

En la sección de recepción, a diferencia de la de transmisión, no hay premultiplexaje. Los canales extraídos de la trama E1, son entregados a sus DAC's respectivos; la razón es muy simple: hay tantos convertidores como canales de voz, lo que significa que sólo podrán ser usados en una sola ranura de tiempo de todas las existentes en la trama.

Para asegurar que los ocho bits de cada canal sean convertidos al mismo tiempo, se hacen pasar primero por flip-flop's D controlados por señales provenientes de la parte de sincronía de este bloque.

La sección de recepción cuenta también con un circuito de sincronía local, el cual es definitivamente más sencillo que su contraparte transmisora, debido a la relación uno a uno entre DAC's y canales de voz. Para la coordinación entre los diversos componentes de la recepción, el circuito de sincronía local recibe del BT8070A varias señales de temporización. Con ellas se manejan, además del acceso a los DAC's, la transmisión de la señal de ring a los canales llamados, la detección de las señales de FAS y MAS, así como la generación de alarmas en caso de falla



NOTA:

Las siguientes señales son generadas por el B18070A:

RW18HT      RTS16      RCICLK      RSYNC      RS16

Circuito de sincronía local (recepción)

fig 8.

## Bloque C

En este bloque se genera el tren de datos de 2.048 Mbps, en la sección de transmisión, o se descompone en los treintaídos canales de voz en la sección de recepción.

### Sección de transmisión.

Esta sección está tan íntimamente ligada al circuito de sincronía local del bloque B y al funcionamiento de los AD7828, que es casi imposible hacer una diferenciación tajante de sus funciones. Siendo estrictos, el proceso de multiplexaje se realiza en ambos bloques. El B entrega, a través de los multiplexores 3x8, ocho trenes de datos, resultado de la operación de los cuatro AD7828 sobre los treintaídos canales de voz. Su conversión de paralelo a serie, o multiplexaje, la realiza el bloque C.

Las salidas de los ADC son conectadas a las entradas del transceiver BI8070A. Este, además de convertir dichas entradas paralelas a una sola salida serial, genera diversas señales de reloj (TCHCLK y TMAX entre otras) que son usadas algunas para el manejo de la sincronía entre los bloques de los extremos y otras para la sincronía entre los extremos del enlace.

### Sección de recepción

Aquí se extraen de la trama E1 los treintaídos canales para que sean manejados por los bloques correspondientes: el canal de sincronía es empleado por este mismo bloque; la bandera del ring, portada por el canal de señalización, es entregada directamente al bloque A y los canales de voz son llevados a sus DAC's respectivos.

## Bloque D

Para que el tren de datos pueda ser transmitido sin problema alguno se deben acoplar, en el lado de la transmisión, la impedancia de entrada del medio de transmisión y la de salida del bloque C, y en el lado de recepción, la impedancia de salida del canal y la de entrada al bloque C. En este bloque además, la señal se iguala de acuerdo a la impedancia del medio a emplear y se codifica en formato HDB-3.

El bloque D se compone físicamente de la Unidad de Interfaz de Línea, BI8069B, dos transformadores y una red pasiva de acoplamiento. En la sección de transmisión las salidas del bloque C (concretamente del BI8070A) son entregadas directamente al BI8069B. En él se igualan los datos para ser transmitidos a través de canales de 75 ó 120 Ohms (sólo para E1) y a través del transformador correspondiente son acoplados magnéticamente a la línea y codificados en HDB-3. La red pasiva compensa la respuesta en frecuencia del transformador. En la sección de recepción el transformador entrega en dos hilos al BI8069B los datos en formato unipolar alternado. Este los conforma para que puedan ser manejados por el BI8070A del bloque C.

# CAPITULO IV

UNIDAD DE INTERFAZ DE LÍNEA

TRANSCEIVER PARA LÍNEAS PCM

Broktree Co., de San Diego, Ca. ofrece una de las líneas de circuitos digitales para aplicaciones de T1, E1 e ISDN más completas del mercado. Entre los productos que ofrece para aplicaciones E1 se encuentran la Unidad de Interfaz de Línea B18069B y el transceiver para PCM/CEPT B18070A. Juntos, se encargan del acoplamiento y la equalización de la línea de transmisión, la generación y manejo de señales de alarmas, codificación de la trama de datos en formato HDB-3 y la sincronización entre los extremos del enlace. Contienen en un solo circuito integrado de tecnología CMOS secciones de transmisión y recepción y están diseñados para conectarse directamente entre sí, sin necesidad de componente externo alguno.

Estos circuitos empleados representan un punto importante en este proyecto pues significan un ahorro en el número de circuitos discretos utilizados, simplifican la tarea del diseñador al congregar varias tareas en un solo circuito integrado y elevan la eficiencia del conjunto eliminando corrimientos de fase en los procesos que realizan y generando señales de reloj altamente confiables.

Sin embargo no se puede decir que el diseño del multiplexor de canales telefónicos gire alrededor de estos circuitos. Ello sería restarle importancia a los bloques de interfaz analógica y a los circuitos de sincronía local, cuyo diseño requirió de mayor esfuerzo y cuya trascendencia es innegable.

Sin embargo, considerando que la operación del B18069B y el B18070A es compleja y en base a ella se realizaron diversas funciones, se presenta a continuación una breve explicación de su funcionamiento. En ella solamente se hace referencia a los modos de operación empleados (estándar C.C.I.T.T.)

## Transceiver B18070A

El transceiver para PCM/CEPT B18070A contiene la circuitería necesaria para manejar en sus secciones de transmisión y recepción, la sincronización, el monitoreo de canales y la extracción de la señalización empleada en el enlace. La configuración del B18070A define el modo en que este opera (dos posibles para E1) y el tipo de comunicación a través de su interfaz con los canales PCM (serie o paralelo). Nuestro proyecto trabaja con el estándar CEPT/E1 de una multitrama dividida en dieciséis tramas, formadas a su vez por treinta y dos canales de 64 Kbps cada uno.

Las salidas de los ocho multiplexores 3x8, en el extremo transmisor, son convertidos por el B18070A a formato unipolar

---

NRZ en una línea serial, el cual a su vez los entrega directamente al B18069B para su igualación. En el otro extremo los datos recibidos son entregados por la Unidad de Interfaz de Línea (LIU) en formato serial UNRZ y convertidos a paralelo por el transceiver. Este a su vez los presenta a los convertidores digital-analógico (DAC'S), a través de los flip-flops D (v. diagramas 7 y 8).

La sincronía entre el transceiver y la LIU es fundamental, por lo que ambos cuentan con una sección especial encargada de generar y recibir señales de reloj con las que se regirá el flujo de los datos entre ellos; en adición, el B18070A puede manejar otros circuitos externos a él, tales como relojes para contadores y decodificadores, multiplexores, generadores de banderas para el canal 16, etc., a través de diversos pulsos que el mismo genera. Dichas señales de sincronía son listadas a continuación.

### Sección de transmisión

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
TCLK	Reloj maestro. $f = 2.048$ Mbps
TCHCLK	Reloj de canal. $f = 256$ kbps
TCHSYNC	Señal de canal 0. Su estado es alto durante la presencia de dicho canal
TTS16	Señal de canal 16. Su estado es alto durante la presencia de dicho canal
TMAX	Señal de multitrama. Su estado en alto indica el comienzo de una multitrama
TMFA	Señal de MAS. Su estado alto indica la presencia de la trama 0, portadora de la señal MAS

## Sección de recepción

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
RCLK	Reloj maestro. $f = 2.048$ Mbps
RCHCLK	Reloj de canal. $f = 256$ kbps
RCHSYNC	Señal de canal 0. Su estado es alto durante la presencia de dicho canal
RTS16	Señal de canal 16. Su estado es alto durante la presencia de dicho canal
RSYNC	Señal de multitrama. Su estado es alto durante el primer bit de una multitrama
RMFA	Señal de MAS. Su estado alto indica la apresencia de la trama 0, proladora de la señal MAS
RWIHBT	Reloj de escritura. Su perfodo es igual a ocho tiempos de bit

La transferencia de los datos entre el transceiver y la LIU se realiza sincronizándose con los relojes TCLK y RCLK. En la sección de transmisión, el reloj de cinco bits que maneja los ADC's, es disparado en cada flanco positivo de TCHCLK negado y llevado a ceros por el pulso TMAX, también negado. Los multiplexores 3x8 son controlados por el circuito de sincronía a local cuyas entradas son las señales TMFA, TCHSYNC y TTS16, así como los bits b0 y b1 del contador y el pulso A4 del decodificador discreto.

En la recepción RCHCLK negada carga los datos en los FF-D; las señales RSYNC, RMFA, RCHSYNC Y RTS16 negadas, así como RWIHBT sin negar, son utilizadas para la correcta canalización de las señales MAS o FAS (para trama par o impar).

## Monitoreo y mantenimiento

El B18070A cuenta con la lógica necesaria para la codificación de los datos a HDB-3. Este código eleva la confiabilidad de la transmisión al mezclar los datos y la señal de reloj en un solo tren de bits (trama E1) lo que dificulta la pérdida de sincronía entre los extremos del enlace. El status del enlace entre dos B18070A es reportado por medio de sus pines de alarmas. Gracias a estas es posible detectar la pérdida de la señal de sincronía en la trama o en la multitrama presentes, ya sea en el extremo local o remoto, o si se ha presentado algún error en ellas. Los leds colocados en los pines de dichas alarmas permiten monitorear rápidamente la operación del transceiver y facilitan la intervención del personal, si esta llegara a necesitarse. Para conocer el status de la operación del B18070A y el del enlace, es posible insertar códigos predefinidos en la línea de transmisión o de recepción, o hacer conexiones internas entre las salidas y las entradas, formando así loops para pruebas. TIDLE y RIDLE permiten insertar en la transmisión o recepción de cualquier canal el código de canal desocupado (01010100). RMW inserta en cualquier canal un patrón repetitivo de ocho bytes que, una vez convertido a formato analógico, representa una señal de 1 KHz con una potencia de 1 mW.

## Transceiver B18069B

La Unidad de Interfaz de Línea B18069B permite conectar el canal de comunicación de un sistema PCM con el transceiver para PCM/CEPT B18070A. El B18069B presenta las siguientes características: permite la transmisión por cuatro hilos de señales de vídeo, voz o imagen; extracción de temporización para efectos de sincronía entre los equipos local y remoto; igualación de línea para compensar la impedancia de carga de la misma (75 ó 120 Ohms); detección de violaciones bipolares cuando se utilizan codificaciones AMI o HDB-3; manejo de las fluctuaciones de fase (jitter) que se presenten durante la transmisión, y generación y detección de alarmas AIS (alarma azul). Además, cumple con las recomendaciones G.703 y G.823 de la C.C.I.T.T.

Contiene en un solo circuito integrado secciones independientes de transmisión y recepción. Por su alta integración requiere de pocos elementos externos: un cristal de 8.192 MHz, los dos transformadores de acoplamiento mencionados en la descripción del bloque A, dos filtros pasivos que eliminan los posibles rizados en sus fuentes de alimentación y un decodificador 2x4 que muestra a través de leds el status del enlace.

## Sección de transmisión

En la sección de transmisión los datos provenientes del BI8070A (bloque C), en formato unipolar son muestreados en el flanco negativo de TCLK (el reloj maestro del BI8069B). Una vez codificados en formato bipolar, se hacen pasar a través de un buffer de almacenamiento elástico de ocho bits, con lo que se evitan defasamientos (jitter y wander) de hasta seis unidades de intervalo (UI). Los datos son llevados entonces al ecualizador de línea para su conformación y condicionamiento, y de ahí son entregados a un manejador de línea (line driver) para su transmisión.

## Sección de recepción

Los datos bipolares recibidos son convertidos a señales unipolares y la señal de reloj que portan (Received Clock, [RCLK]) es extraída por el PLL 1. Sus pulsos de salida son conformados por el PLL 2 que además genera el reloj TCLK en base a esa salida. Los dos PLL son a su vez manejados por un controlador de tiempo y de lazos de tests y un seguidor-discriminador de frecuencias. El único elemento externo que esta sección requiere es el cristal de 8.192 MHz. Con el objetivo de evitar la pérdida de los datos debido al jitter los datos recibidos pasan por un buffer de almacenamiento elástico de 44 bits. Los datos recibidos son escritos en el buffer elástico por RCLK y leídos de este por TCLK. Si el buffer está deshabilitado, el reloj extraído por el PLL 1 es la base de RCLK, cuya fase no es la misma que la de TCLK.

## Modos de operación

El BI8069B puede operar en uno de dos modos: maestro o esclavo, debiendo haber uno de cada uno de ellos en cualquier enlace. Dependiendo de que se use o no referencia externa, se darán distintas relaciones entre las señales de temporización.

Para el diagnóstico de su funcionamiento y del comportamiento del enlace, el BI8069B puede entrar en lazo (loop) remoto o local.

## Reporte de status

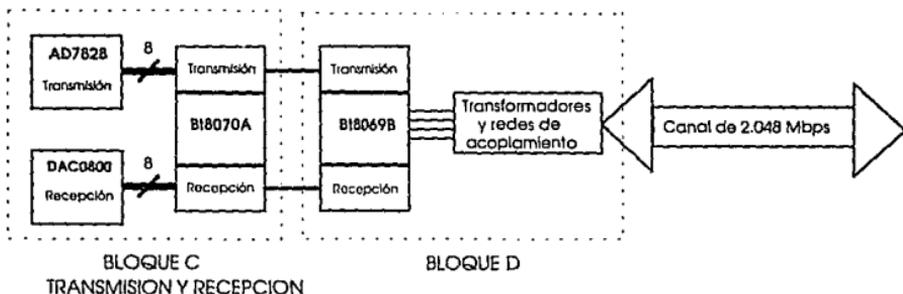
El BI8069B es capaz de detectar violaciones bipolares en el tren de datos recibidos. La ocurrencia de estas es reportada con un pulso alto en su pin de salida BPV.

El decodificador 2x4 conectado a las salidas ES0 y ES1 del BI8069B muestra en sus salidas los siguientes posibles status de operación:

ES0, ES1	STATUS	CAUSAS
00	Operación normal	
01	AIS detectada	2316 unos lógicos y un solo cero
10	Pérdida de señal	la señal de entrada ha estado abajo de 0.97 V durante 175 tiempos de bit
11	Límite del buffer elástico	

tabla 4

Como se ha visto, la importancia del BI8069B y del BI8070A reside esencialmente en congregar en un solo circuito integrado aquellas tareas relativas al enlace, que de otra forma tendrían que realizarse por medio de arreglos combinatoriales y secuenciales, analógicos y digitales, activos y pasivos.



Ubicación de los circuitos Broktree en el diseño final

figura 9

# CAPITULO V

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

---

## Conclusiones y comentarios

El explosivo avance de la tecnología en el área de las telecomunicaciones está haciendo que el concepto de la villa mundial se materialice día con día, por lo que se vuelve imprescindible diseñar equipos verdaderamente universales. De aquí la importancia que tienen las recomendaciones y los estándares internacionales para definir y regular los protocolos físicos y lógicos con los que operarán los dispositivos de los diversos fabricantes. Concientes de esta necesidad de interoperabilidad, en México nos hemos apegado a las recomendaciones de la C.C.I.T.T. para nuestras comunicaciones internas y allende la frontera.

Con miras a una interacción total entre los diversos equipos que se emplean en la U.N.A.M. el diseño del presente proyecto se ha basado totalmente en los estándares europeos para canales E1 y bajo el concepto de modularidad (asignación de tareas específicas a bloques operativos específicos), el cual permite realizar pruebas por etapas, detectar fácilmente cualquier falla y en caso de descompostura, reemplazar exclusivamente el módulo afectado.

Este multiplexor se distingue de los disponibles comercialmente por su interfaz telefónica: es el único que acepta directamente líneas telefónicas analógicas, sin necesidad de conversión previa alguna. Si se deseara trabajar con canales digitales, de hasta 64 kbps, bastaría con suprimir las etapas A y B.

Los objetivos propuestos al inicio de este trabajo han sido satisfechos completamente, de acuerdo a los parámetros de que constó la evaluación que le aplicamos. Revisemos estos puntos con mayor detalle.

### Alta calidad de transmisión

A lo largo de todo el desarrollo del proyecto se buscó siempre brindar el mejor servicio de transmisión, por lo que se colocaron capacitores electrolíticos y cerámicos en las fuentes para reducir al mínimo los rizados que pudieran tener los voltajes de alimentación. Se emplearon filtros pasivos y activos en las entradas de y salidas de los amplificadores, así como en las salidas de los DAC's. En la interfaz a cada teléfono se encuentra también un filtro pasivo.

En los extremos de recepción los pulsos son filtrados y regenerados antes de ser convertidos analógicamente.

---

Si se deseara mejorar la calidad de la transmisión se podrían considerar los siguientes puntos:

- a) aumentar la complejidad de los circuitos de acoplamiento empleados
- b) utilizar elementos de mejor respuesta y calidad
- c) modelando el comportamiento del circuito para localizar y eliminar capacitancias e inductancias parásitas.

### Confiabilidad

El empleo del código HDB-3 asegura en todo momento la sincronía entre los extremos comunicantes. Los PLL's internos de los transceivers BI8069B protegen la comunicación de cualquier defasamiento indeseado. Los diagramas de tiempos que definen el comportamiento de los diversos componentes y las señales que estos generan, fueron cuidadosamente estudiados e implementados, buscando siempre la mayor seguridad en el proceso de lectura de los datos. Para ello se definió primero el tiempo mínimo necesario de lectura, el cual se incrementaba entonces entre un 10% y un 20% como respaldo, siempre y cuando esto no resultara en traslapes de pulsos.

Algunas de las señales más críticas son anunciadas por pulsos redundantes, es decir, generados por el BT8070A y además por algún circuito secuencial.

El traslape de las conversaciones entre canales contiguos es imposible, pues los contadores internos de los transceivers BT8070A son de alta precisión y además son reseteados al inicio de cada trama, de forma que se elimina cualquier defasamiento acumulado que pudiera afectarlos.

### Operación sencilla

Para establecer la comunicación entre los dos extremos basta con verificar la correcta conexión de los cables coaxiales (la transmisión de un extremo con la recepción del otro y viceversa) y encender los equipos. No es necesario resetearlos para que se sincronicen pues cuentan con mecanismos que llevan automáticamente a los transceivers a sus estados iniciales.

Si la sincronía llegara a perderse durante la operación normal bastará con resetear los transceivers (el BI8070A y el BI8069B cuentan con resets independientes) y monitorear los cuatro led's de status del LIU.

El proyecto cuenta con push buttons que permiten hacer loops locales de pruebas e insertar en la recepción y transmisión del B1B069B patrones conocidos de datos.

### **Robustez y protección contra imponderables**

Para la cabal protección del proyecto se agregaron diversos componentes en las diferentes etapas:

en la interfaz hacia la línea telefónica se colocaron varistores que absorbieran los picos de voltaje que por ella pudieran llegar. Si la etapa de recepción del ring fallara, el voltaje sería absorbido por una resistencia de alta potencia, además, como cada línea telefónica requiere referencias independientes, se emplearon optoacopladores que permitieran la convivencia de las distintas referencias.

A las entradas de los amplificadores se encuentran diodos zener que regulan el voltaje de entrada y en las fuentes de alimentación hay fusibles rápidos que no permiten que el consumo de corriente llegue a un valor perjudicial para el proyecto.

### **Bajo costo de construcción y de mantenimiento**

Por su diseño el costo total del proyecto es hasta 5 veces menor que sus equivalentes comerciales. Si consideramos que el costo de cualquier prototipo siempre es más elevado que los subsecuentes equipos, la inversión en este proyecto se vuelve más atractiva.

El empleo de este multiplexor se traduce también en la disminución del costo de un enlace telefónico: el precio por metro de fibra óptica instalada es menor que el del cable multipar y la cantidad de horas-hombre empleadas para el remate de este en las regletas de distribución supera con creces a la requerida para conectorizar las fibras tendidas..

Por estar construido principalmente con tecnología TTL low Schottky y CMOS su consumo de potencia es bajo.

Los elementos mecánicos que en el proyecto se emplean se limitan a dos relevadores por cada extremo, lo que ocasiona que el costo de mantenimiento sea bajo. Los voltajes de polarización generados por las fuentes tienen variaciones de menos del 1% manteniendo así alta la vida útil de los componentes.

---

### Fácil incorporación a la red telefónica de C.U.

La aplicación de las recomendaciones de la C.C.I.T.T. en el diseño y construcción del multiplexor de canales telefónicos asegura la completa comunicación con otros equipos. Esta es una característica importante si se desea incorporar el proyecto a la red telefónica digital de la UNAM pues en ella se encuentran equipos de diferentes marcas: conmutadores y multiplexores NEC, modems ópticos y convertidores RAD, equipos de microondas Racon, NEC y Digital Network. Todos estos equipos se apegan a los estándares internacionales de comunicación para canales E1: plantillas de pulsos eléctricos, codificación HDB-3, señalización por canal común, impedancias de las líneas de comunicación, etc.

Por el momento la comunicación con los PBX es a través de sus salidas analógicas pero es posible que esta fuera totalmente digital evitando la conversión a formato analógico que realiza el PBX de las conversaciones para que estas sean comprensibles al usuario, lo cual es tema demasiado profundo para ser cubierto en este trabajo.

La inserción de este multiplexor en los actuales enlaces es sencilla: el extremo PBX-canal se conecta directamente a las líneas rematadas en el MDF y al medio. En el extremo canal-usuarios, se conecta al medio (teniendo en cuenta que la transmisión de un extremo es la recepción del otro y viceversa) y a los teléfonos cuyas líneas fueron conectados en el otro extremo.

# ADDENDUM

LINEAMIENTOS PARA LA

IMPLEMENTACION DEL

PROYECTO EN CIRCUITO IMPRESO

---

El presente addendum busca definir los lineamientos a seguir para construir el multiplexor de canales telefónicos en circuito Impreso. Para ello se retoma el concepto de modularidad aplicado en el diseño y se lleva a su límite: el circuito Impreso definitivo.

La construcción en bloques independientes, o tarjetas, busca:

- brindar la mayor flexibilidad posible al permitir al operador insertar o remover tantos servicios telefónicos como desee.
- facilitar la localización y corrección de las fallas, al crear diversos puntos de monitoreo dentro del circuito
- disminuir los costos de mantenimiento correctivo al ser solo una parte del circuito la que se sustituirá en caso de descompostura.

Los bloques que formarán al circuito son:

- tarjeta madre, que contendrá las fuentes de potencia, los circuitos de sincronía y conversión, así como aquellos relativos al extremo al que está conectado: servicios telefónicos o conmutador.
- tarjeta de extensiones, que contendrán los circuitos de acoplamiento, de amplificación y aquellos relativos al extremo correspondiente: teléfonos o conmutador.

Para el enlace bidireccional se requerirán una tarjeta madre y un juego de N tarjetas para extensiones para el extremo de servicios telefónicos, y una tarjeta madre y un juego de N tarjetas para extensiones para el extremo del conmutador.

## TARJETA MADRE

Contendrá las fuentes de poder necesarias para el funcionamiento del sistema, los conectores para la inserción de las tarjetas de servicios telefónicos, así como los siguientes circuitos:

- Transceiver BI8070A
  - Unidad de Interfaz de Línea BI8069B
  - Circuitos de sincronía local en transmisión y recepción, y las etapas de multiplexaje y demultiplexaje.
-

- Circuitos temporizadores y de sincronía.
- Circuito de conversión analógica-digital AD7828 para la transmisión de las señales
- En el extremo del conmutador, el generador de las banderas de colgado y descolgado
- En el extremo de los servicios telefónicos, el generador de la señal de ring.

#### TARJETA DE EXTENSION, LADO CONMUTADOR

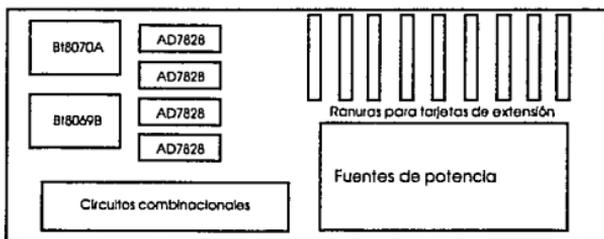
Contendrán todos los dispositivos y circuitos que se necesitan para atender cada línea. Estos son:

- Transformador para la conversión de 2 a 4 hilos y viceversa, rematado en roseta tipo RJ-45
- Red pasiva de acoplamiento
- Circuito receptor de la señal de ring proveniente del PBX y generador de la bandera de ring activo
- Circuitos manejadores de la señal de colgado y descolgado
- Convertidor digital-analógico DAC0800
- Amplificadores y filtros, activos y pasivos.

#### TARJETA DE EXTENSION, LADO SERVICIO TELEFONICO

Contendrá los siguientes elementos:

- Transformador para la conversión de 2 a 4 hilos y viceversa, rematado en roseta tipo RJ-45
- Red pasiva de acoplamiento
- Circuito receptor de la bandera de ring activo y generador de la señal de ring para el teléfono atendido



---

## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS DE CONSULTA

- 1.- Boylestad, Robert. Análisis introductorio de circuitos. Ed. Trillas. 1988. México.
- 2.- Boylestad, Robert y Louis Nashelsky. Electrónica. Teoría de circuitos. Ed. Prentice Hall. 1982. México.
- 3.- Couch III, Leon W. Digital & analog communications systems. Macmillan Publishing Co. N.Y. 1990
- 4.- Coughlin, Robert y Frederick Driscoll. Circuitos integrados lineales y amplificadores operacionales. Ed. Prentice Hall. 1987. México
- 5.- Freeman, Roger L. Telecommunication transmission handbook. Ed. Wiley interscience.
- 6.- Herrera Perez, Enrique. Fundamentos de Ingeniería telefónica. Ed. Limusa. 1989. México.
- 7.- Malvino, Albert. Principios de electrónica. Ed. Mc Graw Hill. México.
- 8.- Schwartz, Mischa. Transmisión de información, modulación y ruido. Ed. Mc Graw Hill. 1990
- 9.- Tocci, Ronald. Sistemas digitales. Principios y fundamentos. Ed. Prentice Hall. México.
- 10.- Tomasi, Wayne. Electronic communication systems. Fundamentals through advanced. Ed. Prentice Hall.

### MANUALES TÉCNICOS

- 1.- Analog Devices. Data converter reference manual. Vol II. 1992
  - 2.- National Semiconductor. LS/L/TTL Logic. Databook. 1988
  - 3.- National Semiconductor. Linear Databook. 1988
  - 4.- National Semiconductor. Voltage Regulator Handbook. 1987
  - 5.- NEC Corporation. NEAX 2400 IMS Operation Guide. Vol I
  - 6.- NEC Corporation. FOT Operation Guide. Vol II
  - 7.- NTE. Technical guide & cross reference. 1990-1991
  - 8.- Recomendaciones de la C.C.I.T.T. Libro amarillo. 1980. Fasc. III. Suiza
-