



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONMUTACION PARA
EL APROVECHAMIENTO DE UNA LINEA TELEFONICA
CONVENCIONAL EN MODO MULTIUSUARIO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
ANDRES GUTIERREZ SUAREZ
ENRIQUE JAIME RAMIREZ GUZMAN
JOSE ESTEBAN SAN ROMAN CANSECO
FELIPE GERARDO MUÑOZ VERA

DIRECTOR DE TESIS: M.I. JUAN CARLOS ROA BEIZA



MEXICO, D. F.,

1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

CAPITULO 1

PANORAMA GENERAL DE LAS COMUNICACIONES.

1.1 Características de las comunicaciones analógicas y digitales.	Pag. 1
1.2 Sistemas de conmutación.	Pag. 15
1.3 Filtros.	Pag. 26
1.4 Modulación y demodulación.	Pag. 32
1.5 Multiplexaje.	Pag. 46
1.5.1 Sistema múltiplex por división de frecuencia (FDM).	Pag. 48
1.5.2 Sistema múltiplex por división de tiempo (TDM). ..	Pag. 51

CAPITULO 2

SISTEMA TELEFONICO.

2.1 Estructura del sistema telefónico en México.	Pag. 61
2.2 Características del funcionamiento de teléfono.	Pag. 81
2.3 Factores que afectan las líneas de transmisión telefónica.	Pag. 102
2.3.1 Efectos atmosféricos.	Pag. 102
2.3.2 Inducción por líneas de energía.	Pag. 112
2.3.3 Atenuación.	Pag. 119
2.3.4 Tiempo de propagación y distorsión de fase.	Pag. 126
2.3.5 Igualadores.	Pag. 131

2.3.6 Pupinización.	Pag. 135
2.3.7 Diafonía, Estabilidad y Eco.	Pag. 137
2.3.8 Ruido.	Pag. 142
2.4 Arquitectura de un sistema telefónico.	Pag. 147

CAPITULO 3

DESARROLLO, CALCULOS Y DISEÑO

3.1 Principio de operación y características del microcontrolador.	Pag. 168
3.2 Diseño de los sistemas de señalización eléctrica. ...	Pag. 194
3.3 Diseño de los sistemas de control, adquisición y visualización.	Pag. 205
3.4 Desarrollo de las etapas de autoprueba.	Pag. 216
3.5 Desarrollo de software.	Pag. 223

Conclusiones.

Bibliografía.

Apendices.

Glosario.

CAPITULO 1

PROGRAMA GENERAL DE LAS COMUNICACIONES

C A P I T U L O 1

PANORAMA GENERAL DE LAS COMUNICACIONES

1.1 Características de las comunicaciones analógicas y digitales.

Existen diferentes medios de comunicación, los cuales pueden ser escritos, hablados, visuales, etc. Nuestro enfoque será sobre todo para las comunicaciones a gran distancia, comunicación telefónica más específicamente; con medios electrónicos. La comunicación puede ser en una dirección ó en dos direcciones. Como el sistema de telecomunicaciones más importante es la telefonía, describiremos las principales características de las comunicaciones analógicas y digitales.

Fundamentos de los sistemas de comunicación:

Una señal analógica es el resultado de la conversión de cualquier tipo de energía (acústica, calorífica, mecánica, etc.) a energía eléctrica (señal analógica).

La señal acústica que se emite en una conversación telefónica, no tiene las características necesarias para transmitirse; así la corriente eléctrica varía su amplitud de acuerdo a la variación de las ondas acústicas de la voz, de tal manera que la señal acústica modifica las características de la corriente en forma adecuada para transportar la información.

Los primeros sistemas de comunicación fueron básicamente analógicos, la voz ó la señal de información era superpuesta de algún modo a una señal portadora y esta se transmitía.

Cualquier sistema de comunicación puede ser dividido en tres componentes Fig. 1.1.1

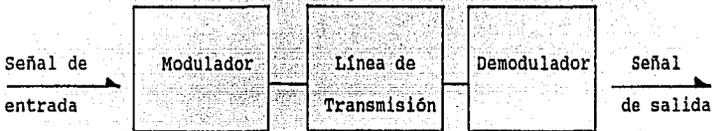


Figura 1.1.1 Sistema de Comunicación

La función de cualquier sistema de comunicación es cumplir la siguiente ecuación:

Señal de salida = Señal de entrada.

En la práctica la igualdad es representada por una aproximación (=) lo más fielmente posible.

El modulador convierte la señal de entrada en una forma aceptada por la línea de transmisión (canal ó medio), mientras la función del demodulador es opuesta a la del modulador, este debe recuperar la señal de información de la señal transmitida.

Si todos los componentes del sistema de la Fig. 1.1.1 fueran ideales, la señal de salida del demodulador debería ser idéntica a la señal de entrada del modulador; pero como no la son cada componente del sistema agrega a la señal ruido y distorsión.

Ruido: es cualquier fuente de contaminación de la señal de información.

La mayoría de clases de ruido son inherentes a un circuito ó sistema particular, otros ruidos se generan intencionalmente en una técnica particular del procesamiento de la señal y son parte de esta técnica. El ruido es una técnica muy particular que afecta a las comunicaciones analógicas, sobre todo, puesto que al regenerarse en puntos intermedios la señal es amplificada y también el ruido; así mismo la calidad en la transmisión no es independiente de la distancia ni tampoco es inmune a la interferencia.

Un punto de interés no es la cantidad de ruido absoluto sino la relación entre la señal y el ruido SNR (Signal Noise Ratio) puede ser definida como la amplitud de la señal y la amplitud del ruido. Esta relación es expresada generalmente en decibeles (dB).

$$\text{SNR (dB)} = 10 \log. P_s/P_n \quad \text{donde: } P_s = V_s \cdot I_s$$

$$P_s = [V_s \cdot E_{02}/R_I]$$

$$\text{SNR (dB)} = 10 \log [V_s \cdot E_{02}/R_I] / [V_n \cdot E_{02}/R_I]$$

$$= 20 \log V_s/V_n$$

Siendo: P_s, P_n = Potencia de señal y ruido.

V_s, V_n = Tensión de señal y ruido (amplitud).

R_I = Carga sobre lo que desarrolla la potencia.

Idealmente la SNR debería ser lo mayor posible, teóricamente infinito cuando no existe ruido. Prácticamente las SNR aceptables varían de 10 dB a 50 dB; a menos de 10 dB no puede distinguirse fácilmente la señal del ruido. Para una señal analógica en algunos casos la SNR puede empeorarse al amplificarse ya que el mismo amplificador agrega ruido.

De la fig. 1.1.1 los tres componentes del sistema de comunicación agregan ruido a la señal pero la principal diferencia entre los ruidos es que la cantidad de ruido introducida por el modulador, puede ser controlada por medio de un cuidadoso diseño y el ruido introducido por el canal esta por lo general fuera de nuestro control.

Se han buscado métodos de modulación adecuados para minimizar los problemas inherentes a la transmisión (ruido y distorsión principalmente) mientras que la cantidad de ancho de banda disponible es grande.

Puesto que una señal analógica es continua en el tiempo se ha hecho necesario identificar nuevas formas de transmisión de señales analógicas por medio de señales binarias.

Tipos de Modulación

Modulación analógica.- Es la modificación de algunas características de una señal llamada portadora de acuerdo con otra señal llamada moduladora ó señal de información en forma tal que transporte la información contenida en esta última señal. En las Fig. 1.1.2. se muestran algunos ejemplos de transmisión en diagrama a bloques de algunas etapas y diferentes procesos que tienen que sufrir la señal, así como algunos moduladores y demoduladores reales utilizados.

Entre los diferentes tipos de modulación existen:

Modulación en Amplitud (A.M) .- En donde la amplitud de la portadora varía en función de la señal de información.

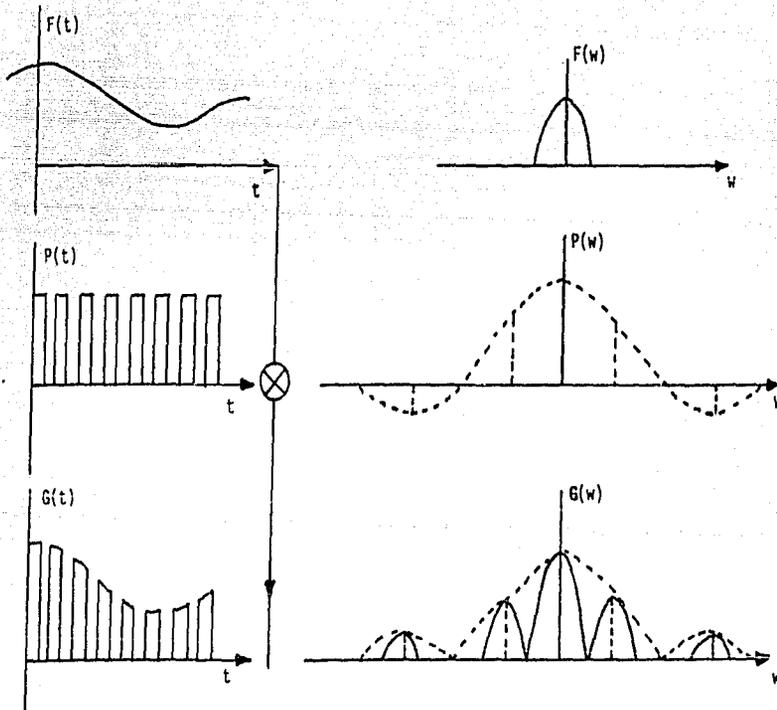


Figura 1.1.2 Proceso de Modulación

Modulación en Fase (P.M).- La fase de la portadora varía en función de la señal de información.

Modulación en Frecuencia (F.M).- La desviación de la fase con respecto al tiempo es el parámetro variable con la señal de información (Variación de la frecuencia en el tiempo). Fig. 1.1 2

La palabra latina "digitus" significa dedo. En la antigüedad digitus era también medida de longitud.

Como la gente usaba sus dedos para contar la palabra dígito tomó gradualmente su significado actual.

El término "digital" esta asociado principalmente con los equipos computarizados. Las señales utilizadas aquí, es decir señales digitales son discontinuas en el tiempo y están restringidos a un conjunto de valores discretos permitidos; "uno" y "cero" (existe ó no existe), esto conforma un tren de pulsos donde un pulso es una variación entre 0 y 5 Volts de C.D., generalmente. A diferencia de una señal analógica, para la cual es permitido cualquier valor dentro de ciertos límites, la señal digital esta más restringida en este aspecto.

Para la transmisión telefónica se dirigió toda la atención inicialmente a las técnicas analógicas a pesar de que la información debía transmitirse en parte digital, concretamente la señalización; y analógica en lo que se refiere a las corrientes vocales.

La tecnología digital de las telecomunicaciones ha sido utilizada durante mucho tiempo en este campo.

Los mensajes enviados por el telégrafo son todos digitales, codificados en diferentes códigos, por ejemplo el código MORSE. A medida que se perfeccionaban los aparatos para comunicación, las

velocidades de transmisión aumentaba de 200 a 1,200 y 2,400 baudios; comenzaron a aparecer los inconvenientes de los métodos analógicos para la transmisión de información digital. La distorsión de fase y el ruido acumulado en la vía de transmisión analógica reducían seriamente a 2,400 baudios el rendimiento a causa de frecuentes repeticiones que eran inevitables por el gran número de errores detectados.

En estas condiciones es normal que se dirigiese la atención hacia una solución de principio conocida desde hacía mucho tiempo, que permitía la transmisión de la palabra bajo la forma de una serie de impulsos que constituirían códigos como los utilizados en telegrafía.

Con la introducción de sistema de transmisión digital de Modulación por Impulso Codificados (MIC) se solucionaron muchas cuestiones que anteriormente no se encontraban, el sistema MIC permite la transmisión de la palabra con una degradación mínima y única que es independiente del soporte de la línea.

En el año 1936 ya se conocían los elementos esenciales de esta clase de modulación como son: el muestreo, la cuantificación, la codificación, y el multiplexaje por división de tiempo, así como las características principales de la transmisión digital. Inicialmente sólo constituía una curiosidad académica sin posibilidad de realización. Los primeros sistemas comenzaron a aparecer con la invención del transistor, pero ha sido preciso esperar la llegada de los circuitos integrados para que su adopción adquiriera la importancia que hoy se conoce. Algunos autores conocen a la (MIC) por (PCM) (Modulación por pulsos codificados).

Modulaciones Digitales:

Modulación por amplitud de pulso (PAM).- En este tipo de modulación la amplitud de los pulsos es la que varía en función de la información que se desea transmitir.

Modulación por posición de pulsos (PPM).- La posición de los pulsos en el tiempo es una función de la amplitud de la señal de información.

Modulación por pulsos codificados (MIC).- Este tipo de modulación es la más importante de las modulaciones digitales ya que para transmitir la señal analógica es necesario muestrearla, cuantizarla y codificarla por medio de pulsos binarios.

(MIC) puede definirse como un método de conversión de información analógica a una forma digital. Esto es un sistema de comunicación ya sea para la señal de voz y datos. Su principal característica es la de poder multiplexar varias señales en tiempo compartido además de poderlos transmitir y recibir a grandes velocidades con un grado de error pequeño.

Las razones por las que se transmite (MIC) son las siguientes:

La calidad de transmisión casi es independiente de la distancia, una característica es la señal digital es su inmunidad a la interferencia, la señal digital puede ser regenerada en puntos intermedios a través de una línea de transmisión sin pérdida de calidad.

Multiplexaje por división de tiempo (TDM). El principio de (TDM) permite un incremento de canales a través de un par de cables.

Economía por enlace fiable.

Economía en combinación con la red digital. La introducción de redes digitales reducirán paulatinamente el costo de la conversación analógica a digital.

Tecnología:

Integración de Servicios, como un medio digital en enlace (PCM) no transmite únicamente voz sino también datos, códigos de información visual, etc.

La (PCM) puede describirse como un método para transferir la información analógica a la forma digital, la conversión de la señal analógica a una digital se basa en tres principios fundamentales: el muestreo, la cuantificación y la codificación Fig. 1.1.3

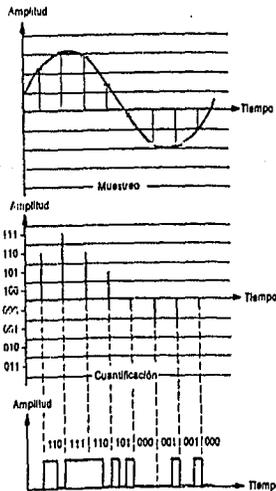


Figura 1.1.3 Principios de la Modulación PCM.

De acuerdo con la teoría de la información la transmisión de la información de una señal no necesita la transmisión de la señal entera. Es suficiente transmitir muestras tomadas a por lo menos, el doble de la frecuencia más alta de la señal. Esto se denomina el teorema del muestreo.

Las muestras tomadas de una señal de frecuencia vocal (VF) tienen una gama de amplitudes en una cantidad limitada de intervalos

A todas las muestras cuyas amplitudes caen dentro de un cierto intervalo se les asigna el mismo valor, este principio se conoce como cuantificación, como distorsiona la señal introduce una anomalía denominada "distorsión de cuantificación".

Finalmente, las muestras cuantificadas se codifican en un código adecuado. En la figura 1.1.3 se usa un código binario normal. La señal puede ahora transmitirse como un tren de impulsos binarios.

Usando el principio (PCM), ver fig. 1.1.4. Se arman los sistemas de transmisión con (PCM), ver fig. 1.1.5. Consistentes en un transmisor una línea de transmisión y un receptor. A fin de aumentar la capacidad los sistemas (PCM) usan el multiplexaje por división de tiempo.

El (CCITT) (Comité Consultivo Internacional de telefonía y telegrafía) ha recomendado diferentes sistemas de transmisión con (PCM) de primer orden por ejemplo: uno sugerido por la (AT & T) (American Telephone and Telegraph). El sistema (PCM) europeo contiene 32 intervalos de tiempo, 30 intervalos de tiempo para los canales, un intervalo de tiempo para señalización y un intervalo de tiempo para la sincronización de enlace, mientras que el sistema americano contiene 24 intervalos de tiempo.

Otro método de modulación digital es la modulación delta (DM). En lugar de tratar a cada muestra como completamente independiente de las precedentes como se hace en la (PCM) se modifica la diferencia entre una muestra y una predicción basada en las precedentes. Si esta diferencia es positiva, es decir si la señal es creciente, se transmite un (1). Si la diferencia es negativa, se transmite un (0).

Como el codificador delta es más simple que el codificador (PCM), la modulación delta es interesante para el tráfico no concentrado sin embargo no hay norma del (CCITT) para la modulación delta.

Ventajas de la transmisión con (PCM)

Ahora examinaremos las ventajas para usar (PCM) en la red telefónica. Estos pueden resumirse en los siguientes 7 puntos:

- * Calidad de transmisión casi independiente de la distancia. Una característica de la señal digital es su inmunidad a la interferencia. Las señales digitales pueden regenerarse en puntos intermedios a lo largo de una línea de transmisión sin pérdida de calidad. Los sistemas (PCM) usados en la práctica y especificados por el (CCITT) no son, desde el punto de vista de la calidad de transmisión, mejores que los sistemas (FDM) especificados por el (CCITT).

- * Multiplex por división de tiempo. El principio del (TDM) permite un aumento de capacidad en los pares de cable originalmente usados para los canales telefónicos simples, en lugar de tener nuevos cables.

- * Economía para ciertos enlaces. La transmisión con (PCM) ha demostrado por sí misma ser competitiva con cualquier otro método de

transmisión. Donde los enlaces normales de frecuencia vocal (VF) tienden a ser demasiado largos y los enlaces (FDM) demasiado cortos.

* Economía en combinación con la conmutación digital. La introducción de la conmutación digital reducirá substancialmente este costo, porque la conmutación se efectúa directamente sobre la corriente de bits digitales y no es necesaria la costosa conversión analógica-digital.

* Tecnología de (IC). Los desarrollos en la tecnología de los circuitos integrados parecen apuntar a niveles de costo favorables y en alto grado de confiabilidad.

* Integración de servicios. Como medio digital, un enlace con (PCM) puede transmitir no sólo conversación sino también datos, telex, información visual codificada, etc., un canal con (PCM) tiene una capacidad de 64,000 bits/s. lo que hace un muy poderoso canal de datos.

* Nuevos medios de transmisión. Los futuros medios de transmisión de banda amplia, tales como las guías de onda y las fibras ópticas son más adecuados para la transmisión digital que para la analógica.

Hay una tendencia en el campo de la telefonía hacia la introducción de técnicas digitales: esta tendencia concierne no sólo al control por programa almacenado de las centrales telefónicas sino también al uso de técnicas digitales para la transmisión y conmutación de la conversación.

Muchos de los puntos tratados someramente en este capítulo serán analizados más profundamente en los subsecuentes temas.

Figura 1.1.4 Principios Fundamentales de la Modulación por Pulsos Codificados.

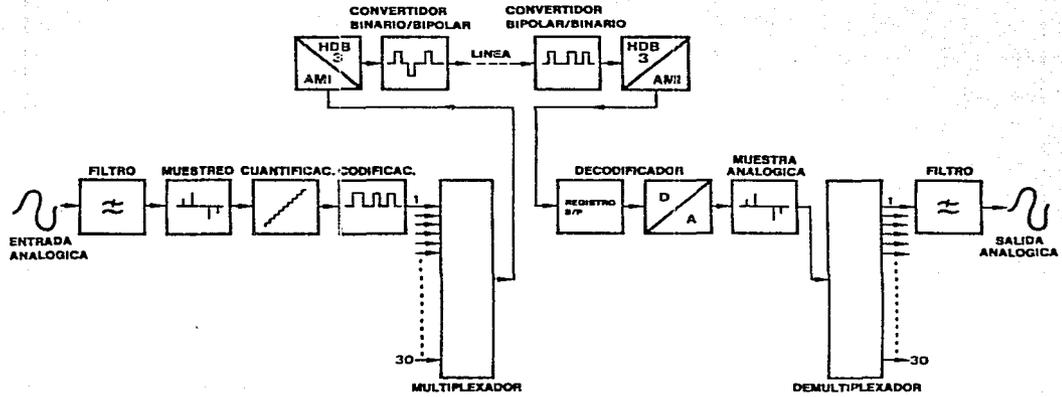
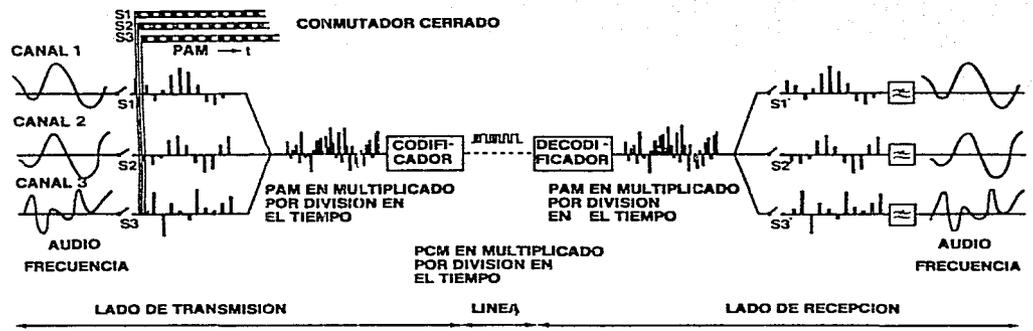


Figura 1.1.5 Transmisión Analógica-Digital-Analógica.



1.2 Sistemas de Conmutación.

Una central telefónica se compone básicamente de una red de conexión y una unidad de control. La primera, efectúa la conmutación entre las líneas que llegan a la central, llevando así las corrientes de conversación. La función de la unidad de control es ejercer una influencia determinada en la red de conexión de tal forma que, siguiendo la información recibida, se establezcan y desaparezcan las oportunas conexiones de cada caso. Esta parte del sistema realiza también ciertas tareas administrativas tales como, estadísticas de tráfico, información de averías, etc.

De acuerdo con este esquema utilizado, los sistemas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- 1). Atendiendo a la red de conexión.
 - a).- Sistemas de conmutación espacial.
 - b).- Sistemas de conmutación temporal.
- 2). Atendiendo a la unidad de control.
 - a).- Sistemas de control por lógica cableada.
 - b).- Sistemas de control por programa cableado.
 - c).- Sistemas de control por programa almacenado.
- 3).- Atendiendo a la transmisión de señales de voz.
 - a).- Sistemas analógicos.
 - b).- Sistemas digitales.

En este capítulo se tratará lo concerniente a los sistemas de conmutación; siendo los demás puntos, objetos de un estudio posterior.

a).- Sistemas de Conmutación Espacial.

La conmutación espacial es aquella que establece un camino único, directo y permanente asociado a cada conexión, de forma que cada comunicación establecida a través de la central ocupa, en el tiempo de su duración, un itinerario físicamente separado de los otros en el espacio. Este tipo de conmutación es el que se ha venido utilizando en todos los sistemas electromecánicos. Implica una relación biunívoca entre el camino y la conexión. Dentro de los sistemas de comunicación con división en el espacio, la tecnología utilizada es de dos tipos; la electromecánica y la electrónica.

La red de conexión electromecánica consiste en una configuración de contactos mecánicos, mediante los cuales se establecen las vías de comunicación.

Dentro de los sistemas de conmutación electromecánica se distinguen dos tipos :

- Rotatorios.
- Coordenadas.

Rotatorios

Con este nombre se les conoce a las centrales que para el movimiento de sus selectores usan motores de fila y flechas de transmisión. Existen dos tipos de selectores rotatorios : El selector Strowger y el selector de quinientas líneas.

El selector Strowger es el más antiguo de los selectores grandes, y se muestra en la Figura 1.2.1.

El selector lleva el nombre de su descubridor; Almon Strowger, de Kansas City en el año de 1891.

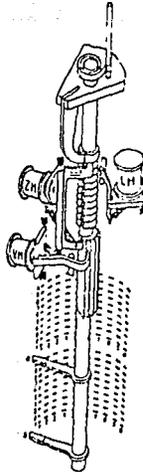


Figura 1.2.1 Selector Strowger

Los contactos deslizantes del selector hacen dos movimientos, primero uno de elevación y después uno giratorio. La elevación se efectúa con el imán LM y el giro con el imán VM; la vuelta a la posición inicial se efectúa mediante el accionamiento del imán ZM.

El campo de contactos del selector tiene la forma de un cilindro, donde las líneas de polilado están conectadas y ordenadas en diez grupos horizontales (niveles). Generalmente cada nivel tiene diez líneas. La línea de monolado está conectada al contacto deslizante móvil. En caso de selectores con varios polos, se montan varios campos de contactos, uno encima de otro.

Selector de Quinientas Líneas.

En el año de 1924 se puso en servicio la primera central telefónica con selector de quinientas ("Norra Vasa" en Estocolmo).A

pesar de su antigüedad, aún se usa este tipo de selector, ya que ha dado buenos resultados de funcionamiento. A continuación se muestra un esquema del selector de quinientas líneas. (Fig. 1.1.2).

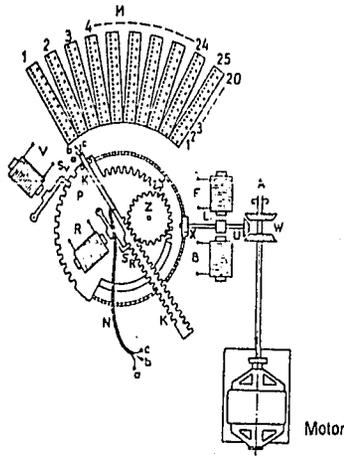


Figura 1.2.2. Selector de Quinientas Líneas.

El selector funciona a motor, mediante una cantidad de ruedas dentadas (X, Y, Z, U, y W). Una línea de monolado (N) se conecta a una de las quinientas líneas de polilado (M) con ayuda de un brazo de contacto (K) de movimiento radial, que está montado en un disco giratorio (P). El brazo de contacto, en el movimiento radial alcanza 20 líneas de polilado diferentes, cada una de ellas con tres o cuatro polos. Girando el disco se pueden alcanzar 25 grupos de 20 líneas de polilado, es decir un total de $20 \times 25 = 500$ posiciones; varios selectores de quinientas se montan uno sobre otro en un bastidor. Las líneas de polilado desde grupos de selectores se multiplican. Esto se

efectúa con hilos verticales que forman lo que se llama cuadros múltiples.

Coordenadas.

En el año de 1919 los suecos Betulander y Palmgren solicitaron la patente para el selector de coordenadas. Lo que caracteriza a este selector es que los contactos están realizados como contactos de relés y por lo tanto no se deslizan uno sobre otro como en los selectores anteriores. Por esto se puede emplear un material de contacto más blando, con mejores propiedades de contacto y además evita el ruido de los selectores. Entre las ventajas del selector de coordenadas están en primer lugar la gran rapidez, buenas propiedades de contacto y reducido mantenimiento. Se puede decir que, en principio, el selector de coordenadas está formado por una cantidad de relés múltiples (generalmente diez) en los que los elementos motrices (bobinas con núcleos y armaduras) se han substituido por órganos indicadores comunes para atracción de contactos. Cada uno de estos relés múltiples "reducidos" se denomina vertical y forma un elemento selector. A continuación se muestra un selector de coordenadas y algunos de sus elementos Figura 1.2.3.

En estas verticales los imanes de relés y las armaduras individuales se han reemplazado por un imán común a cada vertical, cuya armadura puede levantar cualquier grupo de muelles en la vertical, en colaboración con un mecanismo indicador. Así pues, el mecanismo indicador señala el grupo de muelles deseado y prolonga el movimiento de la armadura de vertical, de forma que, solamente se accione este grupo de muelles. Puesto que no es necesario que en un

selector de coordenadas ocurra la atracción simultánea en varias verticales, el mecanismo indicador puede ser común a todas las verticales. La indicación solamente se efectúa en el momento de la atracción; después el mecanismo indicador queda libre para la siguiente conexión.

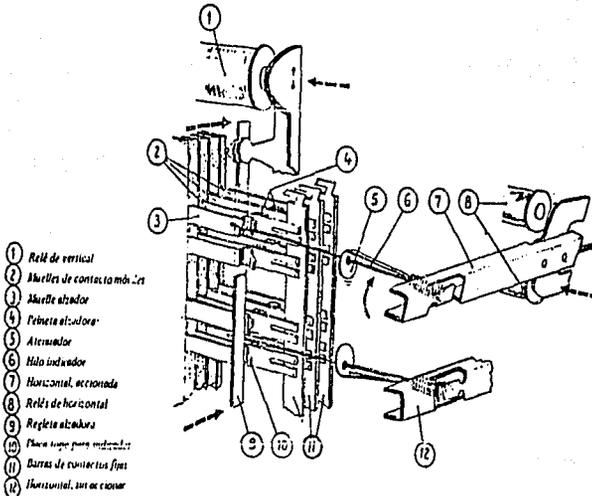


Figura 1. 2. 3. Selector de Coordenadas

b).- Sistemas de Conmutación Temporal.

En un sistema de conmutación temporal el enlace no se establece en forma permanente, tiene lugar periódicamente 8000 veces por segundo y durante instantes extremadamente cortos. Una ventaja importante de los sistemas de conmutación temporal es la de poder realizar el enlace por medio de componentes electrónicos, dicha técnica ampliamente utilizada a partir de 1967, condujo a una fabricación a nivel industrial de diversos sistemas de tipo

electrónico, que han cambiado la filosofía de conmutación electromecánica a una conmutación de tipo electrónico. Existen fundamentalmente dos tendencias tecnológicas en conmutación electrónica; los sistemas de conmutación controlados por programa almacenado (SPC) analógicos y digitales. Los primeros realizan la conmutación en forma analógica (por medio de contactos físicos) y los segundos digitalmente (mediante memorias y registros). El hardware y software de los sistemas digitales (SPC), son generalmente de una estructura tal, que permite una utilización racional tanto para su explotación como para su crecimiento, facilitando con esto la incorporación de nuevas tecnologías, sin necesidad de efectuar cambios substanciales en la estructura de los sistemas. En la siguiente figura se muestra un diagrama a bloques de una central de conmutación digital SPC Figura 1.2.4.

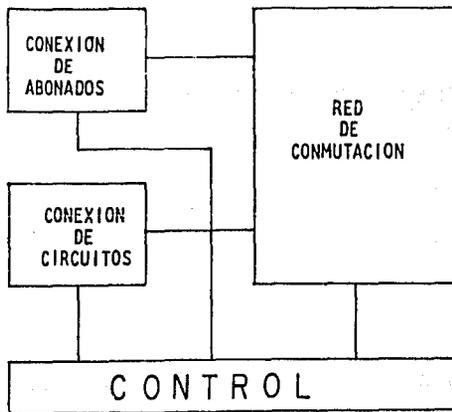


Figura 1.2.4. Central Telefónica Elemental.

Se puede observar que se divide básicamente en tres secciones que son:

- Sección de líneas y troncales.
- Sección de red de conmutación.
- Sección de control.

La sección de líneas y troncales en una central digital SPC, es la interfase entre la red telefónica existente y la central digital. Esta sección debe estar acondicionada para conectar circuitos de voz analógicos o enlaces MIC.

Sección de red de conmutación. Su función principal es la de conmutar los intervalos de tiempo asociados a cada canal de información. Para lograrlo, es necesario contar con switches en espacio (puntos de cruce en matrices) y switches en tiempo (memorias). Dependiendo la forma y cantidad de unos y otros, se pueden lograr configuraciones para diferentes capacidades de conmutación contando con estructuras conocidas como: TIEMPO-ESPACIO-TIEMPO, ESPACIO-TIEMPO-ESPACIO, etc. Con la combinación de switches de espacio y tiempo se pueden interconectar enlaces monocal con velocidades de "64 Kbits/seg." o enlaces multicanal con velocidades binarias mayores, es decir del orden de " $n \times 64$ Kbits/seg.", donde n es el número de canales empleados.

Los switches de tiempo sirven para interconectar los canales asociados de entrada y salida intercambiando los intervalos de tiempo; en tanto los switches de espacio sirven para interconectar dos switches de tiempo, variando en el espacio la posición de las señales múltiplex de tiempo, conservándolas en el mismo intervalo de

tiempo. La manera de controlar a unos u otros switches depende de la filosofía del control que emplee el sistema. En unos casos se cuenta con una red separada para transmitir las señales de control y así operar los elementos de conmutación; en otros casos se envían los elementos de control codificados junto con la información a conmutar. Ambos sistemas ofrecen ventajas y desventajas y se encuentran actualmente en utilización comercial.

En la práctica, el interés principal en la conmutación digital ha estado confinado a la parte de distribución de la central, el selector de grupo, mientras que la parte de concentración, la etapa de abonado, hasta ahora ha sido menos afectada. Esto es parcialmente un resultado de la introducción de los sistemas de transmisión con PCM en la red troncal, que tiene un efecto directo sobre el selector de grupo y parcialmente a causa de los problemas para hallar una solución factible para la etapa de abonado. Aquí los problemas son la conversión analógica/digital individual para la línea de abonado.

A manera de ilustración, a continuación se muestra un ejemplo de la manera en que se realiza la conmutación en un sistema TST (tiempo-espacio-tiempo), que utiliza una red de control separada de la red de conmutación de voz. Para facilitar la explicación se muestra la Figura 1.2.5.

Supongamos que se desea establecer la trayectoria entre los abonados A y B en la figura de referencia. El abonado A está ligado al bus de MIC No. 1, mientras que el abonado B lo está al bus de MIC No. 3. El intervalo de tiempo de llegada es el No. 4, y el de salida el No. 21. Conociendo estos datos, se busca un intervalo de tiempo interno que esté libre, por ejemplo el No. 9. Durante este intervalo

de tiempo interno, se inscribe en los registros de las memorias de control, tanto de las memorias de voz como de la matriz de conexión la dirección de A (intervalo de tiempo No. 4), como del número de bus de MIC (bus No. 1), como la dirección de B (intervalo de tiempo No. 21), de tal manera que cuándo llegue el intervalo de tiempo correspondiente (el No. 9 en este caso), se efectúen las transferencias de información correspondiente y se operen los puntos de cruce necesarios.

En nuestro ejemplo, se escribe una palabra MIC en la celda No 4 de la memoria de voz A, durante el intervalo de tiempo entrante No.4 y es almacenada ahí, hasta que tiene lugar el intervalo de tiempo No. 9. Cuándo este tiene lugar, se proporciona la dirección a la celda No.4 desde la memoria de control de A y se lee la palabra MIC con dirección hacia la matriz espacial. Al mismo tiempo, la memoria de control de la matriz espacial opera el punto de cruce correspondiente (durante el mismo intervalo de tiempo No. 9) y la palabra MIC es transferida de la memoria voz A, hacia la memoria de voz B, en donde es almacenada en la celda No. 24, gracias a la ayuda del control de memoria de B. Finalmente, cuándo tiene lugar el intervalo de tiempo No. 24, se envía la palabra almacenada hacia el abonado B. La misma operación se realiza una y otra vez cada trama (cada 125 microsegundos), creando con esto la trayectoria A-B. La trayectoria B-A puede establecerse por simetría a la primera ó en forma independiente. Cualquiera de las dos formas se utiliza en la práctica, siendo la segunda la mas utilizada, para aprovechar el comportamiento simétrico del switch.

La introducción de la conmutación digital reduce substancialmente los costos de transmisión, dado que la conmutación se efectúa directamente sobre la corriente de bits digitales, y no es necesaria la costosa conversión analógica/digital. Una combinación de conmutación y transmisión digital, en consecuencia tenderá a bajar los costos totales; además de obtener un alto grado de modernización y confiabilidad.

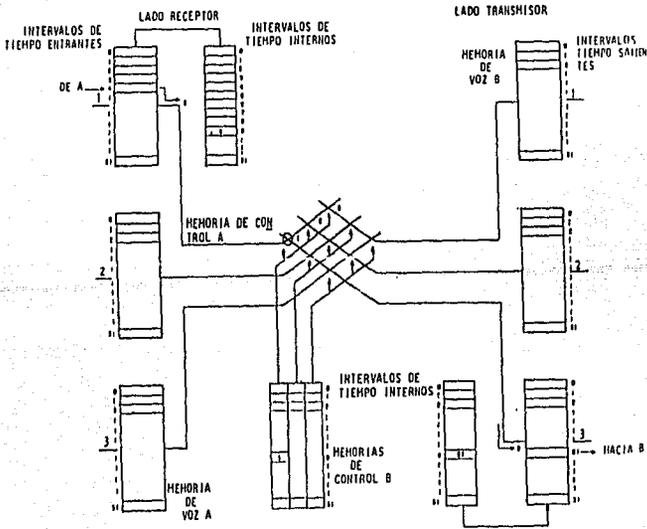


Figura 1.2.5 Red de Conmutación Tiempo-Espacio-Tiempo

1.3 - Filtros.

Un filtro se puede definir como un dispositivo que se coloca entre las terminales de un circuito, para modificar los componentes de frecuencia de una señal. Los filtros tienen un gran número de aplicaciones prácticas importantes en el área de telefonía. Muchos de los presentes desarrollos de sistemas de radiodifusión, y el grado de excelencia de repetidores telefónicos, es debido a su uso.

Son utilizados para eliminar frecuencias indeseables, tales como armónicas en la salida de osciladores y generadores de DC, así como en varios tipos de circuitos. Como se ha demostrado, las líneas cargadas tienen una frecuencia de corte, y por tanto toman parte de las características de los filtros; El objetivo de un filtro es proporcionar un circuito, el cual permita transmitir fácilmente ciertas frecuencias y suprimir todas las demás.

Por otro lado, es importante que la impedancia de un filtro para las frecuencias transmitidas, sea aproximada a la del circuito con el cual será usado, para no provocar grandes efectos de reflexión, en el momento de hacer la conexión entre el filtro y el circuito. Las frecuencias que serán libremente transmitidas por el filtro se presentan en dos bandas, es decir, todas las frecuencias que están entre dos puntos particulares, conocidos como puntos de corte son fácilmente transmitidas, mientras que todas las demás son altamente atenuadas.

El rango de frecuencias, que está dentro de los puntos de corte, en el que todas las corrientes son transmitidas, se conoce como rango libre de transmisión o banda de paso. Todas las frecuencias situadas

fuera del rango de transmisión, las cuales son atenuadas, están dentro de cierto rango, llamada banda de supresión. Los filtros comúnmente usados en telefonía, tienen una banda de transmisión y dos bandas de supresión, arriba y abajo de la anterior; dichos dispositivos son conocidos como filtros pasobanda.

Los filtros se pueden diseñar para que funcionen a partir de la corriente continua, hasta más allá de 10000 Mhz. Se clasifican según la forma de respuesta en frecuencia, el tipo de filtro (como LC, cristal ó activo) y la gama de frecuencias.

Los filtros se pueden clasificar en las cuatro categorías que siguen, sobre la base de la respuesta en frecuencia.

1.- Filtros paso bajas.- los cuales permiten el paso a las componentes de baja frecuencia (por lo común, a partir de la corriente continua) hasta una frecuencia de corte especificada, y presentan una alta impedancia por encima de ese punto de corte.

2.- Filtros paso altas.- éstos filtros rechazan las frecuencias que van desde la corriente continua hasta una frecuencia de corte, dejando pasar las componentes que están por encima de ese punto de corte.

Filtros paso banda.- permiten el paso de frecuencias que se encuentran dentro de una banda dada y rechazan los componentes fuera de esa banda.

Filtros de rechazo de banda.- suprimen las frecuencias que están dentro de una banda dada y dejan pasar los componentes de fuera de dicha banda.

Hasta cierto punto, estas descripciones son ideales, puesto que en los filtros reales hay una región de transición entre el paso

banda y la región de alta atenuación (supresión de banda). En la figura 1.3.1 se muestran las curvas típicas de filtros para cada una de las cuatro categorías.

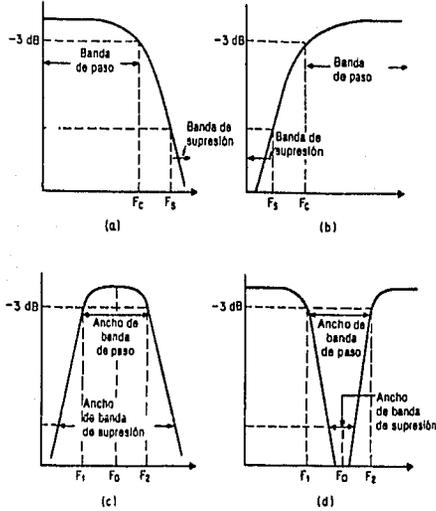


Figura 1.3.1 Forma de Respuesta de los Filtros a) Pasabaja; b) Pasa banda alto; c) Pasa banda; d) de rechazo de banda.

La frecuencia de corte (F_c) define el límite de paso de banda, y por lo común corresponde a 3 dB de atenuación, Mientras que los filtros paso baja y paso alta tienen solo una frecuencia de corte, los filtros de paso banda y rechazo de banda tienen dos frecuencias de corte.

Un parámetro importante en el diseño de filtros es el factor de selectividad (Q_0). Q_0 es la razón de la frecuencia central de un filtro de paso de banda, al ancho de banda de 3 dB. Si F_1 y F_2 corresponden al punto inferior y superior de 3 dB, el factor de selectividad se puede expresar como :

$$Q_0 = F_0 / F_2 - F_1$$

Donde F_0 es llamada frecuencia central y se calcula con la siguiente expresión:

$$F_0 = \sqrt{F_1 F_2}$$

Análisis de los tipos de filtros.

Los filtros consisten primordialmente en reactancias. Las reactancias pueden adoptar muchas formas físicas tales como bobinas, capacitores, cristales y filtros mecánicos. Los amplificadores se combinan con resistores y capacitores en filtros activos. El tipo de elemento de filtro que se escoge depende, sobre todo, de los parámetros descritos antes, puesto que cada forma de realización tiene sus limitaciones. En la figura 1.3.2 se dan las gamas de frecuencias operacionales para los diferentes tipos de filtros existentes.

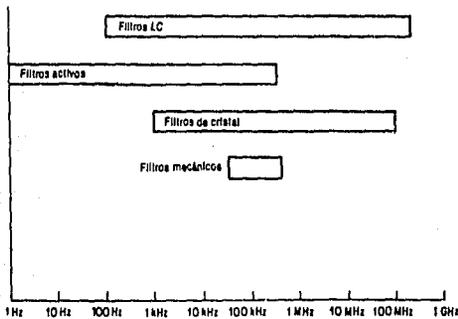


Figura 1.3.2 Gamas de Frecuencias de Filtros.

Filtros LC.

Los filtros que constan de inductores y capacitores se utilizan desde casi la corriente continua hasta unos cuantos centenares de megaHertz. Las aplicaciones de UHF de los filtros LC no es práctica debido a las dificultades provocadas por capacidades e inductancias parásitas. Los filtros de frecuencias muy bajas usan valores altos de inductancia y capacitancia que exigen componentes prohibitivamente grandes. Por consiguiente, los filtros LC se limitan a la gama de aproximadamente 100 Hz a 300 MHz.

Los inductores no son puramente reactivos porque se encuentran presentes componentes resistivos que se deben a las pérdidas de los núcleos magnéticos y los devanados.

Filtros Activos.

Se pueden construir con facilidad filtros activos para uso en la gama de corriente continua a 500 KHz, con amplificadores operacionales, resistores y capacitores ordinarios. Se pueden diseñar para que ofrezcan un rendimiento comparable al de los filtros de LC. A frecuencias muy bajas, donde los filtros LC son imposibles, los filtros activos pueden dar resultados satisfactorios. El tamaño de componentes se puede mantener mínimo mediante técnicas apropiadas de diseño. Se pueden construir filtros activos con tecnología microelectrónica, cuándo se combinan redes RC depositadas en amplificadores operacionales integrados.

Se pueden obtener valores de Q de paso banda de unos cuantos centenares en la gama inferior del espectro operacional, donde los amplificadores tienen una ganancia muy alta de lazo abierto.

La reducción de la ganancia de lazo abierto limita los Q obtenibles a las frecuencias más altas.

El diseño de filtros activos permite mayor flexibilidad que el diseño con filtros LC. Se puede proporcionar una impedancia deseada de entrada y salida que sea independiente de la frecuencia. Se dispone de ganancia de voltaje.

Filtros de Cristal.

Los resonadores de cristal de cuarzo tienen el circuito eléctrico que aparece en la figura 1.3.3. El Q del circuito puede ser de hasta 1 000 000. Puesto que se pueden obtener esos valores tan altos de Q , los cristales son elementos de filtros casi perfectos. Los filtros de cristal tienen también una alta estabilidad, puesto que los parámetros eléctricos del cuarzo permanecen esencialmente constantes con el tiempo y la temperatura.

El circuito de la figura muestra frecuencias resonantes en serie y paralelo extremadamente cercanas unas a otras.

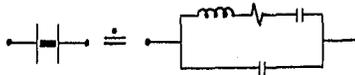


Figura 1.3.3. Oscilador de Cristal.

La gama de frecuencias obtenibles se limita por las restricciones mecánicas en la fabricación de los cristales. Por debajo de 1 KHz, el elemento de cuarzo se hace prohibitivamente

grande. Por encima de 100 MHz, el cristal se hace demasiado pequeño para poder controlarlo en el proceso de fabricación.

Los cristales se limitan a una gama estrecha de valores de L y C del circuito equivalente. Debido a la configuración del circuito, las limitaciones de valores y diversas consideraciones económicas, los cristales solo son convenientes como elementos de filtros, cuando se requieren valores muy altos de Q y una alta estabilidad para filtros pasobanda con porcentajes muy estrechos de ancho de banda.

Filtros mecánicos.

Un filtro mecánico acepta una señal eléctrica, la convierte en vibraciones mecánicas con un transductor, aplica esas vibraciones a una serie de discos interconectados y vuelve a convertir las vibraciones resultantes en señales eléctricas de salida.

Los filtros mecánicos son más apropiados para filtros paso banda, de ancho de banda estrecho, en la gama de frecuencias de 50 a 500 Hz. Se pueden obtener valores Q de paso bandas de hasta 1000, con una buena estabilidad de frecuencia. Uno de los inconvenientes principales de los filtros mecánicos es el de la elevada pérdida de inserción; debido principalmente, a la ineficiencia de los transductores de entrada y salida.

1.4 Modulación y Demodulación.

Introducción.

Elemental es para los sistemas de Comunicaciones el empleo de la modulación como una herramienta de protección y un recurso para la transmisión de una señal a través de un medio físico y, en contraparte la demodulación para su posterior recepción.

La modulación puede ser analógica o digital. En cuanto a la primera de estas podemos decir que modifica algunas características de una señal llamada portadora de acuerdo con otra señal llamada moduladora o señal de información en forma tal que transporte la información contenida en esta última señal; tanto la portadora como la moduladora son señales continuas en el tiempo. De acuerdo a esto tenemos que existen los siguientes tipos:

- A) Modulación en Amplitud (A.M.) .- En donde la amplitud de la portadora varía en función de la señal de información.
- B) Modulación en Fase (P.M.) .- La fase de la portadora varía en función de la señal de información.
- C) Modulación en Frecuencia (F.M.) .- En donde la desviación de la fase con respecto al tiempo es el parámetro variable con la señal de información.

Por su parte en la modulación digital tenemos que la señal moduladora es no continua en el tiempo, de acuerdo a lo que tenemos estos tipos:

- A) Modulación por Amplitud de Pulso (P.A.M.) .- En este tipo la amplitud de los pulsos es la que varía en función de la información que se desea transmitir.
- B) Modulación por Posición de Pulsos (P.P.M.) .- Aquí la posición en el tiempo de un pulso periódico es en función de la amplitud de la señal de información.
- C) Modulación por Pulsos Codificados (P.C.M.) .- Este tipo de modulación es el más importante de la modulación digital ya que para transmitir la señal analógica es necesario

muestrearla, cuantificarla y codificarla por medio de pulsos binarios.

Una razón importante por la que se prefieren frecuentemente las señales digitales para la transmisión de información es porque son virtualmente inmunes al ruido y por tanto la interferencia y la distorsión que se puedan presentar son mínimas en comparación con las señales analógicas. Un pulso digital, mientras pueda reconocerse como 'uno' o 'cero', puede ser periódicamente reemplazado por un pulso nuevo, regenerando así la señal original (figura 1.4.1) no obstante puede agregársele o perderse un pulso en algún lado pero con un código de detección de errores esto se puede monitorear.

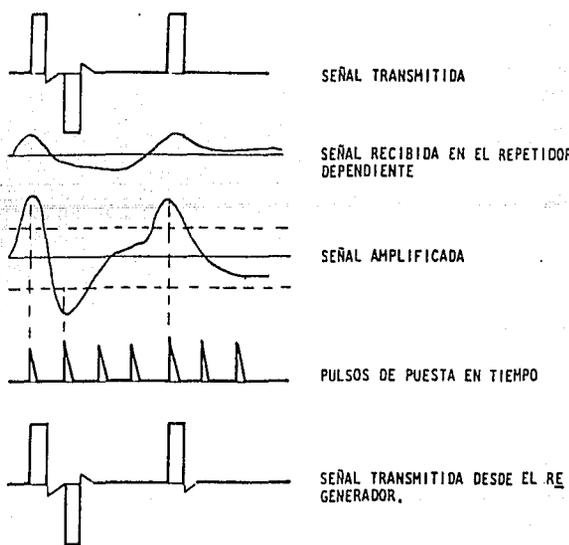


Figura 1.4.1. Proceso de Regeneración de una Señal Digital.

Modulación PCM.

PCM puede definirse como un método de conversión de información analógica a una forma digital, es un sistema de comunicación ya sea para señal de voz o datos. Su principal característica es la de poder multiplexar varias señales en tiempo compartido por división de tiempo además de poderlas transmitir y recibir a grandes velocidades con un grado de error pequeño.

Muestreo.

El proceso de escoger la medición de los puntos en la curva de una señal analógica (voz p.ej.) es llamado muestreo y este tiene por objeto representar a dicha señal mediante tomas de ésta a intervalos regulares de tiempo, el muestreo es un proceso efectuado para representar una señal continua limitada en banda por una serie de muestras de la misma sin perder información.

Para realizar el muestreo se toma la señal analógica original y en base a una multiplicación de frecuencia por un tren de impulsos se obtiene una composición cuya envolvente nos permite reconstruir de la manera mas fiel posible nuestra señal original (ver la figura 1.4.2).

Para recuperar la señal original de señal muestreada es necesario eliminar todas las componentes de frecuencia que estén fuera de la frecuencia moduladora (f_m), esto se puede lograr mediante la utilización de un filtro pasobajas cuya frecuencia de corte cumpla con la siguiente condición:

$$f_m < f_c < f_s - f_m$$

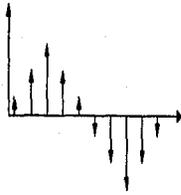
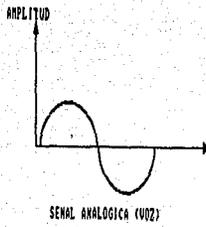


Figura 1.4.2 La señal muestreada es un tren de impulsos cuya envolvente es la señal original.

En la figura 1.4.3 se muestra el espectro de la señal muestreada observarse que la amplitud de las bandas laterales disminuye mientras la frecuencia aumenta, por tal motivo se requiere un filtro que solo permita el paso de la fm ya que si éste dejara pasar altas frecuencias se filtrarían bandas laterales que a su vez producirían ruidos y diafonías.

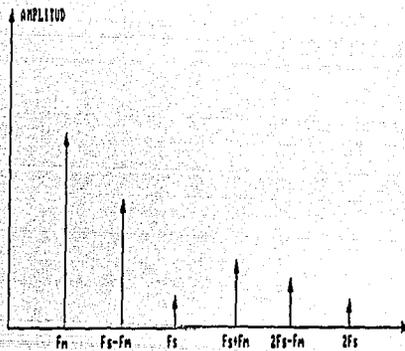


Figura 1.4.3 Espectro de la Señal Muestreada.

TEOREMA DEL MUESTREO

La teoría del muestreo establece que si una forma de onda tiene un espectro limitado a un rango finito de frecuencias, no es necesario conocer su valor en cada instante para definirlo completamente. Puesto que el espectro de la señal es una banda limitada durante cualquier intervalo de tiempo finito, también esta

limitada la cadencia en que puede cambiar la amplitud de la señal. Por lo tanto, siempre que los intervalos en que se muestree una señal sean suficientemente cortos, se puede representar completamente la señal analógica original por una serie de funciones discontinuas.

El teorema del muestreo de Shannon contempla esta situación y enuncia lo siguiente:

"Si una función continua $f(t)$ no contiene frecuencias superiores a f Hertz, la función puede ser definida completamente por las magnitudes de sus ordenadas distanciadas por intervalos no inferiores a $1/2 f$ por segundo"

Es decir, si la frecuencia máxima de la señal moduladora es f_m solo será necesario enviar $2 f_m$ valores por segundo espaciados en un período

$$T = 1 / 2 f_m \quad \text{segundos}$$

A esta operación se le denomina muestreo y a cada valor que se toma durante este proceso se le llama muestra.

Una muestra es por lo tanto, una medida de la amplitud de la señal afectada en un corto período de tiempo durante el cual la señal no cambia apreciablemente.

Para reconstruir la señal original a partir de la onda muestreada de la primera banda lateral no debe sobreponerse a la segunda banda lateral o mínima frecuencia ($f_s - f_m$) de lo contrario el filtro pasobajas no será capaz de eliminar por completo la totalidad de la segunda banda lateral.

En sistemas telefónicos las muestras son tomadas a un ritmo de $2 f_m$ veces por segundo; tomando en cuenta que la frecuencia máxima de la señal corresponde para fines prácticos a 8000 veces por segundo.

(en realidad 6800 Hz que es el doble de la máxima frecuencia del espectro de la voz humana) a intervalos de:

$$1 / 8000 = 125 \text{ mseg}$$

se tiene que ésta es la frecuencia mínima de muestreo, también llamada velocidad de muestreo o de Nyquist.

Se hace notar que en la mayor parte de los sistemas de muestreo de datos o de tiempo discreto, el circuito que sigue al muestreador tiene la característica de un filtro pasobajas que reduce las componentes de alta frecuencia, alisa la señal original y permite reproducir la señal original.

Cuantificación.

Como se ha comentado, el muestreo convierte una señal continua en una señal discreta en el tiempo, pero para poder hacer la transmisión de señales en forma digital es necesario que éstas sean discretas en cuanto a amplitud.

Al proceso de comparar el valor de las muestras resultantes con un número finito de valores contenidos en una escala de referencia asignando el valor correspondiente a cada muestra se le conoce como cuantificación.

A cada valor de amplitud le corresponde un valor discreto, los valores contenidos dentro de la escala son llamados niveles de cuantificación y se localizan dentro de los límites superior e inferior de la señal que se muestrea, sin embargo, independientemente del número de niveles utilizados los errores que se pueden introducir pueden ser de hasta medio intervalo, por lo que al efectuar la

aproximación estamos produciendo un error que se refleja como ruido y que se conoce como ruido de cuantificación.

Teóricamente la relación que nos indica la cantidad de niveles de cuantificación en función del número de pulsos utilizados en la codificación y el número de niveles de voltaje de pulso es:

$$Q = V^P$$

Donde: Q = No. de niveles de cuantificación

V = No. de niveles de Voltaje

P = No. de pulsos utilizados para la
codificación.

Existen dos métodos de cuantificación: Por un lado la cuantificación lineal cuya desventaja principal es que el ruido promedio es independiente del voltaje de entrada, por lo tanto, cuanto menor es la señal de entrada menor es la relación señal-ruido, así cuando la señal de entrada es menor al primer nivel de cuantificación se perderá por completo; para evitar esto se realiza un achicamiento espaciado y alineado con el fin de tener más niveles de cuantificación para bajas amplitudes de señal y menores para las altas. Este proceso enfatiza las bajas amplitudes sobre las altas y se denomina compansión (compresión-expansión).

Para lograr una cuantificación alineal se utiliza un circuito compresor en el que las señales de pequeñas amplitudes se amplifican más que las de gran amplitud de modo que la capacidad de cuantificación se eleva.

En el demodulador la señal comprimida se descomprime y esto se logra a través de un circuito denominado expansor cuya función es la complementaria a la del compresor.

Para ejecutar este tipo de achicamiento el CCITT ha recomendado el uso de dos leyes diferentes para los dos tipos de PCM de primer orden, la ley μ de 15 segundos y la ley A de 13, estas leyes se denominan también leyes de codificación porque en los casos prácticos el proceso de cuantificación se efectúa en el codificador (figura 1.4.4)

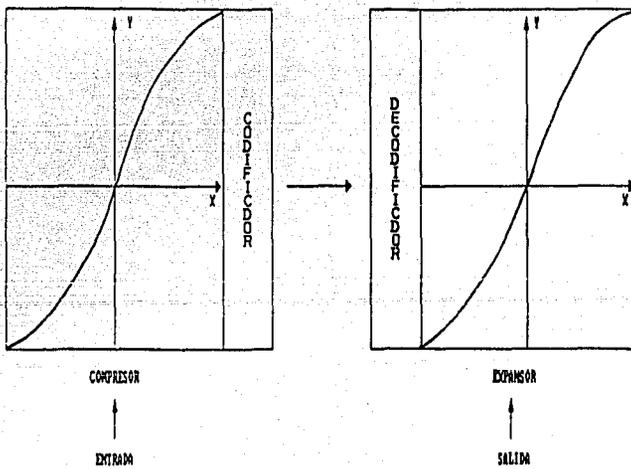


Figura 1.1.4 Ley de Codificación

Codificación.

Los procesos de muestreo y cuantificación producen una señal discreta en el tiempo y se puede decir que una señal cuantificada es un elemento de señal discreta con un gran número de valores pero las

muestras cuantificadas aún no son apropiadas para ser transmitidas por las siguientes razones:

A) En la transmisión sobre el medio la señal cuantificada es afectada en mayor grado que un elemento binario.

B) La dificultad para reconstruir circuitos capaces de distinguir entre un número grande de muestras. En un elemento binario existe un nivel de ruido más alto y su regeneración es sencilla.

El propósito de la codificación es representar una señal cuantificada en forma de grupos de dígitos o pulsos binarios llamados bits de amplitud fija, cada grupo se conoce como palabra de código o carácter.

La señal que tenemos a la salida del codificador es un tren de pulsos unipolares. Esta forma de señal tampoco es apropiada para ser transmitida en la línea a grandes distancias. De esta manera todos los pulsos tienen la misma polaridad, la principal desventaja de un código unipolar para su transmisión sobre un cable repetidor es el contenido de corriente directa que no puede ser transportada a través de los transformadores de energía de entrada y salida a los repetidores (regeneradores).

Para eliminar este problema se ideó el código de línea llamado AMI (inversión de marcas alternadas), en este código se aplica ésta inversión de marcas al tren de pulsos unipolares que salen del codificador, por lo tanto el código AMI establece que cada pulso está representado con un pulso de polaridad opuesta al que le precede, esto es sin tomar en cuenta el número de ceros que existe entre ellos.

Con la ayuda de ésta técnica se puede eliminar el problema del contenido de corriente directa del tren de pulsos que va a la línea, puesto que el valor medio del contenido de DC del código AMI es cero.

Otra ventaja del código AMI es que también el contenido de alta frecuencia es mucho más pequeño, la mayor parte de la energía de la señal permanece alrededor de la frecuencia.

Los sistemas prácticos actuales usan la codificación binaria de las muestras de conversación cuantificadas. Como la telefonía usa 256 niveles de cuantificación, cada muestra se codificará en un grupo de código, o palabra PCM, consistente de 8 impulsos binarios, es decir, 8 bits.

Demodulación

Los procesos del receptor que convierten la señal PCM entrante en una señal analógica incluyen la regeneración, la decodificación y la reconstrucción.

El proceso de regeneración tiene el mismo objetivo y se efectúa de la misma manera que en la línea de transmisión, es decir, los impulsos distorsionados son remplazados por nuevos pulsos cuadrados. Antes de entrar al decodificador, la señal bipolar es reconvertida en unipolar. En el proceso de la decodificación, las palabras de código generan impulsos de amplitud, cuyas alturas son iguales a las de las muestras cuantificadas que generaron las palabras de código. De modo que después de pasar por el decodificador, se ha recuperado el tren de muestras cuantificadas.

La señal analógica es reconstruida en un filtro pasobajas. El espectro de la señal muestreada contiene el espectro de la señal original. Un filtro pasobajas con una frecuencia de corte de f_c Hertz elimina todas las componentes de frecuencia del espectro superiores a f_c Hertz dejando el espectro de la señal analógica que se desea (Figura 1.4.5).

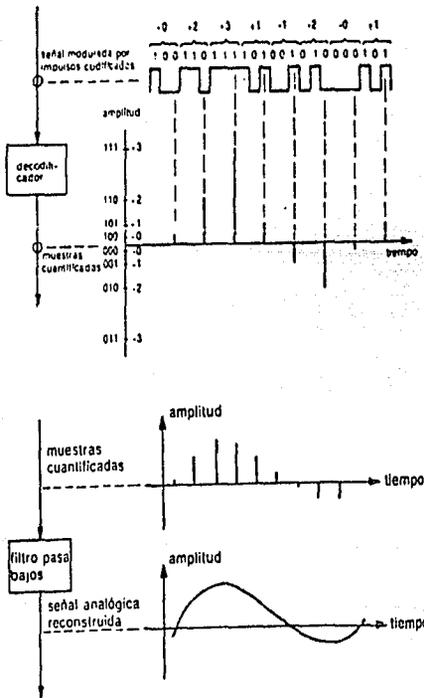


Figura 1.4.5 Extracción de la Señal Original.

El equipo receptor correspondiente efectúa las adecuaciones necesarias a la señal para reconstruirla de la manera más fiel posible y de ahí que los procesos que mencionamos deban diseñarse para brindar máxima eficiencia.

estos sistemas sirven en la actualidad para ampliar la capacidad de servicio de los cables de baja frecuencia existentes y poco a poco, con la introducción de la telefonía digital los beneficios serían aún más palpables.

La figura 1.4.6 muestra la ley de compresión.

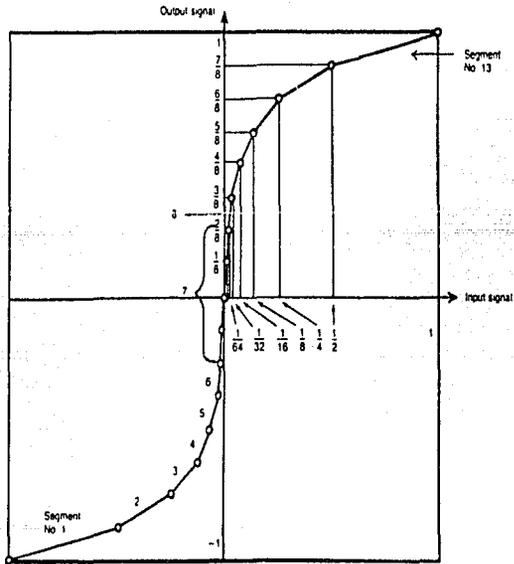


Figura 1.4.6 Ley de Compresión "A"

1.5 Multiplexaje

En la Transmisión de enlaces telefónicos entre poblaciones distantes se requiere aprovechar al máximo los recursos del medio de Transmisión que las une. Esto se logra mediante equipos que agrupan en un extremo las diferentes informaciones que desean transmitirse, y en el extremo opuesto, equipo idéntico permite diferenciar e identificar cada una de las señales recibidas.

Tales Equipos son conocidos genéricamente como "Equipo Múltiplex" y su importancia es trascendental en la Telefonía a Larga Distancia. La figura 1.5.1 simplifica al máximo la estructura básica de una red de Larga Distancia, aún así, permite ilustrar el papel que desempeña el Múltiplex en una conferencia interurbana: Las tres ciudades; A, B y C están comunicadas mediante sus respectivos enlaces de Larga Distancia; cada ciudad está provista de una CENTRAL DE CONMUTACION que permite interconectar entre sí a cualesquiera de los subscriptores de esa localidad; además esa central tiene LINEAS DE ENLACE con otras localidades. Dichas líneas de enlace están prolongadas hacia la central de Larga Distancia donde el Equipo Múltiplex (Mx) las agrupa en una sola señal multicanal que será enviada a la población deseada mediante el equipo de Transmisión respectivo.

Clasificación de los sistemas de multiplexaje.

Por principio, debemos hacer mención que existen dos técnicas perfectamente definidas para "Multiplexar" señales:

Multiplexaje por división de frecuencia.(FDM)

Multiplexaje por división de tiempo.(TDM)

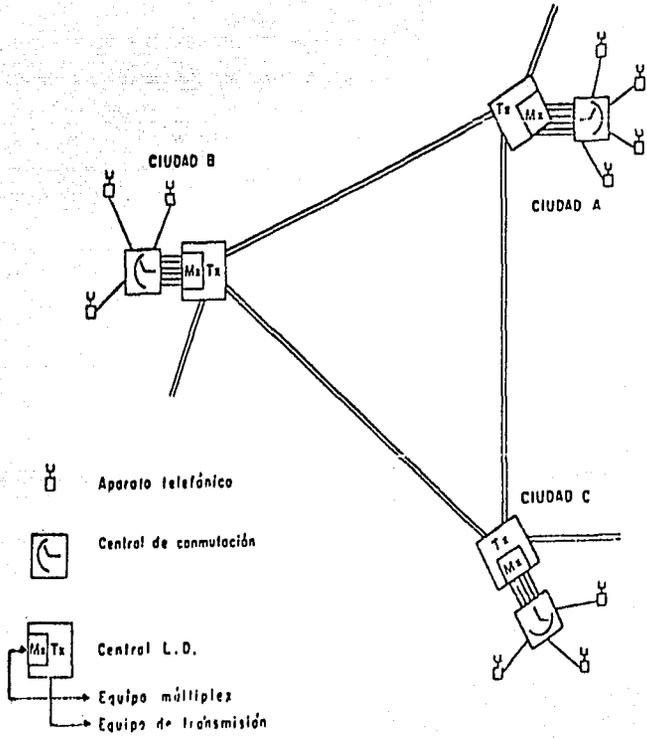


Figura 1.5.1.1 Red Telefónica de Larga Distancia.

1.5.1 Sistema Múltiplex por División de Frecuencia. (FDM)

Antes, en la red de líneas de enlace se empleaban enlaces físicos. Estos constaban de cables, frecuentemente pupinizados así como de líneas de hilo desnudo en postes.

En largas distancias había que introducir amplificadores a tramos regulares. Para esto se necesitaba en cada punto un amplificador para cada uno de los enlaces de habla (y para cada dirección).

Al crecer la cantidad de enlaces, las líneas no tardaron en encarecerse y hacerse inmanejables. Estas circunstancias contribuyeron a la rápida evolución de la técnica de Múltiplex por División de Frecuencia, también llamada Técnica de Frecuencias Portadoras. Generalmente se emplea la abreviatura FDM, que viene de la expresión inglesa Frequency División Múltiplex. El principio de la FDM se ha empleado básicamente en la Transmisión de Radio. Esto se debe a que mediante un procedimiento de modulación, las bandas de Frecuencia para la información que se ha de transmitir se colocan unas al lado de las otras en la escala de frecuencias. Esto permite que se pueda transmitir en un par de líneas, es decir una línea para cada dirección de habla, una gran cantidad de enlaces simultáneamente, hasta varios miles. Los principios básicos de la técnica FDM aparecieron durante los años 30 y 40.

Los primeros sistemas FDM se emplearon para tramos de líneas aéreas. Primero se probó con 3 canales de habla y poco tiempo después

se colocó sobre este sistema de 3 canales un sistema de 12 canales. La frecuencia más alta que se pudo transmitir fue de unos 150 KHz. Para frecuencias que sobrepasen los 150 KHz, no es posible emplear sistemas FDM en líneas aéreas.

Para sistemas FDM por cables con pares simétricos, es necesario compensar la atenuación en el cable con amplificadores. Hasta que no se descubrió el principio de la realimentación negativa, (1934), no fue posible conseguir la necesaria estabilidad de amplificación para esta aplicación pero una vez descubierto este principio comenzó una acelerada evolución y durante un período de 10 años (1940-1950) se construyeron sistemas de 12, 24 y 60 canales. La frecuencia más alta del sistema de 60 canales es de 252 KHz, lo que es aproximadamente el límite de lo que se puede transmitir por un cable de pares. (No obstante, los cables especiales aislados por plástico pueden transmitir hasta unos 500 KHz).

El cable coaxial fue el medio de Transmisión que posibilitó la evolución hacia sistemas mejores. Un tubo coaxial está formado por un conducto interno envuelto por un conductor externo cilíndrico. Debido a esta construcción el campo electromagnético queda limitado por el conductor externo. Por esto, la Diafonía entre varios tubos de un mismo cable, está casi eliminada.

Contrariamente a lo que ocurría con los cables de pares, donde la diafonía aumentaba con la frecuencia encontramos que en el cable coaxial ésta disminuye al aumentar la frecuencia. Y para 500 KHz la diafonía está en el límite de lo medible.

Generalmente los tubos coaxiales se emplean por pares con un tubo para cada una de las direcciones de habla de los canales.

Modulación y Demodulación

Las frecuencias (f_s) de un canal se mezclan en un modulador con una frecuencia portadora (f_c), con lo que se obtienen las bandas de frecuencias $f_c \pm n f_s$, siendo $n=1,3,5,\dots$

Las bandas de interés en la técnica FDM son $f_c + f_s$, lo que llamamos Banda Lateral Superior y $f_c - f_s$, lo que llamamos Banda Lateral Inferior. Las demás bandas se filtran. Los principios de esta técnica se muestran en la Fig. 1.5.1.1

PRINCIPIO DE CIRCUITOS

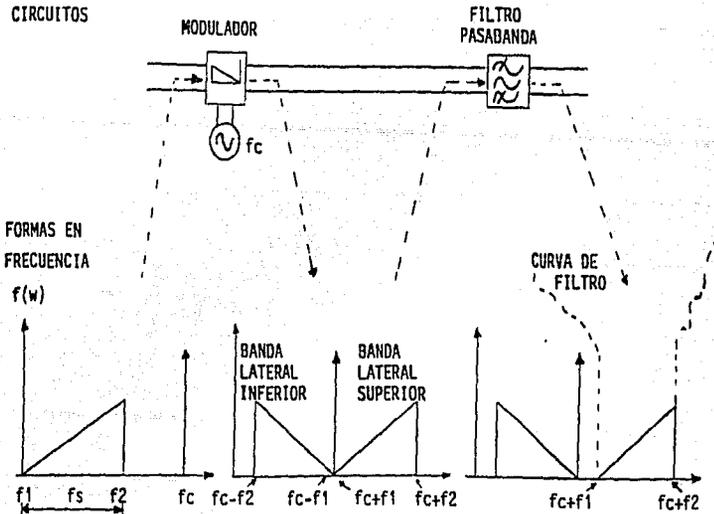


Figura 1.5.1.1 Principios de la Modulación por División de Frecuencia.

Ejemplo:

Canal 1 = 300 - 3400 Hz ($f_1 - f_2$)

Frecuencia Portadora = 12000 Hz (f_c)

RESULTADO:

Banda de FDM = 12300 - 15400 Hz

En la Demodulación, es decir, la vuelta a la señal original, se mezcla la señal, por ejemplo la banda $f_c - f_s$, con la frecuencia portadora f_c , con lo que se obtienen las bandas $f_c \pm n(f_c - f_s)$. Después del filtrado quedan las frecuencias de canal f_s .

No es necesario transmitir la onda portadora f_c . La onda portadora necesaria para la Demodulación igualmente se puede generar y añadir en el extremo receptor. No obstante la onda portadora añadida tiene que tener exactamente la frecuencia y fase correcta. Cuando se emite la onda portadora se dice que tenemos onda portadora suprimida. Tampoco es necesario transmitir las dos bandas laterales ($f_c + f_s$) y ($f_c - f_s$), ya que una banda lateral es suficiente para la demodulación. Transmitiendo solamente una de las bandas laterales, se consigue una ventaja importante: se ahorra la mitad del espacio de frecuencias. En la telefonía múltiple en la mayoría de los casos se usa la transmisión con una banda lateral solamente.

1.5.2 sistema Múltiple por División de Tiempo (TDM)

Otro método de transmisión es mediante los sistemas múltiple por división de tiempo TDM (Time División Múltiple), en el cual los canales telefónicos se transmiten en forma de impulsos. El principio básico de la modulación por codificación de impulsos significa que la

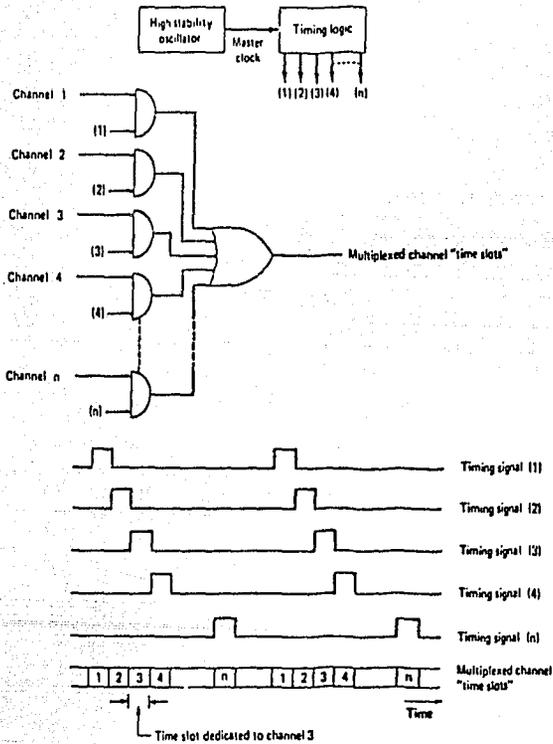


Figura 1.5.2.2.-Principios Básicos del Multiplexaje por División de Tiempo.

Los sistemas TDM son la base fundamental de los sistemas PCM (modulación por pulsos codificados) ver figura 1.5.2.3.

Los sistemas PCM están constituidos básicamente por las siguientes etapas:

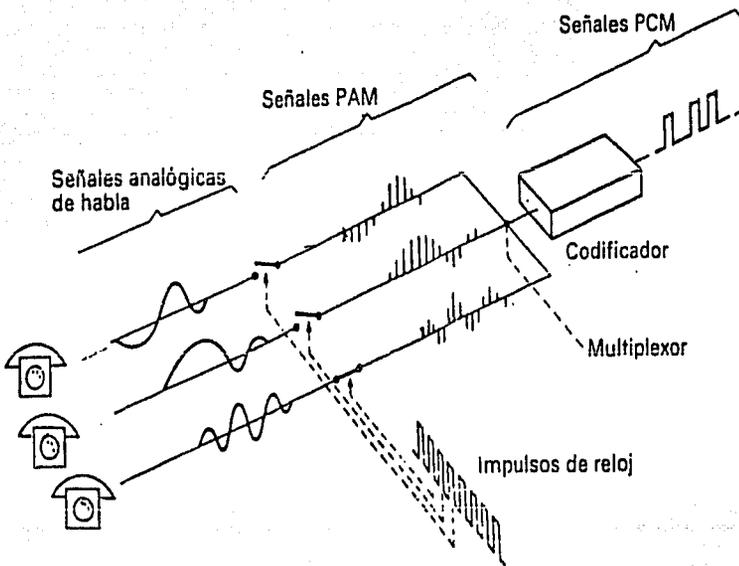


Figura 1.5.2.3. Principios de la Modulación por Pulsos Codificados(PCM)

1. El canal analógico de habla se convierte en señales moduladas por amplitud de impulsos (PAM).
2. Varios canales (PAM) se reúnen en un grupo en un equipo de múltiplex por división de tiempo y obtenemos señales PAM/TDM.

3. Las señales PAM/TDM, se cuantifican a valores discretos, es decir, se aproximan al número entero inmediato de una escala.
4. Los números enteros se codifican a forma digital y se transmiten como señales PCM/TDM, por la línea de enlace, al lado receptor, donde las señales se vuelven a convertir en señales analógicas de habla.

Por el momento solo nos ocuparemos de los dos primeros puntos, ya que los cuatro puntos se detallan en forma exhaustiva en un capítulo posterior.

Modulación por Amplitud de Pulsos (PAM)

Ya en los años 20 se demostró matemáticamente que la señal de voz se podía transmitir en forma de una señal modulada por amplitud de impulsos. Esto se consigue midiendo la amplitud de una señal con una anchura de banda limitada, a intervalos regulares (muestreo), teniendo estos intervalos una frecuencia que sea por lo menos el doble de la frecuencia más alta de la señal que se desea transmitir.

Este proceso se basa en el teorema del muestreo que especifica:

"Una señal continua que no contenga frecuencias mayores a W Hz, está completamente determinada por muestras de la señal tomadas a intervalos de $1/2 W$ segundos". Esto significa que la frecuencia de muestreo siempre debe ser mayor o igual al doble de la máxima frecuencia de la señal de información. El intervalo $1/2 W$ segundos se conoce como "Intervalo de Nyquist".

La señal continua que es aplicada al equipo PCM transmisor, se hace pasar primeramente por un filtro de paso bajo con el objeto de

limitarla dentro de un rango determinado de frecuencia. La señal es interrumpida periódicamente por un interruptor, teniendo a la salida de éste, pulsos que representan la amplitud de la señal muestreada en los instantes de muestreo. Con este proceso se obtiene una señal modulada por amplitud de pulsos (señal PAM).

En la figura 1.5.2.4a se muestra el espectro de frecuencia correspondiente a la señal de información antes de ser muestreada; nótese que está limitado entre 0 y B debido al afecto del filtro limitador de banda.

La acción del muestreo hace que se produzcan réplicas del espectro de la señal de información situadas simétricamente en la vecindad de la frecuencia de muestreo f_s (espectros II y III) y de los múltiplos de f_s (espectros IV y V, VI y VII etc.). Nótese que el espectro I es el mismo espectro de la señal de información. En el equipo PCM receptor, la señal PAM se pasa por un filtro paso bajo con frecuencia de corte en B, recuperándose solo el espectro I; de esa manera se obtiene de nuevo la señal continua de información figura 1.5.2.4c.

Cumpliendo con el teorema del muestreo ($f_s > 2B$), la señal no sufrirá distorsiones que pudieran en un momento dado, ocasionar que parte del espectro II coincidiera o se sobrepusiera con el espectro I, haciendo de esta manera imposible la recuperación del espectro I, en el lado receptor por medio de filtros.

En la práctica, los canales telefónicos tienen un ancho que va desde 300 a 3400 Hz. De acuerdo con esto, el CCITT recomienda un período de muestreo de 125 microseg. o en otras palabras, una frecuencia de muestreo de 8000 Hz.

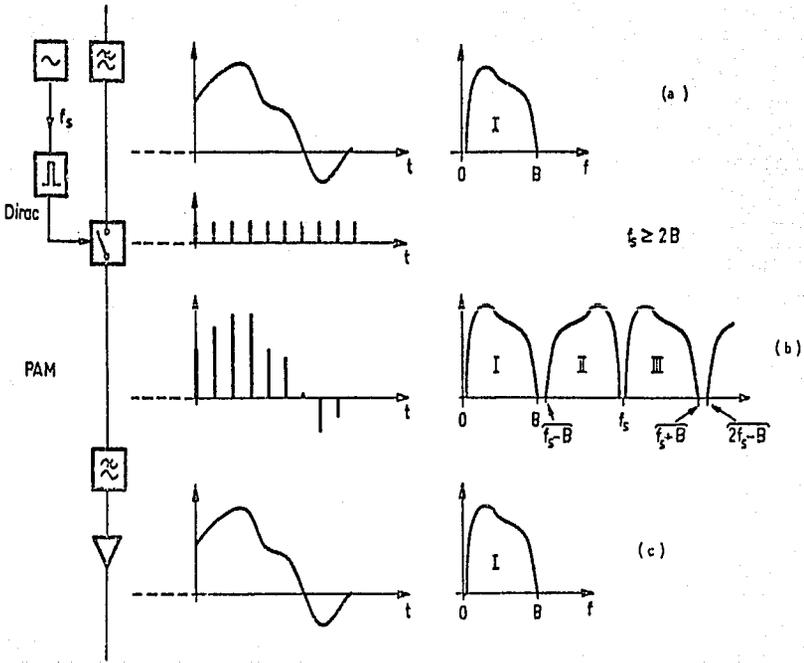


Figura 1.5.2.4. Señal PAM Filtrada.

Como la señal PAM consiste de muestras de señal, las cuales tienen duración finita y son transmitidas a ciertos intervalos de tiempo, se utilizan los intervalos de tiempo durante los cuales no se transmite esta señal, para transmitir la información correspondiente a otras señales PAM, es decir los instantes de muestreo son diferentes para cada señal, requiriéndose por esto, una sincronización apropiada entre el transmisor y el receptor con el objeto de eliminar la diafonía entre canales de transmisión paralelos.

Es oportuno hacer notar dos parámetros de la señal PAM muy importantes, con el objeto de lograr un mejor entendimiento del tratamiento de la señal de información hasta este punto y de las limitaciones que surgen al usar la multicanalización en el tiempo. Estos son el ancho de banda y la sincronización en el tiempo.

- a) El ancho de banda (B) necesario, aumenta con el número de señales multicanalizadas ya que éste es proporcional al recíproco de la duración de los pulsos transmitidos. Por otro lado los pulsos pueden hacerse de más larga duración; el límite para esto sería las interferencias entre pulsos adyacentes. En general si se quiere multicanalizar N señales en tiempo, el ancho de banda requerido sería N veces mayor que para una sola señal.

Por ejemplo, supóngase que se tiene 10 canales de voz c/u limitado a 3.4 KHz y muestreados secuencialmente a una rapidez de 8 KHz, para efectos de multicanalización por un canal común de transmisión. Las muestras o pulsos sucesivos de la señal PAM estarían espaciados 12.5 microseg. como lo muestra la fig. 1.5.2.5.

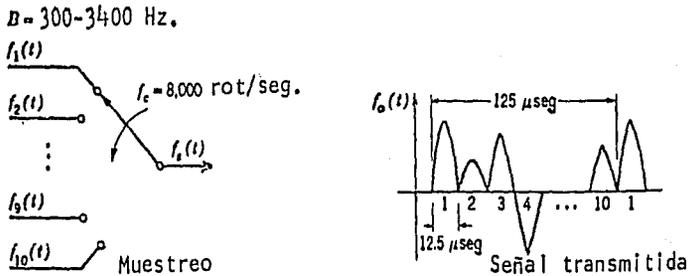


Figura 1.5.2.5-Muestreo de una Señal.

El ancho de banda necesario para transmitir estos pulsos es aproximadamente 80 KHz.

b) Otro problema introducido por la multicanalización en el tiempo es el de la sincronización y registro de los pulsos sucesivos en el receptor.

Esto implica que el "explorador" de los diversos canales en el receptor esté sincronizado con el "explorador" del transmisor con el objeto de que los pulsos sean recibidos en el canal apropiado correspondiente. Lo anterior se torna difícil debido a la velocidad de exploración necesaria y con el transmisor y receptor alejados uno de otro cientos de kilómetros. En la figura 1.5.2.6 se ilustra el principio mencionado.

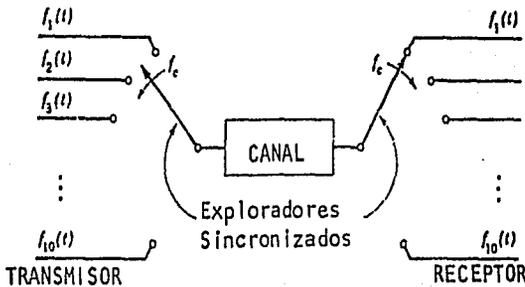


Figura 1.5.2.6. Sincronización del Transmisor y el Receptor.

Existen varias técnicas que pueden utilizarse en la práctica para lograr la sincronización y registro adecuado de los pulsos de la señal PAM, como por ejemplo:

- a) El uso de pulsos especiales, diferenciados de los pulsos regulares de señal de información y enviados periódicamente a intervalos regulares.
- b) Una organización tal de la señal PAM que permita extraer la información de sincronización de los mismos pulsos de señal transmitidos, tomando un promedio sobre un cierto período de tiempo.

CEPT ha recomendado como standard europeo un sistema de 32 canales en múltiplex por división de tiempo.

Cada impulso (muestreado) puede ocupar un tiempo de:

$125/32$ microseg. = 3.9 microseg.

Los canales 0 y 16 se emplean para señalización y los otros 30 para transmisión de voz.

CAPITULO 2

EL SISTEMA TELEFONICO

C A P I T U L O 2

SISTEMA TELEFONICO

2.1 Estructura del sistema telefónico en México.

En el campo de las telecomunicaciones la transmisión del habla ocupa un lugar prioritario, la demanda creciente de un mayor y mejor servicio hace necesario que los diseños de sistemas y redes sean cada vez mejores. De acuerdo a lo anterior se presenta a continuación un panorama de la operación de una central telefónica y su entorno.

Cuando se diseña un sistema de comunicaciones se persigue alcanzar una economía óptima para todo el conjunto. Factores que influyen en el razonamiento económico del sistema y sus partes suelen ser entre otros:

- A) Tiempo de ocupación y demanda del mismo
- B) Tamaño y cantidad de etapas del sistema
- C) Costo de la solución de circuitos en estas etapas

Puesto que cada parte del sistema influye con su entorno, cualquier modificación de estos factores repercute tanto en la parte involucrada como en su periferia.

La Red Local

Durante los primeros años de la telefonía, la red se construía según el principio de que cada abonado debía tener una línea a cada uno del resto de los abonados en la red. (Figura 2.1.1). Cuando el abonado quería telefonar, tenía que girar un selector en el aparato telefónico hasta que quedaba conectado a la línea correcta.

Después se podía efectuar la llamada y así establecer la conversación. Una batería en cada teléfono daba la alimentación de corriente necesaria, esto es lo que llamamos sistema de batería local (sistema BL).

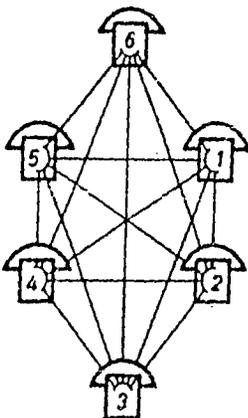


Figura 2.1.1 Red en Polígono.

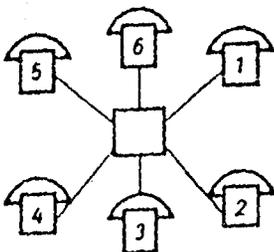


Figura 2.1.2 Red Estrella.

Como se puede ver, éste sistema pronto resultó impráctico, por ejemplo para una red de 10 abonados era necesario hacer una instalación de 45 líneas.

Por lo tanto, la estructura lógica de una red de abonados es que cada uno tenga una línea: la línea de abonado que se conecta a una central telefónica común. En ésta red que llamamos red en estrella (figura 2.1.2), la función de los selectores para elegir una vía de conexión se ha trasladado a la central telefónica situada en el centro. El abonado que llama da el número del abonado deseado ya sea verbalmente a una telefonista en una central manual, por ejemplo, o con un disco dactilar a una central automática.

En los sistemas telefónicos modernos también se ha trasladado a la central la alimentación de corriente de la línea de abonado y del teléfono, lo que llamamos sistema de batería central (sistema BC). La zona que puede cubrir una central telefónica llamada central local, está limitada esencialmente por los costos de las líneas de abonados de 2 hilos. A medida que una población crece resulta mas ventajosa distribuir la cantidad de abonados entre varias centrales locales, en lugar de conectar líneas de abonado largas a una central solamente. Entre las centrales locales se emplean líneas de enlace para transmitir el tráfico entre los abonados que pertenezcan a diferentes centrales locales (Figuras 2.1.3 y 2.1.4).

Si comparamos la red telefónica con la red de carreteras de una población encontraremos muchas semejanzas. Una población pequeña, así como un barrio en una ciudad grande, generalmente está construida alrededor de un centro. Este centro entre otras cosas consta de un

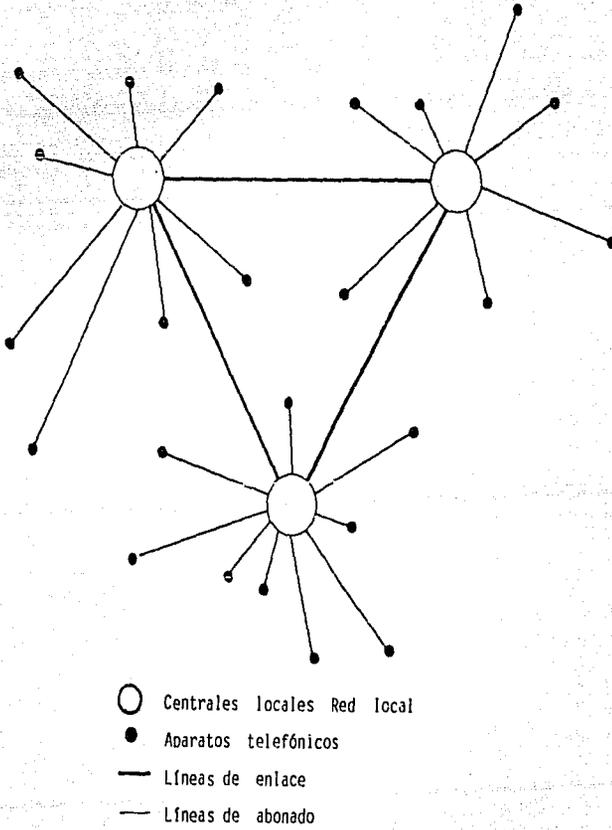
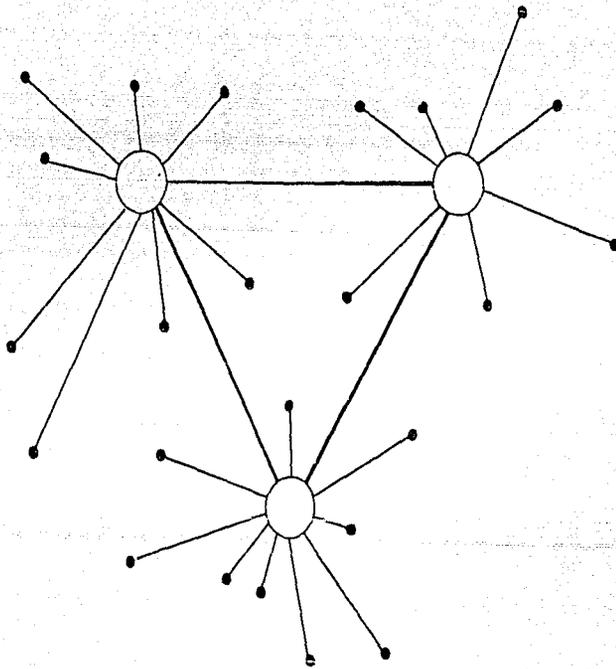


Figura 2.1.3.-Tráfico entre diferentes centrales locales.



- Centrales locales Red local
- Aparatos telefónicos
- Líneas de enlace
- Líneas de abonado

Figura 2.1.3.-Tráfico entre diferentes centrales locales.

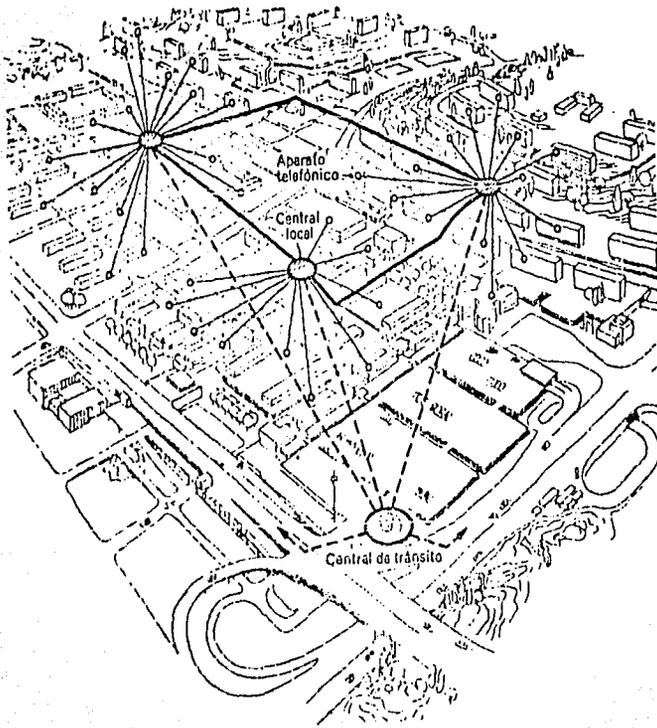


Figura 2.1.4.-Enlaces en la red de carreteras y en la telefónica.

cruce que recibe y distribuye el tráfico a los diferentes lugares de la población. Así pues, también nuestra central telefónica conecta los enlaces de conversación entre los abonados en diferentes partes de la ciudad. Las carreteras llevan el tráfico concentrado entre los cruces, de la misma manera que las líneas de enlace en la red telefónica llevan el tráfico concentrado entre las centrales locales.

Una o varias centrales locales en el mismo distrito (por ejemplo una ciudad), con la correspondiente red de líneas de abonado, forman una zona local. El tráfico telefónico dentro de la zona local se llama por consiguiente tráfico local.

Generalmente el abonado que llama se denomina abonado A, y el abonado llamado abonado B (Figura 2.1.5).

La red de tránsito

EL tráfico telefónico entre los abonados de las diferentes ciudades, países y continentes, lo que llamamos tráfico de tránsito, aumenta impetuosamente debido a muchos factores, entre estos el que cada vez hay mas abonados que pueden marcar por sí mismos en su aparato telefónico el número deseado y conectarse sin ayuda de una telefonista

El tráfico de tránsito se lleva desde una cantidad de centrales locales adyacentes a una central de tránsito (Figura 2.1.6). A ésta central no hay ningún abonado conectado, sino que únicamente expide tráfico entre centrales locales y otras centrales de tránsito. Así pues, un enlace de tránsito desde el abonado A se conecta a través de la central local de éste y a través de una o varias centrales de tránsito hacia la central local deseada y el abonado B.

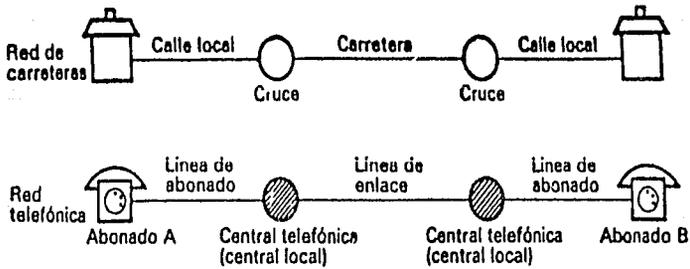


Figura 2.1.5. Tráfico local entre dos abonados.

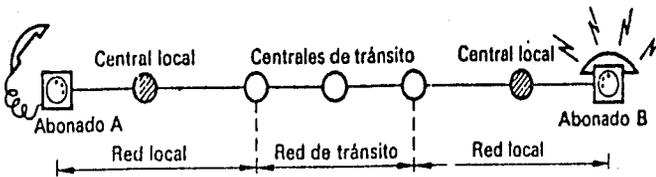


Figura 2.1.6. Ejemplo de un enlace de tránsito.

Normalmente una central de tránsito puede elegir entre varias vías de enlace para establecer una conexión, lo que nos da las máximas posibilidades de conectar hasta el abonado B aunque una sección estuviera bloqueada a causa, por ejemplo, de que todas las líneas de enlace en una determinada dirección estuvieran ocupadas por tráfico o por algún daño en el cable (Figura 2.1.7).

La Central Local.

Tomando como antecedente lo que se ha dicho sobre la red local y la de tránsito, podemos determinar la forma en que una central debe operar. En principio, la central local trabaja de acuerdo a un programa incorporado para el que la información de destino se obtiene del abonado A.

Cuando el abonado A llama a la central local, ésta tiene que conectar un receptor para poder recibir la información de destino. Una vez procesada esta información se conectará el enlace en la dirección deseada, bien sea hacia un abonado B conectado en la propia central local o hacia otra central local o de tránsito para seguir la conexión de enlace. Después la central local podrá emitir instrucciones hacia el otro equipo telefónico (figura 2.1.6).

Es importante que la llamada y señalización entre dos centrales telefónicas se efectúen lo más rápidamente posible. De ésta manera se puede dar un mejor servicio a los abonados, las líneas se aprovechan mejor y se reduce el tiempo de ocupación de las partes de control.

Señalización entrante.

Lo primero que el abonado A hace es llamar a la central telefónica para obtener sus servicios. Puesto que la cantidad de

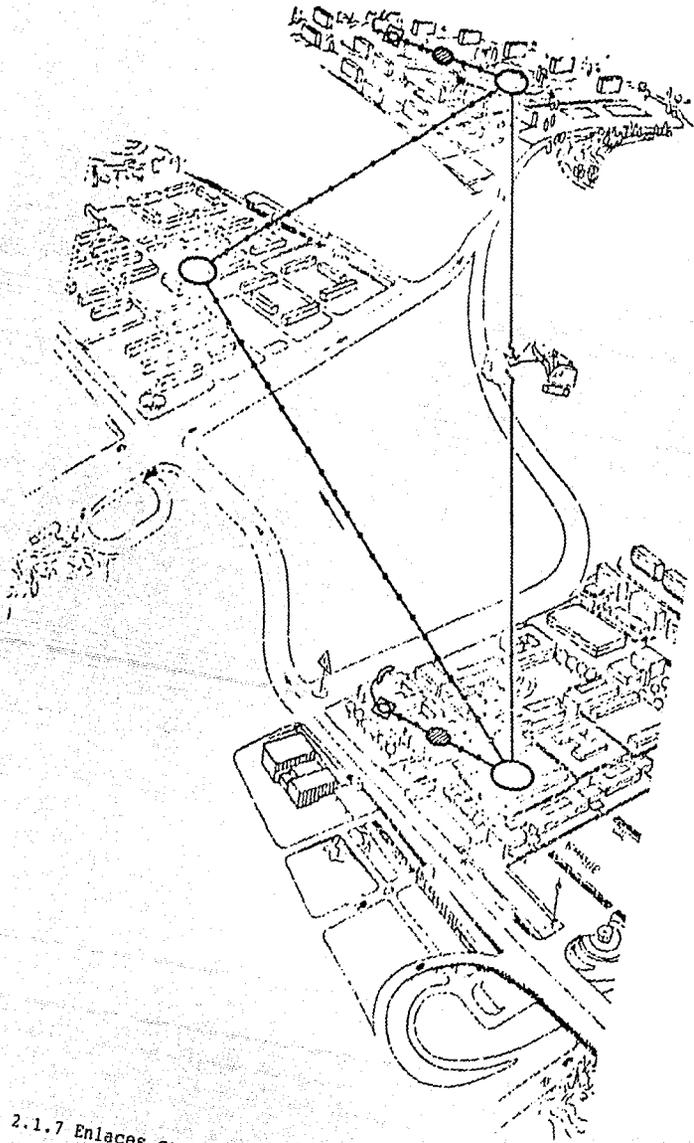


Figura 2.1.7 Enlaces con selección de vías alternativas.

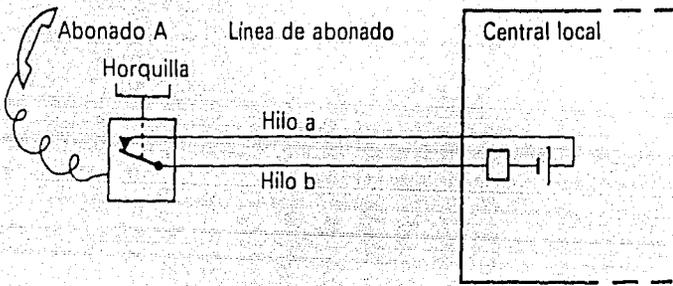


Figura 2.1.8 Llamada desde el abonado.

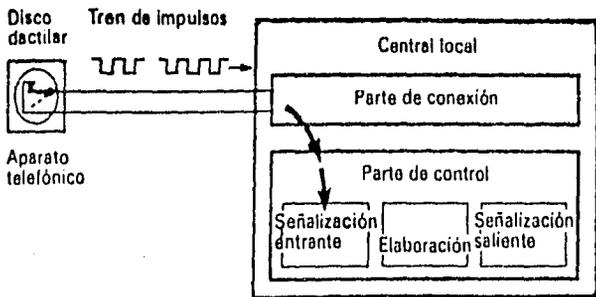


Figura 2.1.9 Señalización Entrante.

abonados es grande, el equipo destinado a la función de llamada por razones de tipo económico, debe ser lo más sencillo posible. El abonado A descuelga su auricular, entonces el muelle de la horquilla o de los botones de horquilla suelta y cierra un contacto (figura 2.1.8). A éste interruptor se conectan los dos hilos de la línea de abonado (hilos a y b). Cuando el contacto cierra se forma un circuito de corriente continua desde la central local, por los hilos de la línea de abonado al aparato telefónico. En la central telefónica un relevador registra la llamada.

A la central local se pueden conectar diferentes tipos de equipos de abonado entre los que podemos citar:

- Aparato telefónico con disco dactilar.
- Aparato telefónico con teclado.
- Equipos de facsímil
- etc.

Estos equipos deben de ser tratados según diferentes reglas y por lo tanto es conveniente controlar ya en ésta fase, a qué grupo (lo que llamamos categoría), pertenece el abonado A. La central local conecta un receptor de señal adecuado a la línea de abonado, con el fin de poder recibir la información de destino, esto es, el número del abonado B. El abonado A recibe aviso de que la central local esté preparada mediante un tono de marcar y después, marcando las cifras en el disco dactilar (o teclado), el abonado A transmite la información de destino. El disco dactilar emite las cifras en forma de trenes de impulsos, es decir, un grupo de impulsos para cada cifra.

En una memoria de la central local se reciben y almacenan las cifras (figura 2.1.9).

Elaboración de la información.

Ahora la central local ha recibido la información suficiente, es decir, la categoría a la que pertenece el abonado A (categoría A) y el destino del abonado B (número B) y es entonces cuando puede comenzar su trabajo propiamente (figura 2.1.10). La elaboración y el análisis de la información aporta datos sobre puntos como la dirección del tráfico, las direcciones alternativas, la tarifa que se deriva del enlace realizado, una señalización hacia el abonado B, centrales siguientes, si la alimentación de corriente ha de tener lugar hacia el abonado B y como se ha de efectuar la desconexión.

Con ayuda de este análisis se realiza después la selección de la línea externa saliente y la selección de la línea interna entre las líneas entrante y saliente

Conexión del enlace.

Hasta este momento están determinados todos los datos para establecer el enlace a través de la central local y si hay una línea saliente libre se conecta el enlace (en la parte de conexión). Si el enlace se debe conectar a través de varias centrales, el abonado A no se conecta al enlace hasta que la conexión haya alcanzado al abonado B. De ésta manera se evita que el abonado A perturbe la señalización que se intercambia entre las centrales a lo largo de la línea de enlace (figura 2.1.11).

Señalización saliente.

La elaboración antes mencionada de la información de destino, mostraba si el enlace se había de conectar a un abonado B conectado a la propia central o a otra central.

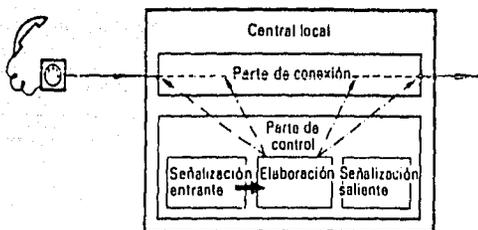


Figura 2.1.10 Elaboración.

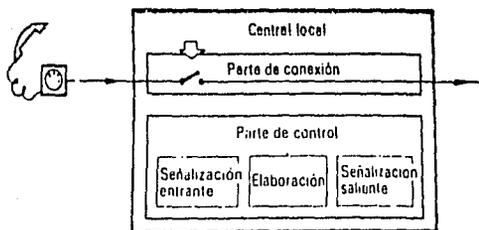


Figura 2.1.11.-Establecimiento de Conexión del Enlace.

Si el abonado B está conectado a la propia central y se encuentra libre, se le emite una señal de llamada. Al mismo tiempo se emite un tono de control de llamada al abonado A, que así queda informado de que el enlace esté conectado.

Si el abonado B está conectado a otra central, se ha de informar a la central siguiente del enlace sobre el destino de este. Después de la llamada se conecta un emisor a la línea de enlace saliente, después de lo cual se transmite el número B y eventualmente la categoría A, con un código de señales rápido, a un receptor en la central siguiente (figura 2.1.12).

Transmisión de conversación.

Cuando el enlace entre los abonados A y B se ha establecido, se libera el equipo que ha efectuado el trabajo de conexión, es decir, los bloques incluidos en la parte de control de la figura 2.1.13. Al mismo tiempo el abonado A se conecta a la línea de enlace hacia el abonado B. Cuando éste último contesta, comienza la tasación de la conversación.

Desconexión.

La desconexión se efectúa cuando uno o ambos abonados han colgado el teléfono de mano, con lo que la horquilla retrocede y la malla de abonado se corta. Esto es registrado por la central local (o centrales locales) que en consecuencia colabora para desconectar todo el equipo que ha participado en el enlace durante la conversación. Al mismo tiempo cesa la tasación. El equipo queda registrado como libre y por lo tanto preparado para participar en un nuevo enlace.

La central de tránsito

Los principios y momentos de trabajo descritos para la central local rigen también para la central de tránsito, con la excepción de que los abonados no están conectados directamente a este tipo de central.

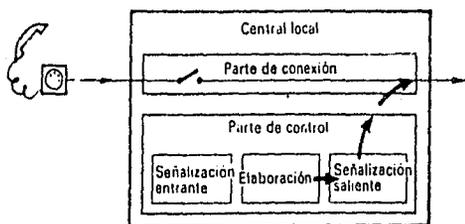


Figura 2.1.12 Señalización Saliente.

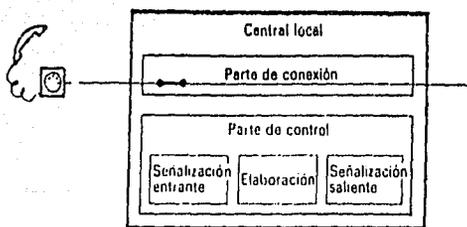


Figura 2.1.13.-Transmisión de Conversación.

La central de tránsito solamente expide tráfico entre otras centrales.

No obstante, en zonas locales con abonados conectados a centrales pequeñas llamadas centralitas rurales, se permite en ciertos casos que la central de tránsito tome parte activa en los trabajos de conexión locales de las centralitas rurales, con el fin de reducir los costos totales. Esto se efectúa, por ejemplo, elaborando la información de destino.

En caso de llamada a la central de tránsito se controla la categoría de la línea de enlace entrante, lo que llamamos marcación de origen, a fin de determinar de dónde procede la llamada, de manera que se pueda conectar el tipo correcto de receptor de señales. Como se ha mencionado anteriormente hay muchos sistemas de señalización diferentes. El número B se recibe y almacena después de lo cual la elaboración de este da, entre otras cosas, la dirección del tráfico saliente y, en ciertos casos, la tasa que se debe de aplicar para obtener el monto al que asciende la tarifa por esa conversación. Se prueba y elige la línea de enlace saliente, tras lo cual se conectan entre sí la línea entrante y saliente por medio de la parte de conexión. Se conecta el emisor de señales adecuado, el cual llama y remite el número B a la central siguiente. En algunos casos la señalización se efectúa directamente desde la central anterior en el enlace establecido a través de la central de tránsito. Después la parte de control se libera para poder atender otras llamadas. La desconexión del enlace se anuncia desde la central local o centrales locales.

La red de abonado

Cerca del 70% del costo total de un sistema telefónico está en la red de líneas, lo que pone de relieve la importancia de que ésta se planee bien y a largo plazo. Los círculos de red contienen muchas variables y son extremadamente complicados, por lo que se ha recurrido a la ayuda de las computadoras para lograr redes utilizadas al máximo y a un costo mínimo. La red de líneas consta de una red de líneas de abonado que une los aparatos telefónicos con las centrales locales y de la red de líneas de enlace, que se emplea entre las centrales telefónicas.

Cada línea de abonado consta de un par de hilos, los hilos a y b, realizados en cobre, bronce o hierro. Cerca de la central local los pares de hilos están generalmente reunidos en cables gruesos, con 100 a 1000 pares en cada cable. Estos forman lo que se llama la red primaria.

A una distancia adecuada de la central, los cables gruesos se dividen en una cantidad de cables menores, lo que se efectúa en armarios de distribución. Estos cables menores frecuentemente contienen unos 100 pares de hilos y forman lo que se llama red secundaria. En la parte externa de la red secundaria los cables se conectan a cajas de distribución, desde donde las líneas de dos pares, o grupos de éstas, se distribuyen a los aparatos telefónicos. Estas líneas forman la red de distribución.

La resistencia de la línea de abonado atenta la transmisión de señales y de habla y de este modo influye en la inteligibilidad.

Para lograr esto con los niveles en cuestión de señales y de impedancia, la longitud de las líneas no debe sobrepasar de unos 6 km a un diámetro de hilo de 0.4mm y de unos 13 km a un diámetro de 0.6mm (cobre). Estas dos dimensiones de hilo son las más comunes.

Si se aumenta el diámetro del hilo también aumenta el radio de acción, pero al mismo tiempo suben los costos de la red. Se llega a un límite en el que es más económico introducir varias centrales locales en una zona, por ejemplo una ciudad grande. Todos los abonados conectados a una central local forman lo que llamamos zona de central.

Planeación de redes telefónicas.

En algunas instalaciones telefónicas de nuestro país se hacen las veces de centrales locales y centrales de tráfico, TELMEX se refiere a estas últimas como Tandems y de alguna manera este diseño ha concentrado el trabajo y en cierta forma ha dificultado el mantenimiento de la red al tratar de localizar anomalías para su pronta corrección y con esto mejorar el servicio, actualmente se ha optado por una política de descentralización para sistematizar las cargas de trabajo que se debe soportar en la red de nuestro país y afrontar de una manera más eficiente la constante demanda.

La red telefónica abarca toda la técnica y equipo necesarios para establecer enlaces telefónicos. Así pues, La red puede desempeñar dos grandes funciones: la conexión y la Transmisión.

Si consideramos la conexión más detenidamente nos encontramos con los conceptos de centrales telefónicas, numeración y tasación.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

La transmisión comprende la técnica que se emplea para transmitir la palabra entre abonados.

La red telefónica brinda su máximo rendimiento técnico y económico cuando tiene un planeamiento bien estudiado, en el que se ha tomado en consideración tanto el futuro desarrollo como el control de operación y el mantenimiento del equipo existente.

Puesto que el tráfico presenta grandes variaciones con respecto al tiempo, sería engañoso hacer uso del valor promedio. Por esto se ha llegado al acuerdo de que para los círculos de tráfico se emplee el tráfico promedio durante lo que llamamos hora pico.

La hora pico se define como los sesenta minutos consecutivos durante el día en que el tráfico sea mayor. El tráfico telefónico se mide en Erlangs (erl) y se define como el valor medio de la cantidad de conversaciones telefónicas simultáneas. El tráfico A se calcula según la fórmula:

$$A = Y * S$$

donde Y es la cantidad de llamadas por espacio de tiempo y S es el tiempo medio de ocupación de una conversación. Ambas variables deben indicarse en la misma unidad de tiempo.

El tiempo total de ocupación para una conversación telefónica, abarca el tiempo que toma la conexión de la comunicación, la conversación en sí misma entre los abonados y la desconexión. En muchos países europeos el tiempo de ocupación de las conversaciones locales es por término medio de unos 2 minutos, mientras que en las de larga distancia esto es de 3 minutos, cuando se trata de comunicaciones conectadas automáticamente.

Muchas veces durante la hora pico se presentan valores de cresta altos en el tráfico telefónico. Para despachar este tráfico se necesitaría un equipo telefónico muy costoso, cuyo uso estaría limitado a muy cortos periodos. El resto del día el equipo estaría desaprovechado. A fin de mantener los costos a un nivel razonable, se ha aceptado el rechazar o congestionar una cierta cantidad del tráfico durante la hora pico. Así se ha podido reducir la cantidad de órganos y en consecuencia los costos.

Una central telefónica siempre se ha de dimensionar para el tráfico que se ha de despachar a una cierta congestión permitida. Generalmente se emplean valores de congestión que están entre el 0.1 y el 5%. Cuanto menos congestión se acepte, mayor es la cantidad de órganos (líneas por ejemplo) necesarios para un tráfico dado.

Muchos son los problemas que se pueden evitar en una red en la práctica si se tienen en consideración todos los factores intrínsecos al ambiente del sistema. TELMEX combate actualmente estos problemas acarreados de tiempo atrás basándose en una mejor planeación de la carga de trabajo con el fin de proporcionar un mejor servicio a sus abonados.

2.2 CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TELEFONO.

Introducción

En nuestra vida diaria, el teléfono se ha constituido en una parte esencial para la comunicación a distancia, pero que guarda este maravilloso aparato tras de todo esto; trataremos de dar un panorama general de su funcionamiento, quedando cuestiones específicas del mismo para capítulos posteriores. En la Fig. 2.2.1. se pueden observar algunos modelos típicos de uso cotidiano.

Antes de continuar con su descripción es importante saber ciertas características de la propagación del sonido, características de la voz humana, etc. Procederemos a conocer estas cuestiones.

El sonido esta constituido por vibraciones mecánicas en un medio, por ejemplo el aire, esto es las moléculas de aire se empujan unas a otras transmitiendose la vibración de esta forma en un medio elástico. Nosotros reconocemos por sonidos solo aquellas vibraciones que podemos oír. Como el sonido se deforma rítmicamente o periódicamente, pues bien, el numero de veces que se deforma por segundo, es lo que llamamos frecuencia de sonido y se expresa en Hertz (Hz).

El oído normal humano puede captar ondas sonoras con frecuencias de 16 a 20,000 ciclos/segundo.

La voz humana esta compuesta por vibraciones acústicas dentro de la gama de frecuencias de 300 a 3,000 Hertz. Cada sonido de la voz consta de vibraciones acústicas de varias frecuencias simultáneas.

Las frecuencias de los sonidos de la voz son armónicos de una determinada frecuencia básica de las cuerdas vocales que en los hombres es de unas 125 Hz. y en las mujeres de 250 Hz. Los sonidos

vocales constituyen la mayor parte de la energía de la voz. La potencia de la voz es muy baja como termino medio en una conversación es de 10 microwatts.. El sonido más débil que el órgano auditivo puede captar se llama umbral de audición, este varía con la frecuencia y a 1,000 Hz. corresponde a una intensidad de sonido de $10E-06$ W/cmE02. El oído tiene una zona de sensibilidad muy amplia.

El límite superior del nivel de audición es de aproximadamente $10E12$ veces más fuerte que en el límite inferior. En el límite superior de audición, el nivel de sonido es tan alto que produce una sensación dolorosa.

Para medir la intensidad del sonido se ha visto que es práctico emplear una medida logarítmica (W/cm E02). Para esto se toma como referencia el umbral de audición a cero decibeles (dB). La variación menor de la intensidad de sonido que el oído humano puede captar es aproximadamente de 1 (dB) a 50 (dB) en una conversación tranquila y el límite superior de audición se tiene por los 120 (dB).

Después de haber conocido características de importancia para poder entender ciertos parámetros esenciales en la comunicación telefónica analizaremos de que forma se entabla una comunicación de este tipo:

El aparato telefónico del abonado (usuario) es el órgano que inicia y que termina el proceso telefónico. Así pues, informará a la central acerca del inicio de la llamada, destino de la llamada, respuesta de la llamada y finalmente su desconexión de la red. El teléfono o microteléfono, conocido así en telefonía, consta de capsula transmisora, capsula receptora etc. tal como muestra la figura 2.2.2

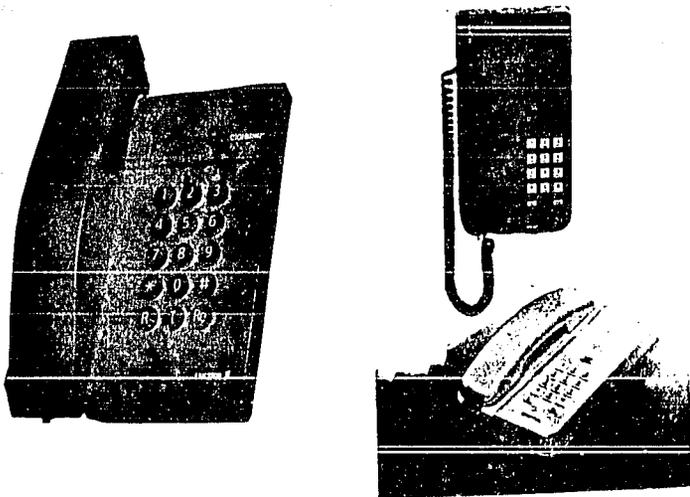


Figura 2.2.1. Algunos Modelos de Aparatos Telefónicos.

para mas detalle. Ademas el microteléfono se conjunta con un gabinete donde se contiene la placa base, el teclado o disco de marcación (Dial), etc. observar el ejemplo de la Fig. 2.1.3

Desde el punto de vista funcional el aparato telefónico esta dividido en cuatro partes principales.

*Circuito de habla.

*Dial (disco para marcar) o teclado con generadores de tono, en el caso de push botton.

*Contacto de horquilla o switch de cuna.

*Altoparlante o campana con capacitor serie.

Ver Fig. 2.2.4 que muestra el conjunto telefónico.

Principiaremos con la campana. Esta permité al usuario llamar su atención indicandole que otro abonado desea entablar una conversación telefónica con el; se encuentra conectada directamente a la Central Telefónica cuando el microteléfono esta en posición de "colgado". La campana es activada a través del capacitor serie cuando la Central direcciona hacia ella una corriente pulsante que puede ser, por ejemplo, de 90 Vca. a 20Hz.

Contacto de horquilla.- Cuando el usuario "descuelga" su microteléfono (para contestar la llamada) la campana es desconectada y en este momento el circuito de habla y dial son conectados, operación realizada por medio de este contacto. Como el lazo del microteléfono con la Central ha sido cerrado, esta envia una corriente de alimentación para poder entablar la conversación y al mismo tiempo realiza una inversión de polaridad, la cual deberá permanecer hasta el fin de conversación. Para el caso contrario,

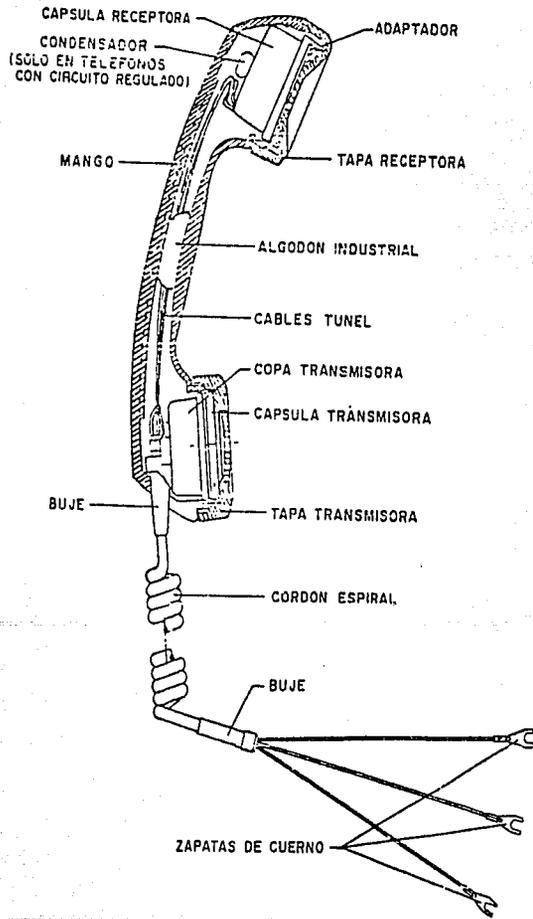


Figura 2.2.2 Microteléfono.

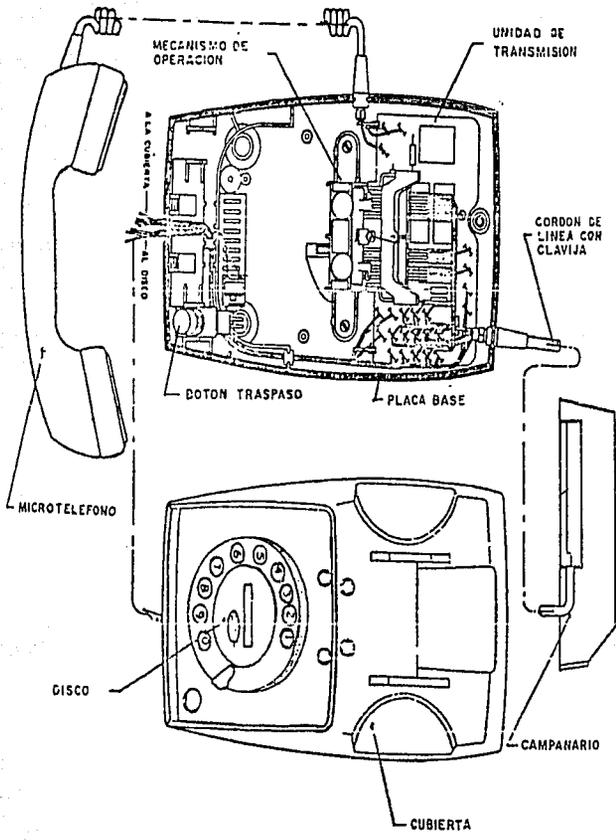


Figura 2.2.3 Constitución del Aparato Telefónico.

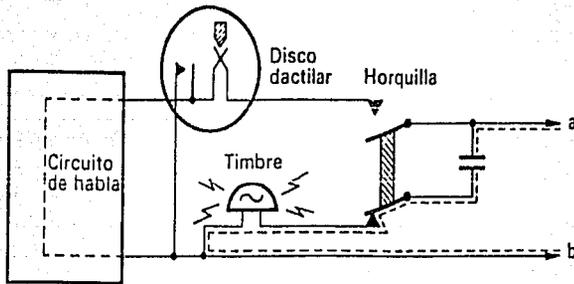


Figura 2.2.4. Circuito de Timbre del Aparato Telefónico.

cuando el usuario levanta su microteléfono para hacer una llamada telefónica. Ahora el tendrá que esperar a que la central le envíe el tono de invitación a marcar para poder dirigir su conversación con un discado apropiado. En el caso del un teclado telefónico, al oprimir una tecla se genera un código de frecuencias hacia la Central en donde son filtradas y decodificadas para obtener el numero marcado, generalmente este código frecuencial esta dispuesto de la forma mostrada en la Fig. 2.2.5.

El circuito de habla comprende básicamente el micrófono, el audífono, y el transformador de habla.

CONJUNTO DE FRECUENCIAS SUPERIORES (Hz)

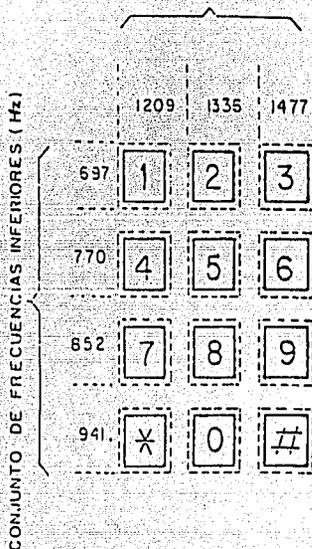


Figura 2.2.5 Tabla de Frecuencias para el Teclado del Aparato Telefónico

Desde que a finales del Siglo XIX se construyó el primer aparato telefónico, se ha procurado mejorar su calidad, hasta los actuales. No sólo el teléfono contribuye a un mejoramiento de la comunicación sino también la necesidad de contrarrestar las crecientes atenuaciones que han surgido a consecuencia de que la red telefónica se ha extendido por los continentes. El circuito de habla consta de micrófono, auricular, transformador de habla y en algunos casos de circuitos reguladores, como ya se vio anteriormente.

a) El Microteléfono.

Cuando el abonado habla se producen ondas de presión que se propagan a la membrana del micrófono, entonces esta vibra al mismo compás con lo que el electrodo de la membrana comprime los gránulos de carbón en el receptáculo que lo contiene con diferentes presiones

Fig. 2.2.6.- El micrófono convierte los sonidos en variaciones de corriente eléctrica.

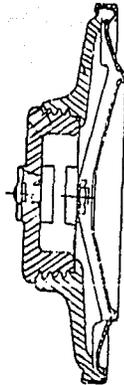


Figura 2.2.6. Cápsula Microfónica.

Aunque existen micrófonos de cristal, cinta magnética, de condensador y de carbón, este último es empleado en telefonía, aunque tiene una baja calidad de respuesta, produce señales suficientemente grandes que no requieren amplificación. El micrófono de carbón reproduce fielmente las frecuencias comprendidas entre 300 Hz y 3,400 Hz. Los micrófonos emplean generalmente en telefonía corriente longitudinal, estos trabajan en servicio de BL (batería local) con un

servicio de 1 a 3 Volts., y en servicio de BC (batería central) de 4 a 120 Volts. Se hablará más a fondo de estos posteriormente.

b) Auricular.

La misión del auricular ó receptor telefónico es convertir determinadas variaciones de corriente eléctrica que el recibe en sonido.

La energía eléctrica es convertida a sonidos mediante dos bobinas cuya fuerza electromagnética activan una membrana. La energía cinética de la membrana se convierte en energía acústica, es decir ondas de sonido. Las bobinas se enrollan en un imán permanente, de forma que el campo magnético generado en las bobinas por la corriente refuerza ó debilita el campo generado por el imán permanente. En la figura 2.2.7 vemos las características del auricular así como su consecuencia de tener un imán permanente.

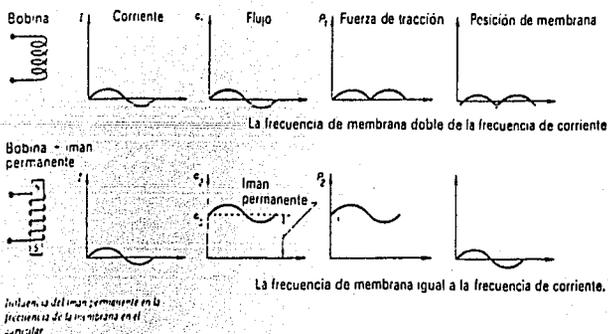


Figura 2.2.7 Influencia del Imán Permanente en la Frecuencia de la Membrana del Auricular.

Respecto al transformador de habla se vera en un momento.

Para agrupar el micrófono y el auricular y para que la conversación fuera más cómoda, se reunieron en una sola empuñadura, tanto la cápsula microfónica como la cápsula receptora. Este conjunto recibe el nombre de microteléfono como muestra la Fig. 2.2.8

Un tipo muy simple de enlace bidireccional se obtiene conectando en serie un micrófono y un auricular a cada lado e interconectándolos como muestra la Fig. 2.2.9 Una batería alimenta de corriente a los micrófonos granulados de carbón.

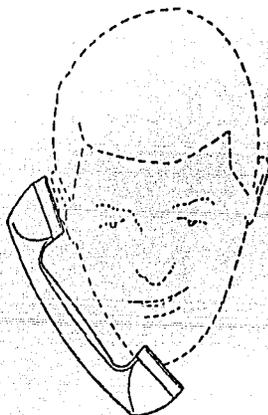


Figura 2.2.8. El Microteléfono.

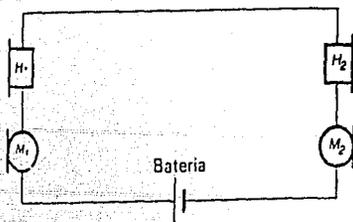


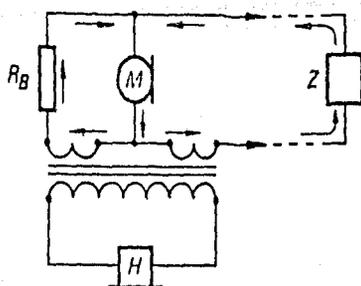
Figura 2.2.9. Alimentación con Batería Local.

Los circuitos telefónicos elementales funcionan para instalaciones locales con líneas muy cortas y sus principales defectos son:

- Pérdida de energía por el efecto Joule
- Pérdida de energía por la resistencia óhmica del auricular.
- La longitud de la línea provoca caída de potencial distintas en cada caso.
- Cuando el abonado A habla, oye también fuertemente su propia voz, en cambio la del abonado B queda atenuada.

Las variaciones del sonido a que se ve expuesto el oído, acompañada de bruscos cambios, son muy molestos.

Para evitar estos inconvenientes se introdujo un circuito con bobina de inducción ó transformador de habla, que se utiliza para acoplar impedancias. Fig. 2.2.10



- M = Micrófono
- H = Auricular
- Z = Impedancia de línea
- R_B = Resistencia de equilibrio

Figura 2.2.10 Transformador de Habla.

La corriente alterna de habla (es decir la componente de corriente alterna generada en el micrófono M por la corriente total del micrófono se bifurca a través de las dos mitades del arrollamiento del lado del micrófono y atraviesa en direcciones contrarias.

El efecto introducido por estas dos corrientes será cero si hay completa simetría. Por simetría se comprende que el número de espiras y la resistencia de las dos mitades del arrollamiento del lado del micrófono son iguales y que la resistencia de equilibrio RB también es igual y tienen el mismo ángulo de fase que la impedancia de las líneas Z a todas las frecuencias de habla.

Las ventajas que tenemos con esto son:

- Más eficiencia del micrófono
- Se acoplan mejor las impedancias.
- Se mejora la transmisión
- Más señal

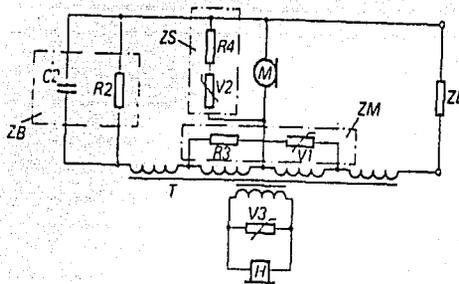
Podemos decir que los circuitos reguladores de transmisión se complementan con los elementos vistos en la Fig. 2.2.11

Alimentación y señales de timbrado.

Todos los sistemas que emplean micrófono de carbón requieren de una alimentación que proporcione corriente continua. Como ya se indicó antes, la corriente de alimentación se modula de acuerdo con las variaciones de resistencia del mismo.

Si el diafragma del micrófono está en reposo circula una corriente continua I_c .

Cuando se habla frente al micrófono, este actúa como una



R2, R3, R4,	Resistencias
C2	Capacitancia
V1, V2, V3:	Varistores, V3 amortiguador de choques acústicos
M	Micrófono
H	Auricular
T	Transformador de habla
Zm	Circuito regulador para recepción
Zs	Circuito regulador para emisión
Zb	Impedancia de equilibrio
Zl	Impedancia de línea

Figura 2.2.11. Ejemplo de Esquemas de Circuitos de un Aparato Telefónico.

resistencia variable que imprime a la corriente la característica de la voz, obteniéndose intensidades de corriente que fluctúan alrededor de I_c . ver Fig. 2.2.12

Las diferentes formas de alimentación son:

BL.- Batería local:

Cada aparato emplea una batería independiente para alimentar su micrófono, este voltaje será mínimo de 3 Volts. La conservación de un sistema con B.L. es muy costoso ya que las pilas tienen poca duración.

BC.- Batería Central:

Los micrófonos se alimentan de una batería única y común instalada en la central. Los voltajes característicos son de 24.48 y 60 Volts. La eficiencia de esta forma es mucho mejor ya que también nos permite automatizar el proceso.

El órgano que recibe la llamada debe ser capaz de convertir la llamada desde el otro abonado ó en algo fácilmente reconocible y lo mejor es una señal audible, como se mencionó anteriormente.

Los timbres pueden ser de corriente alterna (CA) ó corriente continua (C.C.) En telefonía se utiliza casi esencialmente los de C.A.

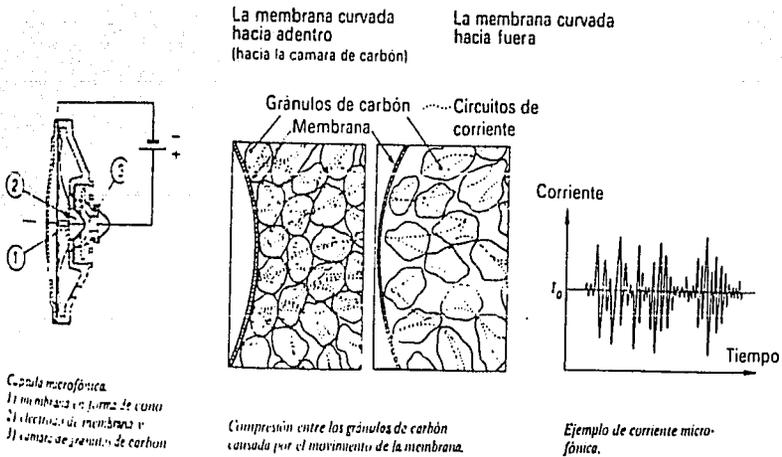


Figura 2.2.12. Micrófono de Carbón.

El timbre telefónico, consiste de un imán permanente y los núcleos con sus bobinas, soportados los tres por una culata. La armadura puede ser atraída por uno de los núcleos separándose del otro cuando llega la corriente eléctrica al timbre.

Características de los timbres:

- 1) El sonido del timbre es independiente de la frecuencia de la corriente de llamada.
- 2) El sonido del timbre depende de la forma y dimensiones de la campana.
- 3) Es muy normal que dos campanas tengan sonidos diferentes produciendo una sensación agradable.

Los valores que se manejan en los timbres son:

$$I = 5 - 10 \text{ mAmp.}$$

$$V = 70 - 90 \text{ V.}$$

$$F = 20 - 30 \text{ Hz}$$

$$R = 500 + 500 \text{ Ohms.}$$

Cabe aclarar que actualmente el timbre esta siendo sustituido por una bocina simple y los tonos obtenidos se tienen a través de circuitos electrónicos.

Cuando el abonado descuelga el microteléfono se cierra un contacto en el circuito, se dice a esto que se cierra el bucle de la línea.

Para confirmar que el receptor de cifras está preparado para recibir estas, se emite un sonido de conexión al aparato telefónico del abonado.

El abonado puede comenzar a marcar las cifras.

La forma más simple y común de transmitir información de cifras, es el producir una cantidad de interrupciones cortas en la línea y estas las da el teléfono. (Cada cifra que se marca produce una cantidad de impulsos que juntos forman un tren de pulsos.)

El disco dactilar da corrientemente 10 impulsos por segundo. El disco dactilar tiene un uno como primera cifra y se pueden marcar hasta 10 cifras. Los impulsos tienen una relación en un abre y cierra de onda que es como lo muestra la Fig. 2.2.13

Existe también el dispositivo de teclado de impulsión ó digital que envía impulsos por la presión de una tecla, tiene la misma velocidad de operación que el disco.

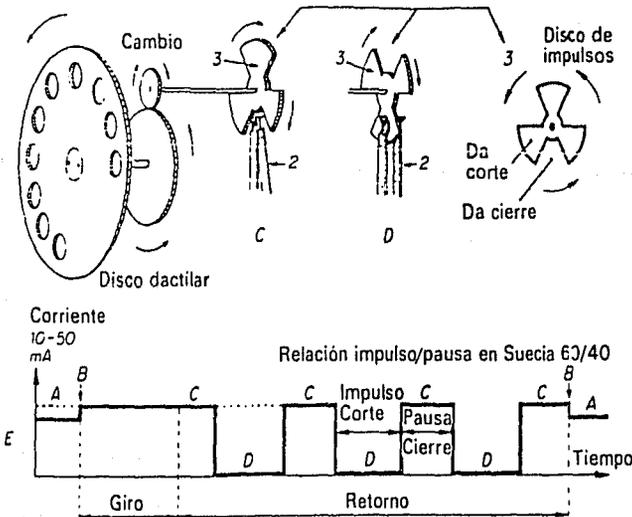


Figura 2.2.13. Disco Dactilar.

Rangos de resistencia de la línea.

El valor de la resistencia de la cápsula microfónica es de 40 Ohms en el caso de B.L. (batería local) y de 200 Ohms en el caso de B.C. (batería central) para que la eficiencia sea buena.

La resistencia más importante en el circuito microfónico debe ser la del micrófono mismo, por lo que su resistencia debe ser mayor a la que tenía en el sistema B.L. Debido a que en B.C. esta incluida en el circuito microfónico la resistencia de la línea.

Para obtener la máxima transmisión de potencia, la impedancia de la fuente de energía debe ser igual a la impedancia del circuito al cual esta conectado.

Dicho de otro modo, la impedancia del micrófono debe ser igual a la impedancia del circuito.

Cuando las impedancias antes mencionadas no son del mismo valor existe un desbalance, para balancear el circuito se recurre al acoplamiento de impedancia por medio de la bobina de inducción. Por último, se darán parámetros reales, que tenemos en el siguiente condensado, de Características de Señalización, esenciales para el desarrollo de los siguientes temas y de mucha importancia para poder realizar nuestro diseño buscado.

Señalización de abonado.

Rango de resistencia de línea (en bucle).

La resistencia mínima del bucle que deberá manejar la central (sin incluir el aparato telefónico) es de 1600 Ohms.

Supervisión de bucle.

Los rangos de niveles de corriente establecidos para la supervisión de colgado y descolgado están dados por el umbral de corriente siguiente:

Detección de condición de colgado Menor a 15 mA

Detección de condición de descolgado Mayor ó igual a 18 mA

La detección de condición de colgado y descolgado puede ó no ser reconocida en el rango de 15 a 18 mA

Supervisión de desconexión de bucle.

La central a través de la interfaz de usuario detectará una desconexión de bucle (colgado), si se cumple el rango de la condición de colgado indicado por la supervisión de bucle en un periodo mayor a 130 ms.

Interrupción calibrada.

Cuando el usuario, para acceder a una facilidad del sistema, envía la señal de interrupción calibrada mediante la pulsación del botón "R", la central deberá ser capaz de detectar la abertura del bucle con un tiempo de reconocimiento de 50 a 120 ms.

Inversión de polaridad.

La interfaz debe proporcionar inversión de polaridad hacia el usuario "A" para accionar el teléfono de alcancía o cualquier equipo auxiliar conectado a él; una vez que el usuario "B" efectúa la contestación de llamada, la inversión de polaridad en los hilos "a" y "b" deberá permanecer durante el estado de conversación.

Esta facilidad invariablemente deberá poderse asignar a cualquier línea de usuario o PBX sin ninguna restricción y por medio de comandos de operador.

Recepción de impulsación decádica.

La siguiente tabla muestra los valores mínimos y máximos de los impulsos que deben ser reconocidos por la central a través de la interfaz de usuario.

Parámetro	Valor	
	mínimo	máximo
. Velocidad de recepción $1/(T_a+T_c)$	7 IPS	16 IPS
. Relación abre/cierre $T_c(T_a+T_c)$	20% a 7 IPS	60% a 7 IPS
	26% a 16 IPS	50% a 15 IPS
. Pausa interdígital T_p	300 mseg MIN	10 + 2 seg.

Recepción DTMF.

La siguiente tabla muestra los valores de duración y de nivel de transmisión que debe reconocer la central a través de la interfaz de usuario de la señalización multifrecuencial.

PARAMETRO	VALOR	
.Diferencia de niveles entre las dos frecuencias que forman un dígito	6 dB máx.	
.Sensibilidad de reconocimiento para un nivel de señal recibida	-25 dBm.	
.Dígito T_d	Reconocimiento	>40 mseg.
	puede o no ser reconocido	20 T 40 mseg.
	Rechazo	<20 mseg.

.Pausa interdigital	Reconocimiento	>40 mseg.
TP	Puede o no ser reconocida	20 T 40 mseg.
	Rechazo	<20 mseg.

Señal de timbrado.

La señal de timbrado emitida debe tener las siguientes características:

Frecuencia: 25 Hz +/- 5 Hz.

Voltaje: 90 V_{rms} +/- 5%

Cadencia: 1 segundo de señal por 4 segundos sin señal +/- 10%

2.3.- Factores que afectan las líneas de transmisión telefónica

2.3.1 -Efectos atmosféricos.

En los actuales documentos del CCITT. se señala que el rayo y los fallos de instalaciones eléctricas próximas, son fuentes de peligrosas perturbaciones en líneas de telecomunicación, que pueden causar daños que acarreen la interrupción del servicio y la necesidad de efectuar reparaciones, constituyendo incluso un peligro para el personal. Casi sin excepción, los cables y alambres de una red telefónica están expuestos a sobretensiones y corrientes excesivas, y con fines de protección es necesario limitar estas tensiones e intensidades de corriente.

Las descargas atmosféricas causan sobretensiones en las redes telefónicas, bien por medio de descargas directas o mediante inducción electrostática y electromagnética. En la siguiente figura se muestra la fotografía de una descarga atmosférica.

La intensidad de corriente en una descarga eléctrica es muy alta; se han medido valores de más de 200 KA. Sin embargo, la intensidad promedio es de unos KA hasta unos 20 ó 30 KA. La carga ,es por lo general, del orden de los 0.1 a los 20 Coulombs, aunque en algunos casos puede exceder de los 200 Coulombs. Una descarga directa, produce normalmente grandes daños materiales, tanto en el lugar de la descarga , como en ambos lados de la línea.

Las corrientes debidas a descargas atmosféricas de una nube a tierra, o de una nube a otra provocan sobretensiones en las líneas de tendido aéreo o en las líneas subterráneas próximas al lugar de la descarga. La superficie afectada puede ser grande en zonas con una elevada resistividad del suelo.

La probabilidad de descarga de un rayo es muy pequeña y su

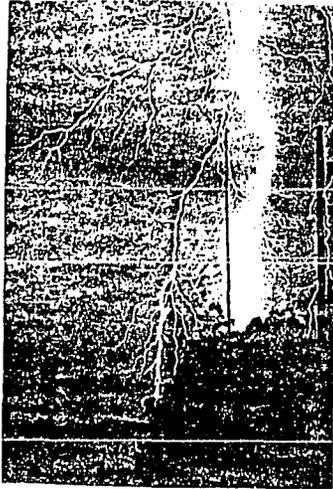


Figura 2.3.1 Fotografía de una Descarga Eléctrica.

duración es corta (fracción de segundos). Las sobretensiones inducidas son mucho más comunes y constituyen un problema verdaderamente serio. Los cables aéreos y las líneas de alambre desnudo están expuestos a sobretensiones de descargas atmosféricas en una distancia de hasta 20 Km, mientras que los cables subterráneos son algo menos sensibles. La sobretensión se propaga a lo largo de la línea como una onda móvil con un frente muy escarpado y una cola lentamente decreciente. Los valores típicos del tiempo de elevación son de 1 a 10 microsegundos, y el tiempo para el valor medio es de 20 a 100 microsegundos. La tensión puede ser tan alta como decenas de KV y la intensidad de corriente de varios KA.

El rápido desarrollo de las telecomunicaciones y de las redes de distribución de energía, ha hecho surgir el problema de la protección del personal, de los abonados, de los equipos y de las redes contra las sobretensiones y las corrientes excesivas.

La mejor forma de implementar un sistema de protección dependerá de un número de factores, que varían mucho, no solamente de un país a otro sino de un lugar a otro.

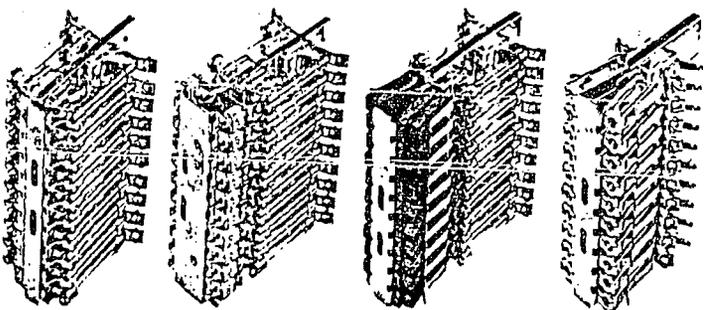
En las ciudades y en las comunidades importantes, la red telefónica consta normalmente de cable subterráneo, la cuál se enfrenta a otro tipo de problemas, como por ejemplo el ataque directo de roedores, representando realmente un problema serio; por otro lado, si hay estructuras metálicas en las proximidades de la red telefónica, como por ejemplo, tuberías de agua o de desagüe, las cuales pueden proporcionar una cierta protección, puesto que no existe riesgo de contacto directo, o de gran inducción desde líneas de distribución de energía, los dispositivos protectores son mínimos.

En estos casos se emplean regletas de conexión; estas regletas de protección se emplean en el lado de línea del repartidor general de modo que queden protegidos también los hilos de interconexión, así como los jacks de prueba instalados en el lado de la central.

Las diferentes regletas de protección de la serie NFL 310-NFL 350 permiten el empleo de los elementos de protección requeridos para cada parte de la red. Se muestran este tipo de regletas en la Figura 2.3.2.

Las regletas constan de unidades básicas de diez pares con separación de 10 mm entre las terminales individuales. Las unidades básicas se fijan a barras de montaje, para formar regletas de

protección de 10, 20 y 50 pares. Esta disposición permite montar, por ejemplo, en un bastidor vertical para 50 pares, una regleta de 20



Regletas con elementos de protección. De izquierda a derecha: NFL 3100, NFL 3200, NFL 3300, NFL 3500

Figura 2.3.2. Regletas de Protección.

pares, mas tres regletas de 10 pares; o bien; una regleta de 10 pares y dos regletas de 20 pares. Las diferentes unidades básicas pueden ser situadas en la misma regleta, en cualquier orden deseado. El armazón de cada unidad básica de 10 pares es de latón. Los bloques de conexión son de plástico altamente aislante con soportes elásticos de níquel-plata y elementos de contacto de latón, con espigas para la conexión del cable y tornillos; todas las piezas metálicas están tratadas contra la corrosión.

En las pequeñas comunidades rurales, se emplean extensamente los cables aéreos y las líneas de hilo desnudo; estas redes están

sometidas a un gran riesgo de descargas atmosféricas y líneas de alta tensión. Otro tipo de protección empleado y de una economía satisfactoria son los descargadores tanto de gas raro como de carbón. La elección del descargador dependerá del tipo de sobretensión que predomine; si las sobretensiones derivan principalmente de las descargas atmosféricas, la elección recaerá en los tubos de gas raro, por ejemplo, el NGC 31801 ó el NGC 402. Si predominan las tensiones inducidas, la elección deberá ser un tubo de gas raro del tipo NGC 313 por ejemplo. Los descargadores están situados en las regletas de protección del tipo NFL 350 ó en la caja de protección del tipo NFD 502 por ejemplo.

En los puntos de dispersión conectados a cables aéreos, el sistema de protección deberá estar constituido por descargadores de sobretensión y no por fusibles. La experiencia ha demostrado que cuándo operan los descargadores, los fusibles a menudo se funden y, por lo tanto, se pierde la ventaja de la función autoregeneradora del descargador. A continuación se describe el funcionamiento de los descargadores de gas raro.

Los tubos de gas raro son descargadores de sobretensión, que constan de una cámara de descarga hermética al vacío, con dos o más electrodos metálicos. La cámara está llena con gas raro a baja presión. En condiciones de funcionamiento normal, los tubos de gas raro tienen una resistencia de aislamiento muy alta. Cuando la tensión en el descargador es superior a su tensión de encendido, el descargador se enciende muy rápidamente e inicia la corriente de descarga. Para intensidades de corriente de aproximadamente 0.5 A, la descarga tiene la forma de un arco y la tensión en el descargador

desciende a la tensión de arco, de aproximadamente 25 Volts. Como es natural, el amperaje máximo depende de la duración de la corriente excesiva, pero en el caso de corrientes excesivas breves, por ejemplo, las procedentes de descargas atmosféricas; existen ciertos tipos que soportan mas de 20 KA. Cuando la tensión cae por debajo de la tensión de extinción del descargador, este se apaga y vuelve a su estado original, con una gran resistencia de aislamiento. Por lo tanto, puede decirse que los descargadores son auto-regeneradores.

La mayor ventaja de los tubos de gas raro, con respecto a otros protectores de sobretensión, es que pueden tener una tensión de encendido muy baja, son de acción rápida y soportan grandes cargas durante un gran número de veces. A continuación se describen algunas características de los tubos de gas raro.

a).- Tensión de encendido en corriente continua Vdc.

La tensión de encendido en corriente continua, indica el valor para el cuál se encienden los descargadores en respuesta a un incremento lento de tensión. El 95 % de los valores medidos, están dentro de los límites de tolerancia. La tensión de encendido en corriente continua se emplea a menudo para comprobar, como los descargadores han soportado las cargas aplicadas.

También resulta importante en varias mediciones como por ejemplo, en las mediciones de aislamiento, en las redes protegidas por tubos de gas raro. En estos casos la tensión de prueba, no debe exceder de la tensión de encendido Vdc..

b).- Tensión de encendido con onda de choque V_s .

La tensión de encendido con onda de choque, indica el valor para el cuál se encienden los descargadores en respuesta a un impulso de choque de tensión rápido. El impulso se define por el declive de su frente de onda, el cuál es del orden de KV/microseg. El 95 % de los valores medidos son inferiores al valor nominal V_s . La tensión de encendido con onda de choque, es un parámetro importante, ya que indica , la tensión máxima para la cuál el equipo protegido puede ser expuesto durante corto tiempo.

c).- Corriente de descarga con onda de choque I_s .

La corriente de descarga con onda de choque I_s , es el valor pico del impulso de corriente de la onda de choque, que soporta el descargador por lo menos diez veces. El impulso de prueba tiene un tiempo de elevación de 8 microsegundos y un tiempo de duración hasta la mitad del valor de 20 microsegundos, tal como se muestra en la Figura 2.3.3.

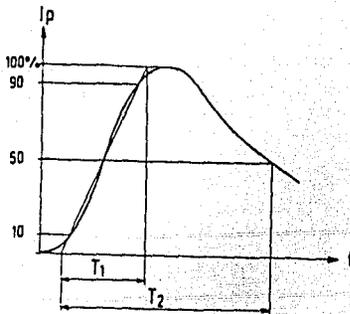


Figura 2.3.3. Corriente de Descarga.

Después de esta carga, el 80% de los valores medidos de Vdc. tienen que quedar dentro de los límites de tolerancia.

d).- Corriente alterna de descarga Iac.

La corriente alterna de descarga, nominal, Iac., indica el valor eficaz de la corriente alterna que soporta el tubo, hasta por lo menos una carga de 10 por 1 seg. con intervalos de 180 segundos entre las cargas. Después de la prueba, el 80% de los valores medidos de Vdc. quedan dentro de los límites de tolerancia. Iac. proporciona, por lo tanto, información sobre la resistencia del descargador a las corrientes excesivas inducidas.

Los tubos de gas raro, al igual que otros elementos protectores, hacen el oficio de un punto débil supervisable en un sistema. A diferencia de los fusibles, no se queman cuándo protegen contra cargas que alcancen los valores nominales; mas sin embargo, los descargadores pueden quemarse de dos maneras:

- Cuando una corriente de onda de choque sobrepasa considerablemente el valor nominal, los descargadores pueden romperse y el gas tenderá a escapar.

- En caso de cargas grandes de corriente alterna, aplicadas durante largo tiempo, los electrodos pueden soldarse entre sí, cortocircuitando la línea.

Se muestran algunos tipos de descargadores de gas raro, así como sus hojas de datos Figuras 2.3.4 y 2.3.5.

La elección de cada uno de ellos, depende de la aplicación y el lugar donde se van a utilizar.

Otro tipo de descargadores empleados en menor escala son los descargadores de carbón. Por ejemplo el NGA 1001 es un electrodo de carbón sencillo con superficie plana de descarga. Para formar un descargador completo de carbón se necesitan dos NGA 1001 y un separador de mica NGA 5001. La tensión de descarga es de unos 800 Volts, de corriente continua. Otro descargador de este tipo es el NGA 1201, es un descargador de carbón completo, consiste de dos carbones estriados pegados entre sí. Las estrias impiden la obstrucción del camino de descarga con arena, polvo etc. Las estrias también mejoran la capacidad de carga de la onda de choque. La tensión de descarga es de aproximadamente 800 Volts, corriente continua. El descargador se adapta a los soportes de las series NFA, NFD, y NFL.

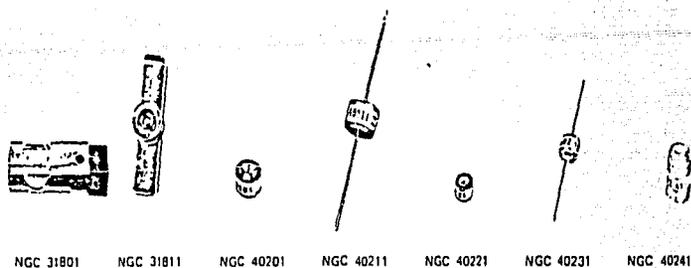


Figura 2.3.4 Descargadores de Gas Raro.

Datos para NGC 3131-31703, HGC 33302

	NGC 3131 31701	NGC 3132/ 31702	NGC 3133 31703	HGC 3134	NGC 33302	
Tensión de encendido en corriente continua	V	250	300	400	350	300-500
Tolerancia		± 20	± 20	± 20	± 20	
Tensión de encendido con onda de choque a 5 kV/a	kV	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Corriente de descarga con onda de choque, 10 veces. 8/20	kA	5	5	5	5	20
Corriente alterna de descarga en forma continua	A	15	15	15	15	
Corriente alterna de descarga 10 x 1 s	A					20
Tensión de arco	c.V	25	25	25	25	25
Corriente de transferencia de arco	c.A	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Resistencia de aislamiento	ohm	$> 5 \cdot 10^9$	$> 5 \cdot 10^9$	$> 5 \cdot 10^9$	$> 5 \cdot 10^9$	$> 10^{10}$
Capacitancia	pF	-3	+3	+3	+3	+2,5

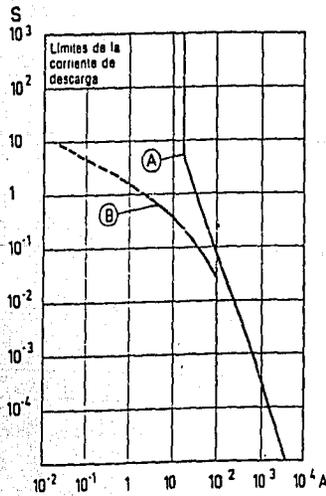


Figura 2.3.5 Tablas de Especificación de algunos Descargadores.

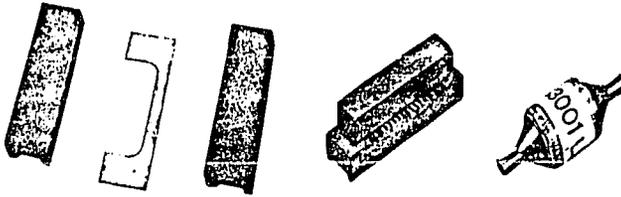
Se muestran dimensiones y montaje de estos descargadores en la Figura 2.3.6.

Por último se encuentra el descargador de electrodos metálicos de la serie NGA 3001. Este descargador de sobretensión consta de dos electrodos metálicos cilíndricos, empotrados en un cartucho de plástico. Los electrodos metálicos están hechos de una aleación especial, que ha resultado ser resistente a altas descargas energéticas. El cartucho resiste un gran número de descargas con intensidades de corriente de pico del orden de los KiloAmperes, sin ser destruido. Si se ceba un arco, los electrodos se calientan y el plástico se reblandece, con lo que los muelles del descargador juntan los electrodos entre sí y mandan la línea a tierra.

El descargador de electrodos metálicos está calculado para una tensión de descarga de aproximadamente 800 Volts, y su velocidad es superior a la de la mayoría de los tubos de gas raro. El tipo NFL 320 es la regleta de protección con soportes elásticos, diseñada especialmente para este tipo de descargador. Se ilustra este tipo de descargador en la Figura 2.3.7.

2.3.2.- Inducción por líneas de energía.

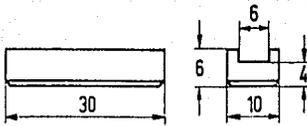
Las sobretensiones procedentes de las líneas de alta tensión, pueden producirse en las redes telefónicas, mediante el contacto directo o bien por medio de inducción electrostática y electromagnética. El CCITT recomienda que las sobretensiones en las redes telefónicas no sobrepasen de los 430 a los 650 Volts. Este último valor se aplica cuándo el sistema de distribución de energía está dotado de una mayor seguridad. Las sobretensiones que surgen por medio del contacto directo entre las redes de energía y las líneas



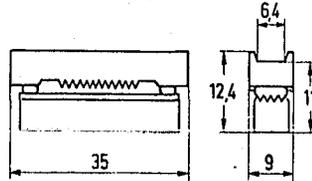
Dos NGA 1001 y un NGA 5001 forman un descargador completo

NGA 1201

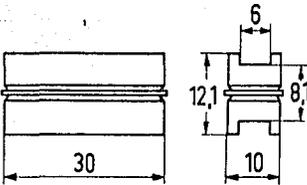
NGA 3001



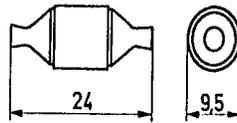
NGA 1001



NGA 1201



Descargador completo constituido por dos NGA 1101 y un NGA 5001.

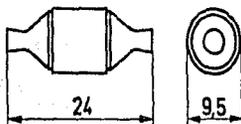


NGA 3001

Figura 2.3.6 Descargadores Completos.



NGA 3001



NGA 3001

Figura 2.3.7 Descargador de Electrodo Metálicos.

telefónicas son muy peligrosas, ya que la tensión de la línea de energía puede pasar a la red telefónica. Por lo tanto, el riesgo de contacto directo tiene que quedar eliminado al planear las redes.

Las sobretensiones debidas a inducción, son por lo general mucho más serias que las que surgen por medio de las descargas atmosféricas. Las tensiones producidas por inducción pueden generarse en el funcionamiento normal, bien mediante cambios de carga en la red de distribución de energía, lo cuál puede resultar en grandes corrientes de secuencia cero, o bien mediante fallas de tierra, que pueden causar intensas corriente de corto circuito. En los sistemas de energía conectados directamente a tierra, las corrientes de corto circuito pueden ser tan altas como de 10 a 20 KA. La corriente máxima de secuencia cero es menor, pero puede llegar a ser de varios KA.

La tensión inducida depende de varios factores, por ejemplo, de la magnitud de la corriente de corto circuito, de la longitud del paralelismo, de la inductancia mutua de las líneas y del factor de reducción de la línea telefónica. La inductancia mutua depende de la distancia entre las líneas, de la resistividad del suelo y de si la línea telefónica es subterránea o aérea.

La magnitud del factor de reducción depende del tipo de cable y de la presencia de objetos apantallantes.

Aparte de las fuentes de sobretensión antes mencionadas, existen varias condiciones que pueden requerir precauciones especiales.

Algunas ocasiones el ruido inducido es ocasionado por armónicas de la frecuencia fundamental de 60 hertz de la red, y pueden ser causadas por el uso de bancos de capacitores utilizados en líneas de distribución, para restaurar el factor de potencia. Una técnica importante para reducir el ruido inducido, es el uso de reactores, los cuales tienen una baja inductancia a la frecuencia fundamental de la red de 60 hertz. En la Figura 2.3.2.1 se muestra la instalación de un reactor en la línea, con el fin de bloquear las armónicas de orden superior.

Esta técnica no es nueva, se viene empleando de algunos años atrás; tiene algunas desventajas, los voltajes transitorios de línea se incrementan en proporción a la reactancia inductiva, en caso de ocurrir una falla en el banco de capacitores.

Muchos problemas causados por interferencia de líneas de energía, tales como números equivocados, desconexión, falso timbrado etc., pueden ser eliminados empleando un neutralizador de inducción

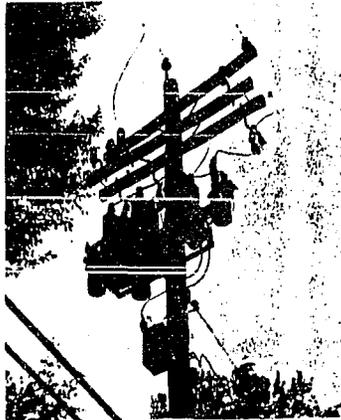
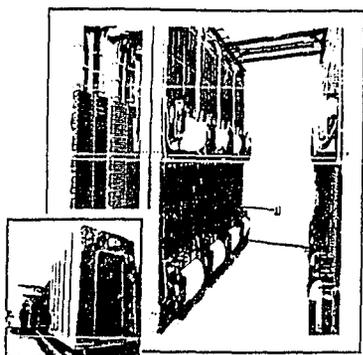


Figura 2.3.2.1. Reactor de Línea para bloquear las armónicas de orden superior.

multipar(INT). Con el uso de este dispositivo se reduce en un 90% el voltaje inducido o de interferencia, además tiene la ventaja de reducir las posibles cargas eléctricas asociadas con la inducción. Existen seis tamaños standar que son unidades de 6,12,18,25,50, y 100 pares. Para requerimientos de mayor cantidad de pares, se utilizan configuraciones múltiples de los tamaños ya mencionados, lo cual se muestra en la Figura 2.3.2.2.

El TEN , circuito de excitación, es un reactor de drenaje diseñado especialmente para ser usado en conjunto con el INT. Con este dispositivo ya no es necesario utilizar un par telefónico, que deberá ser conectado a tierra en ambos extremos de la ruta de cable a ser neutralizado, con el propósito de lograr la excitación del INT. Esto se logra mediante la conexión en puente a través de la línea de abonado en un solo extremo del circuito telefónico. De esa manera,



Dos casetas con un total de 3200 pares de INT



Figura 2.3.2.2. Neutralizador de Inducción Multipar(INT).

una baja impedancia, con el paso a tierra (aproximadamente 36 Ohms) a 60 hertz, es provisto para el flujo de corriente alterna.

En la Figura 2.3.2.3. se muestra la instalación de estos dispositivos.

Se han diseñado diversos tipos de reactores de supresión de armónicas, tales como el HSR, el cuál, actúa particularmente sobre la novena armónica de la frecuencia fundamental de la red, la cuál corresponde a una frecuencia de 540 hertz, cambiando la fase de esta frecuencia resonante y reduciendo los efectos de ruido interferente.

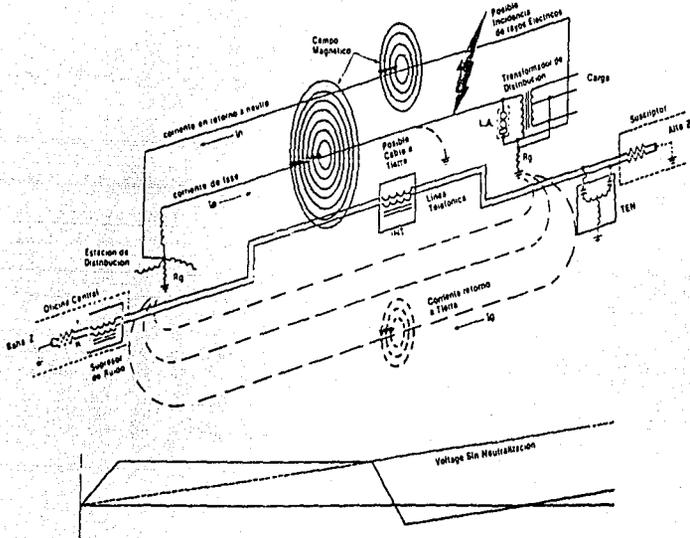


Figura 2.3.2.3. Circuito excitador (TEN) en conjunto con el INT.

2.3.3 -Atenuación en líneas de transmisión telefónica.

El estudio de las líneas de transmisión, consiste en la investigación de las propiedades de los sistemas de conductores utilizados para enviar señales de un punto a otro. Una línea de transmisión no puede ser infinitamente grande, dado que presenta cierta impedancia a la transmisión de señales, ocasionando pérdidas ó atenuación de la señal transmitida, dicha atenuación esta en función de diversos factores como son, la longitud de la línea ,a mayor longitud, existe mas atenuación, dado que la impedancia se ve incrementada; otro factor que afecta directamente la atenuación es la frecuencia de la señal transmitida.

A continuación se realiza un análisis para determinar un parámetro importante de las líneas de transmisión, llamado impedancia característica; se utiliza un modelo idealizado de línea, para presentar las múltiples formas de líneas encontradas en la práctica, desde cables de pares, hasta cables coaxiales.

Una línea de transmisión está formada por conductores continuos, en los que la configuración de su sección transversal, permanece constante, a lo largo de toda su longitud. Aplicado un voltaje en el terminal emisor de la línea, resulta necesario determinar cuál es su variación con la distancia, para poder calcular su valor en la carga, o en cualquier otro punto de interés. De forma similar, también puede ser necesario determinar la intensidad de corriente que circula por la línea. Para calcular los valores de intensidad y tensión, debemos representar un modelo de línea, al que podamos aplicar, un análisis de circuitos. Sin embargo, los parámetros que se utilizan en éste

análisis son discretos, a la vez que se considera que existen en un punto, mientras que en las líneas de transmisión, están distribuidos uniformemente a lo largo de toda su longitud; como puede verse a continuación, esta dificultad puede superarse, considerando una porción muy pequeña de línea.

Los parámetros utilizados para describir las líneas son:

(a).- Resistencia (R). Los conductores que componen una línea, ofrecen cierta resistencia al paso de la corriente. Normalmente, R incluye la existencia total de los conductores.

(b).- Inductancia (L). La señal de línea varía con el tiempo, por lo que existirá, una reactancia inductiva asociada con dicha línea. El valor de L depende de la geometría de la sección transversal de los conductores, así como de la frecuencia de la señal.

(c).- Conductancia (G). Los conductores que forman la línea, son mantenidos en su posición, mediante un material dieléctrico que, al no poder ser un aislante perfecto, permitirá el paso de una pequeña corriente de fuga entre estos.

(d).- Capacitancia (C). Los conductores y el dieléctrico que hay entre ellos, forman un condensador, por lo que habrá una reactancia capacitiva, ante cualquier señal que varíe con el tiempo.

Estos parámetros se refieren a una unidad de longitud de línea (normalmente un metro). En consecuencia, estos valores por unidad de longitud, deben multiplicarse por la longitud de la línea para encontrar la resistencia, inductancia, conductancia y capacidad totales de la línea. En la siguiente figura se ilustra la aproximación, a la distribución continua de dichos parámetros, representando la línea. como una red de elementos en cascada,

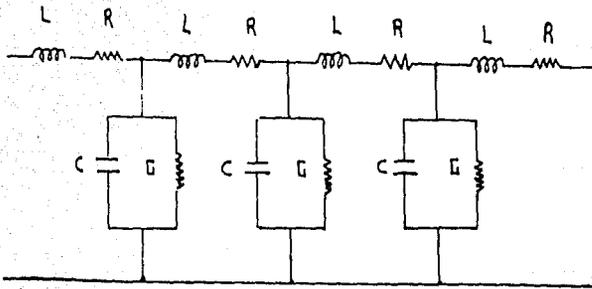
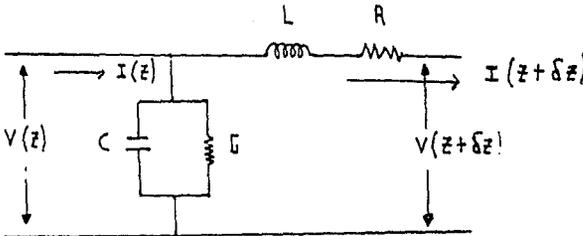


Figura 2.3.3.1. Representación de una Línea de Transmisión.

teniendo cada elemento una longitud δz muy pequeña.

Considerando tan solo uno de estos elementos, como se muestra en el siguiente circuito, puede calcularse la dependencia del voltaje y de la intensidad.



Circuito equivalente para un elemento de longitud δz .
La corriente que circula por el circuito en derivación es:

$$I(z) - I(z + \delta z) = G \delta z V(z) + C \delta z \frac{\partial}{\partial t} V(z) \dots (2)$$

La caída de tensión en el circuito serie es :

$$V(z) - V(z + \delta z) = R \delta z I(z + \delta z) + L \delta z \frac{\partial}{\partial t} I(z + \delta z) \dots (b)$$

Ambas ecuaciones pueden combinarse para obtener las soluciones de voltaje o de intensidad en función de Z. En estas ecuaciones, puede hacerse otra simplificación, si suponemos que la señal en la línea es sinusoidal, en cuyo caso la dependencia con el tiempo, puede expresarse mediante el término $\exp(j\omega t)$ y la derivada respecto al tiempo, $\partial/\partial t$, puede sustituirse por $j\omega$; en este caso tenemos:

$$dI/dZ = -(G + j\omega C) * V \dots (c)$$

$$dV/dZ = -(R + j\omega L) * I \dots (d)$$

Donde las derivadas parciales se han sustituido por derivadas totales, y se ha supuesto que, implícitamente, V e I son funciones de Z como de t.

Derivando la ecuación (d) se tiene que :

$$\frac{d^2 V}{d^2 Z} = -(R + j\omega L) \frac{dI}{dZ} \dots (e)$$

Sustituyendo dI/dZ , por su valor de la ecuación (c) :

$$\frac{d^2 V}{d^2 Z} = (R + j\omega L)(G + j\omega C) V \dots (f)$$

Esta ecuación puede expresarse en forma diferencial :

$$\frac{d^2 V}{d^2 Z} = \gamma^2 V \dots (g)$$

Cuya solución es del tipo :

$$V = V_1 \exp(-\gamma Z) + V_2 \exp(\gamma Z) \dots (h)$$

Donde :

$$\gamma^2 = (R + j\omega L)(G + j\omega C) \dots \dots \dots (i)$$

En forma similar, la corriente puede expresarse en función de la tensión y de los parámetros de la línea :

$$I = - \frac{1}{R + j\omega L} \frac{dV}{dz} \dots \dots \dots (j)$$

De la ecuación (i) :

$$\frac{dV}{dz} = \gamma [V_2 \exp(\gamma z) - V_1 \exp(-\gamma z)] \dots \dots \dots (k)$$

Por lo que tenemos :

$$I = \frac{\gamma}{R + j\omega L} [V_1 \exp(-\gamma z) - V_2 \exp(\gamma z)] \dots \dots \dots (l)$$

Sustituyendo por su valor de la ecuación (h), tenemos que :

$$I = \sqrt{\frac{G + j\omega C}{R + j\omega L}} [V_1 \exp(-\gamma z) - V_2 \exp(\gamma z)] \dots \dots \dots (m)$$

Esta ecuación es de la forma: corriente=K tensión y, por analogía con la ley de ohm, $(R + j\omega L)/(G + j\omega C)$ es una impedancia. Su valor a cualquier frecuencia, está determinado por los parámetros R,L,G, y C de la línea, por lo que se denomina impedancia característica de la línea, esto es :

$$Z_0 = [(R + j\omega L) / (G + j\omega C)]^{*E0.5}$$

Según el caso, es útil considerar a Z_0 desde algunos puntos de vista:

(i).- Como el valor que debe tener la impedancia de carga, para quedar adaptada a la línea.

(ii).- Como la impedancia vista desde el extremo emisor de una línea infinitamente larga.

(iii).- Como la impedancia vista, mirando hacia la carga, desde cualquier punto de una línea adaptada; el desplazamiento a lo largo de la línea, no produce ningún cambio en el valor de la impedancia vista hacia la carga.

A continuación se presentan en la Tabla 2.3.3.2. algunas características de ciertos tipos de cables:

Físicamente, la impedancia característica es determinada por la geometría, tamaño y espaciado entre los conductores, además de la constante dieléctrica del elemento aislador. Se pueden hacer cálculos de impedancia características, utilizando las siguientes fórmulas:

Para una línea de un par de cables, tenemos:

$$Z_0 = 276 \cdot \log 2s/d \quad (\text{Ohms})$$

CABLE TYPE NO.	OUTSIDE DIAMETER, mm	RADIUS, mm	DIELECTRIC MATERIAL	VELOCITY FACTOR	ATTENUATION PER METRE, dB		AVERAGE POWER RATING, W		NOTES
					100 MHz	1 GHz	100 MHz	1 GHz	
RG-59C-U	5.0	53.5	PL*	0.66	1.18	0.72	0.18	0.03	Small flexible
RG-213-U	10.3	52.0	PE*	0.66	0.08	0.28	0.68	0.19	Medium flexible
RG-214-U	22.1	52.0	PE*	0.66	0.01	0.14	2.0	0.50	Large LA*, HP* (previously RG-8-U)
RG-11A-U	10.5	75.0	PE*	0.66	0.08	0.28	0.68	0.19	Medium flexible, video
RG-45A-U	19.8	35.0	PE*	0.66	0.03	0.14	2.0	0.50	Large LA*, HP*, armored
RG-55B-U	8.4	53.5	PV*	0.66	0.15	0.56	0.18	0.05	Small, microwave (previously RG-5B-U)
RG-211A-U	18.5	50.0	PTFE*	0.70	0.10	0.39	22.0	5.5	High temperature, semirigid
RG-211-U	22.2	50.0	PTFE*, pins	0.81	0.01	0.04	4.8	1.6	Rigid) Essentially air dielectric,
RG-212-U	29.4	50.0	PTFE*, pins	0.81	0.003	0.01	52	17	Rigid) with PTFE* separating pins
RG-400 (SI 412-50)	144.6	75.0	PTFE*, pins	0.81	0.001	0.009	150	46*	Rigid) at regular intervals
RG-374-U	12.7	50.0	PTFE*, spiral	0.81	0.03	0.09	24	7	Air dielectric, flexible
RG-374-U	15.9	45.0	PE*	0.66					Twin conductor, flexible
RG-374-U		50.0	Fram PE*	0.82	0.04				Twin lead, flexible

Tabla 2.3.3.2. Características de Algunos Tipos de Cables.

Para una línea de cable coaxial:

$$Z_0 = (138/K * \epsilon_0.5) * \log D/d \text{ (Ohms)}$$

Donde K es la constante dieléctrica del aislamiento.

En la primera ecuación no interviene la constante dieléctrica debido a que generalmente el medio aislante es el aire, cuya constante es la unidad.

El rango usual de impedancias características para líneas balanceadas es de 150 a 600 Ohms, y de 40 a 150 Ohms para líneas de cable coaxial, siendo ambas limitadas por la geometría de dichos conductores.

Para realizar la medida del nivel de atenuación, generalmente se emplea una medida logarítmica, llamada decibel, dicho nivel de atenuación se define como:

$$N = 10 \text{ Log } P_{\text{salida}}/P_{\text{entrada}} \text{ (dB)}.$$

Generalmente es deseable, que el nivel de transmisión sea constante, tanto en el lado de transmisión como en el lado de recepción, evitando de alguna manera la pérdida de señal o atenuación. En conexiones de multiplexación de frecuencia, se utilizan amplificadores para compensar dicha atenuación, mientras en sistemas de líneas por división de tiempo, se emplean elementos llamados repetidores o regeneradores.

2.3.4 Tiempo de propagación y distorsión de fase.

Cuándo se analiza un canal telefónico ideal y no hay distorsión de la señal, todos sus componentes de frecuencia, experimentan el mismo retardo en su propagación a través del canal. En cambio si unos componentes de frecuencia son retardados unos mas que otros, como ocurre en canales reales, se dice que hay distorsión de fase o distorsión de retardo de envolvente. Si el retardo es muy grande, algo de la energía de un pulso, será retardada lo suficiente para interferir con el siguiente pulso, dando lugar al problema de interferencia entre símbolos. En la figura 2.3.4.1, se muestra la característica de retardo de envolvente de una línea telefónica cargada y de una línea no cargada.

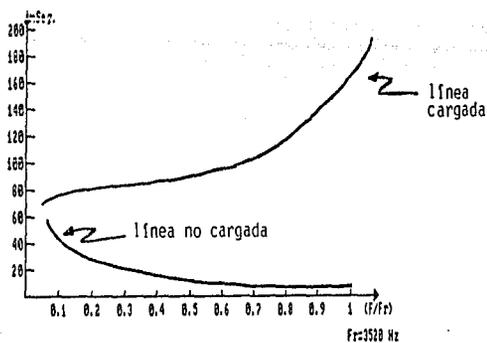


Figura 2.3.4.1. Retardo de Envolvente de una Línea Telefónica.

En enlaces de larga distancia, la característica de retardo de envolvente del canal telefónico se muestra en la figura 2.3.4.2.

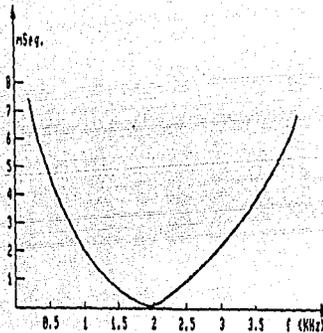


Figura 2.3.4.2. Característica de Retardo de Envolvente referida a 1700 Hz. (enlaces de larga distancia)

La causa principal de distorsión de retardo de fase la constituyen los filtros, sean estos:

Los filtros paso banda del transmisor y receptor.

Las características del filtro paso baja de las bobinas de pupinización.

Las características del filtro paso baja o paso alta, exhibidas por todas las vías de transmisión.

Los filtros del sistema de multiplexaje.

La razón principal de la distorsión de fase por los filtros, es que la reactancia capacitiva e inductiva asociada con ellos, introduce diferentes retardos para diferentes tonos de frecuencia,

debido a que requiere un tiempo definido para reaccionar a cada uno de ellos. Por ejemplo, un capacitor no se carga instantáneamente sino que requiere un cierto tiempo, dependiendo de la reactancia capacitiva. Ahora bien, puesto que la reactancia capacitiva X_c varía con la frecuencia ($X_c = 1 / 2 \pi f C$), Entonces el tiempo de carga y descarga también varía con la frecuencia.

Por las razones anteriores y dado que una bobina de carga se comporta como un filtro paso baja, los cables cargados exhiben una distorsión de retardo de envolvente mas grande que los cables no cargados. De la misma forma, los tonos de frecuencia aproximada al extremo de la banda de un filtro de corte abrupto, sufren una distorsión de retardo de envolvente más notoria que los filtros de corte suave o gradual.

En enlaces de transmisión de datos de larga distancia con líneas telefónicas no cargadas, el equipo que más contribuye a la distorsión de retardo de envolvente es el múltiplex con su serie de filtros de corte bastante abrupto, necesarios para separar una de las bandas laterales de cada proceso de modulación en amplitud. Por eso es recomendable que los canales asignados para transmisión de datos en un sistema múltiplex sean los del centro del pregrupo, grupo y supergrupo del proceso de multiplexaje.

El CCITT recomienda que la variación admisible de retardo de fase o de envolvente no debe exceder de :

3 mSeg.	en la banda de	500 a 600 Hz
1.5 mSeg.	en la banda de	600 a 1000 Hz
0.5 mSeg.	en la banda de	1000 a 2600 Hz
3 mSeg.	en la banda de	2600 a 2800 Hz.

Estos valores se ilustran en la siguiente figura 2.3.4.3. por lo cuál, un canal que no distorsione en fase a la señal, debe tener una característica de retardo de envolvente referida a 1700 Hz que esté debajo del área achurada.

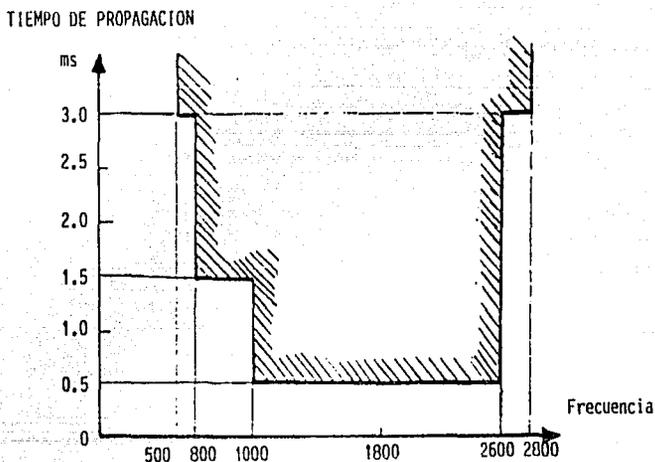


Figura 2.3.4.3. Variación Admisible del Retardo de Envolvente referida a 1700 Hz.

Efecto de la distorsión de retardo sobre una señal digital.

La transmisión de datos es una transmisión de pulsos, ó sea transiciones rápidas entre dos o más estados, sean éstos, voltajes, frecuencias ó fases, que son la suma de varias componentes armónicas. Considérese la primera y tercera armónica de la señal digital. Si el canal es ideal, las dos armónicas sufren el mismo retardo de tiempo y la señal recibida será la indicada en la figura 2.3.4.4.

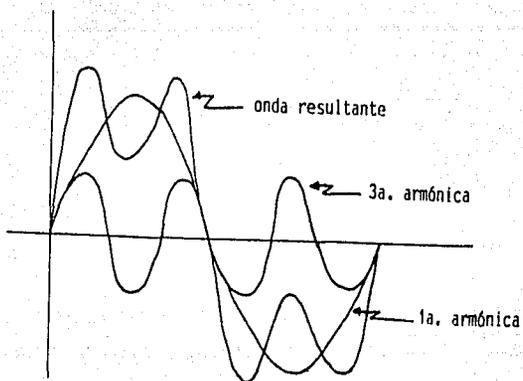


Figura 2.3.4.4. Transmisión en un Canal Sin Distorsión.

Supóngase ahora que la señal se envía por un canal que introduce distorsión de retardo de fase. En estas condiciones las componentes armónicas se transmiten a diferentes velocidades, lo que da por resultado un cambio de relación de fase entre ellas, trayendo como consecuencia el siguiente deterioro de la señal mostrado en la figura 2.3.4.5.

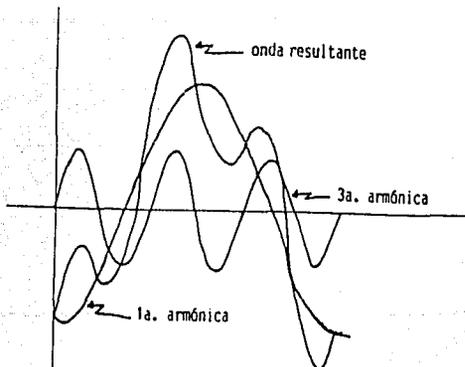


Figura 2.3.4.5. Transmisión en un Canal Con Distorsión.

2.3.5. Igualadores.

Cuándo la característica de atenuación frecuencial de el canal no está dentro de los límites señalados, es necesario utilizar igualadores de atenuación. Los cuales tienen una característica inversa a la del canal de transmisión, de tal forma, que la característica de atenuación total (característica del canal sin igualador más la característica del igualador) será aproximadamente constante, tal como se muestra en la figura 2.3.5.1.

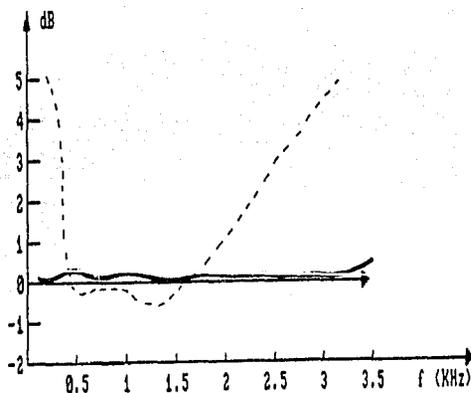
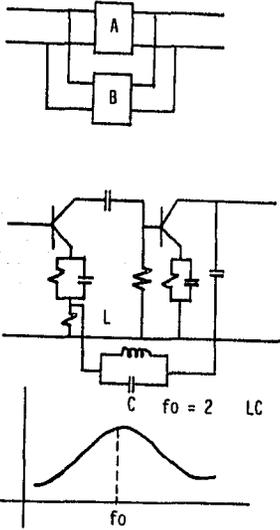


Figura 2.3.5.1. Característica de Atenuación Frecuencia del Canal Telefónico con Igualador.

Los circuitos igualadores pueden ser activos ó pasivos. La figura 2.3.5.2., muestra un igualador de retroalimentación negativa, que emplea elementos activos y otro tipo T que usa elementos pasivos y sus componentes características de amplitud frecuencias.

Igualador de retroalimentación negativa con elementos activos



Igualador tipo T con elementos pasivos

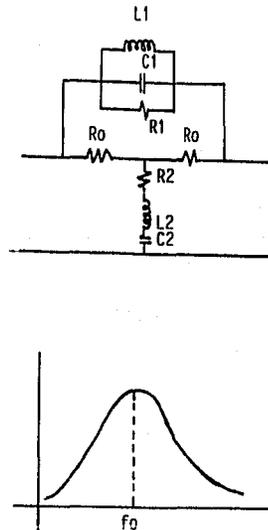


Figura 2.3.5.2. Circuitos Igualadores de Atenuación.

La distorsión de atenuación es un problema menor en la transmisión de voz, comparada con la transmisión de datos, debido a la naturaleza redundante del habla, en cambio en la transmisión de datos, hay mucho menos redundancia.

El CCITT recomienda que la atenuación máxima en relación a la frecuencia de 800 Hz, de las bandas de frecuencias de :

300 a 500 Hz	no debe salir del rango de	-2 a +6 dB
500 a 2800 Hz	no debe salir del rango de	-1 a +3 dB
2800 A 3000 Hz	no debe salir del rango de	-2 A +6 dB

Esto significa, por ejemplo, que puede aceptarse que un tono de 400 Hz tenga una atenuación hasta de 6 dB mayor que la atenuación, en el mismo canal, de un tono de 800 Hz, sin que haya problemas de distorsión de la señal.

La figura 2.3.5.3. muestra gráficamente las condiciones ya señaladas del CCITT. Un canal con una característica de atenuación frecuencia que esté dentro de la región señalada entre las áreas achuradas no producirá, problemas de distorsión de atenuación.

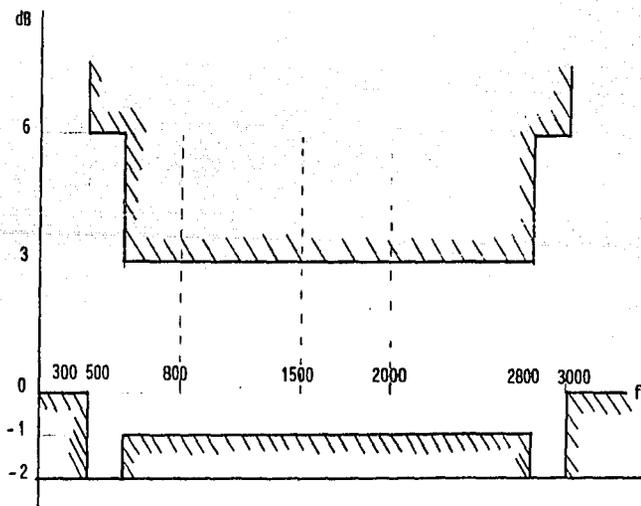


Figura 2.3.5.3. -Variación Admisible de la Atenuación en relación a la frecuencia de 800 Hz.

Cuándo un canal no cumple con las especificaciones recomendadas por el CCITT, puede ser necesario introducir igualadores de retardo de fase, los cuales son circuitos eléctricos, cuya característica de retardo, es igual a la diferencia entre la característica de retardo deseada y la del canal con el que se está trabajando. Como en el caso de los igualadores de atenuación, los igualadores de fase pueden ser a base de elementos activos o pasivos, o bien solamente pasivos como el ilustrado en la figura 2.3.5.4.

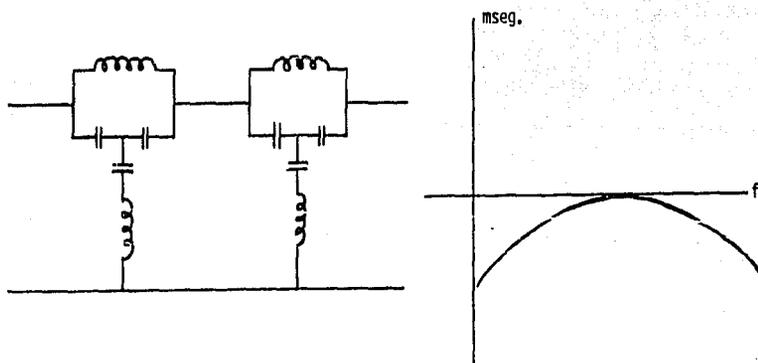


Figura 2.3.5.4.- Circuito Igualador de Retardo, y su Característica de Retardo de Envoltente.

El igualador es normalmente colocado en el receptor. La figura 2.3.5.5, muestra la característica de retardo resultante, como suma de la característica del canal y del circuito igualador.

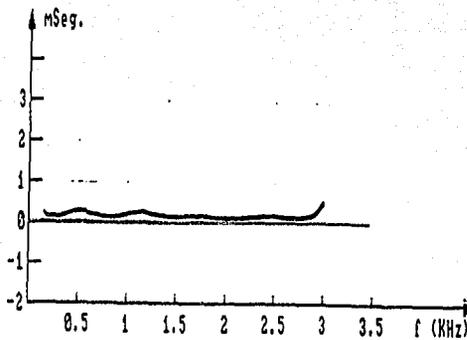


Figura 2.3.5.5- Característica de Retardo del Canal Igualado.

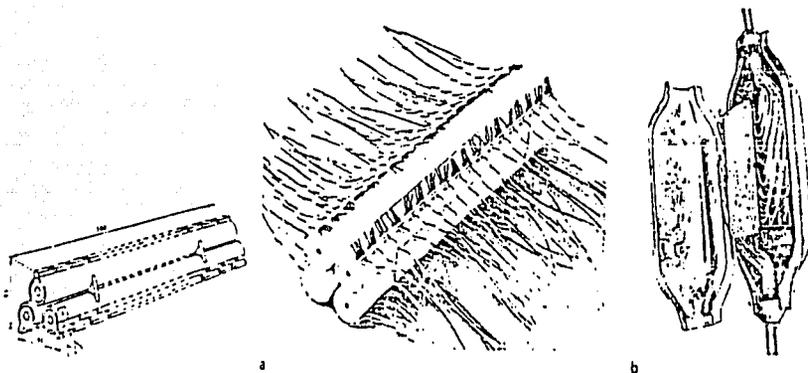
2.3.6.- Pupinización.

La característica de atenuación de un canal telefónico, incluyendo la comunicación urbana a través del cable multipar, y la interurbana por medio de radio enlaces, no es uniforme para todas las señales transmitidas, ya que diferentes tonos sufren diferente grado de atenuación.

Para reducir este factor, se cargan los cables con bobinas de pupinización, sin embargo, cuando se transmiten datos no es recomendable pupinizar el canal telefónico, por que aunque se reduce la distorsión de atenuación, se aumenta la distorsión de retardo de fase, que es mucho más dañina para este tipo de señales.

Heaviside demostró que la atenuación de una línea, se puede disminuir en la mayoría de los casos, si se aumenta su inductancia longitudinal, conectando bobinas de inductancia a lo largo de la línea.

El húngaro-americano Pupin llevó esto a la práctica en cables, conectando bobinas de Pupin o bobinas de carga, a distancias largas (1000 a 2000 metros). A continuación se ilustran algunos arreglos de estas bobinas.



a. Juego de bobinas que contienen 75 y 100 bobinas Pupin respectivamente, para colocación directa en un cable. Las medidas se dan en mm. b. Una caja con varios cientos de bobinas de Pupin para montar en poste.

Figura 2.3.6.1. Bobinas de Pupinización.

Generalmente se reúne una serie de bobinas de Pupin para formar una unidad mecánica, un juego de bobinas, en la que se montan de una forma que economiza espacio. Varios cientos de bobinas de Pupin se montan en una caja de Pupin para montaje en poste, cuándo se trate de cables aéreos o para colocación bajo tierra, cuándo se trate de cable subterráneo. Cuándo la cantidad de bobinas de Pupin no sobrepase de 100, estas se pueden colocar directamente en el cable.

En Suecia, el primer cable de larga distancia pupinizado, se tendió entre Estocolmo y Gotemburgo durante los años 1921 - 1923. Tenía solamente enlaces a dos hilos y la calidad de transmisión era

muy baja , comparada con las exigencias actuales. En los cables pupinizados posteriores, se incluyeron también enlaces a cuatro hilos, lo que entonces era cualitativamente el mejor tipo de enlace para largas distancias. A fines de los años 30, los sistemas múltiplex por división de frecuencia, se hicieron cargo de esta transmisión a larga distancia.

2.3.7 Diafonía, Estabilidad y Eco.

Diafonía.- Cuando una conversación en una línea, se capta en una línea adyacente, se dice que hay diafonía (diafonía inteligible). El CCITT prescribe que la diferencia entre el nivel de tono de prueba útil recibido y el nivel de diafonía debe ser como mínimo de 58 dB.

En los sistemas de múltiplex por división de frecuencias, hay además un tipo de diafonía no inteligible, debido a bandas de frecuencia invertidas o desplazadas. Este tipo de diafonía, se suele considerar como perturbaciones del mismo nivel, ya que tienen el ritmo del habla.

En el acoplamiento indeseado entre diferentes trayectorias de señales, hay dos causas importantes de diafonía:

a).- Acoplamiento eléctrico entre medios de transmisión. Por ejemplo el acoplamiento inductivo y capacitivo, entre pares de hilos de un cable múltiplex.

b).- Las no linealidades en sistemas múltiples que da lugar a productos de intermodulación. A frecuencias de audio, el mayor efecto de la diafonía en pares de hilos, está directamente relacionado al desbalance de capacitancias entre las líneas, siendo el acoplamiento inductivo despreciable.

El principal método para reducir la diafonía en cables multipares, es la transposición. Los pares de hilos del cable son transpuestos enrollados, juntos los conductores de cada par y variando el régimen de enrollado entre pares.

Estabilidad.

Un enlace entre dos centrales telefónicas puede ser de tipo a dos o a cuatro hilos. Los enlaces a dos hilos se emplean en distancias de transmisión cortas, en las que las dos direcciones de habla emplean el mismo par de hilos. En las distancias mayores se necesita amplificación. Puesto que los amplificadores trabajan solamente en una dirección, las dos direcciones de habla, deben separarse transmitiéndose por sendos pares de una línea a cuatro hilos. Generalmente en una red de centrales locales, se emplean, enlaces a dos hilos y entre las centrales de tránsito a cuatro hilos.

En el paso entre los enlaces de dos a cuatro hilos, se emplea lo que se llama, circuito híbrido. Los niveles de los amplificadores hay que ajustarlos con toda precisión, y los híbridos equilibrarlos bien para que el sistema no auto-oscile. En la figura 2.3.7.1 se muestra un ejemplo de enlace por tramos a dos y a cuatro hilos, con conexiones de híbrido intermedias.

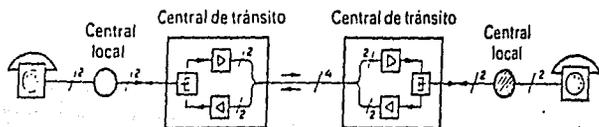


Figura 2.3.7.1 Enlace por tramos a dos y a cuatro hilos.

Repetidor a dos hilos. Usando circuitos híbridos también se puede amplificar en un enlace a dos hilos. Los híbridos y amplificadores se juntan en una unidad, lo que llamamos un repetidor a dos hilos. Si en un mismo enlace hay varios tramos de línea con repetidores a dos hilos, hay un gran riesgo de inestabilidad. En la figura 2.3.7.2 se muestra un repetidor de dos hilos.

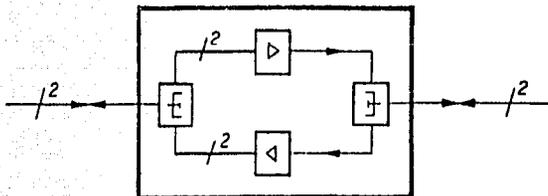


Figura 2.3.7.2. Repetidor a Dos Hilos.

El paso entre enlaces a 4 y a 2 hilos se efectúa con un circuito híbrido que consta de dos transformadores diferenciales y un equilibrio de línea. Si la cantidad de espiras de los arrollamientos de los transformadores es 1:1: 2 , según la figura 2.3.7.3. el híbrido tiene igual impedancia desde todos los puntos de conexión.

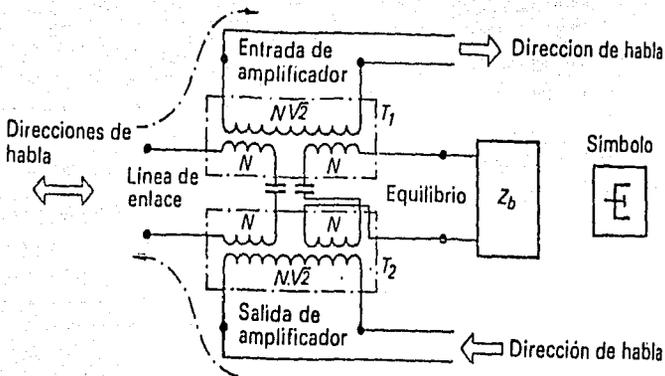


Figura 2.3.7.3 -Conexión de híbrido con dos transformadores diferenciales iguales (T) y un equilibrio de línea (Z_b).

Si la impedancia en el equilibrio de línea Z_b y la línea a dos hilos son iguales, se impide que la señal de habla entrante desde la línea a 4 hilos se "transpase" a la señal de habla saliente hacia la línea de 4 hilos. Un híbrido simétrico de este tipo, divide en dos partes iguales la potencia de señal aplicada, transmitiéndose solamente una de ellas a la dirección de habla saliente. Esto significa una pérdida de potencia, una atenuación de 3 dB. En la práctica los transformadores introducen, además una atenuación de 0.5 dB. La atenuación total en el circuito híbrido resulta ser pues de unos 3.5 dB en cada una de las direcciones.

Eco y supresores de eco.

En los enlaces largos a cuatro hilos pueden presentarse perturbaciones debido al efecto de eco. Debido a que el equilibrio

del híbrido del extremo opuesto no es perfecto, parte de la energía de habla pasa a la otra dirección de habla y vuelve al emisor. Si el tiempo de propagación de la línea es largo, se capta un eco en el extremo emisor. El eco se hace más molesto cuanto mas largo sea el tiempo de propagación. Por esta razón son mayores las exigencias sobre la atenuación de equilibrio entre los híbridos, cuando se trata de enlaces largos. Si hay desequilibrio en el híbrido del extremo emisor, también el oyente percibe un eco. En caso de grandes desequilibrios tanto en el extremo emisor como en el receptor, pueden producirse una larga serie de ecos. Cuando se trata de enlaces largos, puede hacerse necesario introducir supresores de eco, como el mostrado en la figura 2.3.7.4.

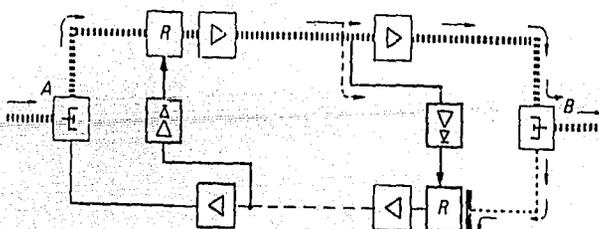


Figura 2.3.7.4. Supresor de Eco.

Generalmente estos se colocan en los extremos de la línea de enlace. En una de las direcciones de habla se conecta un amplificador con entrada de alta impedancia. Este amplifica la energía de habla

que después se rectifica; después, la tensión de habla rectificada, controla una unidad reguladora R, intercalada en la otra dirección de habla. De esta forma el habla en una de las direcciones aumenta la atenuación en la otra dirección de habla, disminuyendo así el riesgo de eco. Un dispositivo semejante para supresión de eco está conectado para el habla en la otra dirección.

Al colocar los supresores de eco en los extremos de la línea, se requiere una regulación muy rápida. Actualmente lo corriente es emplear cable coaxial para transmitir el habla en la red de telecomunicaciones nacional e internacional, en cuyo caso el eco no comienza a ser molesto, sino hasta enlaces más largos de unos 2000 Km.

2.3.8 Ruido.

Al analizar la transmisión de señales por un sistema, el ruido se agrega a la señal que se mueve desde el transmisor al receptor; en algunos casos se encuentra desvanecimiento de la señal; también puede introducirse interferencia de otras señales, así como pueden presentarse una gran variedad de efectos adversos; las fuentes de ruido se pueden presentar en una gran variedad de formas: cuando una antena está utilizándose en el receptor, esta recibe radiación de ruido desde el cielo. Asimismo, cualquier elemento disipador genera igualmente ruido, por lo que la disipación en un cable de transmisión también lo hará. Los elementos resistivos de los circuitos eléctricos generan ruido, de esta manera se pueden seguir citando diversas fuentes de ruido. Todos estos efectos deben finalmente valorarse de acuerdo con sus importancias relativas y las que destaquen deben incorporarse en un modelo del sistema total con

el que pueda evaluarse el rendimiento de un sistema de comunicaciones. Existen principalmente dos tipos de ruido eléctrico en canales telefónicos:

a).- Ruido Gaussiano.

b).- Ruido de impulso.

a).- Ruido Gaussiano.- es el ruido térmico ó ruido blanco que surge debido al movimiento aleatorio de los electrones. Es caracterizado por una distribución uniforme de energía sobre el espectro de frecuencia y por una distribución Gaussiana de niveles.

La potencia P del ruido térmico, en un sistema de comunicaciones depende del ancho de banda y de la temperatura, y está dado por:

$$P = KTW \text{ Watts}$$

Donde:

K=Constante de Boltzmann= 1.38×10^{-23} JOULE/ K

T= Temperatura absoluta en grados Kelvin.

W= Ancho de banda en Hertz.

El nivel de ruido Gaussiano determina el nivel de potencia absoluto que debe tener la señal transmitida para mantener una relación señal a ruido aceptable en el extremo final de transmisión. El requerimiento de relación señal a ruido para telefonía es de 30 dB, mientras que para todos se considera adecuado un valor de 15 dB. En todo caso se puede aceptar un nivel máximo de ruido Gaussiano de 40 dBnc, sin tener problemas de introducción de errores por esta causa.

b).- Ruido de Impulso.

El ruido de impulso a diferencia del ruido Gaussiano es esporádico y puede ocurrir en ráfagas, más que ser uniformemente distribuido. Consiste de impulsos aleatorios de gran intensidad y corta duración (del orden de milisegundos) y es debido entre otras causas a disturbios eléctricos, ruido de ignición, líneas de potencia, tormentas eléctricas, y golpeteo de relevadores en conmutadores, en el caso de enlaces de línea conmutada. En la figura 2.3.8.1 se ilustra un ruido de impulso:

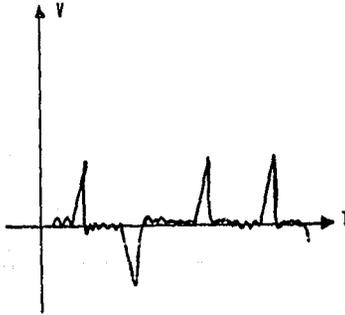


Figura 2.3.8.1.-Ruido de Impulso.

Por ser de tan corta duración el ruido de impulso, tiene poco efecto perturbador en la transmisión de la señal de voz, en cambio tiene efectos muy nocivos en una transmisión de datos, sobre todo, si esta es de alta velocidad.

En la figura 2.3.8.2. se muestra gráficamente como el ruido de impulso da lugar a error en la detección de la señal digital de alta velocidad.

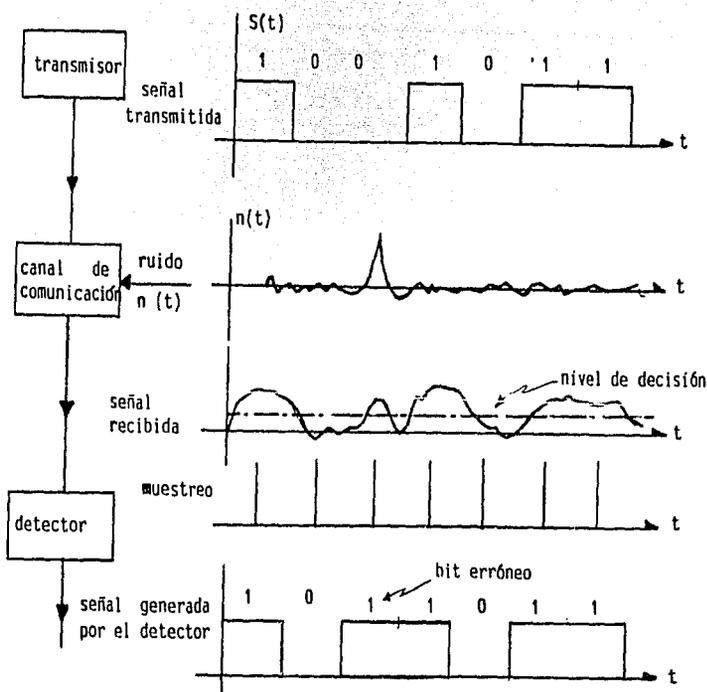


Figura 2.3.8.2. El ruido de impulso puede dar lugar a error en la detección de la señal.

El ruido de impulso se mide con un contador de ruido de impulso, que es un aparato que detecta y cuenta los pulsos que exceden de un cierto nivel de umbral ajustable. El CCITT recomienda que en un período de 15 minutos de medición, no deberán producirse más de 18 impulsos de ruido o conteos, cuando el nivel de umbral sea puesto -21 dBm0.

Existe otro tipo de ruido, denominado ruido de intermodulación; el ruido de intermodulación se origina en un sistema de división múltiple de frecuencia, cuando una desviación de la linealidad del equipo causa que un canal intermodule a otro canal independiente. El producto de la intermodulación cae en una banda reservada a otro

canal, lo que ocasiona interferencia con el. Las no linealidades se manifiestan en la generación de frecuencias espurias que dan origen al ruido de intermodulación que es la principal distorsión no lineal. Otra causa de distorsión no lineal lo constituyen los aparatos llamados compansores. Estos aparatos se instalan en algunos sistemas telefónicos con el objeto de mejorar la relación señal a ruido.

2.4.- ARQUITECTURA DE UN SISTEMA TELEFONICO

La arquitectura básica de una central telefónica con control por programa almacenado, se muestra en la figura 2.4.1.

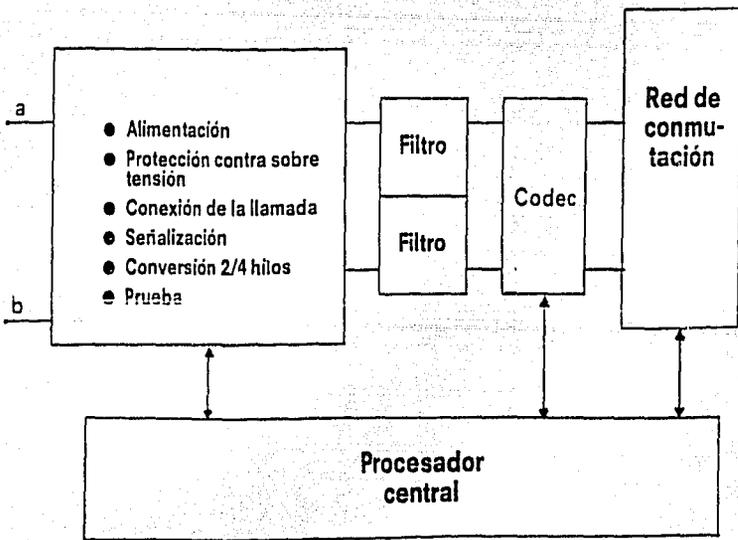


Figura 2.4.1. Arquitectura Básica de una Central Telefónica.

Figura 2.4.1. Arquitectura Básica de una Central Telefónica.

La figura anterior muestra que la central de conmutación puede ser subdividida con tres módulos principales a saber:

- Circuito de línea de abonado.
- Red de Conmutación.
- Procesador Central.

A continuación describiremos las funciones que realiza cada uno de estos módulos.

Circuito de línea de abonado.

Las funciones que debe cumplir el circuito de línea de abonado en un sistema de conmutación digital son bastante más complejas que aquellas a ser desempeñadas en sistemas analógicos.

Este módulo debe suministrar las funciones conocidas como BORSCHT las cuales consisten en lo siguiente:

Batería.- Proporciona al lazo una corriente de DC y voltaje al teléfono y es usualmente 48 Volts ó 96 Volts para líneas rurales largas.

Protección a sobre voltaje.-

Proporciona protección contra sobrevoltaje, suprimiendo el alto voltaje transitorio inducido por el encendido o por utilización de líneas de alto voltaje.

Timbrado.- Esta función suministra una señal de llamada al aparato telefónico por swicheo de un generador en el lazo del abonado. Esta señal es típicamente de 90 Vrms senoidal de 25 HZ con una cadencia de 1 segundo de señal por 4 segundos sin señal.

Supervisión.- Cuando el aparato telefónico es descolgado, el lazo de abonado es cerrado y una corriente de DC fluye. La función de supervisión monitorea esta corriente de lazo para determinar cuando el teléfono ha sido descolgado o colgado. También es utilizada para la acumulación de pulsos de discado cuando se utilizan teléfonos de disco donde los pulsos de discado son generados por abres y cierres en el lazo de abonado en una sucesión rápida.

Codec y filtro.-

Es un dispositivo de conversión A/D - D/A para la señal de voz y el filtrado de la banda asociada limitante de PCM. El filtro tiene una sección de transmisión y una de recepción.

En la sección de transmisión se realiza la función de reconstrucción de la señal necesario para un sistema de muestreo de 8 KHz.

La sección de recepción tiene una característica de transferencia pasa bajo.

En el CODEC/DECODEC el convertidor analógico digital tiene una característica de transferencia conforme al código de compansión Ley A. La señal de entrada analógica es muestreada a una razón de 8 KHz por el registro de muestreo y retención el cual convierte la muestra analógica dentro de un código de ocho

bits de acuerdo a las características de la ley A. El registro buffer de salida almacena los 8 bits de la muestra codificada los cuales son desplazados hacia afuera en forma serie en la salida digital.

Híbrida.-

Una línea telefónica es esencialmente un sistema de transmisión a 2 hilos (bidireccional) y en la red digital un sistema de transmisión es a 4 hilos (dos trayectorias unidireccionales) este circuito es incluido para separar las señales de transmisión y recepción.

Test.-

Este circuito no genera una señal por si mismo, pero recibe señales en forma digital desde la unidad de control, la cuales decodifica y amplifica a un nivel deseado para llevar a cabo una medición en particular.

La figura 2.4.2. muestra una configuración típica de las funciones BORSCHT.

Red de conmutación.

Los elementos principales de la red digital de conmutación son los conmutadores de tiempo y de espacio, los cuales interconectan los canales digitales y uno o varios controles de conmutación de grupo para establecer y liberar conexiones.

A fin de conectar el canal (intervalo de tiempo) de un sistema PCM con otro canal PCM, el paso digital de selección deberá:

- a) Efectuar una conmutación en espacio entre los dos sistemas PCM.

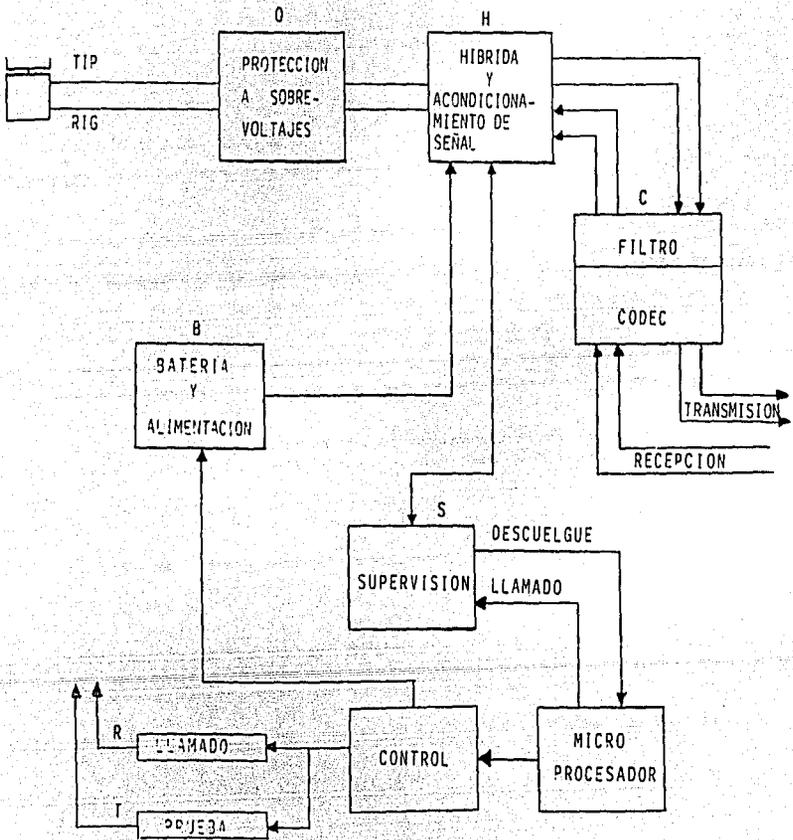


FIGURA 2.4.2.-Funciones BORSCHT.

b) Efectuar una conmutación en tiempo en los intervalos de tiempo.

La conmutación en espacio, mediante matrices electrónicas de punto de cruce.

La red del selector de grupo tiene una estructura TST (Time Space Time) ver figura 2.4.3.

Los elementos funcionales más importantes del conmutador de tiempo son:

- Memorias de señales vocales (SM Speech Memory) para almacenar temporalmente la información de los diversos canales. Esto permite el desplazamiento de las señales digitales, lo cual es esencial cuando se deba interconectar un canal entrante particular con un canal específico de salida.

- Memorias de retención (CM Control Memory) para controlar la lectura de las memorias de señales vocales, determinando el instante en el cual se extrae la información. El procesador central suministra a la memoria de retención los datos necesarios para las etapas de conmutación PCM.

Los elementos funcionales más importantes del conmutador de espacio son:

- Multiplexores para interconectar determinadas entradas con determinadas salidas, según el intervalo de tiempo respectivo. Con ellos se puede variar la posición de las palabras de código en el espacio, conservando su posición en el tiempo.

- Memorias de retención para controlar en que intervalo de tiempo han de interconectarse determinadas entradas con determinadas salidas.

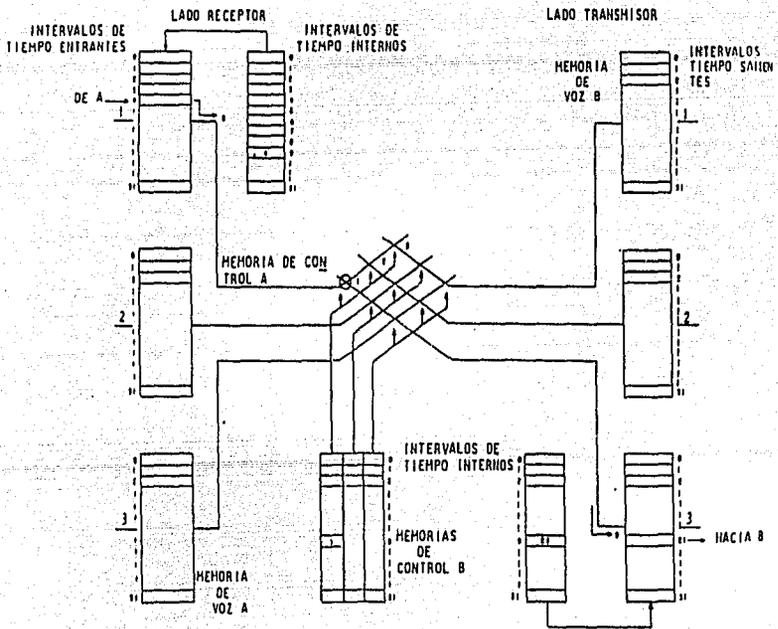


Figura 2.4.3.-Selector de grupo con estructura Tiempo-Espacio-Tiempo(TST)

La mayoría de los circuitos de la red digital de conmutación constan de chips TTL Schottky de baja potencia (TTL-LPS). Las memorias de retención son memorias bipolares de acceso al azar (RAM).

CONTROL

La parte de control de los sistemas de conmutación, están constituidos por dos tipos de procesadores, es decir, el procesador central CP y los procesadores regionales RP. Las funciones que requieren más inteligencia están controladas por el CP. Los RP se encargan de tareas más simples de índole rutinario.

MISION DEL PROCESADOR REGIONAL (RP)

Puesto que el RP ha de llevar a cabo tareas relativamente simples, puede ser bastante simple y requiere poco espacio. La intención es que cada RP controle una o algunas funciones de índole rutinario.

En una central telefónica existen muchas de estas funciones, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Funciones del procesador regional.

Tareas de conmutación Detección de cambios de estado de la línea de abonado, Control de los Circuitos de conexión y conmutadores de grupo.
Control del Intercambio de Señales. Ejecución de Operaciones de cronometraje relacionados con la conexión (por y para supervisión, medición).
Transferencia y traducción de caracteres entre el sistema I/O y el procesador central.

Tareas de seguridad Prueba rutinaria de circuitos de conexión generales de código y receptores de código. Monitorco de las funciones de la red conmutación (prueba de interconexión, monitoreo de mensajes hacia y desde el procesador central).
Medición de la proporción de errores de bits.
Exploración de los puntos de indicación de alarma de los sistemas de transmisión PCM.

Misión del procesador central.

El procesador central es la unidad del control del sistema, trabajando ante todo con tareas calificadas de tipo no rutinario.

Está asistido por un número de procesadores regionales. La misión de estos es aligerar al procesador central de los trabajos que toman tiempo y que son rutinarios.

El CP y RP se comunican por el bus de procesadores regionales.

Un RP comunica a CP los eventos importantes, por ejemplo, si un abonado ha llamado, CP ordena a su vez a un RP que lleve a cabo diferentes tareas, tales como la operación de relés y el establecimiento de pasos de selectores. Las funciones del procesador central se muestran en la siguiente tabla.

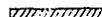
Funciones del procesador central(CP).

Tareas de conmutación	Control del establecimiento de llamadas, por ejemplo: Evaluación y generación de datos para líneas de abonado y de enlace. Evaluación de los dígitos para enrutamiento y zonificación. Determinación de vías.
Tareas de operación y mantenimiento	Diálogo hombre-máquina Operación, por ejemplo: Conexión/desconexión de líneas de abonado. Cambio de la asignación de grupos de líneas. Lectura de los datos de tarificación. Grabación de los datos de medida de tráfico. Mantenimiento, por ejemplo: Prueba Diagnóstico de fallas.
Tareas de seguridad	Tratamiento de las fallas, por ejemplo: Localización y bloqueo de equipamientos defectuosos. Conexión a reserva Reconfiguración, alarma y notificación de fallas. Restablecimiento automático parcial o completo.

Establecimiento Típico de una Comunicación.

Una vez que se han descrito cada uno de los módulos básicos que conforman una central digital describiremos a título de ejemplo los procesos que se ejecutan durante el establecimiento de una comunicación interna, con el fin de ver la interrelación de cada uno de estos módulos.

Los procesos se han representado en la figura 2.4.4. en la que significan:

-  Vía de señal/Instrucción
-  Conexiones para la aplicación del tono de discar y para la recepción de cifras.
-  Conexión del tono y de corriente de llamada.
-  Vía de conversación.

Proceso de una llamada interna.

El abonado llamante levanta su microteléfono. Su circuito de línea de abonado (por ejemplo SLCA) aplica entonces potencial al procesador de grupo. El procesador de grupo transmite al procesador central el número de posición del abonado que llama a través de una vía digital semipermanente.

El procesador central evalúa el número de posición del abonado que llama y le envía una instrucción de interconexión al respectivo procesador del grupo. A continuación, el procesador de grupo establece una conexión digital entre el generador de tono en la unidad de señalización y el abonado llamante a través del conmutador del grupo, aplicando tono de discar de dicha conexión.

Tan pronto como el abonado llamante comienza a discar (MFC), el procesador de grupo desconecta el tono de discar y establece una conexión con la unidad de señalización para la recepción de la información de selección.

El procesador de grupo envía la información de selección al procesador central a través de vías digitales semipermanentes.

Llamada interna

Estado de la comunicación

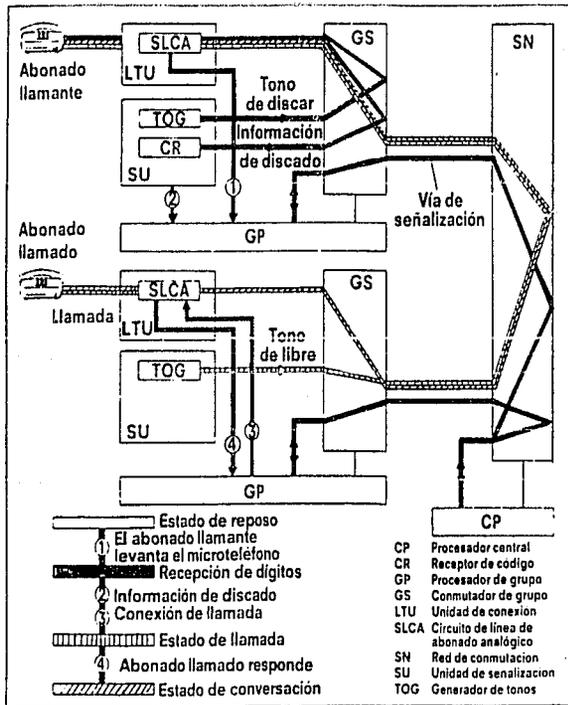


Figura 2.4.4.- Proceso de una Comunicación Interna en una Central Telefónica Típica.

El procesador central evalúa entonces la información de selección.

El procesador central le da una instrucción de interconexión a la red de conmutación. Con ellos interconecta a través de la red de conmutación una vía digital desde el conmutador del grupo (en el grupo de conexión) del abonado llamante hasta el conmutador del grupo (en el grupo de conexión) del abonado llamado.

El procesador central envía al procesador de grupo del abonado llamante una instrucción para liberar la conexión digital entre el abonado llamante y el receptor de señales. Además, el procesador central envía una instrucción para que se establezca una conexión digital entre el abonado llamante y la vía digital ya establecida a través de la red de conmutación.

El procesador de grupo le ordena al conmutador de grupo que interconecte al abonado llamante con el conmutador de grupo (en el grupo de conexión) del abonado llamado.

El procesador central envía dos instrucciones al procesador de grupo del abonado que llama a través de la vía de señalización:

- a) Aplicar la corriente de llamadas al abonado llamado.
- b) Establecer una conexión entre el generador de tonos y el abonado llamante para que pueda aplicarse el tono de llamada.

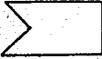
El procesador de grupo del grupo de conexión el abonado llamado ordena que, a través del conmutador de grupo, se conecte el generador de tonos a la vía digital por la red de conmutación:

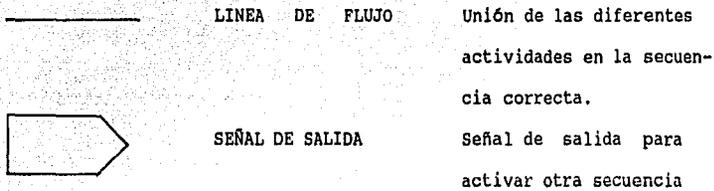
El abonado llamado recibe tono de llamada. Asimismo ordena que el

circuito de línea de abonado aplique la corriente de llamada. El procesador de grupo reconoce que el abonado solicitado contesta cuando este levanta su microteléfono.

El procesador de grupo de conexión del abonado llamado libera entonces la conexión digital establecida a través del conmutador del grupo, entre el generador de tonos y la vía digital por la red de conmutación, y le envía finalmente una instrucción al conmutador de grupo para que establezca una conexión entre el abonado llamado y la misma vía digital a través de la red de conmutación. Una vez ejecutada esta instrucción, quedan interconectados el abonado llamante y el abonado llamado.

Las medidas que toma el procesador en las distintas situaciones se pueden describir con más claridad con ayuda de un diagrama de flujo. Para este propósito usaremos los siguientes símbolos:

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCION
	SEÑAL DE ENTRADA	Señal de entrada que empieza una secuencia.
	ACCION	Trabajo que es ejecutado por el Microcontrolador.
	DECISION	Selección entre un número de caminos en el diagrama de flujo.



Con los símbolos anteriores podemos describir lo que sucede cuando se hace una llamada en una forma clara y concisa.

Las figuras 2.4.5, 2.4.6, 2.4.7 muestran las secuencias que se presentan al realizar una llamada.

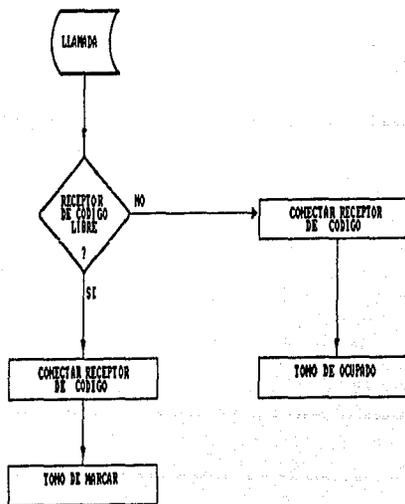


Figura 2.4.5 Algoritmo de llamada.

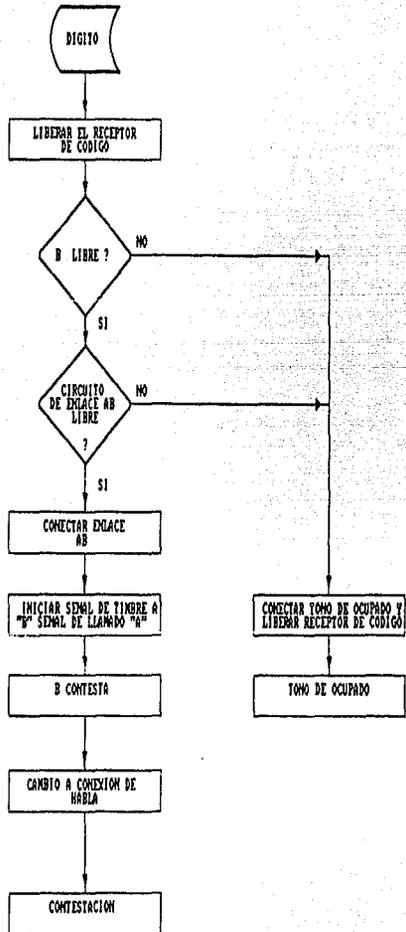


Figura 2.4.6.-Algoritmo de una llamada.

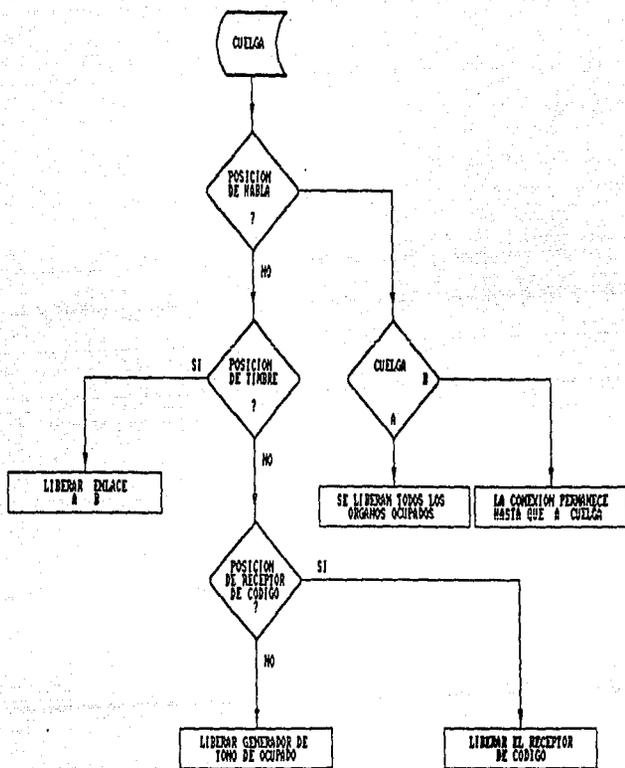


Figura 2.4.7.-Algoritmo de una llamada.

Por último en la siguiente tabla se describe el proceso de la llamada mediante la señalización que se maneja en cada uno de los procesos hasta el termino de la llamada.

SEÑALIZACION DE UNA LLAMADA LOCAL INTERNA

ORDEN CRONOLOGICO	ACONTECIMIENTO	OPERACIONES REALIZADAS
1	Detección del des-- cuelgue del abonado	Previamente el procesador ha realizado la temporización del estado de bucle. Dicha temporización es parametrizable: 8mSeg <parámetro> 1.024mSeg.
2	Envío de tono de -- invitación a marcar	El procesado verifica si hay algún receptor de código libre, si lo hay ordena que sea conectado al abonado solicitante y a su vez conecta el tono de invitación a marcar: señal continua de 425 Hz +/- 25 Hz a -10 dBm. Si no se encuentra un receptor de código libre, el procesador ordena conectar el generador de tono ocupado señal: 425 Hz +/- 25 Hz con un ciclo 0.5 seg. y una cadencia de 0.25 Seg. con señal y 0.25 seg. sin señal.

3 Envío de dígitos

El abonado "A" envía el número del abonado "B" mediante un código DTMF (doble tono de multifrecuencia en el cual la información numérica está compuesta por la emisión simultánea de dos frecuencias dentro de la banda de voz. La duración de la emisión de las dos frecuencias que componen un dígito y de la pausa interdígital, deberá ser:

dígito $T_d = 40$ Mseg.

pausa $T_d = 40$ Mseg.

4 Envío del tono de llamada

Una vez que ha enviado el último dígito el procesador ordena mandar la señal de timbre al abonado B la cual tiene las siguientes características: 25 Hz +/- 5 Hz 90 Vrms cadencia 1 seg. con señal y 4 seg. sin señal, a su vez se le envía tono de llamado al abonado "A". las siguientes características: 425 Hz +/- 25 Hz de cadencia

5 Envío tono de ocupado Si el teléfono del abonado "B" está ocupado se envía tono de ocupado al abonado "A" con las siguientes características: 425Hz +/-25Hz de cadencia.

6 El abonado "A" cuelga su microteléfono Cuando el abonado "A" cuelga su microteléfono, el procesador detecta un bucle abierto y manda la desconexión de los órganos ocupados en la llamada.

CAPITULO 3

DESARROLLO, CALCULOS Y DISEÑO

CAPITULO 3

DESARROLLO, CALCULOS Y DISEÑO

3.1 CIRCUITO MICROCONTROLADOR. (M C U)

Principios de Operación y Características.

Introducción a la Familia M6805 HMOS/M146805 CMOS

La continua evolución tecnológica en microprocesadores y microcomputadoras, ha llevado a crear mayor cantidad de dispositivos más complejos y más poderosos, que presentan características tanto de grandes computadoras (mainframes), como de minicomputadoras. La experiencia ganada durante dicha evolución, ha enriquecido grandemente la experiencia necesaria para diseñar dispositivos de bajo y medio rango más poderosos. Al emplear las características de arquitectura de las computadoras mini y mainframe, tanto el hardware como el software de los circuitos microprocesadores y microcomputadores, ha llegado a ser regular y versátil sin dejar de ser relativamente sencillo.

Los requerimientos del mercado de microcomputadores de bajo costo, medio rango y orientados hacia el control, pueden ser cubiertos con las familias de microcomputadores (MCU) y microprocesadores (CPU) M6805 HMOS/M146805 CMOS, las cuales son las primeras en proveer las capacidades en software y hardware de las más avanzadas computadoras para tal mercado. Anteriormente los diseñadores y fabricantes, habían de decidir entre no emplear procesadores en absoluto, o utilizar procesadores que funcionaban más como una calculadora que como una computadora.

Todos los miembros de la familia M6805 HMOS/M146805 CMOS de microprocesadores y microcomputadores, son diseñados alrededor de un núcleo común que consiste en: CPU, t́imer, oscilador, ROM (EPROM, con o sin ventana para borrado), secci3n de control (para interrupciones y reinicio), y cantidades variables de ĺneas de entrada/salida bidireccionales.

Adem1s de este n1cleo com1n, pueden a1adirse otros componentes tales como: memoria adicional, convertidor anal3gico digital, circuitos de amarre de fase (PLL en el MC6805E3), y ĺneas adicionales de entrada/salida. Hasta fechas recientes, este vers1til dise1o de n1cleo central, ha generado 11 diferentes dispositivos de la familia M6805 HMOS y cuatro en la familia M146805 CMOS. Estos 15 diferentes miembros, permiten al usuario, elegir el dispositivo m1s adecuado para su particular aplicaci3n.

El variado n1mero de dispositivos, evita tener que pagar por una caracter1stica incluida que no se requiere, o hacerlo para a1adir externamente una caracter1stica que se requiere y no esta incluida.

La arquitectura y el conjunto de instrucciones de la familia M6805 HMOS/M146805 CMOS, son muy similares a los del MC6800. Cualquier programador que ha trabajado con el MC6800, puede obtener una eficiencia equivalente, con la familia M6805 HMOS/M14805 CMOS en un tiempo relativamente corto. Como resultado de la optimizaci3n de su arquitectura, en algunos aspectos, la familia M6805 HMOS/M146805 CMOS es m1s poderosa que la MC6800 (dependiendo de la aplicaci3n).

El circuito microcontrolador MC68705R3.

El circuito microcomputador elegido para el presente diseño, es el MC68705R3, que es un componente tipo HMOS, con memoria EPROM de la familia antes mencionada. El tipo de memoria EPROM programable por usuario, permite realizar cambios al programa y aplicaciones de bajos volúmenes de producción en comparación con las versiones enmascaradas programables en fábrica. Las versiones de MCU con memoria EPROM reducen también los costos de desarrollo y tiempo de evaluación de prototipos en comparación con las ROM enmascaradas.

Este circuito microcomputador MC68705R3, maneja un bus interno de 8 bits y contienen: CPU, reloj interno memoria EPROM, programa de autocarga (bootstrap) residente en ROM, memoria RAM, 4 puertos de entrada/salida (I/O) digital, convertidor analógico/digital (A/D) y contador de tiempo (timer). Debido a estas características, ofrece al usuario medios económicos para el diseño de prototipos de evaluación de equipos que contendrán algún otro tipo de MCU de la misma familia sin memoria EPROM, o para producciones piloto y de bajo volumen.

Debido a lo completo del circuito en cuanto a componentes internos, que facilitan la labor, y en especial a la presencia del convertidor A/D (hasta 4 entradas analógicas), y a la memoria EPROM, así como al bajo costo del dispositivo, se eligió al MC68705R3 como parte medular de este proyecto.

Este dispositivo contiene circuitos de protección contra entradas que puedan ocasionar algún daño debido a los altos voltajes provocados por la estática o campos eléctricos, sin embargo se deben tomar precauciones para evitar estos altos voltajes. Para propósito

de operación es recomendable que Vin.. y Vout.. sean forzados a tener valores dentro del rango de Vss a Vcc.

Este circuito integrado MC68705R3, se muestra en la figura 3.1.1., en donde se pueden apreciar la distribución de las

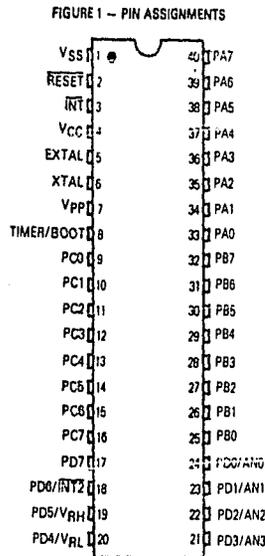


Figura -3.1.1 Diagrama del MC68705R3.

terminales, respecto a las señales de entrada y salida aplicables a este dispositivo. A continuación se describen dichas señales:

Vcc y Vss.- Son las señales de alimentación; Vcc alimentación positiva y Vss es tierra.

INT.- Señal externa que asigna un evento de interrupción asincrónica al procesador. Puede ser usada también,

junto con la instrucción BIL y BIH.

XTAL y EXTAL.- Estas señales permiten la conexión con el reloj interno del circuito oscilador. Un cristal, una resistencia, o una señal externa, pueden ser conectados a estas terminales para conformar un sistema que genere las señales de reloj.

TIMER/BOOT.- Entrada externa empleada para el control de circuito del timer. Esta terminal también detecta un nivel de voltaje alto usado para el programa de autocarga o boot strap.

REST.- Esta terminal tiene una entrada schmitt trigger, para asegurar un nivel apropiado. El MCU puede ser inicializado o puesto en estado de reset, al enviar un pulso bajo a esta terminal.

Vpp.- Esta terminal es usada para habilitar la programación de la memoria EPROM.

Líneas de entrada/salida: (PA0-PA7 PB0-PB7 PC0-PC7 PD0-PD7)

Estas 32 líneas están ordenadas dentro de cuatro puertos de 8 bits. Cada línea de los puertos A,B y C son programables como entradas o salidas, bajo control por software, por medio del registro de dirección de datos (DDR). El puerto D cuando el convertidor A/D es usado, tiene cuatro entradas analógicas, más dos entradas para voltajes de referencia (VRH, VRL), una entrada INT2, y de 1 a 8 entradas digitales. Todas las líneas del puerto D pueden ser directamente leídas y usadas como entradas digitales. Si cualquier entrada analógica es usada, entonces el voltaje de referencia (VRH y VRL) debe ser usado en el modo analógico.

Memoria.

El MCU MC68705R3, cuyo mapa de memoria se muestra en la figura 3.1.2 es capaz de direccionar 4,096 bytes de memoria y registros de entrada/salida con el contador de programa. El MCU tiene implementados 4,093 bytes de estas localidades de la siguiente forma:

En EPROM

3,776 bytes para programa y datos de usuario.

1 byte para registro opcional de enmascarado (MOR).

En ROM

191 bytes para el programa de autocarga (bootstrap)

En RAM

112 bytes para datos de usuario.

7 bytes para entrada/salida.

2 registros de timer.

2 registros del convertidor A/D.

1 registro misceláneo.

1 byte para registro de control del programa (PCR).

La EPROM de usuario se localiza en dos áreas; la principal en las localidades \$080 a \$F37, mientras que la secundaria de 8 bytes y que está reservada para vectores de interrupción/reset, está en las localidades \$FF8 a \$FFF. El registro de opción de máscara en la localidad \$F38 completa el total.

El MCU usa 13 de 16 localidades bajas de memoria para el control del programa, características de entrada/salida tales como puertos y direcciones de las terminales de los mismos, el timer y registros del convertidor A/D. Los 112 bytes de RAM incluyen 31 bytes para el stack. El área del stack es usada durante el proceso de interrupción

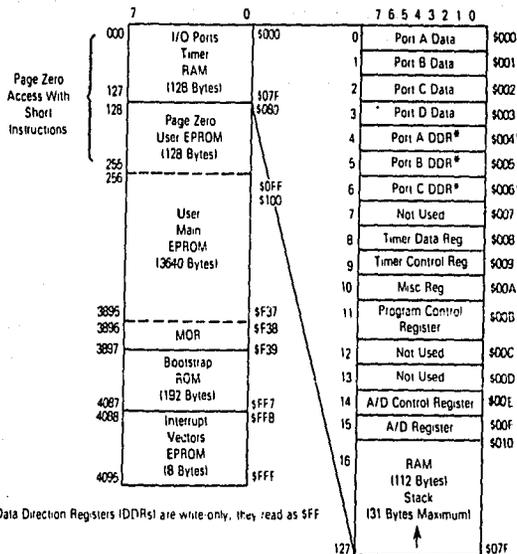


Figura.3.1.1.2.-Mapa de Memoria del MC68705R3.

y llamadas a subrutina.

Unidad Central de Proceso (CPU).

El CPU de la familia M6805 es implementado independientemente de la configuración de entrada/salida o memoria. Consecuentemente, puede ser tratado como una central de procesamiento de comunicación independiente con entradas y salidas, direccionamiento de memoria, datos y control de buses internos.

Registros.

El CPU tiene 5 registros utilizables por programa. Estos registros son explicados a continuación.

- Acumulador (A).- Es un registro de 8 bits y de propósito general usado para retener operandos y resultados de cálculos aritméticos y lógicos o manipulación de datos.

- Registro Indice (X).-

Es un registro de 8 bits que puede ser usado con efectividad en el modo de direccionamiento indexado. El valor contenido en él puede ser agregado a otra cantidad en alguna instrucción, para crear una dirección efectiva. El registro indice puede también ser usado para manipulación de datos usando las instrucciones de lectura/modificación/escritura. Otro posible uso del registro indice es como área de carga temporal.

- Control de Programa (PC).-

Es un registro de 12 bits que contiene las direcciones de la próxima instrucción a ser ejecutada.

- Apuntador del stack (SP).-

Es un registro de 12 bits que contiene las direcciones de la próxima localidad libre en el stack. Durante un reset al MCU o al ejecutarse la instrucción de reset del apuntador del stack (RSP), su contenido es inicializado con el valor \$07F. Los siete bits más significativos de este registro se encuentran permanentemente en el valor 0000011.

- Registro de Condición de Código (CC).-

Es un registro de 5 bits, del cual cuatro bits son usados para indicar algunos resultados de la instrucción recientemente ejecutada. Los bits de este registro pueden ser individualmente probados por el programa, con el fin de ejecutar acciones dependientes del valor de alguno o algunos de ellos. A continuación se explica cada uno de estos cinco bits (H, I, N, Z y C).

Half Carry (H).- Se enciende durante las operaciones ADD y ADC cuando ocurre un carry entre los bits 3 y 4.

Interrupción (I).- Cuando este bit se enciende, el timer y la interrupción externa INT son enmascarados (deshabilitados). Si ocurre una interrupción en algún momento cuando este bit está encendido, la interrupción es mantenida y procesada en cuanto el bit de interrupción se apaga.

Negativo.- Cuando se enciende este bit, indica que el resultado de la operación aritmética/lógica o manipulación de datos anterior, fue negativo (el bit 7 en el resultado es un 1 lógico).

Cero (Z).- Cuando se enciende este bit, indica que el resultado de la operación aritmética/lógica o manipulación de datos anterior, fue cero.

Carry/Borrow (C).- Cuando se enciende este bit, indica que un carry o acarreo salió de la unidad aritmética

lógica (AUL) como consecuencia de la operación aritmética anterior. Este bit es también afectado durante las instrucciones de prueba de bits (bit test), de saltos (branch), de corrimientos (shift) y de giros (rotate).

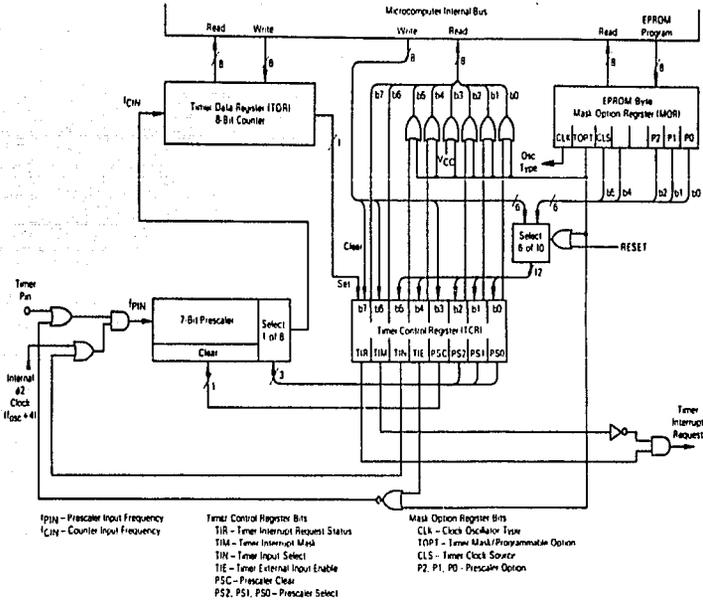
Timer.

El timer del MCU, consta de un contador de 8 bits programable por software, el cual es manejado por un preescalar de 7 bits. Pueden seleccionarse diferentes opciones para proveer las señales de reloj al preescalar y al contador. La sección de forma de operación del timer, se realiza por medio del registro de control del timer (TCR) y/o el registro de opción enmascarable (MOR). El TCR también contiene los bits de control de interrupción.

El diagrama de bloques del circuito del timer se muestra en la figura 3.1.3 . El valor inicial del contador de 8 bits puede ser cargado bajo control del programa y decrementado hasta cero a través de una señal que entre por la terminal f del contador.

Una vez que el contador se ha decrementado a cero, se enciende el bit 7 (b7 del TCR) que es la solicitud de interrupción del timer TIR (Timer Interrupt Request). Asimismo, la máscara de interrupción del timer TIM (Timer Interrupt Mask) bit 6 del mismo registro, puede ser encendido por software par inhibir la solicitud de interrupción, o apagado por el mismo medio para pasar dicha solicitud al procesador. Cuando el bit 1 es limpiado en el registro de código de condición, el procesador recibe la interrupción del timer y responde a ella: guardando su estado presente en el stack, buscando el vector de

interrupción del timer en las localidades de memoria \$FF8-FF9 y ejecutando la rutina de interrupción correspondiente.



NOTE: The TOP1 bit in the Mask Option Register selects whether the timer is software programmable via the Timer Control Register or simulates the mask programmable ports via the MOR PROM byte.

Figura 3.1.3.-Diagrama a Bloques de Timer.

El contador sigue contando (decrementando), pasando de cero a \$FF. De esta manera, puede ser leído en cualquier momento por el procesador, sin que se perturbe la cuenta. Esto permite a los programas determinar el tiempo transcurrido desde que ocurrió una interrupción del timer, sin alterar el proceso de conteo.

La entrada de señal de reloj para el timer puede ser externa, aplicada a la terminal de entrada del timer, o puede ser la señal interna 02.

Reinicializaciones (Resets)

El MCU puede ser reinicializado de dos formas; una de ellas es la suspensión de la alimentación de corriente por medio del encendido/apagado y la otra forma es a través de la terminal para reinicializado externo (RESET). El circuito interno conectado a la terminal de RESET es un schmitt trigger que sensa el nivel lógico de esta línea.

Opciones para el generador de la señal de reloj.

El circuito generador de señal de reloj, está diseñado para requerir de un mínimo de componentes externos; un cristal, una resistencia, un puente (jumper) o una señal externa, pueden ser usados para generar la señal de reloj del sistema, con diversas relaciones estabilidad/costo. Para el presente diseño, se eligió emplear un cristal externo de 4 MHz. por la precisión que éste proporciona de alrededor del 0.1 % .

ROM DE AUTOCARGA

El ROM de autocarga (bootstrap), contiene un programa cargado en fábrica, que permite al MCU realizar búsqueda de datos en un componente externo y transferirlos al EPROM del MC68705R3.

El programa de autocarga proporciona; generador de pulsos de programación, generación adecuada en tiempo de señal de entrada Vpp y verificación después de la programación.

Interrupciones.

El MCU puede ser interrumpido de cuatro diferentes maneras: a través del conector de entrada de interrupción externa (INT), por la petición de interrupción interna del timer, por el conector de entrada del bit 6 del puerto externo C (INT2), o por software con la instrucción de interrupción (SWI). Cuando ocurre cualquier tipo de interrupción, la instrucción en ejecución (incluyendo SWI) es completada, el procesamiento se suspende, el estado presente en el CPU es colocado dentro del stack, el bit de interrupción (I) del registro de código de condición es encendido, la dirección de la rutina de interrupción es obtenida del vector de dirección de interrupción apropiado y ejecutada la rutina de interrupción correspondiente. Introducir en el stack el registro del CPU, encender el bit I, y localizar el vector requiere un total de 11 periodos de máquina. La rutina de servicio de interrupción debe terminar con una introducción de regreso de interrupción (RTI), lo que permite al MCU volver a continuar el procesamiento del programa que se estaba ejecutando cuando sucedió dicha interrupción (por medio de recuperar del stack el estado previo del CPU). La tabla 3.2.4. provee un listado de los tipos de interrupción, su prioridad y la dirección del vector que contiene la dirección de inicio de la rutina de servicio de interrupción adecuada. La prioridad de interrupción es aplicable a aquellas interrupciones pendientes cuando el CPU está listo para aceptar una nueva interrupción. La señal de RESET también se lista en la tabla 3.2.4 ya que es tratada como una interrupción, aunque no es normalmente empleada como tal.

Como está encendido el bit de máscara de interrupción del registro de código, la interrupción es mantenida para ejecutar más tarde.

El timer y la señal INT2, comparten el mismo vector de direccionamiento, por lo que la rutina de interrupción debe determinar la fuente de la misma, examinando los bits de solicitud

INTERRUPCION	PRIORIDAD	VECTOR DE DIRECCIONAMIENTO
RESET	1	\$FFE y \$FFF
SWI	2*	\$FFC y \$FFD
INT	3	\$FFA y \$FFB
TIMER/INT2	4	\$FF8 y \$FF9

* La prioridad 2 se aplica solamente cuando está encendido el bit I en el registro de código de condición (como al estar ocurriendo una rutina de servicio). Cuando I=0 y todas las interrupciones están siendo aceptadas, SWI tiene prioridad 4 (como cualquier otra instrucción). La prioridad de INT cambia entonces a 2 y la de timer a 3.

Tabla 3.1.4.-Prioridades de Interrupción.

de interrupción (TCR b7 y MR B7). Tanto TCR b7 como MR b7, por software solo pueden ser colocados en 0 lógico.

Las interrupciones externas INT e INT2 están sincronizadas y acopladas a la orilla de caída de la señal de entrada. La interrupción INT2 tiene un bit de petición de interrupción (bit 7) y un bit de máscara (bit 6), ambos localizados en el registro

misceláneo (MR). Cuando el bit de máscara está encendido, la interrupción INT2 se inhibe. La señal INT2 siempre es leída como una entrada digital del puerto D. Si se encuentran encendidos los bits de petición de interrupción INT2 y del timer, hacer que el MCU procese una interrupción siempre y cuando el bit I del registro de código de condición esté apagado.

Una interrupción por software (SWI) es una instrucción ejecutable, que se efectúa sin importar el estado del bit I en el registro de código de condición. Este tipo de instrucción es a menudo empleada como punto de ruptura para revisión de programas o como llamadas del sistema.

Convertidor Analógico-Digital (A/D)

El MCU tiene internamente implementado un convertidor analógico digital de 8 bits, que emplea la técnica de aproximaciones sucesivas. Hasta cuatro entradas analógicas externas se pueden conectar al convertidor A/D por medio del puerto D y a través de un multiplexor interno.

Adicionalmente pueden emplearse cuatro señales analógicas internas para propósitos de calibración (V_{ref1} , V_{ref2} , y V_{ref3}).

La selección de señal en el multiplexor interno del MCU, es controlado por los bits 0, 1 y 2 del registro de control del convertidor A/D (ACR), de acuerdo a lo que se muestra en la tabla 3.1.5. Dicho registro es puesto a ceros, durante cualquier condición de reinicio (reset).

Siempre que se escriben datos en el ACR, se aborta la conversión que se está llevando a cabo, la bandera de conversión completa se limpia (bit 7 del ACR) y la entrada seleccionada es

muestreada y mantenida internamente.

El convertidor opera continuamente, empleando 30 ciclos de máquina para completar una conversión de la entrada analógica muestreada. Cuando la conversión se completa, la muestra digitalizada o valor digital, es colocado en el registro de resultados del

REGISTRO DE CONTROL DEL CONVERTIDOR A/D			ENTRADA ELEGIDA
ACR2	ACR1	ACR0	
0	0	0	AN0
0	0	1	AN1
0	1	0	AN2
0	1	1	AN3
1	0	0	VRH
1	0	1	VRL
1	1	0	VRL/4
1	1	1	VRL/2

Tabla 3.1.5.-Selección de la Entrada al Convertidor A/D en el Múltiplex Interno.

convertidor A/D (APR), la bandera de conversión completa es encendida, la entrada seleccionada es muestreada de nuevo y se inicia una nueva conversión.

El convertidor A/D es ratiométrico o relacional. Se provee de dos voltajes de referencia (V_{RH} y V_{RL}) al convertidor, por medio de algunas terminales del puerto D. Si el voltaje de entrada es igual a V_{RH} se convierte en \$FF (escala completa) y si es igual a V_{RL} se convierte en \$00. Cualquier voltaje de entrada mayor que V_{RH} es convertido en \$FF sin proporcionar indicación alguna de saturación (overflow). Para conversiones ratiométricas, la fuente de donde provenga las señales a las entradas analógicas, deberá usar el voltaje V_{RH} como voltaje de alimentación y estar referido al voltaje V_{RL} . Ver figura 3.2.6.

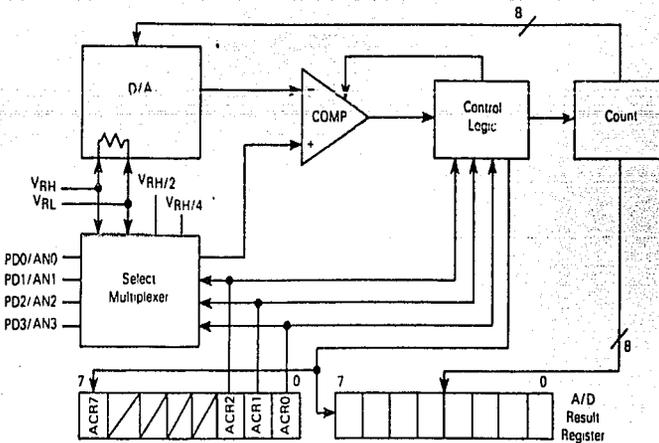


Figura 3.2.6.-Diagrama de Bloques del Convertidor A/D

Registro de Control de Timer (TCR)

La configuración del TCR está determinada por el nivel lógico del bit 6 (opción del timer TOPT) en el registro de opción de enmascaramiento (MOR). A continuación se muestran dos configuraciones del TCR, una para TOPT = 1 y la otra para TOPT = 0. TOPT = 1 configura al TCR para emular al circuito MC6805R2, mientras que con TOPT = 0, las opciones de enmascaramiento del prescaler son programables por el usuario a través del MOR.

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
TIR	TIM	1	1	PSC*	1	1	1

TCR con MOR TOPT = 1 (Emulación del MC6805R3)

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
TIR	TIM	TIN	TIE	PSC*	PS2	PS1	PS0

TCR con MOR TOPT = 0 (Timer programable por Software)

* Solo escritura, se lee como cero.

La descripción de cada bit del TCR es la siguiente:

b7, TIR Solicitud de Interrupción del Timer.

(Timer Interrupt Request)

Empleado para iniciar una interrupción del timer o señalar un nivel mínimo en el registro de datos del timer (TDR), cuando es un 1 lógico.

1 = Encendido cuando el total de bits del registro de datos del timer cambian a ceros.

0 = Apagado por reset externo o bajo control del programa.

b6, TIM mascara de interrupción del Timer.

(Timer Interrupt Mask)

Empleado para inhibir la interrupción del timer al procesador, cuando es un 1 lógico.

1 = Encendido por un reset externo o bajo control del programa.

0 = Apagado bajo control de programa.

b5, TIN externo o interno

(Externa o Interna)

Selecciona la fuente de entrada de reloj, para que sea la terminal externa del timer (8) o la interna 02.

1 = Selecciona la fuente de reloj externa.

0 = Selecciona la señal interna 02 ($f_{osc}/4$)

b4, TIE Habilitador Externo

(Externa Enable)

Empleado para habilitar la terminal externa del timer (8) o el reloj interno (si TIN=0), sin importar el estado de la terminal externa del timer (deshabilita el funcionamiento de reloj combinado con compuerta). Cuando TOPT = 1, TIE se encuentra siempre en 1 lógico.

1 = Habilita la terminal externa del timer.

0 = Inhibe la terminal externa del timer.

b3, PSC Apagar Prescalar.

(Prescalar Clear)

Este es un bit de solo escritura. Se lee como 0 lógico de manera que BSET y BCLR funcionen correctamente en el TCR. Al escribir un 1 en PSC, se genera un pulso que limpia el prescalar.

b2, PS2

b1, PS1

b0, PS0 selección del prescalar

(Prescaler Select)

Estos bits son decodificados para seleccionar una de 8 líneas en el prescalar del timer. A continuación se muestra la división en el prescalar, resultado de la decodificación de estos bits.

Este registro está implementado en EPROM. Como todos los demás bytes de EPROM, el MOR contiene ceros en todos sus bits antes del programar el MCU.

PS2	PS1	PS0	DIVISION EN EL PRESCALER
0	0	0	1 (Salto del Prescaler)
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

Registro de Opciones de Enmascarado

(Mask Options Register; MOR)

Cuando se emplea para emular el MC6805R2, 5 de sus bits se utilizan en unión con el prescaler. De los restantes, el bit b7 es utilizado.

b5, CLS Fuente de reloj del prescaler del Timer.

(Timer Prescaler Clock Source)

1 = Prescaler del timer externo.

0 = Frecuencia Interna (02).

b4 Si TOPT = 1 en el MOR no se emplea (emulación del MC6805R2).

Si TOPT = 0 en el MOR, coloca el valor inicial de TIE del TCR.

b3 No se utiliza.

b2, P2

b1, P1

b0, Po Opción del prescaler.

(prescaler Option)

Cuando se decodifican los niveles lógicos de estos bits, seleccionan una de 8 líneas del prescaler del timer. A continuación se muestra la división resultante de decodificar las diferentes combinaciones de estos tres bits.

Modos de Direccionamiento

El poder de cualquier computadora se basa en su habilidad para acceder la memoria. Los modos de direccionamiento del procesador proveen esta capacidad, a la vez que definen la forma en que se obtiene un dato requerido a través de una instrucción.

El MC68705R3, cuenta con siete modos de direccionamiento, a los que se denomina: Inherente, Inmediato, Directo, Extendido, Indexado, Relativo y de Manipulación de bit.

- Inherente

Lo emplean instrucciones de un byte, la información con que operará el MCU se encuentra ya dentro de él, en alguno de los registros.

- Inmediato

Empleado con instrucciones de dos bytes. La información con la que trabaja el MCU, se da a continuación del código de la instrucción y está caracterizada por el signo # antes del dato.

- Directo

Este modo permite a la instrucción acceder cualquier localidad en la página cero, con una instrucción de dos bytes.

- Extendido

Este modo permite a una instrucción acceder cualquier localidad en memoria. Las instrucciones que operan en modo extendido son de tres bytes; uno para el código de la instrucción y una dirección de dos bytes.

- Relativo

Empleado solamente con instrucciones de bifurcación. Especifica una localidad relativa al valor actual del PC.

- Modos Indexados

En estos modos la dirección es variable y depende de dos factores:

a) el contenido del registro índice y b) el offset contenido en los bytes a continuación del operando. Hay 3 tipos de direccionamientos indexados que son:

Sin offset: El contenido del registro índice es la dirección y opera con instrucciones de un byte.

Offset de 8 bits: La dirección es el contenido del registro índice más al contenido del byte siguiente al operando.

Offset de 16 bits: Similar al anterior, pero se diferencia en que al ser más largo su offset, se puede direccionar cualquier localidad de la memoria.

Manipulación de bit: Se subdivide en los dos siguientes tipos:

Bit set/clear: Permite encender o apagar individualmente bits de alguna localidad de memoria o de registros de entrada/salida.

Bit test branch: Es una combinación de los modos directo, relativo y bit set/clear. El byte de datos por revisar es localizado por medio de una dirección directa en la localidad siguiente al código del operando.

Programación del EPROM.

El MCU MC68705R3, usa una memoria interna EPROM, para almacenar el programa. Este tipo de memoria permite que los programas sean escritos en ella con la posibilidad de borrarlos posteriormente si así se desea. Tal opción da al usuario una memoria alterable no

volátil, además de incluir en ROM una rutina de autocarga (bootstrap), que hace relativamente fácil la carga del programa deseado.

Adicionalmente y a diferencia de las versiones de MCUS son memoria ROM, al MC68705R3 que posee memoria EPROM, incluye un registro de opción enmascarable (MOR o Masked Option Register) ya mencionado, que está implementado en EPROM y es usado para determinar cual de las opciones del timer será usada y para la selección del tipo de reloj a emplear (cristal o circuito RC), la tasa de relación reloj/oscilador y el tipo de entradas de interrupción. El registro MOR al igual que todas las localidades del EPROM, contendrá ceros después de la memoria.

La rutina de autocarga, controla un contador externo, que genera la dirección para leer la localidad en una memoria externa y presentar el dato a la EPROM del MCU por medio de un puerto de entrada/salida del mismo. Dicho dato será cargado internamente a la localidad de memoria correspondiente y el conjunto de estos datos será el programa a grabar.

Además dicha rutina de autocarga, manipula el registro de control de programación (PCR o Program Control Register) situado en la localidad \$00B, el cual es un registro de 8 bits que utiliza los 3 bits menos significativos (manteniendo a los demás en un nivel de 1 lógico), para el control de la programación del MCU de acuerdo a lo siguiente:

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
1	1	1	1	1	$\overline{\text{VPON}}$	$\overline{\text{PGE}}$	$\overline{\text{PLE}}$

Donde:

b0 PLE Habilitación de Programación.

(Programming Latch Enable)

Siendo 0 lógico, permite que datos y direcciones sean introducidos al EPROM, pero si es 1 lógico, permite leer datos del EPROM. Sin embargo no tiene efecto se el bit VPON es 1 lógico.

b1 PGE Habilitación de Programa.

(Program Enable)

Siendo 0 lógico, permite la programación del EPROM si PLE también es un 0 lógico. Si es 1 lógico inhibe la programación. Sin embargo no tiene efecto si el bit VPon. es 1 lógico.

b2 VPON Vpp Encendido.

(Vpp ON)

Es un bit de lectura solamente, que al ser 0 lógico, indica que hay presente un voltaje en la terminal Vpp. del MCU y cuando es 1 lógico la falta de dicho voltaje. El nivel de Vpp. para programación de la EPROM debe estar entre 29 y 22 V.

Antes de cargar el programa en la EPROM, esta deberá estar borrada o podrá ser borrada por exposición a una luz ultravioleta de alta intensidad con una longitud de onda de 2,537 Amstrongs y 15W/cm de intensidad a una distancia de exposición de una pulgada, quedando todos los bits en 0 lógico, asegurandose de tapar la ventana del EPROM después de efectuar el borrado.

El MC68705R3 tiene 191 bytes de ROM, que contiene el programa de auto inicio. El vector de dirección \$FF6 y \$FF7, es usado para empezar la ejecución de la rutina. Dicho vector es seleccionado cuando el voltaje V IRES (2 a 4 V).

3.2.- SISTEMA DE SEÑALIZACION

Premisas del diseño.

El sistema telefónico es el mayor sistema integrado del mundo. Dos abonados particulares situados en puntos diametralmente opuestos del globo pueden establecer comunicación, en muchos casos automáticamente, utilizando este sistema. Existe una tendencia muy rápida hacia la consecución de una red internacional completa de selección directa, y muchos autores predicen que el desarrollo de los microcircuitos, los satélites de telecomunicaciones y los nuevos medios de transmisión, permitirán establecer un enlace telefónico con un individuo situado en el lugar más remoto de la Tierra a través de su propio radioteléfono, aparato que estará identificado por un número telefónico internacional (distinto de cualquier otro) y al que accederá a través de satélite.

Como materia de estudio, la telefonía suele restringirse a consideraciones sobre la forma en que los abonados son interconectados, y a un análisis del tráfico que generan. Tradicionalmente, se supone que las señales enviadas por el sistema telefónico corresponden al tráfico de comunicaciones habladas (limitado a un ancho de banda de 3.4 kHz), punto de vista que consideramos a lo largo del diseño. Sin embargo, el rápido crecimiento del tráfico de datos generado por oficinas, bancos, ordenadores, líneas aéreas, etc., y la introducción en muchos países de sistemas telefónicos digitales, ha suscitado la cuestión de que dichos datos puedan enviarse por la red telefónica y, por lo tanto, de proporcionar un servicio integrado.

Simulación.

Los sistemas modernos requieren un elevado control mediante microcontroladores dedicados a una pequeña tarea concreta y operando en base a un bit o una palabra particular. La secuencia de tareas implicadas en hacer pasar una llamada a través de un sistema puede representarse como una serie de colas, y en cada cola existe una posibilidad de espera. Si el tráfico es muy intenso, la espera total se puede hacer tan grande que los procesadores no puedan dar abasto y el rendimiento caiga estrepitosamente. La teoría del teletráfico debe suministrar las herramientas para predecir esta degradación del funcionamiento. No obstante, no se dispone de suficiente potencia analítica en la teoría de colas. Dicha teoría proporciona la posibilidad de estudiar problemas bastante simples, pero cuando existen varias colas interactuando, los modelos pueden hacerse demasiado difíciles de analizar. Entonces es cuando se debe recurrir a la simulación.

Se escribe un programa para computador que represente el comportamiento del sistema a estudiar, y se utiliza conjuntamente con algún tipo de paquete de simulación que genere llamadas de una forma preestablecida (por ejemplo, con distribuciones exponenciales negativas de tiempos entre llegadas y de tiempos de ocupación), suministre series aleatorias de números y organice la simulación del funcionamiento del sistema. La simulación es una herramienta sumamente potente y puede utilizarse para cualquier sistema.

Depende de los siguientes factores:

- i) una potencia de cálculo suficiente.
- ii) un modelo de software satisfactorio del sistema que se esta

estudiando.

- iii) la elección apropiada del comportamiento del tráfico ofrecido
- iv) una evaluación correcta de que resultados tomar
- v) una duración y frecuencia de ejecuciones suficiente como para tener en cuenta los fenómenos de correlación.

La última condición se debe tener presente cuando se está organizando una simulación; si no se le tiene en cuenta, la correlación puede dar lugar a errores en los resultados.

En particular, el impulso de reducir el costo mediante breves ejecuciones no debe impedir hacer pasadas largas para que los resultados sean confiables. La simulación también tiene desventajas. Es costosa, pues requiere ejecuciones largas, y por lo tanto un tiempo considerable de máquina; exige mucho tiempo al analista, ya que los programas para modelar el sistema que se está estudiando suelen ser muy complejos; y los resultados no son de aplicación general, puesto que están ligados a un conjunto de condiciones iniciales tales como las condiciones del sistema y el nivel de tráfico.

Conmutación y señalización.

Cuando un abonado hace una llamada telefónica se producen una serie de sucesos cuya secuencia que se ilustra en la figura 3.2.1 es como sigue:

1. El abonado que llama descuelga el microteléfono.
2. La central detecta la petición del establecimiento de una comunicación.

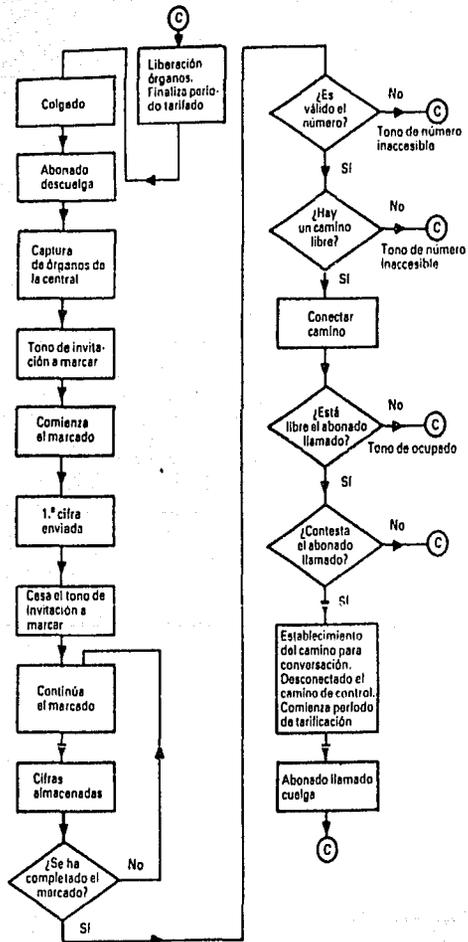


Figura 3.2.1.- Secuencia de una Llamada Saliente.

3. Se hacen pruebas para encontrar órganos libres en una central.
4. Cuando se encuentran órganos libres, se envía el tono de invitación a marcar al abonado que llama. Si los órganos de la central no están disponibles inmediatamente puede haber un gran retardo en el envío de dicho tono.
5. El abonado digita las cifras del número deseado.
6. La central interpreta las cifras y encamina la llamada a su destino.
7. Se hacen pruebas para determinar si el abonado llamado está libre o no.
8. Si el abonado llamado está ocupado, se envía el tono de ocupado al abonado que le llama.
9. Si el abonado llamado está libre, se envía el tono de llamada al abonado que le llama y la corriente de llamada para hacer sonar el timbre del aparato del abonado llamado.
10. Si el abonado llamado no contesta, el llamante cuelga y los órganos afectados quedan liberados.
11. Si el abonado llamado contesta, se interrumpen el tono y la corriente de llamada.
12. Se establece el camino para la conversación y comienza la cuenta de tarificación.
13. Cuando termina la conversación, el abonado llamado cuelga y finaliza el período tarifado.
14. El abonado que llama cuelga y se libera el sistema.

Se debe observar también que en el momento en el que se marca un número inexistente, o se ha suspendido el servicio al número marcado,

se devuelve al abonado que llama el tono de número inaccesible o de "nivel muerto".

De la descripción anterior se puede ver que el proceso de señalización tiene al menos tres funciones:

- I) Indicar el estado de la llamada a cada abonado, mediante:
 - a) el tono de invitación a marcar.
 - b) el tono de llamada y la corriente de llamada.
 - c) el tono de ocupado o el tono de número inaccesible.

II) Indicar al sistema lo que debe hacer a continuación; por ejemplo, mostrando cuál es el camino de la comunicación.

III) Iniciar un procedimiento de facturación (generalmente, disparando el medidor del abonado llamante al régimen de tasación correcto) que permita a la Administración recaudar los ingresos necesarios para mantener el servicio.

En los principios de la telefonía, cuando las llamadas eran atendidas por operadora, estas funciones de señalización se hacían manualmente. En realidad, en pequeñas comunidades que tuvieran hasta un máximo de una doscientas líneas, la operadora prestaba un servicio de transferencia automática de llamada de cierta sofisticación.

El diagrama de flujo de la figura 3.2.1 se aplica, en particular, a llamadas entre abonados que comparten la misma central. Aunque la mayor parte de las llamadas son todavía de ese tipo, en las grandes ciudades existe un número creciente de llamadas que requieren comunicación entre varias centrales, y el uso de sistemas de selección directa ha generado una mayor demanda de llamadas interurbanas. La señalización entre centrales es necesaria para que

la central local del abonado que llama pueda mantener el control de la llamada. Sin duda, los sistemas de señalización entre centrales no están limitados en velocidad en la medida que lo están los sistemas de señalización de abonado, dado el lento movimiento del disco, y no se les exige la generación de los tonos que las centrales locales deben producir para mantener informado al abonado del progreso de la comunicación.

Tipos de sistemas de señalización

Los sistemas de señalización que se emplean más comúnmente en el medio de la telefonía son:

I) Señalización por interrupción de bucle en corriente continua.

II) Señalización multifrecuencia en corriente alterna.

III) Señalización por frecuencia vocal en corriente alterna.

IV) Señalización por canal común.

Señalización por interrupción de bucle.

Hasta hace muy poco, el disco del teléfono era el medio universal de que disponía el usuario para indicar el número al que deseaba llamar, disco que aún está presente en la gran mayoría de los aparatos. Fue desarrollado hasta su estado actual hace ya muchos años y presenta varias ventajas que lo hacen difícil de sustituir: es económico, relativamente barato de fabricar, no presenta virtualmente ningún tipo de problema y, además es muy robusto y fácil de utilizar. Sin embargo, tiene un inconveniente importante: funciona muy lentamente para los estándares de la electrónica moderna, y su lento movimiento impone un límite determinado a la velocidad con que se pueden enviar señales a la central.

Cuando se gira el disco, el orificio correspondiente a la cifra deseada se lleva hasta el tope de parada, y entonces, se suelta dicho disco. Un regulador ubicado en el interior del disco lo obliga a girar automáticamente en sentido contrario a una velocidad determinada, haciendo que se envíen una serie de impulsos por la línea del abonado. Una vez que el disco ha alcanzado su disposición de reposo, se marca la cifra siguiente. El tiempo transcurrido entre el último de los impulsos correspondientes a una cifra y el primer impulso de la cifra siguiente se denomina pausa o espacio entre cifras. Este espaciamiento es el que permite a la central reconocer el final de una cifra. En la figura 3.2.2 se muestra una secuencia típica de impulsos, junto con sus duraciones medias (la velocidad nominal es de 10 impulsos por segundo).

Señalización multifrecuencia.

Los modernos microteléfonos de los abonados incorporan un teclado en lugar de un disco, permitiendo esta mejora que las señales entre el abonado y la central se generen más rápidamente. Por lo general, para representar una cifra, los teclados envían frecuencias en vez de impulsos, y la mayor parte de los sistemas utilizan dos frecuencias para representar una cifra dada. Que pueda hacerse o no realidad la alta velocidad de la señalización multifrecuencial depende de la propia central local o urbana. Un teléfono con teclado multifrecuencia que este conectado a una central tipo Strowger (paso a paso) no proporciona ninguna mejora neta, solo cambia el momento del proceso en que el abonado que llama debe esperar: cuando se utiliza un disco existe una gran pausa entre cifras y una pequeña demora tras la marcación, mientras que en un sistema multifrecuencia

existe una pequeña pausa entre cifras (ya que los números se pueden teclear muy rápidamente), pero puesto que los equipos de central funcionan a 10 impulsos/segundo, la señal multifrecuencia debe convertirse a cifras normales, lo que produce una gran demora tras la marcación.

No obstante, en las centrales modernas los equipos responden directamente a las señales multifrecuencia y la comunicación puede establecerse muy rápidamente.

Señalización por frecuencia vocal.

El uso de la señalización por corriente continua está limitado por diversos factores. En particular, en líneas largas, la variación del comportamiento funcional de los equipos y el efecto de las características de las líneas utilizadas para hacer la transmisión entre las centrales, degradan hasta tal punto la forma de los impulsos de las cifras marcadas que se pueden provocar errores. Además, los equipos de recepción necesitan un voltaje mayor del que sería necesario si el sistema utilizara señales de corriente alterna. Aparte de estas consideraciones, el modo de funcionamiento multicanal hace que la señalización por corriente continua sea inadecuada.

Un canal telefónico normal ocupa un ancho de banda entre los límites de 300 y 3400 Hz, incluidos dentro del intervalo que va de 0 a 4000 Hz al que está asignado. Si se va a utilizar señalización por corriente alterna, esta debe operar con frecuencias situadas dentro de este intervalo, razón por la cual se le denomina señalización por frecuencia vocal. Las frecuencias utilizadas pueden estar dentro de la banda normal de la voz humana (señalización dentro de banda), o fuera de esa banda pero dentro del intervalo indicado de 0 a 4000 Hz

(señalización fuera de banda). Como las frecuencias utilizadas en la señalización por frecuencia vocal son las mismas que las utilizadas al hablar, se debe tener especial cuidado con el fin de asegurar que ambas funciones no se interfieran.

Un cierto conocimiento de las características de los sonidos emitidos al hablar hace que sea posible la especificación de sistemas de señalización que no sean activados erróneamente por las frecuencias vocales. Puesto que la señalización se hace mediante tonos que están dentro de la banda base del canal telefónico, es posible utilizar la señalización por frecuencia vocal cuando los canales están multiplexados sobre una portadora común (bien sea por línea o por radio).

Señalización por canal común.

Una alternativa a un sistema de señalización que este asociado individualmente a un camino de voz es reunir las señales de un gran número de comunicaciones y enviarlas por un canal de señalización independiente, es decir, enviarlas por un canal común. Este método de señalización es particularmente útil para el funcionamiento entre centrales (en cuyo caso, las señales se envían por un enlace de alta velocidad) y en los canales MIC. En estos últimos, para un sistema de 32 canales, dos de ellos se dedican a efectos de señalización. Las señales deben codificarse para que se puedan identificar con una señal particular. Existe un problema de seguridad inherente, por lo que, siempre que sea posible, debe existir la posibilidad de utilizar un segundo canal en caso de avería, y se debe proporcionar un medio para la detección de errores.

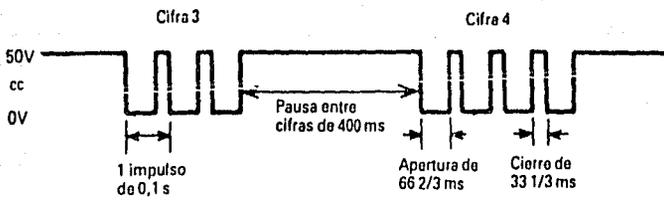


Figura 3.2.2.-Señal Ideal del Disco Telefónico.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL, ADQUISICION Y VISUALIZACION DEL CONMUTADOR TELEFONICO.

Planteamiento del problema.

Ante la creciente e insatisfecha demanda de líneas telefónicas en el país y al retraso de los programas de instalación de red, se propone el diseño de un sistema que optimice el aprovechamiento de una línea telefónica convencional y que permita el acceso a más de un usuario como alternativa para ofrecer expansión telefónica a corto plazo, ya que las perspectivas de estos sistemas es la de ser utilizados en lugares donde la central telefónica local tenga números disponibles, no requiriendo de pares telefónicos adicionales ya que hace uso de los existentes, esto significa que pueden ser utilizados para dar servicio a usuarios residenciales, comerciales, industriales turísticos y en general a compañías de todo tipo.

Las ventajas del sistema propuesto son entre otras:

Implementación sencilla con una mayor facilidad de mantenimiento.

Baja inversión en el modelo vs. una potencial utilidad.

Incremento en el servicio hacia la creciente demanda.

Fácil y rápida instalación del equipo.

Transmisión TDM.

Descripción del sistema.

El prototipo consta de un par de unidades, la primera se localiza en el extremo del abonado y la denominaremos de ahora en adelante TARJETA DE ABONADO. En esta parte se hace el manejo y acondicionamiento necesario para las señales de cada uno de los

teléfonos que se conectan al sistema para multiplexarlos a alta velocidad hacia la central. Por otro lado, en la central se conectará un sistema complementario al que nos referiremos a su vez como TARJETA DE LA CENTRAL. Esta es encargada de acoplar el sistema propuesto con el resto de la red telefónica.

La tarjeta cuenta con un sistema de alimentación de 48 Volts y 5 Volts para alimentar la circuitería.

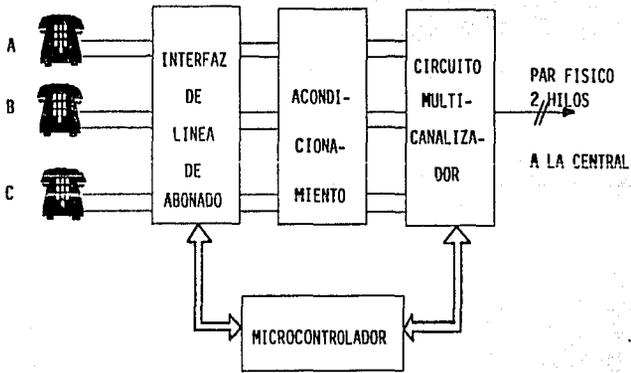


Figura 3.3.1 Diagrama Bloques del Sistema Propuesto (Tarjeta de Abonado)

La configuración básica de la tarjeta de abonado se muestra en la figura 3.3.1.

La tarjeta está organizada para servir a 3 bucles de abonado lo que implica una alternativa de solución al problema planteado anteriormente.

Asimismo el sistema complementario de la central se compondrá de los bloques funcionales que se muestran en la figura 3.3.2

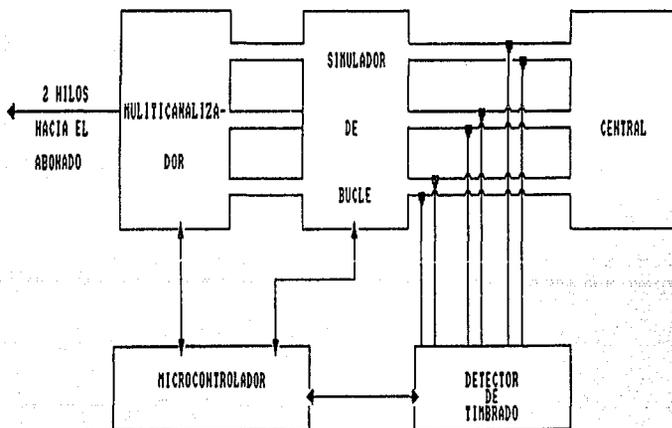


Figura 3.3.2 Diagrama a Bloques del Sistema Propuesto (Tarjeta de central).

Esta tarjeta como se ha comentado debe instalarse en la central telefónica, lo cual hará que nuestro diseño sea compatible con el sistema telefónico existente para el servicio de transmisión de voz.

Descripción de la tarjeta de abonado.

Como se muestra en la figura 3.3.1 la tarjeta de abonado está constituida por las siguientes partes:

- Interfaz de línea de abonado.
- Acondicionamiento de señal.
- Multicanalizador.
- Microcontrolador de abonado.

A continuación explicaremos cada una de las etapas.

- Interfaz de línea de abonado.- El circuito integrado (CI) que se utiliza para la implementación de la etapa de la interfaz de línea de abonado es el MC3419-1L (SLIC) este es un circuito de la interfaz de línea de abonado diseñado como el corazón de un sistema que proporciona las funciones BORSCHT para servicio (el cual es utilizado en centrales digitales, PABX y equipos con portadora de abonado). El circuito proporciona alimentación de DC para el teléfono (48 Volts), protección contra sobrevoltajes, características de supervisión tales como el estado de la horquilla y el pulsado al marcado, conversión de dos a cuatro hilos (Híbrido) y además facilita la inserción de timbrado, detección del viaje de timbrado y pruebas del sistema.

Los parámetros claves de pueden programar externamente y permite el manejo de funciones auxiliares para una sofisticación mayor del sistema.

La configuración que se utiliza para nuestra aplicación se muestra en la figura 3.3.3

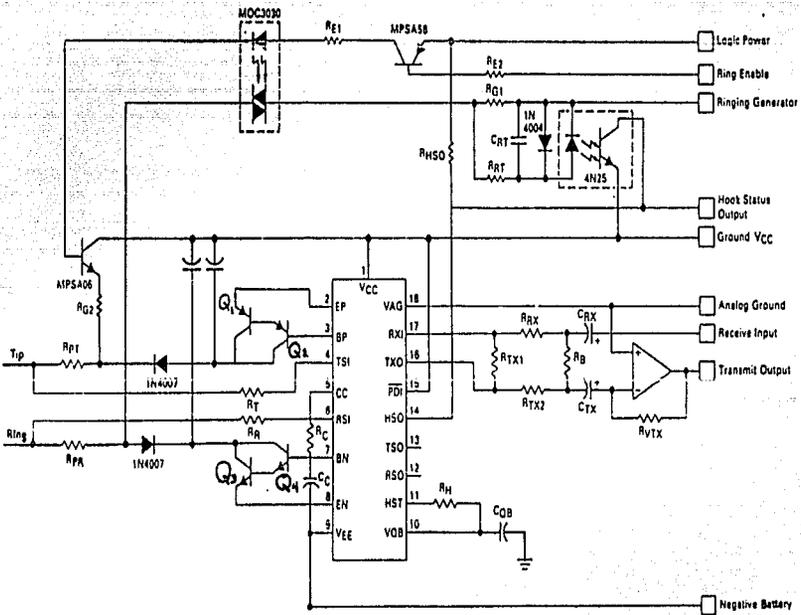


Figura 3.3.3 Diagrama de la Interfaz de Línea de Abonado.

Implementación del circuito para la interfaz de línea.

Este circuito suministra las funciones Borsht :

- Batería al teléfono 48 Volts
- Supervisión de Bucle (Colgado o descolgado).
- Conversión de 2 a 4 hilos.
- Acceso a pruebas.
- Detección de timbrado.

Cálculo de los elementos asociados :

Para la corriente de línea tenemos :

$$I_{RL \text{ min}} = \frac{48 \text{ V}}{R_{\text{Fuente}} + R_{\text{Línea}}} = \frac{48 \text{ (V)}}{800 + 1200 (\Omega)} = 24 \text{ mA. (Corriente de línea mínima)}$$

$$I_{RL \text{ máx}} = \frac{48 \text{ V}}{800 + 0} = 60 \text{ mA. (Corriente de línea máxima)}$$

a). Cálculo de las resistencias de tip y Ring.

De las hojas de especificaciones del circuito SLic (MC 3419-1) tenemos las siguientes ecuaciones :

$$R_R = R_T = \frac{49 R_F [(|V_{QB}| - 4)] - 600}{|V_{QB}|} = \frac{49(400)(|1-48|-4) - 600}{48} = \frac{17.4 \text{ K}\Omega}{1} \cong \underline{\underline{18 \text{ K}\Omega}}$$

Se considera que : $V_{QB} = V_{EE} = -48 \text{ V}$

b). Cálculo de las resistencias de protección a sobrevoltajes.

$$R_{PT} < \frac{R_T}{176} - 15 \quad ; \quad R_{PT} < \frac{17.4 \text{ K}\Omega}{176} - 15 = 73.6 \Omega \cong \underline{\underline{68 \Omega}}$$

$$R_{PA} < \frac{R_R}{176} + 25 |V_{EE} - V_{Q8}| - 15 = 73.6 \Omega \cong \underline{\underline{68 \Omega}}$$

c). Cálculo de la resistencia de umbral de detección de horquilla.

$$R_H = 6 (R_L + R_R + R_T) = 6 (1200 + 17366 + 17366.8) = 215,896 \approx 216 \text{ K}\Omega \cong \underline{\underline{220 \text{ K}\Omega}}$$

(Condición de colgado)

$$R_H = 27.25 [R_L + 0.01 (R_R + R_T)] = 42,144.8 \Omega \cong \underline{\underline{39 \text{ K}\Omega}} \quad (\text{Condición de descolgado})$$

d). Cálculo de la impedancia de entrada del amplificador operacional.

$$Z_{in} = \frac{R_A + R_T + R_L}{1020(1 - K_3)}$$

- Cálculo de la constante K_3 .

$$K_3 = \frac{R_A + R_T + 1200 - R_0}{97 R_0}$$

Considerando a R_0 (Resistencia de terminación de línea) como 600Ω .

$$\text{tenemos: } K_3 = \frac{17366.6 + 17366.6 + 1200 - 600}{97(600)} = \underline{0.6}$$

Sustituyendo en la ecuación de Z_{in} ,
tenemos:

$$Z_{in} = \frac{(17366.6 \times 2) + 1200}{1020(1 - 0.6)} = \underline{\underline{88.07 \Omega}}$$

e). Cálculo de las resistencias para transmisión y recepción asociadas al amplificador operacional.

$$R_{TX2} \approx \frac{(R_A + R_T + 1200)(|V_{Qmin}| - |V_{AQmax}| - 6.5V)}{|V_{AQmin}| - 5.4V}$$

$$\text{Sustituyendo: } R_{TX2} < \frac{(2(17366.6) + 1200)(20 - 0.5 - 6.5)}{20 - 5.4} = \frac{31,995.4 \Omega}{\approx} \underline{\underline{33 K\Omega}}$$

$$R_{TX2} = \frac{K_3 R_{TX1} - Z_{in}}{1 - K_3} = \frac{0.6(31,995.4)}{1 - 0.6} - 88.07 = \frac{47,985.09 \Omega}{\approx} \underline{\underline{47 K\Omega}}$$

f). Cálculo del capacitor C_{TX} . (El resultado está en μf).

$$C_{TX} = \frac{R_A + R_T + 1200}{7 R_{TX2}} = \frac{2(17,366.6) + 1200}{7(47,985.09)} = \frac{0.107 \mu f}{\approx} \underline{\underline{0.1 \mu f}}$$

g). Cálculo de la resistencia de realimentación del Amp. Op.

$$R_{VIX} = \frac{D_{TX}(R_A + R_T + 1200)}{1.02(1 - K_3)} = \frac{1(17,366.6 \times 2 + 1200)}{1.02(1 - 0.6)} = \frac{88,071.89 \Omega}{\approx} \underline{\underline{92 K\Omega}}$$

Nota: Se supuso una ganancia unitaria para el amplificador operacional. $\mu_{TX} = 1$

h). Cálculo de la resistencia R_{RX} .

$$R_{RX} = \frac{95 R_L R_0}{4 R_X (R_L + R_0)} = \frac{95 (1200)(600)}{4 (1200 + 600)} = 38,000 \Omega$$
$$\approx \underline{\underline{39 \text{ K}\Omega}}$$

1). Cálculo del capacitor C_{RX} .

$$C_{RX} > \frac{R_X + R_B}{2\pi f R_{RX} R_B}$$

Donde R_B , está dada por la siguiente ecuación:

$$R_B = \frac{R_{RX} (1 + 97 K_3) (R_0 + R_L)}{97 R_L (1 - K_3)} = \frac{38000 (1 + (97)(0.6)) (600 + 1200)}{97 (1200 \times 0.4)} = 86,989.07 \Omega$$
$$\approx \underline{\underline{87 \text{ K}\Omega}}$$

Sustituyendo en la ecuación de C_{RX} & considerando que f es la mínima frecuencia de la banda de paso.

$$C_{RX} > \frac{38000 + 86989}{2\pi \times 300 \times 38000 \times 86989} = 720 \text{ nF}$$
$$\approx \underline{\underline{0.1 \mu\text{F}}}$$

La inserción del timbrado se realiza utilizando un triac optoacoplado de cruce por cero (MOC 3030), con el fin de reemplazar el relevador electromecánico convencional.

Este dispositivo inserta la señal de timbrado en un cruce de voltaje por cero que elimina ruido en el par de cables adyacente y retira la señal en un cruce de corriente por cero que elimina picos de voltaje inductivo que destruyen comúnmente los contactos del relevador.

El generador de timbrado proporciona una señal continua de 90 Vrms a 25 Hz superpuesta sobre -48 Volts de DC. La cadencia de timbrado es insertada en la entrada de habilitación de éste.

El puente de diodos MDA 220 en serie con la terminal del tip permite que el voltaje de timbrado en el terminal del ring exceda a los voltajes en la fuente de alimentación un 1N4007 y un MKIV-135 (Sidac) se utilizan para protección.

El voltaje drenado en directa a través del 1N4007 durante la operación normal, no afectará las características paramétricas del MC3419-1L, ya que está dentro de un circuito de retroalimentación.

Un circuito de transistor optoacoplado se utiliza para la detección de la trayectoria del timbrado en líneas largas y muestra solamente la corriente de la señal de timbrado en AC y DC y utiliza un filtro sencillo para eliminar la señal de AC de bajo nivel. Bajo el peor de los casos este circuito tendrá un corrimiento en el timbrado de 1 1/2 a 4 ciclos.

Esta etapa se completa con la inclusión de un generador de tonos que se habilita y se deshabilita en llamadas entrantes de acuerdo a una rutina que maneja en microcontrolador basada en retardos que

simulan el comportamiento de la central. La señal para el timbrado existe todo el tiempo y entra en acción de acuerdo a la cadencia que le indica el programa de timbrado.

Acondicionamiento de la señal. El SLIC nos proporciona muchísimas facilidades para el circuito de abonado, sin embargo la señal que se obtiene al final de esta etapa es disponible en cuatro hilos, y para nuestro modelo que contempla una línea convencional, es necesario manejar los dos hilos físicos que proporciona la central, por lo tanto se agrega una etapa que convierte la salida del SLIC nuevamente a dos hilos, utilizándose para ello transformadores de acoplamiento entre la interfaz de línea de abonado y el multicanalizador. El circuito que nos permite realizar esta tarea se muestra en la figura 3.3.4

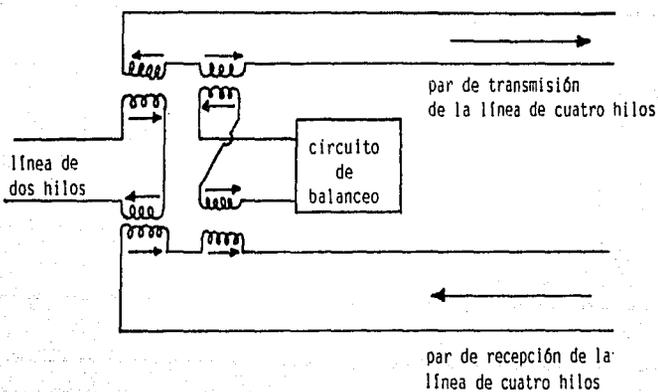


Figura 3.3.4 Conversión de cuatro a dos Hilos.

Multicanalización.- El circuito multicanalizador desempeñará por igual funciones de transmisión y de recepción de acuerdo a la programación establecida en la memoria del microcontrolador de abonado. Mas adelante se ilustra el algoritmo de operaciones de todo el circuito y en el se muestra la secuencia paso a paso de cada uno de los elementos que constituyen el sistema.

Las señales que viajan a través del cable son multiplexadas en a alta velocidad por el cable telefónico, para ello se emplea el multiplexor (MC 1405). El microcontrolador se encarga de generar el barrido en cada canal para la transmisión y/o recepción de estas señales. Además de la señal del teléfono de cada abonado utilizamos el multicanalizador para enviar una señal de sincronía que constantemente mantiene a los multicanalizadores del lado de abonado y de central sincronizados, esto nos permite tener una comunicación confiable todo el tiempo, sin problemas como el traslape de señales (cruces de llamadas) o diafonía.

Microcontrolador de Abonado.- El microcontrolador de abonado es el administrador de funciones de entrada/salida en la tarjeta de abonado y en general de todo el sistema. El microcontrolador utilizado es el MC 68705R3 de Motorola cuyas características fueron expuestas durante la primera parte de este capítulo.

Las funciones principales del microcontrolador radican en el control de llamas salientes/entrantes, la sincronía del sistema (enviada a través del multicanalizador).

Otras funciones que desempeña el circuito están basadas en el accionamiento y deshabilitación del circuito de generación de timbrado, además de correr la etapa de autoprueba.

Se utilizan tres puertos del microcontrolador, los cuales corresponden a los tres abonados contemplados en el diseño. Estos tres puertos funcionarán como entradas/salidas de acuerdo al programa establecido en la memoria del microcontrolador en la rutina de llamada entrante/saliente.

Descripción de la Tarjeta de la Central

En cuanto al extremo de la central telefónica donde se encuentra instalada la tarjeta de la central describiremos los módulos funcionales de los cuales está constituida:

Multicanalizador.

Simulador de Bucle.

Detector de Timbrado.

Microcontrolador de la Tarjeta de Central.

Las funciones que realiza cada una de estas etapas se indican a continuación.

Multicanalizador.- Este multicanalizador actúa como contraparte del que se encuentra en el lado del abonado, es decir, las funciones de los multicanalizadores se complementan: Uno trabaja como multiplexor y otro como demultiplexor dependiendo si la llamada es entrante o saliente. Esto es controlado mediante la programación en memoria del microcontrolador mediante la rutina de llamada entrante o saliente.

Al igual que lado de abonado, el multicanalizador utilizado en el lado de central es el MC 1405 de Motorola.

Simulador de Bucle.- Consiste básicamente en hacer circular una corriente mayor de 15 mA a través del bucle de abonado, esto se logra

mediante un relevador que es accionado a través del microcontrolador y presenta una impedancia hacia la central de 900 Ohms cuando el microcontrolador a través de su circuito detección de timbrado a detectado la petición de una llamada entrante, esto se hace con el fin de retener el cople hacia la central aún cuando en ese momento no se encuentre físicamente conectada la línea al abonado que tiene la petición de llamada entrante.

Detector de Timbrado.- Este circuito es la interfaz entre la central telefónica existente y el diseño propuesto, y su función básica es la de detectar llamadas entrantes e informar al microcontrolador que uno de los abonados tiene una petición de llamada para que éste se encargue de proporcionar una vía de comunicación que permita llegar al estado de conversación de los abonados que han solicitado el servicio.

Este bloque emplea un circuito 34012 y un acoplador óptico para aislar la señal de timbrado de AC. El circuito de aplicación esta compuesto por un circuito detector de timbrado el cual sensa la presencia de la señal de AC en la línea y produce un nivel lógico dieléctricamente aislado hacia el microprocesador del sistema. Para aislar la línea del sistema, se utiliza un driver piezoeléctrico que manipula al LED del optoacoplador. Se utiliza un capacitor de 1 microFarad como filtro de la salida del transistor en el optoacoplador. El resto de los componentes externos fijan los niveles de disparo y la impedancia del timbrado de acuerdo a los estandares telefónicos.

Microcontrolador de la Central.- Este microcontrolador trabaja conjuntamente con el del abonado para buscar y establecer órganos de

conexión que permitan el establecimiento de las llamadas sin traslape, así como la supervisión de las llamadas establecidas.

Otras funciones que realiza son la generación de señales de control para habilitar algunos órganos que permitan el establecimiento de las llamadas así como la sincronía correcta entre la tarjeta de abonado y la tarjeta de central que conforman el sistema propuesto.

El esquema general del circuito se anexa al final de esta tesis el cual muestra la interconexión de todas las etapas que se han descrito a través de este último capítulo.

3.4 DESARROLLO DE LAS ETAPAS DE AUTO PRUEBA.

Introducción.

Uno de los avances arquitectónicos de la familia de microprocesadores y microcontroladores (MC) es la habilidad de chequearse así mismo, llamada comunmente rutina de autopruueba y que esta residente en la mayoría de los casos en una memoria ROM (a este programa complementado con rutinas de inicialización de puertos es el firmware del sistema). La rutina de autopruueba puede darse de dos maneras: la primera se da de manera automática al aplicarle potencial al circuito, la segunda se da forzando el sistema a que empiece de nuevo aplicando un reset manual (volviendo a condiciones iniciales). Las rutinas de autopruueba son iniciadas en una secuencia lógica mediante este programa dando resultados finales individuales

Para nuestro caso, las subrutinas desarrolladas serán para el microcontrolador 68705R3, se creara el software necesario para la autopruueba del sistema, el control, la visualización y la adquisición o direccionamiento de los datos para la comunicación telefónica. El sistema por si solo no puede realizar ningún trabajo, por lo que los circuitos periféricos y el software son indispensables para que el sistema sea autónomo o el usuario tome el control del sistema. En nuestro diseño, el programa debe de realizar por lo menos las siguientes tareas:

- Controlar el medio de interacción con el usuario.
- Aceptar el código en el cual sera presentada la información de programas y datos.

-Desplegar el contenido de las localidades de memoria y permitir su modificación en caso necesario.

Después de correr las rutinas de autopruebas de todos los elementos que componen el sistema se inicializan puertos y periféricos y se está listo para procesar los datos. A continuación se muestran las rutinas del programa principal, rutinas de autoprueba de memoria RAM, Timer.

DESCRIPCION DE LA SINCRONIA DEL SISTEMA

De todas las etapas del sistema, la de sincronía es la mas critica y la mas importante, pues de esto depende el buen funcionamiento del diseño.

Por lo tanto solo describiremos detalladamente esta etapa en base a la siguiente figura.

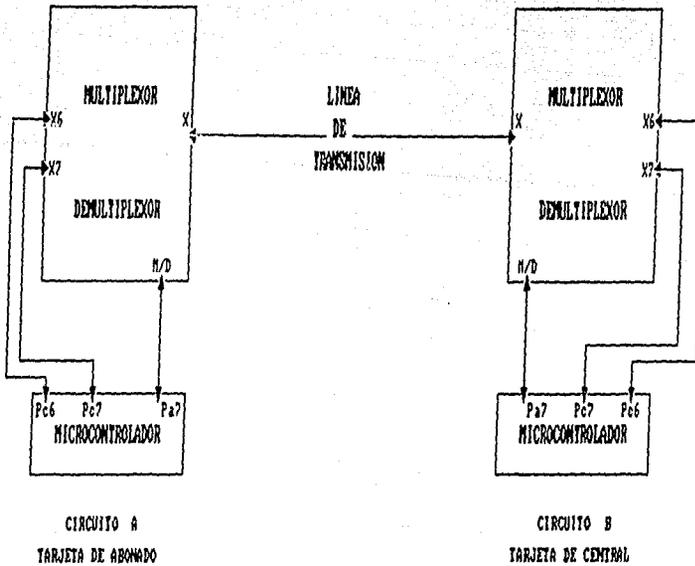


Diagrama del circuito de sincronía

Del diagrama del circuito de sincronía observamos que para que una comunicación a distancia sea establecida, se requiere que en un momento determinado que la tarjeta de abonado envíe información a la tarjeta de central, esto le indica que empieza el ciclo de trabajo después de cierto tiempo las funciones se invierten, en otras palabras el circuito ha de comportarse como un multiplexor (MUX) y el circuito B como un demultiplexor (DEMUX) y viceversa.

Como todo este proceso es muy rápido en una comunicación real, el oído humano no es capaz de percibir los "cortes" información al realizarse el multiplexaje y los capta como continuos en tiempo.

Pero, como hacer que el sistema se comporte en la forma descrita anteriormente?.

La correcta sincronización hará que en un tiempo determinado cada circuito tome la posición que le corresponde. Entonces la sincronía inicial es la parte medular, porque una vez sincronizado el sistema "se amarra" y después solo se harían pequeñas correcciones para que no existan defasamientos críticos que pongan en peligro la sincronía y que cada MUX/DEMUX tome su lugar apropiado tal como lo muestra la siguiente figura.



Descripción de la sincronía inicial y de trabajo.

Después de que el sistema es encendido y/o reseteado y una vez checadas las pruebas de RAM y TIMER; suponemos en el tiempo T1 en el cual sucederán los siguientes acontecimientos:

- 1.- Se colocara un 1 lógico en el puerto PC6 como salida enviandose a X6 del circuito A (seleccionado como MUX) el cual se mantendrá durante un tiempo de 100 useg. y se enviara por la linea telefónica.
- 2.- Suponemos que del lado de central mediante un programa determinado el circuito B esta como DEMUX. Y direccionado en pin X6 que mandara su información a PC6 para ser leído.
- 3.- Si este dato es tomado como un estado alto durante 100 useg. el programa lo interpretara como el inicio de la sincronización.
- 4.- Entonces el microcontrolador direccionará al puerto PC7 como una salida durante 50 useg. mandando este dato a X7 y de ahí a la linea telefónica a través del circuito B previamente direccionado como MUX.
- 5.- Después de haber transcurrido el tiempo 50 useg. en el lado del abonado, el microcontrolador seleccionara ahora el circuito A como DEMUX y el puerto PC7 como entrada para leer el dato que le llegara a través de X7.
- 6.- Si el microcontrolador ve en este momento un estado alto lo tomara como una respuesta positiva de sincronía pasando al tiempo T2, si transcurridos 10 useg., no se obtiene el dato correcto se mandara a encender el LED de alarma (LED ROJO) reinicializandose el proceso en T1.

Para el tiempo T2 se direcciona nuevamente el puerto PC6 como salida y al circuito A como MUX, etc., volviendose a repetir el proceso anteriormente descrito, con la salvedad de que ahora los dos sistemas

serán capaces de responder en una unidad de tiempo. Si nuevamente se obtienen respuestas positivas, la sincronía se ha establecido (enciende el LED VERDE) y liberándose los órganos de comunicación y control, repitiéndose este proceso cíclicamente.

En caso contrario se reinicializa todo el proceso en un tiempo T1 encendiendo el LED AMARILLO (sincronía de trabajo no lograda).

Supongamos que el circuito de abonado falla en condiciones de operación (falla de energía eléctrica), entonces como el sistema B no recibe por X6 el bit de sincronía durante 50 useg. el equipo se reseteará automáticamente volviendo a condiciones iniciales para comenzar de nuevo.

Para el caso contrario, al no recibir el lado de abonado el bit de sincronía, el equipo reseteará automáticamente también transcurridos 50 useg.. Reiniciándose el proceso hasta llegar a la rutina de sincronía que direccionará constantemente al circuito A como MUX y al puerto PC6 como salida en estado alto a través de X6 durante 50 useg. para leer posteriormente la respuesta en X7 (en este momento el circuito A esta como de MUX). Si el dato es el esperado continuara, al estado anterior. Por lo que el microcontrolador de abonado se comporta como maestro.

Del lado de la central, el microcontrolador realizara también su rutina inicial para después ejecutar el programa de sincronía. Primeramente estará direccionado constantemente el circuito B como DEMUX. Y el puerto PC6 como entrada para leer el dato que se presenta en X6; hasta que el microcontrolador lea un 1 en un tiempo de 100 useg., brincara a un estado activo para responder al microcontrolador de abonado, en caso contrario seguirá en este lazo

hasta que obtenga el dato adecuado. El microcontrolador de la central trabaja entonces como esclavo.

3.5 DEBARROLLO DEL SOFTWARE

En capítulos anteriores se ha determinado el modo de operación del microcontrolador para el diseño en cuestión, así como el grupo de instrucciones que constituyen el llamado software básico. De igual manera fue detallada la construcción y el modo de operación del sistema propuesto. Por lo tanto, estamos en disposición de poder elaborar con la ayuda de estas herramientas el software del sistema, para determinar las medidas a tomar por el microcontrolador en una situación determinada.

Cuando se va describir un programa, este se basa en un diagrama de flujo, el cual describe en forma general que hace el programa.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo general que describe el trabajo que realiza el microcontrolador

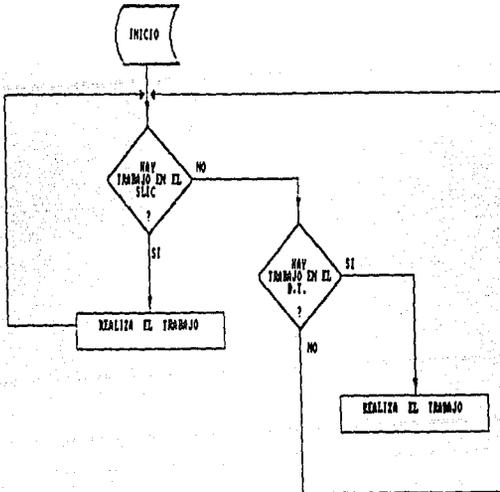


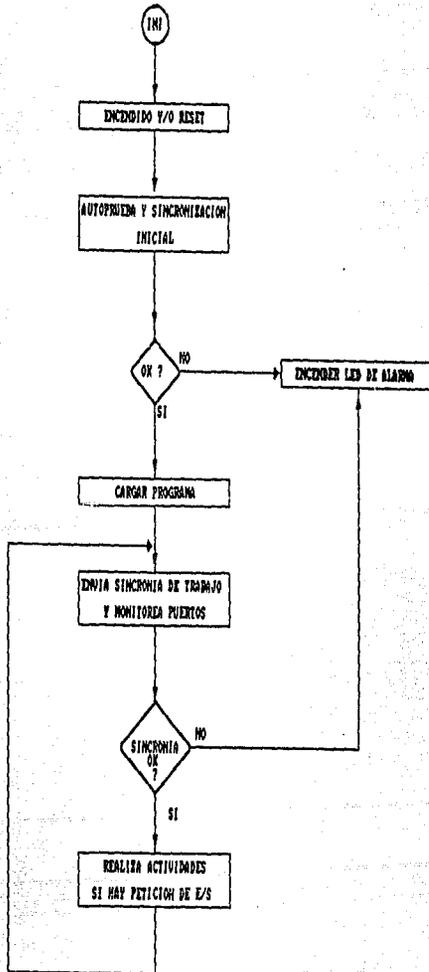
Diagrama de flujo de las tareas a realizar por el microcontrolador.

Según este diagrama de flujo primero se investiga mediante la lectura de los SLIC el estado actual de los abonados para ver si es detectada una llamada saliente. Si el microcontrolador encuentra algún trabajo debe realizarlo. Después de que los 3 abonados son investigados se procede a la lectura de los detectores de timbrado para conocer si hay alguna petición de llamada entrante, si hay algún trabajo se procede a realizar, para posteriormente regresar al inicio y comenzar nuevamente con la misma secuencia.

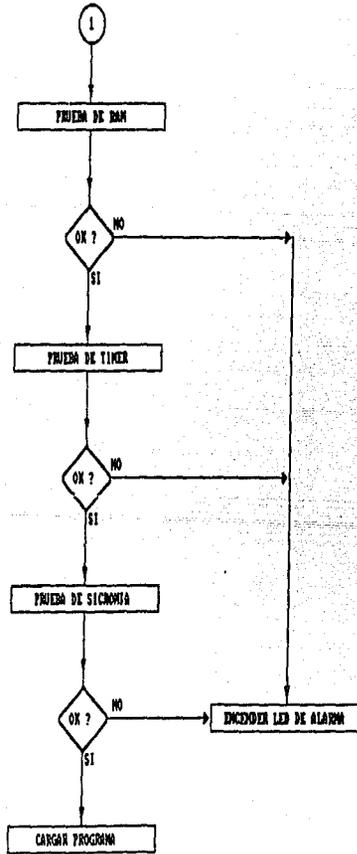
A continuación se muestra el diagrama de flujo que describe cada una de las tareas que debe desarrollar el microcontrolador.

SOFTWARE DE LA TARJETA DE ABONADO

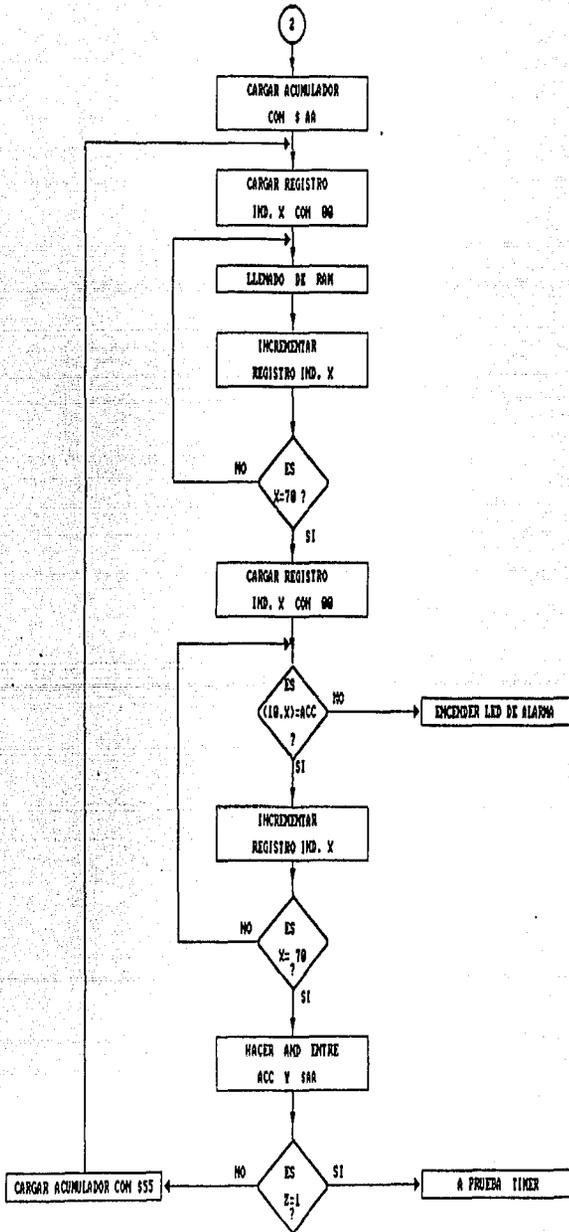
SOFTWARE PRINCIPAL



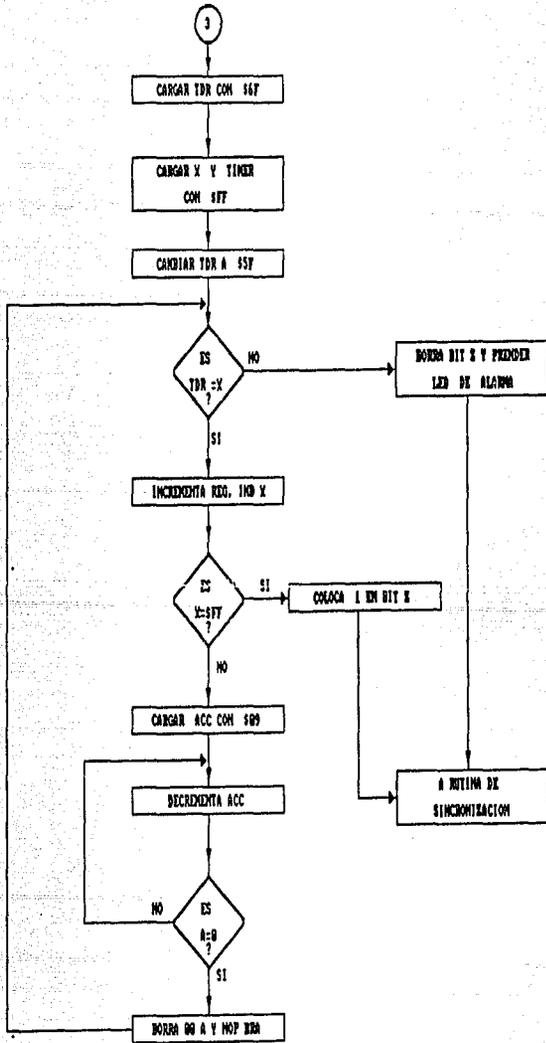
AUTOPRUEBA Y SINCRONIZACION



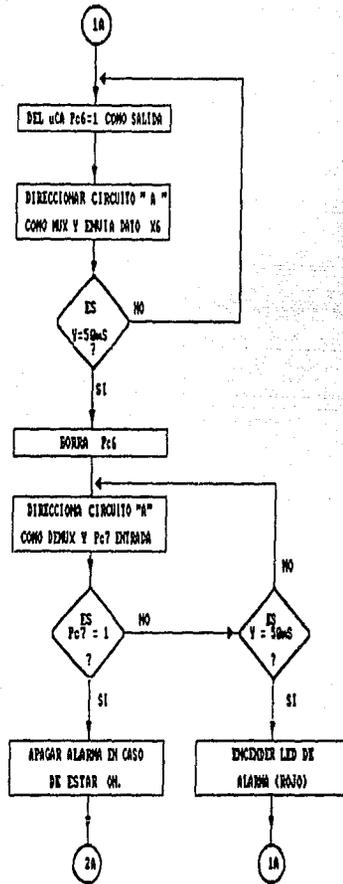
PRUEBA DE RAM



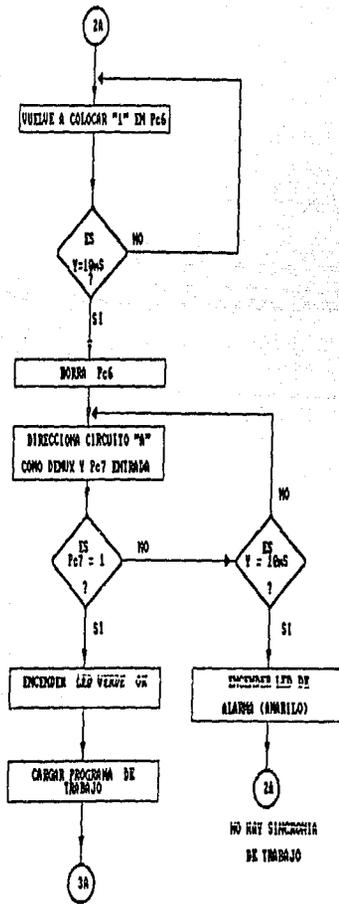
PRUEBA DE TIMER

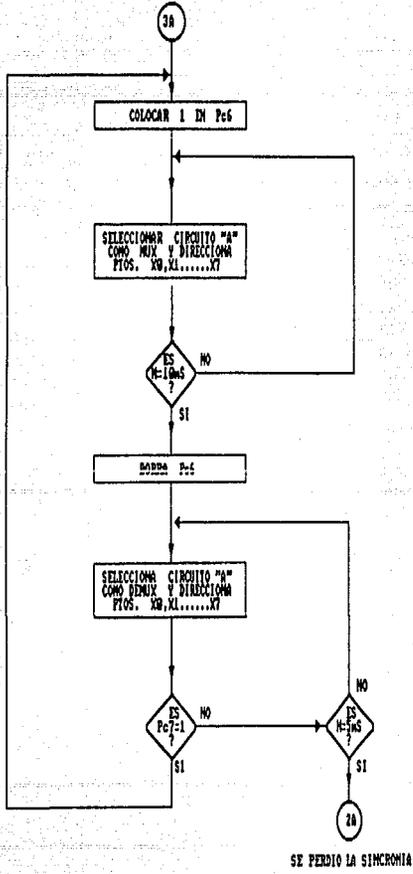


SINCRONIA LADO ARMADO



NO SE PUEDE ESTABLECER
SINCRONIA INICIAL

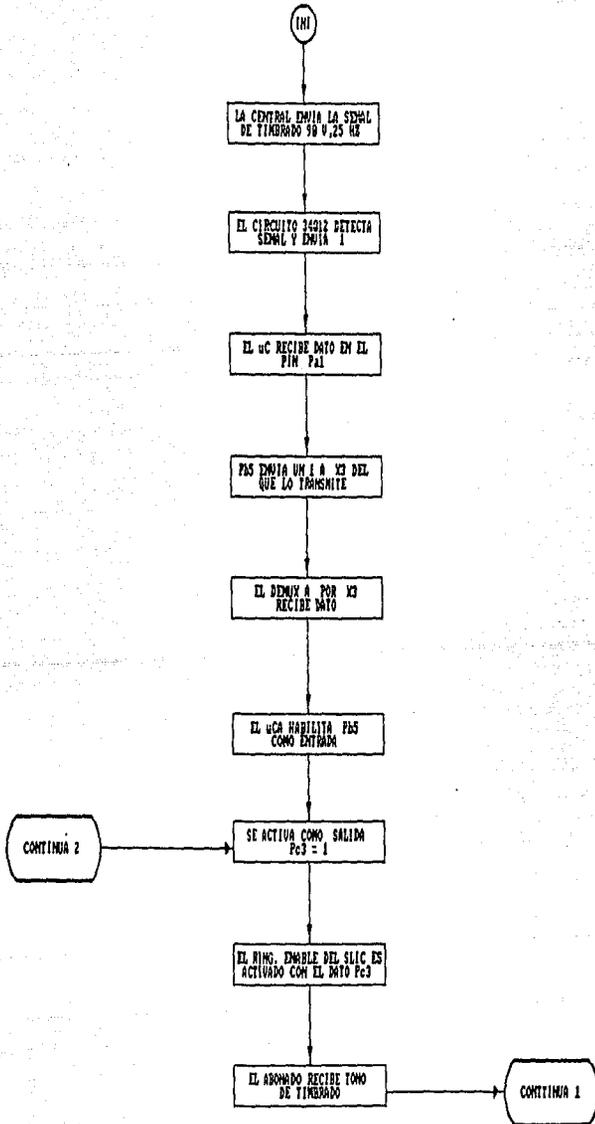


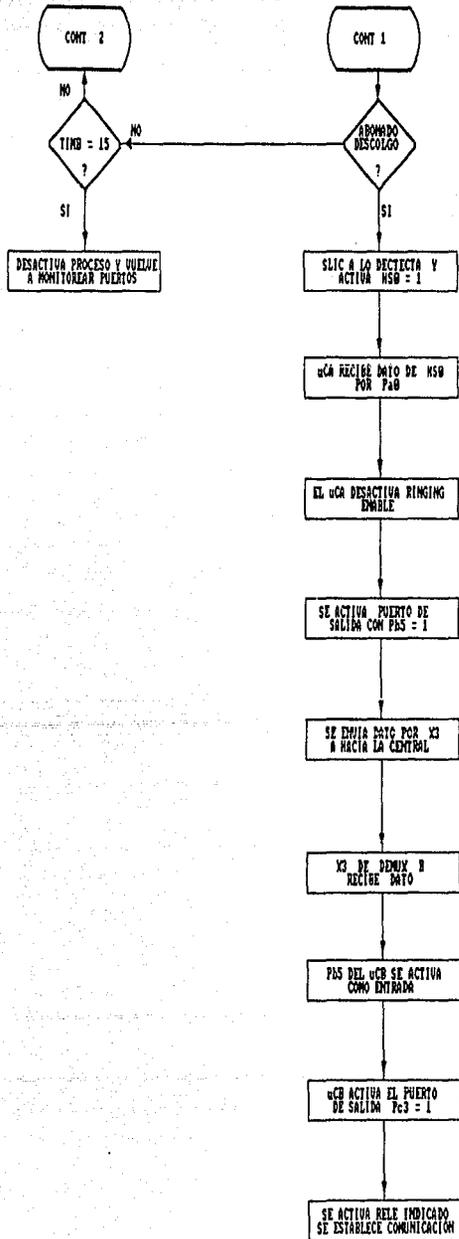


LLAMADA SALIENTE DESDE EL ABONADO A



LLAMADA ENTRANTE DESDE EL ARBOLADO B





TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

```

;+++++
;++      ++
;++  PROGRAMA DE CONTROL PARA LA  ++
;++  TARJETA DE COMUNICACION LADO  ++
;++  ABONADO                       ++
;++      ++
;+++++

```

```

;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
;@@      @@
;@@      @@      DEFINICION DE REGISTROS      @@
;@@      @@
;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

```

		ORG	\$00
0000			
0000 00	LLASALMAA	DB	0
0001 00	LLASALMAB	DB	0
0002 00	LLASALMAC	DB	0
0003 00	RUTMONAA	DB	0
0004 00	RUTMONAB	DB	0
0005 00	RUTMONAC	DB	0
0006 00	LLAENTMAA	DB	0
0007 00	LLAENTMAB	DB	0
0008 00	LLAENTMAC	DB	0
0009 00	RUTTIMBA	DB	0
000A 00	RUTTIMBB	DB	0
000B 00	RUTTIMBC	DB	0
000C 00	CADEN-A	DB	0
000D 00	CADEN-B	DB	0
000E 00	CADEN-C	DB	0
000F 00	RING-A	DB	0
0010 00	RING-B	DB	0
0011 00	RING-C	DB	0
0012 00	MONITOR-A	DB	0
0013 00	MONITOR-B	DB	0
0014 00	MONITOR-C	DB	0
0015 00	ATENCION-A	DB	0
0016 00	ATENCION-B	DB	0
0017 00	ATENCION-C	DB	0
0018 00	INIABON	DB	0
0019 00	TDR	DB	0
001A 00	TCR	DB	0

TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

```
;
;@
;@ RUTINA PARA CHECAR LA MEMORIA RAM @
;@
;@
```

```
;CON ESTA RUTINA LLENAREMOS COMPLETAMENTE
;LA MEMORIA RAM, COMPARANDO DESPUES LOS
;DATOS CON UN VALOR DE PRUEBA, SI NO ES
;IGUAL MANDARA A ERROR.
```

```
0100          ORG      $100
0100 A6AA          LDA      #$AA
0102 AE00  LAPIZ    LDX      #$00
0104 E710  PLUMA    STA      #$10,X
0106 5C          INCX
0107 A370          CPX      #$70
0109 26F9          BNE      PLUMA
010B AE00          LDX      #$00
010D E110  LIBRO    CMP      $10,X
010F 266A          BNE      ALARMA
0111 5C          INCX
0112 A370          CPX      #$70
0114 26F7          BNE      LIBRO
0116 A4AA          AND      #$AA
0118 2602          BNE      CUADER
011A 2034          BRA      RUTTIMER
011C A655  CUADER   LDA      #$55
011E 20E2          BRA      LAPIZ
```

```
;
;@
;@ RUTINA PARA CHEQUEO DEL TIMER @
;@
;@
```

```
;EN ESTA RUTINA SE CHECARA EL TIEMPO EN
;EL TIMER TOMANDO POR UN MOMENTO EL
;CONTROL TOTAL DEL M.C. PARA DESPUES
;RETORNARLO A SU MODO NORMAL DE OPERACION
;EN CASO DE ESTAR BIEN O MANDAR A ERROR.
```

TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

```

0150                                ORG    $150
0150 A66F      RUTTIMER  LDA    # $6F
0152 B71A                                STA    TCR
0154 AEFB                                LDX    # $FF
0156 BF19                                STX    TDR
0158 A64F      LDA    # $4F
015A B71A                                STA    TCR
015C B319      MESS     CPX    TDR
015E 261B      BNE    ALARMA
0160 5A        DECK
0161 A3FF      CPX    # $FF
0163 270F      BEQ    SILLA
0165 A609      LDA    # $09
0167 4A        BANCO   DECA
0168 A100      CMP    # $00
016A 26FB      BNE    BANCO
016C 3F0A      CLR    $0A
016E 9D        NOP
016F 9D        NOP
0170 9D        NOP
0171 9D        NOP
0172 20E8      BRA    MESS
0174 A540      SILLA   LDA    # $40
0176 B71A                                STA    TCR
0178 CC0200    JMP    SYNCA
017B A678      ALARMA  LDA    # $78
017D B704      STA    $04
017F CD017B    JSR    ALARMA
0000                                END

```

```

;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
;@                                                                @
;@   RUTINA DE SINCRONIA DE ABONADO                               @
;@                                                                @
;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

```

```

;CON ESTA RUTINA SE REALIZA LA SINCRONIA
;INICIAL DE LA TARJETA DE ABONADO COMO
;MAESTRA Y DE CENTRAL COMO ESCLAVA,
;POSTERIORMENTE SE CONTINUA CON SINCRONIA
;DE TRABAJO O SE MANDA A ERROR.

```

TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

```

0200                                ORG  $200
0200 A606    SYNCA  LDA  #$06          ;GUARDA LA BASE DE
0202 B750                                STA  $50          ;RETARDO DE 100microS.
0204 A680                                LDA  #$80          ;ACTIVACION DEL M/D
0206 B704                                STA  $04          ;COMO MUX
0208 A6FF    LDA  #$FF          ;ENVIO DEL MC1 AL
020A B706                                STA  $06          ;MC2
020C B650                                LDA  $50          ;RUTINA DE RETARDO
020E 4A                                DECA
020F B750                                STA  $50
0211 4D                                TSTA
0212 26F0                                BNE  UNO1
0214 A601                                LDA  #$01
0216 B751                                STA  $51
0218 A600                                LDA  #$00          ;MUX/DEMUX COMO
021A B704                                STA  $04          ;DEMUX
021C A600                                LDA  #$00          ;EN ESPERA DE
021E B706                                STA  $06          ;RESPUESTA
0220 4D                                TSTA
0221 260E                                BNE  DOS
0223 B651                                LDA  $51          ;SE RECIBE RES-
0225 4A                                DECA          ;PUESTA DE SYNC.
0226 B751                                STA  $51          ;RUTINA DE 10microS.
0228 4D                                TSTA          ;DE TOLERANCIA
0229 26ED                                BNE  UNO5        ;PARA RECIBIR SYN.
022B A678                                LDA  #$78          ;SE ENCIENDEN LEDS
022D B704                                STA  $04          ;DE ALARMA
022F 20CF                                BRA  SYNCA
0231 A600                                LDA  #$00          ;SE APAGAN LEDS DE
0233 B704                                STA  $04          ;ALARMA
0235 A602                                LDA  #$02
0237 B752                                STA  $52
0239 A680                                LDA  #$80          ;MUX/DEMUX COMO MUX
023B B704                                STA  $04          ;DE ALARMA
023D A6FF    LDA  #$FF          ;ENVIO DE SINCRONIA
023F B706                                STA  $06          ;PARA LA INFORM.
0241 B652                                LDA  $52          ;RUTINA DE 50microS.
0243 4A                                DECA
0244 B750                                STA  $50
0246 4D                                TSTA
0247 26EC                                BNE  DOS5
0249 A601                                LDA  #$01
024B B753                                STA  $53
024D A600                                LDA  #$00          ;MUX/DEMUX COMO
024F B704                                STA  $04          ;DEMUX
0251 A600                                LDA  #$00          ;EN ESPERA DE
0253 B706                                STA  $06          ;RESPUESTA
0255 4D                                TSTA
0256 260E                                BNE  TRES
0258 B653                                LDA  $53          ;INICIA RUTINA DE

```

TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

```

025A 4A      DECA
025B B753    STA $53      ;TOLERANCIA DE SYNC.
025D 4D      TSTA
025E 26ED    BNE DOS6
0260 A678    LDA #$78      ;ENCIENDE LEDS DE
0262 B704    STA $04      ;ALARMA
0264 209A    BRA SYNCA     ;NO PUEDE HABER
0266 A600    TRES LDA #$00   ;SYNC. DE TRABAJO
0268 B704    STA $04      ;SE APAGAN LOS LEDS
026A CD02D0  JSR PROPRIN  ;DE ALARMA
    
```

```

;EN ESTE PUNTO SE CARGA EL PROGRAMA
;PRINCIPAL DE TRABAJO PARA CHECAR EL
;ESTADO DE LOS ABONADOS, ENTABLAR LA
;COMUNICACION,ETC. Y SEGUIR CON LA
;SINCRONIA DE TRABAJO PARA ASEGURAR
;QUE EL SISTEMA OPERE ADECUADAMENTE.
    
```

```

026D A602    LDA #$02
026F B754    STA $54
0271 A680    TRES LDA #$80   ;MUX/DEMUX COMO MUX
0273 B704    STA $04
0275 A600    LDA #$00     ;SE ACTIVA XO COM
0277 B706    STA $06     ;SALIDA
0279 A601    LDA #$01     ;SE ACTIVA X1
027B B706    STA $06
027D A602    LDA #$02     ;SE ACTIVA X2
027F B706    STA $06
0281 A603    LDA #$03     ;SE ACTIVA X3
0283 B706    STA $06
0285 A604    LDA #$04     ;SE ACTIVA X5
0287 B706    STA $06
0289 A605    LDA #$05     ;SE ACTIVA X6
028B B706    STA $06
028D B654    LDA $54     ;INICIA RUTINA DE
028F 4A      DECA     ;RETARDO PARA ESPERAR
0290 B754    STA $54     ;SYNC. DE CENTRAL
0292 4D      TSTA
0293 26DC    BNE TRE1
0295 A601    LDA #$01
0297 B755    STA $55
0299 A600    TRES LDA #$00   ;MUX/DEMUX COMO DEMUX
029B B704    STA $04
029D A600    LDA #$00     ;SE DESACTIVA PC6
029F B706    STA $06
02A1 A600    LDA #$00     ;SE ACTIVA XO COMO
    
```

```

02A3 B706          STA  $06          ;ENTRADA
02A5 A601          LDA  #$01          ;SE ACTIVA X1
02A7 B706          STA  $06
02A9 A602          LDA  #$02          ;SE ACTIVA X2
02AB B706          STA  $06
02AD A603          LDA  #$03          ;SE ACTIVA X3
02AF B706          STA  $06
02B1 A604          LDA  #$04          ;SE ACTIVA X4
02B3 B706          STA  $06
02B5 A605          LDA  #$05          ;SE ACTIVA X5
02B7 B706          STA  $06
02B9 A606          LDA  #$06          ;SE ACTIVA X6
02BB B706          STA  $06
02BD A607          LDA  #$07          ;SE ACTIVA X7
02BF B706          STA  $06
02C1 4D            TSTA
                                ;PC7=1 ?
02C2 26AD          BNE  TRE1
02C4 B655          LDA  $55          ;RUTINA DE RETARDO
02C6 4A            DECA
                                ;DE TOLERANCIA
02C7 B755          STA  $55
02C9 4D            TSTA
02CA 26CD          BNE  TRES
02CC CC0231        JMP  DOS          ;LA SYNC. SE PERDIO
02CF 81            RTS

```

```

;oooooooooooooooooooooooooooo
;INICIALIZACION DE ABONADOS
;oooooooooooooooooooooooooooo

```

```

02D0 A600          PROPRIN LDA  #$00          ;INICIALIZA LOS VALO-
02D2 B730          STA  $30          ;RES QUE DIRAN SI ESTABA
02D4 B71F          STA  31          ;UTILIZADO EL TELEFONO
02D6 B720          STA  32          ;A LA HORA DE MONITOREAR

```

```

;oooooooooooooooooooooooooooo
;RUTINA DE MONITOREO DE ABONADOS
;oooooooooooooooooooooooooooo

```

```

02D8 A600          MONITA  LDA  #$00          ;CHECA HSO DE A
02DA B704          STA  $04
02DC 4D            TSTA
                                ;SI ES CERO NO HAY
02DD 270F          BEQ  MONITB       ;LLAMADA O COLGARON
02DF B430          AND  $30
02E1 4D            TSTA
02E2 260A          BNE  MONITB       ;LLAMADA PREVIA
02E4 B640          ATENA  LDA  $40          ;HABILITACION DE MUX
02E6 A440          AND  #$40          ;INFORMACION GUARDADA

```

```

02E8 4D      TSTA      ;EN RAM DIR. 40
02E9 27F9    BEQ      ATENA
02EB CD0369  JSR      LLASALA
02EE A600    MONITB   LDA      #\$00
02F0 B704    STA      \$04
02F2 4D      TSTA
02F3 270F    BEQ      MONITC
02F5 B431    AND      \$31
02F7 4D      TSTA
02F8 260A    BNE      MONITC
02FA B640    ATENB   LDA      \$40
02FC A440    AND      #\$40
02FE 4D      TSTA
02FF 27F9    BEQ      ATENB
0301 CD0372  JSR      LLASALB
0304 A600    MONITC   LDA      #\$00
0306 B704    STA      \$04
0308 4D      TSTA
0309 27CD    BEQ      MONITA
030B B432    AND      \$32
030D 4D      TSTA
030E 26C8    BNE      MONITA
0310 B640    ATENC   LDA      \$40
0312 A440    AND      #\$40
0314 4D      TSTA
0315 27F9    BEQ      ATENC
0317 CD037B  JSR      LLASALC

```

;LLAMADA ENTRANTE MICRO ABONADO A

```

031A A600    LLAENTA LDA      #\$00      ;SE RECIBE DATO DE
031C B705    STA      \$05      ;X3 POR Pb7
031E A608    LDA      #\$08      ;ENVIO DE GENERADOR
0320 B706    STA      \$06      ;DE TONO DESDE Pc3
0322 CD0384  JSR      RUTIMA

```

;LLAMADA ENTRANTE MICRO ABONADO B

```

0325 A600    LLAENTB LDA      #\$00      ;SE RECIBE DATO DE
0327 B705    STA      \$05      ;X4 POR Pb6
0329 A610    LDA      #\$10      ;ENVIO DE GENERADOR
032B B706    STA      \$06      ;DE TONO POR Pc4
032D CD03BA  JSR      RUTIMB

```

;LLAMADA ENTRANTE MICRO ABONADO C

```

0330 A600    LDA      #\$00      ;SE RECIBE DATO DE
0332 B705    STA      \$05      ;X5 PO Pb5
0334 A620    LDA      #\$20      ;ENVIO DE GENERADOR
0336 B706    STA      \$06      ;DE TONO POR Pc5
0338 CD03ED  JSR      RUTIMC
033B 81      RTS

```

```

;EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
;RUTINAS PARA MONITOREAR OTROS
;EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE

```

```

033C A600      MONA      LDA      #500
033E B704      STA      $04
0340 4D        TSTA
0341 2707      BEQ      FIN
0343 B430      AND      $30
0345 4D        TSTA
0346 2602      BNE      FIN
0348 209A      BRA      ATENA
034A 81        FIN
034B A600      MONB      LDA      #500
034D B704      STA      $04
034F 4D        TSTA
0350 2707      BEQ      FIN1
0352 B431      AND      $31
0354 4D        TSTA
0355 2602      BNE      FIN1
0357 20A1      BRA      ATENC
0359 81        FIN1
035A A600      MONC      LDA      #500
035C B704      STA      $04
035E 4D        TSTA
035F 2707      BEQ      FIN2
0361 B432      AND      $32
0363 4D        TSTA
0364 2602      BNE      FIN2
0366 20A8      BRA      ATENC
0368 81        FIN2      RTS

```

```

;LLAMADA SALIENTE MICRO ABONADO A

```

```

0369 A600      LLASALA  LDA      #500      ;ENTRADA POR Pa0
036B B704      STA      $04      ;DEL HSO
036D A620      LDA      #520      ;SALIDA POR PB5 DE X5
036F B705      STA      $05      ;EN EL MUX/DEMUX
0371 81        RTS

```

```

;LLAMADA SALIENTE MICRO ABONADO B

```

```

0372 A600      LLASALB  LDA      #500      ;ENTRADA POR Pa1
0374 B704      STA      $04      ;DE HSO B
0376 A640      LDA      #540      ;SALIDA POR Pb6 DE X4
0378 B705      STA      $05      ;EN EL MUX/DEMUX
037A 81        RTS

```

;LLAMADA SALIENTE MICRO ABONADO C

037B A600	LLASALC	LDA	#\$00	;ENTRADA POR Pa2
037D B704		STA	\$04	;DE HSO C
037F A680		LDA	#\$80	;SALIDA POR Pb7
0381 B705		STA	\$05	; EN EL MUX/DEMUX
0383 81		RTS		

;RUTINA DE TIMBRADO A

0384 A610	RUTIMA	LDA	#\$10	;GUARDA EL No. DE
0386 B720		STA	\$20	;TIMBRADOS
0388 A600		LDA	#\$00	;SE MONITOREA HSO
038A B704		STA	\$04	;Y SE GUARDA EL PTO.
038C A401		AND	#\$01	;SI EL AND DA COMO
038E 4D		TSTA		;RESULTADO 1 EL ABON.
038F B620		LDA	\$20	;DESCOLGO
0391 270B		BEQ	CADENA	;NO LO HA HECHO
				;ENVIA TIMBRADO.
0393 A608		LDA	#\$08	;YA DESCOLGO DESACTIVA
0395 B706		STA	\$06	;GENERADOR DE TONO
0397 B601		LDA	\$01	;ATENDIENDO LLAMADA
0399 B730		STA	\$30	
039B CC0369		JMP	LLASALA	

;CADENCIA DE A

039E 4A	CADENA	DECA		;INICIA CONTEO TIM-
039F B720		STA	\$20	;BRADO CON VALOR DE
03A1 A6FF		LDA	#\$FF	;RAM GUARDANDO RESULT.
03A3 B721		STA	\$21	
03A5 CD033C		JSR	MONA	
03AB B620	RINGA	LDA	\$20	;COMIENZA TIMBRADO
03AA 4D		TSTA		
03AB 26F1		BNE	CADENA	
03AD A6FF		LDA	#\$FF	;SI NO CONTESTARON
03AF B706		STA	\$06	;DESHABILITA TIMBRADO
03B1 B621		LDA	\$21	
03B3 4A		DECA		
03B4 B721		STA	\$21	
03B6 4D		TSTA		
03B7 26EF		BNE	RINGA	
03B9 81		RTS		

;RUTINA DE TIMBRADO B

03BA A610	RUTIMB	LDA	#\$10	
03BC B722		STA	\$22	

TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

```

03BE A600          LDA  #$00
03C0 B704          STA  $04
03C2 A402          AND  #$02
03C4 4D           TSTA
03C5 B622          LDA  $22
03C7 2708          BEQ  CADENB
03C9 A610          LDA  #$10
03CB B706          STA  $06
03CD A601          LDA  #$01
03CF B731          STA  $31
03D1 4A           CADENB DECA
03D2 B722          STA  $22
03D4 A6FF          LDA  #$FF
03D6 B723          STA  $23
03D8 CD034B        RINGB JSR  MONB
03DB B623          LDA  $23
03DD 4A           DECA
03DE B723          STA  $23
03E0 4D           TSTA
03E1 26F8          BNE  RINGB
03E3 B622          LDA  $22
03E5 4D           TSTA
03E6 26E9          BNE  CADENB
03E8 A6FF          LDA  #$FF
03EA B706          STA  $06
03EC 81           RTS

```

;RUTINA DE TIMBRADO C

```

03ED A610          RUTIMC LDA  #$10
03EF B724          STA  $24
03F1 A600          LDA  #$00
03F3 B704          STA  $04
03F5 A404          AND  #$04
03F7 4D           TSTA
03F8 B624          LDA  $24
03FA 2708          BEQ  CADENC
03FC A620          LDA  #$20
03FE B706          STA  $06
0400 A601          LDA  #$01
0402 B732          STA  $32
0404 4A           CADENC DECA
0405 B724          STA  $24
0407 A6FF          LDA  #$FF
0409 B725          STA  $25
040B CD035A        RINGC JSR  MONC
040E B625          LDA  $25
0410 4A           DECA
0411 B725          STA  $25
0413 4D           TSTA
0414 26F8          BNE  RINGC
0416 B624          LDA  $24
0418 4D           TSTA

```

0419 26E9	BNE	CADENC
041B A6FF	LDA	#\$FF
041D B706	STA	\$06
041F 81	RTS	

TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

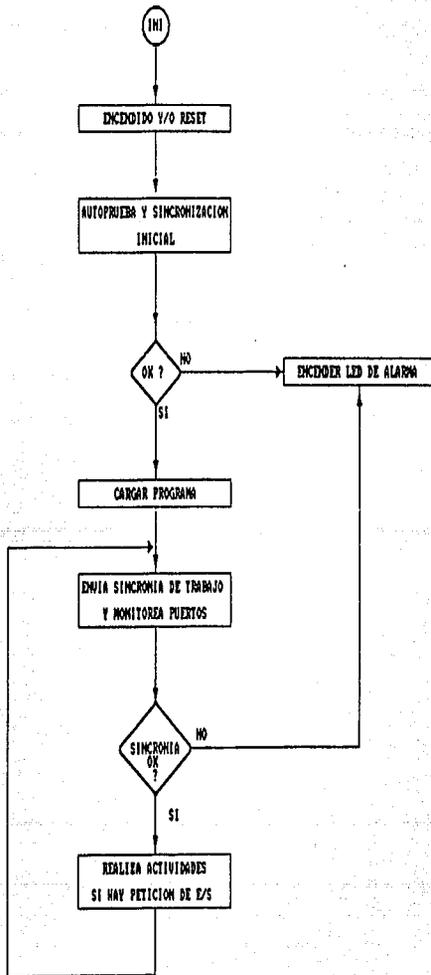
-Symbol Table-

ALARMA	017B
ATENA	02E4
ATENB	02FA
ATENC	0310
ATENCION-A0015	
ATENCION-B0016	
ATENCION-C0017	
BANCO	0167
CADEN-A	000C
CADEN-B	000D
CADEN-C	000E
CADENA	039E
CADEMB	03D1
CADENC	0404
CUADER	011C
DOS	0231
DOS5	0235
DOS6	024D
FIN	034A
FIN1	0359
FIN2	0368
INIARON	0018
LAPIZ	0102
LIBRO	010D
LLAENTA	031A
LLAENTB	0325
LLAENTMAA	0006
LLAENTMAB	0007
LLAENTMAC	0008
LLASALA	0369
LLASALB	0372
LLASALC	037B
LLASALMAA	0000
LLASALMAB	0001
LLASALMAC	0002
MESS	015C
MONA	033C
MONB	034B
MONC	035A
MONITA	02D8
MONITB	02EE
MONITC	0304
MONITOR-A	0012

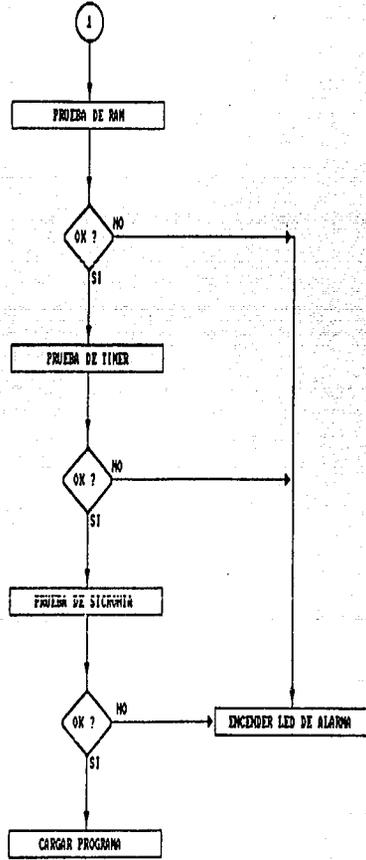
MONITOR-B	0013
MONITOR-C	0014
PLUMA	0104
PROPRIN	02D0
RING-A	000F
RING-B	0010
RING-C	0011
RINGA	03A8
RINGB	03DB
RINGC	040E
RUTIMA	0384
RUTIMB	03BA
RUTIMC	03ED
RUTMONAA	0003
RUTMONAB	0004
RUTHONAC	0005
RUTIMBA	0009
RUTTIMBB	000A
RUTTIMBC	000B
RUTTIMER	0150
SILLA	0174
SYNCA	0200
TCR	001A
TDR	0019
TRE1	0271
TRE5	0299
TRES	0266
UN01	0204
UN05	0218

SOFTWARE DE LA TARJETA DE CENTRAL

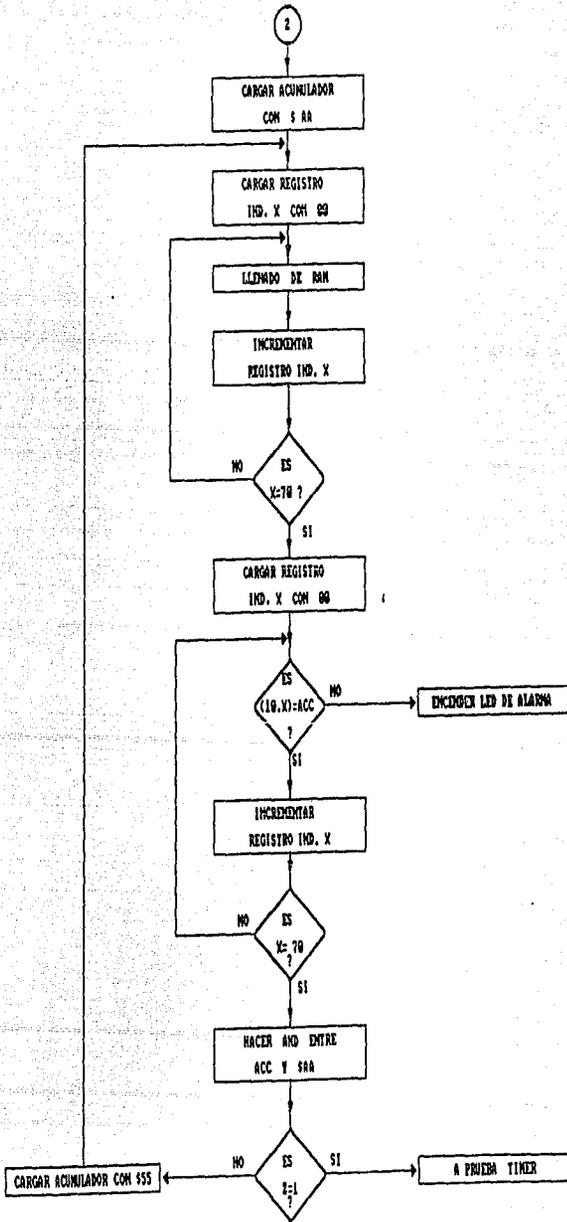
SOFTWARE PRINCIPAL



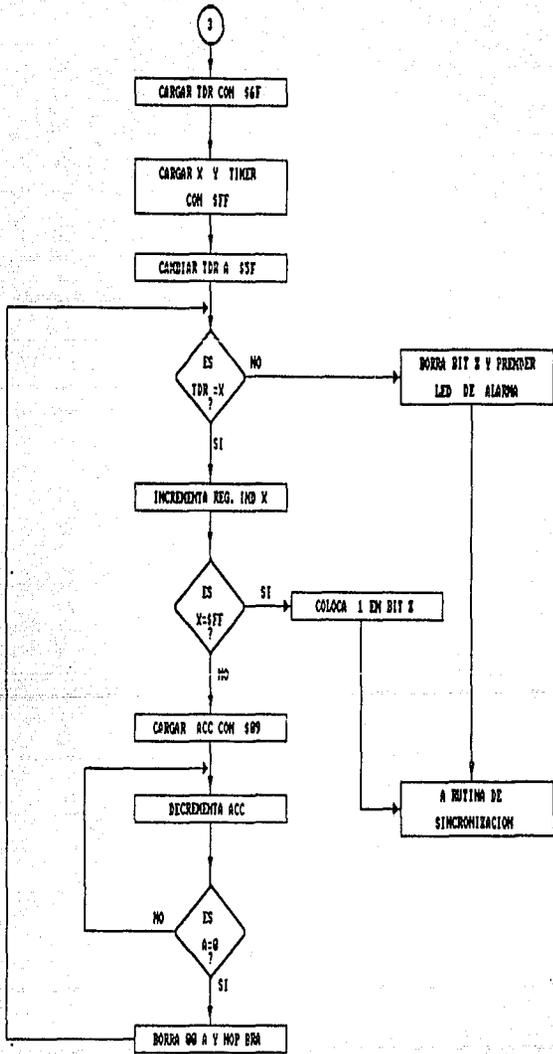
AUTOPRUEBA Y SINCRONIZACION



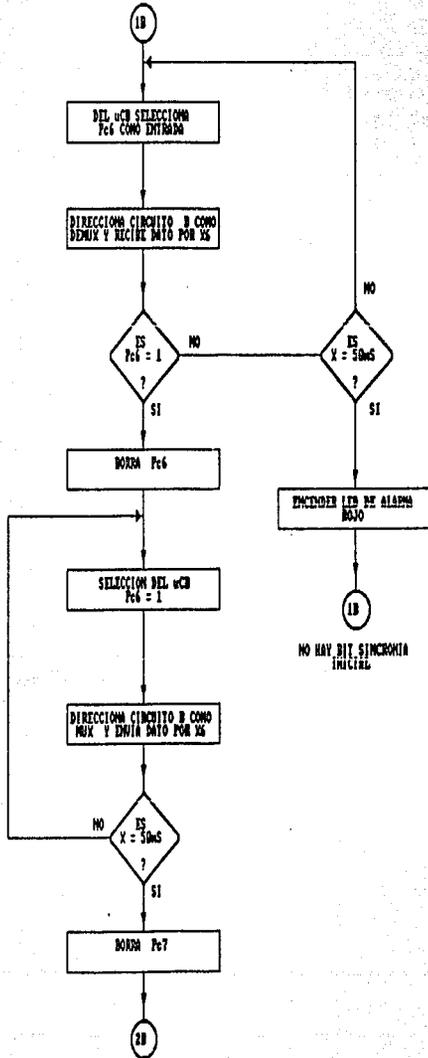
PRUEBA DE PPM

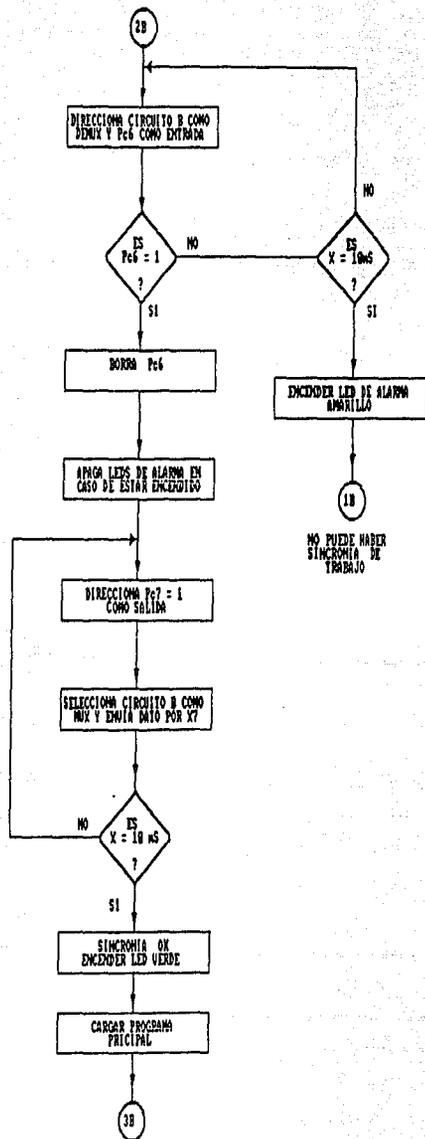


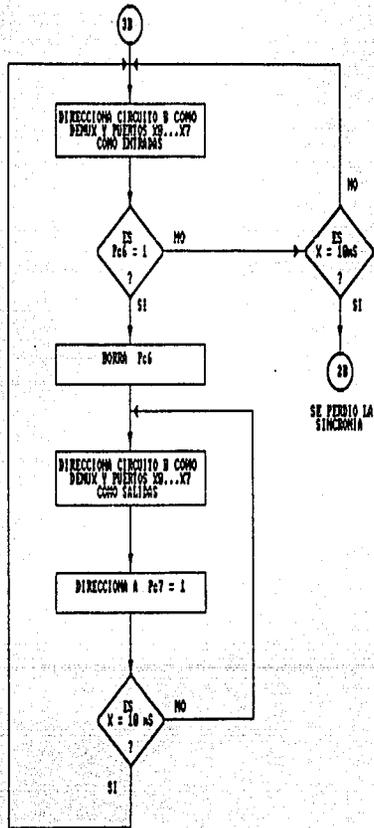
PRUEBA DE TIMER



SINCRONIA LABO CENTRAL



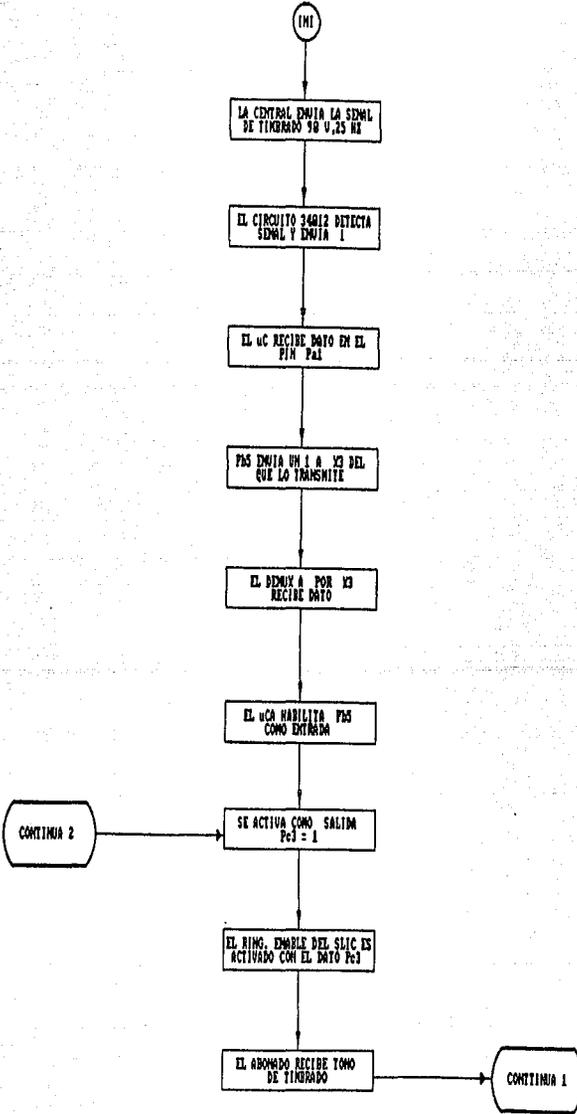


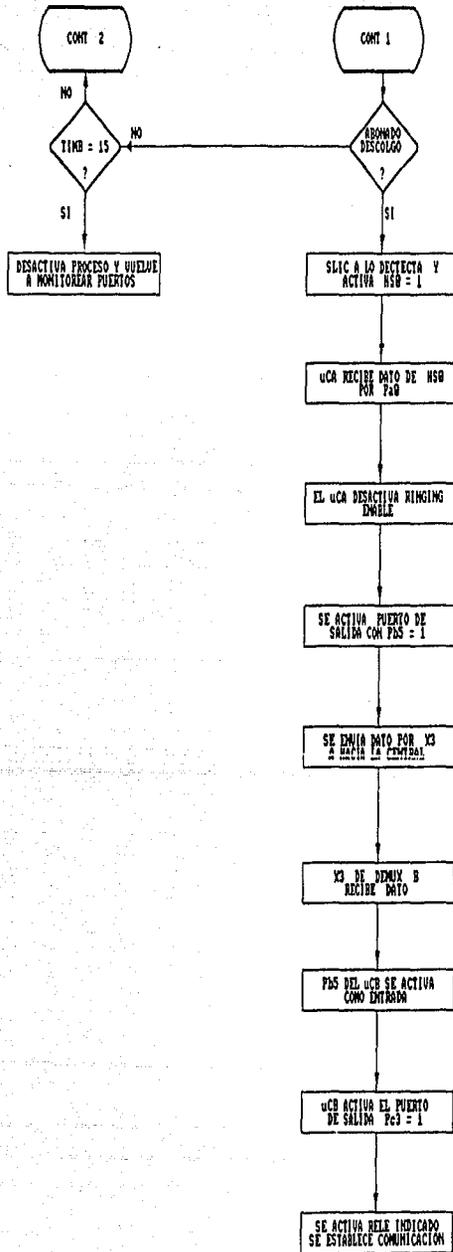


LLAMADA SALIENTE DESDE EL ABONADO A



LLAMADA ENTRANTE DESDE EL ABONADO B





TEC 6805 Cross Assembler Version 1.0

```

;+++++
;++
;++ PROGRAMA DE CONTROL PARA LA ++
;++ TARJETA DE COMUNICACION LADO ++
;++ CENTRAL ++
;++ ++
;++++

```

```

;eeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee
;ee
;ee DEFINICION DE REGISTROS ee
;ee ee
;eeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee

```

		ORG	\$00
0000			
0000 00	LLASALMAA	DB	0
0001 00	LLASALMAB	DB	0
0002 00	LLASALMAC	DB	0
0003 00	RUTMONCEN	DB	0
0004 00	MONITORA	DB	0
0005 00	MONITORB	DB	0
0006 00	MONITORC	DB	0
0007 00	ATENCIONA	DB	0
0008 00	ATENCIONB	DB	0
0009 00	ATENCIONC	DB	0
000A 00	INIACEN	DB	0
000B 00	TDR	DB	0
000C 00	TCR	DB	0

```

;eeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee
;e
;e RUTINA PARA CHECAR LA MEMORIA RAM e
;e e
;eeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee

```

```

;CON ESTA RUTINA LLENAREMOS COMPLETAMENTE
;LA MEMORIA RAM, COMPARANDO DESPUES LOS
;DATOS CON UN VALOR DE PRUEBA, SI NO ES
;IGUAL MANDARA A ERROR.

```

0100		ORG	\$100	
0100	A6AA	LDA	#\$AA	
0102	AE00	LAPIZ	LDX	#\$00
0104	E710	PLUMA	STA	#\$10,X
0106	5C		INCX	
0107	A370		CPX	#\$70
0109	26F9		BNE	PLUMA
010B	AE00		LDX	#\$00
010D	E110	LIBRO	CMP	\$10,X
010F	266A		BNE	ALARMA
0111	5C		INCX	
0112	A370		CPX	#\$70
0114	26F7		BNE	LIBRO
0116	A4AA		AND	#\$AA
0118	2602		BNE	CUADER
011A	2034		BRA	RUTTIMER
011C	A655	CUADER	LDA	#\$55
011E	20E2		BRA	LAPIZ

```

;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
;@
;@   RUTINA PARA CHEQEO DEL TIMER   @
;@
;@
;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

```

```

;EN ESTA RUTINA SE CHECARA EL TIEMPO EN
;EL TIMER TOMANDO POR UN MOMENTO EL
;CONTROL TOTAL DEL M.C. PARA DESPUES
;RETORNARLO A SU MODO NORMAL DE OPERACION
;EN CASO DE ESTAR BIEN O MANDAR A ERROR.

```

0150		ORG	\$150	
0150	A66F	RUTTIMER	LDA	#\$6F
0152	B70C		STA	TCR
0154	AEFF		LDX	#\$FF
0156	BFOB		STX	TDR
0158	A64F		LDA	#\$4F
015A	B70C		STA	TCR
015C	B30B	MESS	CPX	TDR
015E	261B		BNE	ALARMA
0160	5A		DECX	
0161	A3FF		CPX	#\$FF
0163	270F		BEQ	SILLA
0165	A609		LDA	#\$09
0167	4A	BANCO	DECA	
0168	A100		CMP	#\$00
016A	26FB		BNE	BANCO
016C	3FOA		CLR	\$0A
016E	9D		NOP	

```

016F 9D      NOP
0170 9D      NOP
0171 9D      NOP
0172 20E8    BRA      MESS
0174 A640    SILLA   LDA      #$40
0176 B70C    STA      TCR
0178 CD0200  JSR     SYNCC
017B A678    ALARMA  LDA      #$78
017D B704    STA      $04
017F CD017B  JSR     ALARMA
0000        END

```

```

;EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE
;e
;e  RUTINA DE SINCRONIA DE CENTRAL  e
;e
;e
;EEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEE

```

```

;CON ESTA RUTINA SE REALIZA LA SINCRONIA
;INICIAL DE LA TARJETA DE CENTRAL COMO
;ESCLAVA Y DE ABONADO COMO MAESTRA,
;POSTERIORMENTE SE CONTINUA CON SINCRONIA
;DE TRABAJO O SE MANDA A ERROR.

```

```

0200        ORG      $200
0200 A605    SYNCC   LDA      #$05      ;GUARDA LA BASE DE
0202 B750    STA      $50      ;RETARDO
0204 A600    UNO1    LDA      #$00      ;ACTIVACION DEL M/D
0206 B704    STA      $04      ;COMO DEMUX
0208 A600    LDA      #$00
020A B706    STA      $06
020C 4D      TSTA
020D 260E    BNE     UNO2      ;RETARDO DE
020F B650    LDA      $50      ;100 micros.
0211 4A      DECA
0212 B750    STA      $50
0214 4D      TSTA
0215 26ED    BNE     UNO1
0217 A678    LDA      #$78      ;ENCIENDEN LEDS
0219 B704    STA      $04      ;DE ALARMA
021B 2004    BRA     UNO3
021D A601    UNO2    LDA      #$01
021F B751    STA      $51
0221 A680    UNO3    LDA      #$80      ;MUX/DEMUX COMO MUX
0223 B704    STA      $04
0225 A647    LDA      #$47      ;SE ENVIA SYNC.
0227 B706    STA      $06      ;A TRAVES DE X6
0229 B651    LDA      $51      ;RUTINA TIEMPO DE
022B 4A      DECA      ;TOLERANCIA

```

```

022C B751          STA  $51
022E 4D           TSTA
022F 26F0        BNE  UNO3
0231 A602        LDA  #$02
0233 B752          STA  $52
0235 A600        DOS1  LDA  #$00          ;MUX/DEMUX COMO
0237 B704        STA  $04          ;DEMUX
0239 A600        LDA  #$00
023B B706        STA  $06
023D 4D           TSTA
023E 260E        BNE  DOS2
0240 B652        LDA  $52          ;RUTINA TIEMPO DE
0242 4A          DECA          ;TOLERANCIA
0243 B752        STA  $52
0245 4D           TSTA
0246 26ED        BNE  DOS1
0248 A678        LDA  #$78          ;SE ENCIENDEN LEDS
024A B704        STA  $04          ;DE ALARMA
024C 20D3        BRA  UNO3
024E A600        DOS2  LDA  #$00          ;SE APAGAN LEDS DE
0250 B704        STA  $04          ;ALARMA
0252 A601        LDA  #$01
0254 B753        STA  $53
0256 A680        DOS3  LDA  #$80          ;MUX/DEMUX COMO MUX
0258 B704        STA  $04
025A A6FF        LDA  #$FF          ;ENVIO DE SINCRONIA
025C B706        STA  $06          ;PARA LA INFORM.
025E B653        LDA  $53          ;RUTINA DE 50microS.
0260 4A          DECA
0261 B753        STA  $53
0263 4D           TSTA
0264 26F0        BNE  DOS3
0266 A6FF        LDA  #$FF          ;ENCIENDE LED DE
0268 B704        STA  $04          ;SYNC. OK
026A CD02D3      JSR  PROPRIN

```

```

;EN ESTE PUNTO SE CARGA EL PROGRAMA
;PRINCIPAL DE TRABAJO PARA CHECAR EL
;ESTADO EN LA CENTRAL, ENTABLAR LA
;COMUNICACION, ETC. Y SEGUIR CON LA
;SINCRONIA DE TRABAJO PARA ASEGURAR
;QUE EL SISTEMA OPERE ADECUADAMENTE.

```

```

026D A602        LDA  #$02
026F B754        STA  $54
0271 A600        TRES  LDA  #$00          ;MUX/DEMUX COMO
0273 B704        STA  $04          ;DEMUX
0275 A600        LDA  #$00          ;SE ACTIVA X0 COMO
0277 B706        STA  $06          ;ENTRADA
0279 A601        LDA  #$01          ;SE ACTIVA X1
027B B706        STA  $06

```

027D A602		LDA	#\$02		;SE ACTIVA X2
027F B706.		STA	\$06		
0281 A603		LDA	#\$03		;SE ACTIVA X3
0283 B706		STA	\$06		
0285 A604		LDA	#\$04		;SE ACTIVA X5
0287 B706		STA	\$06		
0289 A605		LDA	#\$05		;SE ACTIVA X6
028B B706		STA	\$06		
028D 4D		TSTA			
028E 260F		BNE	TRE1		
0290 B654		LDA	\$54		;INICIA RUTINA DE
0292 4A		DECA			;RETARDO PARA ESPERAR
0293 B754		STA	\$54		;SYNC. DE ABONADO
0295 4D		TSTA			
0296 26D9		BNE	TRES		
0298 CD0256		JSR	DOS3		
029B A601		LDA	#\$01		
029D B755		STA	\$55		
029F A680	TRE1	LDA	#\$80		;MUX/DEMUX COMO MUX
02A1 B704		STA	\$04		
02A3 A680		LDA	#\$80		;DIRECCIONA PC7
02A5 B706		STA	\$06		;PARA SYNC.
02A7 A600		LDA	#\$00		;SE ACTIVA X0 COMO
02A9 B706		STA	\$06		;SALIDA
02AB A601		LDA	#\$01		;SE ACTIVA X1
02AD B706		STA	\$06		
02AF A602		LDA	#\$02		;SE ACTIVA X2
02B1 B706		STA	\$06		
02B3 A603		LDA	#\$03		;SE ACTIVA X3
02B5 B706		STA	\$06		
02B7 A604		LDA	#\$04		;SE ACTIVA X4
02B9 B706		STA	\$06		
02BB A605		LDA	#\$05		;SE ACTIVA X5
02BD B706		STA	\$06		
02BF A606		LDA	#\$06		;SE ACTIVA X6
02C1 B706		STA	\$06		
02C3 A607		LDA	#\$07		;SE ACTIVA X7
02C5 B706		STA	\$06		
02C7 B655		LDA	\$55		;RUTINA DE RETARDO
02C9 4A		DECA			;DE TOLERANCIA
02CA B755		STA	\$55		
02CC 4D		TSTA			
02CD 26D0		BNE	TRE1		
02CF CD0271		JSR	TRES		;LA SYNC. SE PERDIO
02D2 81		RTS			

```

;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
; INICIALIZACION DE CENTRAL
;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

```

```

02D3 A600   PROPRIN   LDA   #\$00   ;INICIALIZA LOS VALO-
02D5 B730   STA   \$30   ;RES QUE DIRAN SI ESTABA
02D7 B71F   STA   31   ;UTILIZADO EL TELEFONO
02D9 B720   STA   32   ;A LA HORA DE MONITOREAR

```

```

;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
; RUTINA DE MONITOREO DE CENTRAL
;@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

```

```

02DB A600   MONITA   LDA   #\$00   ;CHECA LA SE AL
02DD B704   STA   \$04   ;DEL C.I. 34012
02DF 4D     TSTA                ;SI ES CERO NO HAY
02E0 270F   BEQ   MONITB   ;LLAMADA O COLGARON
02E2 B430   AND   \$30
02E4 4D     TSTA
02E5 260A   BNE   MONITB
02E7 B640   ATENA   LDA   \$40   ;HABILITACION DE MUX
02E9 A440   AND   #\$40   ;INFORMACION GUARDADA
02EB 4D     TSTA                ;EN RAM DIR. 40
02EC 27F9   BEQ   ATENA
02EE CD036C JSR   LLAENTA
02F1 A600   MONITB   LDA   #\$00
02F3 B704   STA   \$04
02F5 4D     TSTA
02F6 270F   BEQ   MONITC
02F8 B430   AND   \$30
02FA 4D     TSTA
02FB 260A   BNE   MONITC
02FD B640   ATENB   LDA   \$40
02FF A440   AND   #\$40
0301 4D     TSTA
0302 27F9   BEQ   ATENB
0304 CD0375 JSR   LLAENTB
0307 A600   MONITC   LDA   #\$00
0309 B704   STA   \$04
030B 4D     TSTA
030C 27CD   BEQ   MONITA
030E B430   AND   \$30
0310 4D     TSTA
0311 26C8   BNE   MONITA
0313 B640   ATENC   LDA   \$40
0315 A440   AND   #\$40
0317 4D     TSTA
0318 27F9   BEQ   ATENC
031A CD037E JSR   LLAENTC

```

;LLAMADA SALIENTE MICRO CENTRAL A

031D A600	LLASALA	LDA	#\$00	;ENTRADA POR Pb5
031F B705		STA	\$05	
0321 A620		LDA	#\$20	;SALIDA POR Pc5 PARA
0323 B706		STA	\$06	;HABILITAR EL RELE
0325 CD033F		JSR	MONA	

;LLAMADA SALIENTE MICRO CENTRAL B

0328 A600	LLASALB	LDA	#\$00	;ENTRADA POR Pb4
032A B705		STA	\$05	
032C A610		LDA	#\$10	;SALIDA POR Pc4
032E B706		STA	\$06	;PARA EL RELE
0330 CD034E		JSR	MONB	

;LLAMADA SALIENTE MICRO CENTRAL C

0333 A600		LDA	#\$00	;ENTRADA POR Pb3
0335 B705		STA	\$05	
0337 A608		LDA	#\$08	;SALIDA POR Pc3
0339 B706		STA	\$06	;PARA EL RELE
033B CD035D		JSR	MONC	
033E 81		RTS		

;ooooooooooooooooooooooooooooo
;RUTINAS PARA MONITOREAR OTROS
;ooooooooooooooooooooooooooooo

033F A600	MONA	LDA	#\$00	
0341 B704		STA	\$04	
0343 4D		TSTA		
0344 2707		BEQ	FIN	
0346 B430		AND	\$30	
0348 4D		TSTA		
0349 2602		BNE	FIN	
034B 209A		BRA	ATENA	
034D 81	FIN	RTS		
034E A600	MONB	LDA	#\$00	
0350 B704		STA	\$04	
0352 4D		TSTA		
0353 2707		BEQ	FIN1	
0355 B431		AND	\$31	
0357 4D		TSTA		
0358 2602		BNE	FIN1	
035A 20A1		BRA	ATENB	
035C 81	FIN1	RTS		
035D A600	MONC	LDA	#\$00	
035F B704		STA	\$04	
0361 4D		TSTA		

0362	2707		BEQ	FIN2
0364	B432		AND	\$32
0366	4D		TSTA	
0367	2602		BNE	FIN2
0369	20A8		BRA	ATENC
036B	81	FIN2	RTS	

;LLAMADA ENTRANTE MICRO CENTRAL A

036C	A600	LLAENTA	LDA	#\$00	;SE RECIBE DATO EN
036E	B704		STA	\$04	;Pa1 DEL I.C. 34012
0370	A620		LDA	#\$20	;SALIDA POR X3
0372	B705		STA	\$05	
0374	81		RTS		

;LLAMADA ENTRANTE MICRO CENTRAL B

0375	A600	LLAENTB	LDA	#\$00	;SE RECIBE DATO EN
0377	B704		STA	\$04	;Pa2 DE I.C.
0379	A640		LDA	#\$40	;SALIDA POR PB6
037B	B705		STA	\$05	
037D	81		RTS		

;LLAMADA ENTRANTE MICRO CENTRAL C

037E	A600	LLAENTC	LDA	#\$00	;SE RECIBE DATO EN
0380	B704		STA	\$04	;Pa3 DE C.I.
0382	A680		LDA	#\$80	;SALIDA POR X5
0384	B705		STA	\$05	
0386	81		RTS		

-Symbol Table-

ALARMA	017B
ATENA	02E7
ATENB	02FD
ATENC	0313
ATENCIONA	0007
ATENCIONB	0008
ATENCIONC	0009
BANCO	0167
CUADER	011C
DOS1	0235
DOS2	024E
DOS3	0256
FIN	034D
FIN1	035C
FIN2	036B
INIACEN	000A
LAPIZ	0102
LIBRO	010D

LLAENTA	036C
LLAENTB	0375
LLAENTC	037E
LLASALA	031D
LLASALB	0328
LLASALMAA	0000
LLASALMAB	0001
LLASALMAC	0002
MESS	015C
MONA	033F
MONB	034E
MONC	035D
MONITA	02DB
MONITB	02F1
MONITC	0307
MONITORA	0004
MONITORB	0005
MONITORC	0006
PLUMA	0104
PROPRIN	02D3
RUTMONCEN	0003
RUTTIMER	0150
SILLA	0174
SYNCC	0200
TCR	000C
TDR	000B
TRE1	029F
TRES	0271
UN01	0204
UN02	021D
UN03	0221

CONCLUSIONES

Después del trabajo desarrollado, se siente satisfacción por haber alcanzado el objetivo propuesto al inicio, que era primordialmente satisfacer una necesidad real, en este caso enfocada hacia un problema específico de telefonía.

La forma innovadora, así como la simplicidad y versatilidad del sistema diseñado, ha sido producto de un conocimiento detallado del funcionamiento del sistema telefónico en México, lo cual aunado con la aplicación de los conceptos de ingeniería, han hecho posible la realización del presente proyecto.

El bajo costo y las ventajas que presenta el sistema desarrollado, lo hacen atractivo para ser comercializado, ya que la demanda de este tipo de productos en el campo de la telefonía es amplia.

Esperamos que los conocimientos plasmados en este trabajo, sean de utilidad para quienes estén interesados tanto en el uso de microcontroladores como elementos de control, así como con aspectos relacionados con telefonía.

BIBLIOGRAFIA

- AN INTRODUCTION TO INFORMATION AND COMMUNICATION THEORY
FRED HABER ADDISON WESLEY
- AN INTRODUCTION TO PCM SWITCHING
B.J REKIERE AUTOMATIC ELECTRIC JOURNAL
- AXE - 10 SYSTEM DESCRIPTION
M. EKLUND ERICSSON REVIEW 31 (1983)
- CCITT BLUE BOOK
PART 1 SECTION DIGITAL TRANSMISSION SYSTEMS
COMMUNICATION NETWORKS FOR COMPUTERS
W.P. DAVENPORT HAYDEN BOOK
- INFORMATION THEORY
J.F. YOUNG ED. BUTTERWORTHS
- INFORMATION THEORY
G. RAISBECK MIT PRESS
- INTRODUCCION A LA TEORIA DE LAS COMUNICACIONES
CORNELIO ROBLEDO SOSA ESIME IPN
- MODER DATA COMMUNICATION
W.P. DAVENPORT HAYDEN BOOK
- MODERN COMMUNICATION SYSTEMS
R.F.W. COATES THE MAC MILLAN PRESS
- PRINCIPLES OF PULSE CODE MODULATION
K.W. CATTERMOLE LLIFFE LONDON
- PCM TRANSMISSION
W. WIDL ERICSSON REVIEW 49
- PLANES FUNDAMENTALES TELMEX

TECHNIQUES OF PULSE CODE MODULATION IN COMMUNICATION NETWORKS

G.C. HARTLEY

CAMBRIDGE UNIVERSITY

TELECOMMUNICATION

BLOMQUIST

DEPTO. TRANSMISION TELMEX

TELECOMMUNICATION TRANSMISSION HANDBOOK

ROGER L. FREEMAN

ED. WILEY

TELECOMMUNICATIONS TELEPHONE NETWORKS 1, 2

CHARTWELL BRATT LTD.

ERICSSON

TELEFONIA ELEMENTAL

ESCUELA TECNOLOGICA DE TELMEX

THE MATHEMATICAL THEORY OF COMMUNICATION

C.E. SHANNON AND W. WAVER

ILLINI BOOKS

TRANSITION TO A DIGITAL NETWORK

INTERNATIONAL SWITCHING SYMPOSIUM, KYOTO, 1980

APPENDICES



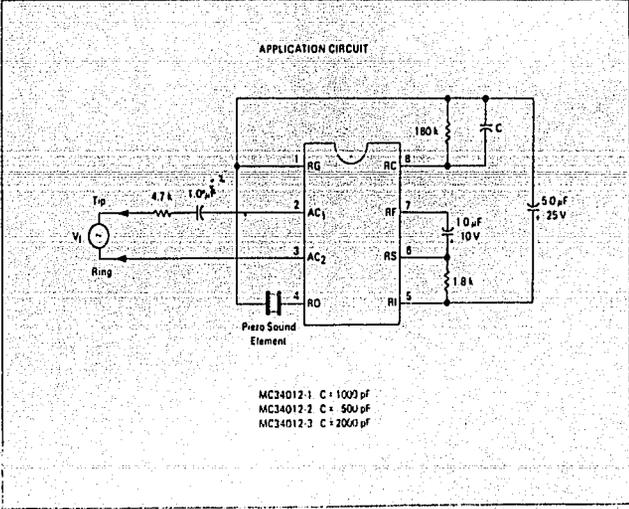
MC34012-1
MC34012-2
MC34012-3

Advance Information

- TELEPHONE TONE RINGER**
- Complete Telephone Bell Replacement Circuit with Minimum External Components
 - On-Chip Diode Bridge and Transient Protection
 - Direct Drive for Piezoelectric Transducers
 - Base Frequency Options — MC34012-1: 1.0 kHz
 MC34012-2: 2.0 kHz
 MC34012-3: 500 Hz
 - Input Impedance Signature Meets Bell and EIA Standards
 - Rejects Rotary Dial Transients

**TELEPHONE
 TONE RINGER**

BIPOLAR LINEAR/17L



	de Remanencia RC	Miniatura RA	Mini 6 RE	Para circuito impreso RU 110	Reed
Tapa protectora contra el polvo	Tapa protectora contra el polvo	Tapa protectora contra el polvo	Tapa protectora contra el polvo	Encapsulado en resina epoxídica	
Enchufable en soporte, para soldar, para soporte enchufable	Enchufable en soporte, para soldar	Enchufable en soporte, para soldar	Con terminales para conexión por soldadura. Trama modular de circuito impreso 25 ó 25,4 mm		
2 ó 3	4	6	1	1 ó 3	
Contactos de conmutación 250 V ~	Contactos de conmutación 110 V ~	Contactos de conmutación 80 V ~	Contacto de conmutación 250 V ~	Contactos de conmutación máx. 30 V ~	
10 A	3 A	2 A	8 A	máx. 3 A	
120 VA	200 VA, 80 W	120 VA, 80 W	120 VA	máx. 100 VA, 100 W	
AgCDO	Plata finamente placada de oro Ag	Plata finamente placada de oro Ag	AgCDO	Ox Met., Molibdeno, Rodio	
-	AgCDO, AuNi3, PdAg 80/20, PdAg 30/70	-	-	-	
24 ó 220 V ~ (12 ó 110 V ~)	6 ó 110 V ~ 6 ó 220 V ~	6 ó 80 V ~ 6 ó 90 V ~	6 ó 110 V ~	2 ó 48 V ~	
54 ó 4500 Ω	40 ó 31000 Ω 7,8 ó 10000 Ω	22 ó 3170 Ω	44,6 ó 12000 Ω	25 ó 12000 Ω	
0,8 ó 1,1xU _N (0,7 ó 1,1xU _N)	0,75 ó 1,1xU _N 0,8 ó 1,1xU _N	0,8 ó 1,1xU _N 0,85 ó 1,1xU _N	0,75 ó 1,2xU _N	0,80 ó 1,25xU _N	
-	0,9 W 1,65 VA	1,1 W 1,8 VA	0,8 W	0,12 ó 0,40 W	
40°C	70°C	70°C	45°C	80°C	
80°C	-	-	-	-	
3000 Por hora	3000 Por hora	3000 Por hora	1000 Por hora	15. 10 ⁶ Por hora	
6000 Por hora	6000 Por hora	5000 Por hora	40 Por hora	-	
30 ms. a partir del impulso manejador	8 ó 11 ms	8 ó 12 ms	5,5 ms	1 ms	
25 ms. a partir de la interrupción del impulso manejador	1 ó 6 ms	3 ó 8 ms	5,5 ms	0,6 ms	
2000 V	150 V	500 V	2000 V	1500 2000 V	
20. 10 ⁶ Operaciones de contacto	100. 10 ⁶ Operaciones de contacto	100. 10 ⁶ Operaciones de contacto	100. 10 ⁶ Operaciones de contacto	100. 10 ⁶ Operaciones de contacto	
Para circuito impreso, con base de enchufe normal (ejecución RN) como relé universal	Tipo de remanencia; para circuito impreso; con aislamiento reforzado para una tensión nominal de conexión de 220 V			Ejecución rebreda operación estable	

Relevador Tipo	de Potencia RM	Enchufable RL	Universal RL	Normalizado RD
Descripción				
Croquis Dimensiones en mm				
Ejecución	Tapa protectora contra el polvo con preja de fijación	Tapa protectora contra el polvo	descubierto	Tapa protectora contra el polvo
Tipo de conexión	Enchufable en soporte; para soldar; para soporte enchufable	Enchufable en soporte	Para soldar; para soporte enchufable	Enchufable en soporte; para soldar; para soporte enchufable
Contactos	2 o 3 Contactos de comunicación	1 o 3 Contactos de comunicación	1 o 3 Contactos de comunicación	1 o 3 Contactos de comunicación
Tensión máxima de conexión	380 V ~	250 V ~	250 V ~	250 V ~
Corriente máx de larga duración	15 A	10 A	10 A	10 A
Potencia nominal de conexión	5700 VA	2500 VA	2500 VA	2500 VA
Material de los contactos para tipo Standard	AgCdO	AgCdO	AgCdO	AgCdO
Material de los contactos para tipos especiales	-	Plata finamente plateada de oro AG, W, AuNi3, PdAg	Plata finamente plateada de oro AG, W, AuNi3, PdAg	Plata finamente plateada de oro AG, W, AuNi3, PdAg
Bobinas				
(Uy) Tensión nominal	6 a 110 V ~ 6 a 380 V ~	6 a 110 V ~ 6 a 220 V ~	6 a 110 V ~ 6 a 220 V ~	6 a 110 V ~ 6 a 220 V ~
Resistencia de la bobina	32 a 10000 Ω 32 a 18000 Ω	32 a 10000 Ω 5,3 a 8200 Ω	32 a 10000 Ω 5,3 a 8200 Ω	32 a 10000 Ω 5,3 a 8200 Ω
Límite de tensiones	0,75 a 1,1 x Uy 0,8 a 1,1 x Uy	0,75 a 1,1 x Uy 0,8 a 1,1 x Uy	0,75 a 1,1 x Uy 0,8 a 1,1 x Uy	0,75 a 1,1 x Uy 0,8 a 1,1 x Uy
Consumo	1,2 W 3,7 VA	1,2 W 2 VA	1,2 W 2 VA	1,2 W 2 VA
Temperatura Ambiente Máxima				
Standard con tapa resistente al calor	2 conl ~ 55°C 3 conl ~ 49°C	40°C 80°C	70°C (~)	40°C 60°C
Número de Contactos Cant máx de operaciones con carga nominal sin carga	3000 Por hora 6000 Por hora	3000 Por hora 6000 Por hora	3000 Por hora 6000 Por hora	3000 Por hora 6000 Por hora
Características especiales				
Tiempo de reacción	15 ms	10 ms	10 ms	10 ms
Tiempo de caída	13 ms	8 ms	8 ms	8 ms
Tensión de prueba	2500 V	2000 V	2000 V	2000 V
Vida mecánica	20 10 ⁶ Operaciones de contacto	20 10 ⁶ Operaciones de contacto	20 10 ⁶ Operaciones de contacto	20 10 ⁶ Operaciones de contacto
Ejecuciones especiales	Tipo al-anti, con foto indicador incorporado; con puntero de misión.	De alta sensibilidad (hasta 40 mW); para señales de estado fijo con contactos de cierre fijo; con puntero indicador incorporado.	Para señales de estado fijo; con contactos de cierre fijos; Borrado silencioso, para circuito impreso; Tipo para accionamiento	De alta sensibilidad (hasta 40 mW); para señales de estado fijo; con contactos de cierre fijo; con puntero indicador incorporado para circuito



MOTOROLA

SEMICONDUCTORS

3501 ED BLUESTEIN BLVD. AUSTIN, TEXAS 78721

MC68705R3

Advance Information

8-BIT EPROM MICROCOMPUTER UNIT WITH A/D

The MC68705R3 Microcomputer Unit (MCU) is an EPROM member of the M6805 Family of low-cost single-chip microcomputers. The user programmable EPROM allows program changes and lower volume applications in comparison to the factory mask programmable versions. The EPROM versions also reduce the development costs and turn-around time for prototype evaluation of the mask ROM versions. This 8-bit microcomputer contains a CPU, on-chip CLOCK, EPROM, bootstrap ROM, RAM, I/O, A/D Converter, and a TIMER.

Because of these features, the MC68705R3 offers the user an economical means of designing an M6805 Family MCU into his system, either as a prototype evaluation, as a low-volume production run, or a pilot production run.

A comparison table of the key features for several members of the M6805 Family is shown on the last page of this data sheet.

HARDWARE FEATURES:

- 8-Bit Architecture
- 112 bytes of RAM
- Memory Mapped I/O
- 3776 Bytes of User EPROM
- Internal 8-Bit Timer with 7-Bit Prescaler
 - Programmable Prescaler
 - Programmable Timer Input Modes
- 4 Vectored Interrupts — External (2), Timer (1), and Software (1)
- Zero-Cross Detection on INT Input
- 24 TTL/CMOS Compatible Bidirectional I/O Lines (8 Lines are LED Compatible)
- 2-to-8 Digital Input Lines
- A/D Converter
 - 8-Bit Conversion, Monotonic
 - 1-to-4 Multiplexed Analog Inputs
 - $\pm 1/2$ LSB Quantizing Error
 - $\pm 1/2$ LSB All Other Errors
 - ± 1 LSB Total Error (Max)
 - Ratiometric Conversion
- On-Chip Clock Generator
- Master Reset
- Complete Development System Support on EXORCiser®
- 5 V Single Supply
- Emulates the MC6805R2
- Bootstrap Program in ROM Simplifies EPROM Programming

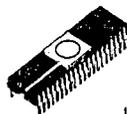
SOFTWARE

- Similar to M6800 Family
- Byte Efficient Instruction Set
- Easy to Program
- True Bit Manipulation
- Bit Test and Branch Instructions
- Versatile Interrupt Handling
- Versatile Index Registers
- Powerful Indexed Addressing for Tables
- Full Set of Conditional Branches
- Memory Usable as Registers/Flags
- Single Instruction Memory Examine/Change
- 10 Powerful Addressing Modes
- All Addressing Modes Apply to EPROM, RAM, and I/O

HMOS

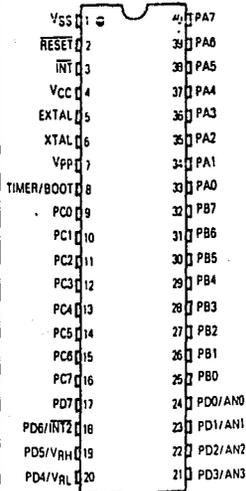
(HIGH-DENSITY, N-CHANNEL
DEPLETION LOAD,
8 V EPROM PROCESS)

8-BIT EPROM MICROCOMPUTER WITH A/D



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 715

FIGURE 1 — PIN ASSIGNMENTS



OPTICAL COUPLERS/ISOLATORS

Couplers are designed to provide isolation protection from high-voltage transients, surge voltage or low level noise that would otherwise damage the input or generate erroneous information. They allow interfacing systems of different logic levels, different grounds, etc., that would otherwise be incompatible. Motorola offers a variety of standard isolation voltages from transients protection of 500 to 5000 Volts minimum.

Motorola also offers a wide array of standard devices that have a wide range of specifications (including the first series of DIP transistors and darlington couplers to achieve JEDEC registration: transistors -- 4N25 thru 4N28, and Darlington's -- 4N29 thru 4N33).



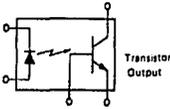
CASE 873 04



Actual Size

The Transistor Coupler is probably the most popular form of isolator since it offers moderate speed (approximately 300 kHz), sensitivity and economy. In addition, the collector-base junction can be used as a photo diode to achieve higher speeds. The output in the diode mode is lower, requiring amplification for more usable output levels.

For High Speed, Moderate Efficiency



Transistor Output

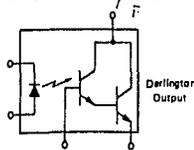
Device Type	Isolation Voltage Volts Min	DC Current Transfer Ratio % Min	V _{CE0} Volts Min	Collector Output Current I _C = 10 mA Typ mA
4N28	500	10	30	2.0
4N26	1500	20	30	3.5
4N27	1500	10	30	2.0
4N38	1500	20	80	3.5
4N37	1500	100	30	2.0
4N36	2500	100	30	2.0
4N25	2500	20	30	3.5
4N25A**	2500	20	30	3.5
4N38A**	2500	20	80	3.5
4N35	3500	100	30	2.0
MOC1005	5000	20	30	5.0
MOC1006	5000	10	30	3.0

*AC peak voltage -- one full sine wave 60 Hz.

**Underwriter Laboratory Recognition

The Darlington Transistor Coupler is used when high transfer ratios and increased output current capability are needed. The speed, approximately 30 kHz, is slower than the transistor type but the transfer ratio can be as much as twenty times as high as the single transistor type.

For High Efficiency, Moderate Speed



Darlington Output

Device Type	Isolation Voltage Volts Min	DC Current Transfer Ratio % Min	V _{CE0} Volts Min	Collector Output Current I _C = 10 mA Typ mA
4N30 (MOC1200)	1500	100		30
4N31	1500	50	30	10
4N33	1500	500	30	60
MOC119	1500	300	30	45
MOC8030	1500	300	80	45
MOC8050	1500	500	80	60
4N29	2500	100	30	30
4N29A**	2500	100	30	30
4N32	2500	500	30	80
4N32A**	2500	500	30	60

*AC peak voltage -- one full sine wave 60 Hz.

**Underwriter Laboratory Recognition.



**MC14051B
MC14052B
MC14053B**

CMOS MSI
LOW POWER COMPLEMENTARY MOS
**ANALOG MULTIPLEXERS/
DEMULTIPLEXERS**

ANALOG MULTIPLEXERS/DEMULTIPLEXERS
The MC14051B, MC14052B, and MC14053B analog multiplexers are digitally-controlled analog switches. The MC14051B effectively implements an SPDT solid state switch, the MC14052B a DP4T, and the MC14053B a Triple SPDT. All three devices feature low ON impedance and very low OFF leakage current. Control of analog signals up to the complete supply voltage range can be achieved.

- Diode Protection on All Inputs
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Analog Voltage Range (VDD - VEE) = 3 to 18 V
Note: VEE must be < VSS
- Linearized Transfer Characteristics
- Low-Noise - 12 nV/√Cycle, 1 - 1 kHz typical
- Pin-for-Pin Replacement for CD4051, CD4052, and CD4053
- For 4PDT Switch, See MC14551B
- For Lower RON, Use the HC4051, HC4052, or HC4053 High-Speed CMOS Devices

CASE 620 CERAMIC PACKAGE CASE 648 PLASTIC PACKAGE

ORDERING INFORMATION

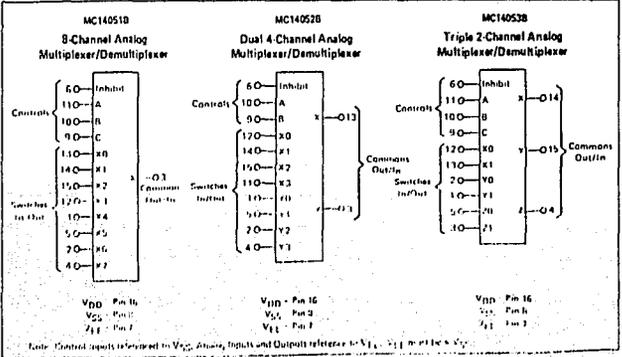
A Series: -55°C to +125°C
MC14052BCL (Ceramic Package)
MC14053BCL (Ceramic Package)

C Series: -40°C to +85°C
MC14052BCP (Plastic Package)
MC14053BCP (Plastic Package)

MAXIMUM RATINGS*

Symbol	Parameter	Value	Unit
VDD	DC Supply Voltage (Referenced to VEE, VSS, or VEE)	-0.5 to +18.0	V
Vin, Vout	Input or Output Voltage (DC or Transient) (Referenced to Vcc for Control Inputs and VEE for Switch I/O)	-0.5 to VDD + 0.5	V
Iin	Input Current (DC or Transient), per Control Pin	±10	mA
Isw	Switch Through Current	±25	mA
Pd	Power Dissipation, per Package†	500	mW
Tstg	Storage Temperature	-65 to +150	°C
Tl	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur
†Temperature Derating: Plastic "P" Package - 12mW/°C from 65°C to 85°C
Ceramic "L" Package - 12mW/°C from 100°C to 125°C



Note: Control inputs referenced to VDD, Analog Inputs and Outputs relative to VEE. VEE must be less than VSS.

GLOSARIO

En el cuerpo principal del glosario se presenta una lista, en orden alfabético, de los términos cuya definición se desea tratar. El término a definir se presenta en mayúsculas a la izquierda; enseguida se incluye la referencia, usando el código siguiente:

CCONNTEL - BCn = Subcomité n del CCONNTEL

IEC (m) = Vocabulario de la Comisión Electrotécnica Internacional, m-ésimo término.

CCITT (n) = Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico, Tomo n.

ATENUACION DIAFONICA (IEC 55-05-275): La razón, generalmente expresada en decibeles, de la potencia aparente en un punto de envío de un canal perturbado vía una trayectoria diafónica bajo condiciones específicas de determinación.

ATENUADOR (IEC 55-20-285): Red diseñada para insertarse en una línea, o en otras redes, para introducir una pérdida, sin introducir distorsión y normalmente sin introducir cambios en impedancia.

ATENUACION DE ADAPTACION TERMINAL (IEC 55-05-205): Valor de la atenuación de adaptación de la terminal de una línea telefónica interurbana cuando es terminada por circuitos en la red local que llegan hasta e incluyen al teléfono de usuario.

Cuantitativamente es igual a la razón $(Z_b + Z_a)/(Z_b - Z_a)$ expresada en decibeles o Nepers en donde Z_a y Z_b tendrán varios significados

como se aclara en las notas de la definición de "coeficiente de reflexión". Si la línea telefónica interurbana termina en un amplificador de dos hilos o una terminal de cuatro hilos, la atenuación de adaptación terminal será una atenuación de adaptación balanceada.

ATENUACION DE EQUILIBRADO (IEC 55-05-210): Valor de la atenuación de adaptación a la salida de un transformador diferencial (bobina híbrida) o en un terminal de 4 hilos. Es determinado por el grado en el que la impedancia de la red equilibrador simula a la de la línea o aparato. Si la impedancia de la línea adaptada es Z_a y la de la red es Z_b , la atenuación de equilibrado es cuantitativamente igual a $(Z_b + Z_a)/(Z_b - Z_a)$.

AUDIO FRECUENCIA (IEC 55-05-30): Frecuencia comprendida dentro de la gama audible del oído humano normal.

BANDA DE TRANSMISION (CCITT-2): Gama continua de frecuencias, comprendida entre dos límites definidos.

BANDA BASE (IEC 55-05-105): Banda de frecuencias sobre la cual se modula, o se recupera, la portadora en un sistema de enlaces radioeléctrico de gran ancho de banda, y que es ocupado por señales de televisión, telefonía multicanal, telegrafía o señales similares y cualquier piloto o señales asociadas.

BEL (IEC 55-05-120): Unidades de transmisión que expresan la razón de dos potencias. El numero de Bel es igual a logaritmo de base 10 de la razón de potencias. El decibel es igual a numero 1/10 de un Bel.

Nota: Si P1 y P2, representan dos valores de potencia, N el numero de Bel, n el numero de decibeles se tiene que:

$$N = \log_{10} (P1/P2)$$

$$n = 10 \log_{10} (P1/P2)$$

Cuando las condiciones son tales que las razones escalares de corriente o tensión (o cantidades análogas en otros campos) están dadas por las raíces cuadradas de las correspondientes razones de potencia, en numero de decibeles correspondientes pueden ser expresados con las formulas siguientes:

$$n = 20 \log_{10} (I1/I2)$$

$$n = 20 \log_{10} (V1/V2)$$

Donde I1/I2 y V1/V2 son las razones de corriente y tensión respectivamente.

BIPOLAR (CCITT 3): Que tiene dos polos, o polaridades o sentidos.

BOBINA DE INDUCCION (CCONNTEL- SC2): Es un transformador híbrido empleado para conectar la línea telefónica tanto al circuito del micrófono como al circuito receptor.

BORSCHT (CCITT 3): Un acrónimo para battery, overvoltage, ringing, supervision, hybrid y test (Batería, Sobrevoltaje, Timbrado, Supervisión, Híbrido y Prueba), a veces BORSCHT para incluir coding (codificado).

CARACTERISTICAS DE RETARDO DE GRUPO (IEC 55-05-240): Curva de variación de dB/dW para una trayectoria de transmisión sobre la gama de frecuencias de interés donde B es el defasamiento insertado (expresado en radianes) a una cierta frecuencia y W es la velocidad angular (expresada en radianes por segundo). Si dB/dW es constante en la banda de frecuencia requerida para una forma de onda particular, la envolvente de la forma de onda es transmitida sin distorsión y el tiempo de propagación en un punto característico de la envolvente, (por ejemplo, la cresta) es igual al retardo de grupo.

CANAL TELEFONICO (CCITT 3): Vía de comunicación que posee una banda específica de frecuencias asignada para la transmisión de voz y que puede ser utilizada para la transmisión de otros tipos de información.

CEPT: Conferencia de las Administraciones Postales y de las Telecomunicaciones Europeas.

CIRCUITO ANTI-EFECTO LOCAL (CCONNTEL-SC2): Es aquel destinado a reducir el efecto local.

CIRCUITO DE DECISION (CCITT 3): Circuito que decide el valor probable de un elemento de señal.

CODEC (CCITT 3): Conjunto construido por un codificador y un decodificador en un mismo equipo.

CODIGO BINARIO MIC (CCITT 3): Código de impulsos en el cual el valor cuantificado se identifica por medio de números binarios tomados en orden.

OBSERVACION.- Este termino no debe utilizarse con relación a la transmisión por línea.

CODIFICADOR (CCITT 3): Dispositivo para codificar muestras de señal.

CODIFICACION (CCITT 3): Generación de señales de carácter destinadas a representar muestras cuantificadas.

COEFICIENTE DE REFLEXION (IES 55-20-180): Razón compleja de la señal de corriente reflejada a la señal de corriente incidente en el punto de terminación.

NOTA 1: Para una línea homogénea, la condición de terminación sin reflexión es que la línea debe estar terminada en su impedancia característica. Si esta impedancia característica es Z_c y la impedancia terminal es Z_r , el coeficiente de reflexión es igual a:

$$Z_c - Z_r / Z_c + Z_r$$

NOTA 2: Para un aparato de impedancia Z_a terminado por una impedancia Z_b , el coeficiente de reflexión es igual a:

$$Z_b - Z_a / Z_b + Z_a$$

NOTA 3: Para un equilibrador (bobina híbrida) o terminal de 4 hilos, en las que la línea y el embobinado de equilibrio están determinados por las impedancias Z_a , Z_b respectivamente, el coeficiente de reflexión es igual a: $Z_b - Z_a / Z_b + Z_a$.

CODIGO DE LINEA (CCITT 3): Código elegido en función del medio de transmisión y que da la equivalencia entre un conjunto de dígitos generados en un equipo terminal u otro equipo de tratamiento y los impulsos elegidos para representar este conjunto de dígitos para su transmisión por la línea.

CONMUTACION DIGITAL (CCITT 3): Procedimiento consistente en establecer conexiones por medio de operaciones con señales digitales, sin convertir estas en señales analógicas.

CUANTIFICACION (CCITT 3): Proceso en el cual las muestras se clasifican en un número de intervalos adyacentes, estando cada intervalo representado por un valor único llamada valor cuantificado.

DECODIFICACION (CCITT 2): Proceso en el que a partir de una señal de carácter que representa una muestra, se genera esta muestra.

DECODIFICADOR (CCITT 2): Dispositivo que permite decodificar señales de carácter y generar la señal analógica correspondiente.

DEMULACION (IEC 55-05-340): Proceso por el cual se obtiene una onda de salida con las características de una onda o señal moduladora original.

DIAFONIA (IEC 55-05-265): La transferencia indeseable de energía de un circuito, llamada circuito perturbador, a otro circuito, llamado circuito perturbado.

DISTORSION (IEC 55-10-005): Deformación indeseable de una onda que ocurre entre dos puntos de un sistema o de un equipo de transmisión.

ECO (IEC 55-05-270): Onda eléctrica, acústica o electromagnética que llega a un punto dado después de una reflexión o propagación indirecta, con suficiente magnitud y retardo para ser perceptible en un punto dado, como una onda distinta de la transmitida directamente.

EFFECTO LOCAL (CCONNTEL - 8C2): Es la reproducción en el receptor telefónico de las señales transmitidas por el microteléfono del mismo teléfono.

ENLACE (IEC 55-15-045): Una trayectoria de comunicación de características determinadas entre dos puntos.

ENLACE DIGITAL (CCITT 3): Conjunto de los medios utilizados para transmitir, entre dos puntos designados una señal digital que tiene una velocidad binaria nominal especificada.

EQUIPO MULTIPLEX DIGITAL (CCITT 3): Equipo que permite combinar mediante multiplexaje por distribución en el tiempo, dos o mas señales digitales, en una sola señal digital y que realiza también la función inversa.

EQUIPO MULTIPLEX MIC (CCITT 3): Equipo que permite obtener, mediante una combinación de modulación por impulsos codificados y multiplexaje por distribución en el tiempo, una sola señal digital, de velocidad digital determinada, a partir de dos o mas canales analógicos y que realiza también la función inversa.

ESTABILIDAD (IEC 55-05-290): El valor máximo de ganancia, además de la ganancia de operación normal, que puede ser introducida en cualquier punto en forma igual y simultánea en las dos direcciones de transmisión sin producir silbido, o para un circuito adaptado con dispositivo anti-silbido, sin causar una modulación apreciable de la señal.

FILTRO (IEC 55-20-195): Transductor que transmite energía a frecuencias comprendidas dentro de una o mas bandas de frecuencia y atenúa la energía de las otras frecuencias.

FRECUENCIA TELEFONICA (IEC 55-05-035): Frecuencia de audio comprendida dentro de la banda de frecuencias efectivamente transmitidas por un canal telefónico dado, sin tomar en cuenta ningún cambio de frecuencia.

IMPEDANCIA CARACTERISTICA (IEC 55-20-155): Para una línea homogénea, es la impedancia con la cual se debe terminar un extremo de la red para que la impedancia presentada en el otro extremo tenga el mismo valor que la impedancia terminal.

INTERFERENCIA (IEC 55-10-100): Perturbación experimentada en la recepción de una señal deseada, causado por una perturbación electromagnética o señal indeseable.

INTERMODULACION (IEC 55-05-440): Fenómeno producido en un sistema no lineal cuando se aplican a una entrada dos o mas senales en frecuencias diferentes cuyo efecto es la aparición a la salida de señales parásitas con frecuencias iguales a la suma y a la diferencia de las frecuencias de las señales incidentes, incluyendo sus armónicas.

LEY DE CODIFICACION (CCITT 3): Ley que define los valores relativos de los altos cuantificados utilizados en la cuantificación.

LEY DE CODIFICACION POR SEGMENTOS (CCITT 3): Ley de codificación que permite obtener una aproximación a una ley de variación continua por medio de cierto numero de segmentos rectilíneos.

LINEA (CCITT 3): Es el par de conductores o su equivalente, destinado a la transmisión de energía eléctrica.

LINEA TELEFONICA (CCONTEL - SC2): Es el medio físico mediante el cual se une el teléfono con el conmutador.

MICROFONO (CCONTEL -SC2): Es un transductor electroacústico que transforma energía acústica en energía eléctrica.

MICROTELEFONO (CCONTEL - 8C2): Es el montaje rígido del receptor y micrófono dispuestos convenientemente para adaptarse al oído y a la boca simultáneamente.

MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS - MIC (CCITT 3): Proceso en el cual una señal se muestrea y las muestras se cuantifican y se convierten por codificación en una señal digital.

MUESTRA (CCITT 3): Valor de una característica particular de una señal en un instante dado.

MUESTREO (CCITT 3): Proceso consistente en tomar muestras, normalmente a intervalos de tiempo iguales.

NIVEL DE TRANSMISION (CCITT 3): Ganancia o pérdida relativa entre cualquier punto de un circuito telefónico y el punto del nivel de referencia.

PARADIAFONIA (IEC 55-10-110): Diafonía que se propaga en un canal perturbado. La terminal del canal perturbado en el que la paradiafonía este presente, esta normalmente cercana a, o coincide con, la terminal energizada del canal perturbado.

PAUSA INTERDIGITAL (CCONTEL - 8C2): Es el lapso entre dos trenes de pulsos consecutivos (en una misma marcación).

PERDIDA DE RETORNO (CCONTEL - 8C2): Es la perdida de potencia en un circuito por falta de acoplamiento en las impedancias. Se expresa en decibeles.

RED DE EQUILIBRADO (IEC 55-20-270): Red diseñada para simular la impedancia presentada por una linea u otra red. En telegrafía esto es conocido como balance dúplex.

RELOJ MAESTRO (CCITT 3): Reloj que genera señales de temporalización precisas destinadas al control de otros relojes de otros relojes y eventualmente de otros equipos.

RUIDO (CCONTEL - 8C3): Es cualquier señal indeseable que no forma parte de la información.

RUIDO DE CARACTER IMPULSIVO (IEC 55-10-070): Ruido caracterizado por la presencia de perturbaciones bruscas discretas.

SEÑAL DIGITAL (CCITT 3): Señal que debe presentar una característica discontinua en el tiempo y no tener mas que cierto conjunto de valores discretos.

SEÑALIZACION (CCITT 3): Intercambio de información eléctrica (a través de los diferentes medios comúnmente usados en telefonía), que conciernen especialmente al establecimiento y control de las comunicaciones y a la gestión en una red de telecomunicaciones.

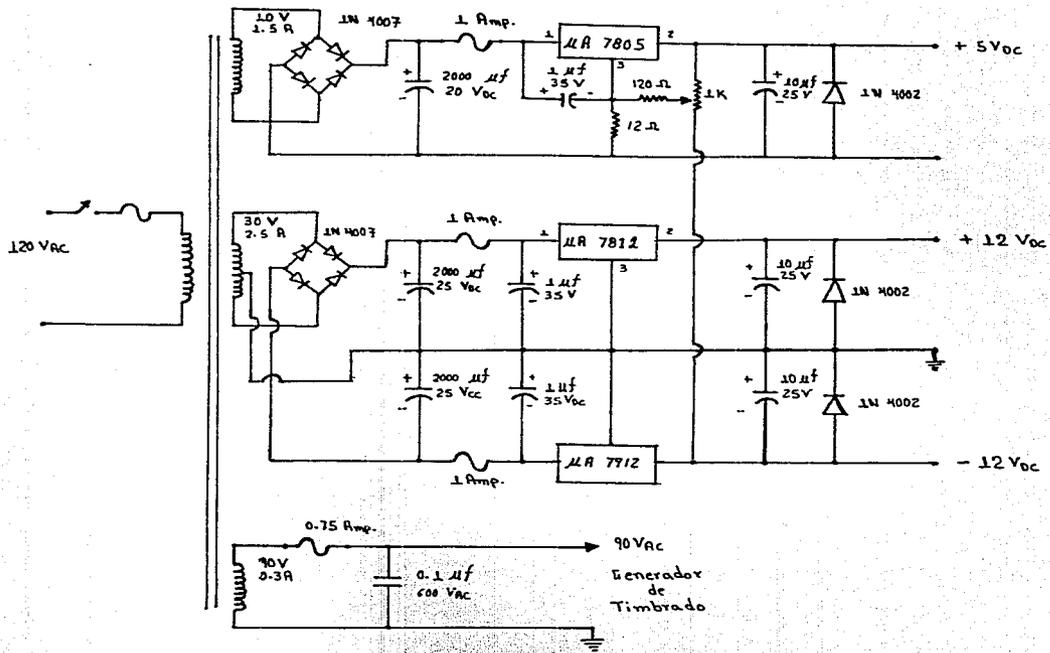
SEÑAL BIPOLAR (CCITT 3): Señal pseudoternaria, que representa dígitos binarios, en la cual las "marcas" sucesivas son normalmente de polaridad positiva y negativa alternativamente, pero de la misma amplitud y el "espacio" es de amplitud nula.

SINCRONIZACION (CCITT 3): Ajuste de los instantes significativos correspondientes de dos señales a fin de obtener entre estos instantes la relación de fase deseada.

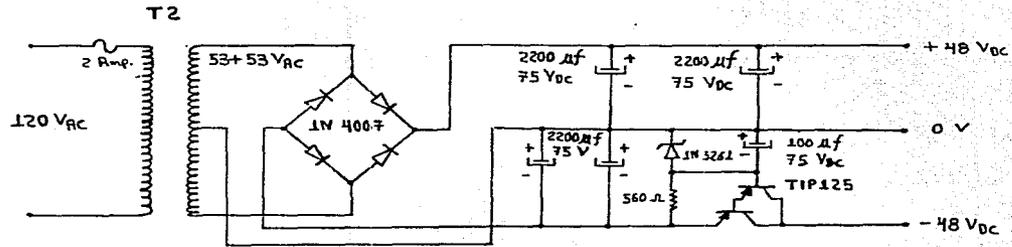
TELECOMUNICACIONES (IEC 55-05-005): Cualquier transmisión, emisión, recepción de signos, señales, escritos, imágenes y sonidos o inteligencia de cualquier naturaleza por alambre, radio, óptica y otros sistemas electromagnéticos.

TRANSFORMADOR DIFERENCIAL EQUILIBRADO (IEC 55-20-275): Transformador diferencia que tiene tres devanados y cuatro pares de terminales, construido de tal forma que si las impedancias conectadas a dos de los pares terminales, satisfacen ciertas condiciones, la aplicación de una tensión al tercer par de terminales, no produce diferencia de potencial alguna entre las terminales del cuarto par.

T1



Fuentes de Alimentación.



Fuente de Alimentación

TARJETA DE ABONADO

PAR FISICO

TARJETA DE CENTRAL

