

323817

2

2e)



UNIVERSIDAD ANAHUAC
DEL SUR

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA

**“ DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE UNA RED DE
TRANSMISION DE DATOS POR RADIO MULTI-
ACCESO Y MULTIPROTOCOLO ”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

HORACIO BACA CHAVEZ

DIRECTOR DE TESIS ING. MARIO ALBERTO SESMA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1993



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
I-. COMUNICACION DE DATOS.....	4
I.1-. ENLACE DE DATOS.....	4
I.2-. CONFIGURACION DE UN ENLACE DE DATOS.....	8
I.3-. CARACTERISTICAS DE OPERACION DE UN ENLACE DE DATOS..	14
I.4-. SEÑALES DIGITALES.....	17
I.5-. NIVELES ISO.....	20
I.6-. ENLACES DE INTERFAZ DIGITAL RS-232.....	23
I.7-. ENLACES DE PROTOCOLOS.....	30
CAPITULO II	
II-. RADIOCOMUNICACION.....	51
II.1-. NATURALEZA Y COMPORTAMIENTO DE LAS ONDAS DE RADIO..	51
II.2-. MODULACION Y ONDAS ELECTROMAGNETICAS.....	63
II.3-. CALCULO DE RADIOENLACES.....	70
II.4-. EQUIPOS Y ACCESORIOS UTILIZADOS EN RADIO.....	73
CAPITULO III	
III-. EL RADIO-MODEM.....	84
III.1-. DISEÑO DE SOFTWARE.....	84

III.2-. DISEÑO DE HARDWARE.....	90
III.3-. MULTITENLACE VIRTUAL.....	99
III.4-. CAPACIDAD DE RECUPERACION AUTOMATICA DEL SISTEMA..	101

CAPITULO IV

IV-. TEORIA DE OPERACION DEL PROTOCOLO DE LA RED (PROTOCOLO DE ACCESO MULTIPLE DE ELIMINACION DE COLISIONES).....	103
IV.1-. COMPARACION CON OTROS PROTOCOLOS.....	103
IV.2-. CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO.....	106
IV.3-. PAQUETES DE UNA RED PAMEC.....	107

CAPITULO V

V-. CONFIGURACION DE REDES.....	114
V.1 REQUERIMIENTOS DE UNA RED BDM.....	114
V.2 CONFIGURACIONES POSIBLES.....	116
V.3 CARACTERISTICAS DE EMULACION DE PROTOCOLOS.....	122
V.4 EMULACIONES MANEJADAS EN LA RED DEL USUARIO.....	123
CONCLUSIONES.....	124
BIBLIOGRAFIA.....	125

INTRODUCCION

Tradicionalmente todos los sistemas de comunicación de datos son sistemas basados en líneas telefónicas .

Un usuario con terminales remotas como cajeros automáticos (ATM's) , cajas registradoras electrónicas (ECR's) y dispositivos remotos para transmisión de datos , que conecta sus equipos a las líneas telefónicas, via un modem el cual convierte las informaciones digitales en análogas , compatibles para comunicarse a través de la línea de teléfono ; la línea de teléfono porta el mensaje de la terminal al sitio donde se encuentra el computador central donde otro modem convierte la señal análoga a digital, compatible con el computador.

Una o mas terminales en locaciones remotas pueden ser conectadas o enlazadas al computador por una línea telefónica , las terminales son conectadas a la línea usando un modem u otro equipo de comunicación de datos (ECD).

Cuando varios equipos de terminales de datos se van a enlazar a un computador , es necesario el uso de un protocolo de comunicación

de datos , el protocolo va a regir y especificar cuando se va a poder enviar información de una terminal a otra. Cada diferente implementación de un canal puede tener su propio protocolo.

En México el 90% de las comunicaciones de datos son atravez de líneas telefónicas, el otro 10% es atraves de radio , y son punto a punto.

Desde que se empezaron a transmitir datos por línea telefónica han existido problemas técnicos, así como de infraestructura y mantenimiento del sistema.

En los últimos años se introdujo el uso de las ondas de radio para transmisión de datos, como otra alternativa a la línea de teléfono , aunque también cuenta con varias limitaciones.

Hace algunos años ingresó a México un nuevo concepto en transmisión de datos por radio , una técnica que permite tener enlaces multipunto con un solo par de frecuencias , además permitiendo el uso de varios protocolos en la red , todo esto gracias a un protocolo propio para radio.

Debido a que esta red de datos puede soportar múltiples usuarios en un solo par de frecuencias, requiere de ingeniería y mantenimiento preciso para su diseño y funcionamiento.

El presente trabajo tiene como objetivo el describir todos los procedimientos a seguir cuando surge la necesidad de crear una red de transmisión de datos por radio, así como comprender las características de funcionamiento de cada uno de los elementos que la componen .

CAPITULO I

I.- COMUNICACION DE DATOS

I.1 ENLACE DE DATOS

El propósito básico de un enlace de datos, es el de permitir el intercambio de información entre los componentes de un sistema de proceso de datos. Cuando los componentes de un sistema de proceso de datos están separados por una distancia que hace prácticamente imposible el tener una conexión directa, tales componentes pueden interconectarse por una senda de comunicación de datos de portadora común (ver figura 1-1). Esta senda es a menudo una línea o una facilidad que ya está disponible para comunicaciones de voz.

Cuando se usan las facilidades de voz en un enlace de datos, la información binaria digital que es característica de las máquinas de proceso de datos debe ser convertida a una forma similar a la que se usa para transmitir el sonido: En la que dos adaptaciones son necesarias:

- 1.- Toda la información de datos y control es convertida a un flujo serial de dígitos binarios (ceros y unos). El equipo terminal de datos (ETD), hace esta adaptación (ver figura 1-2)

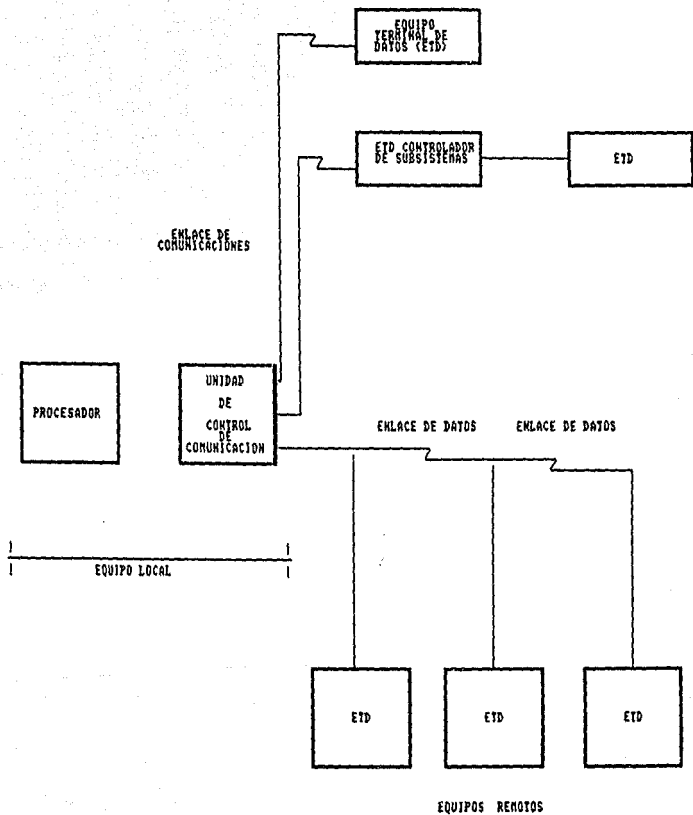


FIGURA 1-1 SISTEMA CON COMPONENTES REMOTOS

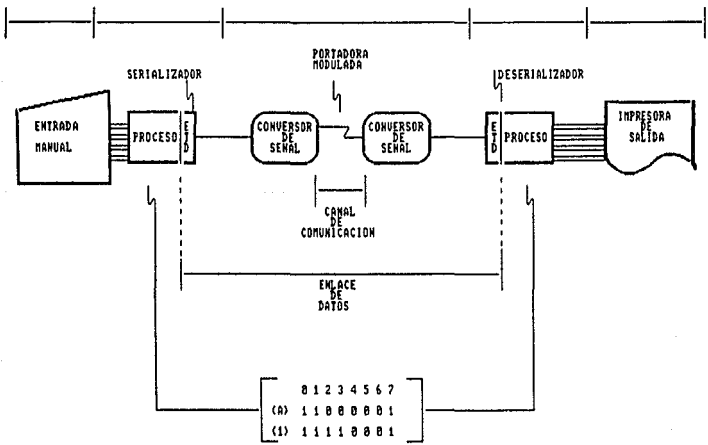
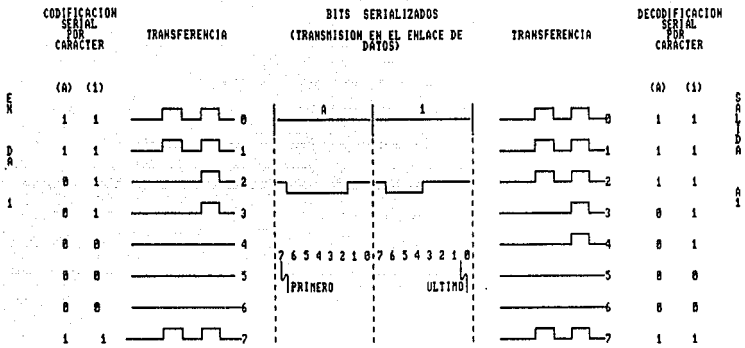


FIGURA 1-2 CONVERSION DE DATOS PARA TRANSFERENCIA EN EL ENLACE DE DATOS.

2.- Las señales binarias se hacen compatibles con el equipo de transmisión de grado voz por el equipo de comunicación de datos (ECD).

El equipo receptor invierte ambos procesos : la información binaria es recuperada de los tonos de señal recibidos por el ECD, y luego es deserializado (reagrupados) por el ETD. (ver figura 1-2).

La transferencia actual de datos , sin embargo , requiere de transferencia de datos (no información de usuario) para establecer , controlar , verificar y terminar el intercambio de información. Tales transmisiones son una parte del control del sistema, tales como controles de dispositivo de entrada/salida, no es considerada como control del enlace de datos .

Las siguientes actividades son consideradas como control del enlace de datos (ver figura 1-3).

- Sincronización; tener un sincronismo a nivel de mensaje, esto es cuando existe regularidad entre los paquetes de datos de un bloque.

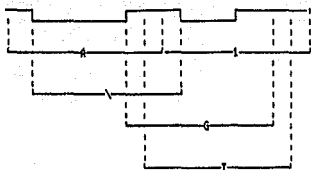
- Detección y recuperación de errores de transmisión.

- Control de transmisión y recepción ; usando una estación primaria para manejar cada enlace de datos, (las otras son estaciones secundarias).

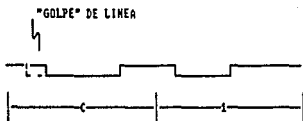
- Reporte de condiciones no aceptables en el enlace de datos.

1.2 CONFIGURACION DE UN ENLACE DE DATOS.

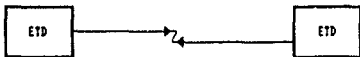
Un enlace de datos esta compuesto por un equipo de comunicación de datos y el canal de comunicaciones (ver figura 1-2 y 1-3). La combinación de ETD's y ECD's , y el canal determinan que es posible para realizar el enlace de datos. Un numero posible de configuraciones de comunicación, son posibles dependiendo de las capacidades del canal de comunicación.



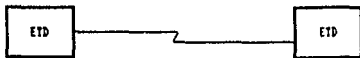
A.- LA SECUENCIA DE DIGITOS DE ESTA FIGURA PUEDE SER "11"
 "10", "01", O TAMBIEN "1"; LA SINCRONIA ES LA QUE HACE LA
 DIFERENCIA.



B.- EN ESTA FIGURA UN DIGITO BINARIO ES CAMBIADO POR UN ERROR
 DE TRANSMISION, EL RECEPTOR DEBE RECONOCER QUE HA OCURRIDO
 TAL ERROR, SI NO ES ASI CAMBIARAN LOS DATOS.



C.- CUANDO UNA ESTACION TRANSMITE, LA OTRA ESTACION DEBE DE
 RECIBIR; DE OTRA MANERA NO HABRA COMUNICACION, POR ESO ES
 IMPORTANTE EL CONTROL DE ENVIO O DE RECEPCION.



D.- CUANDO LOS DATOS SON DEMASIADO LARGOS PARA ALMACENAR EL
 MENSAJE DEBE EXISTIR UN CONTROL DE FLUJO.

FIGURA 1-3 CONSIDERACIONES DEL CONTROL DEL ENLACE DE DATOS

Hay dos configuraciones básicas para un canal de comunicación :
Punto a punto y multipunto (ver figura 1-4).

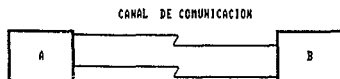
Una configuración punto a punto es un enlace de datos con dos estaciones. Una configuración multipunto es un enlace de datos con tres o mas estaciones.

Adicionalmente , una configuración punto a punto o multipunto puede operar en bidireccional alternado o bidireccional simultáneo . En la operación bidireccional alternado, las estaciones toman turnos para transmitir , uno a la vez. Esto es se alternan al hablar o escuchar. La operación bidireccional simultánea permite que dos estaciones transmitan y reciban al mismo tiempo.

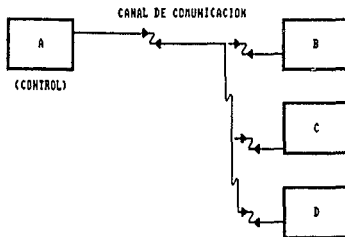
Un canal duplex puede ser usado como dos canales half duplex. Por ejemplo , en algunas configuraciones multipunto una estación puede transmitir a una estación mientras está recibiendo de otra estación.



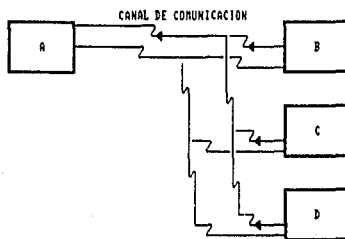
A.- PUNTO A PUNTO , HALF DUPLEX (DEDICADA)



B.- PUNTO A PUNTO , DUPLEX (DEDICADA)

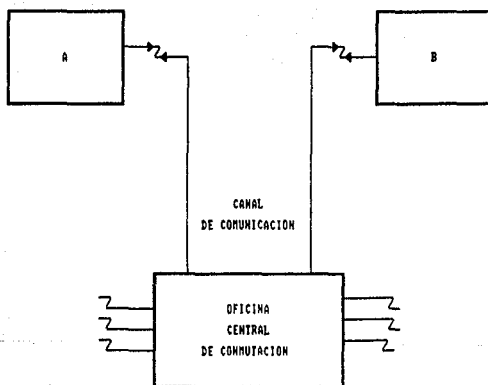


C.- MULTIPUNTO HALF DUPLEX (DEDICADA)



D.- MULTIPUNTO, DUPLEX (DEDICADA)

FIGURA 1-4 CONFIGURACIONES DE COMUNICACION



E.- CONMUTADA (PUNTO A PUNTO HALF DUPLEX)

FIGURA 1-4A CONFIGURACIONES DE COMUNICACION (PARTE 2 DE 2)

Adicionalmente , un canal half duplex punto a punto puede ser dedicado o conmutado. Un canal dedicado es aquel que está conectado permanentemente. Un canal conmutado , por otro lado , es una conexión temporal tal como cuando se hace una llamada telefónica.

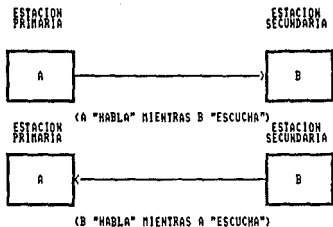
Resumiendo , hay cinco configuraciones básicas de enlace de datos:

- Half duplex , punto a punto , dedicada
- Duplex , punto a punto , dedicada.
- Half duplex , punto a punto conmutada.
- Half duplex , multipunto , dedicada.
- Duplex , multipunto , dedicada.

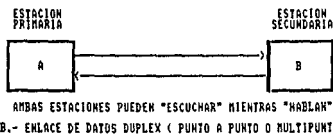
I.3 CARACTERISTICAS DE OPERACION DEL ENLACE DE DATOS.

La combinación del ETD , ECD , y de las capacidades del canal determinan las características de operación de un enlace de datos. Un cierto nivel de capacidad , se requiere para que un ETD opere en bidireccional alternado, será necesario un incremento en la capacidad. Si la estación va a ser primaria (controlando) en el enlace, se requiere una capacidad adicional (ver figuras 1-5A y 1-5B).

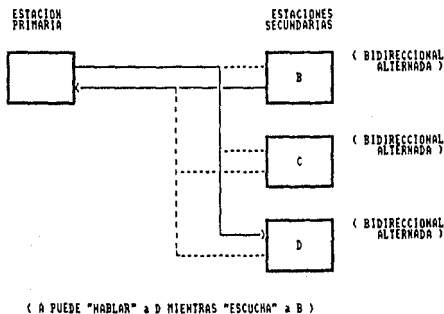
El ETD puede operar bidireccional alternado en un canal duplex. Por ejemplo , una estación primaria de control operando en bidireccional simultáneo en un canal duplex , puede transmitir a una estación mientras está recibiendo de otra . Esta es una operación duplex multipunto (ver figura 1-5C).



A.- ENLACE DE DATOS HALF DUPLEX (PUNTO A PUNTO , DEDICADA O CONMUTADA)

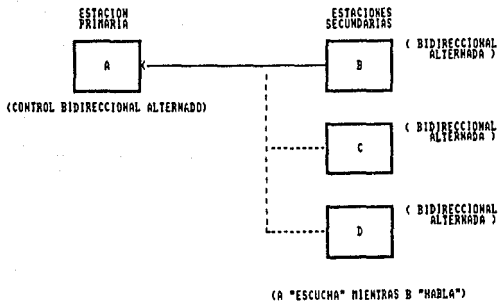
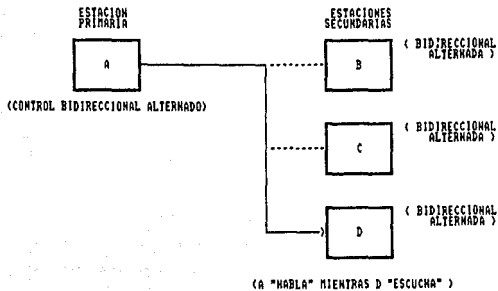


B.- ENLACE DE DATOS DUPLEX (PUNTO A PUNTO O MULTIPUNTO)



C.- ENLACE DE DATOS DUPLEX (DUPLEX MULTIPUNTO)

FIGURA 1-5 CONFIGURACIONES DEL ENLACE DE DATOS



D.- ENLACE DE DATOS HALF-DUPLEX MULTIPUNTO

CONTINUACION DE FIGURA 1-5 CONFIGURACIONES DEL ENLACE DE DATOS

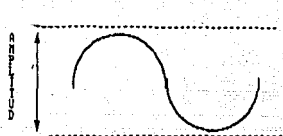
I.4 SEÑALES DIGITALES

Cuando los ETD emplean la línea telefónica para comunicarse entre sí, deben adaptar su señal a las características de un canal de este tipo pensado para trabajar analógicamente. Sin embargo, los ETD "hablan" un lenguaje digital. La onda digital parece que es continua, se repite a sí misma y tiene carácter periódico, pero es muy diferente en cuanto que es discreta; presenta cambios muy abruptos en su voltaje. Los microprocesadores usan símbolos digitales, porque los transistores semiconductores actúan como dispositivos discretos de dos estados. La onda analógica es diferente en cuanto a que no tiene cambios abruptos.

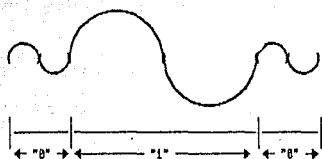
Conceptos y definiciones básicas:

Tipos de modulación de señal

Las gráficas de la figura 1-6 muestran las diferencias en la forma de modular una señal a efectos de que transporte información de naturaleza binaria.



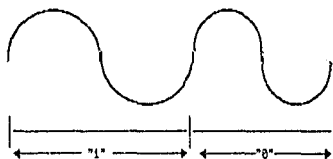
MODULACION DE AMPLITUD



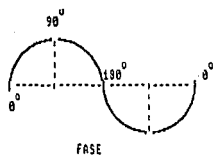
A.- "FSK" FREQUENCY SHIFT KEYING



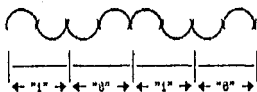
MODULACION EN FRECUENCIA



B.- "ASK" AMPLITUD SHIFT KEYING



MODULACION EN FASE



C.- "PSK" PHASE SHIFT KEYING

FIGURA 1-6 TRES FORMAS DE MODULACION DE SEÑAL

Baudio

Es la velocidad a la que cambia la señal en el canal y no tiene por qué coincidir con la velocidad a la que se transmite la información . Por ejemplo , una señal de 1800 Hertz que cambie 3600 veces por segundo . El valor 1800 describe la frecuencia "portadora" , y la cifra 3600 describe los baudios.

Ley de Shannon

Uno de los conceptos fundamentales en comunicaciones es la Ley de Shannon . Shannon demostró que existen límites a la capacidad de un canal de transmisión . Todo canal de comunicaciones tiene una capacidad limitada de transmisión de datos . Uno de los principales impedimentos es el ruido . (Existen muchos otros pero sobrepasan el carácter introductorio de este capítulo).

El ruido de una línea es propio de la línea de transmisión y no puede ser eliminado . El ruido está producido por el constante movimiento aleatorio de los elementos de un conductor y esto limita la capacidad de cualquier canal de transmisión . La potencia de cualquier conductor eléctrico es proporcional al ancho de banda (margen de frecuencias presentes en un canal), por lo que un aumento en el ancho de banda llevará un incremento en el ruido.

Los límites de la capacidad de un canal de transmisión están dados por la siguiente fórmula :

$$C = (BW (\log_2 (1+ s/n)$$

BW = ancho de banda

s/n = relación señal/ruido

c = capacidad máxima en bits por segundo

Si se examina la fórmula , resulta evidente que si aumenta el ancho de banda , la potencia de la señal o se disminuyen los niveles de ruido , se podrá transmitir a mayor velocidad . Sin embargo cambiar estos parámetros puede resultar económicamente prohibitivo.

I.5 NIVELES ISO (Organización Internacional de Normalización)

El Comité Consultivo internacional de telefonía y Telegrafía (CCIT) es miembro de la Unión Internacional de telecomunicaciones (ITU) . La UIT es un cuerpo especializado dentro de las Naciones Unidas.

La Organización Internacional de Normalización es un cuerpo voluntario . Esta integrado por los organismos normalizadores de los diferentes países miembros. En ISO intervienen principalmente

los comités de usuarios y los fabricantes , a diferencia del CCIT , en el que estan representadas mayoritariamente las compañías telefónicas.

La OSI creo un modelo de referencia que consta de siete niveles de conexión para una red de computadoras .

- Nivel fisico ; es el mas básico . Este enlace es la línea de comunicación que interconecta a dos equipos o una línea que une a un dispositivo con varios . En cualquier caso es la instalación de comunicación , en especial la que interconecta eléctricamente dos o más entidades físicas de una red. Sus funciones son activar mantener y desactivar un circuito fisico entre un ETD y un ECD . Para el nivel fisico se han publicado bastantes estandares.El que nos encargaremos de describir mas adelante sera el RS-232.

- Nivel de enlace ; esta es una conexión lógica o grupo de reglas de ruteo para trasladar datos entre un dispositivo y otros. La vía fisica puede ser constante durante la comunicación o puede variar dinámicamente dependiendo de la arquitectura. Es el responsable de la transferencia de datos por el canal . Proporciona a los datos la sincronización necesaria para delimitar el flujo de bits del nivel fisico . Asimismo garantiza la identidad de los bits , encargándose de que los datos lleguen

sin errores al ETD receptor . Se ocupa de controlar el flujo de datos para que el ETD no se desborde en ningún momento . Una de sus funciones más importantes consiste en detectar errores en la transmisión y en recuperar , por distintos mecanismos , los datos perdidos , duplicados o erróneos .

- Nivel de red ; define la interfaz entre el ETD de usuario y la red de conmutación de paquetes , además de la interfaz de un ETD con otro a través de la red . Especifica también las operaciones de encadenamiento por la red, y con un amplia variedad de funciones.

- Nivel de transporte ; Proporsiona la interfaz entre la red de comunicación de datos y los tres niveles superiores. Esta diseñado para mantener al usuario al margen de alguno de los aspectos físicos y funcionales de una red .

- Nivel de Sesión ; Funciona como interfaz del usuario con el nivel de transporte. Ofrece un mecanismo organizado de intercambio de datos entre usuarios.

- Nivel de presentación ; Determina la forma de presentación de los datos .

- Nivel de aplicación ; Se encarga de atender el proceso de aplicación del usuario final . Contiene elementos de servicio capaces de gestionar pprocesos de aplicacion, tales como gestion de trabajos e intercambio de datos financieros y comerciales.

I.6 ENLACES DE INTERFAZ DIGITAL RS-232

Una de las interconexiones (interfaz) más difundida para enlazar equipos en transmisión de datos se llama RS-232 . Consiste en la disposición de 25 circuitos de intercambio con una función en cada uno . Se implementa en un enchufe de 25 clavijas , de corte trapezoidal para evitar un mal acoplamiento.

En las especificaciones del interfaz RS-232 se describen cuatro funciones del mismo :

- Definición de las señales de control que atraviesan la interfaz.
- Movimiento de los datos del usuario a través del interfaz.
- Transmisión de las señales de tiempos necesarias para sincronizar el flujo de datos.
- Conformación de las características eléctricas concretas del interfaz.

RS-232 transmite los datos que lo atraviesan mediante cambios en los niveles de tensión . Un cero binario representa como un nivel de tensión comprendido entre +3 y +12 voltios , mientras que un uno binario se expresa como un nivel comprendido entre -3 y -12 voltios .

En la figura 1-7 se ilustran los circuitos del RS-232, que cuenta con 25 conexiones de líneas . No se utiliza la totalidad de los 25 canales. Para la conexión entre ETD Y ECD suelen bastar de cuatro a ocho señales .

Estas son las funciones de las 25 líneas :

- Línea 1 Masa de protección : El conductor esta conectado eléctricamente al chasis del equipo.
- Línea 2 Datos transmitidos : Señales de datos que se transmiten desde el ETD hasta el ECD.
- Línea 3 Datos recibidos : Señales de datos de usuario que se transmiten desde el ECD hasta el ETD.
- Línea 4 Petición de transmisión : (RTS-Request to send) Señal dirigida desde el ETD hasta el ECD. Este circuito notifica al ECD que el ETD dispone de datos para transmitir. La transmisión de esta

- línea desde el estado desconectado al estado conectado notifica al ECD que debe tomar las acciones necesarias para transmitir la transmisión.
- Línea 5 Permiso para transmitir : (CTS-Clear to send)
Señal procedente del ECD con la que se indica al ETD que ya puede transmitir sus datos .
- Línea 6 Equipo de datos preparado : (DSR-Data set ready)
Señal procedente del ECD con la que se indica la condición de que está en modo de transmisión de datos.
- Línea 7 Masa de señal : Masa común a todos los circuitos .
Establece la referencia del potencial de masa para todas las líneas.
- Línea 8 Detector de recepción de señal en línea : Señal procedente del ECD , con el que indica que éste ha detectado la señal portadora generada por un módem remoto . Se le conoce como detector de portadora.
- Línea 15 Reloj de transmisión : Temporización del elemento de señal del transmisor : Señales procedentes del ECD que proporcionan la temporización a las

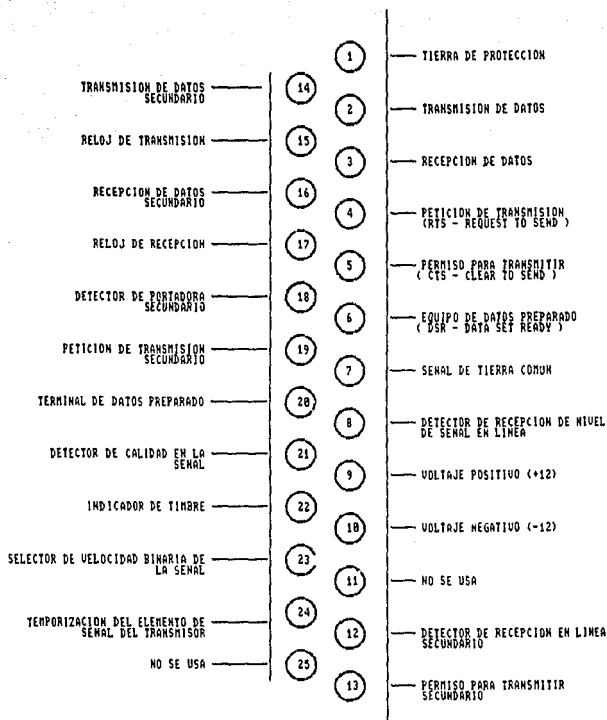


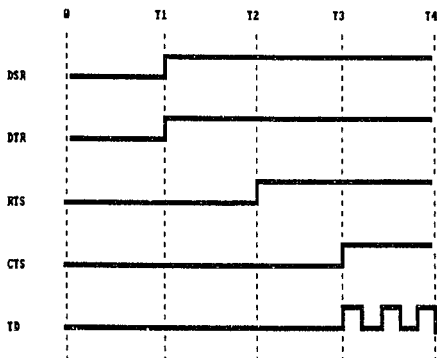
FIGURA 1-6 DESCRIPCION DE LAS FUNCIONES DE CADA CLAVIJA EN LA INTERCONEXION RS-232

señales de datos que estén siendo transmitidas hacia el ECD a través de la línea dos (Datos transmitidos) . El que genera esta señal es el ECD ; si es el ETD el que proporciona el sincronismo , el circuito empleado es la línea 24.

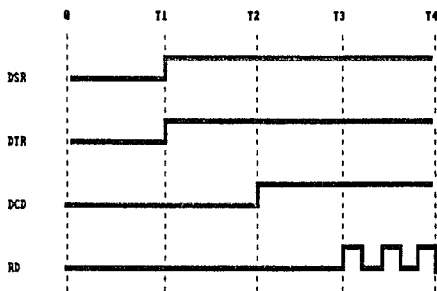
- Línea 17 Reloj de recepción : Temporización del elemento de señal del receptor. Señales procedentes del ECD que proporcionan al ETD la temporización necesaria para las señales de datos que estén siendo recibidas por la línea tres.
- Línea 20 Terminal de datos preparado : (DTR-Data terminal ready) . Señal procedente del ETD con la que indica que este se encuentra encendido y no se tienen indicios de mal funcionamiento.
- Línea 21 Detector de calidad de la señal : Señal procedente del ECD con la que se indica que la señal recibida tiene la calidad suficiente para suponer que no ha aparecido ningún error.
- Línea 22 Indicador de timbre : Señal procedente del ECD con la que se indica que se esta recibiendo una señal de timbre a través de un canal conmutado.

- Línea 23 Selector de velocidad binaria de la señal :
Señales procedentes del ETD y del ECD ,
respectivamente , que indican la velocidad de
señalización de los datos .
- Línea 24 Temporización del elemento de señal del
transmisor : Señales procedentes del ETD que
proporcionan la temporización a las señales de
datos que estén siendo transmitidas por la línea
dos hacia el ECD . El ETD se encarga de generar
esta señal ; si es el ECD el que genera el
sincronismo , el circuito utilizado es la línea
tres.

Usando RS-232 , algunos de los eventos mas importantes que
ocurren en la transmision de datos se ilustran en una aplicación
típica en la figura 1-8.



- A.- EVENTOS QUE SUCEDEN EN EL EXTREMO EMISOR DE DATOS
- AL ENERGIJAR EL DTE EMISOR, ESTE LEVANTA LA SENAL DTR .
 - AL ENERGIJAR EL DCE EMISOR, ESTE LEVANTA LA SENAL DSR .
 - EL DTE EMISOR LEVANTA LA SENAL RTS .
 - EL DCE EMISOR RECIBE LA SENAL RTS Y CONTESTA CON LA SENAL CTS .
 - EL DTE EMISOR RECIBE LA SENAL CTS Y TRANSMITE LOS DATOS .



- B.- EVENTOS QUE SUCEDEN EN EL EXTREMO RECEPTOR DE DATOS
- AL ENERGIJAR TANTO EL DTE COMO EL DCE ESTOS INICIAN LAS SENALES DTR Y DSR RESPECTIVAMENTE .
 - EL DTE RECEPTOR AL RECIBIR PORTADOR ENVIA LA SENAL DCD AL DTE RECEPTOR .
 - EL DTE RECEPTOR RECIBE LA SENAL DCD Y EMPIEZA A RECIBIR LOS DATOS .

FIGURA 1-8 EVENTOS MAS IMPORTANTES QUE SE LLEVAN A CABO EN LAS SENALES DE INTERFAZ RS-232C

I.7 ENLACES DE PROTOCOLO

Definición de protocolo

Se adoptará una definición para efectos de formalizar el concepto Un protocolo , es un juego de reglas y procedimientos que proporcionan una técnica uniforme para gobernar una línea de comunicaciones . Estas reglas y procedimientos proveen la administración , asignación y control de los recursos involucrados.

Códigos del lenguaje

Existen varias convenciones de codificación de datos , pero los mas utilizados son el EBCDIC apoyado por IBM (Decimal codificado binario) . Es un codigo de ocho bits.

El código ASCII (Instituto Americano de Normalización). Es un código de siete bits y se le agrega uno mas de paridad que mas adelante se explicará.

Todas las posibilidades son utilizadas , dividiéndose en :

- Caracteres de control
- Caracteres especiales
- Letras mayúsculas y minúsculas
- números

Características de los protocolos :

Formatos del mensaje

Dependiendo del protocolo que se trate , y del tipo de información que se desea transmitir , la disposición de los caracteres de control y datos se encuadra en secuencias de distinto aspecto.

Procedimiento de detección y corrección de errores

Existen distintas formas de detectar y corregir errores en la transmisión . La utilización de una u otra forma depende del código del lenguaje del protocolo y del nivel de seguridad buscado con relación a la aplicación.

Procedimiento de establecimiento de llamada

Esto es otro aspecto que varía para cada protocolo . En general hace referencia al procedimiento específico para lograr el "contacto" con el interlocutor deseado.

Procedimiento de conexión y desconexión de enlace

Al igual que el anterior depende del protocolo y en general especifica las reglas que deben utilizarse para lograr la finalización ordenada y controlada para una sesión de transmisión.

Procedimientos a seguir para la transferencia de datos

Se puede operar en los distintos modos de operación ; duplex o full-duplex , según el protocolo , aunque muchas veces un mismo protocolo puede trabajar en mas de un modo de operación.

Períodos de tiempo cumplido (TIME-OUT)

Luego de enviar un mensaje de invitación a transmitir ,el equipo cambia a modalidad de entrada para aceptar la respuesta desde el equipo tributario . Si este último por algún motivo no contestara el primer equipo quedaría esperando para siempre . Para evitar esta situación en el momento de enviar el mensaje de invitación se prende un reloj que cuenta un intervalo de tiempo predeterminado . De esta manera el equipo que mando primero el mensaje toma el control de dos formas :

- 1.- Porque llega una respuesta que lo activa.
- 2.- Porque lo activa el reloj , porque se vence el tiempo de espera.

Modalidad de transmisión

La modalidad de transmisión denota la existencia o no de una irregularidad o intervalo no constante entre dos eventos cosecutivos que ocurren en una línea.

Detección y corrección de errores de transmisión

Muchas pueden ser las causas que alteren la transmisión a través de un medio de comunicaciones. Hay varias formas de detectar o corregir los errores ocurridos en una transmisión. Existen dos formas principales :

- 1.- Requerimiento automático de repetición : ARQ (Automatic Request for repeat).
- 2.- Corrección de errores hacia adelante : FEC (Forward error correction).

Métodos de requerimiento de error automática (ARQ)

En este método se separa la detección de la corrección :

	Chequeo de paridad vertical : VRC
Detección	Chequeo de paridad bidimensional : VRC/LRC
	Chequeo polinomial o cíclico : CRC
	" Pare y espere " (Stop and wait ARQ)
Corrección	" Continuo " (Continuous ARQ)

Métodos de detección por paridad

La mayoría de las técnicas de detección de error en las secuencias de bits transmitidas , hacen uso del agregado de bits de control.

Chequeo de paridad vertical (VRC)

Es un método simple aplicable a nivel de byte. Su uso esta directamente relacionado con el código ASCII , utiliza los valores binarios obtenidos con 7 bits para representar los datos. El máximo valor binario representable es 7F (hex.) = 127 (dec.) , por lo tanto se tienen 128 posibilidades distintas (de 0 a 127) Si definimos un carácter igual a un byte , podemos disponer de un bit para control . Se puede definir la paridad de un carácter de dos formas :

- Paridad " par " , cuando el número total de bits en " 1 " en el byte es par.
- Paridad " impar " , cuando el número total de bits en " 1 " es impar.

En el momento de la transmisión , el extremo emisor calcula el bit de paridad y lo adosa a los datos . El receptor calcula la paridad y la compara con el criterio utilizado.

Es evidente que el método no asegura que no hayan ocurrido errores. Basta que cambien su valor dos bits simultáneamente para que la paridad sea correcta pero el dato no. VRC disminuye la probabilidad de que el dato sea erróneo.

Chequeo de paridad longitudinal (LRC)

Si en lugar de considerar siete bits como el dato a transmitir en el momento de calcular la paridad , concideramos un conjunto de caracteres (bloque) con sus bits de VRC y sobre eso calculamos la paridad , estaremos usando LRC.

Tomando el i -ésimo bit de cada byte y calculando a partir de ellos el bit de paridad resultante (según el criterio definido) obtendremos el i -esimo bit del " BCC " (Block check character) para i variando entre 1 y 8 . Cuando se usa LRC se agrega un carácter al final del mensaje que contiene todos los bits de paridad calculados como se dijo anteriormente . Este byte adicional se llama BCC .

Chequeo bidimensional

El uso combinado de los métodos longitudinal y vertical se

conoce como chequeo bidimensional . Parte de los errores no filtrados por el vertical , pueden detectarse con esta técnica combinada .

Método polinomial o de redundancia ciclica (CRC)

El método de redundancia ciclica (cyclic redundancy check) es otra técnica muy usada para detección de errores . Trabaja a nivel de mensaje , agregando varios caracteres de control al final siendo lo más común 2 ó 4 bytes de control.

Se divide la secuencia de bits a enviar , por un número binario predeterminado , el resto de la división se adiciona al mensaje como secuencia de control.

	Cociente
Divisor	Dividendo
	Resto

Divisor = Polinomio predeterminado.

Dividendo = Número binario formado por los bits de dato del mensaje.

Cociente = no interesa.

Resto = secuencia de control.

Por una regla aritmética simple , si el divisor es un número de

16 bits , podremos tener la certeza de que el resto siempre podrá almacenarse en dos bytes , de donde , agregando dos caracteres a nuestro mensaje , tendremos el método implementado. El extremo receptor utiliza el mismo cálculo que el emisor y compara el resultado obtenido con la secuencia de control recibida . Si no coinciden , equivale a una indicación de error.

Métodos de corrección de repetición automática (ARQ)

Existen dos formas de corrección : Pare y espere , y continuo

Pare y espere

Esta es una forma muy conocida de recuperar los datos luego de error . Consiste en :

- 1.- Transmitir un mensaje.
- 2.- Detenerse.
- 3.- Esperar una respuesta. (reconocimiento positivo o negativo.
- 4.- Accionar según la respuesta:
 - Retransmitir (negativo).
 - Continuar con el siguiente mensaje (positivo).

Existen caracteres de control en el código ASCII para tales efectos : ACK , NACK , EOT , ETC. El número de retransmisiones normalmente es un parámetro programable en los adaptadores de comunicaciones o en el software central.

Continuo

Este es otro método de corrección por retransmisión . Se utiliza con modalidad Full Duplex de transmisión :

- Variante " retroceda dos " (go back 2) : Se envía una respuesta de reconocimiento por cada dos mensajes transmitidos , es decir , mientras se está enviando una , se esta reconociendo por la otra vía , el anterior con el consiguiente ahorro de tiempo.

- Variante " retroceda n " : Es el método usado en los protocolos orientados al bit , tipo HDLC. Se establece a priori un módulo que establece cada cuántos mensajes transmitidos se va a enviar una respuesta de reconocimiento positivo . En caso de un error en los datos recibidos (detectado generalmente usando CRC) se pide que se retransmita la frecuencia a partir del mensaje x retrocediendo $n = m - x$, con $m = \text{módulo}$.

- Repetición selectiva : Esta es otra forma de corrección por retransmisión en la cual en vez de solicitar la repetición parcial o total de una secuencia de mensajes , se pide la retransmisión de uno en particular " seleccionandolo" por su número correlativo , dentro de la secuencia recibida.

Transmisión Asíncrona

Llamamos de esta forma , a aquél caso donde no existe sincronismo a nivel de carácter. El tiempo transcurrido entre dos caracteres consecutivos no es constante ni determinable . Depende de sucesos incontrolables tales como el de constituir la digitación consecutiva de dos teclas por un operador . (figura 1-9)

Sin embargo , el tiempo asignado a un bit es siempre el mismo y por lo tanto , también son iguales los intervalos I_1 , I_2 , I_3 . Para " sincronizar " el byte se utilizan dos bits de control , se les llama bits de " start " y " stop " y por este motivo a esta modalidad de transmisión se le llama " start/stop " .

El bit de start indica al circuito receptor que a continuación vienen datos . El bit de stop indica la terminación de los datos.

Transmisión Sincrona

Se le llama transmisión sincrona al caso cuando existe sincronismo a nivel de mensaje , esto es , cuando existe regularidad entre los caracteres de un bloque. (figura 1-9)

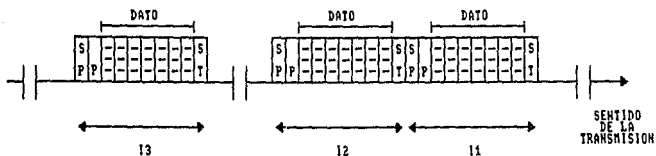
Las principales características de la transmisión sincrona son :

- Los datos se almacenan temporalmente en un registro (buffer) antes de su transmisión . Cuando todo el bloque (mensaje) está listo se intenta su envío.
- Por lo tanto los datos se transfieren en bloques y no caracter a caracter.
- Los pulsos de sincronización del modem regulan el espacio de los bits.
- Existe un esquema uniforme y definido para la transmisión de los bits del mensaje.
- Usualmente la transmisión de datos sincrona permite mayores velocidades que la asincrona.

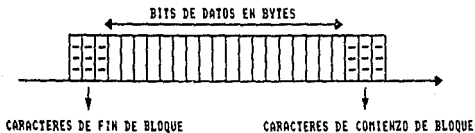
Tipos de protocolos

Los protocolos se dividen en dos clases :

- Orientados al caracter
- Orientados al bit



A.- TRANSMISION ASINCRONA CON CODIGO ASCII.



B.- TRANSMISION SINCRONA

FIGURA 1-9 TRANSMISION ASINCRONA Y SINCRONA

Los protocolos orientados al caracter son aquellos en que la mínima unidad es el caracter , esto es que la información es transmitida por caracteres .

TTY

Fue y es un protocolo de amplia difusión . Sus elementos característicos son :

- Orientado a caracter
- Asincronismo a nivel de mensaje y sincronismo a nivel de caracter mediante el uso de bits start/stop.
- Código ASCII
- Velocidad Hasta 19200 bps.
- Transmisión bidireccional alternada o simultánea.
- Solo conexión punto a punto.
- Control de paridad por carácter (VRC) , como método de detección de errores .

ISO Asíncrono

Es una especie de extensión del TTY a la conexión multipunto , ya que se apoya en algunos elementos comunes . Sus características principales son :

- Orientada al caracter.
- Emplea código ASCII.

- Velocidad 9600 bps
sincrona a nivel de mensaje , sincrona a nivel de byte con bits de start/stop.
- Admite la conexión multipunto con y sin elementos intermediarios.
- Filosofía de comunicación basada en sondeo.
- Transmisión bidireccional simultánea y alternada.
- Detección de errores mediante paridad vertical y longitudinal.
- Responder con Nack en las siguientes condiciones :
 - A- Errores de paridad longitudinal.
 - B- Saturación de capacidad de las memorias intermedias (buffers) cuando el texto enviado es mas largo que el valor máximo definido durante la generación del sistema operativo que contiene a este método.
 - C- Error de paridad vertical.
- Control de entrega de mensajes (Mediante ACK y NAK).
- Tiene cuatro modos de operación :
 - 1- Modo ocioso (por ejemplo , luego de encendido de la maquina queda "ocioso" espera por un EOT (fin de transmisión) y cuando lo recibe pasa a control volviendo a ocioso , despues de enviar un ACK al sistema central o un EOT).

2- Modo control (para analizar las direcciones dentro del mensaje).

3- Modo de salida (despues de recibir el sondeo).

4- Modo de entrada (despues de recibir un " select " o petición de transmisión hacia el).

A continuación se da el significado de caracteres de control para código ASCII.

ACK - Reconocimiento positivo (paridad correcta , listo para recibir mensaje).

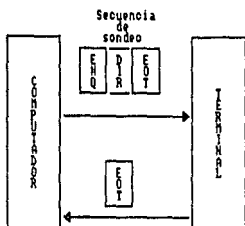
NACK - Reconocimiento negativo (paridad incorrecta no listo para recibir).

EOT - Fin de la transmisión (fin de secuencia de transmisión , desconexión).

ENQ - Inquiere (Usado despues de la expiración despues de un periodo de tiempo , para efectos de requerir la respuesta adecuada).

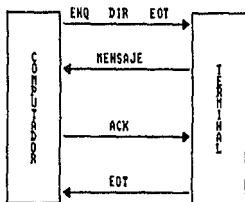
La forma de transmisión en multipunto llamada " sondeo " , toma el nombre sondeo/selección (Poll/Select) cuando se hace una referencia más completa al procedimiento de entrada y salida de datos de una unidad central de proceso . En la figura 1-10 se desarrollan algunas secuencias de comunicaciones según la situación existente.

Interrogacion con respuesta sin mensaje



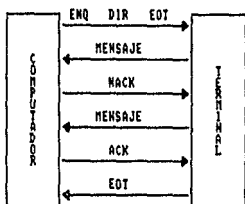
La UCP invita pero la terminal no tiene datos para enviar

INTERROGACION CON MENSAJE DE RESPUESTA Y RECONOCIMIENTO POSITIVO



La UCP invita y la terminal transmite un mensaje que es bien recibido en la central.

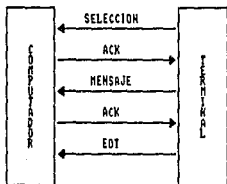
INTERROGACION , RESPUESTA MAL RECIBIDA , RETRANSMISION



La UCP invita y la terminal responde , pero llega con paridad invalidada lo que provoca una retransmision.

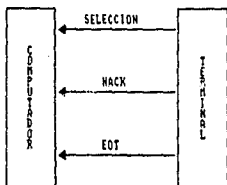
FIGURA 1-10

DIRECCIONAMIENTO Y TRANSMISION BIEN RECIBIDA



La UCP envia un mensaje previa seleccion de la terminal de destino.

DIRECCIONAMIENTO FALLIDO



La UCP selecciona una terminal y esta responde que no esta lista para recibir

figura 1-18(continuacion)

BSC

Es el protocolo de comunicaciones síncronas más usado hasta hace poco , aunque este protocolo fue desarrollado por IBM muchos han sido los proveedores que lo han adoptado. Es una modalidad de transmisión orientada al carácter , en donde cada bloque enviado debe comenzar con dos bytes de sincronización . Por lo general los caracteres van encerrados entre uno o mas caracteres de relleno (PAD) , para efectos de proveer a los adaptadores de comunicaciones en los extremos de la transmisión , del tiempo necesario para reaccionar a los caracteres de sincronización y estabilizar la línea.

En BSC cada mensaje debe ser reconocido individualmente . Esta forma de control da seguridad.

En la figura 1-11 se puede ver un ejemplo de mensaje en BSC.

Disciplinas orientadas al bit

Los protocolos orientados a bit , son la clase moderna de protocolo . La información es transmitida en series de bits y están organizadas en un formato específico llamado trama (figura 1-12). Este formato posibilita determinar donde inicia y donde termina la transmisión .

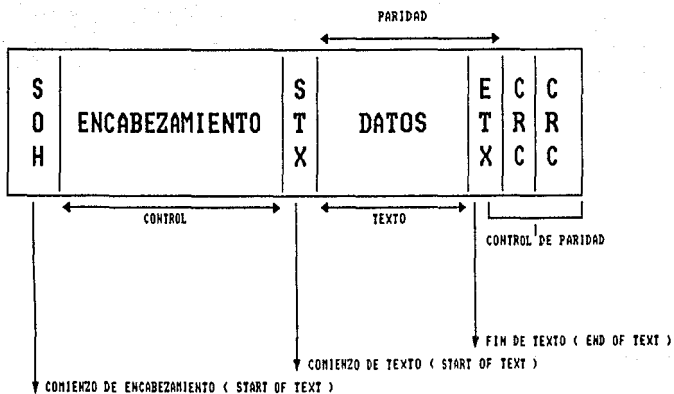


FIGURA 1-11 EJEMPLO DE MENSAJE EN BSC

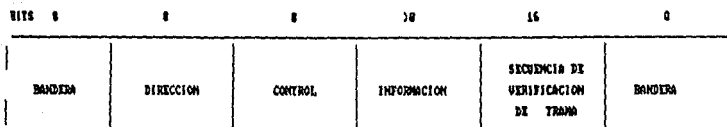


FIGURA 1-12 ESTRUCTURA DE UNA TRAMA DE PROTOCOLO ORIENTADO A CARACTER

formato de la trama

- Una bandera de inicio , que indica el inicio de la trama .
- Un campo de dirección que identifica la estación que esta enviando la trama.
- Un campo de control que especifica el propósito de esa trama en particular.
- Un campo de información opcional que contiene datos de información.
- Una verificación de secuencia de trama , que posibilita a la estación secundaria la verificación de la precisión de la transmisión de la trama.
- Una bandera de terminación que indica la terminación de la trama.

Cada uno de estos campos contiene 8 bits o múltiplos de 8 bits.

CAPITULO II

II.- RADIOCOMUNICACION

II.1 Naturaleza y comportamiento de las ondas de radio

En el siglo XIX fue la consolidación del electromagnetismo, gracias a la obra de muchos hombres de ciencia . El hombre que llevo a complementar los trabajos y efectuar la síntesis del electromagnetismo fue James Clerk Maxwell quien infirió que la luz es un fenómeno electromagnético y sentó la base para el desarrollo de las comunicaciones eléctricas (radio , televisión , microondas , etc.).

Faraday descubrió el fenómeno de la inducción electromagnética, o sea que un campo magnético variable produce una corriente en un circuito . Pero , se preguntó Maxwell , ¿ que pasa si no hay circuito ? Recordando que las cargas eléctricas se mueven debido a la acción de un campo eléctrico , Maxwell concluyó :

Un campo magnético variable induce un campo eléctrico.

Si un conductor se coloca en este campo , se establece una corriente . Así extendió Maxwell la ley de inducción de Faraday . Maxwell creía como Faraday , que había una simetría entre fenómenos magnéticos que inducen fenómenos eléctricos y entre fenómenos eléctricos que inducen fenómenos magnéticos. Esto lo hizo pensar que un campo eléctrico variable induce un campo magnético .

Pero además , como hablan descubierto Orested y Ampere , una corriente genera un campo magnético . En consecuencia:

Un campo eléctrico variable o una corriente eléctrica inducen un campo magnetico.

A estas dos leyes si se le agrega la ley de Gauss y su análoga para el magnetismo :

El flujo eléctrico que atravieza una superficie cerrada es proporcional a la carga neta que encierra.

El flujo magnético que atravieza una superficie cerrada es siempre cero.

A estas cuatro leyes se les llama las leyes de Maxwell , debido a que hizo ver que son las básicas para una descripción completa del electromagnetismo.

campo electromagnético

La simetria entre fenómenos eléctricos y fenómenos magnéticos constituyo la base de una revolución tecnológica en las comunicaciones .

Si se hace oscilar una carga eléctrica se genmera un campo eléctrico variable ; éste induce un campo magnético variable que,

a su vez, induce un campo eléctrico variable , el cual , a su vez induce un campo magnético variable , y así sucesivamente.

Esta combinación de campos variables eléctrico y magnético que se generan debido al movimiento oscilatorio de las cargas eléctricas , fue designado por el propio Maxwell como campo electromagnético.

Las componentes eléctrica y magnética de este campo tienen formas de onda y, además, se propagan en todas direcciones a partir de la carga que las genera; por eso se habla de radiación electromagnética o bien de ondas electromagnéticas .

Y esto, ¿ que tiene que ver con las comunicaciones, ?

En una antena emisora hay cargas eléctricas en movimiento, las cuales generan ondas electromagnéticas en el espacio, estas ondas al actuar sobre las cargas en una antena receptora las pondrán en movimiento ; es decir , generaran una corriente electrica en la antena receptora . Esta corriente despues de un proceso electronica en el radio-receptor , se convierte en sonido .

Radiación electromagnética

Al aplicársele potencia eléctrica a un circuito, se desarrolla un sistema de voltajes y corrientes en él, cuyas relaciones son gobernadas por las propiedades presentadas por el propio circuito, de esta manera el voltaje puede ser elevado o puede existir un defasamiento entre las formas de onda de voltajes y corrientes dependiendo del comportamiento de la impedancia presentada por el circuito. De una manera similar, cualquier potencia que escapa hacia el espacio libre, se encuentra gobernada por las características del espacio libre. Si esta potencia escapa con un propósito determinado, se dice que ha sido radiada y entonces se propaga en el espacio en la forma conocida como onda electromagnética.

El término espacio libre se refiere al medio ideal que no presenta interferencia con la radiación y propagación de las ondas electromagnéticas. Por lo tanto no presenta campos gravitacionales o magnéticos, ni cuerpos sólidos o partículas ionizadas. Como se mencionó anteriormente, un medio como el anterior no existe en la realidad, sin embargo es utilizado ya que simplifica enormemente los cálculos relacionados con la

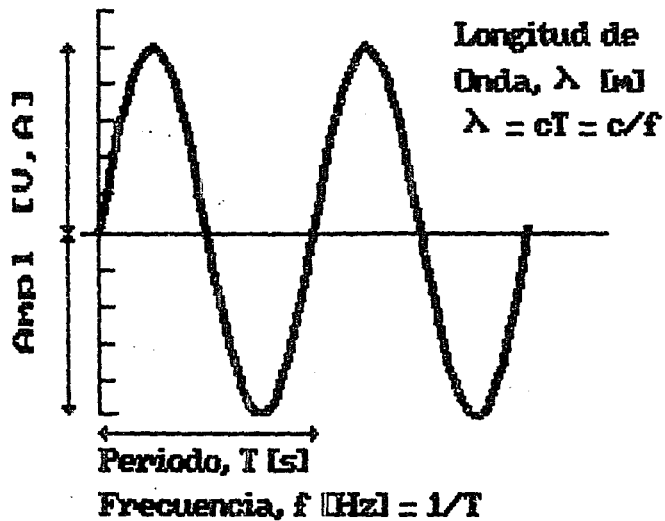
propagación de las ondas electromagnéticas y es una buena aproximación para las condiciones de propagación para altas frecuencias .

Fundamentos de las ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas son oscilaciones de tipo transversal que se propagan en el espacio libre a la velocidad de la luz, (299,792,500 m/s), Ver figura 2-1.

Debido a que en el espacio libre no hay interferencias ni obstáculos, las ondas electromagnéticas se propagan uniformemente en todas direcciones desde su punto de origen, formando lo que se conoce como un frente de onda esférico. Podemos imaginar de esta manera que, conforme se propagan las ondas electromagnéticas, van formando esferas concéntricas desde su punto de origen. Si nos movemos a una distancia P del origen de la radiación, estaremos definiendo una esfera con una cierta área definida por el valor del radio P . Moviéndonos a un punto Q localizado a una distancia igual a $2P$ del origen de la radiación, ahora estaremos definiendo una esfera con una área de valor cuatro veces mayor a la anterior, de manera que la potencia de salida total de la fuente se ha repartido también sobre un área cuatro veces mayor al duplicar su distancia de la fuente. Lo

LA SEÑAL SENOIDAL



anterior nos define una cantidad conocida como la densidad de potencia, la cual como se vio anteriormente es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a su fuente. (Figura 2-2).

Polarización

El término polarización se refiere a la orientación física de las ondas radiadas en el espacio. Se dice que las ondas se encuentran linealmente polarizadas si todas presentan la misma alineación en el espacio. De hecho, es una característica de la mayoría de las antenas que la radiación que emiten es linealmente polarizada. Por ejemplo una antena colocada verticalmente sobre el plano de tierra, radiara ondas electromagnéticas cuyos vectores eléctricos serán verticales y permanecerán con esa misma orientación durante su propagación por el espacio libre. Si colocamos la antena en posición horizontal (paralela a la superficie de la tierra, se producirán ondas radiadas en el mismo sentido.

Es posible también que las radiaciones producidas por una antena se encuentren polarizadas de forma circular o elíptica, lo cual significa que la polarización de la onda rota continuamente en forma similar a un sacacorchos tradicional.

Atenuación por distancia

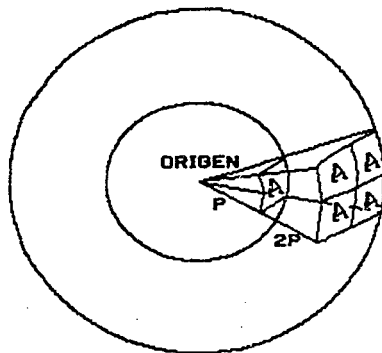


FIGURA 2-2

En contraparte con esta idea, se tiene la polarización aleatoria, en la cual los componentes de la radiación no presentan una orientación preferente, como es el caso de fuentes incoherentes como el sol o los focos incandescentes.

Propagación de las ondas electromagnéticas

En el ambiente de La Tierra, las ondas electromagnéticas se propagan en formas que no dependen exclusivamente de sus propiedades, sino que están determinadas por el ambiente mismo y los diversos métodos de propagación dependen de la frecuencia de las ondas. En la figura 2-3 se puede observar como se clasifican las ondas de radio.

Las ondas viajan generalmente en línea recta, excepto cuando se encuentran con obstáculos como la tierra o la atmósfera que alteren su trayectoria.

Frecuencias por abajo de la banda de HF, viajan a lo largo de la curvatura de la tierra y, en algunas ocasiones llegan a darle la vuelta al mundo (Ver figura 2-4). El mecanismo seguido por estas señales es probablemente una combinación de difracción y un efecto tipo guía de onda el cual utiliza la superficie de la tierra y la capa ionizada inferior de la atmósfera como las paredes de la guía.

CLASIFICACION DE ONDAS DE RADIO

ULF 3 - 30 kHz

LF 30 - 300 kHz

MF 300 - 3000 kHz

HF 3 - 30 MHz

UHF 30 - 300 MHz

UHF 300 - 3000 MHz

SHF 3 - 30 GHz

EHF 30 - 300 GHz



Microondas

Tipos de propagación

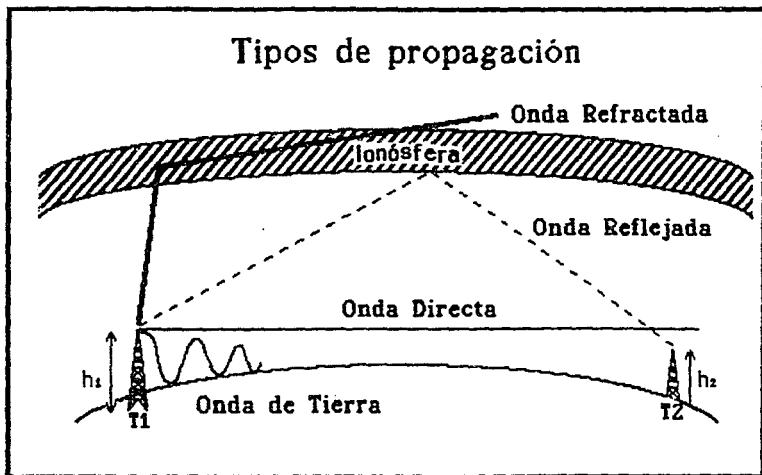


FIGURA 2-4

Estas ondas de tierra u ondas de superficie, permiten la propagación alrededor de la curvatura de la Tierra y constituyen uno de los dos medios de comunicación mas allá del horizonte.

Cuando la propagación se lleva a cabo a frecuencias abajo de los 100kHz (VLF) y sobre buenos conductores como es el caso del agua de mar, la absorción por superficie y la atenuación debida a la atmósfera es pequeña por lo cual pueden cubrirse grandes distancias, inclusive comunicaciones trasglobales si se cuenta con suficiente potencia de transmisión. A distancias superiores a los 1000 km, la onda de superficie es altamente estable, mostrando variaciones mínimas debido a efectos climatológicos y con variaciones en la intensidad de las señales muy gradual.

Los usos mas comúnmente asignados a frecuencias en estas bandas son comunicaciones marítimas y transmisiones de tiempo y frecuencias standard. Debido a que las antenas de VHF son altamente ineficientes, se utilizan potencias extremadamente altas y torres de gran altura para lograr la comunicación en estas bandas, (arriba de 1 MW).

Las ondas localizadas dentro del rango de HF, y en ocasiones frecuencias ligeramente mayores o menores son reflejadas por las capas ionizadas de la atmósfera constituyendo ondas de cielo. Estas señales son radiadas hacia el cielo y son reflejadas

nuevamente hacia tierra mas allá del horizonte. Con la finalidad de lograr comunicación con receptores localizados en el lado opuesto de la Tierra, estas ondas deberan ser reflejadas entre la Tierra y la ionósfera varias veces. Asi mismo, cabe mencionar que las ondas de tierra ni las ondas de cielo son posibles en el espacio o en cuerpos sin atmósfera como la Luna.

Las ondas con frecuencias arriba de las banda de HF se propagan mediante las llamadas ondas troposféricas u ondas espaciales, ya que viajan en la tropósfera, la región de la atmósfera mas cercana a la superficie de la Tierra. Estas ondas dependen cada vez en mayor grado, conforme se incrementa su frecuencia, de condiciones de línea de vista para su propagación y por lo tanto su alcance esta limitado por la curvatura de la Tierra. Para este tipo de emisiones, la atmósfera no representa un serio obstáculo y es fácilmente traspasada, permitiendo comunicaciones extraterrestres, hacia satélites o sondas espaciales.

II.2 Modulación y ondas electromagnéticas

Modulación

El término modulación se refiere al proceso mediante el cual, alguna característica de una onda senoidal de alta frecuencia

(conocida como la portadora), es alterada de acuerdo al valor instantáneo de una señal de frecuencia menor (conocida como la moduladora o mensaje). Los amplitud, frecuencia o fase de la señal portadora pueden ser variados por la onda moduladora, dando origen a modulaciones de amplitud, frecuencia o fase, respectivamente.

El proceso de modulación es altamente complicado y su necesidad puede comprenderse con mayor facilidad si analizamos las alternativas posibles para llevar a cabo la transmisión de mensajes a través de un canal de radio: la transmisión de una señal moduladora o la utilización de una señal portadora. Si intentamos efectuar una transmisión de radio mediante ondas electromagnéticas de frecuencias correspondientes al espectro de audio, nos topamos con una serie de dificultades, entre las cuales tenemos principalmente las dimensiones de las antenas a utilizar. Para lograr una emisión eficiente, las antenas de transmisión y recepción deberían tener alturas comparables a un cuarto de la longitud de onda de la frecuencia utilizada, a 15 kHz esta dimensión es de aproximadamente 5000 m, lo cual es irrealizable por completo. Otro argumento contra la transmisión a bajas frecuencias lo constituye el hecho de que el sonido se concentra en el rango de 20 Hz a 20 kHz, de manera que las

señales provenientes de diversas fuentes se mezclarían completamente.

Con la finalidad de separar diversas señales es necesario efectuar su traslado a diferentes regiones del espectro electromagnético, con lo cual se supera también las dificultades de radiación poco eficiente a bajas frecuencias. Una vez que las señales han sido trasladadas, un circuito sintonizado es utilizado en la primera etapa de un receptor para asegurar la captación de la región del espectro deseada, eliminando todas las demás.

Modulación en frecuencia

El proceso de modulación de frecuencia es un sistema en el cual la amplitud de la onda portadora es mantenida constante, mientras que, la frecuencia es variada de acuerdo a las variaciones de la señal moduladora (figura 2-5). El primer sistema práctico de FM fue puesto en operación en 1936 como una alternativa a las transmisiones en AM, en un esfuerzo por hacer la comunicación por radio más resistentes al ruido.

En la modulación por frecuencia, el término desviación, se refiere a la cantidad por la cual la frecuencia de la onda

Modulación en Frecuencia

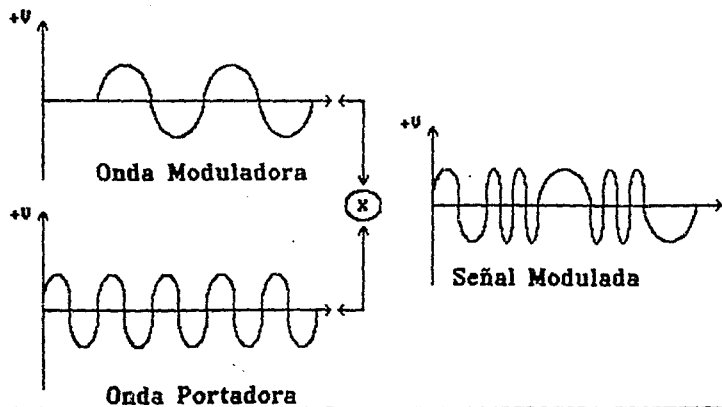


FIGURA 2-5

portadora es variada en forma proporcional de su valor no modulado (o frecuencia central), de acuerdo al valor instantáneo del voltaje de la onda moduladora. La razón en la que esta variación de frecuencia u oscilación del valor nominal ocurre, es igual a la frecuencia de la onda moduladora. Así, por ejemplo, en un proceso de modulación de frecuencia, todas las señales moduladoras con el mismo valor de amplitud desviarán la frecuencia de la onda portadora en la misma cantidad, sin importar sus frecuencias. Similarmente señales de la misma frecuencia desviarán la portadora a la misma razón en tiempo, sin importar los valores de sus amplitudes. La amplitud de la onda modulada en frecuencia siempre permanece constante, lo cual es de hecho la mayor ventaja que se tiene en FM.

Características de una emisión de FM

Las características que presenta un sistema de modulación de frecuencia pueden ser mejor comprendidas si se comparan con las presentes en sistemas mas simples como la AM, así mismo se efectuará un desglose indicando las principales ventajas y desventajas de la FM.

Las principales ventajas de un sistema que utiliza modulación en frecuencia se ennumeran a continuación:

1). La amplitud de una onda modulada en frecuencia es independiente de las características de la onda moduladora, mientras que la AM es dependiente de este parámetro. Por otro lado, toda la potencia transmitida en FM es útil, mientras que en AM la mayoría de la potencia está concentrada en la portadora, en la cual no se presenta ningún cambio indicativo de la modulación.

2). Existe un gran incremento en la relación señal a la ruidos en FM. Esto es debido a que las frecuencias utilizadas para la transmisión en FM son menos ruidosas que sus contrapartes usadas para AM y los receptores de FM pueden construirse con circuitos de función específica que pueden remover variaciones en amplitud causadas por el ruido.

3). Es posible reducir aún más el ruido presente en una transmisión, incrementando la desviación en frecuencia de la onda portadora.

4). Debido a las reglamentaciones en materia de comunicaciones, existe una banda de guardia entre estaciones de FM, con lo cual existe menor interferencia entre canales adyacentes que en AM.

5). Los transmisores de FM operan en la banda superior de VHF y en la banda de UHF, donde la propagación se lleva a cabo mediante onda espacial, de manera que el alcance se encuentra limitado prácticamente a condiciones de línea de vista, por lo cual es posible tener varios transmisores operando en la misma frecuencia con menos interferencia que la que se obtendría con emisiones en AM.

Sin embargo, la transmisión por FM presenta las siguientes desventajas:

1). Para condiciones de transmisión similar, se requiere un canal de mayor ancho de banda para FM que el requerido para AM.

2). El equipo para la transmisión y recepción de FM es más complejo que el de AM, por lo cual su costo es mayor.

3). Debido a que la recepción se encuentra limitada a línea de vista, el alcance de FM es mucho menor que el de AM, requiriéndose equipos repetidores para lograr grandes coberturas.

En sistemas de comunicación de frecuencia modulada para transmisión de datos, se utiliza la llamada FM de banda angosta, en las cuales el valor de desviación de frecuencia de la onda portadora se limita generalmente a 3 kHz, siendo el máximo valor permitido de 5 kHz.

Entre los sistemas que utilizan este tipo de comunicación tenemos servicios de voz como ambulancias, policía, taxis, sistemas de control y monitoreo de plantas, telemetría y transmisión de datos.

II.3 Cálculo de radioenlaces

Con la finalidad de poder determinar de una manera aproximada la posibilidad de lograr un enlace de radio, es conveniente efectuar como una primera aproximación, un cálculo del radioenlace utilizando un medio de propagación ideal y efectuando un ajuste posterior considerando las características reales del enlace.

Con la finalidad de facilitar las operaciones involucradas en el cálculo de un radioenlace, es necesario manejar todos los parámetros en decibeles (dB).

Los parámetros involucrados en este cálculo son los siguientes:

Parámetros de Ganancia (+).

Potencia del Transmisor (Pt)

Ganancia de las antenas (Ga)

Altura sobre el nivel de la superficie. (Ht, Hr)

Parámetros de Pérdidas (-).

Distancia entre estaciones (Dtr)

Longitud de la línea de transmisión (Lt, Lr)

Tipo y número de adaptadores y conectores (Ct, Cr)

Inserción de accesorios (It, Ir)

Tomando en cuenta estos parámetros, el cálculo de la propagación en el espacio libre nos dará como resultado el nivel de potencia esperado en la estación receptora en dB, y la ecuación total tendrá de la siguiente forma:

$$Pr = Pt(\text{dB}) + Gt + Gr + 10\log(Ht \cdot Hr / Dtr^2)^2 - Lt - Lr - It - Ir - 27.$$

Sin embargo, es común encontrar las características de sensibilidad de un receptor expresadas en función de microvolts (10E-6 VOLTS), por lo cual la expresión final de la potencia esperada en la estación receptora se calcula como:

$$Pr(\text{uV}) = 0.002 * V \text{ alog}(Pr(\text{dBm})/10)$$

La sensibilidad del receptor deberá ser por lo menos 5 veces mejor que el valor obtenido de las ecuaciones anteriores y dicho valor deberá ajustarse de acuerdo a los obstáculos o condiciones adversas a la propagación de las ondas presentes en la trayectoria del enlace.

De los párrafos anteriores se desprende la importancia del uso de equipo y accesorios de buena calidad para lograr enlaces confiables y estables, así como el efectuar procedimientos de mantenimiento y supervisión frecuentes para evitar interferencias con transmisiones en canales adyacentes.

II.4 Equipos y accesorios utilizados en radiocomunicación

Antenas

Al hablar de sistemas de comunicación via radio se da por hecho que los transmisores tienen algún mecanismo mediante el cual emiten las señales que generan y que los receptores tienen algún medio a través del cual pueden captar lo que se transmite.

Con la finalidad de acoplar al espacio la salida de un transmisor o la entrada a un receptor se requiere de algún tipo de interface. Esta estructura denominada antena, deberá ser capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas.

Una antena es por lo tanto un objeto generalmente metálico de geometría variable, utilizada para convertir corrientes de alta frecuencia en ondas electromagnéticas y viceversa.

A continuación se explican algunos de los términos mas comúnmente encontrados al hacer referencia a antenas. Estos términos son: la ganancia, el ancho de banda y el ancho del haz de la antena.

Ganancia: Todas las antenas en la práctica concentran la energía radiada en alguna dirección en particular, de manera

que, la densidad de potencia en esa dirección será mayor comparada con la que se tendría si la antena fuera omnidireccional. Otra forma de indicar esta concentración de energía en cierta dirección es mediante el término de ganancia de antena y se expresa como la relación entre la densidad de potencia radiada por la antena en una dirección específica a la densidad de potencia que sería radiada por una antena isotrópica, medida a la misma distancia y transmitiendo con la misma potencia. Cuando esta razón (generalmente expresada en decibeles) es mayor que la unidad se dice que la antena es directiva.

Ancho de banda: Este término expresa el rango de frecuencias sobre el cual la operación de la antena es satisfactoria, y se toma generalmente entre dos puntos en los cuales la potencia entregada por la antena ha disminuido al 50% del valor nominal, y se expresa en Hz.

Ancho del haz : Este término se refiere a la separación angular entre dos puntos con potencia del 50% del valor nominal en el patrón de radiación. Este término nos da una buena aproximación del área de cobertura esperado al utilizar una antena en particular.

Duplexores combinadores y multiacopladores

El principio de operación de estos dispositivos se basa en el empleo de cavidades selectivas, por lo cual se comenzará este tópico con una explicación básica de lo que es y la función que realiza una cavidad selectiva (figura 2-6).

Una cavidad selectiva es un dispositivo cuya función es muy similar a la de un filtro para radio frecuencias. Este tiene la facilidad de permitir el paso de frecuencias localizadas en una banda angosta, mientras que, las frecuencias localizadas fuera de esta banda son atenuadas enormemente (figura 2-7). Esta pequeña banda de frecuencias que pasan libremente se encuentran localizadas unos cuantos cientos de ciclos alrededor de la frecuencia resonante de la cavidad.

El mecanismo de operación de una cavidad selectiva se puede resumir de la siguiente forma:

Al introducir energía de R.F. por el conector de entrada de una cavidad, se produce una excitación del circuito resonante formado por los conductores interno y externo de la cavidad, al mismo tiempo el conector de salida acopla la energía del circuito resonante hacia la salida. El circuito resonante está formado por un conductor interno y un conductor externo de la misma longitud.

Cavidades Resonantes

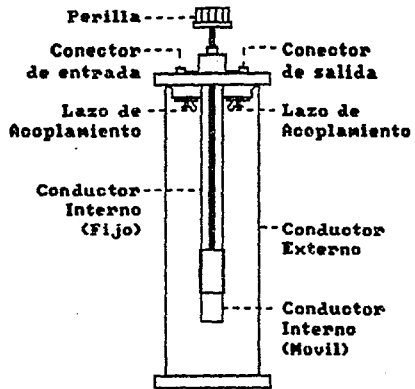


FIGURA 2-6

Cavidades Resonantes

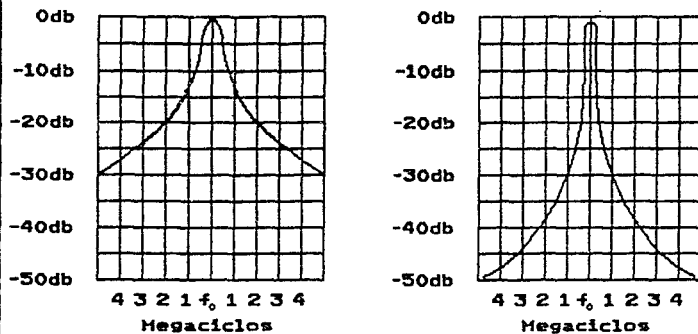


FIGURA 2-7

Para alterar la frecuencia de resonancia de la cavidad, es necesario modificar las dimensiones del conductor interno, lo cual se logra haciendo una porción de dicho conductor movable.

Uno de los parámetros mas importantes en referencia con la habilidad de filtrado de una cavidad es su selectividad. La selectividad es la facilidad de la cavidad para seleccionar una frecuencia y rechazar las demás. La banda de frecuencias que puede seleccionar una cavidad se encuentra centrada en f_0 , la cual es la frecuencia central o frecuencia de resonancia a la cual está ajustada la cavidad. Para frecuencias localizadas alrededor de la frecuencia central, existe muy baja atenuación, (alrededor de 0.5 dB), mientras que, para frecuencia fuera de la banda de paso, la atenuación comienza a crecer (de 20 a 50 dB, dependiendo de la separación de la frecuencia central y de las características de la cavidad).

Las características de una cavidad quedan determinadas por otros tres factores: el volumen de la cavidad, las pérdidas de R.F. internas y la frecuencia de operación.

El volumen de una cavidad depende de su longitud y diámetro. La longitud debiera tener como mínimo $1/4$ de la longitud de onda de la frecuencia a la que se operara la cavidad. Para el diámetro de

la cavidad, generalmente se toma de $1/3$ a $1/4$ de la longitud del dispositivo.

Las pérdidas de R.F. están determinadas por los materiales utilizados en la cavidad, los cuales deberán presentar la menor resistencia a las frecuencias de operación. Generalmente se utilizan plata, cobre y aluminio como los materiales deseables para la construcción de estos equipos, dándoles un tratamiento adicional para prevenir la corrosión.

El volumen de una cavidad y sus pérdidas internas determinan el factor de calidad o la "Q" del equipo. Mientras mas grande sea el volumen y menores las perdidas, mayor será la calidad del equipo y se tendrá así mismo mayor selectividad.

Finalmente, la frecuencia de operación de la cavidad depende del sistema en el que se esté operando. Para altas frecuencias las cavidades se vuelven cada vez menos selectivas. Esto se debe al hecho de que la selectividad de una cavidad es directamente proporcional a la frecuencia de operación e inversamente proporcional al factor de calidad del dispositivo. Así, podemos incrementar la frecuencia de operación, pero no podemos incrementar en la misma relación la Q del equipo. Por lo tanto es mas difícil ser mas selectivo a altas frecuencias que a bajas frecuencias.

De lo anterior, podemos ver dos usos inmediatos para las cavidades: para incrementar la selectividad en la entrada de un receptor o para filtrar la salida de un transmisor, de manera que sus emisiones no interfieran con los equipos localizados en los canales adyacentes .

Usos de duplexores

Los duplexers son sistemas resonantes que actúan como filtros supresores de banda o paso banda y son ampliamente utilizados en sistemas que involucran la transmisión y recepción de señales utilizando frecuencias diferentes. Un duplexer proporciona las siguientes ventajas:

Aislamiento - Un duplexer proporciona un buen nivel de aislamiento entre transmisores y receptores, aun cuando se utilice la misma antena para los dos equipos.

Patron de radiación - Sin el uso de duplexores, el sistema debería contar con dos antenas, que ocuparán dos posiciones físicamente diferentes, proporcionando áreas de cobertura probablemente diferentes. Con el uso de

duplexores se asegura el mismo patrón de radiación tanto para transmisión como recepción.

Espacio en torre - Los locales para la instalación de antenas son escasos y se encuentran altamente concurridos. Es mas facil encontrar lugar para una antena que para dos, ademas de que los costos de la segunda antena y su cableado se eliminan.

Combinadores y multiacopladores

Los duplexers también pueden ser utilizados para acoplar dos transmisores, dos receptores o dos estaciones simplex hacia una antena común. Ahora el duplexer se convertirá en un diplexer o combinador de frecuencia.

Generalmente se utilizan duplexores del tipo rechazo-banda, debido a su tamaño compacto, baja pérdida por inserción y sus características de aislamiento. Otros tipos de duplexores existen, pero todos comparten el principio de operación de los duplexores paso-banda, rechaza-banda o una combinación de los dos. Algunos utilizan bobinas y capacitores en circuitos

eléctricos y una combinación de características en las secciones de entrada o salida con la finalidad de obtener características específicas de aislamiento.

Líneas de transmisión

Las líneas de transmisión son el medio de envío de potencia de un punto a otro no muy distante.

Existen dos tipos básicos de líneas de transmisión, la línea de cables paralelos y la línea coaxial.

La línea de alambres paralelos es utilizada cuando se requieren propiedades balanceadas, como es el caso de la conexión de antenas de dipolo a receptores de TV.

La línea coaxial, por el contrario, es utilizada cuando se requieren propiedades desbalanceadas, como en el caso de interconexión de un transmisor a su antena aterrizada. También es utilizado en frecuencias de UHF y mayores para eliminar el riesgo de radiación por la misma línea de transmisión.

Cualquier sistema de conductores es capaz de radiar energía si la separación entre conductores alcanza la mitad de la longitud de

onda de la frecuencia de operación. Lo anterior es mas probable para líneas de alambre paralelo que para líneas coaxiales, en la cual el conductor central esta rodeado por el conductor externo, que se encuentra invariablemente aterrizado. Por lo anterior, las líneas de alambre paralelo nunca son utilizadas en microondas, mientras que las líneas coaxiales son utilizadas para frecuencias de hasta 18 GHz.

Dentro de cada uno de los diferentes tipos de líneas de transmisión, existe una gran variedad dependiendo de las aplicaciones. Las líneas pueden ser rígidas o flexibles, con dieléctrico de aire o de diversos materiales, con conductores lisos o corrugados, etc. Diferentes diámetros y propiedades también estan disponibles. Las líneas flexibles son mas convenientes que las rígidas, sin embargo las rígidas pueden manejar potencias mucho mas elevadas.

CAPITULO III

III.- EL RADIO-MODEM

III.1 DISEÑO DEL SOFTWARE

PANORAMA DEL HARDWARE .- El corazón del radiomodem es un microprocesador de 32 bits MC 68000. El software que opera el sistema es consistente con la International Standards Organization For Open System Interconnection (ISO-OSI) para máxima flexibilidad y mejoramiento.

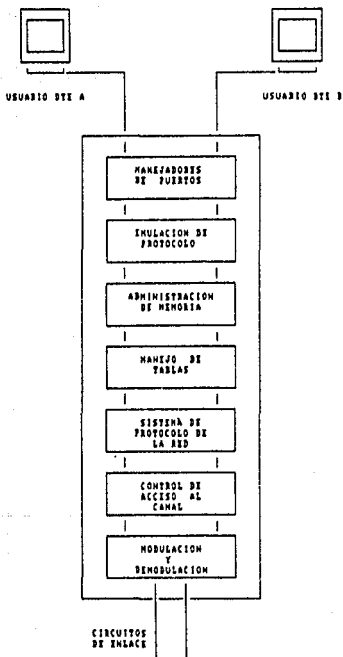
Siete módulos controlan la operación del radiomodem. La figura 3-1 muestra el esquema modular usado en el desarrollo del software del equipo.

El radiomodem es conducido por el software cargado en los circuitos de memoria (ROM). Este software esta descrito de acuerdo a un formato modular estandard (principalmente ISO-OSI). Una gran flexibilidad para implementación del producto en diferentes ambientes del usuario pueden ser fácilmente lograda por a través de la técnica de intercambiar los módulos de código.

Esta técnica de intercambio permite al software del radiomodem ser adaptado facilmente a las necesidades del usuario .

Pudiendo operar en configuraciones de equipo y protocolos únicos del ETD del usuario, sin afectar la operación y rendimiento.

FIGURA 3-1
DISEÑO DEL MÓDULO DE SOFTWARE DEL RADIOMODEN



Los datos son transmitidos usando técnicas de radio paquetes. La integridad de los datos es mantenida por la aplicación de la técnica de verificación de error CRC.

El de acceso al canal es manejado por el protocolo PAMEC protocolo PAMEC, un protocolo de acceso a la red propio, el cual elimina la retransmisión de paquetes de datos debido a colisiones en el acceso múltiple.

La técnica de emulación de poleo empleada elimina la transmisión de los mensajes de control de poleo del protocolo sobre la red de datos, esto libera al canal del excesivo flujo de datos permitiendo mayor intercambio de datos de usuario.

En conjunción con la emulación de poleo, el radiomodem usa la técnica de multienlace virtual, permitiendo así soportar múltiples terminales en cada puerto del radiomodem.

El radiomodem es un dispositivo de dos puertos con multiplexaje estadístico inherente. Cada puerto puede ser configurado independientemente para asegurar compatibilidad con el ETD del usuario. Un radiomodem puede soportar simultáneamente equipo full-duplex y half-duplex, aunque no en el mismo puerto.

Manejador del sistema.- El primer módulo de software en el lado terminal del sistema contiene la lógica para los "manejadores" de terminales de entrada/salida. El radiomodem soporta terminales de usuario con velocidades desde 300 bps a 9600 bps.

A través de un circuito integrado de entrada/salida programable altamente sofisticado, estos "Manejadores" del software pueden soportar protocolos de comunicación de datos síncronos y asíncronos.

Los datos enviados por la terminal son almacenados en memorias en el radiomodem hasta que la unidad reciba autorización para transmitir el mensaje sobre la red.

Emulación del protocolo del usuario .- El segundo módulo contiene el emulador de protocolo de usuario. Este módulo actúa como un controlador (o host) cuando esta conectado a una terminal y responde como una terminal cuando esta conectado al controlador (o host).

El software de emulación de protocolo del usuario es adaptado de acuerdo a la configuración particular de la red del usuario. Los caracteres de control de la red (poleo) específica al ambiente del usuario que estan reconocidos por el emulador de protocolo el cual inicia la repuesta apropiada esperada por las terminales de usuario y por el controlador.

El uso del emulador de protocolo previene transmisión innecesaria de caracteres de control de la red (poleo) sobre la red de radio. Esta técnica permite a la red la máxima transmisión posible de datos de usuario.

Manejo de memoria.- El tercer módulo maneja las tablas y la memoria del radiomodem. Este guarda en memoria temporal los datos de la terminal en paquetes y los prepara para transmisión sobre la red o las regresa a la terminal según se requiera.

Los datos son recibidos en paquetes desde la red, y algunos mensajes suelen incluir varios paquetes. El guardar los datos en memoria los mensajes asegura que todos los mensajes a y desde la terminal del usuario lleguen al otro extremo en el orden de paquetes apropiado y con máxima seguridad de su precisión.

Manejo de la tabla de circuito.- El siguiente módulo realiza el manejo de la tabla de circuito para sistemas de direcciones múltiples y ambientes multienlace virtuales.

Este módulo reconoce que terminales están conectadas entre sí a través de la red. Además controla qué terminales en un enlace múltiple sean manejadas por cada puerto en la unidad.

Manejo del protocolo de la red.- El quinto módulo maneja el protocolo de la red. El equipo usa un protocolo de reservación propio llamado PAMEC (Protocolo de Acceso Múltiple por

Eliminación de Colisiones). Este módulo determina cuales de las actividades en la red deben ocurrir a un tiempo dado dentro del radiomodem.

Control de acceso al canal.- El sexto módulo maneja el acceso al canal bajo las reglas del protocolo PAMEC.

El PAMEC permite transmitir hasta 16 paquetes de datos direccionados a múltiples dispositivos desde el mismo radiomodem y sobre una sola transmisión. Esta característica acelera la distribución sobre la red y reduce el tiempo de espera de los ETD's. PAMEC además estandariza la transmisión de datos sobre la red, permitiendo a múltiples usuarios con diferentes protocolos comunicarse sobre la red de radio transparentemente entre si.

Este protocolo fue diseñado para un ambiente de comunicación de datos por radio y ofrece la ventaja de un paso de datos del canal consistentemente alto, bajo condiciones de carga variable. Esto representa una ventaja significativa sobre la mayoría de la otras técnicas de acceso al canal comunmente usadas.

El módulo de control de acceso al canal asegura que no puede ser alterado o perderse alguna información de datos en la red debido a colisiones con transmisiones simultáneas de otras unidades.

Modulación y demodulación.-El séptimo módulo contiene la lógica para chequeo CRC y para modulación de la señal de transmisión antes de enviar los mensajes a la red y para demodulación después de recibir el mensaje.

El radiomodem utiliza una técnica de modulación de datos propia y especializada , este es un tono de 4.8 Khz. el cual es modulado en fase (PSK) , lo que le permite operar a una velocidad de 9600 bauds sobre un canal de banda angosta de radio de 25 Khz. independientemente de la velocidad del equipo de datos del usuario.

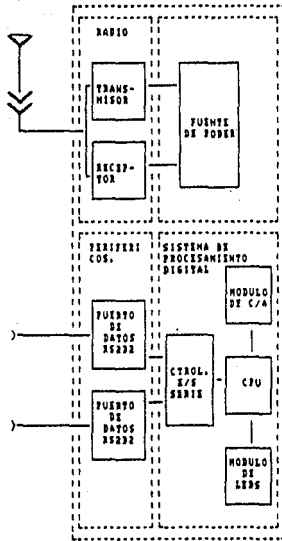
III.2 DISEÑO DEL HARDWARE

Panorama del hardware.- El hardware del radiomodem esta compuesto de siete módulos interconectados para proveer la funcionalidad de un dispositivo de comunicación digital por radio que emplea técnica de paquetes. Estos módulos y su relación mutua es ilustrada en la figura 3.2. los módulos son:

- 1.- Módulo de CPU
- 2.- Módulo periférico
- 3.- Módulo de detección de fallas de AC

FIGURA 3-2

MODULOS DE HARDWARE DEL RADIOMODEN



- 4.- Módulo de LED's indicadores
- 5.- Módulo de fuente de poder
- 6.- Módulo receptor
- 7.- Módulo transmisor

Módulo CPU de alto rendimiento.-El módulo de CPU del radiomodem ofrece un alto nivel de rendimiento o integración con uso extensivo de lógica de arreglo programable (PAL's). el uso de PAL's proporciona un grado significativo de flexibilidad del sistema lo cual reduce establemente la cantidad de circuitos integrados y simplifica el diseño de la tarjeta del CPU.

Hay en total de 12 sockets disponibles para RAM y ROM, dos de los cuales son usados siempre para la ROM del sistema operativo y dos para la RAM del sistema. Los 8 sockets restantes pueden ser usados en cualquier mezcla pero RAM y ROM (en partes para completar los 16 bits del bus de datos).

Existen también "puentes" para configurar el sistema en lo que se refiere a tipo y tamaño de la memoria requerida. Los tamaños de ROM que pueden ser usados son 32k x 8 o 64k 8. Asumiendo que el ROM del sistema usa dos dispositivos 64k x 8 y los sockets restantes estan ocupados con RAM's 32k x 8, la memoria total disponible será de 128 k de ROM y 320 k de RAM.

La RAM del sistema es normalmente energizada por una fuente de 5 volts a través de un circuito sensor, de modo que si el nivel de alimentación cae debajo de 4.8 volts, un capacitor, que puede mantener la RAM por 24 horas, es automáticamente conectando al circuito. Al mismo tiempo, una señal de inhibición de escritura es conectada a todos los circuitos de RAM, con lo cual, escrituras inadvertidas no pueden alterar los datos almacenados. Cuando se reestablece la energía, una secuencia de levantamiento es iniciada evitando así, que exista pérdida de datos.

El capacitor usado es de un tipo especial el cual tiene una muy alta capacidad para su tamaño y muy bajo consumo. Esta característica de diseño es ampliamente superior a los sistemas que usan baterías de litio o nickel cadmio para alimentación de energía de respaldo. Cualquier tipo de batería tiene una vida limitada y debe ser reemplazada en forma periódica, usualmente después de alguna falla fatal del sistema cuando es demasiado tarde y datos valiosos se han perdido.

Se dispone de tres niveles de interrupción disponibles en el sistema. El nivel más alto, interrupción 3; que no es mascarable, es usada para detección de fallas AC. Cuando ocurre una falla de energía, esta interrupción llama una rutina que salva el estado actual del sistema. La fuente de poder esta

diseñada para mantener la energía del sistema por un intervalo lo suficientemente largo después de la falla de energía primaria para asegurar que la interrupción 3 complete su cometido. La interrupción 2 es el reloj. La interrupción 1 es usada para dar servicio a la interfase del puerto dual.

Un PAL es usado como una máquina de estados para generar la señal de reconocimientos de datos (dtack). Puede retardar, según se requiera, de acuerdo a la memoria lenta, a los dispositivos periféricos. Tal retardo puede ser seleccionado a través de la máquina de estado mediante la decodificación lógica de dirección teniendo así solo el retardo que sea necesario. La ventaja de esta técnica es que el sistema no tiene que reducir su velocidad para acceder al tiempo de dispositivos más lentos. La RAM rápida opera con retardo cero y la parte de ROM más lenta opera con retardo de un pulso de reloj.

Toda la temporización del sistema es controlada por un reloj a cristal que trabaja a 10 mhz.

Se emplea un temporizador de error de bus para asegurar que el sistema no se aisle en caso de que por alguna razón ocurra una falla en el bus. Durante la operación normal, este temporizador es inicializado cada vez que un address strobe (AS) es acertada. Si un número predeterminado de ciclos de reloj es completado sin la aserción de AS, se genera una señal de error de bus y el procesador va a la rutina de recuperación.

Un circuito de inicialización (power on rest) es provisto para limpiar el sistema cuando se aplica la energía y para inicializar el vector de saltos requerido por el procesador.

Todas las líneas de dirección, datos y control están disponibles en dos conectores para rutearlos a circuitos periféricos y permitir la expansión del sistema.

Módulo periférico .- El módulo periférico contiene todos los circuitos requeridos para proporcionar dos puertos de Entrada/Salida, el modem, entradas discretas para leer configuración de switches, salidas discretas. Este módulo va conectado al de CPU a través de un cable de goma que lleva todas las direcciones, datos señales de control requeridos.

El equipo está provisto de dos puertos de comunicación cada uno de los cuales puede ser configurado para operación síncrona o asíncrona.

En el modo asíncrono puede ser utilizado cualquiera de los protocolos estándar. Longitud de carácter entre 5 y 8 bits, paridad par o impar, no paridad y hasta dos bits de stop.

El control de flujo provisto incluye RTS, CTS, DTR, RI, DSR y DCD. Además es posible usar un reloj externo. El reloj interno está disponible en cada conector de interfase, (uno de la serie DB-25 hembra). Por conveniencia también están disponibles las líneas de más y menos 12 Volts.

El circuito de modem emplea el mismo tipo de dispositivo usado para los puertos serie porque este es capaz de proveer un número de funciones en hardware, tal como CRC e inserción y borrado automático de ceros.

Estas características de hardware reducen el sobreflujo del software y permite mucho mejor intercambio. Además la habilidad para configurar muchos de los parametros en software provee mayor flexibilidad al sistema.

Circuiteria analógica adicional es usada para condicionar la salida del receptor y la entrada al transmisor, así que datos libres de error puedan ser procesados apropiadamente por el sistema.

Tres puertos de entradas discretas son provistos, cada uno utilizando un banco de interruptores de ocho posiciones, para un total de veinticuatro bits configurables. Estos switches son leídos por el sistema para determinar el número de identificación del enlace y otros datos del protocolo.

Un puerto de salida de seis bits es usado para manejar una serie de LED's indicadores (ver figura 5-2), los cuales son visibles al usuario.

Estos LED's proveen una información visual del estado de varios parametros del sistema y son también usados como una ayuda en el diagnóstico en caso de que ocurra alguna anomalía del sistema.

Para asegurar que una red no será desactivada debido a un mal funcionamiento en el circuito transmisor, un circuito detector es incluido y normalmente es inicializado cuando la transmisión es completada.

Si, sin embargo ocurriera una falla en el sistema que no permitiera transmitir o ser apagado, el detector continuará su ciclo de aproximadamente 45 segundos. Al final de este período, dispara un circuito que retira la energía del transmisor. Esta acción desconecta de la red la unidad con el mal funcionamiento.

Módulo de fallas de AC.-El Módulo de fallas de AC utiliza un circuito integrado que monitorea constantemente la energía primaria de alimentación. Si por cualquier razón ésta rebasara los límites aceptables o fallara completamente, este circuito generará una interrupción al sistema, de modo que se tomen las medidas necesarias. Esto asegura que el sistema puede recobrase apropiadamente sin pérdida de datos.

Módulo de LED'S indicadores.-El módulo de LED's indicadores es un sub-ensamble que sostiene los seis indicadores controlados por puerto de salidas discretas y un séptimo indicador usado para el estado de la energía de alimentación. Los led's incluyen los siguientes:

LED 1.- Encendido con red activa.- Indica que el radiomodem esta recibiendo transmisiones sobre la red.

LED 2.- Encendido en transmisión.- Indica que el radiomodem esta transmitiendo activamente o necesita transmitir.

LED 3.- Encendido en recepción.- Indica que el radiomodem esta escuchando la red. Este indicador centellea hasta la recepción de un CRC válido.

LED 4.- Indicador de diagnóstico.- Indica que el radiomodem necesita ser reinicializado (ver sección 8.31 para información adicional).

LED 5.- Indicador del puerto "A".- Indica que el puerto "A" está conectado a un ETD y el enlace con la red está establecido. El indicador centellea cuando el enlace de la red está activado y el DTE en este puerto no esta encendido.

LED 6.- Indicador del puerto "B".- Indica que el puerto "B" está conectado a un ETD y el enlace con la red está establecido. Este indicador centellea cuando el enlace de la red está activado y DTE en este puerto no está encendido.

Módulo de alimentación de energía.-El módulo de energía proporciona al sistema tres voltajes regulados, +5 volts, +12 volts y -12 volts. La salida de 5 volts es usada para el procesador y los circuitos periféricos. La fuente de energía es

de tipo switchada debido a su alta eficiencia y pequeño tamaño.

Los +12 volts son usados por el puerto serie en la interfase del circuito analógico.

El nivel de -12 volts es usado por el puerto serie y la interfase del circuito analógico.

Módulos transmisor y receptor.-La elección de los módulos transmisor y receptor es dependiente de las frecuencias disponibles para operación de la red y la potencia de salida requerida por el transmisor.

Las unidades de radio diseñadas para voz no son aceptadas sus frecuencias debido a que normalmente limitan el ancho de banda de 300 - 3000 Hz. La velocidad en bauds del sistema actual es determinado por las características del módulo, específicamente su banda de pasc.

III.3 MULTITIENLACE VIRTUAL

El multitielace virtual opera sobre el radiomodem en conjunción con el módulo de software de emulación de protocolo para simular un circuito de línea multitielace sobre la red de radio. Las

características del multienlace virtual permite a un solo puerto dar servicio a múltiples terminales de un protocolo .

En la red se pueden hacer múltiples enlaces punto a punto entre terminales y el anfitrión actúa como un circuito multienlace. Esto permite a múltiples localizaciones, cada una soportando una o más terminales, comunicarse a través de un solo puerto, en el radiomodem así como todas las terminales en el puerto utilizan el mismo protocolo de comunicación .

En contraste a las redes basadas en línea donde se establecen enlaces temporales sobre un circuito común, un radiomodem con multienlace crea varios enlaces punto a punto en un sistema con múltiples direcciones, apareciendo al host como un circuito multienlace.

Una ventaja del radiomodem es que puede soportar más de una terminal por un solo puerto, incrementando así la flexibilidad de la red.

Un método de conectar dos o más terminales a un solo puerto puede ser utilizado empleando hardware de multiplexado digital (también conocidos como line sharing devices, port sharing

devices, modem sharing devices o digital multiplexers). Estos dispositivos permiten a todas las terminales conectadas comunicarse a un host sobre un solo circuito mediante la conmutación entre terminales de acuerdo a las reglas de poleo del protocolo de comunicación de la red del host.

Debido a que esos dispositivos de multiplexaje operan bajo las reglas del protocolo de red del host sin imponer su propio protocolo sobre la red, ellos pueden ser usados en el extremo terminal sin requerir "de multiplexaje" en el lado del host.

III.4 CAPACIDAD DE RECUPERACION AUTOMATICA DEL SISTEMA

El radiomodem esta diseñado con rutinas de software para detección de errores . El propósito de estas rutinas es identificar errores no recuperables que podrian en algunas ocasiones ocurrir sobre la red , o que podrian resultar de una combinación particular de instrucciones de software .

Cuando se detecta algun error no recuperable por el sistema operativo del radiomodem , el dispositivo transmite un mensaje de

diagnóstico sobre la red , lo cual puede ser detectado por un monitor localizado en el sitio del operador de la red. El equipo entonces realizará una reinicialización automática del sistema , proporcionando una posible recuperación del error del sistema automáticamente , sin la intervención del operador , si esto falla en la recuperación del sistema , el radiomodem a través del puerto de Leds indicadores señalará la realización de una reinicialización manual.

CAPITULO IV

IV.- TEORIA DE OPERACION DEL PROTOCOLO DE LA RED

IV.1 Comparación con otros protocolos

Los protocolos de red existentes en los equipos de comunicación de datos pueden ser clasificados en tres tipos : Protocolos de acceso aleatorio, en los cuales cada dispositivo de usuario transmite cuando los mensajes están listos para ser enviados ; Protocolos de asignación fija , tales como los de acceso múltiple por división de tiempo , en los cuales a cada dispositivo de la red se le asigna una " ranura " de tiempo durante el cual puede transmitir ; El tercer tipo de protocolo de la red es el de aquellos basados en reservación , que permiten a cada dispositivo solicitar y recibir en turno la oportunidad de transmitir.

Técnicas de acceso aleatorio

Esta técnica es usada frecuentemente para transmisión de datos por radio . La eficiencia de esta técnica varia , dependiendo del protocolo . Con técnicas de acceso aleatorio , la eficiencia de la red tiende a degradarse bajo condiciones de carga . Por esta razón el tamaño de la red es crítico , dado que está limitado por la cantidad de tráfico presente en la hora pico de carga.

Una ventaja de este tipo de acceso es el hecho de que estos protocolos son fáciles de implementar y comprender.

Protocolos de asignación fija

Como se mencionó anteriormente , asigna ranuras de tiempo a cada circuito de comunicación , de modo que cada ranura opera como un enlace punto a punto individual. Estos protocolos tienen una eficiencia aceptable solo en redes con gran cantidad de datos a transmitir , así los protocolos de asignación fija tienen una eficiencia del canal directamente proporcional a su carga .

Protocolos de acceso múltiple por reservación

Estos protocolos están diseñados de tal manera que cada dispositivo con datos para transmitir debe reservar tiempo para acceder al canal , y de acuerdo al algoritmo del protocolo , transmitir en una secuencia lógica . Los esquemas de reservación diseñados apropiadamente alcanzan eficiencias del canal mayores que las de cualquier otro tipo de protocolo de red ; esto lo hace aplicable a redes de múltiples direcciones bajo cualquier condición de carga , especialmente en redes de paquetes.

Una red de radio para comunicación de datos puede funcionar controlando el tráfico sobre el canal mediante el protocolo del equipo del usuario , o bien empleando su propio protocolo de acceso al canal . El equipo de comunicación de radio controlado

por el protocolo del equipo del usuario puede producir suficiente uso del canal para justificar la dedicación de éste , pero no es aceptable si el canal se pretende emplear por múltiples usuarios. Cuando el equipo de comunicación de datos por radio utiliza un protocolo especial de acceso al canal para controlar el tráfico de los datos , todos los mensajes del canal son estructurados de la misma forma . Como son tratados de igual manera por el dispositivo de paquetes , esto permite a la red de radio operar a velocidades de transmisión que son independientes de la velocidad de la terminal del usuario . Esto resulta en una velocidad de transmisión de radio mas rápida que las velocidades de transmisión en líneas basadas en cables para la misma aplicación Mayores velocidades en la transmisión permiten la transferencia de más datos sobre la red y mejor tiempo de respuesta de la terminal.

El protocolo desarrollado para manejar la transmisión de datos en la red de datos celular multiacceso y multiprotocolo es el protocolo PAMEC(Acceso múltiple de eliminación de colisiones). El PAMEC permite a multiples usuarios operar sobre una sola red, sin alterar o perder información debido a colisiones o pérdidas de los paquetes , además trabaja independientemente del protocolo del usuario.

IV.2 Características de funcionamiento

El PAMEC utiliza tecnología de radiopaquetes para asegurar la exactitud en la transmisión de los datos . Los radiopaquetes son " envoltorios " de datos enviados por el ETD. Cuando el paquete es recibido por el radiomodem en el extremo destino del circuito , la precisión y secuencia del paquete son verificados y entonces son desenvueltos para ser pasado al ETD de destino.

El radiomodem envuelve los datos en paquetes de longitud variable con longitud maxima de 256 caracteres . Cada cadena de datos de usuario es encerrada por información de control incluyendo el número de secuencia del paquete y la dirección del ETD al cual será enviado el mensaje. La figura 4-1 Y 4-2 se ilustra el formato del paquete estandar asi como el formato de mensaje de transmisión usados por el radiomodem.

Un caracter de validación de error (CRC) es usado para verificar la precisión de los datos de usuario transmitidos dentro del paquete , si se determina un error en un paquete recibido , o si se pierde un paquete dentro de una secuencia de estos , el radiomodem transmisor es notificado para retransmitir el paquete.

Paquetes de datos de múltiples usuarios son agregados en una sola transmisión . Hasta 16 paquetes de usuarios direccionados a

destinos múltiples pueden ser enviados en una transmisión desde cualquier radiomodem dado. Estos mensajes de transmisión conforman en general las mismas reglas de paquetización usadas para construir un paquete de datos de usuario . La figura 4-2 ilustra el formato de mensaje de transmisión estandar usado por el radiomodem .

IV.3 PAQUETES DE UNA RED CEMA

Existen 6 tipos de paquetes usados en una red PAMEC :

- Paquetes de datos
- Paquetes de reconocimiento
- Paquetes de cambio de estado
- Paquetes de retransmisión
- Paquetes de conexión
- Paquetes de arbitración

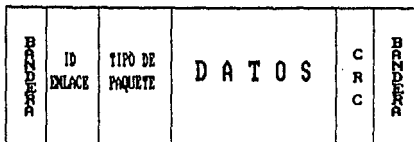


FIGURA 4-1 FORMATO DEL PAQUETE ESTANDAR USADO POR EL RADIOODEN

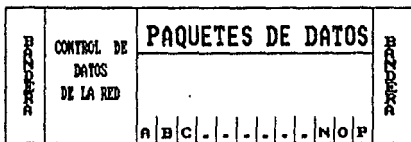


FIGURA 4-2 FORMATO DE MENSAJE DE TRANSISION ESTANDAR USADO POR EL RADIOODEN

Paquetes de datos

DATA LINK 00 40 pak 7d |

Paquetes de datos , contiene paquetes de datos del usuario, pretende iniciar transmision de datos , si el paquete es mayor de 255 caracteres .

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] reconocimiento
dato [3] Numero de caracteres del paquete

DATA LINK 00 40 pak 6d |

Paquete de inicio de datos , el primer paquete de datos enviado conteniendo datos del usuario.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] reconocimiento
dato [3] Numero de caracteres del paquete

Paquetes de reconocimiento

SNAC PAC LINK 00 5a pak 47 |

Paquete de reconocimiento, se manda como reconocimiento de que se recibio un paquete de datos correctamente.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] reconocimiento

Paquetes de cambio de estado

USER CTRLS LINK 00 14 pak 32 XX |
Paquete de cambio de estado , se manda cuando algun radiomodem detecta un cambio de estado en la red del usuario.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] reconocimiento
dato [3] código de paquete de control.

códigos utilizados en paquetes de control :

- 00 00 | = Paquete indicador de cambio de estado de la señal DTR.
- 00 | = Código enviado por el anfitrión cada 15 minutos para verificar a los terminales.
- 54 | = Código para indicar tablas nuevas en la red.
- 61 | = Código para indicar que la terminal del usuario no esta activa.
- 64 | = Código para indicar a un radiomodem que deje de sondear a una terminal del usuario.
- 66 | = Código para indicar que una terminal contesto al sondeo del radiomodem.
- 69 | = Código para indicar que la terminal del usuario esta activa.
- 6E | = Código para indicar que empiece a hacer un sondeo de terminales.

Paquetes de retransmisión

MGT SR DL LINK 00 01 pak 21 00 ss 00 dd 00 |
Paquete para notificar que se perdieron arbitraciones

LINK 00 01 = 1
dato [0] reconocimiento
dato [1] 00
dato [2] número de enlace de la unidad transmisora
dato [3] 00
dato [4] número de enlace de la unidad que intenta recibir

MGT SR NET LINK 00 01 pak 31 00 ss dd pp dd pp dd pp |
Paquete para notificar que se perdieron paquetes de datos

LINK 00 01 = 1
dato [0] reconocimiento
dato [1] 00
dato [2]
dato [3] número de enlace de la unidad transmisora
dato [5] número de enlace del destino del primer paquete perdido
dato [6] número de reconocimiento del primer paquete perdido
dato [7] número de enlace del destino del segundo paquete perdido
dato [8] número de reconocimiento del segundo paquete perdido
:
:
dato [n] número de enlace del destino del enésimo paquete perdido
dato [n+1] número de reconocimiento del enésimo paquete perdido

Paquetes de conexión

ALOHA INIT LINK 00 02 pak 01 |
Paquete de inicialización, pretende establecer comunicación por primera vez, si la red no se encuentra activa.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] número de identificación de este paquete

ALOHA RESP LINK 00 03 pak 02 |
Paquete de inicialización, pretende dar una respuesta al paquete de ALOHA INIT.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] número de identificación de este paquete

INITIATE LINK 00 03 pak 03
Paquete de inicialización, pretende establecer comunicación si se encuentra la red activa.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] número de identificación de este paquete

CONNECT LINK 00 03 pak 04 04 02 |
Paquete de conexión, después de recibir un INITIATE el equipo contesta este paquete para indicar que el enlace está hecho.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] reconocimiento
dato [3] número de enlace que manda el paquete
dato [4] otro número de enlace que tenga el mismo equipo

NET CTRLS LINK 00 31 pak 09 30 00 31

Paquete de desconexión, después de 5 paquetes de retransmisión el equipo que no contesta es desconectado de la red.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] reconocimiento
dato [3] enlace fuente
dato [4] 00
dato [5] enlace desconectado

Paquetes de arbitración

VERS V1.7 LINK 00 02 pak 09 |

Paquete nulo o de versión, para mantener el enlace de radio activo en caso de que en la red del usuario no se tenga actividad.

dato [0] version de PAMEC
dato [1] 00
dato [2] enlace destino
dato [3] reconocimiento

ARB CC=0 LINK 00 02 pak 05 |

Paqueta de arbitración, para tomar el control de la red en caso de que se requiera de una transmisión de datos.

dato [0] 00
dato [1] enlace destino
dato [2] reconocimiento

CAPITULO V

V.- CONFIGURACION DE REDES

V.1 Requerimientos de una red celular

Una red celular de transmisión de datos por radio tiene aplicaciones en áreas regionales o metropolitanas para asegurar una transferencia rápida y precisa de datos entre computadores y terminales de computadora dentro del área de operación.

La configuración máxima que una red celular puede soportar es de 127 enlaces por cada par de frecuencias, y como tienen su propio protocolo de comunicaciones todos los radiomodems de la red deben de estar escuchando lo que sucede, esto para que exista un verdadero control en la red. Para esto se tiene un repetidor de radio, que debe ser colocado en un punto estratégico del área donde trabajara la red.

Como la ubicación del equipo repetidor es crítica, previo a la instalación se requiere de un estudio geográfico y de asentamientos de la zona, ya que en la banda de UHF se requiere de una cierta línea de vista, en algunos casos a frecuencias menores de 1000 Mhz. construcciones y obstrucciones parciales

proveen deflexiones de las ondas de radio causando que la transmisión "rebote" alrededor de las obstrucciones , este fenomeno es llamado " multitrayectoria".

Ademas de estos estudios , se deben realizar realizar monitoreos y ciertos calculos de ingenieria (Ver capitulo 2 seccion 2.3) para evaluar las condiciones de márgenes de desvanecimiento de señal y para asegurar un alto rendimiento de la red.

La estación repetidora consta de los siguientes accesorios:

-Antena de tipo omnidireccional; para que tenga un patron de radiación de 360 grados , esto es que radie hacia todas direcciones . (Ver capitulo 2 , sección 2.4)

-Duplexores ; Para utilizar una misma antena y aislar transmisor y receptor. (Ver capitulo 2 sección 2.4)

En cada enlace que se desee realizar, antes de la instalación tambien se deberan realizar ciertos cálculos , tales como medir el nivel de desvanecimiento de señal , asi como las pérdidas

ocasionadas por línea de transmisión y conectores teniendo precaución de que el nivel recibido en el ultimo extremo de la línea no sea menor a -95 decibeles en el analizador de espectros. La altura a la que debiera fijarse la antena será determinada para cada caso en particular , y estara en función de la distancia al repetidor , las características del inmueble y su ubicación .

Cada estación remota consta de los siguientes accesorios :

-Antena direccional ; que su patron de radiación sea en línea recta , y debe estar alineada exactamente con la estación repetidora , la ventaja aquí es que una vez instaladas no requieren moverse.(Ver capítulo 2 , sección 2.3)

-Radiomodem ; El equipo de comunicaciones de la red .
(Ver capítulo 3)

V.2 Configuraciones posibles

El equipo de comunicaciones de la red esta diseñado para operar

como un sistema de direcciones múltiples . Una sola red puede servir simultaneamente varios ambientes . punto a punto a multipunto y multiusuario , pudiendo soportar hasta 254 terminales configuradas en un máximo de 127 enlaces.

Una red típica consiste en un radiomodem conectado a un computador y varios radiomodems ubicados en localidades remotas para conectarse a las terminales del usuario.

Al radiomodem que trabajara con el computador se le configurara para que trabaje con él y se le llama anfitrión o "host server".

Al radiomodem que trabajara con las terminales tambien sera configurado para ese fin , y se le llama terminal o "terminal server".

Para la configuración de los radiomodems , estos estan provistos de tres puertos de entradas discretas cada uno utilizando un banco de micro-interruptores de ocho posiciones cada uno , para sumar 24 bits configurables. Estos micro-interruptores son leídos por el sistema para determinar la configuración de cada radiomodem en la red . El banco 1 y 2 son para determinar el número de identificación de cada puerto RS-232 del radiomodem en la red . El banco de interruptores 3 , en el anfitrión selecciona

el número de enlaces que tendrá que enlazar , así como la velocidad con la que trabajara la emulación ; en el radiomodem terminal seleccionara unicamente la velocidad con la que trabajara la emulación en la terminal.

En el módulo de emulación del protocolo del usuario (Capítulo 3 , sección 3.1) se va a emular el ambiente del computador o de las terminales .

En la figura 5-1 se indica la posición de cada banco de interruptores , así como los 2 puertos de entrada / salida.

Cada microinterruptor en un banco puede ser representado con un valor binario, y cuando son agrupados juntos (8 en cada banco) pueden ser representados con valores hexadecimales si son leídos de izquierda a derecha . Un interruptor hacia arriba representa un "cero" binario , y un interruptor hacia abajo representa un "uno" binario.

Algunos ejemplos de selección de números hexadecimales serian los siguientes :

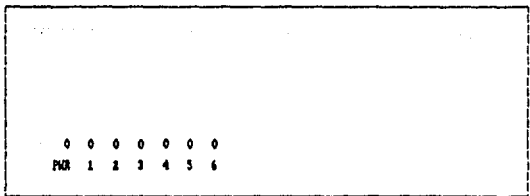
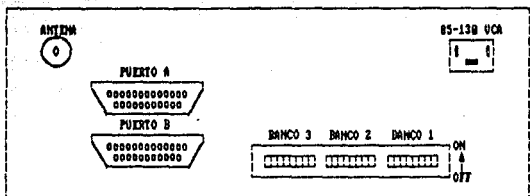


FIGURA 5-1 VISTA FRONTAL Y TRASERA DE UN RADIOODEN

interruptores	1 2 3 4 5 6 7 8	valor hexadecimal
	u u u u u u u u	00
	u d d u u u u u	06
	d d d d u u u u	0F
	u u u u d d u u	30
	d u u d u u d u	49
	d d d d d d d d	FF

Para configurar a un radiomodem como anfitrión unicamente se direccionara con un número hexadecimal "par" , para configurar a los radiomodems terminales se direccionaran con las representaciones hexadecimales "nonas" siguientes.

En la figura 5-2 se ilustra una red con un anfitrión y con 3 enlaces adicionales y en la figura 5-3 algunas aplicaciones de redes de datos .

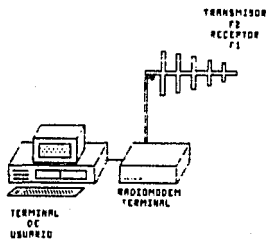
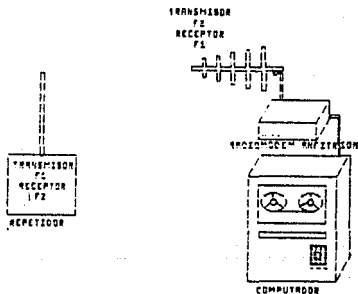
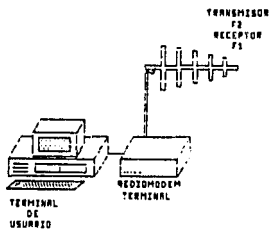
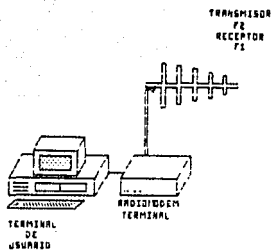


FIGURA 5-2 RED CELULAR CON UN ANFITRIZON Y TRES ENLACES

V.3 Características de emulación de protocolos

Una desventaja de la mayoría de los protocolos es que envían los mensajes de control sobre la red , lo cual incrementa la carga de esta con caracteres que no son datos de usuario , reduciendo así el flujo de datos del canal. Otra dificultad que se deriva el envío de mensajes de control es que el equipo conectado a esta debe manejar el mismo protocolo .

En un intento por alcanzar mayor eficiencia del canal , así como la flexibilidad de integrar diversos equipos de usuario en una misma red , algunos fabricantes proveen una característica llamada emulación de protocolo. Esta característica consiste en un software especial localizado dentro del dispositivo de comunicación , el cual intercepta el puleo del ETD transmisor y provee la respuesta esperada al ETD receptor colocado al otro extremo del circuito . Como resultado el canal es eficientemente aprovechado por los datos del usuario . Además es posible integrar diferentes protocolos en la misma red ya que el protocolo del usuario es independiente del protocolo de la red.

La desventaja de esta técnica es que el software residente en el dispositivo de comunicación de datos debe ser adaptado para cada usuario específico.

V.4 Emulaciones manejadas en la red del usuario

Las emulaciones síncronas y asíncronas que puede soportar una red de datos son las siguientes :

- Poll Select
- BSC-3270
- SDLC
- HDLC
- NCR

CONCLUSIONES

Una red de radio tiene ventajas específicas sobre redes basadas en líneas en áreas regionales o metropolitanas . Específicamente una red de radio no requiere de cables físicos para enlazar terminales o estaciones entre si , y puede operar sin el uso de otros equipos de comunicación , también la comunicación puede ser establecida fácil y rápidamente.

Ademas en caso de desastres o emergencias , las redes de radio pueden ser fácilmente establecidas en lugar de redes telefónicas , con el mínimo esfuerzo de determinar una trayectoria básica de radio y posicionar una pequeña antena . La implementación de redes de radio puede agilizar el reestablecimiento de la comunicación despues de un desastre.

Otra ventaja ,es que mas alla del capital gastado en el equipo de comunicación, y a determinación de la red de radio , el costo de operación de la red es relativamente pequeño si la frecuencia es rentada a un proveedor y menor aun si el usuario opera la frecuencia de radio privadamente.

Por todo esto se puede comprender lo importante que es la implementación de estos sistemas , que actualmente estan teniendo mucha demanda , por esta razon es necesario tener conocimientos tanto de transmision de datos como de radiofrecuencia que se trataron en este documento .

BIBLIOGRAFIA

- Knowlton A. E.
Standard handbook for electrical engineers
Mc Graw Hill , 1989
- Reed Ware
Communications circuits
Willey , 1982
- Gonzalez Sains Nestor
Comunicaciones y redes de procesamiento de datos
Mc Graw Hill , 1988
- Black Uyles
Redes de computadoras
Prentice Hall , 1987
- Foley Jerold
The status and direction of OSI
IEEE
- General information
IBM " Synchronus data link control "
IBM
- Manual para analizador de protocolos " Feline "
Feline Inc.
- Revista " Communications Magazine "
Septiembre 1991