

3 2e1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

“ A R A G O N ”

PROTOCOLO DE COMUNICACIONES PARA TRANSMISION
DE DATOS UTILIZANDO UN SATELITE DOMESTICO

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICO

Presentan:

COSME AMOLES HERNANDEZ

CARLOS ANIMAS TENORIO

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	pag.
Introducción.....	7
Capítulo 1. Antecedentes históricos y origen de las computadoras.....	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Generaciones de las computadoras.....	12
1.2.1 Primera generación.....	12
1.2.2 Segunda generación.....	14
1.2.3 Tercera generación.....	14
1.2.4 Cuarta generación.....	15
1.3 Origen de las comunicaciones.....	16
1.3.1 El telegrafo y el alfabeto Morse.....	16
1.3.2 Teletipos.....	19
1.3.3 Satélites.....	20
1.3.3.1 Enlace mediante satélites.....	20
1.3.3.2 Tipos de satélites.....	22
1.3.3.2.1 Satélites internacionales.....	22
1.3.3.2.2 Características de los satélites domesticos.....	23
Capítulo 2. Consideraciones Teóricas.....	26
2.1 Teoría de la información.....	26
2.2 Cantidad mínima de la información.....	35
2.3 Códigos y estructuras de la codificación.....	37
2.4 Modulación digital.....	47
2.4.1 Teorema de muestreo.....	47
2.4.2 Modulación por amplitud de pulso MAP.....	48
2.4.3 Modulación en duración y posición de pulso.....	51

2.5 Modulación de pulsos codificados PCM.....	53
2.6 Técnicas de modulación digital.....	54
2.6.1 Codificación por corrimiento de amplitud ASK.....	54
2.6.2 Codificación por corrimiento de frecuencia FSK.....	55
2.6.3 Codificación por corrimiento de fase PSK.....	57
2.6.4 PSK en cuadratura.....	58
2.7 Tipos de acceso a un Satélite.....	60
2.7.1 Acceso múltiple por división en frecuencia.....	61
2.7.2 Acceso múltiple por división en tiempo.....	63
2.7.3 Acceso múltiple por división codificada.....	66
2.8 Conceptos generales sobre transmisión de datos.....	67
Capítulo 3. Situación actual de los Protocolos.....	76
3.1 El modelo de referencia de ISO.....	77
3.1.1 Explicación general.....	78
3.1.2 El bloque de transmisión.....	79
3.2 Protocolo de control de enlace.....	82
3.2.1 Introducción.....	82
3.2.2 Explicación general.....	89
3.2.2.1 Sincronización de trama y transparencia.....	90
3.2.2.1.1 Principio y fin.....	90
3.2.3 Coordinación de la comunicación.....	92
3.2.3.1 Selección.....	93
3.2.3.2 Sondeo.....	95
3.2.3.3 Contienda.....	95
3.2.4 Control de errores de transmisión.....	97
3.2.4.1 Códigos de protección de errores.....	97
3.3 Protocolos orientados a caracter.....	98

3.3.1	Protocolo Binary Synchronous Communication (BSC).....	98
3.3.2	Protocolo ADCCP.....	101
3.4	Protocolos orientados a Bit.....	102
3.4.1	Protocolo Synchronous Data Link Control (SDLC).....	102
3.4.2	Protocolo UDLC.....	110
3.4.2.1	Conceptos del UDLC.....	110
3.4.2.2	Modos operacionales.....	112
3.4.2.3	Formato de transmisión UDLC.....	113
3.4.2.3.1	Bandera.....	114
3.4.2.3.2	Campo de dirección.....	114
3.4.2.3.3	Campo de control.....	115
3.4.2.3.3.1	Números de la secuencia.....	116
3.4.2.3.3.2	Bit F/F.....	117
3.4.2.3.3.3	Bit S.....	119
3.4.2.3.3.4	Bit M.....	119
3.4.2.3.4	Campo de Información.....	119
3.4.2.3.5	Secuencia de Verificación de trama.....	119
3.4.2.3.5.1	Orden de Transmisión de bits.....	120
3.4.2.3.5.2	Aborto ocioso y tiempo de relleno.....	121
3.4.3	Protocolo X 25.....	121
3.4.3.1	Nivel 1. Nivel Físico.....	123
3.4.3.1.1	Clase de usuario.....	123
3.4.3.1.2	Interfaz con ETD.....	124
3.4.3.2	Nivel 2. Procedimiento de control de enlace.....	124
3.4.3.2.1	General.....	124
3.4.3.2.2	Estructura de trama.....	124
3.4.3.2.2.1	Bandera.....	125
3.4.3.2.2.2	Campo de dirección.....	125

3.4.3.2.2.3	Campo de control.....	126
3.4.3.2.2.4	Información.....	126
3.4.3.2.2.5	Secuencia de Verificación de trama.....	126
3.4.3.2.3	Orden de transmisión de los bits.....	126
3.4.3.2.3.1	Tramas Inválidas.....	127
3.4.3.2.3.1	Anulación de tramas.....	127
3.4.3.2.3.3	Procedimiento de la dirección.....	127
3.4.3.2.4	Consideraciones finales.....	127
3.4.3.3	Nivel 3 Procedimiento de control de paquetes..	128
3.4.3.3.1	General.....	128
3.4.4	Protocolo BDLC.....	129
CAPITULO 4. Selección del Protocolo.....		134
4.1	Introducción.....	134
4.2	Requisitos que debe cumplir el protocolo para satisfacer la demanda planteada.....	136
4.3	Protocolo propuesto.....	136
4.4	Ventajas.....	136
CAPITULO 5 Utilización y Propuesta de un Sistema.....		138
5.1	Introducción.....	138
5.2	Topología en redes locales.....	138
5.2.1	Estrella.....	140
5.2.2	Arbol.....	141
5.2.3	Malla.....	141
5.3	Propuesta de un sistema de comunicación via satélite.....	143
5.4	Cotización del equipo satelital para la red propuesta.....	147

5.5 Requerimientos para la contratación de canales

via satélite.....	152
Conclusiones.....	154
Glosario.....	156
Bibliografía.....	159

INTRODUCCION

El hombre siempre en la búsqueda de soluciones que dieran a él un mejor manejo de datos, inicio con métodos bien rudimentarios, pero que a final de cuentas lo llevaban a manejar un control apropiado de tales datos. Esto es inventó mecanismos que le permiten realizar operaciones teniendo de antemano un sistema numérico y en consecuencia conforme fue inventandose nuevos mecanismos, se iba delegando las funciones manuales e intelectuales del hombre a las máquinas.

La primera manifestación de manejo de datos a gran escala, se llevó a cabo cuando el Dr. Hollerith se dió a la tarea de procesar los datos del censo que en 1890 se llevó a cabo en E.U..

Posteriormente se siguieron inventando mas dispositivos o máquinas, con poca o mucha innovación, de tal manera que seguia con el progreso a fin de perfeccionarlas.

Mas, no es sino hasta 1945, que en la Universidad de Pensilvania se inventa el primer Computador totalmente electrónico, el cual representa una gran innovación para el Procesamiento de Datos.

En el campo de las comunicaciones también se siguió adelante de tal manera tenemos aparatos antecesores tales como: el telégrafo, seguido del telefono, el facsímil, el telex, etc. aparatos que nos proporcionan Comunicación Electrónica a gran distancia.

Más tarde se llegó a uno de los dispositivos más complejos y de gran utilidad, este dispositivo es el SATELITE.

Si nosotros utilizamos estos dos recursos: el procesamiento de datos por computadora y la distribución de información por satélite, se llega a la optimización del manejo de datos (TELE-PROCESO), esto es los datos fluirán de un punto central (computador) a terminales locales, remotas o a otro computador.

En nuestros días el procesamiento de datos y la comunicación electrónica tienen un desarrollo muy avanzado, además de gran auge, también se encuentran muy unidos o bien relacionados, de tal manera que si una persona requiere de información de un centro de cómputo muy distante (comunicación internacional) y tiene acceso al satélite, puede obtenerla eficazmente y en un lapso de tiempo demasiado pequeño.

Para que exista un flujo de información adecuado entre computadores o computador y terminales, se requiere de medios de control y recuperación de errores, los cuales son proporcionados por el PROTOCOLO DE COMUNICACIONES, punto al cual nosotros daremos un mayor énfasis.

En el contenido de este trabajo se han tratado de reunir datos, con los avances de tecnología correspondientes, siendo el PROTOCOLO DE COMUNICACION factor primordial para obtener una comunicación por satélite eficiente y rápida.

Esperando que el trabajo realizado sea de un valor no muy práctico, pero sí de entendimiento para la sociedad estudiantil de ENEP ARAGON, a la cual debemos nuestra formación, que con el futuro será una inseparable arma para la vida.

A nuestros padres, que nos brindaron la oportunidad de realizar estos estudios, a los profesores por su dedicación, a la ENEP

ARAGON y a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO nuestro más grande sentimiento y agradecimiento.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES HISTORICOS Y ORIGEN DE LAS COMPUTADORAS

1.1 INTRODUCCION

Es el desarrollo de mecanismos de proceso y una simbología digital lo que inicia el proceso de datos mecanizados. Por una parte se inventaron simbolos que representaban cantidades finitas; dichas cantidades son manejadas y modificadas por procesos aritméticos para identificar ciertos elementos; por otra parte, se desarrollaron mecanismos que permiten realizar operaciones teniendo como base un sistema numérico.

Pasos sorprendentes se registran en el siglo XIX dentro del campo del proceso de datos. Empieza el desarrollo de modos más precisos; pero en el proceso de datos lo importante, es que ciertas funciones que antaño ejecutaban el intelecto empiezan a ser realizadas por máquinas.

En 1890 Herman Hollerith realizó experimentos con tarjetas perforadas, esperando lograr una máquina que hiciera el proceso estadístico de datos, rápidamente. Hollerith invirtió en el censo de 1890 dos años y medio a fin de procesar los datos de un conglomerado de 63 millones de habitantes. Las tarjetas contenían datos en forma de perforaciones, las cuales servían para realizar el proceso en una máquina que las clasificaba de acuerdo a la posición que guardaban dentro de la misma tarjeta.

El desarrollo y mejoramiento de las máquinas calculadoras fue el punto significativo del final del siglo XIX y principios del XX. Un papel muy relevante tienen en este periodo las máqui

nas calculadoras y registradoras accionadas mediante teclas. Dichas máquinas marcaron un avance importante en el proceso de datos.

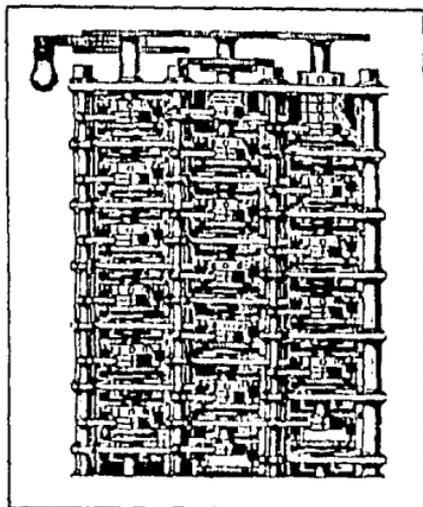


Fig. 1.1

Turing (1910) diseña una máquina teórica que puede actuar tanto sobre las instrucciones que rigen las operaciones como sobre los mismos datos. Y puede recordar lo que ha hecho anteriormente y cambiar el curso de las operaciones de acuerdo con el resultado de las anteriores

En 1937, el Dr. G. Aiken idea las bases para la construcción de una máquina secuencial. Esta fué explotada por IBM, que patro-

cino el proyecto para que fuera desarrollado por la Universidad de Harvard.

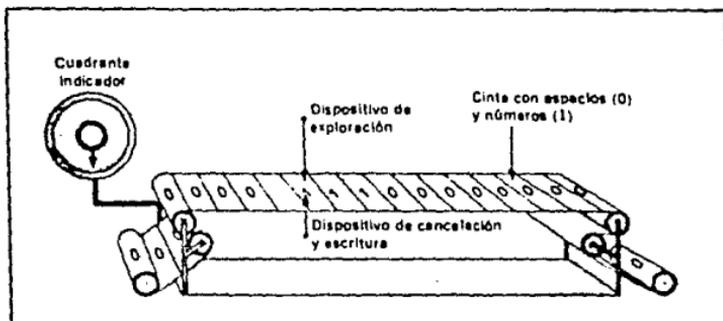


Fig. 1.2

1.2 GENERACIONES DE LAS COMPUTADORAS

1.2.1 PRIMERA GENERACION

A mediados de la década del 40, John Von Neumann junto con H. H. Goldstine y Burks desarrollaron el concepto de "programa almacenado", que consiste en una lista de instrucciones codificadas que controla la operación del computador y codifica en la misma forma los datos de entrada; se almacena al inicio en el computador y luego este programa se ejecuta automáticamente, esta filosofía a sido usada para construir las actuales computadoras.

En 1945 es construida la ENIAC (Electronic Numerical Inter-

grator and Calculator), el primer dispositivo computador de tubos al vacío a gran escala. Fue diseñada para resolver problemas matemáticos en el área náutica.

La computadora ENIAC era una máquina gigantesca, formada de 40 gabinetes los cuales ocupaban 180 m² con un peso de 30 Tons. y consumía 140 Kw de energía.

Los componentes electrónicos que la conformaban eran cerca de 20 mil bulbos, 70 mil resistencias, 10 mil capacitores y 7500 relevadores.

Los primeros diseños de computadores tenían como propósito desarrollar algo que facilitará la realización de cálculos numéricos para resolver ecuaciones matemáticas involucradas principalmente en el lanzamiento de proyectiles.

La primera generación de computadoras se caracteriza por el uso de bulbos; sus velocidades de proceso se miden en Milisegundos.

En la tabla 1 se enumeran otros computadores de la primera generación:

FABRICANTE	MODELO
ESC. DE INGENIERIA ELECTRONICA MOORE ...	ENIAC; EDVAC
UNIVERSIDAD DE CAMBRIDGE	EDSAC
UNIVAC	UNIVAC I; UNIVAC II
BURROUGHS	E101; BURROUGHS 2202
HONEYWELL	DATAMATIC 1000
IBM	MARK II; MARK III; PERFORADORA ELECTRONICA DE CALCULO 602; IBM 630; 702; 704; 705; 709
NATIONAL CASH REGISTER	CRC; 102A; 102D
RCA	BISMAC I; BISMAC II

TABLA 1

1.2.2 SEGUNDA GENERACION DE COMPUTADORAS

La segunda generación de computadoras nace con el transistor (1958), sus velocidades de procesos se miden en microsegundos y sus circuitos resultan menos complicados.

Se desarrollan almacenamientos secundarios con grandes capacidades, impresoras de alta velocidad y en general dispositivos de entrada y salida de altas velocidades de transmisión y lo más importante surge una ciencia alrededor de las computadoras, LA CIENCIA DE LA COMPUTACION

En la tabla número dos se enumeran ejemplos de la segunda generación.

FABRICANTE	MODELO
BURROUGHS	B500; SERIE 200
CONTROL DATA	CDC 1604; 160 A
GENERAL ELECTRIC	GE 635; 645; 200
HONEYWELL	SERIE 400; SERIE 800
IBM	7070; 7080; 7090; SERIE 1400; SERIE 1401; SERIE 1600
RCA	501
UNIVAC	UNIVAC III; SS80; SS90; 110
PHILCO	2000
NCR	300

TABLA 2

1.2.3 TERCERA GENERACION DE COMPUTADORAS

La base de la computadora de la TERCERA GENERACION (1965-1970) son el circuito integrado y el microcircuito. Su velocidad de proceso se mide en "Nanosegundos".

Son desarrollados dispositivos periféricos más efectivos, unidades de almacenamiento secundario de gran volumen con amplias facilidades de acceso (cinta magnética, disco magnético, tambor magnético, tira magnética). Nuevos mecanismos de acoplamiento electrónico permiten el uso de terminales remotas que operan la computadora como si se estuviese en el sitio mismo en que se encuentra la terminal. En la tabla 3 se enumeran algunos de los principales computadores de la tercera generación.

FABRICANTE	MODELO
BURROUGHS	5700; 6700; 7700
CONTROL DATA	SERIE 3000; SERIE 6000
	SERIE 7000
DIGITAL EQUIPMENT	SERIE PDP; SERIE PDP-11
GENERAL ELECTRIC (división comprada por HONEYWELL)	GE SERIE 600; GE235
HONEYWELL	SERIE 200; SERIE 60
IBM	SERIE SISTEMA/360
	SISTEMA/370
RCA (división comprada por UNIVAC)	SERIE SPECTRA 70
UNIVAC	1108; SERIE 9000
NCR	SERIE CENTURY

TABLA 3

1.2.4 CUARTA GENERACION DE COMPUTADORAS

El principal desarrollo tecnológico recae en la tecnología de los semiconductores :en el silicón, en el chip .

La técnica de fabricación de circuitos integrados se clasifican tradicionalmente en cuatro grandes grupos:

-SSI (Integración a pequeña escala) conteniendo unos 10 circuitos por pulgada cubica (compuertas lógicas, biestables).

-MSI (Integración a mediana escala) que permite alojar como 100

circuitos por pulgada cúbica (registros, contadores).

-LSI (Integración a gran escala) con lo que se puede obtener más de 1000 circuitos por pulgada cúbica (memorias, funciones especiales y microprocesadores).

-VLSI (Integración a muy gran escala) con ella se pueden alojar más de 100 000 circuitos en una pulgada cúbica (memorias, controladores y microcomputadoras).

1.3 EL ORIGEN DE LAS COMUNICACIONES

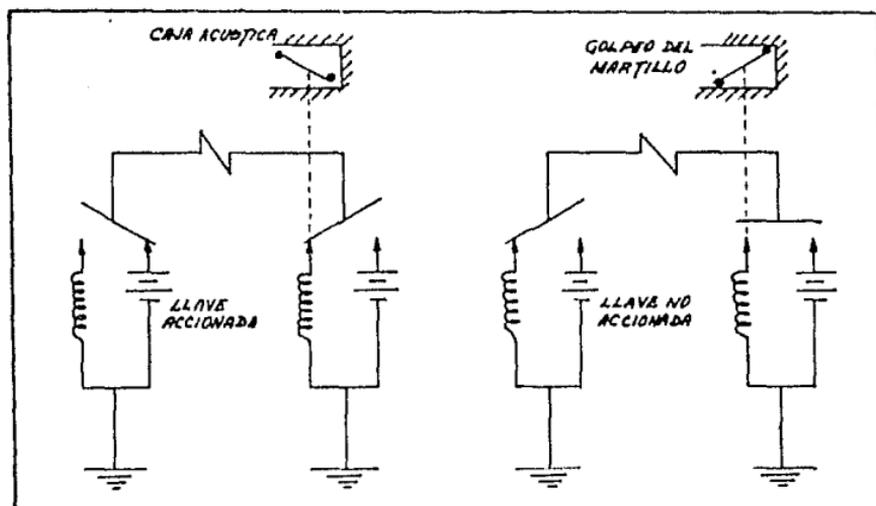
Existen numerosas formas de comunicación. Dos personas pueden comunicarse entre sí por la voz, los ademanes o los símbolos gráficos. En el pasado se llevaba a cabo la comunicación a larga distancia con medios como sonidos de tambor, señales de humo, palomas mensajeras y señales luminosas. Hoy en día, estas formas de comunicación han quedado separadas por la comunicación eléctrica. Esto se debe a que se pueden transmitir las señales eléctricas a distancias mucho mayores (teóricamente a cualquier distancia en el universo) y con velocidad sumamente alta (3×10^8 metros por segundo aproximadamente).

1.3.1 EL TELEGRAFO Y EL ALFABETO MORSE

Podemos decir que codificar significa transformar una información en una representación predefinida y preestablecida. Esta representación generalmente es arbitraria o convencional pero debe tomar en cuenta el soporte (medio) sobre el cual debe ser sostenida la información, así como los procesos a las que se verá sometida la misma, o la forma en que se transmitirá a otra localidad; por ejemplo, las letras del alfabeto pueden considerarse

como una codificación de sonidos que a su vez son una codificación del pensamiento. El abecedario es un sistema de codificación que se desarrolló para ser usado en un soporte de tipo plano (como el papel) y para poder transmitir la información a otras personas, las cuales las codifican y la convierten en pensamientos e ideas. Otro ejemplo de codificación es el código Morse para el telégrafo, el cual surge por la necesidad de comunicación que siempre ha tenido la sociedad, con este sistema se logró acortar grandes distancias físicas.

Por lo que Morse basado en lo anterior creó el primer circuito telegráfico, basado en un código de información, bajo el principio de ausencia y presencia de corriente directa.



Configuración Básica del Sistema Telegráfico

El circuito modificado (en el cual, no es necesario tener las llaves cerradas) es el siguiente:

Las dos bobinas se energizarán y se desenergizarán tantas veces como se acciona las llaves de transmisión.

Al desenergizarse las bobinas sueltan los martillos los cuales a su vez golpean a una caja acústica, produciendo un sonido claro y entendible. Y es así que de esta manera se transmite información entre dos sistemas distantes.

Para que este sonido fuera inteligible se vio la necesidad de crear un código en el cual nos representara la información a transmitir, de esta manera Morse creó un código en base a puntos y rayas, el cual conocemos como "ALFABETO MORSE".

ALFABETO MORSE

A	..-.	1	-----	Otros Signos	
B	-...-	2	....-	Punto(.)	.....
C	-.-.-	3	---..	Coma(,)	.....
D	-.-.-	4	....-	Dos puntos(:)	.....
E	.....	5	.....	Signo de in-	
F	..-.-	6	....-	terrogación(?)	.....
G	---..	7	---..	Guión (-)	.....
H	....-	8	---..	Diagonal(/)	.....
I	.....	9	-----	Paréntesis ( )	.....
J	..-.-	0	-----	Comillas(")	.....
K	-.--			Guión doble(=)	.....
L	..-.-			Comprendido	.....
M	---..			Error	.....
N	-.--			Cruz(+) que tam-	
O	---..			bién significa	
P	..-.-			fin de despacho	.....
Q	..--.			Invitación a	
R	..-.-			transmitir	.....
S	...--			Espera	.....
T	---..			Fin de trans-	
U	..-.-			misión	.....
V	...--			Principio	.....
W	..--.			Separación	.....
X	-.--.				
Y	-.--.				
Z	---..				

1.3.2 TELETIPOS (Letras a distancia)

El Teletipo nació de la necesidad de transmitir información con absoluta fidelidad y mayor rapidez que el telégrafo, ofreciéndonos además 3 ventajas importantes, que son:

- 1) Mensaje escrito
- 2) Sistema totalmente automático
- 3) Facilidad de empleo

Este equipo tiene implementado, tanto la parte del transmisor como la del receptor, por lo que puede ser utilizado como transmisor o receptor (una solamente a la vez).

A estos dispositivos actualmente se le han agregado una serie de accesorios necesarios para poder ser conectados a la Red Telex, como son: un marcador telefónico (ya sea disco o teclado), un perforador y un lector de cinta.

Las señales del teletipo están formadas por la conmutación (abre o cierre) de una corriente directa, por lo que genera pulsos de corriente. Haciendo que estos pulsos tengan un funcionamiento del equipo asincrónico dado que se basa en un pulso de inicio (start) y un pulso de paro (stop), que asegura la concordancia de funcionamiento entre el transmisor y el receptor. Dando como resultado que el sistema permanecerá apagado cuando no haya transmisión.

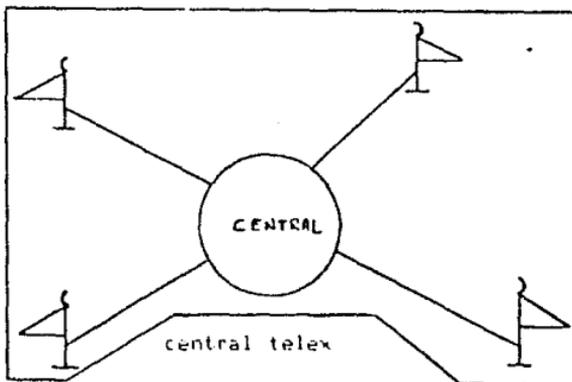
El sr. Wheatstone fue el primero en emplear un aparato completo con impresión de tipos (teletipos) en el cual un martillo que era impulsado por un selenoide podía imprimir un tipo en papel. El primer teletipo se construyó en 1855, pero su aplicación a gran escala empezó en 1920, deteniendo el avance del

telégrafo al grado de poder sustituirlo.

Los códigos que utilizan los teletipos, son esencialmente 2:

- BAUDOT
- ASCII

Conforme fueron evolucionando los diferentes medios de comunicación (telégrafo, teletipo, teléfono, facsimil, etc.) cuyas estructuras fueron cada vez más complejas, se llegó al desarrollo del satélite.



Dispositivo de suma importancia en la evolución de las comunicaciones, principalmente para aquellas que cubren grandes distancias como lo es los enlaces continentales e internacionales.

1.3.3 SATELITES

1.3.3.1 Enlace de Comunicaciones mediante Satélites

En un enlace empleando satélites, se tienen básicamente 3 sistemas, el sistema terrestre del que parte la señal al satélite, que de acuerdo con la UIT (Unión Internacional de

Telecomunicaciones), un satélite de telecomunicaciones es una estación relevedora situada en el espacio, y por último la estación receptora que captará la señal del satélite.

Los dos sistemas que mayor importancia tienen para su estudio, es el sistema repetidor del satélite y el sistema de recepción de la señal proveniente del satélite.

Para recibir la señal proveniente del satélite, es necesario contar con una estación terrena; en la actualidad se están popularizando estaciones pequeñas con fines domésticos, con antenas de diámetros pequeños de 3.5 a 10 m., comparadas con las que utilizan tradicionalmente para un enlace de comunicaciones transcontinentales que tienen diámetros de 30 m.

Una estación terrena consiste fundamentalmente de una antena y los equipos de recepción y transmisión asociados para funcionar con el repetidor del satélite. Las estaciones terrenas de telecomunicaciones nacionales por satélite, ofrecen servicios limitados (tales como: programas de televisión exclusivamente o de televisión educativa), pueden ser mucho más pequeñas que las estaciones destinadas a un servicio internacional, y generalmente de menos complejidad que las estaciones terminales o repetidoras radioeléctricas de superficie. Por otra parte, las estaciones terrenas destinadas a fines múltiples, como el control de satélites, telefonía, televisión, telex y datos, son generalmente más complejas que las estaciones terminales de sistemas de microondas de superficie.

1.3.3.2 Tipos de Satélites

Existen muchos tipos de satélites destinados a diferentes fines, sin embargo los que están cobrando mayor interés en la actualidad son los satélites internacionales y los satélites domésticos.

1.3.3.2.1 Satélites Internacionales

Los satélites internacionales son utilizados principalmente en el envío de comunicaciones telefónicas y de televisión como tráfico más común en enlaces continentales o internacionales.

Este tipo de satélite se caracteriza por su gran capacidad de tráfico y la gran cantidad de estaciones terrenas que se enlazan entre sí

La capacidad de información de estos satélites es alta, sin embargo estos satélites no son suficientes para satisfacer la demanda regional de un país. Para aliviar estas carencias que se tienen, fueron creados los satélites domésticos los cuales pueden manejar el mismo tipo de información que un satélite internacional.

Es necesario mencionar que para los satélites internacionales es necesario utilizar una técnica muy especial para enlazarse a él y entablar la comunicación. La forma en que se hace el enlace mediante el satélite, se le llama "Acceso a un satélite". Hay muchas formas de establecer el acceso a el satélite, este tipo de accesos se utiliza en los satélites tanto internacional como doméstico.

1.3.3.2.2 Características de los Satélites Domésticos

Los satélites domésticos pueden manejar la misma información que un satélite de servicio internacional, sin embargo las facilidades que brinda un satélite doméstico, son mayores, ya que se puede utilizar para efectuar teleconferencias, es decir, conferencias entre personas que se encuentran en diferentes lugares de un país, enlazadas por medio de satélites todas ellas, los servicios normales que puede prestar el satélite doméstico son de: telefonía, televisión, datos, facsimil, telex y servicios especiales de transmisión.

Un satélite doméstico tiene ciertas características que lo hacen preferible a un satélite de uso internacional, tales características son las siguientes:

a) La cobertura del satélite, es decir la región en la cual estará presente la señal con mayor intensidad de potencia, puede seleccionarse por conveniencia, y radiando la señal sobre una región determinada, mediante un arreglo de antenas en el satélite, concentrando toda su potencia en una región o país.

b) Puede admitir los mismos tipos de acceso al satélite, que los que se manejan en satélites de comunicación internacional.

c) Casi todos los satélites domésticos, utilizan la banda de 4/6 GHz. para el envío de su información, esto hace compatible el uso del mismo equipo de una estación terrena para establecer el enlace con diferentes satélites.

d) El costo por el servicio que presta un satélite doméstico

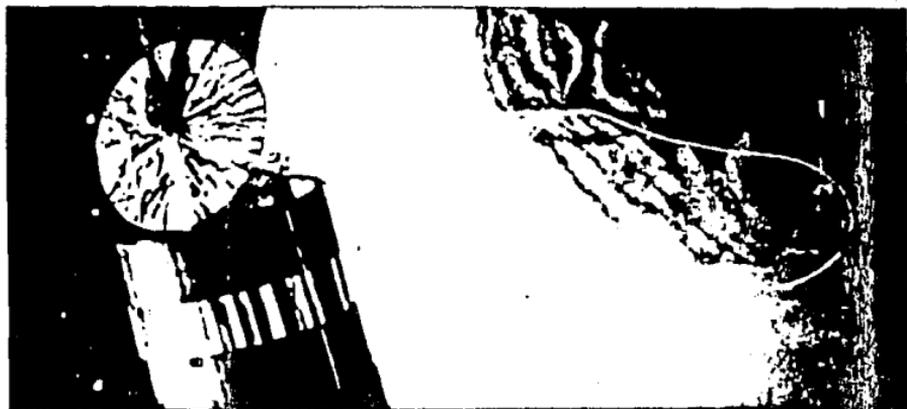
es menor que en los de servicio internacional. Por lo que se presta para usarlo y enviar señal de televisión en todo un país a un costo mínimo y de buena calidad.

e) Tienen una gran eficiencia y una muy alta confiabilidad del servicio, sólo algunos satélites disminuyen su eficiencia en periodos de eclipses cuando el sol no llega a iluminar las celdas solares, haciendo que disminuya la potencia disponible en el satélite.

Como un ejemplo de tales satélites domésticos, tenemos en México al Sistema de Satélites " Morelos " , que es un proyecto del Gobierno Federal, que está permitiendo ampliar la infraestructura de las telecomunicaciones y satisfacer las necesidades de servicio del país

La Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), adquirió dos satélites para telecomunicaciones. Ambos satélites están diseñados para transmitir en dos bandas de frecuencia, la C de 4/6 GHz. y la Ku de 12/14 GHz. Tienen un arreglo de varias antenas para comunicaciones. En donde se forman 6 diferentes haces de comunicaciones y 3 haces para rastreo. El corazón del subsistema de antenas es un reflector parabólico de diámetro 1.8 m. que opera con polarización lineal, vertical y horizontal, y apunta nominalmente hacia el centro de México.

Los satélites Morelos tienen capacidad de transmitir 32 canales de televisión cada uno o su equivalente aproximado a 32,000 canales telefónicos. La televisión se maneja en las bandas C y Ku, la telefonía interurbana en la banda C, la telefonía rural y la transmisión de datos en la banda Ku.



SATLITE MORELOS

CAPITULO 2. CONSIDERACIONES TEORICAS

2.1 TEORIA DE LA INFORMACION

La teoría de la información es un tema matemático que trata con 3 conceptos básicos: La medida de la información, la capacidad de un canal de comunicación para transferir información y la codificación como un medio de utilizar los canales a toda su capacidad.

Estos conceptos están ligados en el que se puede designar, teorema fundamental de la Teoría de la Información, el cual es resumido así:

Dada una fuente de información y un canal de comunicación, existe una técnica de codificación tal que la información se puede transmitir sobre un canal a cualquier rapidez menor que la capacidad del canal y una frecuencia de errores arbitrariamente pequeña, no obstante la presencia del ruido.

El aspecto sorprendente, casi asombroso, de este teorema es la transmisión "libre de errores" sobre un canal ruidoso, una condición que se obtiene por medio del uso de la codificación. En esencia, la codificación se emplea para acoplar la fuente y el canal, a fin de que sea completamente segura la transferencia de información.

- La Medida de la Información

El aspecto esencial de la teoría de la información es la medida de la información. En el contexto de la comunicación, la información es, en forma simple, aquella que se produce en la

fuelle para ser transferida al usuario. Esto implica que antes de la transmisión, la información no estaba disponible en el destino.

Considérese la siguiente situación un poco artificiosa.

Un hombre está planeando un viaje a Florida. Para determinar cuál ropa debe empacar, telefona a la oficina meteorológica de esa localidad y recibe uno de los siguientes pronósticos:

Saldrá el sol

Lloverá

Habrá un huracán

La cantidad de información de estos mensajes es muy diferente. El primero en forma virtual, no contiene información, pues adelanta una seguridad razonable de que el sol saldrá; no existe incertidumbre (indecisión) acerca de esto. Pero el pronóstico de lluvia proporciona una información que el viajero no posea antes, porque no llueve todos los días. El tercer pronóstico contiene aún más información ya que los huracanes son relativamente raros e inesperados.

Ha de observarse que los mensajes se han listado en orden decreciente en cuanto a probabilidad y en orden creciente en cuanto a información. El mensaje menos probable lleva mayor información al usuario. Esto conduce a expresar que la medida de la información está relacionada con la "incertidumbre". La cantidad de información depende sólo de la incertidumbre del mensaje, más que de su contenido real o posibles interpretaciones.

Yendo al extremo transmisor de un sistema de comunicación, la medida de la información es una indicación de la "libertad de

elección" ejercida por la fuente en la selección de un mensaje. Si la fuente puede escoger libremente entre muchos mensajes diferentes, el usuario tendrá una grande incertidumbre acerca de cuál será el mensaje seleccionado. Pero si no hay posibilidad de elección, si sólo hay un mensaje posible, no hay incertidumbre y, en consecuencia, tampoco información.

Según se prefiera el punto de vista de la incertidumbre o la interpretación de la libertad de elección, que la medida de información incluye a las "probabilidades". Los mensajes de gran probabilidad de elección de parte de la fuente, con conducción de poca información y viceversa. Esta noción se formaliza definiendo a la Autoinformación en términos de probabilidades.

Así la autoinformación se define como

$$F_a = - \log_b P_a = \log_b 1/P_a \quad (1)$$

Puesto que las probabilidades están limitadas por $0 < P_a < 1$, lo negativo del logaritmo es positivo, como se desea.

La especificación de la base logarítmica b es equivalente a seleccionar la "unidad de información". Mientras que los logaritmos comunes o los naturales ($b = 10$ o $b = e$) parecen ser los candidatos obvios, la convención normal de la teoría de la información es tomar $b = 2$. La unidad de información correspondiente recibe la designación de BIT, una contracción de binary digit (dígito binario) sugerida por J. W. Tukey. Así

$$F_a = \log_2 1/P_a \quad \text{bits}$$

El razonamiento en que se apoya ésta un tanto extraña, la convención es: La información es una medida de la elección ejercida por la fuente; la elección más simple posible es aquella entre 2

mensajes equiprobable. Si $P_a = P_b = 1/2$, entonces $F_a F_b = \log_2 2 = 1$ bit.

Puesto que las tablas de logaritmos de base 2 son de manera relativa poco comunes, se requiere de la relación de conversión siguiente:

$$\log_2 v = \log_2 10 \log_{10} v = 3.32 \log_{10} v \quad (2)$$

Así, si la $P_a = 1/10$, $F_a = 3.32 \log 1/(1/10) = 3.32 \log 10 = 3.32$ bits.

- Entropía y Velocidad de la Información

La autoinformación se define en términos de los mensajes individuales o símbolos que una fuente puede producir. No es sin embargo, una descripción útil de la fuente en relación con la comunicación. Un sistema de comunicación no está diseñado para un mensaje en particular sino más bien para todos los mensajes posibles, es decir, lo que la fuente podría producir para hacer distinción de lo que ésta produce en una ocasión dada. De esta manera, aunque el flujo instantáneo de información de una fuente puede ser errático, se debe describir a la fuente en términos de la "información promedio" producida. Esta información promedio recibe el nombre de ENTROPIA de la fuente.

La entropía de la fuente se define como

$$H = \sum_{j=1}^m P_j F_j = \sum_{j=1}^m P_j \log 1/P_j \quad \text{bits/símbolo} \quad (3)$$

El significado de la ec.(3) es: aunque no se puede decir

cuál será el símbolo inmediato que la fuente produzca, en el promedio se espera obtener H bits de información por símbolo o NH bits en un mensaje de N símbolos, si N es grande.

La velocidad de entropía de una fuente discreta se define de una manera sencilla como

$$R = H / \bar{\tau} \quad \text{bits/s} \quad (4)$$

donde $\bar{\tau}$ es la duración promedio del símbolo, o sea,

$$\bar{\tau} = \sum_{j=1}^m P_j \tau_j \quad (5)$$

por lo que $1/\bar{\tau}$ es igual al número promedio de símbolos por unidad de tiempo.

- Capacidad de Canal y Canales Discretos

El canal de comunicación es una abstracción, un modelo que representa al vehículo de transmisión más todos los fenómenos que tienden a restringir la transmisión. El hecho de que existan limitaciones físicas fundamentales para la transferencia de la información por medios eléctricos, conduce a la noción de CAPACIDAD DE CANAL.

Tal como la velocidad de la entropía mide la cantidad de información producida por una fuente en un tiempo dado, la capacidad "es una medida de la cantidad de información que un canal puede transferir por unidad de tiempo". La capacidad de canal se simboliza por C , y sus unidades son bits/segundo.

- Capacidad de Canal

El teorema fundamental define de manera implícita a la capacidad del canal como la velocidad máxima a la cual el canal surte de información segura al destino.

$$C = \lim_{T \rightarrow \infty} 1/T \log M(T) \quad \text{bits/s} \quad (1)$$

siendo $M(T)$, el número de mensajes diferentes de longitud T .

- Canales Discretos Sin Ruido

Un canal discreto es aquel que transmite información en forma sucesiva, suponiendo diferentes estados eléctricos disjuntos (no juntos)-niveles de voltaje, frecuencia instantánea, etc.

Sea μ el número de estados posibles y r la velocidad de señalización en estados por unidad de tiempo. Si la relación señal a ruido S/N (relación que nos dice que tantas veces es mayor la potencia que se tiene en la portadora de la señal de información, con respecto a la potencia de ruido en la transmisión) es suficientemente grande, la probabilidad de error en el receptor puede ser muy pequeña, tan pequeña que se considera al canal sin ruido.

Un mensaje recibido de longitud T consistirá de rT símbolos siendo cada uno de los μ estados posibles. El número de mensajes diferentes es así $M(T) = \mu^{rT}$ y en consecuencia

$$C = \lim_{T \rightarrow \infty} 1/T \log \mu^{rT} = \lim_{T \rightarrow \infty} rT/T \log \mu$$

$$C = r \log \mu \quad \text{bits/s} \quad (2)$$

La capacidad de un canal discreto sin ruido es, por lo tanto, proporcional a la velocidad de señalización y al logaritmo del número de estados. Para un canal binario ($\mu = 2$) la capacidad es numéricamente igual a la velocidad de señalización, o sea $C = r$.

- Canales Continuos

Un canal continuo es aquel en el cual los mensajes se representan como formas de onda, es decir, funciones continuas del tiempo, y los parámetros apropiados son el ancho de banda B y la relación señal a ruido S/N .

El número máximo de estados de canal es en forma aproximada:

$$\mu = \sqrt{S + N} / \sqrt{N} = (1 + S/N)^{1/2}$$

Ahora combinando estos valores de r y μ se tiene

$$C = r \log \mu = 2B \log_2 (1 + S/N)^{1/2}$$

$$C = B \log_2 (1 + S/N) \quad \text{bits/s} \quad (1)$$

Esta famosa ecuación es conocida como la Ley de Hartley-Shannon.

- Codificación

De los diferentes sistemas, el de Modulación por Pulsos Codificados es el más tratable para el análisis directo en términos de la teoría de la información. Esto sucede así porque la señal transmitida es discreta, aunque éste representa una señal

analógica, y la velocidad de información se puede calcular con facilidad.

Considerando un sistema de modulación por codificación de pulsos de banda base que tenga un ancho de banda de transmisión B , amplitudes codificadas de pulso espaciado en forma igual, y relación señal a ruido de canal $(S/N)_r$. Fuesto que la entropía de la señal digital es $H \leq \log \mu$ y la velocidad de señalización es $r < 2B$, la velocidad de información en el canal es $R < 2B \log \mu$. Así

$$C = R \log \mu = 2B \log \mu = B \log \mu^2 \quad (2)$$

siempre y cuando se puedan despreciar los errores de decodificación, aunque esta clase de errores son despreciables si el sistema esta arriba del umbral (efecto en el que un pequeño incremento de la potencia de ruido o disminución de la potencia de la señal produce un incremento grande en la probabilidad de error), lo cual requiere que

$$\mu^2 \leq 1 + 1/5 (S/N)_r \quad (3)$$

Por lo que, exactamente arriba del umbral

$$C = B \log [1 + 1/5 (S/N)_r]$$

por lo que, si $(S/N) \gg 5$,

$$C = B \log [(S/N)_r / 5] \quad (4)$$

Basado en la ec. (4), la fig. 2.1.1 es la gráfica de C/B contra $(S/N)_r$.

Se aprecia que la modulación por codificación de pulsos requiere alrededor de 7 db más potencia que un sistema ideal. La razón por la que modulación por codificación de pulsos se compará tan favorablemente como un sistema ideal), procede de la reciente conclusión de que dado el ruido del canal, la comunicación eléctrica es de manera inherente un proceso discreto. Así el diseño de la modulación por codificación de pulsos, siendo discreta, se adapta mejor al canal ruidoso que las señales continuas no codificadas.

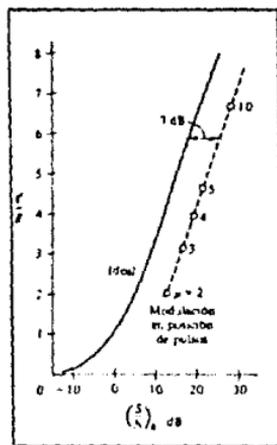


Fig 2.1.1 C/B contra $(S/N)_r$

2.2 CANTIDAD MINIMA DE INFORMACION

Empezaremos por suponer que necesitamos transmitir uno cualquiera de 2 mensajes, a o b, que tienen la misma probabilidad. Si suponemos que empleamos pulsos binarios para su transmisión, se puede asignar la no existencia de pulso (pulso de cero volts) al mensaje "a" y un pulso de 1 volt al mensaje "b".

Sin duda, se necesita un mínimo de 1 pulso binario para transmitir cualquiera de los 2 mensajes equiprobables (que tienen la misma probabilidad). En consecuencia, la información de cualquiera de ellos se define como 1 BIT. Siempre se necesitará un pulso binario para transmitir cualquiera de los 2 mensajes equiprobables, al margen de su longitud o cualquier otra característica.

Ahora, considerando el caso de 4 mensajes equiprobables. Si estos mensajes se transmiten mediante pulsos binarios, necesitamos un grupo de 2 pulsos binarios para transmitir cualquiera de ellos. Por lo tanto, se necesitan 2 pulsos binarios para transmitir cualquiera de los 4 mensajes equiprobables (fig. 2.2.1).

Cada uno de estos mensajes requiere el doble de tiempo de transmisión respecto del requerido para transmitir cualquiera de los 2 mensajes equiprobables y, por lo tanto, contiene el doble de información, es decir, 2 bits.

De igual manera, se puede transmitir cualquiera de 8 mensajes equiprobables mediante un grupo de 3 pulsos binario. Esto se debe a que 3 pulsos binarios forman 8 patrones distintos que

Símbolo	Dígito binario equivalente	Forma de onda del pulso binario	Dígito cuaternario equivalente	Forma de onda del pulso cuaternario
A	00		0	 2 volts
B	01		1	 1 volt
C	10		2	 2 volts
D	11		3	 1 volt

Fig. 2.2.1

pueden representar cada uno de los 5 mensajes. En consecuencia, cada uno de los 8 mensajes contiene 3 bits de información. Así que, en general, cualquiera de n mensajes equiprobables contiene $\log_2 n$ bits de información de acuerdo con los fundamentos de la ingeniería de información. Insistimos: La cantidad de información contenida en cualquiera de los n mensajes equiprobables es igual a $\log_2 n$ bits. Esto implica que, para transmitir tal mensaje, se necesita un mínimo de $\log_2 n$ pulsos binarios. Nótese que P , la probabilidad de ocurrir de cualquiera de estos eventos, es $1/n$. Por lo tanto:

$$\text{INFORMACION } I = \log_2 n$$

$$I = \log_2 (1/P)$$

A partir del estudio anterior, es claro que la medida de la información (en bits) de un mensaje es igual al número mínimo de

pulsos binarios que se necesitan para codificar el mensaje.

2.3 CODIGOS Y ESTRUCTURA DE LA CODIFICACION

Como anteriormente se mencionó en el párrafo 1.3, los caracteres (letra A, número 3, etc.) en las comunicaciones de datos como en los sistemas de computadoras, se representan mediante grupos de bits que representan el conjunto de caracteres que forman el ALFABETO de cualquier sistema dado, y se conocen como SISTEMAS DE CODIFICACION o simplemente CODIGO.

Ahora, codificar, consiste en representar un conjunto de símbolos mediante otro. Por ejemplo, el representar el carácter "A" mediante un grupo de 7 bits (digamos 1000001) es una codificación. Además muchos códigos también incluyen caracteres que se emplean para detectar errores u otras funciones de control.

El código internacional No.2 conocido comúnmente como BAUDOT, representa cada carácter con un conjunto de 5 bits. Sin embargo con 5 bits, se tienen $2^5 = 32$ combinaciones diferentes que resultan insuficientes para codificar las 26 letras del alfabeto, los 10 números decimales, los signos de puntuación y los signos matemáticos. Por esta razón para ampliar el número de combinaciones que se pueden representar con este código se utilizan dos caracteres de control, para indicar cambio a letras o cambio a figuras.

El receptor interpretará todos los caracteres que van después de un comando de control CAMBIO A LETRAS como letras, y todos los caracteres que siguen al comando CAMBIO A FIGURAS los

interpretará como figuras (SIGNUS, NUMEROS, ETC.).

Por lo que cada combinación de 5 bit en el código BAUDOT, tiene dos significados dependiendo de por cual carácter de cambio hayan sido precedidos, por ejemplo: El carácter 10011 representa tanto a la "B" como al signo "?".

Para recibir una letra "B" es necesario que aparezca antes el caracter CAMBIO A LETRAS o si se desea recibir el signo "?" es necesario haber recibido el caracter CAMBIO A FIGURAS .

Con la combinación anterior el número de combinaciones con el código BAUDOT se incrementa al doble teniendo un total de 64 posibles combinaciones, menos dos de ellas que nos sirven para identificar si son letras o símbolos, menos dos para representar mayúsculas o minúsculas y menos cuatro combinaciones que se utilizan como caracteres de control (espacio, retorno del carro, alimentación de líneas, espacio en blanco), con lo que nos deja un resultado de 56 combinaciones disponibles para representar caracteres alfa-numéricos.

El código BAUDOT para transmisión:

-Modo sincrónico (señal de reloj)

-Modo asincrónico (bit de inicio y paro)

La sincronía entre transmisor y receptor se establece con cada carácter. Es decir cada carácter es precedido por un pulso binario de arranque (un espacio  llamado bit de start o inicio), y seguido de un bit de fin de llamada, bit de stop (una marca ) cuya longitud varía entre 1.42, 1.5 ó 2 bits.

Concluyendo la duración de los pulsos de inicio y fin son:

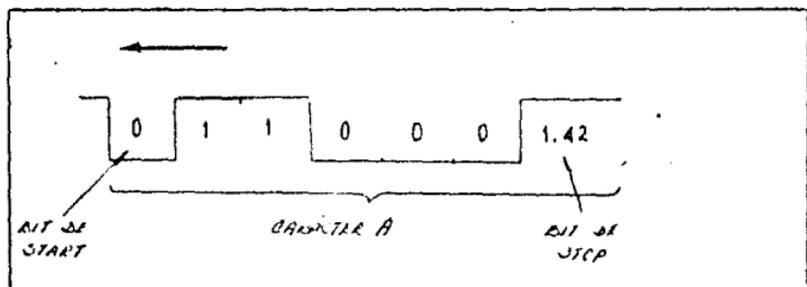
Bit start - Es un no pulso (space o 0 lógico) de duración

Mensaje	Mensaje	Código de Baudot			
		1	2	3	4
A	A	1	1	1	1
B	B	1	1	1	2
C	C	1	1	2	1
D	D	1	1	2	2
E	E	1	2	1	1
F	F	1	2	1	2
G	G	1	2	2	1
H	H	1	2	2	2
I	I	2	1	1	1
J	J	2	1	1	2
K	K	2	1	2	1
L	L	2	1	2	2
M	M	2	2	1	1
N	N	2	2	1	2
O	O	2	2	2	1
P	P	2	2	2	2
Q	Q	2	3	1	1
R	R	2	3	1	2
S	S	2	3	2	1
T	T	2	3	2	2
U	U	3	1	1	1
V	V	3	1	1	2
W	W	3	1	2	1
X	X	3	1	2	2
Y	Y	3	2	1	1
Z	Z	3	2	1	2
[	[	3	2	2	1
]	]	3	2	2	2
^	^	3	3	1	1
_	_	3	3	1	2
~	~	3	3	2	1
		3	3	2	2
		3	4	1	1
		3	4	1	2
		3	4	2	1
		3	4	2	2
		3	5	1	1
		3	5	1	2
		3	5	2	1
		3	5	2	2
		3	6	1	1
		3	6	1	2
		3	6	2	1
		3	6	2	2
		3	7	1	1
		3	7	1	2
		3	7	2	1
		3	7	2	2
		3	8	1	1
		3	8	1	2
		3	8	2	1
		3	8	2	2
		3	9	1	1
		3	9	1	2
		3	9	2	1
		3	9	2	2
		3	10	1	1
		3	10	1	2
		3	10	2	1
		3	10	2	2
		3	11	1	1
		3	11	1	2
		3	11	2	1
		3	11	2	2
		3	12	1	1
		3	12	1	2
		3	12	2	1
		3	12	2	2
		3	13	1	1
		3	13	1	2
		3	13	2	1
		3	13	2	2
		3	14	1	1
		3	14	1	2
		3	14	2	1
		3	14	2	2
		3	15	1	1
		3	15	1	2
		3	15	2	1
		3	15	2	2
		3	16	1	1
		3	16	1	2
		3	16	2	1
		3	16	2	2
		3	17	1	1
		3	17	1	2
		3	17	2	1
		3	17	2	2
		3	18	1	1
		3	18	1	2
		3	18	2	1
		3	18	2	2
		3	19	1	1
		3	19	1	2
		3	19	2	1
		3	19	2	2
		3	20	1	1
		3	20	1	2
		3	20	2	1
		3	20	2	2
		3	21	1	1
		3	21	1	2
		3	21	2	1
		3	21	2	2
		3	22	1	1
		3	22	1	2
		3	22	2	1
		3	22	2	2
		3	23	1	1
		3	23	1	2
		3	23	2	1
		3	23	2	2
		3	24	1	1
		3	24	1	2
		3	24	2	1
		3	24	2	2
		3	25	1	1
		3	25	1	2
		3	25	2	1
		3	25	2	2
		3	26	1	1
		3	26	1	2
		3	26	2	1
		3	26	2	2
		3	27	1	1
		3	27	1	2
		3	27	2	1
		3	27	2	2
		3	28	1	1
		3	28	1	2
		3	28	2	1
		3	28	2	2
		3	29	1	1
		3	29	1	2
		3	29	2	1
		3	29	2	2
		3	30	1	1
		3	30	1	2
		3	30	2	1
		3	30	2	2
		3	31	1	1
		3	31	1	2
		3	31	2	1
		3	31	2	2
		3	32	1	1
		3	32	1	2
		3	32	2	1
		3	32	2	2
		3	33	1	1
		3	33	1	2
		3	33	2	1
		3	33	2	2
		3	34	1	1
		3	34	1	2
		3	34	2	1
		3	34	2	2
		3	35	1	1
		3	35	1	2
		3	35	2	1
		3	35	2	2
		3	36	1	1
		3	36	1	2
		3	36	2	1
		3	36	2	2
		3	37	1	1
		3	37	1	2
		3	37	2	1
		3	37	2	2
		3	38	1	1
		3	38	1	2
		3	38	2	1
		3	38	2	2
		3	39	1	1
		3	39	1	2
		3	39	2	1
		3	39	2	2
		3	40	1	1
		3	40	1	2
		3	40	2	1
		3	40	2	2
		3	41	1	1
		3	41	1	2
		3	41	2	1
		3	41	2	2
		3	42	1	1
		3	42	1	2
		3	42	2	1
		3	42	2	2
		3	43	1	1
		3	43	1	2
		3	43	2	1
		3	43	2	2
		3	44	1	1
		3	44	1	2
		3	44	2	1
		3	44	2	2
		3	45	1	1
		3	45	1	2
		3	45	2	1
		3	45	2	2
		3	46	1	1
		3	46	1	2
		3	46	2	1
		3	46	2	2
		3	47	1	1
		3	47	1	2
		3	47	2	1
		3	47	2	2
		3	48	1	1
		3	48	1	2
		3	48	2	1
		3	48	2	2
		3	49	1	1
		3	49	1	2
		3	49	2	1
		3	49	2	2
		3	50	1	1
		3	50	1	2
		3	50	2	1
		3	50	2	2
		3	51	1	1
		3	51	1	2
		3	51	2	1
		3	51	2	2
		3	52	1	1
		3	52	1	2
		3	52	2	1
		3	52	2	2
		3	53	1	1
		3	53	1	2
		3	53	2	1
		3	53	2	2
		3	54	1	1
		3	54	1	2
		3	54	2	1
		3	54	2	2
		3	55	1	1
		3	55	1	2
		3	55	2	1
		3	55	2	2
		3	56	1	1
		3	56	1	2
		3	56	2	1
		3	56	2	2
		3	57	1	1
		3	57	1	2
		3	57	2	1
		3	57	2	2
		3	58	1	1
		3	58	1	2
		3	58	2	1
		3	58	2	2
		3	59	1	1
		3	59	1	2
		3	59	2	1
		3	59	2	2
		3	60	1	1
		3	60	1	2
		3	60	2	1
		3	60	2	2
		3	61	1	1
		3	61	1	2
		3	61	2	1
		3	61	2	2
		3	62	1	1
		3	62	1	2
		3	62	2	1
		3	62	2	2
		3	63	1	1
		3	63	1	2
		3	63	2	1
		3	63	2	2
		3	64	1	1
		3	64	1	2
		3	64	2	1
		3	64	2	2
		3	65	1	1
		3	65	1	2
		3	65	2	1
		3	65	2	2
		3	66	1	1
		3	66	1	2
		3	66	2	1
		3	66	2	2
		3	67	1	1
		3	67	1	2
		3	67	2	1
		3	67	2	2
		3	68	1	1
		3	68	1	2
		3	68	2	1
		3	68	2	2
		3	69	1	1
		3	69	1	2
		3</			

igual a los bits que forman el carácter.

Bit stop - Es un pulso (marca o 1 lógico) de duración normalmente igual a 1.42 bits que forman el carácter.

Por ejemplo, para la transmisión de la letra "A" el formato será:



Esto significa que un carácter en código BAUDOT utiliza normalmente 7.42 (1+5+1.42) veces un bit durante la transmisión desde un dispositivo transmisor a uno receptor

El código ASCII (Código Standart para Intercambio de Información) es una versión norteamericana del código ISO normalizado por la CCITT de 7 niveles. A este código también se le conoce como Alfabeto No 5; este código es ampliamente usado dado que sobrelleva las desventajas del código Baudot, es decir:

1. Maneja mayor número de combinaciones dado que un carácter esta formado por 7 bits, es decir $2^7 = 128$ combinaciones diferentes.

2. Maneja más comandos de control, los cuales le dan al sistema de transmisión una forma interactiva, es decir puede haber transmisión en ambos sentidos.

		0 1 2 3 4 5 6 7							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 0 0	0	NUL	DLE	SP	0	0	P		P
0 0 0 1	1	SOH	DC1	1	1	A	Q	0	2
0 0 1 0	2	STX	DC2	2	2	B	R	1	3
0 0 1 1	3	ETX	DC3	3	3	C	S	2	4
0 1 0 0	4	EOQ	DCA	4	4	G	V	3	5
0 1 0 1	5	ENO	NAB	5	5	E	M	4	6
0 1 1 0	6	ACA	SYN	6	6	F	W	5	7
0 1 1 1	7	BEL	ETB	7	7	G	W	6	8
1 0 0 0	8	BB	CAN	8	8	H	1	7	9
1 0 0 1	9	HT	EM	9	9	1	7	8	0
1 0 1 0	10	LF	SUB			2	7	9	1
1 0 1 1	11	VT	ESC			3	7	0	2
1 1 0 0	12	FF	FS			4	7	1	3
1 1 0 1	13	CR	GS			5	7	2	4
1 1 1 0	14	SO	RS			6	7	3	5
1 1 1 1	15	SI	UR			7	0	4	6

NUL	—	Nulo	BI	—	Continuar la línea abierta
SOH	—	Inicio de paquete plano	DLE	—	Espacio de reserva de control
STX	—	Inicio de texto	CA: 1 de 8	—	Control de flujo
ETX	—	Fin de texto	NAB	—	Reservado para la segunda
ENO	—	Fin de programación	SYN	—	Inicio de sincronización
ACA	—	Comando	ETB	—	Fin de línea y paquete
BB	—	Reservado	EM	—	Comando
HT	—	Transmisión de control	SUB	—	Fin de línea
LF	—	Retorno de línea	ESC	—	Escape
VT	—	Transmisión de control	FS	—	Fin de línea y paquete
FF	—	Fin de programación	GS	—	Reservado para el grupo
CR	—	Retorno de línea	RS	—	Reservado para el grupo
SO	—	Continuar la línea abierta	UR	—	Reservado para el grupo
			DEL	—	Borrar el carácter

TABLA - CODIGO ASCII

3. El código cuenta con un bit de paridad, el cual le da una confiabilidad al protocolo de comunicaciones.

La utilización de este código se amplía no sólo en teletipos

y telex sino en cualquier utilización de medios de transmisión a media escala.

El conjunto de 7 bits permite tener 128 combinaciones posibles los cuales están representados en tablas, y pueden ser agrupados en 4 subconjuntos de caracteres de:

- 1) Control
- 2) Números y Signos
- 3) Letras mayúsculas
- 4) Letras minúsculas

El subconjunto de caracteres de control está formado con 32 elementos que pueden ser agrupados en 4 categorías siguientes:

- 1.- Separadores de información
- 2.- Controles del aparato
- 3 - Controles de formato
- 4.- Controles de comunicación

Los "caracteres separadores de información", son utilizados para separar y codificar la información en un sentido lógico. Los caracteres separadores de información son:

- FS - Separador de archivo
- GS - Separador de grupo
- RS - Separador de registros
- US - Separador de unidades

Los "caracteres de control del aparato", son DC1, DC2, DC3 y DC4, tienen por objeto el control del equipo terminal asociados con el procesamiento de datos (por ejemplo, para prender y apagarlos).

Los "caracteres de control de formato", controlan el arreglo

de la información, entre ellos se encuentran :

LF (Line Feed), este comando controla el movimiento de las impresoras para que alimente una nueva línea de impresión.

CR (Carriage Return), este comando controla el movimiento de la posición inicial de la impresión

BS (Back Space), este comando controla la posición de la impresora en un espacio de regreso sobre la misma línea de impresión.

Los "caracteres de control de comunicación, tienen por objeto controlar o facilitar la transmisión de información sobre el sistema de comunicaciones; algunos caracteres de este tipo son :

SOH (Start of Heading), se utiliza para dar comienzo a una secuencia de caracteres que constituyen una dirección o un enrutamiento.

STX (Start of Text), se utiliza para iniciar una secuencia de caracteres que se ha tomado como una sola entidad (archivo).

NAK (No Acknowledge), este control es enviado por el receptor hacia el transmisor, como una respuesta negativa indicando que hay un error en la transmisión.

ACK (Acknowledge), es un carácter que envía el receptor como una respuesta afirmativa que la transmisión ha sido buena.

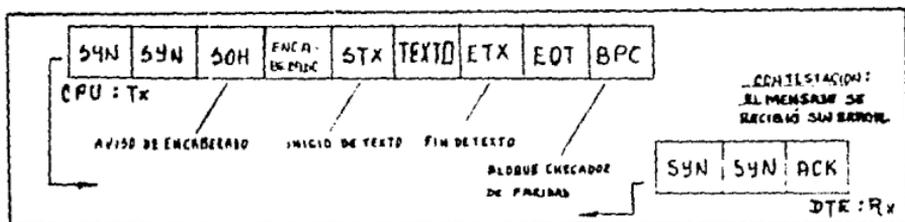
EOT (End of Transmission), este comando se utiliza para indicar la conclusión de una transmisión que puede contener uno o más textos y cualquier encabezado.

SYN (Synchronous Idle), este comando de control se utiliza para un sistema de transmisión sincrónica, en la ausencia de cualquier otro carácter para proporcionar una señal de la cual se extraiga por parte del receptor la sincronía.

Aplicación de los caracteres de control en:

- Transmisión sincrónica.

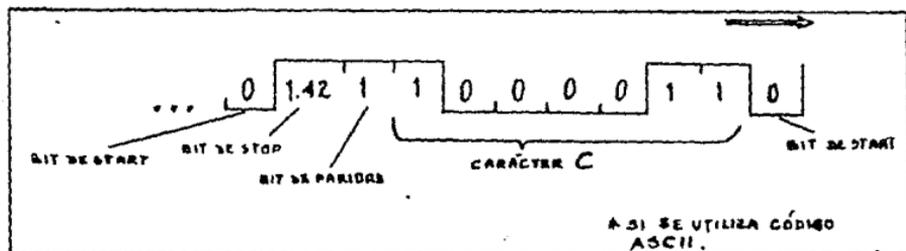
ejemplo: En una transmisión sincrónica la secuencia para la transmisión de bloques, es la siguiente :



Formato para Tx sincrónica

- Transmisión asincrónica.

ejemplo:



Formato para Tx asincrónica.

Resumiendo, el modo Asincrónico: Un bit de arrancada (start) es una señal que se utiliza para informar a la terminal receptora que comience a analizar la señal de datos de entrada.

El modo Sincrónico: Tanto el emisor como el receptor operan

simultáneamente. La sincronización se establece y mantiene por medio de los caracteres de control anteriormente citados.

El Código Decimal Codificado Binario (BCD), es una extensión del código Hollerith más antiguo, orientado a tarjetas perforadas. Está formado por 6 bits y tiene 64 combinaciones válidas de caracteres ($2^6 = 64$)

En la transmisión asincrónica, contiene 9 bits por carácter con un bit de avanzada, 6 de datos y 2 de parada. Se utiliza principalmente en líneas de baja velocidad.

CARACTER	CODIGO BCD	CARACTER	CODIGO BCD
A	0 1 0 0 0 1	6	0 0 0 1 1 0
B	0 1 0 0 1 0	7	0 0 0 1 1 1
C	0 1 0 0 1 1	8	0 0 0 1 0 0
D	0 1 0 1 0 0	9	0 0 1 0 0 1
E	0 1 0 1 0 1	ESPACIO	1 1 0 0 0 0
F	0 1 0 1 1 0	.	0 1 1 0 1 1
G	0 1 0 1 1 1	(	1 1 1 1 0 0
H	0 1 1 0 0 0	+	0 1 0 0 0 0
I	0 1 1 0 0 1	\$	1 0 1 0 1 1
J	1 0 0 0 0 0	*	1 0 1 1 0 1
K	1 0 0 0 0 1	)	0 1 1 1 0 0
L	1 0 0 0 1 0	-	1 0 0 0 0 0
M	1 0 0 0 1 1	/	1 1 0 0 0 1
N	1 0 0 1 0 0	?	1 1 1 0 1 1
O	1 0 0 1 0 1	=	0 0 1 0 1 1
P	1 0 0 1 1 0		
Q	1 0 0 1 1 1		
R	1 0 1 0 0 0		
S	1 0 1 0 0 1		
T	1 1 0 0 0 0		
U	1 1 0 0 0 1		
V	1 1 0 0 1 0		
W	1 1 0 0 1 1		
X	1 1 0 1 0 0		
Y	1 1 0 1 0 1		
Z	1 1 0 1 1 0		
0	0 0 0 0 0 0		
1	0 0 0 0 0 1		
2	0 0 0 0 1 0		
3	0 0 0 0 1 1		
4	0 0 0 1 0 0		
5	0 0 0 1 0 1		

Código BCD

Las claves o códigos descritos son algunos de los varios que se utilizan en la transmisión de datos. Se pueden emplear en la transmisión asincrónica, síncrona o isócrona.

De este estudio, es obvio que la cantidad de bit de datos que se usan para representar una letra, dígito, o símbolo depende de la clave (Código) empleada. Además, cada uno tiene distintas características con respecto a su habilidad inherente de detectar alteraciones (provocadas por los problemas de transmisión).

2.4 MODULACION DIGITAL

2.4.1 TEOREMA DEL MUESTREO

El teorema de muestreo tiene un profundo significado en la teoría de la comunicación. Su enunciado es el siguiente:

Una señal limitada en banda que no contiene componentes espectrales mayores que la frecuencia f_m Hz está determinada en forma única por sus valores en intervalos uniformes menores de $1/2f_m$ segundos.

Esto se ilustra en la fig. 2.4.1.1. Se toma una muestra de la función $f(t)$ cada T segundos ($T < 1/2f_m$), es decir se muestrea la función con rapidez igual o mayor que $2f_m$ muestras por segundo. A las muestras sucesivas se les denota por f_0, f_1, f_2, \dots , etc. Del teorema de muestreo se deduce que estas muestras contienen la información acerca de $f(t)$ en cada valor de t . La rapidez de muestreo, sin embargo, debe ser por lo menos el doble de la máxima frecuencia f_m presente en el espectro de $f(t)$.

Así, como conclusión tenemos que en vez de transmitir la señal en

forma continua sólo es necesario transmitirla en un no. finito de instantes (2 fm por seg.)

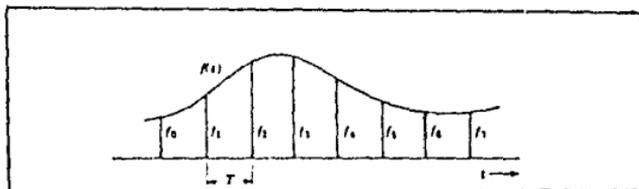


Figura 2 4 1 1

2.4.2 MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS (MAP)

Se vió que una señal de banda limitada, sin componentes espectrales de frecuencia superior a f_m Hz, queda completamente especificada mediante sus valores en intervalos uniformemente espaciados de $1/2f_m$ segundos.

Así en la modulación por Amplitud de Pulsos (MAP), se transmiten pulsos cuya amplitud varía en proporción a los valores muestrales.

Las muestras se localizan a intervalos de $1/2f_m$ segundos. Evidentemente, por la fig. 2.4.2.1e, se puede recuperar $f(t)$ de la señal muestreada $f_s(t)$ al transmitir $f_s(t)$ a través de un filtro de paso bajas con frecuencia de corte f_m

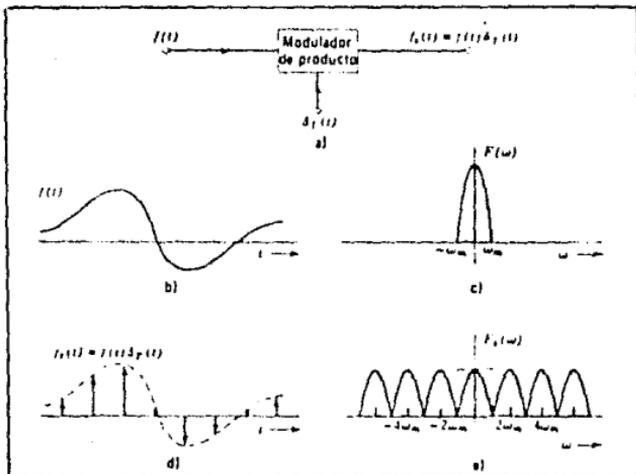


Figura 2 4 2.1

MUESTREO NATURAL

En el proceso que se acaba de mencionar se muestrea en ciertos instantes la función $f(t)$ con impulsos.

En general, el muestreo se efectúa por medio de pulsos muy angostos de duración finita, por lo cual dicho muestreo no es instan-

táneo sino que ocurre en intervalos de tiempos finitos.

Se investigará ahora el efecto de tal tipo de muestreo.

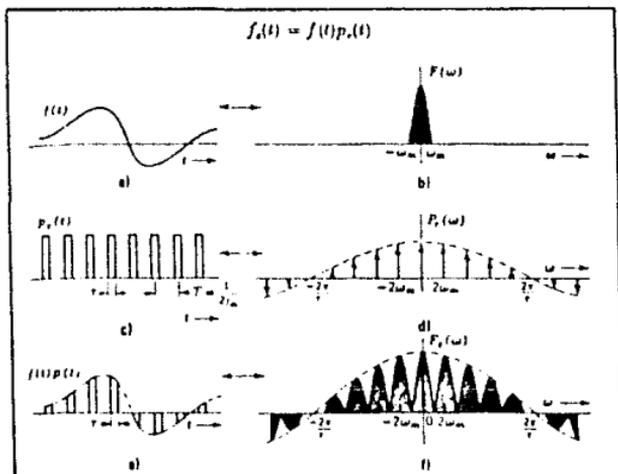


Figura 2.4.2.2 Modulación por pulsos (muestreo no ideal)

Supongamos que se muestrea con pulsos rectangulares periódicos de T segundos de duración, repetida cada T segundos. Denotaremos este tren de pulsos por $p_T(t)$ (fig. 2.4.2.2 c). La señal muestreada $f_s(t)$ es el producto de $f(t)$ y $p_T(t)$, cuya obtención resulta fácil en forma gráfica, con el resultado mostrado en la figura 2.4.2.2f.

Es posible representar todas las muestras por cualquier otro tipo de pulsos $q(t)$; esto sólo causará una variación en la forma de la envolvente del espectro $F_s(\omega)$ de la fig 2.4.2.2f.

A medida que la duración de los pulsos aumenta, el espectro decae más rápidamente y se reduce el ancho de banda necesario

para transmitir.

El tipo de modulación por pulsos descrito se llama Modulación por Amplitud de Pulsos (MAP), debido a que la señal muestreada representa en esencia el tren periódico de pulsos cuya amplitud es modulada por $f(t)$.

2.4.3 MDP Y MFP (Modulación en Duración y Posición de Pulsos)

En la Modulación por Duración de Pulsos (MDP), las muestras de la señal del mensaje se utilizan para variar la duración de cada pulso. Esta forma de modulación se llama también modulación por anchura de pulso o modulación por longitud de pulso.

En MDP, los pulsos largos consumen considerable potencia durante el pulso cuando no portan información adicional. Si esta potencia no utilizada se resta de la MDP, de tal forma que sólo se conserven las transiciones de tiempo, se obtiene un tipo más eficiente de modulación de pulsos conocido como Modulación por Posición de Pulsos (MPP). Así en MPP la posición de un pulso con relación a su tiempo de ocurrencia sin modular se varía conforme a la señal de mensaje.

La fig. 2.4.3.1 representa un procedimiento simple para la generación de una onda MDP, en donde sólo está modulado el borde de salida.

La onda de mensaje y una onda de barrido de diente de sierra se suman, y la combinación se aplica a un seccionador. Nótese que en la fig. 2.4.3.1 la duración de cada pulso la dicta el valor de la onda de mensaje en el tiempo de ocurrencia del borde de salida.

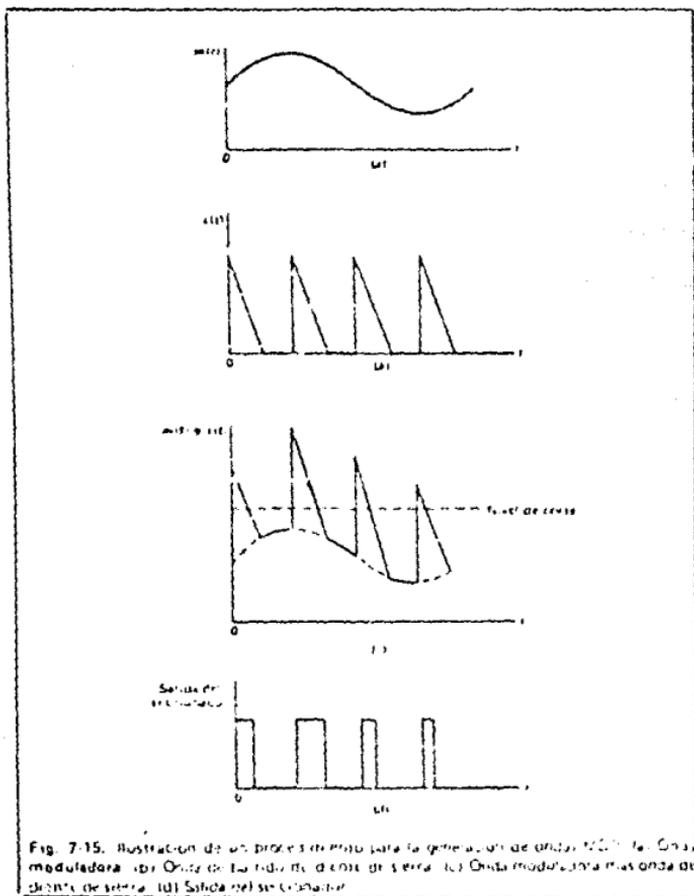


Fig. 2.4.3.1 Procedimiento para la generación de ondas MPP

Puede generarse una onda MPP a partir de una onda MDP, por ejemplo, utilizando un multivibrador monoestable, como el de la

fig 2 4 3 2

Este dispositivo tiene un régimen absolutamente estable y otro casi cuasiestable en el cuál este dispositivo se dispara mediante un pulso aplicado externamente. El multivibrador monoestable se diseña para disparar sobre los bordes de salida de los pulsos modulados en duración suponiendo que el tiempo de ocurrencia del borde de salida de cada pulso modulado en duración se varíe de acuerdo con la señal de mensaje. La duración del pulso fijo de la onda MFP, a la salida del multivibrador monoestable puede ajustarse por una elección apropiada de la combinación de resistencia y capacitancia en el circuito cronizador del dispositivo.

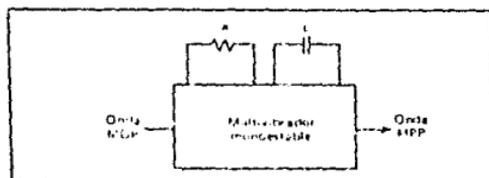


Fig. 2 4 3 2 Dispositivo de Conversión de una onda MDP en una onda MFP

2 5 MODULACION DE PULSOS CODIFICADOS (PCM)

La modulación de Pulsos Codificados (PCM) es una modulación digital en la que el mensaje se representa por medio de un grupo codificado de pulsos digitales. la señal de mensaje se muestra y la amplitud de cada una de las muestras se redondea al más cercano de un conjunto finito de valores disponibles, de manera que tanto el tiempo como la amplitud se encuentran en forma discreta (discontinua). Esto permite que el mensaje se transmita por medio

de señales eléctricas codificadas, distinguiendo de esta forma a la MFC de todos los demás métodos de modulación.

El uso de la representación digital de las señales analógicas (por ejemplo: voz, video) presenta las siguientes ventajas: (1) resistencia al ruido e interferencia en la transmisión; (2) regeneración eficiente de la señal codificada a lo largo de la trayectoria de transmisión y (3) posibilidad de un formato uniforme para diferentes clases de señales de banda base. Estas ventajas, sin embargo, se logran a costa del requisito del incremento del ancho de banda de transmisión y del aumento en la complejidad del sistema.

La modulación en Delta (DM) y la modulación Diferencial por Pulsos Codificados (DFCM) son variantes de la modulación por pulsos codificados.

- El Ruido en los Sistemas MCF

El funcionamiento de un sistema MCF recibe la influencia de dos fuentes principales de ruido:

1. Ruido de transmisión, que puede introducirse en cualquier parte entre la salida del transmisor y la entrada del receptor.
2. Ruido de cuantificación, que se introduce en el transmisor y se conduce hasta la salida del receptor.

2.6 TÉCNICAS DE MODULACION DIGITAL

2.6.1 Codificación por Corrimiento de Amplitud (ASK)

Dado un mensaje digital, la técnica de modulación más sencilla es la Codificación por Corrimiento de Amplitud (Amplitud

Shift Keying, ASK), donde la amplitud de la portadora se conmuta entre dos o más valores, por lo general el puesto (on) y el fuera (off) de las señales binarias.

La onda modulada resultante consiste entonces de pulsos o marcas, que representan al binario 1, y espacios que representan al binario 0 (fig. 2.6.1.1a). 0 sea los picos de una amplitud representan los binarios y los picos de otra amplitud (más pequeña o nula) representan ceros binarios.

2.6.2. Codificación por Corrimiento de Frecuencia (FSK)

Para la modulación en frecuencia, la señal portadora se modula a distintas frecuencias. Por ejemplo, la señal puede modularse entre los 1200 y 2200 Hz (sin afectar la amplitud) como respuesta a la señal digital binaria. Las frecuencias específicas utilizadas dependen del equipo receptor y transmisor utilizado. Por ejemplo, una clase de equipo puede representar un 0 con 1200 Hz, y 2200 Hz puede representar un 1. La fig. 2.6.2.1 muestra como puede modularse la señal portadora empleando la modulación de frecuencia.

Cuando se usa la modulación de frecuencia para enviar información binaria de manera brevedad, se conoce como "codificación por corrimiento de frecuencia (Frequency Shift Keying, FSK).

En este sistema, la señal portadora (suponiendo que opera a 1700 Hz) se modula a más o menos 500 Hz para representar un 1 binario o un 0 binario. Por tanto, la frecuencia 2200 Hz por la línea durante 333 μ s, representa un 1 binario.

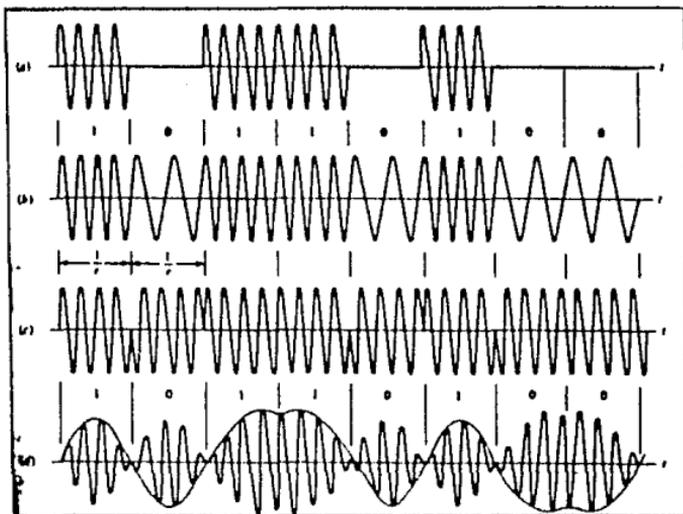


Fig. 2.6.1.1

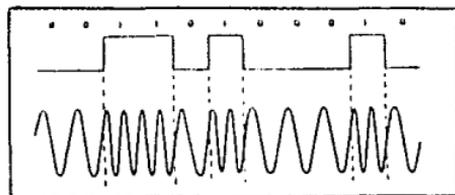


Fig. 2.6.2.1

Cuando se transmite una frecuencia de 1200 Hz por la línea durante $833\mu s$, el equipo receptor lo interpreta como un 0 bina-

rio. Por lo general, la técnica de FSK es apropiada para dispositivos de baja frecuencia como las teleimpresoras que operan a 1800 bits/s y menos. A la frecuencia modulada le afecta menos el ruido en las líneas de transmisión que a la amplitud modulada.

Por lo tanto, produce transmisión de datos menos propensa a errores.

2.6.3 Codificación por Corrimiento de Fase (Phase Shift Keying, PSK).

La modulación de fase comienza a reemplazar ahora a la modulación de amplitud y de frecuencias para la transmisión a alta velocidad porque le afecta todavía menos el ruido que a la de AM o FM. En la modulación de fase, la fase de una señal portadora varía de acuerdo con los datos que quieren enviarse.

La modulación de fase por lo común se emplea en equipo que operan a velocidades arriba de 1200 bits/s. La fase de la señal transmitida se desplaza un cierto número de grados como respuesta al patrón de bits que quieren transmitirse. En un módem de 2 fases, la señal se desplaza 180° ($360^\circ/2$) dependiendo de que se indique un 1 o un 0 binario. Si no hay cambio, la señal se interpreta como una serie de unos o ceros.

La fig. 2.6.3.1 muestra la codificación por corrimiento de fase.

En esta técnica, siempre que se encuentra un corrimiento de fase de 180° , el equipo receptor asigna un valor de 0 binario; el resto del tiempo se supone el valor de un 1 binario. Por lo general, el equipo de modulación de fase opera en 4 y 8 fases,

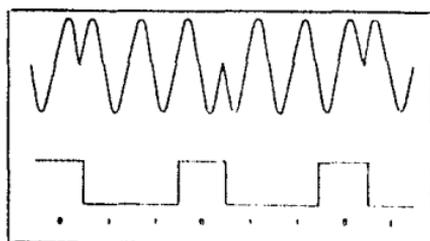


Fig 2.6.3.1

para que permita la transmisión de hasta 2 y 3 veces la cantidad de bits sobre la misma línea en el mismo ancho de banda en un tiempo dado. Se puede enviar hasta el doble de la información empleando dibits y hasta 3 veces el volumen utilizando un concepto de tribits.

2.6.4 PSK de Cuadratura (QPSK)

Un modulador QPSK toma dos bits de datos de entrada al mismo tiempo y produce una portadora cuya fase es una entre cuatro posibilidades. Estos bits pueden ser bits consecutivos de un tren de bits de entradas series o bits correspondientes para una entrada paralela.

Son posibles cuatro estados de fase de portadora (45° , 135° , 225° , 315°) con una separación de 90° entre ellas. Las transiciones permitidas de símbolo a símbolo se muestran en el diagrama fasorial de la figura 2.6.4.1. Los vértices del cuadrado representan la posición del estado de fase durante un periodo del símbolo, y el conjunto de posibles transiciones se indican

mediante flechas

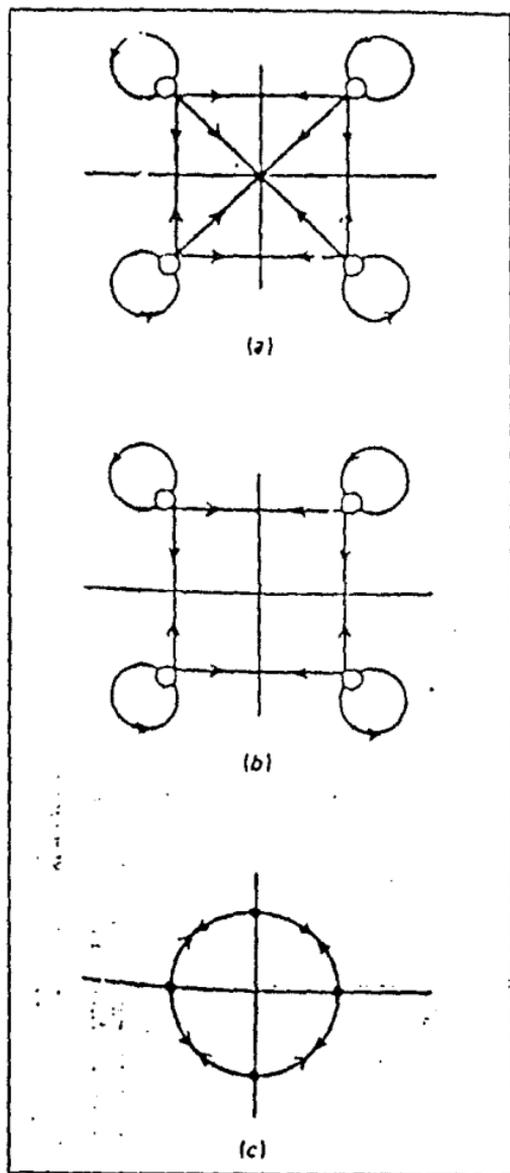


Figura 2 6.4.1 Constelación QPSK

2.7 TIPOS DE ACCESO A UN SATELITE

Cuando se pretende establecer un enlace de comunicaciones entre dos puntos distantes mediante el uso de un satélite, se debe de utilizar un cierto ancho de banda para conectar esos dos puntos. Y para utilizar eficientemente al satélite, éste debe interconectar muchos puntos.

Al manejo en el cual varias localidades remotas pueden servirse del satélite para manejar su tráfico de comunicaciones regulares, se le conoce como Acceso Múltiple al Satélite.

Para poder realizar el acceso múltiple al satélite, primeramente es necesario hacer que todas las estaciones terrenas interesadas en enlazarse proyecten el haz de su señal, sobre el satélite, de esta manera el satélite tiene la facilidad de tener concentradas todas las estaciones y poder seleccionar un camino en su equipo para establecer el enlace. De la misma manera como se hace en centrales telefónicas, en donde se tienen concentradas todas las líneas de los abonados, así se tienen concentrados todos los haces de las estaciones terrenas.

El problema más frecuente al utilizar técnicas de acceso múltiple, es el de seleccionar la técnica más adecuada en base a la información que se desea enviar.

Y por lo tanto, con cada tipo de acceso múltiple, suele usarse una técnica de modulación adecuada para obtener la máxima eficiencia del tipo de acceso usado.

- Acceso Múltiple por Asignación de Demanda

Basándonos en el ejemplo de las centrales telefónicas pode-

mos explicar lo que es el acceso múltiple por asignación de demanda.

Es acceso múltiple porque serán varias las estaciones terrenas que se enlazarán y la asignación por demanda, depende de la cantidad de enlaces de comunicación que necesiten, y por lo tanto se les asigne un canal de comunicación.

Es de una importancia muy particular la asignación por demanda que ocurre en el satélite ya que existe una diferencia al compararlo con las centrales telefónicas y sucede que frecuentemente el canal de comunicación solicitado debe de enlazar regiones muy distantes, para lo cual se emplean arreglos en la antena para hacer que el haz del satélite llegue a la región de destino; para poder hacer esto, es necesario también tener un control de la procedencia y el destino del enlace.

El acceso por asignación de demanda puede conseguirse utilizando un simple multiplexaje ya sea por división de tiempo o por división de frecuencia. Los sistemas de acceso múltiple a un satélite más utilizados, son los de acceso múltiple por división de tiempo y el acceso por división de frecuencia aunque esto no implica que existan otros.

2.7.1 Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA).

En el acceso múltiple por división de frecuencia se utiliza el ancho de banda que tiene el transponder para subdividirlo en pequeños anchos de banda y enviar un canal de comunicación por cada pequeña división que se tenga. Una estación terrena puede transmitir en una o más de estas subdivisiones del ancho de banda

del satélite. La banda asignada es separada por bandas de guarda para reducir la interferencia entre canales

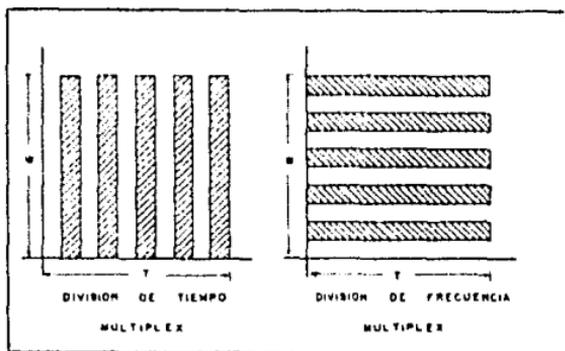


Fig 2.7 1

En el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), a las estaciones terrenas se les asigna una banda de frecuencia para transmitir dichas señales.

La mayoría de los circuitos de los satélites en uso actualmente emplean portadoras FDM-FM, dirigidas cada una de ellas a un destino único o como portadoras multidestinadas. En un sistema con muchos puntos para ser interconectados, no es normalmente factible proveer de un repetidor separado para cada portadora.

Un tipo de sistema de canal único por portadora, ahora en operación internacional, fué desarrollado específicamente para maximizar la eficiencia del segmento espacial.

El sistema digital SPADE (Single-Channel-per-Carrier, Pulse-Code-Modulation, Multiple Access, Demand Assignment Equipment) (Canal único por portadora, Modulación por Pulsos Codificados, Equipo de acceso múltiple por asignación de demanda), soluciona

este problema con una aportación de 800 canales por transponder, los cuales son compartidos con todas las estaciones terrenas en común a la vista del satélite.

Un método de multicanalización por portadora emplea en la transmisión técnicas digitales; los canales telefónicos son convertidos individualmente en una modulación por pulsos codificados (PCM) por medio de bits para facilitar que sean multiplexados, posteriormente se utiliza una modulación PSK (Phase Shift Key) en una señal de radiofrecuencias que es la portadora donde ésta se envía a el transponder correspondiente operando de un modo FDMA.

Si se observa la fig. 2.7.2, al centro del ancho de banda del transponder se tiene una frecuencia piloto, que es utilizada en la recepción de la señal de radiofrecuencia y convertida a una frecuencia intermedia. Aun extremo de la señal piloto están las portadoras de 400 canales, espaciados 45 KHz uno del otro. A el otro extremo a la izquierda se encuentra una portadora con una separación diferente a las otras, la cual es usada para enviar 128 000 bits/s que es un canal común de señalización. Este canal es usado para controlar continuamente el cambio de las portadoras de voz de la estación terrena.

Existen por lo tanto 800 portadoras, de las cuales sólo 794 son usadas para proveer de 397 llamadas telefónicas simultáneas.

2.7.2 Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).

El acceso múltiple por división de tiempo, es otra forma de utilizar la capacidad potencial del satélite para ofrecernos una máxima cantidad de canales de comunicación y aprovechar al máximo el ancho de banda del transponder utilizado. Este tipo de acceso

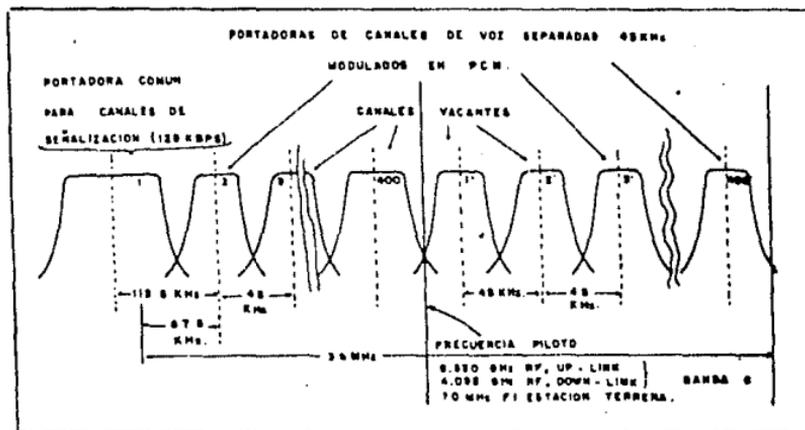


Fig. 2.7.2

es muy parecido a el sistema de multiplexaje por división de frecuencia, sin embargo, en este tipo de acceso, el tiempo que necesite cada estación terrena puede ser controlado dependiendo de sus necesidades, lo que en el multiplexaje por división de frecuencia no sucede

Con el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) a cada estación terrena se le permite transmitir un burst de datos (Paquete de información) a una alta velocidad de bits por el período de tiempo que se necesite. El tiempo que un burst de datos dura, es controlado para que no exista traslape de información con algún otro burst de otra estación terrena. El sistema de asignamiento por demanda en uso comercial por satélite se utilizó siempre con FDMA hasta la primera mitad de los setentas. La razón fué de que el TDMA necesitaba modems para los burst de muy alta

velocidad y la manipulación de los bits a estas velocidades resultaba muy crítico trayendo como consecuencia una gran cantidad de errores en los datos recibidos, sin embargo con el avance de la tecnología digital y una baja en los costos del equipo necesario se pudo utilizar y ser rentable.

Se mencionarán a continuación algunas de las ventajas y desventajas de TDMA :

Ventajas:

a) El TDMA es altamente flexible la capacidad de los canales puede diferir grandemente y éstos pueden ser intercalados.

b) El máximo de canales punto a punto con el sistema TDMA es más grande que con un sistema FDMA.

c) En el sistema TDMA no hay problemas de interferencia causados por la intermodulación de las portadoras. Consecuentemente la potencia del transponder puede ser utilizada al máximo.

d) En un sistema FDMA el máximo número de usuarios o el total de estaciones terrenas terminales que recibirán la señal del satélite, controlan la potencia de salida del transponder para evitar la saturación del TWT del satélite y surja el problema de la intermodulación, lo que no sucede con un sistema TDMA.

e) El problema relacionado con la interferencia de señales entre satélites disminuye cuando se utiliza TDMA, por lo que el espaciamiento orbital de los satélites puede ser mucho menor.

Desventajas:

a) Hasta el presente el utilizar la modulación en frecuencia es menos caro a pesar de los adelantos tecnológicos, y más efi-

ciente de portadora única grande (por ejemplo 960 canales) accediéndose a un canal.

b) En general, el TDMA no es efectivo para estaciones terrenas con muy alto tráfico a transmitir. El TDMA es usualmente una técnica óptima para estaciones terrenas que irradian un total de 20 canales o más.

c) En la actualidad, hay pocos fabricantes que surtan de equipo comercial para el sistema TDMA. Sin embargo, existen muchos proveedores de equipo para el sistema FM/FDMA.

Las técnicas de modulación más utilizadas en los sistemas TDMA por la capacidad de información que puede manejar, son las siguientes:

a) Modulación por Pulsos Codificados PCM

b) (4-PSK) Modulación por corrimiento de fase utilizando cuatro cambios en la fase de la señal.

c) PSK en Cuadratura (QPSK)

2.7.3 Acceso Múltiple por División Codificada (CDMA).

Este tipo de acceso múltiple nació de la combinación de los dos sistemas básicos de multiplexaje, en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia, con lo cual se genera un plano tiempo-frecuencia, en donde la transmisión de cada estación terrena es separada por una transformación codificada en el plano tiempo-frecuencia. Utilizando esta técnica se multiplica la cantidad de accesos en donde un número de estaciones terrenas pueden operar simultáneamente en la misma banda de frecuencia pero utilizando diferentes tiempos claves. Este tipo de acceso múltiple se utiliza mucho en los sistemas militares.

Al sistema CDMA también se le conoce por otro nombre, esto es SSMA (Acceso Múltiple por separación de Espectro).

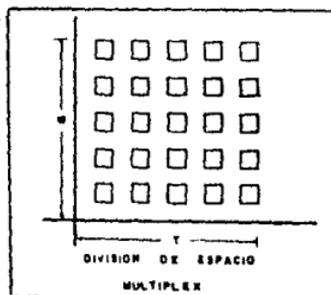


Fig. 2 7 3 Acceso Múltiple por División Codificada.

2.8 CONCEPTOS GENERALES SOBRE TRANSMISION DE DATOS.

- Comunicación de Datos

Concepto que abarca toda transferencia de información entre dos puntos o dos soportes cualesquiera dentro del campo cubierto por un sistema de comunicación. La comunicación de datos puede incluir, por tanto como parte de la misma la "transmisión de datos".

En cualquier caso, la idea de movimiento de información entraña la velocidad a que se realiza y aquí deben de distinguirse

se tres conceptos bien diferenciados que, a veces, inducen a confusión.

- Velocidad de Modulación

Es la que interesa al técnico de comunicaciones para fijar las características de la línea de transmisión. Puede definirse como número máximo de veces por segundo que puede cambiar el estado de señalización en la línea. Se utiliza como unidad el Baudio.

$$V_m = 1/t \quad \text{baudios} \quad (t = \text{duración en segundos del intervalo significativo mínimo})$$

El concepto de baudios deberá asociarse, por consiguiente al de línea de transmisión y no al de circuito de datos.

- Velocidad de Transmisión Serie.

Se define como el número máximo de elementos binarios (bits) que pueden transmitirse por un determinado circuito de datos durante un segundo. Lógicamente las unidades son bits/s.

Si el número de estados significativos de la modulación (posibles estados distintos en la línea) es n , a cada estado corresponderán $\log n$ bits de información.

Por consiguiente la velocidad de transmisión serie será:

$$V_t = 1/t \log n = V_m \log n \quad \text{bits/s}$$

Por ejemplo: un determinado tipo de modulación utiliza 8 estados distintos en línea, a cada uno de los cuales se hace corresponder uno de los posibles 8 grupos de 3 bits que pueden

formarse con el "1" y el "0" ($\log_2 8 = 3$) Por tanto tendremos que, para modulaciones a 1200, 1800 o 2400 baudios:

$$V_m = 1200 \text{ bd} \quad - \quad V_t = 3 \quad V_m = 3600 \text{ bits/s}$$

$$V_m = 1800 \text{ bd} \quad - \quad V_t = 3 \quad V_m = 4800 \text{ bits/s}$$

$$V_m = 2400 \text{ bd} \quad - \quad V_t = 3 \quad V_m = 7200 \text{ bits/s}$$

- Velocidad de Transferencia de Datos

Concepto de interés para el analista de sistemas y que representa la cantidad de información que puede transmitirse por unidad de tiempo. El CCITT, la define como "promedio de bits, caracteres o bloques por unidad de tiempo que pasan entre dos equipos correspondientes en un sistema de transmisión de datos". Los bits, caracteres o bloques a que se hace aquí referencia son netos, es decir, descontados los bits necesarios para llevar a cabo la transmisión en sí misma (start, stop, sincronismo, etc.) así como los erróneos y las repeticiones que generan.

- Transmisión de Datos en Serie o en Paralelo.

Intimamente relacionados con los conceptos anteriores están los de:

a) Transmisión de datos en serie: Con independencia del código, tipo de transmisión, velocidad, etc., los datos son transferidos "bit" a "bit" utilizando un único canal. Es la forma de transmitir datos a largas distancias.

b) Transmisión de datos en paralelo: En este caso se transmiten simultáneamente todos los bits de un carácter o de una

palabra de máquina, lo que implica un medio de transmisión con tantos canales (conductores) como bits contenga el elemento de base. Ello conlleva una mayor complejidad del medio y redundancia en una mayor velocidad de transmisión. Se usa básicamente para transmisiones dentro del propio centro de cálculo.

- Sincronismo

Cualquiera que sea la forma en que se transfieran los datos, es preciso que la fuente y el receptor tengan una base de tiempos común a fin de dar el mismo valor al "sí" o "no", "1" o "0" de cada instante.

Esto es lo que se entiende por sincronización del transmisor y el receptor, y que en toda transmisión de datos debe hacerse a tres niveles.

a) Sincronismo de bit, para determinar el instante en que, teóricamente, debe comenzar a contarse un "bit".

b) Sincronismo de carácter, mediante el cual el elemento receptor sabe qué n bits corresponden a un carácter, o dicho de otra forma, cuál es el primer bit de un carácter.

c) Sincronismo de mensaje o de bloque, con el que se define el conjunto de caracteres que van a constituir la unidad base para el tratamiento de errores, etc. y que forma parte del protocolo de comunicaciones.

- Tipos de Transmisión

Por lo que hace referencia al circuito de datos, puede hablarse básicamente de 2 tipos de transmisión:

a) Asíncrona o start/stop. La señal que se transmite es de

la forma indicada en la fig. 2 8 1 ; es decir, los n bits que forman la palabra del código correspondiente, van siempre precedidos de un bit "0", llamado "arranque" o start y seguidos de al menos, un bit "1" conocido como "parada" o stop que puede ser en algunos sistemas de 1 5 o 2 bits. El conjunto citado constituye un "carácter", pudiendo mediar, entre 2 consecutivos cualquier separación.

Este tipo de transmisión se basa en la existencia dentro del receptor de una base de tiempos (reloj) teóricamente igual a la que existe en el transmisor.

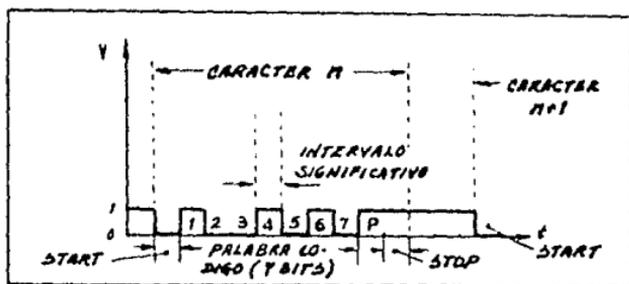


Fig. 2 8 1 Transmisión Asincrónica

El sincronismo de bit se consigue avanzando el reloj del receptor en el instante en que comienza el bit de start. Como quiera que esta operación se repite en cada carácter, tiene poca importancia la pequeña diferencia que pueda existir respecto al reloj del transmisor.

El sincronismo de carácter, es aquí muy simple ya que el receptor sabe que el primer bit significativo es siempre el que sigue al de start, que es perfectamente identificable.

La transmisión de tipo start/stop es de uso generalizado en bajas velocidades (< 1200 bits/s).

b) Transmisión sincrónica En la transmisión sincrónica los datos fluyen de la fuente al receptor con una cadencia fija y constante, marcada por una base de tiempos común para todos los elementos que intervienen en la transmisión. La señal de datos presenta la forma de la fig. 2 8 2 en la que T es la duración de intervalo mínimo (bit) y $1/T$ es la frecuencia del reloj o frecuencia de bit.

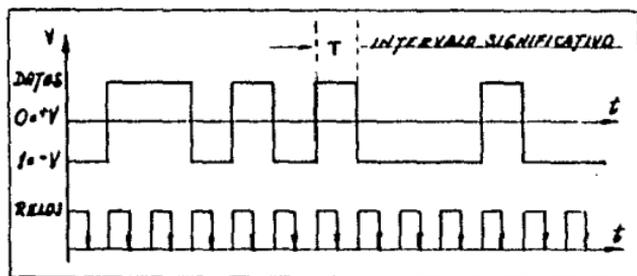


Fig. 2 8 2 Transmisión Sincrónica

La señal de sincronismo, en el extremo transmisor, puede estar generada por el equipo terminal de datos (ETD) o el equipo terminal de comunicación de datos (ETCD), según los casos, pero siempre es común a ambos.

En el extremo receptor el ETCD (modem) reconstruye la señal del reloj de origen a partir de la señal recibida en línea, realizándose en él el sincronismo de bit y entrega al ETD ambas señales (datos y reloj) ya sincronizadas.

El sincronismo de carácter se hace en el ETD mediante el envío de combinaciones especiales de bits (por ejemplo caracteres

SYN) irrepetibles por desplazamiento. Recibidas estas combinaciones, el ETD "sabe" que cada n bits consecutivos forman un carácter

Este tipo de transmisión precisa modems y terminales más complejos que en el caso anterior, pero supone una mejor utilización de la línea y permite mayores velocidades por ser menos sensible al ruido y demás imperfecciones de los medios de transmisión.

Se usa siempre a partir de 2400 bits/s y a veces para velocidades de 600 o 1200 bits/s

- Modos de Explotación del Circuito de Datos

Existen tres modos básicos de explotar, en la práctica, el circuito de datos :

a) Simplex : La transmisión se realiza sólo en un sentido, sin posibilidad de hacerlo en sentido contrario. De muy escaso

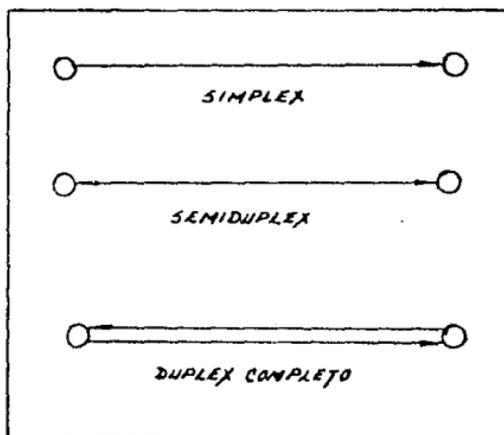


Fig 2 8.3 Modos básicos de los Circuitos

uso en transmisión de datos, salvo en telemetría.

b) Semiduplex (Half-duplex) : La transmisión se lleva a cabo alternativamente en uno u otro sentido, pero no los dos al mismo tiempo. Es el modo de explotación más corrientemente usado en la transmisión de datos.

c) Dúplex integral (Full-duplex) : Consistente en la transmisión simultánea e independiente en ambos sentidos, ya sea enviando datos en los dos, o bien datos en uno y control de los mismos en el otro.

- Capacidad de Transferencia de un Canal

Y para terminar con esta rápida mirada a los conceptos de base, veamos brevemente la relación teórica que existe entre los parámetros básicos de una línea de transmisión (anchura de banda y ruido) y su capacidad de transferencia representada por la velocidad máxima obtenible a través de la misma, C , bits/s

a) Línea ideal, de anchura de banda W y sin ruido :

$$C = 2W \log_2 n$$

Siendo n el número de estados posibles de señalización en línea. Sin embargo esto no es realizable ya que :

- En la práctica no existen canales libres de ruido y otras imperfecciones

- El número de señalización viene limitado por la potencia máxima de la señal, problemas de codificación, sensibilidad del receptor, etc.

b) Línea real, de anchura de banda W y con ruido :

La presencia de éste se mide en relación con la potencia de la señal en un punto dado. En tal caso y de acuerdo con la teoría de Shannon :

$$C = W \log (1 + S/R)$$

Siendo S/R la relación señal/ruido

Esto significa, por ejemplo, que por una línea con anchura de banda $W = 3100$ Hz y una relación señal/ruido de 30 dB (o sea, potencia de la señal 1000 veces superior a la del ruido) que son condiciones muy normales, tendremos una capacidad máxima de :

$$C = 3100 \log (1 + 1000) = (3100) 3.32 \log (1 + 1000)$$

$$C = 30\ 880.4 \text{ bits/s.}$$

Capacidad muy superior a la que se está utilizando hoy en día (velocidad máxima 9 600 bits/s), y que indica que, mejorando la tecnología de los módems, aún queda margen en la línea para aumentar la velocidad

Situación Actual de los Protocolos

La creciente utilización de los sistemas distribuidos amplía continuamente el ámbito de la utilización de los protocolos, haciéndolos cada vez más complejos.

El término sistema distribuido ha venido utilizándose desde la aparición de la primera terminal remota hasta las actuales redes de teleproceso donde los CPU (Unidad Central de Proceso) no coinciden en situación geográfica y la información fluye entre ellos a través de algún sistema de telecomunicación.

El enlace de datos es un conjunto de dos o más instalaciones terminales ó procesadores y un circuito de interconexión, trabajando con un método particular que permite el intercambio de información.

Los protocolos del nivel de enlace definen, típicamente reglas para iniciar y terminar un enlace (sobre un circuito previamente establecido), controlar la correcta transferencia de información y recuperarse de anomalías inducidos por el ruido de transmisión y otras perturbaciones.

Los protocolos de control del enlace clásicos han sido "Orientados a Caracter". Esto es, utilizan mensajes de control constituidos por uno o varios caracteres, llamados de control de la comunicación, que complementa los caracteres convencionales del alfabeto utilizado (EBCDIC, ASCII, ...).

Los protocolos orientados a caracter son contemporáneos de las primeras aplicaciones de teleproceso, y su evolución tuvo

lugar en un entorno con demanda rápida de soluciones a nuevas prestaciones. Una generación totalmente diferente de protocolos de enlace utiliza campos de control con bits (o grupos de bits) cuyo significado esta dado por su posición, en lugar de utilizar combinaciones de caracteres de control; este tipo de protocolo es denominado de significado posicional, o más frecuentemente "orientados a bits"

3.1 EL MODELO DE REFERENCIA DE ISO

ISO elaboró un modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos OSI (Open Systems Interconnection) en sus documentos de trabajo 1 y 2

- 1: ISO Provisional Model of Open System Architecture ACM Computer Communications Review. Julio de 1978, pp. 49 - 61.
- 2: ISO/TC 97/ SC 16 - N 537 Reference Model of Open System Architecture. Noviembre de 1980.

ISO define un sistema (informático) como uno o más computadores, el software asociado, los periféricos, las terminales, los operadores humanos, los procesos físicos, los medios de transmisión de la información, etc., que constituyen un todo autónomo capaz de realizar un tratamiento a la información.

Tomando como base lo anterior, ISO define sistema abierto como un sistema capaz de interconectarse con otros de acuerdo con unas normas establecidas. Por lo tanto la interconexión de sistemas abiertos se ocupará, del intercambio de la información entre sistemas abiertos y su objetivo será la definición de un conjunto de normas que permitan a dichos sistemas cooperar entre sí.

3.1.1 Explicación General

Este modelo OSI (Open System Interconnection), divide estas necesidades de la comunicación de datos en siete tipos (fig. 3.1) y las acomoda en una jerarquía, desde conexiones eléctricas hasta una interfase estándar para programas de aplicación.

7. Application
6. Presentation
5. Session
4. Transport
3. Network
2. Data Link
1. Physical

O S I

Fig. 3.1 Modelo ISO para la interconexión de sistemas abiertos

La ISO propuso que cada nivel sea manejado por un protocolo independiente, pero interrelacionado, y que cada capa del protocolo provea ciertos "servicios" a la capa superior a ella.

Como está concebido actualmente, los primeros tres niveles del modelo OSI definen la conexión del usuario a una red de datos (bloque de transmisión), el cual es nuestro objetivo.

Las cuatro capas superiores están destinadas a la manufactura de equipo (computadoras y terminales), y por supuesto, significa incompatibilidad, así que una marca de equipo

usualmente no "hablará" con otra marca, esencialmente los tres niveles inferiores de este modelo son los que interesan en nuestro caso

3.1.2 El bloque de transmisión.

Nivel 3 - Red.

El objetivo de este nivel es proporcionar los elementos necesarios para intercambiar información entre los entes de nivel transporte a través de una red de transmisión de datos.

Las funciones asignadas a los entes del nivel red cobran pleno sentido cuando en la comunicación se utiliza una red de transmisión de datos.

La comunicación entre dos entes de nivel red queda regulada mediante un protocolo de red

Nivel 2 - Enlace

El objetivo de este nivel es proporcionar los elementos necesarios para establecer, mantener y terminar interconexiones de enlace de datos entre entes del nivel red.

Un enlace de datos se establece siempre entre dos puntos físicos de conexión del sistema. En todos los casos se considera que un enlace es siempre bidireccional

Nivel 1 - Físico

En este nivel se definen y materializan las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y terminar la interconexión física entre un equipo terminal de datos (ETD) y un equipo terminal del circuito

de datos(ETCD)

Esta capa tiene que ver con:

- a) Voltaje de la señal de datos.
- b) Tipo de conector (número de puntas, etc.)
- c) Funciones de las puntas (rcr,xmt, etc.)

De hecho, la capa física es la responsable de la entrega de bits al "Enlace de Comunicaciones"

Para todo propósito práctico, X 21 puede ser considerada igual a RS-232C, figura 3.2 (RS-232C define 25 puntas; X.21 bis usa solo ocho de ellas).

Interfaz RS232C standar
Designación de Pin-Función

Pin	Función
1	Ground
2	Data (transmit)
3	Data (receive)
4	Request to Send
5	Clear to Send
6	Data Set Ready
7	Ground
8	Carrier Detector
9	Data Set Test
10	Data Set Test
11	Unassigned
12	Secondary Carrier Detector
13	Secondary Clear to Send
14	Secondary Data Transmit
15	Xmit Clock (DCE)
16	Secondary Data (receive)
17	Rcvr Clock (DCE)
18	Unassigned
19	Secondary Request to Send
20	Data Terminal Ready
21	Signal Quality Detector
22	Ring Indicator
23	Data Signal Rate Selector
24	Xmit Clock (dte)
25	Unassigned

FIG 3.2

En la conexión de sistemas a través de una red pública a este nivel se retira la interconexión del sistema informático con el modem.

Estándares más recientes de EIA llamados RS422 ; RS423 se espera que reemplacen al RS232C poco a poco

En países fuera de USA, estándares de comunicación son promulgados por el Comité Consultativo Internacional sobre telefonía y telegrafía (CCITT) y la Organización Internacional para la estandarización (ISO).

El CCITT es parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) , la cual es una agencia de las naciones unidas.

Hay ciertos códigos de la CCITT y recomendaciones que son importantes en comunicaciones de datos los cuales vale la pena listarlos aquí:

Los códigos de CCITT son designados por una " V " seguidos por un número y las recomendaciones por una " X " seguidas por un número

Alguno de los códigos de la CCITT concernientes con interfaces eléctricas estandar son :

- | | | |
|-------|-------------|--|
| CCITT | V.10 (X 26) | Características eléctricas para circuitos de intercambio de doble corriente desbalanceado. |
| CCITT | V.11 (X 27) | Características eléctricas para circuitos de intercambio de doble corriente balanceados. |
| CCITT | V.28 | Características eléctricas para circuitos de intercambio de doble circuito desbalanceados. |

3.2 Protocolos de Control de Enlace de Datos

Los protocolos de control de enlace de datos son reglas para transferir datos e información de control sobre un enlace de comunicaciones de datos a estaciones remotas.

3.2.1 Introducción

Esta introducción proporcionará un panorama de algunos de los términos y conceptos que serán utilizados en los capítulos posteriores.

Como se mencionó en el capítulo 1, se podría culpar a Samuel Morse de originar la Comunicación Moderna de Datos, su invención del telégrafo y el código que utiliza dieron la pauta para ello.

Así, la comunicación de datos tiene que ver con la transmisión de mensajes codificados de un punto a otro. El medio de transmisión y los dispositivos de codificación y el mismo código, son inmateriales al concepto. El punto es simplemente llevar el mensaje de A a B exacta y eficientemente.

Por supuesto, poco después de la invención del telégrafo, tomó aproximadamente un siglo construir una gran red de comunicaciones de voz analógica.

La historia se vuelve a repetir, y ahora se está trabajando arduamente en el mundo de las comunicaciones de datos.

Remontémonos a los años pasados, empecemos un día de labor como operadores de un telégrafo en San Luis Fotosí.

Entramos en la oficina de Telégrafos, nos sentamos frente al escritorio, cuando repentinamente el receptor empieza a golpetear, tomamos el mensaje como va arrivando.... "QUERIDO

PAPA: NO DINERO, NO DIVERSIÓN TU HIJO".

Bueno, el mensaje está llegando de la Ciudad de Monterrey (MTY) y está dirigido a la Ciudad de México (MEX), se envía un "ACK", o reconocimiento (acknowledgement) a la Ciudad de MTY para informar que hemos recibido el mensaje, y que ahora somos responsables de enviarlo a la Ciudad de MEX.

Pero cuando observamos en el mapa de rutas telegráficas fig. 3.3, vemos que desde nuestra oficina en San Luis Potosí (S.L.P.) no tenemos ruta directa a la Ciudad de MEX.

Por lo que que enviaremos a la Ciudad de Querétaro (QRQ) lo cual llegará a la Ciudad de MEX en dos saltos (S.L.P.-QRQ, QRQ-MEX).

Pero el ACK nunca llega, así es de que optamos por una ruta alterna, y ésta es enviarlo a LEÓN. Ahora la respuesta es inmediata....."NAK ESPERE 5 MIN OCUPADO"

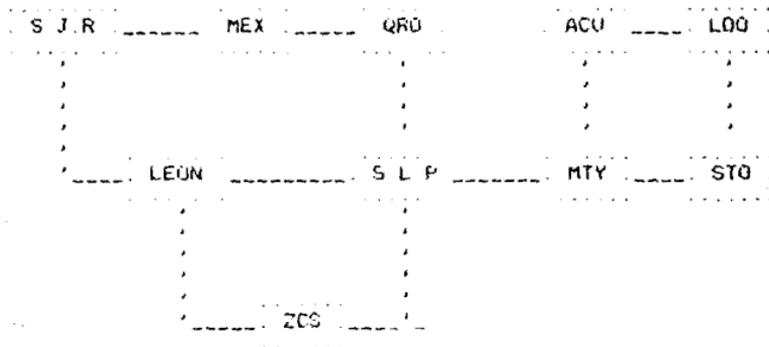


FIGURA 3.3

Al recibir este mensaje suponemos que el mensaje ha arriado

pero que el operador de Leon está ocupado y lo enviaremos de nueva cuenta en 5 minutos.

En el punto anterior, NAK significa "reconocimiento negativo" (Negative Acknowledgement). Un NAK es enviado siempre que el mensaje que se está recibiendo está mutilado o que no se puede atender en ese momento. En este caso el operador de Leon no puede manejar nuestro mensaje al momento, así es de que cinco minutos más tarde retransmitimos el mensaje a Leon esta vez recibimos un ACK, desde este momento la responsabilidad del mensaje es del operador de Leon; por lo tanto podemos deshacernos de nuestra copia y esperar otro mensaje; de Leon se transmite a San Juan del Rio (S.J.R.) y este despues a MEX con sus recibos de ACK respectivamente.

En este ejemplo, hemos jugado el rol de precursores de la conmutación de paquetes, cada una de las tareas que efectuamos como operador de un telégrafo, limitan a las tareas que se llevan a cabo en una moderna red de conmutación de paquetes.

Veamos más detalladamente esta analogía. Desde un punto de vista práctico, el telégrafo y la conmutación de paquetes inician con un "mensaje". En ambos casos este mensaje debe ser codificado para su transmisión. En el telégrafo, con el código de puntos y rayas de MÓRSE

MENSAJE: QUERIDO

M O R S E: - . - .
 D E A R

En la conmutación de paquetes el código puede ser cualquiera que entiendan el transmisor y el receptor.

D	A	T	O	S:	1000100	1000101	1000001	1010010
					O	E	A	R

Una vez que el mensaje es codificado, se le agrega información de la dirección y el mensaje completo es enviado.

En el extremo del receptor, el mensaje es verificado, y si todo está bien, se envía, un ACK al transmisor. El ACK indica que el receptor tiene ahora la completa responsabilidad del mensaje y verá que este sea entregado a su próximo destino.

Pero supongamos que el receptor encuentra algo malo en el mensaje, o que simplemente no lo puede manejar en ese tiempo. Lo que el receptor transmitirá al transmisor será un "NAI" que le dirá "Hey, hay algo malo aquí, por favor retransmitelo".

Los operadores de telégrafo ejecutan muchas de las tareas que una moderna red de comunicaciones en conmutación de paquetes efectúa:

- Codifican el mensaje.
- Asignan dirección.
- Mantienen una copia, lo transmiten.
- No obtienen respuesta, seleccionan una ruta alterna.
- Lo transmiten de nueva cuenta.
- Obtienen un "NAI", retransmiten.
- Obtienen un "ACK", tiran su copia,
- y así, se preparan para el próximo mensaje.

Ahora retornemos al presente, donde hemos sido instalados

en el nodo S.L.P. de la Red de Datos en paquetes Aragon Net.

Tan pronto como estamos listos y operando, llega un paquete en el enlace 1 desde Queretaro.

Guardamos o almacenamos el paquete conforme va llegando...

Y como todo se ve bien, enviamos un ACK por la línea. En lo que enviamos el ACK, vamos a tomarnos un minuto para ver más de cerca este paquete. La primer parte en llegar se llama "SYN" de sincronización (Synchronization), figura 3.4

```
-----  
SYN : SOH : HDR : STX : MSG : ETX : CRC :  
-----
```

FIGURA 3.4

La parte "SYN" del paquete tiene 2 propósitos:

SYNs son enviados continuamente entre mensajes, así es de que cuando un SYN es seguido repentinamente por un "SOH", sabemos que está llegando un paquete; y la otra función del SYN es la de mantener el "compas" con el otro extremo.

La próxima pieza que llega es el caracter "SOH" o inicio de encabezado (Start of Header), figura 3.5

```
-----  
SYN : SOH : HDR : STA : MSG : ETX : CRC  
-----
```

FIGURA 3.5

El caracter "SOH" nos dice que la próxima información que llegará será el encabezado o "HDR" (Header)

El encabezado contiene información de la dirección, dice a donde

se supone que va dirigido al paquete

La próxima pieza en llegar es el caracter "STX" o inicio de texto (Start of Text), figura 3.6.

```
-----  
: SYN : SOH : HDR : STX : MSG : ETX : CRC :  
-----
```

FIGURA 3.6

El caracter "STX" nos informa que la próxima información será el mensaje mismo.

Después de que el mensaje está completo, el caracter "ETX" llega, este caracter Fin de Texto (End of Text) indica que todo el mensaje ha llegado.

Finalmente el "CRC" o verificación cíclico redundante (Cyclic Redundancy Check) llega. El CRC es un mecanismo de verificación de errores. Antes de que el mensaje sea enviado, el transmisor efectúa una operación matemática compleja sobre todos los datos en el paquete, el resultado de la operación es enviado como el "CRC". Cuando el paquete llega, el receptor efectúa la misma operación y compara el resultado con el "CRC", si ellos concuerdan se puede estar seguro de que el paquete (figura 3.7), ha llegado sin error y el "ACK" puede ser enviado.

```
-----  
:SYN : SOH : HDR : STX : MSG : ETX : CRC :  
-----
```

PACKET

Por supuesto, no todos los paquetes tienen que ajustarse a este formato y de hecho, esto es lo que ha creado problemas en la

comunicación de datos desde sus inicios; la carencia de estándares. Si enviamos un paquete de 256 caracteres de longitud y nosotros estamos esperando paquetes de 128 caracteres de longitud tendremos serios problemas.

Pero como toda la red Aragon Net sigue el mismo "protocolo" o conjunto de reglas, acerca de la estructura del paquete, no tenemos de qué preocuparnos, de hecho ya verificamos este paquete que estuviera bien y regresamos el ACK.

Realizando algunas observaciones acerca de los dos ejemplos, podemos introducir alguna terminología de uso común en lo que ahora llamamos teleproceso.

En ambos ejemplos, en el del telégrafo y en la conmutación de paquetes, observamos que los paquetes solo iban en una dirección a la vez.

Los mensajes salieron de QRO o MTY viajando a sus destinos y después de que arribaron, un ACK o NAK era enviado en sentido inverso.

Esta manera de transmisión es conocida como "Half Duplex". Los alambres o facilidades pueden elevar el mensaje en ambas direcciones pero el equipo en cualquier extremo puede solo manejar una función a la vez, transmitir o recibir.

Pero supongamos que el equipo en cualquier extremo fuera capaz de transmitir y recibir simultáneamente en ambas direcciones tendremos entonces un sistema llamado "Full Duplex".

Los terminos half y full duplex son usados muy amplia y comunmente en el mundo de las comunicación de datos, como tambien los terminos DTE (Data Terminal Equipment), DCE (Data Circuit Terminating Equipment) y los DSE (Data Switching Equipment).

Los DTE's son generalmente los puntos finales y tienen la función de originar mensajes para su transmisión e interpretación de los mensajes recibidos, los DTE's pueden ser terminales, impresoras o computadores principales, el termino DCE (Data Circuit Terminating Equipment) maneja las funciones de comunicación, el DCE más común es el modem, el cual convierte la señal digital del DTE en una forma analógica para su transmisión sobre la red telefónica, y los DSE (Data Switching Equipment) tienen la función de enrutar los mensajes de un punto a otro punto.

3 2 2 EXPLICACIÓN GENERAL

Los protocolos de control de enlace realizan las siguientes funciones básicas:

- Sincronización de trama y transparencia, estableciendo la delimitación de los mensajes para poder recuperarlos a partir de las secuencias de bits ó caracteres recibidos por el circuito físico.
- Control de errores de transmisión, introduciendo redundancias en los mensajes para poder detectar los errores causados por el ruido o interferencias en la transmisión.
- Coordinación de la comunicación, mediante reglas que determinan el turno de intervención, a través del enlace.
- Compartición del circuito físico, multiplexándolo dinámicamente entre diferentes enlaces lógicos, mediante la inclusión de direcciones en los mensajes, para identificar el receptor y el emisor.
- Recuperación ante fallos, supervisando la comunicación, detectando anomalías, e intentando restablecer la situación normal.

3.2.2.1 Sincronización de Trama y Transparencia.

En el circuito físico los datos suelen transmitirse en serie, utilizando técnicas de modulación. Los datos en recepción se recuperan muestreando los pulsos que entrega el demodulador, mediante un reloj que debe estar en sincronía con el de transmisión. Para disminuir el tiempo de adquisición del sincronismo se utiliza secuencia de abundantes transiciones de bits al principio de la transmisión. (por ejemplo 01010101.) Además, la transmisión de datos suele efectuarse en forma de octetos o caracteres y es preciso agrupar los bits en caracteres, a esto se le conoce como la sincronización de carácter. Habitualmente los caracteres son de longitud fija y la sincronización de carácter se establece con uno o varios caracteres de sincronización.

Existen tres formas básicas de sincronización de trama que clasificamos según los delimitadores utilizados (fig 3.8.1):

- a) Principio y fin (diferentes)
- b) Principio y cuenta
- c) Bandera (principio y fin únicos).

Nótese que, en todos los casos, la redundancia se inserta en la parte final de la trama (procediendo o siguiendo al delimitador que cierra la trama)

3.2.2.1.1 Principio y Fin

Se identifica al principio de la trama con un carácter de principio de trama "POT", utilizándose para ello los caracteres: STX (start of text) o SOH (start of header)

Para conseguir una transmisión transparente, los símbolos de control, generados por el nivel de enlace, duplican su longitud,

componiéndose del carácter del modo no transparente precedido por un carácter común de "escape" del protocolo (DLE Data Link Escap)

PDT CC CC CC DATOS FDT SVT
(Trama de información. Modo no transparente)

CC CC CC
(Trama de control)

DLE STX DATOS DLE ETX SVT
(Trama de información. Modo transparente)

a) Principio y fin

PDT CUENTA CONTROL DATOS SVT

b) Principio y cuenta

BANDERA CONTROL DATOS SVT BANDERA

c) Bandera (principio y fin iguales)

Figura 3.8 Sincronización de trama. Tipos Básicos.

(Fig. 3.8 a) De forma que en recepción, al llegar un DLE se espera la llegada del siguiente; si es otro DLE se elimina uno de ellos y el otro se entrega como dato al nivel superior, si es un carácter de control se interpretará como tal y se ejecuta la acción pertinente. Si el carácter de control recibido no va precedido de DLE se interpreta como dato. Por ejemplo, si el contenido de los datos a transmitir es:

a 9 STX ACK 2 6 DLE ETX 3 t y

la trama transmitida es:

DLE STX a 9 STX ACK 2 6 DLE DLE ETX 3 t y DLE ETX SVT.

Obsérvese que, la eficiencia del protocolo disminuye por la inserción forzada de caracteres DLE, descendiendo en el peor caso

a un 50 % de eficiencia.

El mecanismo de cuenta de octetos es intrínsecamente transparente, siempre y cuando el nivel superior entregue la información mediante caracteres o palabras cuya longitud sea múltiplo de ocho bits. Para independizar totalmente al protocolo de esta estructura de la información se han desarrollado los protocolos orientados a bit (HDLC de ISO, SDLC de IBM, ...). Estos utilizan tramas monoformatos con un único tipo de delimitador denominado "Bandera" (Flag) para indicar principio o fin de trama y un sencillo mecanismo de transparencia (fig 3.8 c).

3.2.3 Coordinación de la Comunicación:

Contienda, Sondeo, Selección.

Cuando dos o más usuarios comparten un medio de transmisión, son precisas unas reglas que determinen quién tiene el turno de palabra, para evitar que todos hablen a la vez y que nadie se entienda. En el lenguaje natural se observan reglas de cortesía, establecidas por la costumbre, que facilitan el arranque de una conversación, (cómo está usted ?), o reglas más estrictas para conducir un debate (pido la palabra), que en los casos multitudinarios suelen exigir la presencia de un moderador para dar el turno. En el nivel de enlace pueden comunicarse dos o más interlocutores, a través de un único circuito físico y se presentan problemas y soluciones similares a los de la conversación humana.

En concreto, en los protocolos de comunicación se diferencian tres fases:

a) Establecimiento, en la que se determina la disponibilidad de los usuarios y se efectúan las eventuales selecciones y negocia-

ciones de los parámetros del protocolo;

b) Transferencia de la información, con procedimientos que aseguran la correcta entrega de los datos.

c) Terminación, mediante la que se da por finalizada la comunicación.

En el nivel de enlace existen dos métodos básicos de coordinación de la comunicación: Centralizado y Contienda. En el centralizado existe un controlador o moderador que da el turno de transmisión a los demás usuarios. En la contienda, no existe moderador y los usuarios no necesitan autorización de otro para empezar a transmitir, motivando problemas de colisiones si dos o más transmiten al mismo tiempo, debiendo articularse procedimientos de recuperación de las colisiones.

En función del sentido del flujo de información los procedimientos se denominan:

- Sondéo (Polling) (Flujo de terminal o controlador)
- Selección (select) (Flujo de controlador a terminal).

3.2.3.1 Selección

Cuando el controlador desea enviar información a una terminal la "selecciona" mediante un mensaje de control, y la terminal responde indicando si está lista o no para recibirlo (un caso de indisponibilidad puede darse por ejemplo, cuando se selecciona una impresora que todavía no ha impreso el contenido de su tampón de recepción).

En la figura 3.9a se ilustra el procedimiento mediante un protocolo orientado a carácter. La terminal A está preparada para recibir; la B no lo está. El mensaje de selección se compone de

la dirección de selección de la terminal y el carácter de petición (ENQ). La terminal A acepta la selección con ACK, mientras que B la rechaza con NACK.

sentido de
la trans-
misión

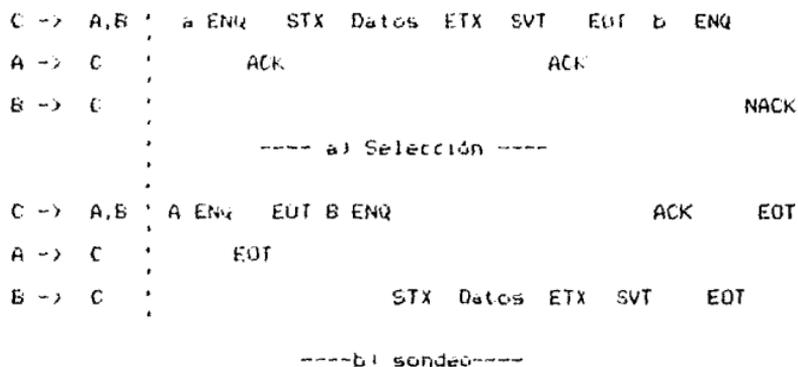


figura 3.9 Selección (a) y sondeo (b) de un controlador C a dos terminales A y B.

La primera fase de la comunicación es el establecimiento del enlace mediante el mensaje de selección y la respuesta correspondiente. Si ésta es positiva, el enlace está establecido y se entra en la fase de transferencia de información, el controlador envía tramas de información, y la terminal confirma su correcta recepción con un ACK. Una vez que no hay más información que transmitir se entra en la fase de terminación del enlace con la transmisión del mensaje correspondiente (en el ejemplo, el carácter EOT).

3.2.3.2 Sondeo

Sondeo por lista

El sondeo por lista es la forma clásica de sondeo; el controlador "pasa lista" a cada una de las terminales, preguntándoles si tienen información que transmitir, mediante un mensaje de sondeo con el código de dirección correspondiente a las terminales. Si alguna terminal tiene un mensaje preparado, lo transmite; en caso contrario, rechaza la invitación a transmitir y el controlador pasa a sondear la siguiente terminal de la lista.

En la figura 3.9b se muestra el procedimiento por medio de un protocolo orientado a carácter. El mensaje de sondeo está formado por la dirección de la terminal seguida del carácter de petición ENQ; el carácter EOT se utiliza como rechazo del sondeo. Las fases de la comunicación se desarrollan según se ha descrito en la selección, salvo que ahora se envían mensajes de sondeo en vez de selección.

3.2.3.3 Contienda

En otros sistemas no existe un moderador que conceda la palabra ni se utiliza un testigo con el mismo fin. En este método los usuarios pueden acceder en cualquier momento al circuito. Si dos o más de ellos tratan de transmitir al mismo tiempo, pueden presentarse conflictos al competir en una "contienda" por poseerse del circuito.

Por ejemplo, sean dos terminales unidos por un enlace semidúplex, que intentan comunicarse al unísono; para ello cada uno intenta establecer el enlace y envía un carácter ENQ (suponiendo un protocolo orientado a carácter) pero ninguno lo recibe,

pues ambos están en transmisión y cuando pasan a la escucha no reciben nada. Otra situación de conflicto puede presentarse en redes de acceso múltiple al superponerse transmisiones de dos o más terminales, que por lo tanto no serán reconocidas por ningún receptor.

La característica básica de esos conflictos es que un transmisor envía un mensaje y se queda esperando una respuesta que nunca llegará. Para evitar esa eventual situación de bloqueo se establecen plazos de espera (time-out), de forma que si expira el plazo sin recibir respuesta, se retransmite el mensaje. No obstante, ese mecanismo no basta para evitar bloqueos, pues si ambos retransmiten a la vez hay una nueva colisión.

Esta situación se remueve de forma que, tras detectar el bloqueo (por ausencia de respuesta), no se efectúa la retransmisión hasta después de un plazo diferente para cada usuario, de forma que quien tenga plazo menor retransmitirá primero, sin colisionar con los anteriores.

Una forma muy sencilla de prevenirlas es escuchar antes de transmitir; existen una variedad de técnicas de "auscultación" utilizadas en las redes de acceso múltiple ("redes locales",...). Con la auscultación simple (CSMA, Carrier Sense Multiple Access) garantizamos que no se empieza una transmisión mientras haya otra en curso.

No obstante, dos transmisiones iniciadas a la vez colisionan. Para detectar inmediatamente esa colisión (y no tener que esperar a que venza el plazo de la respuesta) se utiliza la auscultación con detección de colisión (CSMA/CD -collision detect), que detec-

ta si los datos en el circuito coinciden con los transmitidos por la propia terminal; si son diferentes se sabe que hay colisión y se aborta la transmisión retransmitiendo tras un plazo.

3.2.4 Control de errores de transmisión.

En aplicaciones teleinformáticas se utilizan casi exclusivamente técnicas de detección de errores y petición de retransmisión (ARQ, Automatic Repeat request); pues la corrección de errores tiene una complejidad elevada y sólo se justifica su uso en condiciones extremas (típicamente cuando el retardo de propagación es muy grande y es ineficiente retransmitir; por ejemplo, en transmisiones espaciales)

3.2.4.1 Códigos de protección de errores

En el nivel de enlace se usan normalmente dos clases de códigos: geométricos y cíclicos.

- Los geométricos se basan en añadir un bit de paridad a cada carácter (paridad "transversal") y un carácter de paridad "longitudinal". El bit de paridad transversal se obtiene mediante la "suma" 0-Exclusiva de los bits del carácter. El carácter de paridad longitudinal se calcula como suma 0-Exclusiva de los caracteres de la trama.

Los códigos cíclicos (CC) presentan mejores propiedades detectoras y están basados en la división de polinomios. Cada código cíclico se caracteriza por un polinomio particular $G(x)$ de orden r y coeficiente 0 y 1. La trama a transmitir se interpreta como los coeficientes de un polinomio y se divide por $G(x)$. El residuo de la división es la redundancia que se añade a la trama y está constituido por r bits (típicamente $r = 16$). En recepción

se divide de nuevo la trama por $G(x)$ y el residuo obtenido se compara con la redundancia añadida; si no coinciden, la trama es necesariamente errónea. Los circuitos divisores son simples registros de desplazamiento con las realimentaciones adecuadas.

Esta función de cálculo de redundancia y comparación suele realizarla la periferia física de los equipos, dejando a los programas la toma de decisiones ante cada eventualidad.

3.3 PROTOCOLOS ORIENTADOS A CARACTER

La rápida expansión comercial del teleproceso en la década de los 60's dio lugar a que cada fabricante desarrollase protocolos de enlace condicionados por su línea de productos. Diversos grupos de usuarios (bancos, líneas aéreas, ...) también desarrollaron protocolos que cubrían sus necesidades específicas. Todos esos protocolos eran orientados a carácter y generalmente incompatibles entre sí o sea, incompatibilidad entre productos de diversos fabricantes, la mayor parte de las veces en pequeños detalles. A continuación se citan algunos de estos protocolos.

3.3.1 PROTOCOLO "BINARY SYNCHRONOUS COMMUNICATION" (BSC)

Este protocolo es de la IBM conocido popularmente BSC, o por Bisync. El protocolo IBM (BI-SYNC) o (BSC) es algo más sofisticado para operaciones half-duplex de control de enlace de datos. Usa un gran número de caracteres de control y permite operación sincrónica. Además, mayor confiabilidad es obtenida a través de mejores técnicas de verificación de errores. CRC usa un algoritmo matemático para calcular el carácter de chequeo de bloque (BCC). El valor de este BCC es enviado desde la estación emisora a la

estación receptora junto con el mensaje. La estación receptora también ejecuta el mismo algoritmo matemático sobre el mensaje, y calcula su propio mensaje BCC. El BCC calculado y el BCC recibido son comparados para determinar si hubo error en la transmisión.

Algunos de los caracteres de control encontrados en BSC son:
SYN: Carácter de sincronía. Es un carácter de control usado sobre canales síncronos para el propósito de inicializar o mantener sincronismo entre dos estaciones.

EOT: Fin de transmisión. Es un carácter que indica el fin de una transmisión en particular.

ENQ: Carácter Inquiridor (Investigador). Es un carácter de control usado para solicitar algún tipo de respuesta desde la estación receptora.

STX: Inicio de texto. Es un carácter que indica el inicio del texto o mensaje.

DLE: Escape de enlace de datos. Es un carácter de control usado para extender el conjunto de caracteres de control.

Los varios tipos de caracteres de control que concierne con las facilidades operacionales son:

Códigos de transmisión

- Sincronización
- Inicialización
- Encuadre y bloqueo de texto
- Detección de error y corrección
- Reconocimiento
- Señalización de fin de transmisión
- Tales facilidades pueden ser aplicadas sobre operaciones de

punto a punto así como multipunto.

El formato de transmisión para enviar mensajes en BSC aparece como sigue:

S	S	S	S		E	B	B
Y	Y	Y	Y	TEXT	T	C	C
N	N	N	N		X	C	C

Es costumbre general escribir los caracteres de control verticalmente. Los caracteres BCC se refieren a los caracteres de chequeo de bloque.

Pasamos a otro apartado, no sin antes referir desventajas de estos tipos de protocolos que han dado lugar a la búsqueda de una solución más eficiente, los protocolos orientados a bit.

Las desventajas más notables son:

- Uso de tramas multiformato, que hace más complejo el diseño y dificulta la integración de controladores hardware.

- Mensajes de control escasamente protegidos (sólo un bit de paridad por carácter).

- Dependencia del alfabeto utilizado (EBCDIC, CCITT, N.5,...).

- Transparencia conseguida a expensas de mecanismos poco eficientes que además son incompatibles con el modo no transparente.

En BSC, la sincronización de trama no es transparente, es decir, no admite datos iguales a los caracteres de control; por ejemplo si un dato a transmitir fuese igual al carácter ETX, en recepción se interpretaría como fin de trama. Esta limitación no es importante cuando el nivel superior no puede generar esos caracteres de control, por ejemplo en una terminal alfanumérica, usando el mismo código que el protocolo. Pero sí tiene importancia cuando la fuente no cumple esa restricción, por ejemplo una

terminal trabajando con código distinto al del protocolo, etc...

3.3.2 PROTOCOLO ADCCP

El protocolo de control de comunicaciones de datos avanzados (ADCCP) es el nombre popular establecido por el Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI), e inicialmente definido en el estándar de 1976 llamado X3.28 titulado "Procedimientos para el uso de los caracteres de control de comunicaciones del código americano estándar para el intercambio de información en enlaces específicos de comunicación de datos".

Los caracteres de control ASCII referidos son:

- SOH Inicio de encabezado
- STX Inicio de texto
- ETX Fin de texto
- ETB Fin de bloque de texto
- ETQ Petición
- ACK Caracter de reconocimiento positivo
- NAK Caracter de reconocimiento negativo
- SYN Bit de sincronía
- DLE Escape de enlace de datos

La estructura de la trama ADCCP protocolo de control de enlace de datos es el mismo que el del protocolo SDLC.

3.4 PROTOCOLOS ORIENTADOS A BIT

El desarrollo de nuevas técnicas de conmutación y la disponibilidad de computadores y terminales más rápidas y potentes, motivó la búsqueda de protocolos de enlace más eficientes que los orientados a carácter.

Los requisitos esenciales para estos nuevos protocolos fueron: independencia de código; adaptación a diferentes aplicaciones, configuraciones y usos, de una forma consistente; actividad bidireccional alternada y bidireccional simultánea; gran eficiencia y elevada confiabilidad.

Gran eficiencia implica que la relación entre bits de información y bits transmitidos de control del protocolo por unidad de tiempo debe ser grande.

Elevada fiabilidad, significa que todas las tramas deben protegerse con mecanismos potentes de detección de errores.

Uno de los fundamentos básicos de estos protocolos es la estructura de su trama, monoformato, con una bandera de apertura y cierre, y campos de significado posicional.

3.4.1 PROTOCOLO SYNCHRONOUS DATA LINK CONTROL (SDLC).

Control de Enlace de Datos Síncrono

El control de enlace de datos síncrono (SDLC) es un protocolo de control de enlace de datos particular adaptativo para implementarse sobre SNA (System Network Architecture).

El SDLC es caracterizado por un número de formas arquitecturales básicas:

- . El uso de una gramática común
- . Confianza incrementada sobre el enlace de datos, facilidad para detección de error y recuperación
- . Una jerarquía de dos niveles consistiendo de una estación primaria y una estación secundaria
- . Una forma específica para cada bloque de transmisión de datos llamado trama

FORMA DEL SDLC

La estructura básica de la trama SDLC es mostrada en la fig.

3.10 la trama está dividida en 6 campos:

- . Un campo bandera de 8 bits (F)
- . Un campo de dirección de 8 bits (A)
- . Un campo de control de 8 bits (C)
- . Un campo de información ó datos de longitud variable
- . Un bloque de 16 bits de verificación de secuencia (BC)
- . Y un campo bandera de 8 bits de fin de trama (F)

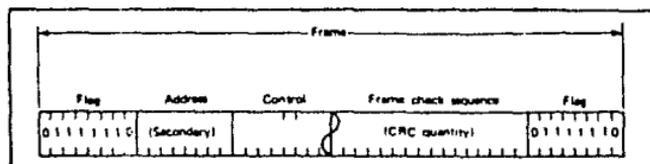


figura 3.10 trama SDLC (Control de Enlace de Datos Sincrono)

El campo bandera es una secuencia de bits únicos usado para designar el principio y fin de cada trama. La actual secuencia de 8 bits usada es 01111110. Hechos estos abastecimientos en la

arquitectura del sistema, la secuencia de bits es tomada en cuenta por si aparece en otra posición que no sea el campo bandera.

El campo de dirección sirve para designar la estación secundaria particular para la cual la trama es direccionada, por supuesto una dirección no puede designar mas de una estación.

El campo de control es mostrado en la figura 3.11. Hay tres formas básicas las cuales pueden ser utilizadas en el campo de control para diferentes propósitos, como son mostrados en las figuras:

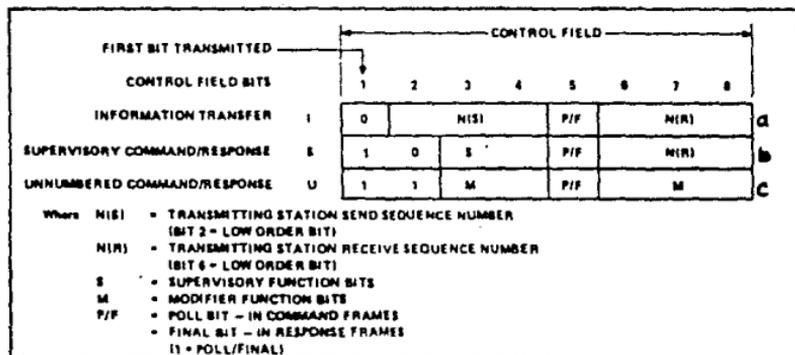


Figura 3.11 SDLC: Campo de control; a) Formato de información; b) Formato supervisor; c) Formato de no secuencia

Un formato de transferencia de información, un formato supervisor y un formato de no secuencia de información y un bit (P/F) poll/final el cual actua como una señal de control de

enviar/recibir.

La trama de secuencia de información esta definida por dos contadores, la cual puede ser incorporado en el campo de control. La estación transmisora cuenta cada trama transmitido y los numera secuencialmente, estos números son designados como "Ns", y son insertados en la segunda, tercera y cuarta posición de bit en el campo de control en el formato de transferencia de información (Fig.3.11a). La estación receptora también cuenta con los tramas que recibe y entonces los numera secuencialmente, estos números son designados Nr, y son insertados en las posiciones de los bits, seis, siete y ocho del campo de control.

Un aspecto importante de estos procedimientos es que hasta 7 tramas pueden ser recibidos antes de que un reconocimiento sea necesario. Una trama sencilla es entonces enviada de respaldo para la estación transmisora, en el cual el campo Nr especifica el número de secuencia del siguiente trama que es esperado para ser recibido por la estación receptora. La estación transmisora examina el Nr, y si es incorrecto, concluye que un error ocurrió en la estación receptora.

En ese momento la estación transmisora termina su corriente de transmisión, y retorna a la trama especificada por el número de secuencia Nr, esta trama y subsecuentes son transmitidas otra vez a la estación receptora.

El bit P/F es usado para manifestar si una operación de envío o recepción se esta realizando tomando su lugar. Un bit de registro es enviado hacia la estación secundaria para indicar que una transmisión es requerida, un bit final es enviado desde una

estación secundaria en respuesta a un bit de registro contenido en la trama.

Una distinción debe ser hecha entre redes de comunicaciones, full duplex y half duplex, en un sistema half duplex la línea debe turnarse y permitir a la estación secundaria responder sondeo (poll).

En un sistema full duplex, la respuesta puede ser transmitida simultáneamente con las señales de sondeo.

El formato supervisor (fig 3.11b) es usado para designar condiciones de listo y ocupado o para propósitos especiales, por ejemplo, puede ser usado para verificar la operatividad de una estación secundaria igual que cuando no haya datos para ser transmitidos para la estación secundaria.

El formato de no-secuencia (fig.3.11c) es usado para el manejo de enlace de datos, tal como inicialización de estaciones secundarias y varias funciones de control.

La actual designación de la transferencia de información, supervisión y el formato de no-secuencia es hecha en las posiciones del primero y segundo bit del campo de control, como son mostrados en la figura 3.11.

El campo de secuencia de verificación de tramas (FCS) o el campo de verificación de bloque es de 16 bits de longitud. El campo de FCS sirve como un campo de verificación de error por representar una transformación matemática de todos los bits en un trama dado. Esta representación es insertada dentro del campo FCS por el transmisor mientras que el receptor ejecuta una computación similar sobre todos los bits del trama para la estación secundaria, y compara el valor computado con el valor del campo

FCS Si el valor computado y el valor del campo FCS no checan, la estación secundaria rechaza la trama considerandola como error.

La transformación matemática particular ejecutada sobre los bits de la trama es conocida como: chequeo de redundancia cíclica (CRC).

Operación de la Estación Primaria.

La estación primaria incluye dos funciones usadas como operación de control, detección de bit de sincronía y un recibo no productivo.

Un número de factores deben ser considerados para determinar un período de tiempo apropiado en el cual una respuesta sea recibida de la estación secundaria: El tiempo de propagación para la estación secundaria, el tiempo de procesamiento a la estación secundaria, las características operacionales del módem de la estación secundaria.

El factor de tiempo requerido para varios modos de transmisión es mostrado en la figura 3.12. Una vez que el periodo de tiempo puesto es excedido, la función de detección del bit de sincronía en la estación primaria asume que una falla en la transmisión ha ocurrido e inicia la recuperación o retransmisión apropiada para la estación secundaria.

La segunda función de tiempo fuera es la función de recibo no productiva. En este caso una señal de retorno puede ser recibida desde la estación secundaria, pero esa señal no puede ser entendida, tal situación es conocida como una recepción no productiva la cual es otra vez detectada por la estación primaria y

se inicia una medida de retransmisión o recuperación.

Una condición de aborto es también una función de la estación primaria.

Canal de Comunicaciones	Modem de estación secundaria limpia ó envía	tiempo de propagación aproximado
Conmutado (a través de intercambio solamente) o una línea privada muy corta	0 mseg. a 25 mseg.	2 mseg./15 millas (X)
Larga distancia doble línea privada	0 mseg. a 25 mseg.	2 mseg./150 millas + 24 mseg. (Y)
Larga distancia conmutada o no conmutada	75 mseg a 250 mseg	2 mseg./150 millas + 24 mseg. (Y)
Satelite duplex conmutada o no conmutada	0 mseg. a 250 mseg.	600 mseg. + 24 mseg. (Z)

FIGURA 3.12 Factores de tiempo de transmisión.

Un aborto consiste de una transmisión de ocho unos binarios consecutivos de la estación primaria a la secundaria ó viceversa. El enlace es clausurado y regresan al estado ocioso.

Modos de Estación Secundaria

Una estación secundaria es caracterizada por uno de los tres posibles modos: Un modo de respuesta normal (NRM), un modo de desconexión normal (NDM) y un modo de inicialización.

Un modo de respuesta normal, es uno de los modos en el cual la estación secundaria no inicia transmisiones sin ser solicitada, y transmite solamente el poll (sondeo) que se envía desde la estación primaria.

El modo de desconexión normal es el modo en el cual la estación secundaria esta fuera de línea, y solo responde para una prueba de otro comando supervisor de la estación primaria.

El modo de inicialización es el modo en el cual inicia la estación primaria o secundaria una rutina específica.

Configuración de la red.

La configuración física de la red esta definida en términos de cuatro tipos de nodos específicos:

- * Host (Sistema anfitrión)
- * Controlador de comunicaciones
- * Closter (controlador de punto)
- * Terminal

Un nodo de host es una facilidad multipropósito que es ocupada en operación de sistemas en general, tales como la ejecución de programas de amplificación o manejo de base de datos. Un ejemplo de un nodo de host es un sistema/370 computer operando sobre VTAM.

Un nodo controlador tiene que ver con el control de las líneas de comunicaciones. Un ejemplo de un nodo controlador de comunicaciones es un IBM 3704 o 3705 operando sobre NCP/VS.

Un controlador de punto (Closter) es un nodo que da servicio a una amplia variedad de dispositivos perifericos operados sobre usuarios específicos, ejemplo de un closter (nodo) controlador de punto son los IBM 3601 y 3791.

Un nodo terminal es un dispositivo de usuario específico tal

como un IBM 3767 u otra terminal de datos.

3.4.2 PROTOCOLO UDLC

Introducción.

El UDLC (Universal Data Link Control), es un procedimiento de control de alto nivel orientado a bit implementado por la Sperry Univac. El UDLC debe ser usado en tiempo real, tiempo compartido, y en un lote de aplicaciones con igual facilidad. Dentro del UDLC, hay variaciones de procedimientos de control (protocolos) que son desarrollados para utilización optima de varias configuraciones de enlace de datos y facilidades de transmisión, incluyendo:

- . Circuitos duplex y half-duplex.
- . Redes conmutadas y no conmutadas
- . Enlace de datos punto a punto y multipunto
- . Redes analógicas (telefonicas), digitales o redes de datos públicas

3.4.2.1 Conceptos del UDLC

En UDLC, un enlace de datos es definido como una facilidad de transmisión para la cual dos o más instalaciones de terminal son conectadas. Esas instalaciones de terminal pueden ser, terminales, procesadores o partes de otro en alguna combinación.

Entre una instalación de terminal, uno o más de los siguientes tipos de funciones de control de enlace existen:

- . Función de control de enlace primario llamado "Estación Primaria"
- . Función de control de enlace secundario llamada "Estación

secundaria"

Función de control de enlace combinado, llamada "Estación combinada"

(Esta función es llamada estación balanceada en ADCCP).

La estación primaria es la responsable de la inicialización de datos, intercambio de la señal de control, organización del flujo de datos y control de error, y recobro de error en un nivel de enlace, de un enlace no balanceado (definido abajo). Sólo una estación primaria puede estar conectada en un enlace de datos.

La estación primaria envía comandos a la estación secundaria (o estaciones) y recibe e interpreta las respuestas de las estaciones secundarias. Los comandos y respuestas contienen información de control usada en un nivel de enlace; también deben contener, en el campo de la información datos del usuario actual o información de control.

La estación secundaria es responsable de ejecutar los comandos recibidos de la estación primaria y enviar respuesta, cuando se le ordene hacerlo por la estación primaria.

Una estación combinada tiene la responsabilidad de ambas estaciones primaria y secundaria. Es usada sólo en enlaces balanceados. punto a punto con una estación combinada en cada extremo. Las estaciones combinadas envían comandos y reciben respuestas y son igualmente responsables para el recobro de error de nivel de enlace.

Los enlaces de datos pueden ser configurados como no balanceado o simétrico.

Un enlace no balanceado consiste en una estación primaria y

una o más estaciones secundarias. El enlace debe de estar punto a punto o multipunto, half-duplex o duplex, conmutada o no conmutada.

Todos los datos transferidos y las operaciones de recobro de error de enlace son controladas por la estación primaria.

Un enlace balanceado consiste de dos estaciones combinadas, el enlace es siempre punto a punto, pero debe de estar otro en half-duplex o duplex y conmutada o no conmutada. En este caso los datos transferidos y operaciones de recobro de error de enlace son controladas por ambas estaciones.

Un enlace simétrico consiste de dos configuraciones de enlace no balanceado punto a punto, operando el mismo circuito físico. El enlace es siempre punto a punto, pero debe de estar half-duplex o duplex y conmutada o no conmutada. La tranferencia de datos y operaciones de recobro de error de enlace son controladas por las dos estaciones primarias.

3.4.2.2 Modos Operacionales.

En el UDLC hay tres tipos de modo operacional que son definidos para estaciones:

- .Modo de respuesta normal (NRM)
- .Modo de respuesta asincrona (ARM)
- .Modo balanceado asincrono (ABM)

En NRM y ARM, una estación primaria y una o más estaciones secundarias operan en una configuración de enlace no balanceado. En ABM, dos estaciones combinadas son operadas en una configuración de enlace balanceado.

NRM es un modo operacional en el cual una estación

secundaria debe iniciar transmisión sólo como el resultado del permiso explícito recibido para hacerlo, de la estación primaria. Después del permiso recibido de la estación primaria, la estación secundaria inicia transmisión de al menos una respuesta. Cada respuesta en NRM contiene una indicación de si es la última respuesta o si llegarán más. Después de transmitir una respuesta indicada como la última, la estación secundaria debe esperar un nuevo permiso para transmitir. El NRM entonces es usado en redes poleadas.

En ARM, la estación secundaria debe iniciar transmisión sin permiso de la estación primaria. En un enlace multipunto, sólo una estación secundaria debe estar activa en un tiempo.

En operaciones simultáneas de dos trayectorias, ARM es el más eficiente de los dos modos no balanceados.

ABM es un modo operacional en el cual otra de las dos estaciones combinadas debe iniciar la transmisión sin permiso recibido de otra estación combinada. ABM es usado donde la alta eficiencia e igual capacidad de control en otra estación son los mejores requerimientos en enlaces punto a punto.

3.4.2.3 Formato de Transmisión UDLC

La unidad básica para transmisión en UDLC es un frame (fig. 3.13). El frame es un bloque de bits conteniendo banderas delimitadoras, una dirección de nivel de enlace, un campo de información de longitud variable para el más alto nivel de datos, y una secuencia verificadora del frame (FCS), y su correspondiente bandera de fin.

```

: bandera : direcc : control : información : FCS : bandera :
: .....:
: 01111110 :                :01111110 :

```

Fig. 3.13 Formato de Frame

3.4.2.3.1 Bandera

La bandera es una secuencia única de apertura y cierre, usada para sincronizar el receptor con la entrada de la trama. Todas las tramas (comandos y respuestas) inician y terminan con la secuencia de bandera, en la cual un bit-cero es seguido por seis bit unos y finaliza con un bit cero. Un transmisor debe enviar sólo banderas completas de 8 bits.

Una bandera simple debe ser usada para ambos, tanto para el cierre de un trama como apertura del siguiente trama.

Además, algún número de banderas debe ser transmitido entre tramas, por lo tanto la bandera puede ser usada como tiempo de relleno para mantener bien la transmisión (que es un estado de enlace activo).

3.4.2.3.2 Campo de dirección.

El campo de dirección sigue la bandera de apertura de todo trama, por convenio el campo de dirección tiene un octeto, permitiendo 256 combinaciones.

En el caso extendido, 7 bits por octeto son usados para direccionamiento y un bit por octeto para la última señal o el octeto de la última dirección. El método de extensión es ilustrado en la figura 3.14.

Cada estación secundaria o combinada en un enlace tiene su propia y única dirección.

En tramas comandos la dirección de la estación secundaria o

estación combinada remota es usada; en tramas respuesta se usa la dirección de la local (primaria), utilizada por la secundaria o estación combinada.

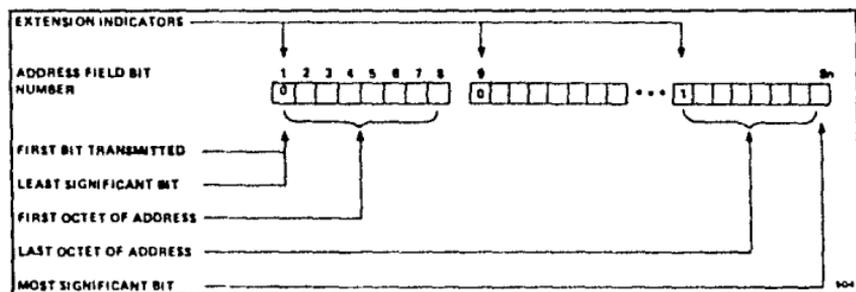


Figura 3.14 Extensión de dirección

Para situaciones donde la dirección específica de una estación secundaria o combinada no es conocida (por ejemplo, en red conmutada) o no es necesaria (por ejemplo, en una situación de radiar), se define una dirección global. La dirección consiste de 8 bits unos (11111111). La dirección global es reconocida y actuada sobre cada estación secundaria, y combinada en la misma trayectoria como la dirección específica propia de las estaciones, excepto que las tramas de respuestas siempre contienen la dirección específica.

3.4.2.3.3 Campo de Control

El campo de control contiene los números de la secuencia para tramas recibidas y transmitidas, códigos para diferentes comandos/respuesta, y códigos para diferenciar entre tres diferentes formatos. Los tres formatos son:

- 1.- Transferencia de información (I)

2.- Funciones de control supervisora (S)

3.- Funciones de control raras o especiales, las cuales son numeradas (U)

La longitud del campo de control es de 8 bits (básicos) o de 16 bits (extendido). Los formatos de los campos de control básico y extendido son expuestos en la figura 3.15.

3.4.2.3.3.1 Números de la Secuencia

Refiriendonos a la figura 3.15, el campo N(S) contiene un contador cíclico que se incrementa en uno para cada nuevo trama -I transmitido de una estación a otra. N(R) también indica que las tramas conteniendo N(S) hasta N(R)-1 han sido recibidos sin error (son reconocidos). Este método de reconocimiento es permitido en un reconocimiento que es enviado en el mismo trama como información o en una trama separada si no hay información ha enviarse. Varias tramas también pueden ser reconocidas al mismo tiempo sin este método.

La longitud de los campos N(R) y N(S) es tres bits en el formato básico arreglando la numeración de secuencia módulo 8. En el formato extendido, la longitud de los campos N(R) y N(S) es 7 bits arreglando la numeración de secuencia Módulo 128.

La numeración extendida es usada en los enlaces con gran retardo de propagación (por ejemplo, transmisión de satélite), o en algún otro caso donde más que 7 tramas pueden ser transmitidas antes que un reconocimiento se reciba para el primer trama transmitido.

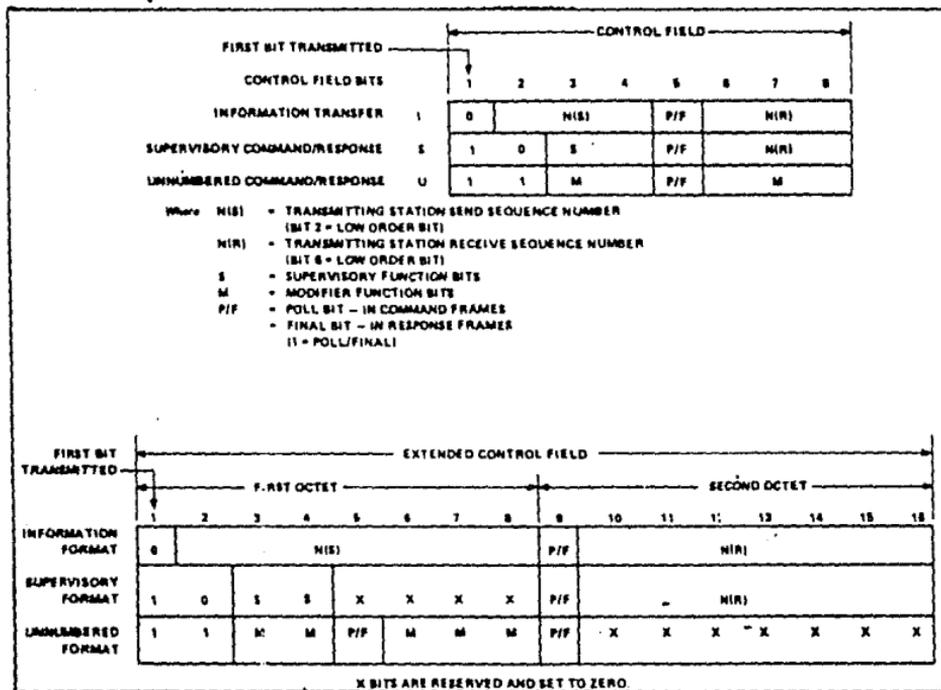


Figura 3.15 Formatos de campo de control básico y extendido

3.4.2.3.3.2 Bit P/F

Todas las tramas UDLC contienen un bit P/F en el campo de control (Fig.3.15). Este bit es llamado bit de poll en una trama comando (P) y un bit final (F) en una trama de respuesta.

Las funciones del bit P son:

- * Para solicitar respuestas en modo de respuesta normal.
 - * Para solicitar una respuesta forzada con el bit F puesto.
- en uno en modo de respuesta asincrona y modo balanceado

asíncrona.

Las funciones del bit F son:

- * Dar indicación de la última trama en modo de respuesta normal.
- * Para permitir recobro de error por checkpoint.

Los bits P y F son intercambiados como un par: Para todo bit P transmitido un bit F debe ser recibido, y el siguiente P no puede ser usado hasta que el previo P ha sido correspondido con un F (o hasta que sea expirado un tiempo fuera). Porqué de esta convicción, el contador $N(R)$ es una trama con el bit P o F puesto a uno, puede ser usado para detectar error de secuencia de la trama -I, y para indicar el número de secuencia en la cual estará la retransmisión.

Este arreglo llamado checkpointing, es uno de los tres métodos de recobro de error empleado en UDLC.

En el ejemplo ilustrado en la figura 3.16 donde la estación X recibe el bit F, estará en respuesta para el bit P e indicará que el contador de $N(R)$ de F deberá reconocer por lo menos todos los tramas -I transmitidos antes de P. Si no, la estación X puede iniciar la retransmisión desde la trama -I con $N(S) = N(R)$ de la trama F recibida.

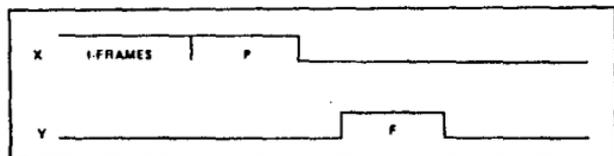


Figura 3.16 Ejemplo del recobro del checkpoint.

3.4.2.3.3.3 Bits S

Los dos bits S en las tramas S (Fig.3.15) son usados para las funciones de control supervisora del enlace tal como:

- * Reconocimiento o tramas I recibidas.
- * Requerimientos para retransmisión de tramas I.

3.4.2.3.3.4 Bits M

Los bits M en las tramas U son usados para proporcionar funciones de control de enlace adicional. Este formato es usado para funciones tales como:

- * Modo de colocar.
- * Transferencia de información que necesita no ser reconocida.
- * Sondeo de grupo.

3.4.2.3.4 Campos de información

La longitud del campo de información es variable desde cero hasta el límite determinado por factores dependientes del sistema. Algunos de esos factores deberán ver requerimientos del usuario, capacidad de detección de error del campo FCS en uso, el rango de error de la facilidad de transmisión física y consideraciones de diseño tal como pequeños almacenamientos económicos.

3.4.2.3.5 Secuencia de verificación de trama

La secuencia de verificación de trama (FCS) son los 16 bits inmediatos anteriores a la bandera de cierre. El propósito del FCS es para la detección de errores en la trama que se introduce en la transmisión.

El FCS es generado usando el polinomio $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$.

Para ciertos sistemas con requerimientos de alta integridad, puede ser usado un FCS de 32 bits con el polinomio generador...

$$X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1.$$

3.4.2.3.5.1 Orden de transmisión del bit

El orden de la transmisión del bit es ilustrada en la Fig.

3.17.

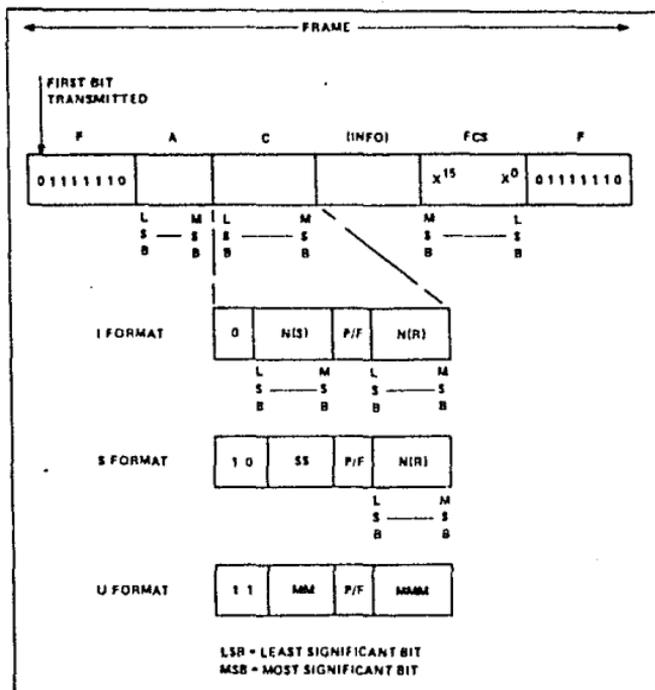


Fig. 3.17 Significancia posicional de los bits en los campos de formato básico

La transmisión comienza con el bit más a la izquierda del campo más a la izquierda y se mueve hacia la derecha. La dirección comandos, respuestas y números de secuencia son transmitidos con el primer bit menos significativo. La secuencia de verificación de trama es transmitida con el primer bit más significativo.

El orden de la transmisión de los bits dentro del campo de información es sistemático y depende de la aplicación.

3.4.2.3.6 Aborto ocioso y tiempo de relleno

Para situaciones en la cual un transmisor necesita finalizar la transmisión de una trama prematuramente define un procedimiento de aborto. Así una trama abortada es ignorada por receptor.

Para abortar una trama, el transmisor envía un patrón de bits de 7 a 15 bits "1'S" sin insertar bits ceros. Un patrón de 15 o más bits "1'S" contiguos es interpretado como un aborto seguido por un estado de enlace ocioso.

Una bandera de cierre seguido por 15 bits "1'S" contiguos es interpretado como un estado de enlace ocioso sin aborto.

El tiempo de intertrama es acompañado por la transmisión de bits "1'S" durante un estado de enlace ocioso o por banderas continuas entre las tramas durante un estado activo.

3.4.3 PROTOCOLO X.25

Hacia el año 1976 fructificaron los primeros esfuerzos de normalización internacional en el ámbito del acceso a las redes

públicas de conmutación de paquetes y el CCITT publicó por primera vez la recomendación X.25 "interfaz entre equipos terminales de datos (ETD) y equipos de terminación de datos (ETCD) para terminales que funcionan en modo paquete en redes públicas de datos" ; estos trabajos se afianzaron en el año 1980 con una versión completa y unificada de la recomendación X.25.

El X.25 es un estándar reconocido por comunicaciones de datos internacional. La PTTS Europea (Autoridades Postales, Telefónicas y telegraficas) y la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) aceptaron al X.25 como estándar de comunicación de datos.

Todos los mensajes son ensamblados dentro de los tramas el cual toma uno de los dos posibles formatos ilustrados en la figura 3.18.

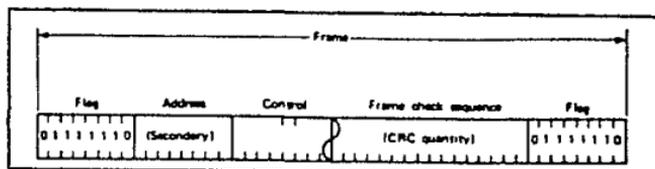


Fig. 3.18 Formato del Frame X.25

Dentro del trama encontramos:

Una bandera de apertura de 8 bits, seguida de un campo de dirección de 8 bits, un campo de control de 8 bits, un campo de información opcional de n bits, una secuencia de verificación de trama de 16 bits, seguida por una bandera de final de 8 bits.

Las banderas, campo de dirección, campo de información y

el de secuencia de verificación de trama son estándares en el HDLC y otros protocolos.

La similitud del campo de control entre el X.25 y el SDLC son iguales aparentemente, sin embargo el campo de información de SDLC es un múltiplo de longitud de 8 bits, mientras que el campo de información del X.25 consiste en una longitud arbitraria de n bits.

El X.25 permite dos modos diferentes de operación para ser implementados en el sistema: Transmisión primaria/primaria y primaria/secundaria. En operación primaria/primaria una de las dos estaciones conectadas por el enlace de datos puede actuar como estación primaria (iniciando comandos y funciones de control), o la estación secundaria (ejecutando los comandos de otra estación). En operación primaria/secundaria una estación es designada estación "primaria" y la otra estación "secundaria". El estudio del X.25 se ha dividido en tres niveles:

Nivel 1.- Correspondiente a las características físicas eléctricas, funcionales y procedimientos relativos al enlace físico.

Nivel 2.- Que especifica el procedimiento de control de enlace.

Nivel 3.- Que describe los procedimientos de control para el intercambio de paquetes y formatos de éstos.

3.4.3.1 NIVEL 1. NIVEL FISICO

3.4.3.1.1 Clase de usuario

La conexión entre el ETD y la RETD se realiza a través de uno o varios equipos físicos punto a punto. La transmisión será síncrona y la velocidad para cada uno de los circuitos podrá

elegirse inicialmente entre las siguientes:

2400 bits/seg.

4800 bits/seg.

9600 bits/seg.

El número de circuitos se negocia en contratación con la RETD (SCT).

3.4.3.1.2 Interfaz con ETD

SCT ó Telex proporcionara los circuitos de datos utilizando los equipos de transmisión normalizados para cada una de las velocidades anteriores.

3.4.3.2 NIVEL 2 Procedimiento de control de enlace.

3.4.3.2.1 General

El procedimiento que se describe se aplica al control de un enlace entre el ETD y la RETD.

Tiene por objeto :

- a).- Asegurar la sincronización entre los dos extremos del enlace.
- b).- Detectar y recuperar los errores que puedan aparecer en la transmisión.

3.4.3.2.2 Estructura de Trama

Todas las transmisiones se efectuan en tramas cuyo formato es el especificado en la figura 3.19.

En el caso particular en que la trama contenga unicamente secuencias del control del enlace, el formato de la misma no incluirá campo de información.

12345678	12345678	12345678		16 al 1	12345678
Indicador	Dirección	Control	Información (Presencia o no)	Secuencia de verificación de trama	Indicador
01111110	A 8 bits	C 8 bits	I N bits	SVT 16 bits	01111110

Figura 3.19

3.4.3.2.2.1 Bandera

Todas las tramas deberán comenzar y terminar con una secuencia de indicador consistente en un bit <0> seguido de seis <1> contiguos y un <0> (01111110).

El ETD y la RETD cuando transmitan examinarán el contenido de la trama entre los dos indicadores de apertura y cierre de trama, incluyendo la secuencia de dirección, control y verificación de trama, e insertará un bit <0> a continuación de cada secuencia de cinco <1> consecutivos (incluyendo los 5 últimos bits de la SVT).

3.4.3.2.2.2 Campo de Dirección

Este campo, de longitud 1 octeto, contiene la dirección, a nivel de enlace, de una de las estaciones.

Las tramas cuyo campo de dirección designa la dirección de la estación receptora se denominan comandos, mientras que las tramas cuyo campo de dirección designa la dirección de la estación emisora se denominan respuestas.

3.4.3.2.2.3 Campo de control

En este campo, de longitud 1 octeto, determina el tipo de trama.

Existen tres tipos de tramas según la utilización de las mismas (tabla A2.11):

- Información (I) para la transferencia numerada de datos.
- Supervisión (S) para funciones de supervisión, numeradas.
- Sin numerar (U) para funciones de supervisión complementarias.

3.4.3.2.2.4 Información

Este campo no tiene ninguna restricción respecto al código o agrupación de los bits.

3.4.3.2.2.5 Secuencia de verificación de trama (SVT)

Todas las tramas incluyen una SVT de 16 bits a fin de detectar posibles errores de transmisión. Esta secuencia de verificación afecta a los contenidos de los campos de dirección, control e información excluyendo los ceros insertados para lograr la transparencia.

La secuencia de verificación de trama es el resto de un proceso de división, módulo dos, utilizando como divisor un polinomio generador. El polinomio generador utilizado es el recomendado por el CCITT (V.41) $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$.

3.4.3.2.3 Orden de transmisión de los bits

La dirección y campo de control (incluyendo números de secuencia) serán transmitidos de tal forma que se enviará primero el bit de menor orden.

La SVT será transmitida de forma que se enviará primero el coeficiente del término de mayor grado.

NOTA: El bit de menor orden se define como el bit 1 en las figuras.

3.4.3.2.3.1 Tramas inválidas

Una trama no comprendida entre dos indicadores, o teniendo menos de 32 bits entre indicadores, se considera inválida.

3.4.3.2.3.2 Anulación de tramas

Una trama se anula transmitiendo más de 7 y menos de 15 bits "1" contiguos (sin ceros insertados).

3.4.3.2.3.3 Procedimiento de la dirección

Cuando se utilice un único enlace, las tramas conteniendo comandos desde la RETD al ETD llevarán la dirección A, así como las respuestas desde el ETD a la RETD. Las tramas conteniendo comandos desde el ETD a la RETD y respuestas desde la RETD al ETD llevarán dirección B. La codificación de estas direcciones es :

	12345678
Dirección A	11000000
Dirección B	10000000

3.4.3.2.4 Consideraciones finales

Para la realización del procedimiento de control de enlace, se ha considerado fundamentalmente que el procedimiento sea totalmente simétrico en cuanto a que las dos estaciones

conectadas entre sí, tengan la misma capacidad de acción y reacción ante situaciones análogas.

El presente estudio podrá ser actualizado, siempre CTNE lo considere necesario y de acuerdo con las recomendaciones adoptadas por la CCITT en las sucesivas Asambleas Plenarias.

3.4.3.3 NIVEL 3. PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PAQUETES

3.4.3.3.1 General

Cada paquete, al ser transferido a través de la interfaz ETD/RETD deberá estar contenido en el campo de información de una trama I del procedimiento de enlace (nivel 2), el cual delimitará su longitud. Únicamente un paquete podrá estar contenido en el campo de información mencionado.

La RETD trabajará con llamadas virtuales y circuitos virtuales permanentes.

Para permitir llamadas virtuales y/o circuitos virtuales permanentes simultáneos se usan canales lógicos. A cada llamada virtual o circuito virtual permanente se le asigna un número de canal lógico.

Los canales lógicos utilizados para permitir llamadas virtuales les denominaremos conmutados, y permanentes a los canales lógicos utilizados para circuitos virtuales permanentes.

A cada circuito virtual permanente se le asignará un número de canal lógico fijo, en el momento de contratación por la RETD.

3.4.4 PROTOCOLO BDLC (Burroughs Data Link Control)

El protocolo de control de enlace de datos Burroughs es el protocolo de enlace de datos de bits ordenados diseñado para uso con equipo Burroughs.

bits del campo de control	1	2	3	4	5	6	7	8
Trama I	0	-	N(S)	-	P/F	-	N(R)	-
Trama S	1	0	S	-	P/F	-	N(R)	-
Trama U	1	1	M	-	P/F	-	M	-

Tabla 5.3 Formatos del campo de control.

N(S): Contador de secuencia enviada por el transmisor

N(R): Contador de secuencia recibida por el transmisor

S: Bit de función supervisora

M: Bit de función modificadora

P/F: Bit de poll cuando es usado por la primaria, bit final cuando es usado por la secundaria (Uno para poll o final)

* El bit menos significativo, o el primer bit transmitido.

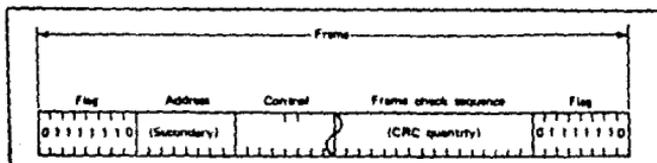


Figura 3.20 BDLC Formato de Trama

La estructura básica de la unidad de transmisión en BDLC es mostrada en la figura 3.20. Esta transmisión de trama comprende los siguientes campos:

Secuencia de Bit-Bandera

Campo de dirección

Campo de control

Campo de información

Campo de verificación de trama

Campo de Bit-Bandera

El campo bandera es puesto al principio y al final de cada trama en orden para proporcionar sincronía al trama. El campo de dirección normalmente es de longitud de 8 bits, pero se incrementa en 8 bits para acomodar estaciones secundarias adicionales. Este campo de dirección extendido es la primera distinción del BDLC con respecto al SDLC ó X.25 (ADCCP y HDLC también permiten un campo de dirección extendido).

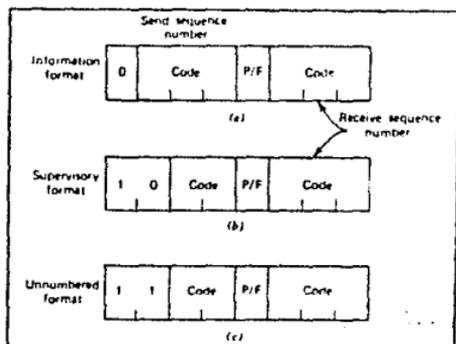


Fig. 3-21 BDLC: Campo de control

- a) Formato de información
- b) Formato supervisor
- c) Formato no numerado

El campo de control es un campo de 8 bits que es usado para transmitir comandos desde la estación primaria, respuestas desde la estación secundaria y números de secuencia de transmisiones.

Tres bits son normalmente usados para los números de secuencia, permitiendo hasta 7 no reconocimientos (de tramas). El campo de control es expandible hasta 16 bits, el campo de número de secuencia es expandible a 7 bits.

El campo de control también incluye un bit de poll el cual sirve para solicitar una respuesta desde una estación secundaria.

El formato particular para el campo de control del BDLCC se ilustra en gran detalle en la figura 3 21 con sus tres posibles formatos del campo de control: Formato de información, Formato supervisor, y formato no numerado.

El formato de información (fig 3 21a) es básicamente usado para retener pistas de los números de los últimos tramas enviados y recibidos por la estación secundaria. El formato de información incluye el número de secuencia de envío del trama que está siendo transmitido y el número de secuencia recibido que es esperado y ser recibido en el siguiente frame de información yendo hacia la dirección de la estación secundaria. El número de secuencia recibido así informa a la otra estación del número del último frame actualmente recibido. Así si el número es más bajo que el siguiente número de secuencia enviado, entonces en la estación secundaria se supone que uno o más frames se perdieron en la transmisión. Los frames extraviados son entonces especificados únicamente y la estación transmisora debe de retransmitirlos.

El formato identificador del campo de control es

especificado por el bit más a la izquierda en el campo. Si el bit más a la izquierda es un cero, el campo de control tiene el formato de información. Si los bits más a la izquierda es un uno y un cero, el campo de control es un formato supervisor, si los bits más a la izquierda son un uno y un uno, el campo de control es un formato no numerado.

Siguiendo el bit o bits identificador de formato son bit de control específico usados en el tipo de control en cuestión.

En el formato de información, el identificador de formato es seguido por tres bits de envío de número de secuencia, un bit designando un poll o bit final, y tres bits especificando el número de secuencia recibido.

El formato de supervisor del campo de control, como se ilustra en la figura 3.21b, consiste del identificador de formato de dos bits, seguido por un campo de respuesta de comando de dos bits, un bit de poll o bit final, y un número de secuencia de tres bits. El formato supervisor, como su nombre lo dice, es usado para numerar frames supervisores los cuales indican un enlace particular o estado del dispositivo: Situaciones tales como una disposición para recibir información, requerimiento para retransmisión de frames de información y una entrada temporal de la capacidad de recepción. Tales comandos supervisores permiten a la estación primaria informar a una estación secundaria particular del tipo de transferencia que ha sido ejecutada.

El formato no numerado (figura 3.21c) es utilizado para transmisión de comandos supervisores o respuestas de las diferentes funciones de control de enlace. El formato particular

del formato del campo de control no numerado consiste de dos identificadores de formato, seguidos de dos bits modificadores, el bit de poll o final, y tres bit modificadores en la posición de bit más baja.

Ejemplos específicos de las funciones de control de enlaces de datos por el identificador de formato son: Comando de desconectado el cual lleva fuera la dirección secundari, el envío de respuesta de los nodos normal y asincrono y el reconocimiento de frames no numerados.

El comando de nodo respuesta normal es usado para colocar la dirección secundaria en respuesta normal y con lo cual resetear la secundaria envío-recibo cero para iniciar operación de este modo. El comando extendido asincrono es usado para la misma función en modo asincrono.

Despues del campo de control esta el campo de información el cual debe ser de longitud variable, despues de este encontramos el campo de verificación de frame de 16 bits usada para verificar la redundancia ciclica y por ultimo encontramos la bandera final de 8 bits.

CAPITULO 4

SELECCION DEL PROTOCOLO

4.1 INTRODUCCION

El desarrollo de ordenadores y terminales mas rápidas y potentes motivo la búsqueda de Protocolos de enlace mas eficientes y adecuados a las emergentes aplicaciones interactivas.

Por supuesto estos protocolos fueron los orientados a bit.

Considerando que cada protocolo tiene sus propias características formaremos un cuadro de comparación para visualizar la mejor selección del protocolo.

Características \ Protocolo	BSC	SDLC, BDLC	ADCCP	HDLC	DDCMP
Longitud de caracter en bits.	8	cualquiera	cual- quiera	cual- quiera	cual- quiera
Capacidad de transmisión full duplex.	112 bits	24 bits	mini- mo 24 b.	mini- mo 24 b.	96 bits
Secuencia de control de verificación de error.	no	si	si	si	si
Frames transmitidos permitidos sin reconocimiento.	2	8	8 : minimo	8	256
Capacidad de Bits en paralelo.	si	no	no	no	si

Este cuadro consiste de las características siguientes como: longitud de caracter, capacidad para transmitir a full duplex,

control de encabezado, secuencia de control de verificación de error, frames transmitidos permitidos sin reconocimiento y capacidad de envío de bits en paralelo.

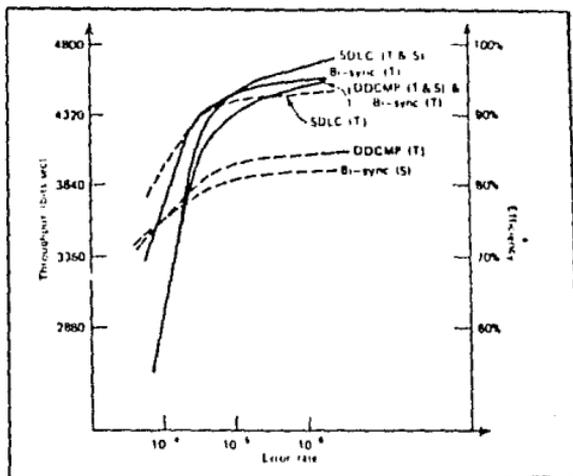


Figura 4.1 Comparación de los protocolos de comunicaciones de datos.

- Notas:
- 1.- Curvas continuas son para frames de 2000 bits (aplicables para circuitos satelitales)
Curvas punteadas son para frames de 500 bits (no aplicables a circuitos satelitales)
 - 2.- Términos en paréntesis:
(T) Cto terrestre; asumiendo retardo en un solo sentido de 50 mseg. (S) Cto. Satelital; asumiendo retardo en un solo sentido de 400 mseg.
 - 3.- Las curvas son de canales de comunicaciones Full-Duplex a 4800 Bauds.

Tomando en cuenta lo anterior la selección del protocolo consistirá en tres puntos que son:

- 1) Requisitos que debe cubrir el protocolo para satisfacer

la demanda planteada.

2) Protocolo propuesto.

3) Ventajas.

4.2 Requisitos que debe cubrir el PROTOCOLO para satisfacer la demanda planteada.

a) Proporcione gran eficiencia, la cual implica, que el número de bit de información sea mayor al número de bits de control.

b) Proporcione elevada fiabilidad, esto es que todas las tramas deben protegerse con mecanismos de detección de error y proporcionar una recuperación fiel al origen.

c) Proporcione flexibilidad, para incrementar o reducir el número de estaciones.

4.3 Protocolo PROPUESTO

De acuerdo a la investigación realizada en la elaboración de la presente tesis, se optó por seleccionar al protocolo "SDLC" para nuestra red

4.4 VENTAJAS

Las ventajas más notables son:

a) Desde el punto de vista mercado:

1.- Ser uno de los protocolos más usados en la transmisión de datos.

2.- Pertenecer a la empresa líder mundial en el campo de la computación, I B M.

3.- Existen diversos equipos de empresas líderes, como: NEC, HUGHES, HARRIS...etc, que satisfacen las necesidades

del protocolo.

b) Desde el punto de vista de las CARACTERISTICAS INHERENTES DEL PROTOCOLO.

- 1.- Uso de tramas monoformatos, que hacen menos complejo el diseño y facilitan la integración de controladores hardware.
- 2.- Independencia del código.
- 3.- Adaptación a diferentes aplicaciones y configuraciones.
- 4.- Actividad bidireccional alternada (Half-Duplex), y bidireccional simultanea (Full-Duplex).
- 5.- Gran eficiencia y elevada fiabilidad.

CAPITULO 5

UTILIZACION Y PROPUESTA DE UN SISTEMA

5.1 INTRODUCCION

El problema fundamental en el diseño de las redes de comunicaciones de datos no es la tecnología que esta disponible, sino como adaptarla mejor para satisfacer las necesidades cambiantes y retadoras de las organizaciones comerciales, naturales y gubernamentales que afecten a nuestra red.

Muchas empresas de la actualidad operan en diferentes ubicaciones, no es raro que una organización tenga decenas, cientos o incluso millares de sitios donde ocurren sus operaciones. La administración de estas organizaciones debe tener un conocimiento actualizado de sus operaciones geográficamente dispersas para dar mejor servicio a sus clientes, y hacer frente a la competencia.

Para ello se necesita recolección, procesamiento y distribución veloz de la información.

5.2 TOPOLOGIA EN REDES LOCALES

La forma de interconectar las estaciones de una red local, mediante un recurso de comunicación, es decir la estructura topológica de la red, es un parámetro primario que condiciona fuertemente las prestaciones que de la red puedan obtenerse.

El acierto en la elección de una u otra estructura dependerá de su adaptación en cada caso al tipo de tráfico que debe cursar y de una valoración de la importancia relativa de las presta-

ciones que de la red se pretende obtener.

Puede relacionarse, sin embargo, unos cuantos criterios básicos que permiten efectuar comparaciones generales entre las topologías.

Sugerencias para analizar topologías.

- Costo-Modularidad en cuanto a costos en medios de comunicación y a la sencillez de instalación y mantenimiento

- Flexibilidad-Complejidad por la dificultad que exista para incrementar o reducir el número de estaciones.

- Fiabilidad-Adaptabilidad por los efectos que un fallo en una estación o en el medio de comunicación pueden provocar en la red, así como las facilidades de reconfiguración como procedimiento de mantener el servicio mediante encaminamientos alternativos.

- Dispersión-Concentración por su adecuación a instalaciones con poca o mucha dispersión geográfica.

- Retardo-Caudal por el retardo mínimo introducido por la red, o su facilidad para manejar grandes flujos de información sin que se produzcan bloqueos o congestiones.

- Una fuerte exigencia en alguna de estas características puede obligar a renunciar a la instalación de una determinada red local por el tipo de topología que utiliza. Así para cubrir servicios donde la fiabilidad de la comunicación es de gran importancia, no debería utilizarse una red con una topología en estrella, ya que una avería en el nodo central bloquearía toda la red.

5.2.1 Estrella.

Todas las estaciones están unidas, mediante medios bidireccionales, a un módulo o nodo central que efectúa funciones de conmutación (figura 5.2).

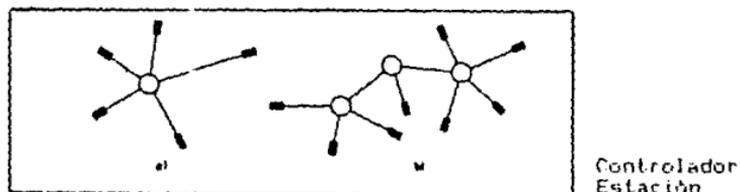


Figura 5.1 Topología en: a) Estrella; b) Arbol.

Un ejemplo frecuente en redes locales, es la adaptación de una central telefónica privada con conmutación de circuitos (APBX) a la interconexión de sistemas o recursos informáticos situados en plantas o edificios contiguos. Es también de aplicación frecuente en redes muy centralizadas o en sistemas de control.

El nodo central asume además las labores de control y dispone de gran parte de los recursos informáticos comunes (memorias masivas, impresoras rápidas, etc.)

El nodo aísla a una estación de otra resultando una red fiable frente a averías en las estaciones. Sin embargo una avería en el nodo deja totalmente bloqueada a la red y sin posibilidad de reconfiguración. La flexibilidad-complejidad es buena permitiendo incrementar o disminuir con sencillez el número de esta

ciones, ya que las modificaciones son sencillas y están todas localizadas en el nodo central. Puede sin embargo resultar costosa por la gran longitud del medio de comunicación a instalar.

No permite cruzar grandes flujos de tráfico, por congestionarse el nodo. El costo en longitud de las líneas y en instalación es elevado.

No es adecuada para redes con gran dispersión geográfica, pero salvo un posible retardo inicial de establecimiento si la conmutación es por circuitos, el retardo es mínimo.

5.2.2 Arbol

Es una extensión de la arquitectura en estrella por interconexión de varias de ellas (fig 5 1b). Permite establecer una jerarquía clasificando a las estaciones en grupos y niveles según el nodo a que están conectadas y su distancia jerárquica al nodo central.

De características similares a la red en estrella, reduce la longitud de los medios de comunicación incrementando el número de nodos. Se adapta a redes con grandes distancias geográficas y predominancia de tráfico local, características más propias de una red pública que de una red privada local.

5.2.3 Malla

Cada estación está conectada con todas las demás estaciones (red completa) o varias (red incompleta) estaciones formando una estructura que puede ser regular (simétrica) o irregular (fig. 5.2)

El costo en medios de comunicación depende del número de

conexiones y suele ser elevado, ganando sin embargo fiabilidad frente a fallos y en posibilidades de reconfiguración.

El costo de instalación al aumentar el número de estaciones es también grande y sobre todo de dificultosa realización en una

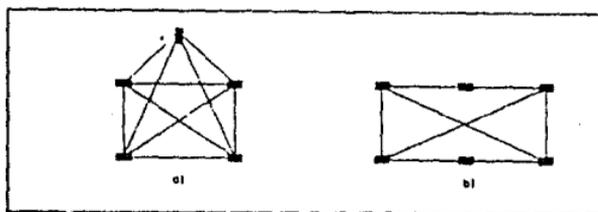


Fig. 5.2 Topología en malla: a) completa; b) incompleta regular.

red ya instalada, lo que representa un gran inconveniente en redes locales. No se adapta a grandes dispersiones geográficas pero permite tráficos elevados con retardos medios bajos. La dificultad de diseño reside en minimizar el número de conexiones y desarrollar potentes algoritmos de encaminamiento y distribución de flujo.

Suele ser de uso más frecuente en redes de ordenadores, unidos a estructuras en estrella o árbol, que en redes locales.

5.3 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE COMUNICACION VIA SATELITE

NECESIDADES:

Se necesita de una Red que conecte a un punto central (Base de Datos Actualizada y Recursos) al cual converjan 4 nodos concentradores instalados en diferentes Ciudades de la República. Los nodos antes mencionados tienen una topología tipo estrella que recopilan la información de las ciudades mas cercanas a estos, además la red debe soportar una operación de acceso continuo a Recursos proporcionados por el sistema: cics, natural, etc.

El equipo que conforman nuestros nodos son productos IBM, y el protocolo utilizado actualmente es el SDLC

RED PROPUESTA : A R A G O N E T

Para los nodos y host que se mencionan en las necesidades, se observa que se forma una red tipo AREOL a nivel nacional, por lo tanto tomaremos la siguiente relación:

UBICACION Y DISTRIBUCION

HOST PRINCIPAL : MEXICO, D F

NODO A : HERMOSILLO, SON.

NODO B : MONTERREY, NVO. LEON.

NODO C : GUADALAJARA, JAL.

NODO D : VILLAHERMOSA, TAB.

ENLACES SATELITALES AL HOST PRINCIPAL

- D.F. - HERMOSILLO
- D.F. - MONTERREY
- D.F. - GUADALAJARA
- D.F. - VILLAHERMOSA

ENLACES TERRESTRES AL HOST PRINCIPAL

- D.F. - PACHUCA
- D.F. - VERACRUZ
- D.F. - TOLUCA
- D.F. - TLAXCALA
- D.F. - CUERNAVACA
- D.F. - PUEBLA
- D.F. - ACAPULCO

ENLACES TERRESTRES AL NODO A :

- HERMOSILLO - MEXICALI
- HERMOSILLO - LA PAZ
- HERMOSILLO - CD. JUAREZ
- HERMOSILLO - DURANGO
- HERMOSILLO - CULIACAN

ENLACES TERRESTRES AL NODO B :

- MONTERREY - SALTILLO
- MONTERREY - TAMPICO
- MONTERREY - S.L.P.
- MONTERREY - ZACATECAS

ENLACES TERRESTRES AL NODO C :

GUADALAJARA - TEPIC

GUADALAJARA - AGUASCALIENTES

GUADALAJARA - LEON

GUADALAJARA - QUERETARO

GUADALAJARA - MORELIA

GUADALAJARA - COLIMA

ENLACES TERRESTRES AL NODO D :

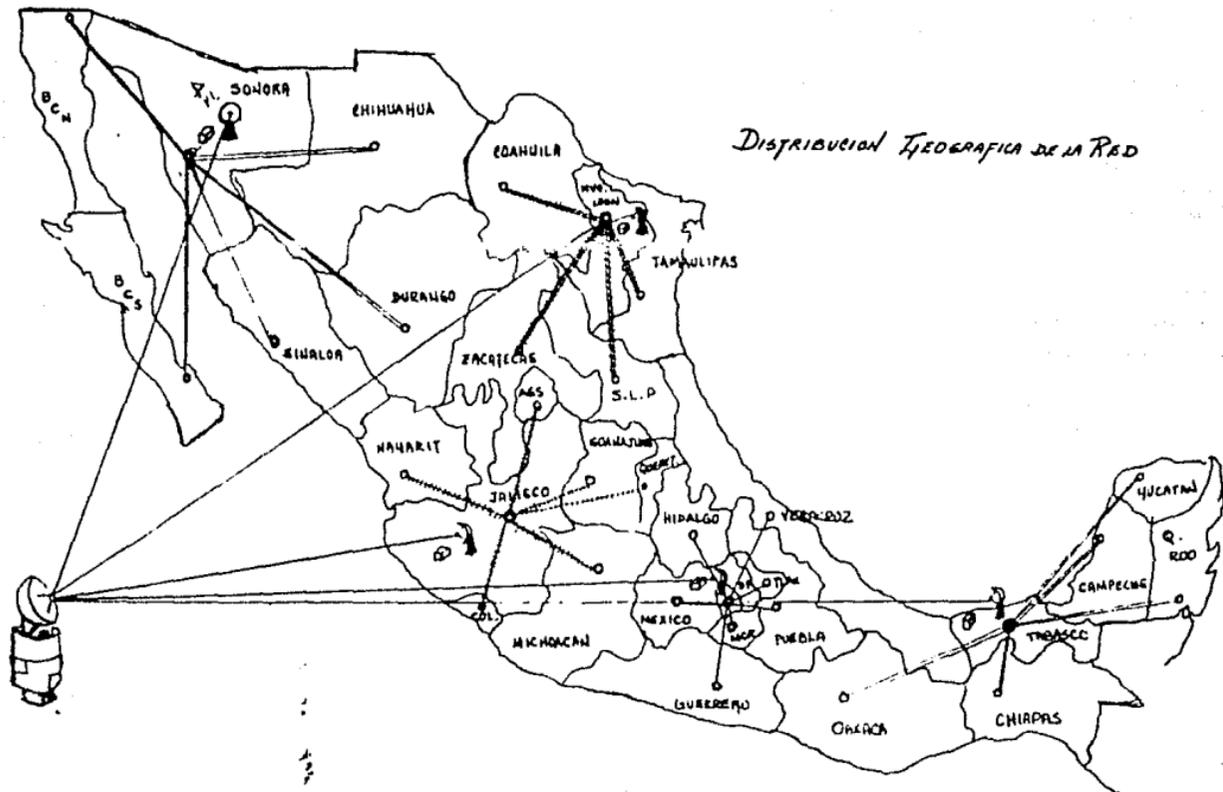
VILLAHERMOSA - OAXACA

VILLAHERMOSA - CHETUMAL

VILLAHERMOSA - CAMPECHE

VILLAHERMOSA - TUXTLA GUTIERREZ

VILLAHERMOSA - MERIDA



5.4 COTIZACION DEL EQUIPO SATELITAL PARA LA RED PROPUESTA

México, D. F. , 22 de junio de 1988.

La cotización de un Sistema de Comunicación Vía Satélite para llevarse a cabo con enlaces desde México, D. F. con una Estación Terrena Maestra a cuatro ciudades, proponemos en esta cotización 4 enlaces preasignados en frecuencia, utilizando accesos múltiples por división en frecuencia para el canal satelital y las señales multiplexadas en tiempo (TDM), para transmitir un canal de 128 Kbps. a satélite.

Los equipos seleccionados para la integración del sistema son equipos de empresas líderes en el mercado de E. U. con alta confiabilidad y calidad.

Los multiplexores LINK I y MINILINK de TIMEPLEX tienen capacidad de crecimiento modular para tarjetas de 4 puertos, ya sean estos de voz o datos; la voz puede ser transmitida a 32 ó 16 Kbps, con muy buena calidad dado que no se maneja un alto grado de compresión; por otra parte los puertos de datos pueden ser configurados por programación desde 300 bps hasta 100 Kbps.

En el caso del equipo MINILINK propuesto para las estaciones remotas, el multiplexor cuenta una configuración mínima de 2 tarjetas con 4 puertos, una de voz a 16 kbps cada puerto y otra para datos cuyos 4 puertos pueden ser configurados a la velocidad requerida.

El multiplexor LINK I para la estación central se ajusta a las necesidades de comunicación de las remotas de acuerdo a la siguiente tabla :

CIUDAD	CANALES VOZ/DATOS
Monterrey	4/4
Guadalajara	4/4
Hermosillo	4/4
Villahermosa	4/4

La manera de como podrán asignarse los canales de voz y datos preasignados a la Estación Maestra es programable y podrán definirse en forma posterior.

Por lo que el multiplexor central consta de 4 tarjetas de 4 puertos de voz y 4 tarjetas de 4 puertos de datos.

La máxima velocidad de transmisión para el equipo cotizado está realmente determinado por el módem de alta velocidad que maneja 128 Kbps, ya que los multiplexores de Timeplex pueden ser configurados para manejar canales CEPT 1 (2.048 Mbps CCITT) o hasta CEPT 2 (4 x 2.048 Mbps) por lo que el crecimiento del sistema se reduce al reemplazo del módem por el de velocidad requerida y el incremento de potencia demandada que corresponda.

Con el objeto de que la demanda de potencia por incremento de de capacidad sea bajo, proponemos antenas de 2.4 mts. con amplificador de potencia de 2 watts, lo que permitiría crecer a las remotas hasta 400 Kbps de velocidad agregada.

En el caso de las estaciones centrales se requerirían dos antenas de 6.1 mts. de diámetro con amplificador de potencia de 80 watts, lo que permite transmitir hasta canales "CEPT I" con una red de varias estaciones remotas.

El equipo integrado proporcionará una óptima utilización del segmento espacial, dado que este renglón del costo del sistema irá

tomando mayor importancia con el paso del tiempo.

LISTADO DE EQUIPO

ESTACIONES MAESTRAS

PRTIDA	CTAD	CONCEPTO	PRECIO UNIT	PRECIO
--------	------	----------	-------------	--------

TOTAL

1

1

Estación STS mo-
delo SCAMP de 6.1
mts. que incluye:
subsistemas de am-
plificación de
potencia de 80 wa-
tts redundante con
fuente de alimenta-
ción y sinteti-
zadores.
subsistemas de am-
plificación de
de bajo ruido re-
dundante con ...
LNAS de 200 K y
sintetizadores.
subsistema de con-
versión de as-
censo y descenso.

281,000

281,000

MOTOR DE ALINEACION

2	1	Sistema modulador, Demodulador con di- visor, combinador y switchero 8:1.	99,006	99,006
3	1	Subsistema de Multi- plexor digital LINK I redundante en procesa- dor y fuente que in- cluye: -Procesador Central, -Expansi3n Procesador Central, -4 M3dulos Interlink, -4 M3dulos de 4 puertos de voz. -4 M3dulos de 4 puertos de datos, -1 M3dulo de Bypass.	85,180	85,180
4	16	Canceladores de Eco	1,500	30,000
4	4	Juegos de Bastidores cables coaxiales y ma- teriales.	6,500	32,500
		TOTAL		516,686
		ESTACIONES REMOTAS		
6	4	Terminales de radiofre- cuencia COMSTREAM mo- delo STARLINK que in-	22,065	110,325

- cluye:
- Antena de 2.4 mts
- Amplificador de estado sólido de 2 watts
- Amplificador de bajo ruido.
- Convertidores de ascenso y descenso.
- Módem de frecuencia intermedia.

7	4	Subsistema de multiplexa- je que incluye:	17,685	88,425
		-Procesador NMC		
		-Módulo Interlink		
		-Módulo 4 puertos de voz (QSC)		
		-Módulo 4 puertos de datos (QSC).		
8	16	Canceladores de Eco	1,500	30,000
9	4	Juegos de bastidores cables coaxiales y ma- teriales.	6,500	32,500
		TOTAL 4 ESTACIONES REMOTAS		261,250
10	1	Integración, Instalación y pruebas de la Estación Maestra.	40,000	40,000
11	4	Integración, Instalación y pruebas de las Estaciones	5,000	25,000

Remotas.

TOTAL INTEGRACION, INSTALACION

Y PRUEBAS

65,000

GRAN TOTAL

842,396 USD

Tipo de cambio en la fecha : 1 dólar = \$ 2330

5.5 Requerimientos para contratación de
canales via Satélite

1er. paso

1.- Carta "Solicitud de Servicios"

Dirigida a:

Ing. Victor Briones Padrón
Jefe de la Unidad de Apoyo
Técnico a Usuarios.

Deberá contener:

- Razón Social
- Domicilio
- Tipo de Servicio Fek
 Modalidad
 Velocidad
 Ancho de Banda
 Forma de Acceso (Técnica de Acceso)
- Origen de la TX
- Destino (s)
- Nombre y Teléfono del Coordinador.
- Nombre del Representante legal de la Empresa.

2o. Paso

Avisar a:

Ing. Landeros Ayala
Subdirector de Sistemas de
Satélites Nacionales
(Área Operativa).

3er. Paso

Tramitar permiso en:

Dirección General de Normatividad
y control de Comunicaciones.

CONCLUSIONES

Se observa que de acuerdo a la evolución de los Protocolos de control de enlace, se iban obteniendo mejoras en todos los aspectos. Esto es los Protocolos orientados a bit superan a los Protocolos orientados a carácter pues, estos últimos presentan las desventajas sigs: uso de tramas multiformato (dificultando así la integración de controladores hardware), mensajes de control escasamente protegidos, dependencia del alfabeto utilizado (ASCII, EBCDIC, ... etc.), transparencia conseguida a expensas de mecanismos poco eficientes (como el uso del DLE), lo cual trae consigo que la eficiencia del sistema decaiga hasta un 50%.

Además de tener gran eficiencia los protocolos orientados a bit nos brindan gran confiabilidad conseguida por algoritmos aplicados a la información, mostrando su resultado en el campo de verificación de frame FSC, el cual es utilizado para la detección de errores, aceptación de mensajes correctos o de lo contrario retransmisión de mensajes.

Ahora, de entre los los varios Protocolos orientados a bit, hemos optado por seleccionar al S D L C, ya que cubre fielmente los requisitos en cuanto a fiabilidad, flexibilidad y principalmente en eficiencia, como se mostro en la gráfica de análisis, donde supera a los demas.

El Protocolo S D L C, también lleva la vanguardia en el mercado, ya que es el protocolo más poderoso de IBM, y por lo tanto el mas

utilizado, otra de sus ventajas es que sus necesidades de hardware también son cubiertas por empresas líderes de comunicaciones, tales como NEC, HUGHES, HARRIS, .etc, lo cual nos demuestra su gran versatilidad.

GLOSARIO

- Atenuación:** La diferencia entre la potencia transmitida y la recibida debido a las pérdidas en el equipo, líneas u otros dispositivos de Tx.
- Banda, ancho de:** La diferencia entre la frecuencia más alta y más baja en una banda, como por ejemplo el ancho de banda de 3000 Hz en una línea de grado de voz (300-3300 Hz).
- Baud :** Una unidad de velocidad de señal igual al número de condiciones o eventos de señal discretos por segundo.
- Bit:**
- 1.- Abreviaturas de las palabras "Binary Digit", dígito binario.
 - 2.- Un solo carácter en un número binario.
 - 3.- Un solo impulso en un grupo de impulsos.
- Bloque:** Un grupo de bits o caracteres transmitidos como una unidad. Por lo general se aplica un procedimiento de codificación al grupo de bits o caracteres para fines de control de errores.
- Canal:** Un camino transmitir señales electromagnéticas. Es sinónimo de línea y eslabón (o enlace). Comparar con circuito.
- Caracter:** Un miembro de un conjunto de elementos sobre los que se ha llegado a un acuerdo y que se emplea

para organizar, controlar o representar datos. Los caracteres pueden ser letras, dígitos, signos de puntuación u otros símbolos.

Circuito: Una forma de comunicación o en dos sentidos entre dos instalaciones de terminales de datos. Comparar con canal, línea, eslabón.

Clave o Código: Una transformación o representación de información de manera distinta, de acuerdo con algún conjunto de convenciones preestablecidas

Clave ASCII: Una clave de 7 bits que se emplea para muchas aplicaciones de transmisión de datos, se puede comparar como un estándar en la mayoría de los fabricantes de equipo.

Código Baudot: Una clave de transmisión de datos en la que se utilizan 5 bit para representar un carácter.

Código BCD: Es una clave o código para la notación decimal en las que los dígitos decimales se representan mediante un grupo de clave binaria, por ejemplo la notación ponderada de 8,4,2,1.

Código EBCDIC: Clave estándar que consiste en un conjunto de caracteres de 8 bits que se emplea para representar información en sistemas de procesamiento y comunicación de datos.

Computadora Central: En la transmisión de datos, es la computadora que está en el centro de la red y que generalmente realiza el procesamiento de datos.

Datos, comunicación de: El movimiento de información codificada por medio de sistemas de transmisiones eléctricas.

cas.

Digital, señal: Una señal discreta o discontinua. Corresponde a los datos en forma de dígitos como ceros y unos.

Dúplex (FDX): Es un circuito que permite transmitir una señal en dos direcciones simultaneamente.

Fase: Relativo a la sincronización de una señal alterna. Dos señales pueden tener amplitud y frecuencia idéntica, pero pueden diferir en fase si una se atrasa a la otra en un valor que no sea un múltiplo exacto de la frecuencia.

HDX o Semidúplex: Se trata de un circuito que permite transmitir una señal en dos direcciones, pero no al mismo tiempo.

Línea: Un canal o eslabón.

Línea arrendada (o privada): Una línea que se proporciona a un suscriptor para su uso exclusivo.

Modem: Contracción de las palabras "Modulador-Demodulador". Dispositivo para realizar la transformación necesaria de señales para transmitir las entre dispositivos terminales y líneas de comunicaciones.

Modulación: La alteración de algunas características de una señal portadora imprimiéndose una señal de información.

Paridad, prueba de: Prueba para determinar si el número de unos o ceros en un arreglo de dígitos binarios es impar o par.

Protocolo: Conjunto de reglas que nos permite establecer

medios de control y recuperación de errores así como la forma de la transmisión de nuestros datos.

RS 232-C, interfase: La interfase entre un módem y la terminal asociada de datos, definida por el estandar RS232-C de la asociación de Industrias Electrónicas Norteamericanas (EIA).

Simplex: Un circuito que sólo puede transmitir en una sola dirección.

SDLC: Synchronous Data Link Control, protocolo de control de enlace de datos sincrónico propiedad de IBM.

BIBLIOGRAFIA

1.- SISTEMAS DE COMUNICACION CARLSON, A. BRUCE. EDIT. MCGRAW HILL. MEXICO, 1982.

2 - COMPUTER COMMUNICATION NETWORK DESIGN AND ANALYSIS SCHWARTZ MISCHA. EDIT. PENTICE-HALL, INC. U S A 1977.

3 - INTRODUCCION A LA TEORIA Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES. LATHI, B.P.. EDIT. LIMUSA. MEXICO, 1983

4 - FUNDAMENTOS DE COMUNICACION DE DATOS. FITZGERALD, J. y EASON, TOM S. EDIT. LIMUSA. MEXICO 1981.

5.- PRINCIPIOS DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION VIA SATELITE. PEREZ, JOSE LUIS. EDIT. ENEP ARAGON MEXICO 1985.

6.- SISTEMAS DE COMUNICACION HAYKIN, SIMON. EDIT. LIMUSA.

7.- COMMUNICATION CONTROL IN COMPUTER NETWORKS. PUZMAN J. y POVIZEC RADOSLAV EDIT. JOHN WILEY & SONS. CHECOSLOVAQUIA 1980.

8.- DISTRIBUTED PROCESSING AND DATA COMMUNICATIONS. MCGLYNN,

DANIEL R. EDIT. JOHN WILEY & SONS. U. S. A. 1978.

9.- COMPUTER NETWORKS AND SIMULATION. S. SCHEMAKER. EDIT. NORTH
HOLLAND. U. S. A. 1980.