MODEM

TELEMATICA:

Definimos comunicación como el proceso por el que se transporta información, la cual es transmitida mediante señales, que viajan por un medio físico.

Distinguimos en un extremo el terminal EMISOR y en el otro extremo el RECEPTOR, Ambos están vinculados por un CANAL de transmisión por donde viaja la información.

El termino TELEMATICA o TELEINFORMATICA conjunción de telecomunicaciones e informática se refiere a la disciplina que trata la comunicación entre equipos de computación distantes.

La TRANSMISION DE DATOS es el movimiento de información codificada de un lugar a otro de señales que portan dichos datos por medio de sistemas de comunicación eléctrica.

Las TELECOMUNICACIONES hacen referencia a la transmisión de datos a distancia. El TELEPROCESAMIENTO permite que un sistema de computación utilice algún tipo de telecomunicación para procesar datos.

SISTEMA TELEINFORMATICO:

Esta constituido por:

- Equipos informáticos (computadoras y terminales), para recibir, procesar, visualizar y enviar datos.
- RED DE TELECOMUNICACIONES: Soporte para la comunicación, con medios de transmisión y circuitos apropiados.

COMUNICACIÓN ENTRE UN COMPUTADOR Y OTRO:

La comunicación se logra mediante la utilización de las redes telefónicas y modems.

El módem puede estar en el gabinete de una PC (interno), o ser externo al mismo. Su función es permitir conectar un computador a una línea telefónica, para recibir o transmitir información.

En relación con la línea telefónica, el módem además de recibir/transmitir información, también se encarga de esperar el tono, discar, colgar, atender llamadas que le hace otro módem, etc.

Respecto del computador al cual esta conectado, recibe e interpreta comandos de este (discar, colgar, etc.)

Cuando un módem transmite, debe ajustar su velocidad de transmisión de datos, tipo de modulación, corrección de errores y de compresión. Ambos modems deben operar con el mismo estándar de comunicación.

Dos modems pueden intercambiar información en forma "full dúplex". Esto es, mientras el primero transmite y el segundo recibe, este ultimo también puede transmitir y el primero recibir. Así se gana tiempo, dado que un módem no debe esperar al otro a que termine, para poder transmitir, como sucede en "half dúplex".

El módem que llama, o sea que origina la comunicación se designa "originate" o "local", y el módem que contesta, responde, es el "answer" o "remoto".

Un módem puede contener en su interior dos circuitos generadores de dos frecuencias (tonos) distintas, para enviar ceros y unos, en correspondencia con los que necesite enviar por vía telefónica.

Cuando un módem transmite tonos se dice que modula o convierte la señal digital binaria proveniente de un computador en dichos tonos que representan o portan bits.

Del mismo modo que el oído de la persona que en el extremo de la línea puede reconocer la diferencia de frecuencia entre los tonos del 0 y 1, otro módem en su lugar también detecta cual de las dos frecuencias esta generando el otro módem, y las convierte en los niveles de tensión correspondiente al 0 y al 1.

Esta acción del módem de convertir tonos en señales digitales, o sea en detectar los ceros y unos que cada tono representa, se llama demodulación.

El tipo de modulación ejemplificada, con una frecuencia para el uno y otra para el cero, solo permite transmitir hasta 600 bits por segundo.

DENOMINACION MODEM:

La palabra módem deriva de su operación como MODulador o DEModulador.

Un módem por un lado recibe información digital de un computador y la convierte en analógica, apropiada para ser enviada por una línea telefónica, por otro lado, de esta última recibe información analógica para que la convierta en digital, para ser enviada al computador.

FRECUENCIA "PORTADORA" EN LA COMUNICACIÓN ENTRE MODEMS:

Los tonos de la figura de arriba, pueden considerarse como pertenecientes a una única onda que por la línea telefónica viaja de un módem a otro, la cual cambia de frecuencia según se envíen ceros o unos, denominada PORTADORA (carrier), por "portar" los unos y los ceros que se transmiten.

Para que dos modems puedan comunicarse, entre otras cosas deben usar la misma técnica de modulación. Conforme a la Electronic Industries Association (EIA) en cada extremo de la línea, el computador se designa "equipo terminal de datos" (DTE), y el módem, equipo para comunicaciones de datos" (DCE).

REGISTROS DE LOS MODEMS:

Un módem presenta un centenar de registros no volátiles, designados S0, S1, S2.....S99. Estos guardan distintos parámetros que el usuario puede cambiar mediante comandos, referidos a la fijación de tiempos de respuesta y operación del módem. De esta manera, un módem conectado está incivilizado de forma deseada. Los modems tienen registros para almacenamiento temporario de datos en curso.

INTERFAZ RS-232C:

A fin de que equipos de computación y modems de distintos fabricantes puedan interconectarse de manera universal, la norma americana rs-232c (ccitt v.24 internacional) especifica características mecánicas, funcionales y eléctricas que debe cumplir la interconexión entre un computador y un módem.

Un módem comprende hardware para conectarlo a un port serie de PC. Si es externo se conecta a través del conocido conector de forma trapezoidal. Este conector posee 25 conductores, siendo que en la PC se usan 9 para la comunicación Pc-modem. Uno de estos conductores se usa para transmitir de la PC al módem, y el otro cuando el sentido de los datos es contrario (recepción). Existe un conductor para "tierra" de las señales. Los restantes cables con señales digitales sirven para funciones de control del módem.

PROTOCOLO DE COMUNICACIONES:

En la comunicación modem-modem se debe cumplir otra secuencia de acciones y señales:

- 1: El módem local realiza una acción semejante a levantar el tubo, y luego disca el número telefónico del módem remoto.
- 2: El módem remoto lleva a cabo una acción equivalente a levantar el tubo y emite un tono o serie de tonos particulares que indican que ha respondido el llamado, y que se puede comunicar a una velocidad (bps) y modulación (ambas normalizadas).
- 3: El módem local responde a la serie de tonos, y negocia con el módem remoto la mayor velocidad de transmisión posible.

En general, un conjunto de procedimientos a cumplir, para llevar a cabo las etapas de una comunicación, constituye un protocolo.

Un módem debe ajustarse a dos protocolos:

- El protocolo rs232c
- Protocolo estándar, como los serie V de la ccitt.

TRANSMISION ASINCRONICA DE DATOS O PROTOCOLO "STAR-STOP" :

Los datos que maneja un módem están organizados en bytes separables, al igual que cuando se almacenan en una memoria principal.

En la transmisión asincrónica los datos se envían como bytes independientes, separados, pudiendo mediar un tiempo cualquiera t entre un byte y el siguiente. Es el modo de transmisión corriente vía módem usado en las PC, siendo en general el empleado por su sencillez para bajas velocidades de transmisión de datos.

Supongamos que se envía X dato de 8 bits, los 8 bits se envían en orden inverso a indicado. Aparecen los bit de control "start" (siempre 0) que indica comienzo de carácter, y "stop"(siempre 1) de final de byte enviado. En total son pues 10 bits (rendimiento del 80%). Para poder distinguir un bit del siguiente cada bit debe durar igual tiempo T.

Para tal fin sirve el bit de start, que permite sensar en momentos adecuados (en sincronismo) el valor de los bits siguientes hasta el "stop".

En la transmisión sincrónica se envía un paquete de bytes sin separación entre ellos, ni bits de start y stop (aunque existen bytes de comienzo y final). Así es factible enviar mas bytes por segundo.

BIT DE PARIDAD:

Supongamos que la PC que transmite envía A=01000001, pero por un ruido en la línea telefónica mientras el módem transmitía, se recibe 01000010, el código recibido será el de la letra C, sin que se pueda notar el error. Dado que ASCII básicamente se codifica en 7 bits, se puede usar el bit restante para detectar si se ha producido un solo error por inversión como el ejemplificado. Entre dos computadores que se comunican, se adopta la convención de que en cada carácter emitido o recibido debe haber un numero par de unos. El computador que esta enviando, da valor al bit restante citado, de modo que se cumpla dicha paridad. El computador que recibe debe verificar que cada carácter que le llega tenga la paridad convenida. Caso contrario pedirá su retransmisión pues implica que un bit llevo errado

La paridad sirve para detectar si uno de los bits recibidos cambio de valor, que es la mayor probabilidad de errores en transmisión telefónica. Si los bits errados son dos, la paridad par seguirá, y no hay forma de detectar un carácter mal recibido, pues este método supone solo un bit errado. Cuando se usa 8 bits sin paridad ("null parity"), con un bit de stop, se indica 8N1, que es la forma usual de comunicación entre dos PC.

Si como en el ejemplo dado, son 7 bits, con paridad par ("even parity") y un bit de stop, se indica 7E1.

Para el control del envío de archivos de programas existen los protocolos de archivo en los programas Xmodem, Zmodem y otros.

Estos programas dividen al archivo a enviar en bloques de igual tamaño, que se envían (byte a byte con paridad nula) con el agregado de un numero que es el resultado de un calculo polinomial sobre los bits de cada bloque. En el receptor sobre cada bloque recibido se realiza al mismo calculo. Si se obtiene el mismo numero agregado se envía un simple OK. De no recibirlo, se vuelve a transmitir el bloque.

VELOCIDAD DE UN MODEN Y BAUDIOS:

Hay que diferenciar entre velocidad de señalización y velocidad de transmisión de información. Esto hace a la diferencia que existe entre baudios y bits por segundo.

La figura 1 ilustra una onda senoidal cuya amplitud puede saltar de valor entre cuatro niveles distintos. En cada segundo pueden ocurrir 2400 de estos cambios de amplitud, esta onda presenta una velocidad de señalización de 2400 baudios. Cada uno de estos saltos de amplitud en dicho segundo, es un baudio. Puesto que se puede cambiar entre cuatro amplitudes diferentes, se puede convenir que cada una representa dos bits determinados, con lo cual se tiene una velocidad de transmisión de $2400 \times 2 = 4800$ bits por segundo.

La detección de cada amplitud (baud) puede hacerse cada $1/2400$ de segundo= 0,4 milisegundos. Este tiempo es suficiente para que el módem pueda detectar un baud, e interpretar los dos bits que codifica.

En pocos años, la velocidad de transmisión por las líneas telefónicas comunes fue aumentando 100 veces: de 300 a 33.600 bps. Esto se logro, codificando 12 bits por baudio.

FORMAS MÁS USUALES DE MODULACION:

Una onda que cambia entre dos frecuencias para codificar uno y cero, esta modulada en frecuencia (FSK= Frecuency-Shift-Keying= Codificación por cambio de frecuencia)

En la figura se ejemplifico una onda portadora con modulación en amplitud, siendo que en el presente este tipo de variación de la forma de una onda se usa en combinación con cambios en la fase de la misma. Cada cambio de fase es como si la porción de onda que sigue a dicho cambio, se adelantara (o atrasara) con relación a lo que debiera ser una forma senoidal continua, pura. Esta forma de cambiar la señal portadora para representar combinaciones binarias, se denomina modulación en fase (PSK=Phase-Shift-Keying=Codificación por cambio de fase). Resulta ser la más eficaz para transmitir datos binarios en líneas con ruido, siendo que requiere que el emisor y el receptor sean muy complejos.

En un módem actual, los cambios en la portadora pueden ser tanto de amplitud como de fase. La primer técnica conocida como QAM (Quadrature Amplitude Modulation), se concreto en las normas V.22 bis, para portadora modulada a 600 baudios, y con 4 bits por cambio (baudio), con lo cual se podía transmitir hasta $600 \times 4 = 2400$ bps.

Para superar los 600 baudios, la norma V.32 (QAM) elevó la frecuencia de la portadora, existiendo una sola frecuencia para la transmisión como para la recepción.

Con este método, una portadora se pudo modular a 2400 baudios, y con 4 bits por baudio se llegó a $2400 \times 4 = 9600$ bps. Con la denominada "codificación entramada" o Trellis-TC, que permite al módem receptor corregir errores a medida que recibe datos, agregando un bit extra cada cuatro (norma V.32- TCQAM), se codifican 6 bits por baudio, con lo cual para 2400 baudios se alcanzaron $2400 \times 6 = 14400$ bps.

Mediante complejas técnicas se logró que la modulación se adaptara a cada instante al estado de la línea telefónica. Se agregaron otras técnicas que requieren efectos compensatorios del mismo tipo en el módem receptor. Se usan cinco velocidades de señalización, siendo la máxima de 3429 baudios, y la mínima de 2400. Cada velocidad implica una frecuencia distinta de portadora, por lo que esta técnica supone la transmisión en un ancho de banda variable según el estado de la línea.

Para 3429 baudios, y con 8,4 bits por cambio de la señal se logra el máximo de 28800 bps. Cuando el módem se comunica con otro, sondea unos 15 segundos la línea, enviando una sucesión de tonos, buscando el mayor ancho de banda utilizable compatible con la tasa de error permitida (1 bit errado por cada millón)

Posteriormente, para 3429 baudios se lograron 9,8 bits por cambio, con lo cual se alcanzó una velocidad de 33600 bps.

VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN VIRTUALES MEDIANTE COMPRESIÓN DE DATOS Y OTRAS TÉCNICAS:

Un módem que transmite 4800 bps, si transmite un carácter en ASCII con 10 bits, teóricamente sería posible enviar $4800/10 = 480$ caracteres por segundo. Dado que de esos 10 bits son 8 de datos y 2 de para control startstop, en realidad se transmiten $480 \times 8 = 3840$ bps de información.

Si la transmisión es asincrónica, entre caracteres media un tiempo muerto variable, de donde resulta una velocidad real menor que los 3840 bps antes calculados.

Se empezó a enviar y recibir los caracteres sin los bits de startstop, formando bloques de caracteres (transmisión sincrónica). Esto supone modems igualmente inteligentes, operando bajo una misma norma.

Luego se hizo que la longitud de estos bloques este en función del ruido presente en la línea telefónica.

A mayores velocidades, aumenta el número de bits errados, por lo cual los modems empezaron a contener circuitos para detectar y corregir errores.

Cuando el ruido aumenta, se envían bloques con menos caracteres. En caso de retransmisión, los bloques no son grandes, a fin de que se pierda menos tiempo en esta tarea.

Un módem que incorpora estas técnicas (V.42 LAPM & MNP 2,3,4), puede negociar con el módem al que se conecta (si es inteligente), el mejor método de corrección.

Si también cumple con la norma V.42bis/MNP5, significa que a las mejoras anteriores se agrega la compresión de datos, con lo cual la velocidad de transmisión se mejora notablemente (se recibe cuatro veces más rápido).

Un módem que puede transmitir hasta 28800 bps, con compresión de datos se pueden lograr velocidades de transmisión equivalentes a $28800 \times 4 = 115200$ bps.

Un módem rápido es más caro, pero tarda menos tiempo en la transferencia de archivos (si el módem con el que se conecta es igualmente rápido e inteligente), ahorrando tiempo y costo de servicio telefónico.

SOFTWARE NECESARIO PARA OPERAR UN MODEM:

Se los denomina "programas de comunicaciones".

Típicamente puede realizar las siguientes funciones:

- Atender el teléfono y transferir archivos hacia otro computador
- Recibir archivos
- Llevar un directorio de números telefónicos y parámetros de otros computadores.
- Hacer que una PC emule una terminal de teclado y pantalla tipo VT100, ANSI o TTY en comunicaciones con grandes computadoras (mainframes)

- Permitir tipear comandos y que sean visibles en el monitor.
- Manejar buffers para guardar la última información que se fue de pantalla (scrollback)
- Ayudar sobre la operatoria en curso.

Al ser inicializado un programa de este tipo, preguntará por la marca o tipo de módem conectado. El usuario tiene a su disposición en el modo comando un conjunto de órdenes para definir los contenidos de los registros S0, S1.... de un módem antes citados. De esta forma se establece como operará un módem.

Para que se le pueda emitir un comando desde el teclado, un módem debe estar en "modo comando". Los comandos se tipean precedidos por la sigla AT (Attention), y modifican los contenidos binarios de los registros del módem.

Encontramos entre otros:

ATE1; ATV1; ATS0=n; ATB1; ATL2; etc.

Aunque el usuario no ordene comandos, el programa de comunicaciones cuando es llamado inicializa los registros del módem con valores default, que son datos fijos que contiene dicho programa.

Una de las formas de llevar al módem al "modo comunicación", es mediante el comando de discado ATD, que le ordena tomar la línea telefónica, detectar tono, discar y esperar la portadora del módem con el que se comunica.

HARDWARE DE LOS MODEMS INTELIGENTES ACTUALES:

Hoy en día, en un módem podemos encontrar un microcontrolador, encargado de procesar los comandos que envía el usuario y un microprocesador (el digital signal processor – DSP), dedicado a la demodulación de las complejas señales analógicas.

Este hardware permite operar a grandes velocidades y que los modems sean multinorma.

DIFERENCIAS ENTRE LOS MODEMS INTERNOS Y EXTERNOS:

Un módem interno está contenido en una plaqueta similar a las que se enchufan en el interior del gabinete de una PC. Ocupa un zócalo disponible y no necesita usar un port serie.

El módem externo está contenido en una caja propia, requiere un cable para conectarse a la PC, y otro para obtener energía.

Es adaptable a distintas computadoras. No ocupa ningún zócalo, pero debe conectarse a un port serie. Presenta luces indicadoras que dan cuenta de la operación que está realizando.

Dentro de esta clase de módem debemos incluir los PCMCIA para notebooks.

MODEMS DE ALTA VELOCIDAD (DIGITALES) ACTUALES:

Las líneas telefónicas para señales analógicas, tienen un ancho de banda comprendido entre 300 y 3300 baudios Hz. Estas no fueron pensadas para transmitir datos. La velocidad de 33600 bps de los módem actuales, constituye un techo difícil de superar. Los 3000 Hz citados, limitan la velocidad de transmisión.

Los denominados modems de 56 Kbps pueden transmitir información analógica o digital. Así permiten recibir datos a 56 Kbps desde Internet, pero solo pueden enviar a 28800 bps. Para el resto de las aplicaciones que no sean Internet o BBS, el módem funciona a 28800bps. Debe también mencionarse que los citados 56Kbps son un límite que solo se alcanza en determinado estado óptimo de las líneas.

MODEMFAX

OPERATIVA DE UN FAX CORRIENTE:

Para entender la operatoria de un faxmodem, primero debemos entender la de un fax común y corriente.

Dada una hoja con texto, el servicio de fax o facsímil permite obtener una copia de la misma en un lugar distante, a través de una línea telefónica establecida entre dos máquinas de fax.

Dos aparatos de fax comunicados telefónicamente son como dos fotocopadoras tales que una de ellas lee la hoja a copiar, barriéndola mediante sensores fotoeléctricos, para convertir la imagen en un conjunto de puntos de valor 0 (blancos) y 1 (negros), que son transmitidos como señales eléctricas binarias hacia la otra fotocopadora. El módem se encarga de convertir las señales binarias digitales en analógicas.

Esta recibe dichas señales y genera una reproducción de la hoja original usando su sistema de impresión. Cada maquina de fax contiene un teléfono, un sistema de barrido de imagen, un sistema de impresión y un módem, amén de un procesador y memoria.

Típicamente las maquinas de fax para establecer una comunicación envían información de control a 300 baudios, y luego transmiten los datos a 2400, 4800, o 9600 baudios.

La resolución se refiere a la densidad de puntos usada para reproducir un fax; puede tenerse en cada pulgada cuadrada, 98 líneas verticales y 203 horizontales. Estas últimas se duplican para una resolución fina.

Algunas maquinas de fax permiten la transmisión diferida, para enviar automáticamente fax a partir de determinados horarios en que son mas baratas las tarifas telefónicas.

Otra opción es el selector automático de voz/datos que identifica si un llamado es para fax o si se trata de una persona, en cuyo caso debe sonar la campanilla telefónica.

MODEMFAX:

Un módem fax supone la existencia de un computador con un módem, y el software de comunicaciones para recibir y enviar faxes, según los estándares existentes, así como software para manejar archivos de fax.

Puede ser interno o externo.

Si se necesita enviar un texto o un dibujo que esta solo en papel, o sea que no han sido originados por un computador, se necesita un escáner para convertir (digitalizar) dicho escrito o dibujo en un archivo que maneje el computador.

La operatoria para transmitir o recibir con un fax-modem es más compleja que apretar un simple botón como en la maquina de fax común.