

2. GCM. 63

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
facultad de ingeniería

INTERCONEXION DE PROCESADORES

VAX-11/780 A TRAVES DE DECNET

reporte de seminario que,
para obtener el título de
ingeniero mecánico electricista

Presenta:
roberto mac gregor garcia



méxico
-1982-



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

C O N T E N I D O

Introducción.

1.- Ambiente y Necesidades.

* introducción	1
* el Instituto de Investigaciones Eléctricas	1
* el sistema de cómputo	3
* necesidades	3

2.- Conceptos de Redes.

* introducción	5
* conceptos generales	6
* función básica de una red	7
* clasificación de redes y técnicas de conmutación	8
* requerimientos de una trayectoria de acceso	10
* arquitectura de redes	11
* control de redes	14

3.- Componentes VAX.

* introducción	16
* introducción a VAX-11/780	17
* subsistemas de entrada/salida	19
- sbi	20
- unibus	20
- massbus	23
* decnet-VAX	24

4.- Interconexión de Procesadores.

* introducción	26
* descripción de la red IIENET1	27
* nivel físico	28
* nivel de red	36
* nivel de aplicación	50
* funcionamiento de la red	52
* instalación y operación	55

Conclusiones.

Apéndice A...líneas de señal del Unibus

Apéndice B...módulos DMC-11

Bibliografía.

Índice

I N T R O D U C C I O N .

El crecimiento de nuestra sociedad depende en gran parte de la habilidad de sus integrantes para organizarse y colaborar y ha sido el desarrollo de las comunicaciones lo que ha hecho posible controlar e incrementar la complejidad de nuestras modernas comunidades.

En la amplia tecnología de las comunicaciones, existe una rama en particular que ha experimentado un gran desarrollo a raíz de lo que pudieramos llamar la 'segunda revolución industrial', en donde la computadora equivale a lo que fue entonces la máquina de vapor. El manejo de información basado en la computadora es esta rama e implica el almacenamiento y procesamiento de dicha información, así como su transmisión de una fuente a un usuario. Sin embargo, sucede que en un sistema local de computación, los datos con los cuales se trabaja difícilmente se encuentran en el mismo local de la computadora o son destinados a un usuario lejano a la misma. Esto ha originado que la gran mayoría de los modernos sistemas computacionales adopten una tendencia de teleprocesamiento a fin de poder dar servicio a un público que, geográficamente, se encuentra ampliamente esparcido.

Es la fusión de las comunicaciones y la computación la que ha dado lugar a las 'redes de comunicación para computadoras', lo que constituye el punto central en torno al cual se desarrolla este reporte y que tiene como marco de referencia general la implementación real de un sistema de este tipo. En el primer capítulo, se presentan el ambiente y las necesidades a cubrir por la red; El segundo, define brevemente los conceptos de las redes; En el tercer capítulo, se estudian los componentes VAX específicos a interconectar y por último en el cuarto, se describe la interconexión propiamente dicha de los procesadores.

A M B I E N T E Y N E C E S I D A D E S

INTRODUCCION...

Al establecer el ambiente, las políticas a seguir, los recursos disponibles y las necesidades que plantean y justifican la solución del problema en cuestión, se pretende en este capítulo obtener una definición en forma sencilla del mismo.

EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS...

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) con instalaciones en Cuernavaca Morelos, México D.F. y Mexicali BCN, es un organismo público descentralizado con carácter científico y tecnológico, creado por decreto presidencial publicado el primero de Diciembre de 1975. Sus principales objetivos son:

* Realizar y promover investigación y desarrollo experimental con la finalidad de resolver los problemas científicos y tecnológicos, relacionados con el mejoramiento y el desarrollo de la industria eléctrica.

* Contribuir a la difusión e implantación dentro de la industria eléctrica, de aquellas tecnologías que mejor se adapten al desarrollo económico del país.

* Brindar asesoría a la Comisión Federal de Electricidad, a la industria de manufacturas eléctricas y a las compañías de ingeniería y de servicios de consultoría relacionados con la industria eléctrica.

Estos objetivos se logran mediante una labor de realización de proyectos y servicios técnicos a través de sus cinco divisiones que son:

- División de Fuentes de Energía
- División de Sistemas de Potencia
- División de Equipos
- División de Estudios de Ingeniería

y División de Adiestramiento y Comunicación, estructurados a su vez en departamentos y coordinados por el Secretariado Técnico. A este último, pertenece la Unidad de Cómputo, la que por medio de un sistema de computación y una red privada de teleinformática, colabora para hacer frente a las necesidades tanto de investigación como administrativas. La figura uno muestra esquemáticamente la red actual de teleproceso con que cuenta el Instituto.

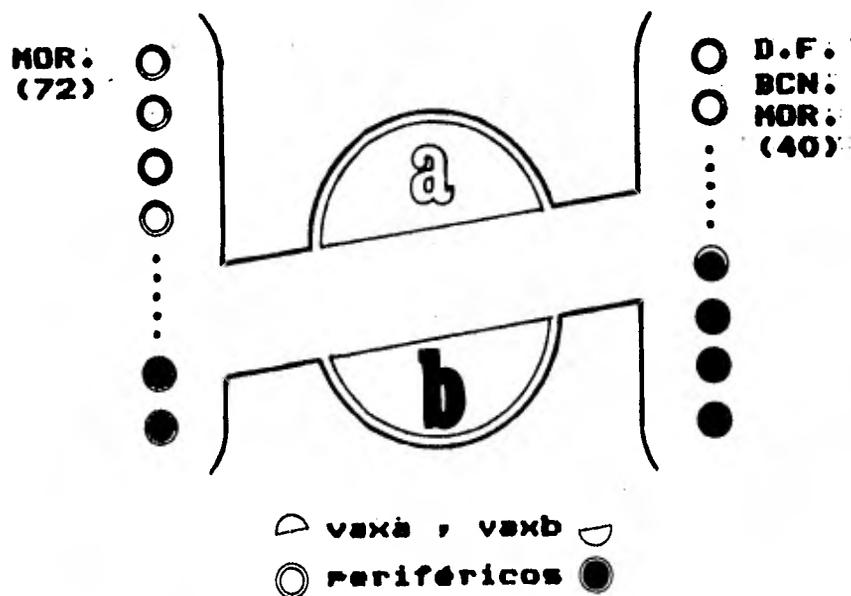


Figura uno. Red actual de teleproceso.

EL SISTEMA DE COMPUTO...

El sistema de computo está constituido por dos procesadores digitales VAX-11/780 con una configuración total del equipo como se muestra a continuación:

- 1 UCP de 4 MB de memoria
- 1 UCP de 3,75 MB de memoria
- 2 consolas de operación
- 3 unidades de cintas magnéticas
- 12 unidades de discos magnéticos
- 1 impresora rápida (900 líneas/min)
- 2 impresoras rápidas (600 líneas/min)
- 16 impresoras lentas (180 caracteres/min)
- 2 baterías de respaldo
- y 78 terminales de video.

NECESIDADES...

La idea del instituto una vez que se tienen dos procesadores en la unidad de cómputo y un número de usuarios relativamente grande, es dividir a los usuarios en dos subsistemas, cada uno de ellos servido independientemente por uno de los dos procesadores. En la figura dos se muestran el primer subsistema que correspondería a todos los usuarios localizados en Palmira (Cuernavaca, Morelos), lugar donde se encuentran las principales instalaciones del instituto incluyendo la unidad de cómputo; Y el segundo subsistema, que estaría constituido por todos aquellos usuarios que accesan el sistema a través de la red de teleinformática.

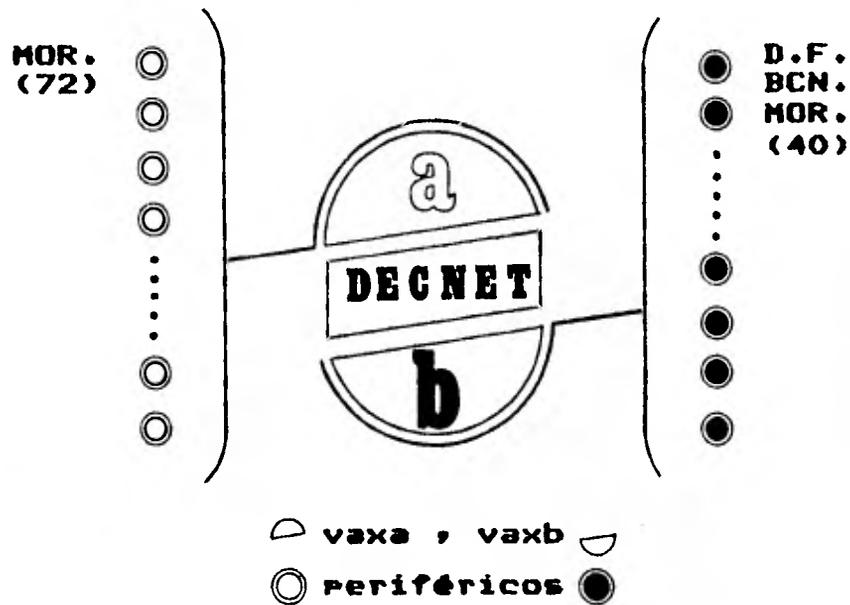


figura dos..Asignación de procesadores por areas.

Ahora bien, el instituto tiene programas de investigación y desarrollo tecnológico en varias áreas de interés como: geotermia, plantas termoeléctricas, plantas hidroeléctricas, transmisión y distribución de energía eléctrica, fabricación nacional de equipos, actividades en plantas núcleo-eléctricas, fuentes no convencionales y utilización de la energía entre otros. Cualesquiera de los proyectos que se desarrollen en alguna de las cinco divisiones operativas del instituto, debe ubicarse dentro de alguno de estos programas. Es decir, en un cierto programa intervienen proyectos de las diversas divisiones y a través de los logros y los resultados de todos los proyectos de un cierto programa, es como se alcanzan las metas y los objetivos del mismo.

Así pues, dada la organización interna del instituto en cuanto a sus programas y proyectos los cuales requieren comunicación mútua, la localización física de sus diversas instalaciones y la configuración y distribución del equipo de cómputo, se deduce la necesidad de interconectar los dos procesadores (por medio de una red de computadoras) a fin de proporcionar a los usuarios un recurso que les permita compartir información relacionada con sus proyectos.

C O N C E P T O S D E R E D E S

INTRODUCCION...

Algunas instituciones grandes emplean ventajosamente más de un centro de procesamiento de datos cada uno de los cuales puede tener su propia red de terminales dando servicio a un grupo de usuarios. Como se ha visto, este es el caso del IIE y aunque los procesadores realmente no realizan funciones diferentes, sí existen bancos de datos asociados a los centros y razones de peso para intercambiar información entre ellos, lo que lleva a la idea de interconectar los centros de procesamiento a través de una red.

El propósito de este capítulo, es resumir los conceptos y funciones básicas de una red de computadoras en general, a fin de minimizar la confusión que pudiera surgir al tratar de entender el tema. Pues, aunque actualmente existe una manera sistemática de organizar, entender y enseñar los detalles de las redes en términos de una arquitectura por niveles o capas funcionales, ésta se encuentra repleta de su propia 'jerarquía' de términos y definiciones.

CONCEPTOS GENERALES...

Se puede definir a una 'red de computadoras', como un ambiente cooperativo de multiprocesamiento. Como una configuración de dos o más sistemas independientes de computación, llamados nodos, enlazados mutuamente para compartir recursos y/o intercambiar información. Una red de computadoras grande puede consistir de:

- Varios procesadores centrales.
- Varios sistemas remotos de computación.
- Varias computadoras de control de comunicaciones.
- Una variedad de terminales remotas.
- y la trayectoria de transmisión o los canales que enlazan a todos los componentes.

'Nodo local', es aquél en el que nos encontramos mientras que los demás se llaman nodos remotos. Desde un punto de vista general, un nodo puede ser una computadora, un controlador, un multiplexor o una terminal; un nodo final sería aquél en donde reside el usuario. Suele llamárseles también nodos fuente o nodos destino, dependiendo del origen y destino de la información. Los nodos de la red pueden compartir archivos, programas, dispositivos, espacio de almacenamiento y poder de procesamiento, recurso de compartición que se conoce como 'procesamiento distribuido'.

El 'enlace físico', es un transportador de señal que une dos nodos adyacentes entre sí y que puede ser relativamente permanente como las líneas telefónicas, o conexiones temporales, como las señales de micro-ondas, que cambian dependiendo del uso que se les dé. Los enlaces físicos pueden ser de tres tipos si tomamos en cuenta la dirección y forma en que se transmite la señal; Simplex, si la transmisión es en una sola dirección; Half-Duplex, si es en ambas direcciones, aunque una a la vez; Y Full-Duplex, si es en ambas direcciones y además simultánea.

El 'enlace lógico', es una trayectoria bidireccional para el intercambio de datos entre dos trabajos que se encuentran corriendo en la red. Muchos trabajos utilizan la misma línea física, pero los datos que se transmiten por diferentes enlaces lógicos son multiplexados y demultiplexados en la línea.

FUNCION BASICA DE UNA RED..

La 'función básica' de una red de computadoras, es proveer una trayectoria a través de la cual un usuario o nodo final en alguna localidad geográfica, pueda acceder a algún otro usuario situado en diferente localidad geográfica. Dependiendo de las circunstancias particulares, el par de usuarios pueden ser:

- Un usuario de terminal y un programa remoto de aplicación que él o ella invoca.
- Dos programas de aplicación interactuando entre sí.
- Un programa de aplicación en cola (batch), o actualizando algún archivo remoto, etc.

La 'trayectoria de acceso', es la secuencia de funciones que hacen posible que un usuario no sólo esté conectado físicamente con el otro usuario, sino que pueda comunicarse con él libre de errores de diversos tipos y diferencias notorias de velocidades, formatos, patrones de intermitencia, etc, que son naturales a cada usuario en particular.

CLASIFICACION DE REDES Y TECNICAS DE
CONMUTACION...

La clasificación de las redes se puede hacer de
varias maneras; por ejemplo de acuerdo a:

* su aplicación particular:

- Bancaria
- Aviación
- Educación
- Tiempo compartido..

* su geografía:

- En planta
- Fuera de planta..

* su propietario:

- Pública
- Privada..

Otra forma de clasificación sería examinar el
carácter topológico de las líneas de transmisión que
conectan los nodos entre sí. Se encuentran dos tipos
básicos de redes: 'punto a punto' si para cada dispositivo
de entrada/salida existe una línea de comunicación y
'multipunto', si varios dispositivos en la red comparten una
misma línea. Este último tipo a su vez puede ser:
centralizado si solamente existe comunicación de los
diversos dispositivos o nodos con uno central o distribuido
si además puede establecerse comunicación entre estos
dispositivos o nodos. La figura tres muestra seis
diferentes topologías de redes de las cuales las más comunes
son las tipo estrella y tipo malla.

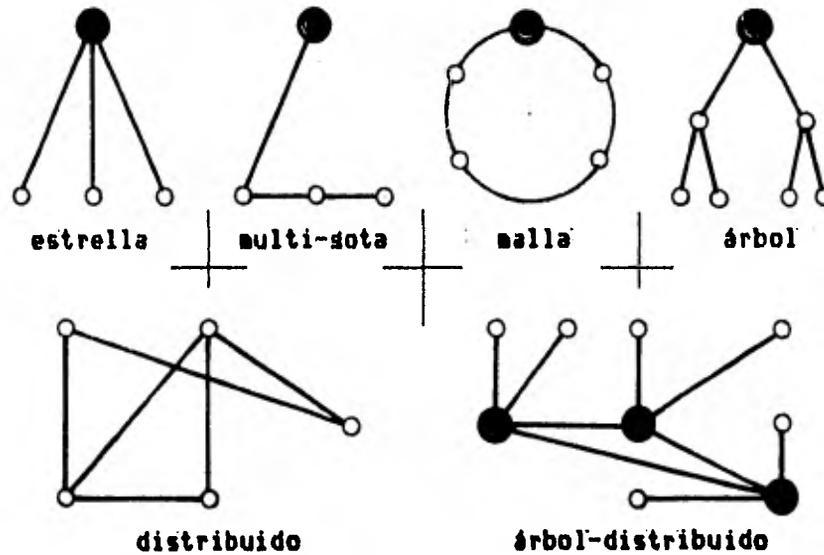


figura tres..Diferentes topologías de redes.

Para dirigir el tráfico en una comunicación entre un nodo fuente y uno de destino existen básicamente tres técnicas de conmutación:

Commutación de circuito o línea, en donde el centro de conmutación establece una conexión directa de una terminal o computadora a otra, para que los dispositivos lleven a cabo su comunicación y una vez terminada ésta, el centro de conmutación desconecta la trayectoria reestableciendo el sistema. Un ejemplo de esta técnica sería la red pública de telefonía.

Commutación por mensaje, en donde cada mensaje se envía por la red y es encaminado a su destino como una unidad. Los mensajes subsiguientes para este mismo par nodo fuente/nodo destino pueden tomar rutas diferentes. Esta técnica se lleva a cabo por medio de direcciones de los destinos colocados en el encabezado que precede al mensaje en sí, con lo cual los diferentes nodos intermedios pueden conocer el destino final del mensaje. Dado que algunos nodos pueden estar ocupados, el mensaje a menudo deberá ser almacenado en algún nodo intermedio, por lo que también se le conoce como técnica "guarda-reexpide".

Y por último Commutación por paquete, la cual esencialmente es una forma de conmutación por mensaje, sólo que en el nodo fuente los mensajes grandes se dividen en paquetes o segmentos fijos en tamaño y cada paquete es

tratado individualmente y conducido por la ruta disponible o de menor retraso. Los paquetes se chocan en cada nodo y lo largo de la ruta para detectar errores y en el nodo destino se reensamblan todos para obtener el mensaje completo.

REQUERIMIENTOS DE UNA TRAYECTORIA DE ACCESO...

Para poder proporcionar a un usuario acceso a los recursos disponibles a través de el o los procesadores de la red, alguien debe:

- 1.-Asegurarse que existe una trayectoria física de transmisión (líneas) entre el nodo de origen y el nodo de destino, posiblemente a través de nodos intermedios.

- 2.-Verificar que transmiten en "bits", utilizando formas de onda analógicas en el rango de frecuencias permitido o aceptado por las líneas, utilizando para esto moduladores demoduladores, ("modems").

- 3.-Tener la capacidad de checar que el grupo de "bits" transmitido fue recibido sin errores. (Esto es una de las funciones de los elementos del control de enlace de datos, los que se encuentran uno en cada extremo de la línea y que en caso de error solicitan retransmisión). Es decir, transmitir mensajes individuales a través de los elementos del control de enlace de datos.

- 4.-Proveer algún medio que optimice o mejore el uso intermitente de la trayectoria a través de técnicas como: multiplexaje, conmutación rápida por circuitos, conmutación por paquetes, etc.

- 5.-Mandar mensajes al nodo correcto y subdirecciones de los internodos, si los hay, utilizando funciones de direccionamiento y enrutamiento.

6.-Acomodar el tamaño de los 'buffers'. Buffers que temporalmente almacenarían mensajes que llegan de la línea hasta ser atendidos, y mensajes que se van a mandar por la línea y aún esperan acceso a ella.

7.-Regular el flujo de paquetes que se mandan, de tal manera que no se sobrecarguen los buffers en la estación receptora, ni se deje al usuario receptor esperando paquetes.

8.-Disponer de alguna manera que permita al usuario hacer uso de todas las funciones antes mencionadas y así establecer un diálogo con el usuario al otro lado de la trayectoria de acceso. La trayectoria de acceso deberá ser controlada de tal forma, que el diálogo entre los usuarios tenga carácter de intermitencia de acuerdo a los requerimientos de éstos; Por ejemplo, que un sólo paquete fluya en una sólo dirección, o si un paquete en una dirección solicita otros paquetes en la otra dirección o bien una sesión de flujo de paquetes entre los usuarios.

9.-Y por último, asegurarse cada usuario de nodo que la trayectoria de acceso esté de acuerdo con sus peculiaridades tales como formato, código de carácter, control de dispositivo y convenciones de acceso a base de datos.

ARQUITECTURA DE REDES...

La definición precisa de las funciones que debe realizar una red de computadoras y sus componentes es la arquitectura de la red. A través de qué 'software' y 'hardware' se realizan estas funciones es la implementación de la red. Se puede decir que la arquitectura de una red de computadoras está constituida en forma general por un modelo, una serie de interfaces y un juego de protocolos.

El modelo provee la estructura para los diversos módulos de 'software' que realizan las funciones relacionadas con la red. Esta estructura es una arquitectura de niveles o capas, en donde cada nivel

corresponde a un juego particular de funciones de la red. La figura cuatro muestra un modelo particular de arquitectura para una red de computadoras.

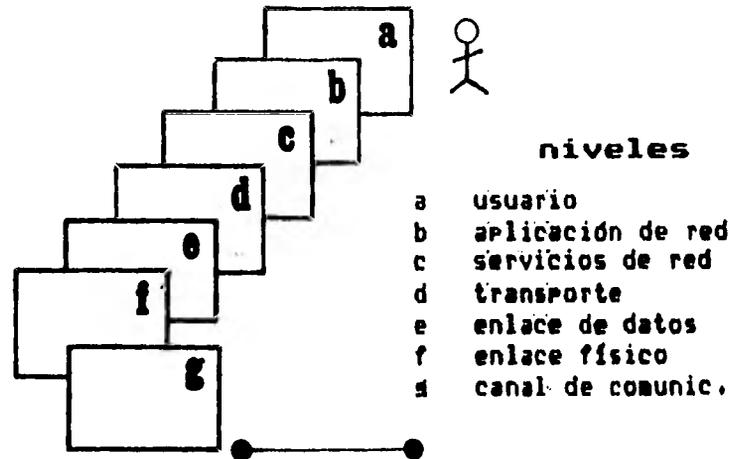


figura cuatro. Arquitectura de redes.

Las interfaces se encuentran bien definidas entre capas adyacentes de esta estructura y el término ha venido siendo ampliamente utilizado para describir las interacciones entre dichas capas adyacentes. Estas interfaces se encuentran apoyadas en juegos formales de reglas o convenciones llamados protocolos, que gobiernan el formato (sintaxis), las solicitudes, respuestas y acciones a realizar (semántica) y la especificación u ordenación de eventos (tiempo) en el intercambio de mensajes.

Cada nodo de la red está estructurado de acuerdo a la arquitectura de la red, pero contiene sólo aquellos módulos que se requieran para realizar las funciones de la red correspondientes a ese nodo en particular. Cada protocolo opera asociado a una capa específica en la estructura de la red gobernando así la comunicación entre dos módulos que se encuentran en diferentes nodos pero en el mismo nivel. Así, la arquitectura de las redes difiere por ejemplo de la arquitectura del procesador, en que la primera usualmente involucra una interacción por pares de funciones, es decir que los elementos de una trayectoria de acceso ocurren por pares y que esencialmente éstos se comunican sólo entre sí, como se muestra en la figura cinco.

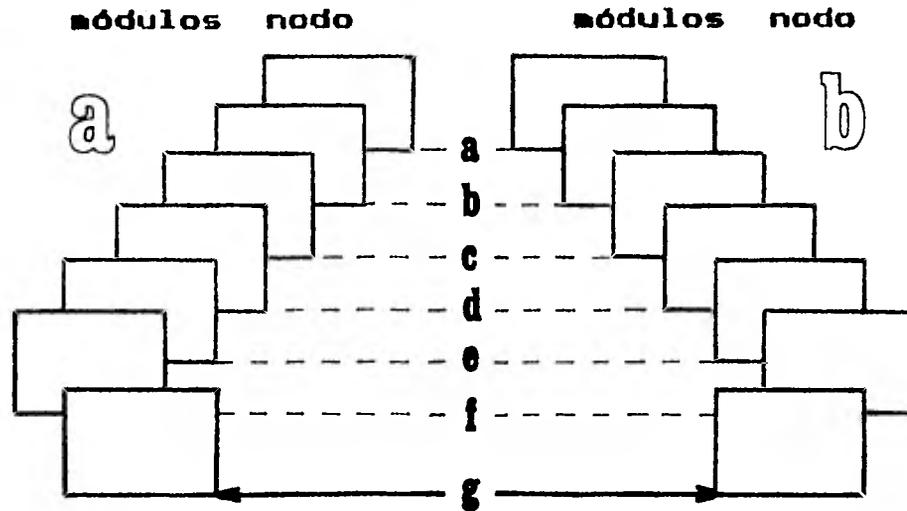


figura cinco..Interacción por pares.

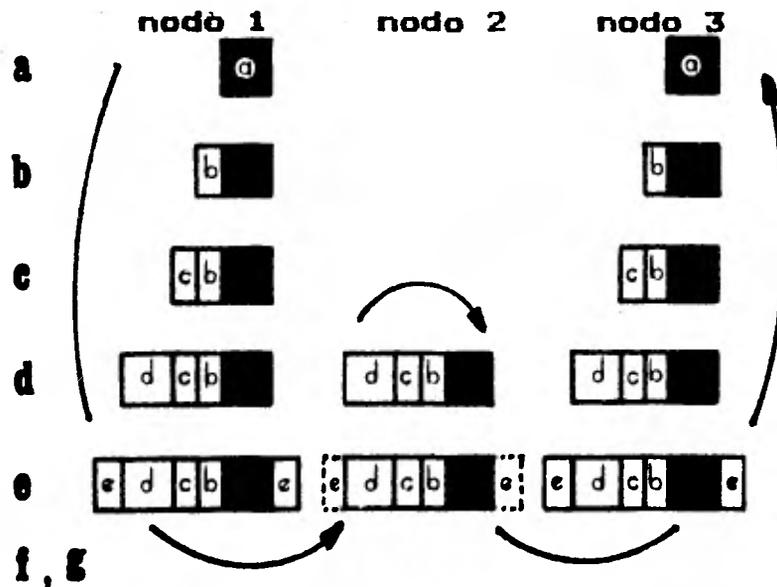


figura seis..Flujo de datos del nodo 1 al nodo 3 a través del nodo intermedio 2.

La información (mensaje, paquete..), tiene su origen en el nivel superior o de interfase del usuario del nodo fuente y conforme avanza en el mismo nodo a través de los demás niveles, se le va agregando información de control. En el nodo destino el mensaje entra por el nivel inferior y conforme avanza al nivel superior, la información de control es removida en cada nivel en correspondencia con los niveles del nodo origen. Sin embargo cuando existen

nodos intermedios, el mensaje en éstos sólo llega hasta el nivel de enrutamiento, donde después de verificar que la información llega correctamente, lo reexpiden hacia el nodo adyacente rumbo a su destino. Este proceso de flujo de datos se muestra gráficamente en la figura seis.

CONTROL DE REDES...

Existe un juego de funciones llamado 'control de red' que activa y desactiva las diferentes partes de la trayectoria de acceso, provee algunos de los parámetros de control requeridos en su operación y dirige la recaptura de mensajes. Puede ser centralizado en un nodo o descentralizado (ningun nodo dominante).

Estas funciones de control de red pueden clasificarse en varias fases:

1.-Establecer la trayectoria eléctrica de transmisión entre nodos, lo que pudiera incluir acceder por números telefónicos los nodos.

2.-Asignar direcciones de enlace de datos de las estaciones, designando quién es primario y quién secundario y activar la función a nivel de control de enlace de datos.

3.-Establecer y actualizar tablas de ruta que indiquen a cada nodo hacia dónde dirigir un mensaje. Si el mensaje debe proseguir hacia otro nodo, la tabla ha de indicar cuál enlace utilizar.

4.-Establecer y actualizar directorios de todos los usuarios en la red, además de proveer la conversión de nombre a dirección.

5.-Establecer y mas tarde anular el tipo de conexiones para los usuarios (punto ocho: requerimientos de una trayectoria de acceso). Deberán proveerse parámetros a cada nodo final que especifiquen las condiciones o tipo de

diálogo. Además manejar las solicitudes y respuestas durante la sesión, y

6.-Proveer una interfase para el director humano de la red (operador), lo que incluye determinación de problemas de funcionamiento, tales como reportes de errores, pruebas, mediciones, etc.

C O M P O N E N T E S

V A X

INTRODUCCION...

El sistema de computación VAX-11/780 se encuentra físicamente constituido por los siguientes conjuntos de elementos:

- unidad central de proceso (UCP)
- subsistema de consola
- subsistema de memoria principal
- y subsistemas de entrada/salida .

Ya que la interconexión de los procesadores se hará a través de DECnet-VAX, implementando el nivel físico por medio de una interfase síncrona de comunicaciones que ha de residir en el sistema como un dispositivo de acceso directo a memoria, se pone mayor atención en la descripción de los subsistemas de entrada salida que se presenta en los siguientes párrafos, así como en los conceptos generales de lo que es el DECnet-VAX, siendo éste tal vez, el elemento más importante pues es quien realmente permite establecer el ambiente cooperativo de multiprocesamiento entre los procesadores. La unidad central de proceso (UCP), el subsistema de consola y el subsistema de memoria principal, se analizan en la sección titulada 'Introducción a VAX-11/780'.

INTRODUCCION A VAX-11/780...

Unidad central de proceso:

Computadora microprogramable que ejecuta un juego de instrucciones de longitud variable y muy flexible en modo nativo así como también instrucciones no privilegiadas para PDP-11 en modo compatible. Implementa una capacidad de treinta y dos bits para direccionamiento y manejo de datos, permitiendo así acceso directo a cuatro mega-bytes de memoria virtual; Virtual porque la dirección no corresponde realmente a la dirección física en memoria. La traslación de dirección virtual a física se lleva a cabo bajo control del sistema operativo (VMS).

El procesador provee (incluyendo el PC) dieciséis registros de treinta y dos bits para almacenamiento temporal que pueden utilizarse como acumuladores, registros de índice, etc. Además una serie de componentes funcionales como son:

- buffer de preinstrucción (prefetch) de 8 bytes
- buffer de traslación de direcciones (128 traslaciones)
- memoria programable de 12 Kbytes para control de diagnóstico
- acelerador de punto flotante
- y dos relojes internos, entre otros.

La figura siete muestra un diagrama general a bloques del sistema VAX-11/780, donde se puede apreciar la unidad central de proceso y el resto de los subsistemas que lo componen. De igual forma la descripción de estos últimos, que se presenta en los próximos párrafos, hace referencia a esta misma figura.

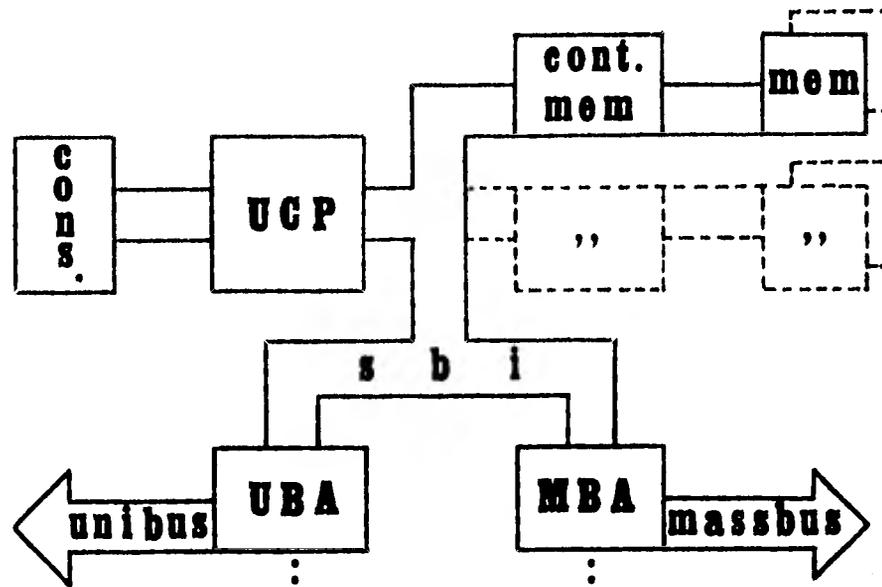


figura siete., sistema VAX-11/780.

subsistema de consola:

Consiste de una microcomputadora con 16 Kbytes de memoria de lectura/escritura y 8 Kbytes de memoria de sólo escritura, un 'floppy disk', una terminal y un puerto opcional para diagnóstico remoto.

Este subsistema puede funcionar de tres modos:

- 1.-Como terminal del sistema VAX para ser utilizado por personal autorizado y realizar operaciones normales.
- 2.-Como consola del sistema para control operacional (inicialización, actualización de software, etc.)
- 3.-Como consola de diagnóstico pudiendo acceder los 'buses' del procesador central y puntos claves de control a través de un 'bus' especial de diagnóstico.

subsistema de memoria principal:

Este subsistema consiste de memorias MOS conectadas al SBI (Synchronous Backplane Interconnect) a través del controlador de memoria como se muestra en la figura siete.

La memoria puede expandirse añadiendo módulos de 128 Kbytes hasta un máximo de 2 Mbytes por controlador. Dos controladores de memoria pueden conectarse al sistema VAX-11/780 obteniendo un total de 4 Mbytes de memoria física. El mínimo requerido son 128 Kbytes.

En lectura, el tiempo de acceso medido desde que el procesador transmite la señal que solicita lectura hasta que el procesador recibe todos los sesenta y cuatro bits de datos es de 1800 nsec. (El procesador central siempre lee sesenta y cuatro bits de la memoria). Sin embargo debido a la óptima memoria 'cache', el tiempo de acceso efectivo en promedio se reduce de 1800 nsec a 290 nsec.

Los controladores de memoria permiten la escritura de datos en unidades completas de treinta y dos y sesenta y cuatro bits. Cada controlador almacena en sus 'buffers' hasta cuatro solicitudes de acceso a la memoria incrementando substancialmente la eficiencia del sistema.

SUBSISTEMAS DE ENTRADA/SALIDA...

Se encuentran como subsistemas de entrada/salida al 'bus' SBI y a los dispositivos conectados al SBI a través de 'buses' (Unibus, Massbus) e interfaces especiales (Adaptador de Unibus, Adaptador de Massbus).

SBI:

El "bus" SBI (Synchronous Backplane Interconnect) es la trayectoria de datos que enlaza el procesador central, la memoria principal y los adaptadores del Unibus y Mcebús. Alcanza a direccionar un espacio físico de un Gbyte (30 bits de direcciones). El espacio físico se refiere a todas las direcciones posibles de memoria y entrada/salida que el procesador puede acceder. Particularmente en el sistema VAX-11/780 la mitad de este espacio es para direcciones de memoria y la mitad restante para direcciones de dispositivos de entrada/salida. Actualmente el sistema VAX-11/780 soporta hasta cuatro Mbytes de memoria principal como se vio anteriormente.

Cada dispositivo acoplado al SBI tiene asignada una prioridad única y cuando alguno desea transmitir en el SBI activa su línea de solicitud. Al final del siguiente ciclo (de 200 nsec) cada dispositivo que desea utilizar el SBI examina las líneas de solicitud para tomar control sobre el SBI siempre y cuando no exista ninguna solicitud de mayor prioridad. Siempre que sea posible, el dispositivo que posee control sobre el SBI lo dejará libre a fin de que ocurra una nueva transacción en el siguiente ciclo. En cada transacción del SBI se chequea paridad la que es confirmada por el receptor.

Unibus:

La interfase primaria (hardware) hacia el procesador VAX-11/780 es el subsistema del Unibus constituido por la lógica del adaptador del Unibus, el Unibus y los dispositivos periféricos asociados. Todos los dispositivos aparte de los discos de alta velocidad y las cintas magnéticas están conectados al Unibus: un bus asíncrono bidireccional. Y a su vez este bus está conectado al SBI a través del adaptador de Unibus.

El adaptador del Unibus es quien provee acceso del procesador a los registros de los dispositivos periféricos y a la memoria del Unibus a través de un mapa de traslación de direcciones. Este mapa efectúa las traslaciones de direcciones de 18 bits del Unibus a direcciones de 30 bits del SBI y vice versa. Todas las comunicaciones entre el Unibus y el SBI así como las interrupciones generadas por los dispositivos periféricos son administradas y controladas por el adaptador del Unibus.

El adaptador del Unibus acepta como formas de entradas del Unibus:

- interrupciones generadas por 'hardware'.

- transferencias de acceso directo a memoria (DMA).

La entrada desde una terminal, por ejemplo, es un proceso de interrupción en el cual la interfase de la terminal (DZ-11) inicia la secuencia de interrupción. La rutina de servicio a la interrupción aceptará y procesará los datos que resulten de la entrada por la terminal. Por lo tanto, este proceso se clasifica como una transferencia indirecta a memoria.

En contraste, una vez iniciado por 'software', la interfase de comunicación DMC-11, transferirá sus datos directamente a memoria por el 'bus' SBI (o en sentido contrario) sin intervención del procesador. Así, la interfase de comunicación es un dispositivo de acceso directo a memoria (DMA).

Esta transferencia directa a memoria a su vez puede ser:

- acceso aleatorio (a direcciones discontinuas).

- acceso secuencial (a direcciones incrementables secuencialmente).

El adaptador de Unibus (URA), puede canalizar los datos a través de cualquiera de sus dieciséis trayectorias para transferencias directas a memoria. Una de ellas, la trayectoria directa de datos, se utiliza para accesos aleatorios permitiendo transferir sólo una palabra de información en cada ciclo del SBI. Las quince restantes, llamadas trayectorias 'bufereadas' de datos, se utilizan para acceso secuencial. Cada 'buffer' asociado a estas trayectorias, almacena datos a transferir de tal forma que, para cada ciclo de transferencia del SBI se llevan a cabo cuatro transferencias del Unibus, logrando así mayor eficiencia en el uso del SBI y de la memoria.

Una relación de maestro-esclavo define todas las comunicaciones entre dispositivos en el Unibus. Aquel dispositivo que tiene control sobre el Unibus se considera el maestro; el dispositivo que esté siendo direccionado

será el esclavo. Cada señal de control generada por un dispositivo maestro debe ser reconocida a través de una correspondiente señal de respuesta del esclavo.

Existen cinco niveles de prioridad que los dispositivos pueden utilizar para solicitar control sobre el Unibus. Uno que se utiliza cuando el dispositivo solicita acceso directo para transferencia de datos a la memoria o a otro dispositivo es decir que no requiere intervención del procesador. Los otros cuatro se utilizan cuando el dispositivo interrumpe la unidad central de proceso solicitando servicio ya sea para iniciar una transferencia, informar al procesador de alguna condición de error, etc. El nivel que solicita control sobre el Unibus sin intervención del procesador (NPR) tiene la más alta prioridad (ver figura 8); de los otros cuatro (BR7) es el siguiente con mayor prioridad y (BR4) es el de menor prioridad. La lógica de arbitraje de prioridades está estructurada de tal forma que si ocurren dos solicitudes simultáneas de control sobre el bus, ganará control aquel dispositivo que posea mayor prioridad mientras que el de menor prioridad, mantendrá activa su línea de solicitud hasta que no exista ninguna mayor y pueda entonces controlar el Unibus.

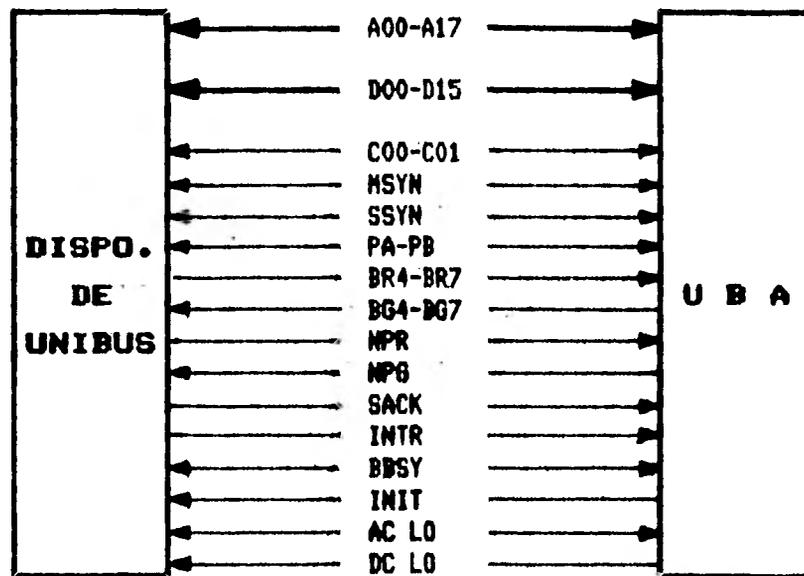


Figura ocho. Señales asociadas al 'unibus'.
(ver apéndice A)

Sin embargo, es que sólo hay cinco niveles de prioridad habrá más de un dispositivo conectado a un nivel específico. En este caso, si más de un dispositivo hacen una solicitud simultánea en un mismo nivel, tendrá mayor

Prioridad aquél que se encuentre más cercano eléctricamente al adaptador del Unibus. La señal de reconocimiento de solicitud (RG) para cada nivel está conectada a todos los dispositivos que corresponden a ese nivel, en una configuración de encadenamiento. Así cuando se envía una señal de reconocimiento (RG), ésta va primero al dispositivo más cercano al adaptador del Unibus. Si este dispositivo no fué quien hizo la solicitud permite entonces que pase al siguiente dispositivo. Cuando la señal llega al dispositivo que hizo la solicitud éste la recibe y no permite que pase a ningún dispositivo subsecuente en la cadena.

La transferencia de datos e información de estado actual a través del Unibus, se lleva a cabo por medio de registros de estado actual, control y datos, localizados en los dispositivos periféricos y en sus respectivas unidades de control. Todos estos registros tienen asignadas direcciones similares a las de la memoria con lo cual pueden ser accedidos en forma semejante a como se accesa ésta. El Unibus consiste de cincuenta y seis líneas de señal, cuyas descripciones se presentan en el apéndice 'A'.

Massbus:

La interfase de hardware entre el SBI y los dispositivos de gran volumen de almacenamiento y alta velocidad tales como, unidades de disco y unidades de cinta magnética, la constituye el adaptador del massbus. El massbus es la trayectoria de comunicación que enlaza al adaptador del massbus con los dispositivos de almacenamiento.

Las funciones que realiza el adaptador del massbus son las siguientes:

- mapeo de direcciones virtuales (programa) a físicas (SBI).
- transferencia de interrupciones de dispositivos del massbus al SBI
- actúa también como "buffer" en transferencia de datos entre memoria principal y massbus y vice versa.

Cada adaptador soporta hasta ocho controladores de dispositivos y en el sistema VAX-11/780 se permiten un máximo de cuatro adaptadores de massbus. A su vez cada controlador de cinta magnética puede soportar hasta ocho unidades de cintas magnéticas, mientras que en discos magnéticos sólo una unidad por controlador. Los controladores transfieren datos uno a la vez y la velocidad de transferencia depende en particular del dispositivo de almacenamiento que esté siendo accedido en determinado momento.

El subsistema del massbus posee una gran semejanza con el subsistema del unibus en cuanto a mapeo de direcciones y anticipación de transferencia de datos de memoria principal a unibus o massbus.

DECnet-VAX...

DECnet, es el nombre de una serie de productos de 'software' y 'hardware' que provee la compañía 'Digital Equipment Corporation' y que permite a sus sistemas participar en un ambiente cooperativo de multiprocesamiento conocido como red. La red, como se vió en el capítulo anterior, es una configuración de dos o más sistemas independientes de computación llamados nodos, enlazados mutuamente para compartir recursos y/o intercambiar información. El DECnet-VAX, permite al sistema operativo VAX/VMS funcionar como un nodo de la red. Se controlan los datos que viajan a través de la red por medio de la arquitectura de la red 'Digital' (DNA), que es un juego de protocolos y reglas que gobiernan el formato, el control y la secuencia del intercambio de mensajes para todas las implementaciones del DECnet.

Específicamente este sistema de intercomunicación está constituido en lo que se refiere al 'software', por un juego de elementos básicos como son el programa de aplicación del usuario, la interfase de este programa, los módulos de control de la red, los módulos de control de la línea y el 'software' de entrada/salida hacia la interfase de 'hardware', estos tres últimos en estrecha relación con el sistema operativo del procesador correspondiente. Por lo que se refiere al 'hardware', el DECnet-VAX se implementa, en este caso, a través de dos módulos (DMC-11): el módulo controlador para la red de comunicaciones y el módulo red de comunicaciones. Este enlace de comunicación se diseñó para realizar efectivamente la

interconexión punto a punto de procesadores basada en el protocolo DDMP (Digital Data Communication Message Protocol).

La descripción más detallada de los niveles que estructuran la arquitectura, los protocolos asociados a cada nivel y los módulos de 'hardware' que componen la red de computadoras del Instituto de Investigaciones Eléctricas, se presenta en el siguiente capítulo.

I N T E R C O N E X I O N D E P R O C E S A D O R E S .

INTRODUCCION...

Hasta ahora se ha expuesto lo referente a la teoría de las redes de computadoras, los conceptos generales y su arquitectura. Se ha hablado también de la necesidad de instalar una de estas redes y de la institución que lo requiere, sin dejar de mencionar los sistemas de cómputo con que ésta cuenta y de analizar brevemente cada uno de sus componentes.

Este capítulo, particulariza los conceptos tratados en los capítulos anteriores sobre la red específica que ha de instalarse. Describe los elementos constitutivos de la red, tomando como base la arquitectura de la misma. Analiza la forma en que es tratada la información en su trayecto del nodo fuente al nodo destino y finalmente, se mencionan los conceptos relacionados con la instalación física de la red y su operación a nivel de usuario.

DESCRIPCION DE LA RED IENET1...

Cuando se realizó el estudio de los sistemas de cómputo con que cuenta el IIE, se vió que existían dos procesadores VAX-11/780 cada uno con sus dispositivos periféricos asociados y asignados a dar servicio a grupos de usuarios geográficamente dispersos, pero que en esencia comparten los mismos proyectos.

Interconectando los procesadores, se tendría un sistema homogéneo formado por dos nodos con procesadores idénticos, sistemas operativos iguales y funciones a desempeñar por los nodos también semejantes, resultando una red a establecer relativamente sencilla con una topología tipo estrella. Es natural, que resultaría ventajoso hacer la implementación de la red mediante equipos que estuviesen diseñados bajo la misma filosofía, criterio bajo el cual se han elegido los elementos de 'software' y 'hardware' que componen el DECnet-VAX.

Así tiene su origen la red de comunicaciones para computadoras IENET1, constituida por dos nodos; el VAXA, que a través de un procesador VAX-11/780 da servicio a los usuarios de la unidad de cómputo localizados en las principales instalaciones del IIE (Cuernavaca); y el VAXB, que a través de otro procesador VAX-11/780 atiende las necesidades de aquellos usuarios que utilizan la red de teleproceso del Instituto. Esta red se ha implantado en base a la arquitectura de las redes 'Digital' (DNA) y a efectos de este reporte se han agrupado para su análisis los niveles funcionales y los protocolos de comunicación asociados a éstos, en tres niveles generales: nivel físico, nivel de red y nivel de aplicación.

A continuación se enlistan las principales características de la red:

- * no centralizada
- * local
- * dos nodos (homogéneos)
- * conexión: punto a punto
- * topología: estrella

* conmutación: por paquetes
 * enlace: síncrono
 * modo de operación: 'full-duplex'

NIVEL FISICO...

Dentro de lo que se ha llamado nivel físico, se incluyen la línea física de comunicación propiamente dicha, el nivel de enlace físico y el nivel de enlace de datos de acuerdo con la estructura que se muestra a continuación y que corresponde a la arquitectura DNA:

6o	NIVEL USUARIONIVEL DE APLICACION
5o	NIVEL APLICACION DE LA RED	
4o	NIVEL SERVICIOS DE LA REDNIVEL DE RED
3o	NIVEL TRANSPORTE	
2o	NIVEL ENLACE DE DATOS	
1o	NIVEL ENLACE FISICONIVEL FISICO
0	LINEA	

Dado que la red es local y los procesadores se encuentran físicamente adyacentes, el enlace físico o canal de datos (línea), lo constituye un par de cables coaxiales ('full-duplex') que interconectan la transmisión de un nodo con la recepción del otro y vice versa.

Por lo que se refiere al enlace físico, éste es quien normalmente se encarga de dirigir la transmisión física de información entre nodos adyacentes a través del canal de datos en relación con aspectos como: características físicas del canal de comunicación, técnicas de manejo de señales, 'interfases' tanto al procesador como al canal de comunicación, etc. En aplicaciones remotas, el protocolo de comunicación que típicamente se aplica a este nivel, corresponde a la 'interfase' estándar EIA RS-232C, la cual define las características de la comunicación física en aspectos: mecánicos: como el conector físico, sus especificaciones, asignación de circuitos a 'pines'.

configuración del conector, etc; eléctricas; definiendo los niveles eléctricos de las señales asociadas; funcionales; en relación con líneas de datos, control, tiempo o sincronización, tierras o niveles de referencia y finalmente de procedimientos; los necesarios para poder hacer uso efectivo de los circuitos de intercambio. Sin embargo, en algunas aplicaciones locales como, es el caso de la red IIENET1, este nivel se define mediante circuitos especiales o particulares del caso. Así, en la red del Instituto, el nivel de enlace físico se asocia al módulo de línea DMC-11/SLU (Synchronous line unit), el cual tiene integrado un "modem" y cuyas principales funciones son:

- conversión de datos paralelo-serie y viceversa
- detección de caracteres de sincronía (SYNC)
- control y monitoreo del "modem"

Mientras el módulo DMC-11/SLU se relaciona con el nivel de enlace físico, el módulo DMC-11/IPL (Interprocessor link), se asocia al nivel de enlace de datos el cual se encarga de crear una trayectoria de comunicación secuencial y sin errores entre nodos adyacentes que requieran transferencia de información. Al existir errores en la transmisión de datos sursen problemas de sincronización y secuencia de la información entre el transmisor y el receptor; la solución a estos problemas consiste en proveer un procedimiento de control de enlace de los datos o un protocolo de comunicación que asegure la integridad y secuencia correcta de los datos transmitidos a través del enlace de datos. El protocolo aplicable a este nivel de la red es el protocolo de comunicaciones de datos por mensajes de "Digital" (DDCMP), el cual se encuentra implementado en memoria de solo lectura (ROM) en el módulo DMC-11/IPL.

Este protocolo define los procedimientos de estructura, contenido, y secuencia para la transmisión de datos entre computadoras así como las técnicas utilizadas para detección y corrección de errores. Está relacionado con la transmisión lógica de datos agrupados en bloques físicos llamados mensajes. La principal función de este protocolo, es intercambiar estos mensajes a través de los canales de comunicación asegurando su integridad y secuencia correcta.

El protocolo maneja tres tipos de mensajes: todos los datos de información se envían a través del enlace físico en "mensajes de datos" numerados; las respuestas e información de control utilizan "mensajes de control" sin numeración; y finalmente en el modo de mantenimiento, el protocolo provee "mensajes de mantenimiento" utilizados para probar el enlace, inicializar, etc. La identificación del

tipo de mensaje se hace a través del encabezado del mismo. El formato correspondiente a cada uno de ellos se muestra a continuación:

MENSAJE DE DATOS

<SOH><COUNT><FLAGS><RESP><NUM><ADDR><BLKCK1><DATA><BLKCK2>

MENSAJE DE CONTROL

<ENQ><TYPE><SUBTYPE><FLAGS><RCUR><SNDR><ADDR><BLKCK3>

MENSAJE DE MANTENIMIENTO

<DLE><COUNT><FLAGS><FILL><FILL><ADDR><BLKCK1><DATA><BLKCK2>

Legenda de los formatos:

SOH...Campo de identificación del tipo de mensaje (de datos en este caso)

COUNT...Campo de cuenta de "bytes". Especifica el número de "bytes" (8 bits) de que consta el campo de DATA.

FLAGS...Banderas de enlace. Utilizadas para controlar el uso o posesión del enlace así como la sincronización de mensajes.

bandera QSYNC...notifica al receptor que el siguiente mensaje no estará contiguo al mensaje presente por lo que se requerirá resincronización.

bandera SELECT...utilizada para controlar el uso o posesión del enlace en transmisiones de modo "half-duplex" y conexiones multipunto.

RESP...Número asociado a una respuesta. Indica los mensajes recibidos correctamente, implicando que este mensaje y todos los anteriores han sido recibidos correctamente.

NUM...Número de mensaje transmitido.

ADDR...Campo de dirección de estaciones. Utilizado para designar direcciones de estaciones tributarias en enlaces multipunto. En enlaces punto a punto, las estaciones utilizan la dirección con valor igual a uno.

BLKCK1...Campo para chequeo del encabezado de mensajes numerados. Se calcula desde el campo de identificación hasta el campo de direcciones ADDR

utilizando el método polinomial CRC-16.

DATA...Campo de datos. Es totalmente transparente al protocolo y no tiene restricciones en cuanto a patrones de bits, agrupaciones o interpretación. El único requisito consiste en que tenga el número de 'bytes' especificado en el campo de COUNT.

BLKCK2...Campo para chequeo de datos. Se calcula sólo con el campo de DATA utilizando la misma técnica polinomial CRC-16.

END...Campo de identificación (de mensaje de control).

TYPE..(SUBTYPE)...Tipo de mensaje de control:

ACK..(ACKSUB)...Reconocimiento de recepción correcta (positivo) de mensajes de datos. (ACKSUB=0).

NAK..(REASON)...Reconocimiento de recepción negativa de mensajes de datos. Reconoce la recepción correcta de todos los mensajes anteriores a éste y notifica en el campo de SUBTYPE la razón de error del mensaje numerado en cuestión.

REP..(REPSUB)...Solicita del receptor las condiciones actuales de algún mensaje transmitido. Se envía al no recibirse solicitud de retransmisión de un mensaje, luego de un tiempo determinado de haberse transmitido dicho mensaje de datos. (REPSUB=0).

STRT..(STRTSUB)...Mensaje de inicio. Establece el contacto y la sincronización inicial del enlace (o reinicialización), iniciando la cuenta de numeración de los mensajes. (STRTSUB=0).

STACK..(STCKSUB)...Mensaje de reconocimiento a mensaje de inicio. Se envía como respuesta al mensaje STRT cuando la estación ha completado su inicialización. (STCKSUB=0).

RCVR...Campo de control de mensaje del receptor. Se utiliza para pasar información del receptor de mensajes de datos o estación esclava al transmisor o estación maestra.

SEND...Campo de control de mensaje del transmisor. Se utiliza para pasar información del transmisor de mensajes de datos o maestro al receptor de

mensajes de datos o esclavo.

BLKCK3...Campo para chequeo del mensaje de control. Se calcula desde el campo de identificación ENQ hasta el campo de direcciones ADDR utilizando la misma técnica polinomial CRC-16.

DLE...Campo de identificación (de mensaje de mantenimiento).

FILL...Un 'byte' de relleno con valor de cero.

Desde el punto de vista operacional, el protocolo HDCCMP consta de tres componentes funcionales: la estructura del mensaje, el manejo del enlace y el intercambio del mensaje. La estructura del mensaje, se refiere al proceso de localizar el principio y el fin de un mensaje en el destino del enlace, pero para llevar a cabo esto, se requiere antes que haya sincronización con los datos lo que se realiza localizando un determinado 'bit', 'byte' o mensaje, para luego operar a la misma velocidad que él. La sincronización por 'bit' la hacen los 'modems' y la 'interfase' del enlace. La sincronización por 'byte', implica localizar los ocho 'bits' apropiados, lo que se logra mediante técnicas de transmisión de caracteres START-STOP en enlaces asíncronos y un carácter de sincronía SYNC en enlaces síncronos. El protocolo HDCCMP lleva a cabo la sincronización por mensaje, buscando uno de los tres 'bytes' especiales de inicio (SOH, ENQ, DLE), después de haberse sincronizado por 'bytes', pues la sincronización viene siendo el proceso de establecer la estructura del mensaje tanto a nivel de 'byte' como de mensaje.

El manejo del enlace controla la transmisión y recepción en enlaces conectados a dos o más transmisores y receptores en una dirección determinada. Controla la dirección del flujo de datos en enlaces 'half-duplex', así como la selección de estaciones tributarias en enlaces multipunto a través de las banderas de enlace. Por medio de direcciones de selección (ADDR) controla la recepción de datos en enlaces multipunto.

El intercambio de mensajes, se refiere a la transferencia correcta y en secuencia de los datos a través del enlace. Una vez que se ha llevado a cabo la función en relación con la estructura del mensaje, este componente opera intercambiando mensajes de datos y control.

Para cada mensaje de datos que se recibe correctamente y se pasa al siguiente nivel, se regresa al enlace un reconocimiento positivo, notificando al transmisor la recepción correcta del mensaje. Dicho reconocimiento puede hacerse a través de un mensaje de control (ACK) o en el campo de respuesta (RESP) de un mensaje de datos (piggy-backed). Si el mensaje de datos se recibe incorrectamente, los datos no se pasan al usuario y el mensaje no es reconocido; eventualmente el mensaje será retransmitido.

Típicamente el intercambio de mensajes a nivel de control de enlace de datos de acuerdo con el protocolo HDLC es como sigue:

1.- El transmisor incrementa el número del mensaje (modulo 256) y lo coloca en el mensaje de datos, le agrega los bloques de chequeo, lo estructura de acuerdo al formato requerido y lo envía; una vez que ha sido transmitido al enlace, se inicia la cuenta regresiva de un reloj.

2.- El receptor lo recibe, localiza el principio y el fin del mensaje, chequea errores y compara el número del mensaje con aquél que esperaba recibir. Si el número es el correcto y el mensaje está libre de errores, el receptor envía de regreso un reconocimiento positivo con ese número, pasa el mensaje al usuario receptor e incrementa el número para el siguiente mensaje que esperará recibir. Si el número resulta incorrecto, el mensaje simplemente se ignora.

3.- Entonces el transmisor sigue uno de los siguientes procedimientos:

* recibe un reconocimiento positivo y compara el número recibido con el esperado; si éste concuerda, el transmisor libera el mensaje, notifica al usuario la transmisión correcta y detiene el reloj regresivo; si el número no concuerda con el esperado, se ignora.

* no recibe nada y el reloj llega al final de la cuenta regresiva; entonces el transmisor inicia la secuencia de recuperación a través de un mensaje de control (REP).

Por eficiencia, el protocolo podrá transmitir varios mensajes (hasta 255) antes de requerir el reconocimiento del primero (pipe-lining). El reconocimiento del mensaje numerado mayor, implica el reconocimiento de los anteriores. Si el chequeo de errores indica una transmisión

incorrecta, el receptor envia de regreso un reconocimiento negativo (NACK).

*** SECUENCIA TIPICA ***

NODO A

NODO B

1.- El usuario A solicita transmitir el primer mensaje de datos.

<<<DATOS (n) >>> ----->

2.- Mensaje recibido y pasado al usuario B. Este ahora espera que el siguiente mensaje sea (n+1). Reconoce el mensaje a través de un mensaje (ACK).

<----- <<<ACK (n) >>>

3.- Mensaje ACK recibido en A.

<<<ACK (n) >>>

4.- El nodo A solicita transmitir el segundo mensaje de datos.

<<<DATOS (n+1) >>> ----->

5.- Mensaje recibido en B y ahora éste solicita transmitir un mensaje de datos. El reconocimiento del mensaje enviado por A lo hará en el campo RESP de su mensaje de datos.

<----- <<<DATOS (m) >>>

6.- Mensaje (m) recibido. El usuario A solicita transmitir datos y reconoce el mensaje (m) en el campo RESP de su mensaje.

<<<DATOS (n+2) >>> ----->

7.- Mensaje recibido en B.

<<<DATOS (n+2) >>>

8.- El usuario A solicita transmitir de nuevo (pipe-linins).

<<<DATOS (n+3) >>> ----->

9.- Mensaje recibido en B.

<<<DATOS (n+3) >>>

10.- El usuario A transmite nuevamente.

<<<DATOS (n+4) >>> ----->

11.- Mensaje recibido en B: éste solicita ahora transmitir y reconoce los mensajes (n+2), (n+3) y (n+4) en el campo RESP de su mensaje de datos donde envía el número del último mensaje a reconocer (n+4).

<----- <<<DATOS (m+1) >>>

12.- Mensaje recibido en A.

<<<DATOS (m+1) >>>

13.- Reconocimiento del mensaje (m+1) por parte del nodo A.

<<<ACK (m+1) >>> ----->

14.- Reconocimiento ACK recibido en B.

<<<ACK (m+1) >>>

*** RETRANSMISION POR ERRORES ***

1.- El usuario A solicita transmitir.

<<<DATOS (n) >>> ----->

2.- Mensaje recibido en B con errores.

<----- <<<NAK (n) >>>

3.- Reconocimiento negativo recibido en A con lo cual éste retransmite el mensaje (n).

<<<DATOS (n) >>> ----->

4.- Mensaje recibido en B correctamente.

<<<DATOS (n) >>>

NIVEL DE RED...

Al nivel de red pertenecen los niveles que dentro de la arquitectura DNA corresponden al nivel de transporte, de servicios de la red y de aplicación de la red. Sus funciones incluyen proveer a los mensajes de una estructura adecuada al ser éstos enviados a través de la red; controlar los enlaces lógicos y el flujo de información; así como permitir y controlar el enrutamiento de mensajes. Esta última se asocia al nivel de transporte, el cual provee al siguiente nivel (servicios de la red) de un mecanismo que le permite enviar una unidad de datos desde cualquier nodo de la red a cualquier otro nodo de la red.

Así pues, el enrutamiento puede definirse como la capacidad general de determinar la trayectoria de enlace físico, a través de la cual enviar un mensaje destinado a un nodo en particular identificando a éste por su nombre. Un nodo que implemente esta especificación, podría enrutar mensajes a sí mismo, a todos los nodos lógicamente adyacentes a él (nodos con enlaces físicos adyacentes y en estado activo (ON)) y en algunas ocasiones, posiblemente a uno o más nodos no adyacentes. Los nodos no intermedios solamente enrutan mensajes que generan internamente, mientras que los nodos intermedios pueden enrutar mensajes que reciben de otro nodo adyacente. Este nivel de transporte, aunque conceptualmente se encuentra separado del nivel de servicios de la red, es relativamente sencillo por lo que su especificación se incluye en el mismo protocolo asociado al nivel de servicios de la red (NSP, Network Services Protocol); cuyas principales funciones son:

- 1.- Establecer, mantener y destruir los enlaces de comunicación entre los diferentes usuarios y/o módulos de programas de aplicación.
- 2.- Enrutar mensajes.
- 3.- Llevar a cabo la inicialización entre nodos adyacentes.
- 4.- Detectar fallas tanto de líneas como de nodos.

La función principal del nivel de servicios de la red, es proveer a los restantes niveles superiores de la arquitectura INA, de un mecanismo de comunicación independientemente de la localización de ellos en la red, facilidad que se conoce como 'servicio de enlace lógico', y que permite a un proceso en general establecer una conexión o 'enlace lógico' con otro proceso, iniciándose así un diálogo entre ellos. Las propiedades del enlace lógico son:

- 1.- Un segmento de mensaje enviado por el transmisor deberá ser reconocido, positiva o negativamente, por el receptor.
- 2.- El receptor podrá detener o continuar el envío de mensajes de datos (control de flujo).
- 3.- El receptor controlará a través de una cuenta de solicitudes (contador), el número de mensajes de interrupción que podrá enviar el transmisor; de igual forma controlará el número de mensajes o segmentos de diálogo.

Todas las funciones del protocolo se pueden dividir en dos áreas: Aquéllas relacionadas con 'operaciones de enlace lógico', y aquéllas que se encargan de la 'dirección o control de la red'. De acuerdo con las operaciones de enlace lógico, el protocolo primero establece el enlace entre dos procesos por medio de mensajes de control en ambas direcciones; una vez establecido el enlace lógico, podrá entonces intercambiarse datos de información que pueden ser:

- a) Datos normales (segmentos o mensajes).
- b) Datos de interrupción, que consisten en pequeñas cantidades de información (de alta prioridad) sin relación secuencial con la información, como datos que indican condiciones de alarma, y
- c) Mensajes de servicios del enlace, que se envían principalmente para controlar el flujo de datos a través del enlace.

Por lo que se refiere a las operaciones en relación con la dirección de la red, el protocolo puede decidir detener la comunicación al ser informado, a través de la interfase con el segundo nivel, de alguna falla del enlace físico con el nodo adyacente o del nodo adyacente mismo. Así mismo, cuando se reestablece algún nodo o se agrega uno nuevo a la red, el protocolo interviene en el proceso de inicialización.

Para asegurar la integridad y secuencia de la información intercambiada a través del enlace lógico, el protocolo utiliza un esquema de 'reconocimiento de segmentos' numerados de mensajes. Se transmiten dos grupos o cadenas de mensajes de datos independientemente; uno mensajes de interrupción y servicios del enlace y el otro mensajes de datos; ambos requieren reconocimiento independientemente para lo cual existe un parámetro o subcanal asociado a cada uno de ellos en cada nodo, que indica el valor del último segmento, ya sea de datos o de interrupción y servicios, recibido y reconocido. A este nivel, el reconocimiento puede hacerse a través de un mensaje de reconocimiento o en el campo de reconocimiento de un mensaje de datos. A nivel de enlace de datos DDCHP, el reconocimiento positivo de un mensaje implicaba el reconocimiento positivo de los anteriores, y el reconocimiento negativo no era indispensable, sólo se ignoraba el mensaje y luego se retransmitía. Sin embargo, ahora en este nivel de servicios de la red es necesario el reconocimiento ya sea positivo o negativo del segmento de mensaje. Por otro lado, no se puede procesar un mensaje cuyo número sea mayor que el número de mensaje que se espera reconocer, por lo que en este caso el mensaje se descarta o se almacena a esperar su turno. Un reconocimiento positivo implica el reconocimiento positivo de todos los mensajes anteriores; un reconocimiento negativo implica el reconocimiento positivo de todos los mensajes anteriores y el reconocimiento negativo del presente y los posteriores.

La secuencia de reconocimiento de mensajes (segmentos) es la siguiente:

El transmisor asigna al segmento de datos (NSP) un número de segmento (valor del parámetro o subcanal del transmisor); si recibe reconocimiento negativo lo retransmite, si el reconocimiento es positivo, incrementa el valor del parámetro en uno y se lo asigna al siguiente segmento a transmitir.

El receptor procesará los segmentos en orden. El valor de su parámetro corresponde al número o valor del mayor segmento reconocido, entonces:

Si el número del segmento que recibe es igual al valor de su parámetro más uno, el segmento se acepta normalmente; se envía un reconocimiento positivo al transmisor y se incrementa en uno el valor de su subcanal; si el segmento no se puede aceptar en ese momento, se envía un reconocimiento negativo y se descarta dicho segmento.

Si el número del segmento que recibe es menor o igual al valor actual del parámetro, el segmento se descarta y se envía un reconocimiento positivo.

Si el número del segmento es mayor que el valor del parámetro más uno, el segmento podrá descartarse o mantenerse pendiente hasta recibir los segmentos que le preceden.

NOTAS:

* El segmento recibido se reconoce (ACK o NAK) en un tiempo específico (3 ses.).

* Los mensajes ACK o NAK siempre se refieren al número de segmento recibido y aceptado más recientemente.

* Si un segmento no se acepta por alguna causa, se envía un mensaje NAK al transmisor solicitando retransmisión y el número del parámetro del receptor no se incrementa.

* Realmente, el transmisor puede enviar más de un segmento antes de recibir reconocimiento positivo del primero.

Por lo que respecta al control de flujo de información, su propósito es determinar si deberá haber flujo permanente de información del transmisor al receptor y para ello existen asociados cuatro parámetros:

- interruptor de control de flujo (abierto, cerrado)
- contador de solicitudes de interrupción
- Interruptor de solicitudes de datos (ninguno, segmento, mensaje)
- contador de solicitudes de datos

El receptor controlará el flujo de datos enviando un mensaje de 'servicios de enlace' que fija apropiadamente los parámetros. Puede solicitar mensajes de interrupción, detener o permitir el flujo de datos y solicitar datos a través de los contadores de solicitudes de mensajes o segmentos. De esta manera cuando el transmisor tiene datos que enviar (normales o de interrupción), examina primero los parámetros de control de flujo apropiados y los contadores de solicitudes; igualmente el receptor, a través de un mensaje NAK, puede no aceptar segmentos para los cuales no tenga espacio (buffer) disponible.

El formato para cada uno de los mensajes a nivel de servicios de la red es el siguiente:

MENSAJES DE DATOS

Normal.....
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><ACKNUM><SEGNUM><DATA>

Interrupción.....
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><ACKNUM><SEGNUM><DATA>

Servicios de enlace..
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><ACKNUM><SEGNUM><....
 ...LSFLAGS><FCVAL>

MENSAJES DE RECONOCIMIENTO

Reconocimiento a datos normales..
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><ACKNUM>

Reconocimiento a interrupciones..
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><ACKNUM>

MENSAJES DE CONTROL (operaciones de enlace lógico)

Inicio de conexión.....
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><SERVICES><INFO><...
 ...SEGSIZE><DATA-CTL>

Confirmación de conexión.....
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><SERVICES><INFO><...
 ...SEGSIZE><DATA-CTL>

Inicio de desconexión.....
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><REASON><DATA-CTL>

Confirmación de desconexión.....
 <RTHDR><MSGFLG><DSTADDR><SCRADDR><REASON>

MENSAJES DE CONTROL (operaciones de inicialización)

Iniciación.....
 <MSGFLG><STARTYPE><NODEADDR><NODENAME><FUNCTIONS><REQUESTS><...
 ...BLKSIZE><NSPSIZE><MAXLINKS><ROUTVER><COMMVER><SYSVER>

Verificación de nodo.....
 <MSGFLG><STARTYPE><PASSWORD>

MENSAJES DE CONTROL (operaciones de prueba)

No operación.....
 <RTHDR><MSGFLG><TSTDATA>

Leyenda de los formatos:

RTHDR...Encabezado de enrutamiento.Utilizado por nodos intermedios para determinar el enlace físico a través del cual enviar el mensaje hacia el nodo destino. Consiste de tres subcampos en los que se incluyen los nombres de los nodos fuente y destino así como la prioridad del mensaje. Si el mensaje sólo se requiere enviar a un nodo adyacente, se omite este campo.

MSGFLG...Describe las características del mensaje. Identifica el tipo de mensaje (datos, control, reconocimiento) así como el subtipo (normal, interrupción, inicio y fin de mensaje, reconocimiento, conexión, desconexión..)

DSTADDR...Dirección destino del mensaje en el enlace lógico. Asignada cuando se establece dicho enlace.

SCRADDR...Dirección origen del mensaje en el enlace lógico.

ACKNUM...Número del último mensaje recibido correctamente. Es también un indicativo de reconocimiento positivo o negativo. Este campo tiene dos subcampos: un calificador que indica si se trata de un reconocimiento positivo o negativo, y el número del mensaje reconocido.

SEGNUM...Número del segmento en cuestión.

DATA...Datos que los procesos en diálogo transmiten a través del enlace lógico. Esta información es transparente, consiste de 'bytes' limitados únicamente por el tamaño especificado de los segmentos (SEGSIZE).

LSFLAGS...Banderas del servicio de enlace para interpretación del campo (FCVAL) en relación al

número de mensajes de datos y de interrupción que solicita el receptor. Igualmente para modificación en el control de flujo.

FCVAL...El número de mensajes de datos o de interrupción que el transmisor puede recibir aparte de los previamente solicitados en un mensaje de servicios del enlace. Este número se suma al contador de solicitudes que mantiene el protocolo NSP y así poder determinar cuántos mensajes de cada tipo se transmitirán a través del enlace.

SERVICES...Servicios o datos solicitados. Control de flujo. (cuenta de solicitudes de segmentos, de solicitudes de mensajes o ninguno de ellos).

INFO...Información de prioridad del enlace.

SEGSIZE...Tamaño máximo en 'bytes' de un segmento normal de datos que se recibirá por el enlace.

DATA-CTL...Datos asociados al usuario (provistos por éste) como: nombre del proceso en el destino, en el origen, identificación del usuario para verificación de acceso (password), etc.,

REASON...Razón de la desconexión.

STARTYPE...Tipo de mensaje (inicialización o verificación).

NODEADDR...Dirección del nodo fuente.

NODENAME...Nombre del nodo fuente.

FUNCTIONS...Funciones que soporta dicho nodo (v.g. si es intermedio o no).

REQUESTS...Las solicitudes que desea del receptor al transmisor del mensaje de inicialización (v.g. verificación de nodo).

BLKSIZE...Tamaño máximo del bloque físico que podrá aceptar el enlace.

NSPSIZE...Tamaño máximo de segmento de mensaje que podrá aceptar este nodo (\leq o = BLKSIZE).

MAXLINKS...Número máximo de enlaces que podrá soportar dicho nodo.

ROUTVER...Versión correspondiente a la parte de enrutamiento del protocolo NSP.

COMMVER...Versión correspondiente a la parte de comunicaciones del protocolo NSP.

SYSVER...Versión del sistema operativo.

PASSWORD...Palabra clave del nodo que solicita acceso.

TSTDATA...Patrón cualquiera de datos para pruebas.

Una secuencia típica entre dos implementaciones del protocolo NSP, sería la siguiente:

*** SECUENCIA TIPICA ***

NODO A

NODO B

1.- El proceso en nodo A solicita conexión.

<<<INICIO CONEXION>>> ----->

2.- NSP en el nodo B recibe el mensaje.

<<<INICIO CONEXION>>>

3.- B acepta la conexión.

<----- <<<CONFIRMACION CONEXION>>>

4.- NSP en A recibe el mensaje de B.

<<<CONFIRMACION CONEXION>>>

5.- Proceso en nodo A solicita que sea transmitido un mensaje (formado por dos segmentos). NSP en A envia el primer segmento.

<<<DATA>>> ----->

6.- NSP en B reconoce (positivamente) el primer segmento de datos.

<----- <<<ACK>>>

7.- A envia el segundo segmento de datos.

<<<DATA>>> ----->

8.- NSP en B reconoce el segundo segmento y entrega el

mensaje al proceso en diálogo del nodo B.

←----- <<<ACK>>>

9.- El proceso en diálogo del nodo A solicita la desconexión enviando un mensaje de inicio de desconexión.

<<<INICIO DESCONEXION>>> ----->

10.- B recibe el mensaje y envía la confirmación a la desconexión informando al proceso en diálogo en B acerca de dicha desconexión

←-- <<<CONFIRMACION DESCONEXION>>>

11.- A recibe el mensaje de B terminando así el enlace lógico.

<<<CONFIRMACION DESCONEXION>>>

Finalmente, el último nivel que se incluye dentro del NIVEL DE RED corresponde al quinto nivel dentro de la arquitectura DNA, el 'nivel de aplicación de la red'. Su propósito principal es permitir acceso remoto y transferencia de archivos, independientemente de la estructura de entrada salida del sistema operativo que estuviese siendo accedido. El protocolo asociado a este nivel es el protocolo DAP (Data access protocol) cuyas principales funciones son:

- 1.- Obtener o sustraer un archivo de un dispositivo de entrada (disco, lectora de tarjetas, terminal, etc..).
- 2.- Almacenar un archivo en un dispositivo de salida (disco, impresora de líneas, terminal, etc..).
- 3.- Proveer transportabilidad de archivos entre nodos.
- 4.- Proveer recaptura por errores así como mensajes de estado o 'status'.
- 5.- Permitir enviar a través del enlace lógico múltiples cadenas de datos.
- 6.- Proveer ejecución de procedimientos o archivos de comandos.

7.-Proveer acceso aleatorio a registros de un archivo.

8.-Proveer borrado, renombrado y listados de archivos.

Los mensajes a través de los cuales el protocolo maneja la información, se presentan a continuación. Sus formatos generalizados constan de dos campos: el operador y el operando.

El operador, describe las características y el tipo de mensaje y consta a su vez de cuatro subcampos:

-Tipo..Tipo de mensaje DAP.

-Flags..Banderas del mensaje. Notifican la presencia de campos como el de identificación de cadenas, campo de tamaño.. .

-Streamid..Identificación de cadenas de datos. Permite a un usuario utilizar cadenas multiples de datos para un solo archivo abierto.

-Length..Denota la dimensión del campo 'operando'.

El operando, es el campo de información del mensaje DAP, el cual depende del tipo de mensaje.

||<<OPERADOR >>||||<<OPERANDO>>||*

MENSAJE DE CONFIGURACION...Utilizado para pasar información, en relación con la configuración del sistema, entre ambos sistemas operativos involucrados en el intercambio de mensajes. Se envia inmediatamente después de haberse establecido el enlace lógico.

<<Operador>>..Tipo de mensaje: configuración.

<<Operando>>..Tamaño máximo del 'buffer', tipo de sistema operativo, tipo de sistemas de archivos (RMS,..), versión del protocolo.

MENSAJE DE ATRIBUTOS...Describe cómo se representan los datos en un archivo que está siendo transferido.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: atributos.

<<OPERANDO>>..Tipo de datos (ASCII, ejecutables, privilegiados..), Tipo de organización de registros (secuencial, relativo, indexado, directo..), Formato de los registros (indefinido, longitud fija, variable, variable con control..), Información de atributos de registros individuales (v.g. registros que incluyen LF/CR..), Tamaño físico en 'bytes' de los bloques de archivos, tamaño de cada registro del archivo, tamaño inicial para creación de nuevos archivos, opciones de acceso (posicionar cinta magnética, posicionarse al final del archivo, crear un archivo temporal..)..

MENSAJE DE ACCESO...Especifica el nombre del archivo y el tipo de acceso solicitado.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: acceso.

<<OPERANDO>>..Operación a realizar (abrir un archivo existente, uno nuevo, renombrar, borrar, ejecutar, listar directorio, someter un archivo o procedimiento de comandos). Especificación del archivo en el formato requerido por el nodo remoto.

MENSAJE DE CONTROL...Envía información de control a un sistema de archivos.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: control.

<<OPERANDO>>..Funciones de control como: obtiene o lee un registro, inicia la cadena de datos (cadenas múltiples), actualiza registro, inserta o escribe en el archivo, borra un registro, libera o bloquea registros, localiza un registro, etc..

MENSAJE DE CONTINUACION DE TRANSFERENCIA...Utilizado cuando es detectado un error de transferencia de entrada salida y el usuario desea continuar. El uso normal de este mensaje será: recibir un mensaje de error, tomar las acciones apropiadas y entonces enviar un mensaje de continuación de transferencia.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: continuación de transferencia.

<<OPERANDO>>..Indica la acción de recaptura a tomar como: intenta de nuevo, salta este registro y continúe, aborta la transferencia..

MENSAJE DE RECONOCIMIENTO...Utilizado para reconocer comandos de acceso y opciones de control. Este mensaje sólo consta del campo 'operador'.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: reconocimiento.

MENSAJE DE ACCESO COMPLETO...Utilizado para terminar el acceso o reconocer una solicitud de terminación de acceso.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: acceso completo.

<<OPERANDO>>..Indica cerrar un archivo actualmente abierto y terminar el acceso, o es enviado por el proceso accesado en respuesta a un mensaje de acceso completo, o indica pulsar un archivo, es decir cerrar y borrar o termina la cadena de datos sin cerrar el archivo.

MENSAJE DE DATOS...Usado para transferir el archivo de datos a través del enlace. Utiliza segmentación al tamaño apropiado según lo establecido en los mensajes NSP.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: datos.

<<OPERANDO>>..Número del registro accesado y del archivo de datos que se está transfiriendo.

MENSAJE DE STATUS...Utilizado para enviar de vuelta información en relación con los mensajes o datos transferidos.

<<OPERADOR>>..Tipo de mensaje: status.

<<OPERANDO>>..Condiciones de estado actual como: razón de errores, tipo de error, dirección del registro al cual se refiere y número del registro, etc..

La transferencia de datos a este nivel se lleva a cabo a través de comunicación con un proceso DAP que acepta las solicitudes (DAP) del lado de la red y las translada a solicitudes equivalentes para el sistema local de entrada salida.

Los procesos (típicamente programas de usuario o de aplicación), implementan las funciones del protocolo DAP utilizando el protocolo de servicios de la red NSP así como las facilidades de la red, para la creación del enlace lógico y el control de flujo de los datos. Inicialmente se envía al nodo destino una solicitud de creación de enlace lógico a través del mensaje de inicio de conexión; éste completa la conexión enviando un mensaje de confirmación de conexión, con lo que una vez establecido dicho enlace, los procesos pueden iniciar el intercambio de mensajes DAP. Para cada acceso a un archivo remoto, se utiliza un enlace lógico por separado, es decir que un usuario no puede

accesar más de un archivo a la vez y por medio del mismo enlace lógico.

Al establecer el enlace lógico, la identificación del usuario se obtiene del mensaje de confirmación de conexión; luego los procesos DAP intercambian mensajes de configuración a fin de:

-Establecer el tamaño máximo de los "buffers" para el intercambio de mensajes NSP.

-Identificar mutuamente los sistemas operativos relacionados.

-Permitir al otro proceso saber con cuál versión del protocolo DAP trabaja e informarlo de las capacidades generales del sistema.

Una vez intercambiados los mensajes de configuración, el proceso (que accesa) envía un mensaje de atributos especificando el nodo y el formato de los datos seguido de un mensaje de acceso que indica la operación que se desea llevar a cabo. El proceso que accesa recibirá entonces una respuesta del proceso accedido. Si el acceso especifica abrir un archivo, se enviará un mensaje de atributos seguido de un mensaje de reconocimiento conteniendo los atributos actuales del archivo accedido. Si la operación especifica borrar o renombrar un archivo, se enviará en lugar de los mensajes de atributos y reconocimiento, un mensaje de acceso completo como respuesta.

Si existen errores en el procedimiento de inicialización del enlace, se envía de vuelta un mensaje de 'status'. Sin embargo una vez abierto el archivo y antes de que pueda iniciarse la transferencia de datos, deberá iniciarse la cadena de datos por medio de un mensaje de control el cual se reconoce con un mensaje ACK. De igual forma por medio de un mensaje de control se solicita el inicio de la transferencia de datos y una vez terminada ésta, se envía un mensaje de 'status' indicando el final del archivo. Finalmente, se indica el término del acceso enviando, el proceso que accesa, un mensaje de acceso completo al cual el proceso accedido responde con otro mensaje de acceso completo.

Una secuencia típica, por ejemplo, para obtener un archivo de un nodo remoto (R), se ilustra a continuación. Se supone que ya existe el enlace lógico.

*** SECUENCIA TIPICA ***

NODO A

NODO B

1.- A envia información de configuración (tamaño de bufer, sistema operativo, etc.).

<<<CONFIGURACION>>> ----->

2.- B recibe el mensaje de configuración de A y envia su configuración correspondiente.

<----- <<<CONFIGURACION>>>

3.- A envia las características del archivo (tipo, tamaño de bloques, tamaño de registros, etc.).

<<<ATRIBUTOS>>> ----->

4.- A envia la solicitud y tipo de acceso.

<<<ACCESO>>> ----->

5.- B responde con las características actuales del archivo.

<----- <<<ATRIBUTOS>>>

6.- B abre el archivo solicitado y envia un mensaje de reconocimiento.

<----- <<<RECONOCIMIENTO>>>

7.- A inicializa la cadena de datos enviando un mensaje de control (initiate data stream).

<<<control>>> ----->

8.- B entonces establece la cadena de datos a transferir y envia un mensaje de reconocimiento.

<----- <<<RECONOCIMIENTO>>>

9.- A solicita el inicio de la transferencia de datos a través de un mensaje de control (GET).

<<<CONTROL>>> ----->

10.- B empieza a enviar datos por registros.

<----- <<<REGISTRO-1>>>

<----- <<<REGISTRO-2>>>

*** SECUENCIA TIPICA ***

NODO A

NODO B

1.- A envia información de configuración (tamaño de bufer, sistema operativo, etc.).

<<<CONFIGURACION>>> ----->

2.- B recibe el mensaje de configuración de A y envia su configuración correspondiente.

<----- <<<CONFIGURACION>>>

3.- A envia las características del archivo (tipo, tamaño de bloques, tamaño de registros, etc.).

<<<ATRIBUTOS>>> ----->

4.- A envia la solicitud y tipo de acceso.

<<<ACCESO>>> ----->

5.- B responde con las características actuales del archivo.

<----- <<<ATRIBUTOS>>>

6.- B abre el archivo solicitado y envia un mensaje de reconocimiento.

<----- <<<RECONOCIMIENTO>>>

7.- A inicializa la cadena de datos enviando un mensaje de control (initiate data stream).

<<<control>>> ----->

8.- B entonces establece la cadena de datos a transferir y envia un mensaje de reconocimiento.

<----- <<<RECONOCIMIENTO>>>

9.- A solicita el inicio de la transferencia de datos a través de un mensaje de control (GET).

<<<CONTROL>>> ----->

10.- B empieza a enviar datos por registros.

<----- <<<REGISTRO-1>>>

<----- <<<REGISTRO-2>>>

<----- <<<REGISTRO-n>>>

11.- B indica haber enviado el último registro solicitado a través de un mensaje de 'status'.

<----- <<<STATUS>>>

12.- A indica el término del acceso.

<<<ACCESO COMPLETO>>> ----->

13.- Finalmente, B responde al mensaje de acceso completo, terminando así el intercambio de datos.

<----- <<<ACCESO COMPLETO>>>

NIVEL DE APLICACION...

El nivel de usuario dentro de la arquitectura DNA corresponde al nivel general de aplicación. Contiene todas las funciones provistas por el usuario, como programas de aplicación escritos por éste que se comunican con el sistema operativo a través de comandos sencillos. Así, dentro de este nivel general pueden enlistarse los rasgos distintivos o características del DECnet-VAX como sigue:

-manejo de archivos desde una terminal a través del lenguaje de comandos (DCL).

-manejo de archivos a través de los servicios de manejo de registros (RMS).

-facilidad de operar una terminal local como si ésta fuera remota.

-comunicación entre procesos, la cual puede ser transparente o no transparente.

Básicamente, se cuentan con dos formas para manejar archivos en DECnet-VAX; la primera, utilizando una terminal y el lenguaje de comandos DCL, con lo que el usuario puede copiar archivos de un nodo a otro, borrar archivos remotos y transferir, para luego ejecutar, archivos de comandos en otro nodo; la segunda, es aprovechando los servicios de manejo de registros y archivos que provee el sistema a través de los servicios 'VAX/VMS Record Management Services, RMS', los que a nivel de archivo incluyen operaciones como: abrir, cerrar, borrar y actualizar archivos grabados en nodos remotos. A nivel de registros, se pueden utilizar para leer, escribir, actualizar y borrar registros grabados en nodos remotos. Este último tipo de acceso, sin embargo, implica mayores conocimientos de programación por lo que no resulta apropiado para todos los usuarios.

La comunicación entre procesos es un método de crear un enlace lógico entre dos procesos que intercambiarán datos para luego desconectar el enlace cuando dicho intercambio se haya completado. Tal comunicación puede o no ser transparente. En comunicación transparente, el programa abre el intercambio en la red como si estuviera preparándose a acceder un dispositivo, para luego realizar una serie de lecturas y escrituras tal y como lo haría con un par de dispositivos, uno para entrada y el otro para salida. Por su naturaleza el acceso transparente no tiene llamadas ('calls') específicamente asociadas con DECnet. Las llamadas son las mismas que se utilizan para acceso secuencial de archivos con un lenguaje de alto nivel (open, close, read, write, etc.).

Mientras que en comunicación no transparente, un programa puede obtener información acerca del 'status' de la red para controlar la naturaleza de su comunicación con otros procesos. Este método está disponible para el programador de 'Macro', sin embargo si uno no realiza procesamientos especiales ni intenta aceptar conexiones múltiples, puede entonces programar en cualquier lenguaje. Por otro lado, el acceso no transparente está sólo disponible a través de llamadas 'calls' a procedimientos de servicios del sistema operativo. Así, un programa puede formular las siguientes solicitudes:

-CONNECT: establecer un enlace lógico.

-CONNECT REJECT: rechazar un inicio de conexión (connect initiate).

-RECEIVE: recibir un mensaje.

-SEND: transmitir un mensaje.

-SEND INTERRUPT MESSAGE: transmitir un mensaje de alta prioridad.

-DISCONNECT: terminar el enlace de comunicación.

Un proceso puede enviar o recibir mensajes no solicitados a (o de) otro proceso, con la única diferencia respecto a mensajes solicitados en que, los primeros utilizan un 'mailbox' asociado al canal de entrada salida a través del cual se creó el enlace lógico. Un enlace lógico entonces, tiene dos subcanales: a través de los cuales se pueden transmitir los mensajes: uno para mensajes normales, y otro para mensajes de alta prioridad o interrupciones. En DECnet-VAX, un mensaje de interrupción se escribe en el 'mailbox' que el proceso provee para dicho fin.

Un programa que utiliza acceso no transparente en DECnet, normalmente abre una trayectoria de control directamente hacia un proceso auxiliar de control de la red (NETACP), y designa uno o mas 'mailboxes' para recibir información del proceso NETACP acerca ya sea de los enlaces lógicos o físicos, a través de los cuales el proceso se está comunicando. El NETACP puede notificar a un proceso cuando:

- un participante solicita desconexión.
- un participante solicita abortar el enlace.
- un participante queda fuera o se sale (exit).
- se interrumpe un enlace físico (goes down).
- se detecta un error de protocolo NSF.

FUNCIONAMIENTO DE LA RED...

Ya que cada nivel provee los servicios necesarios para que el nivel superior a él pueda llevar a cabo sus funciones, el usuario no puede acceder ningún archivo remoto si el nivel de aplicación de la red (DAP) no puede aceptar, interpretar y formatear los solicitudes; a su vez el nivel

de aplicación de la red no puede transferir estas solicitudes si no existe un enlace lógico con el nodo apropiado, que debe crear el nivel de servicios de la red (NSP); de igual forma, el nivel de servicios de la red no puede crear un enlace lógico si no existe un enlace físico entre los dos nodos, lo cual debe ser establecido por el nivel de enlace de datos (DDCMP); y finalmente, este último no puede transmitir eléctricamente la información si no existe un medio adecuado para éllo (línea física).

Por ésto, lo primero que ha de ocurrir al querer un usuario utilizar la red, será la inicialización del nivel inferior. Si existe línea física (permanente), el primero en inicializarse deberá ser el nivel de enlace de datos; Al invocar la red desde una terminal o programa de aplicación, bajo control del sistema operativo se informa y ordena al protocolo DDCMP arrancar la secuencia de inicio. Así, a nivel de enlace de datos se inicia la transferencia de mensajes de control. El nodo que accesa envía el mensaje STRT y el nodo accesado, una vez que ha completado su inicialización y sincronización, envía en reconocimiento el mensaje STACK (en ambos mensajes addr=1 por ser conexión punto a punto, fill=0, flags=0).

Con ésto se cuenta ya con líneas y enlaces físicos disponibles. Corresponde ahora al protocolo NSP inicializarse o crear el enlace lógico requerido, y para éllo el protocolo (NSP) del nodo que accesa, envía un mensaje CONNECT INITIATE en el campo de 'data' de un mensaje de datos DDCMP. De esta manera se inicia la secuencia de intercambio de mensajes de datos a nivel de enlace de datos de acuerdo con lo descrito en la sección: NIVEL FÍSICO, (mensajes de reconocimiento, secuencias de retransmisión, etc.). Si el mensaje llegó correctamente al nivel de enlace de datos éste lo pasa al siguiente nivel (transporte) y como en este caso no se requiere enrutamiento (RTHDR se omite), el mensaje pasa directamente al nivel de servicios de la red en donde el protocolo NSP reconoce el mensaje CONNECT INITIATE a través del encabezado. Cada nodo, dinámicamente, establece la dirección que utilizará para identificarse en el enlace enviándola al nodo contrario en los campos (SRCADDR y DSTADDR); se ponen de acuerdo en el tamaño máximo de los segmentos a transmitir, las opciones para control de flujo (contadores de segmentos o mensajes:(SERVICES)), la prioridad del enlace:(INFO), se identifican los nombres de los procesos fuente y destino involucrados, así como las claves y verificaciones de acceso (password):(DATA-CTL). Si el nodo accesado acepta la conexión, envía en respuesta un mensaje CONNECT CONFIRM al nodo que accesa; así, al recibirse este mensaje queda establecido el enlace lógico, con lo que hasta el nivel de servicios de la red, ésta se encuentra lista para transmitir mensajes de datos propiamente dichos.

Inmediatamente después de establecido el enlace lógico, el protocolo asociado al nivel de aplicación de la red (DAP) del nodo que accesa, debe informar a su contraparte del nodo accesado, las características del sistema operativo correspondiente; esto lo hace a través de un mensaje de CONFIGURACION, en donde además especifica el espacio disponible en sus 'buffers' para intercambio de mensajes, el tipo de sistema para manejo de archivos y la versión del protocolo. El nodo accesado responde con información similar enviando también un mensaje de CONFIGURACION. Enseguida el nodo que accesa envía un mensaje de ATRIBUTOS, especificando en él la forma en que se representen los datos en el archivo en cuestión, seguido de un mensaje de ACCESO que indica el archivo a acceder y el tipo de operación a realizar sobre él. El nodo accesado, verifica esta información y envía reconocimiento a los dos mensajes anteriores por medio de un mensaje de ATRIBUTOS y uno de RECONOCIMIENTO respectivamente.

Hasta este punto la red ya se encuentra inicializada, los nodos han identificado sus peculiaridades y establecido convenciones entre ellos. Esta secuencia de inicialización tuvo que haber ocurrido como consecuencia, por un lado, de teclear comandos que invocan la utilización de la red y por otro, de comandos que identifican la operación que el usuario desea realizar, todos ellos, naturalmente, aceptados por DECnet-VAX.

Estando la red en estas condiciones, se inicia la transferencia de datos con un mensaje de control enviado por el protocolo DAP, en el cual se solicita el inicio de transferencia de la cadena de datos (INITIATE DATA STREAM). El nodo accesado recibe el mensaje y envía un reconocimiento; luego el nodo que accesa envía otro mensaje de control especificando el tipo de acción que requiere (get, put, delete, find, etc.) e inmediatamente a continuación le siguen ya la cadena de mensajes de datos que contienen la información del usuario final.

NOTA:.. En cada nivel para todos los mensajes enviados, se aplican las secuencias de reconocimiento y recuperación por errores, específicos a cada uno según se estableció. Así mismo, debe recordarse la interacción por pares y la superposición de mensajes según avanzan éstos a través de los niveles jerárquicos de la red.

Al último mensaje de datos transferido, le sigue un mensaje DAP de STATUS, indicando esta condición. Si se desea continuar realizando operaciones a través del mismo enlace lógico, seguiría una secuencia de intercambio de

mensajes similar a la que se ha expuesto. Contrariamente, si lo que se desea es terminar la comunicación, el nodo que accesa envia un mensaje DAP de ACCESO COMPLETO, solicitando de esta manera terminar la conexión; el nodo accesado acepta entonces la terminación enviando en reconocimiento otro mensaje de ACCESO COMPLETO. Enseguida, bajo control del sistema operativo, se informa progresivamente a los niveles inferiores de la condición de terminación, por lo que el nivel de servicios de la red a través del protocolo NSP inicia la secuencia de destrucción del enlace lógico, enviando el nodo que solicitó la terminación un mensaje de control INICIO DE DESCONEXION incluyendo en éste la razón de la desconexión (de acuerdo a claves de razones válidas aceptadas por el protocolo). El enlace lógico desaparece al ser reconocido, por la contraparte, el mensaje de desconexión a través de un mensaje de CONFIRMACION DE DESCONEXION.

Finalmente, se desactivan los módulos del nivel de enlace de datos DDCMP, al abortar desde el nivel de comandos DCL la utilización del enlace físico y por tanto de la red.

INSTALACION Y OPERACION...

La instalación de la red IINET1 va de acuerdo con su relativa sencillez. En cuanto al 'software' de comunicación de la red se refiere, el director de la misma debe:

- cargar en el sistema, (en discos magnéticos), el 'software' DECnet-VAX, el cual es grabado y distribuido por la compañía 'DIGITAL' en un pequeño disco magnético o 'diskette',
- crear las cuentas de usuarios necesarias,
- crear directorios para estas cuentas,
- establecer la(s) base(s) de datos o configuración de la red,
- actualizar algunos parámetros del sistema,

Esta labor es exclusiva del director serencial de la red, sin embargo, cabe mencionar que tiene la alternativa de diseñar e implementar total o parcialmente su propio 'software' y/o 'hardware', de acuerdo a sus necesidades particulares.

En este caso por lo que se refiere al 'hardware', sólo se agregaron los módulos que implementan el NIVEL FISICO general. Estos módulos se refieren a la interfase de comunicación DMC-11, la cual es un controlador sincrónico de comunicaciones, basado en la filosofía de los microprocesadores y que reside en el 'unibus' como un dispositivo de acceso directo a memoria (DMA) o de solicitud de control del 'unibus' sin intervención del procesador (NPR). Soporta las funciones del nivel físico de la red (DNA), a través del módulo DMC-11/SLU (synchronous line unit) y del nivel de enlace de datos a través del módulo DMC-11/IPL (interprocessor link), implementando en este último el protocolo DDCCP en 'firmware' (memorias de sólo lectura, ROM). Una breve descripción de la operación de estos módulos así como sus diagramas a bloques, se incluyen en el apéndice 'B'.

La instalación y montaje de estos módulos, no difiere en gran medida de la instalación de cualquier otro equipo electrónico similar, pues han de considerarse desde el desempaque e inspección visual de los módulos, hasta las pruebas y diagnósticos finales, pasando por consideraciones de reinstalación como: verificación de los requerimientos de voltajes de alimentación, conectores y cables adecuados y verificación de las memorias de sólo lectura en cuanto a su correcta localización y especificación. Sin embargo, ya que la interfase de comunicación DMC-11 es un dispositivo de acceso directo a memoria, residente en el 'unibus', ha de ponerse especial atención en la asignación, por medio de micro-interruptores (localizados en los módulos), de las direcciones y vectores que identifican a dicho dispositivo. Tanto las direcciones como los vectores, se asignan dentro de un espacio flotante de direcciones y un espacio flotante de vectores respectivamente, por lo que el valor de dicha asignación no es un factor limitante. El espacio flotante significa que no existe una dirección o vector específico para cada dispositivo, sino que éstos dependen de la cantidad y tipos de dispositivos utilizados en el sistema, por lo que en todo caso la limitación residiría en el número de dispositivos utilizados del mismo tipo, en relación directa con factores como la velocidad de respuesta de dichos dispositivos. Así, la asignación de las direcciones y vectores se hace de acuerdo a un orden o jerarquía preestablecida por el fabricante de la máquina y en la cual se agrupan a los dispositivos por tipos.

Finalmente, una vez montada la interfase de comunicación DMC-11 y verificadas todas las consideraciones preliminares de instalación, se procede a realizar las pruebas de operación a través de micro-diagnósticos grabados en 'diskettes' que se corren por medio del subsistema de consola.

C O N C L U S I O N E S .

La composición de una red de computadoras, su extensión geográfica, el tipo de canal de comunicación, su topología, el control y las interfases de la red, son parámetros que definen la arquitectura de la misma y que han de especificarse apropiadamente antes de implementarla. El primero de ellos, la composición, depende en gran medida de las condiciones iniciales del sistema, el resto, de futuras expansiones y de un balance entre los costos de 'hardware' y 'software/firmware', así como del costo de su implementación.

Interconectar dos nodos homogéneos, con sistemas operativos iguales, constituyeron las condiciones iniciales de la red IIENET1. Ambos nodos forman una red local, por lo que implementarla no planteó alternativas en cuanto a la extensión geográfica de la misma. Sin embargo, en estrecha relación con su geografía, se encuentra la selección del tipo de canal de comunicación, el que gracias a la reducida distancia entre ambos nodos, implementa un enlace físico sincrónico, bidireccional (full duplex) a través de un par de cables coaxiales.

La topología de la red de acuerdo a la clasificación más general, corresponde a una conexión 'punto a punto'. Esto se debe a que actualmente la red cuenta solamente con dos nodos; sin embargo, pensando en un tercer nodo, nodo C 'Mexicali', como futura expansión a corto plazo, la red podría configurarse en estrella con un nodo central de control y dos nodos secundarios; considerando al nodo C como nodo secundario, cualquier otra topología que se escogiera, implicaría un enlace remoto (larga distancia) extra con la red, y aunque esto pudiera ofrecer ventajas en cuanto a confiabilidad del sistema no se justificaría su costo.

Por otro lado, siendo el 'paquete' la unidad de transmisión en la red, el control de flujo de datos se encuentra basado en el envío por parte del nodo receptor de un segmento o mensaje de servicios del enlace (NSP), que fija varios parámetros y que el transmisor siempre examina antes de enviar cualquier paquete. La función de enrutamiento, en este caso, se encuentra inhibida y se activará en el momento en que un tercer nodo esté presente.

Por lo que al control de errores se refiere, en el nivel físico general éste se basa en la técnica Polinomial de chequeo cíclico redundante CRC-16, e incluye retransmisión de paquetes recibidos en error; el nivel general de red por su parte, implementa un esquema de reconocimiento de mensajes recibidos ya sea positivo o negativo, con la eventual retransmisión de mensajes erróneos.

La interfase de la red con el canal de comunicación, se implementó a través de los módulos DMC-11 y posee una característica relevante. El hecho de haber implementado el nivel físico de la red en estos módulos, particularmente en 'firmware' el protocolo DDCMP, incrementó efectivamente la eficiencia de la red pues se libera al procesador central de las funciones asociadas a dicho nivel.

La red consta de varios módulos de 'software' asociados a cada nivel funcional de acuerdo a la arquitectura de redes 'Digital' DNA, lo que le da a la misma un carácter de modularidad, permitiendo modificar módulos independientes de 'software' de acuerdo a necesidades futuras o innovaciones tecnológicas. Siendo los protocolos asociados a dichos niveles quienes efectivamente dan vida a la red, su especificación es de suma importancia. Al nivel de enlace de datos se asocia el protocolo DDCMP cuya función principal, es proveer una trayectoria física de comunicación, secuencial y libre de errores. El protocolo NSP que especifica los niveles de transporte y de servicios de la red, se encarga de la función de enrutamiento (inactiva en este caso), de la creación y destrucción del enlace lógico entre ambos nodos, así como del control de flujo de mensajes. Y por último el protocolo DAP, asociado al nivel de aplicación de la red, es quien permite acceso remoto y transferencia de archivos, independientemente de los sistemas operativos involucrados.

Finalmente, en cuanto a la instalación de la red, esta sólo planteó un problema de consideración: la necesidad de conectar los módulos DMC-11 a través de un adaptador de 'unibus' independiente, que evitara la sobrecarga y saturación de la trayectoria de datos y la

consecuente pérdida posible de información; la relevancia de este hecho se basa en su estrecha relación con la confiabilidad del sistema.

Ciertamente, muchos aspectos y detalles de las redes de computadoras no han sido aclarados en las páginas precedentes y aun quedan muchas dudas y confusión al respecto; sin embargo, este hecho más que desanimar, motiva a profundizar sobre el tema. De igual forma, aun queda mucho por hacer en este campo de la tecnología siendo necesaria la creación en México de grupos de profesionales expertos, tanto en 'hardware' como en 'software' de redes, los que auxiliados por la relativamente reciente tecnología de los microprocesadores, puedan llegar a cubrir, independientemente, las necesidades del país e inclusive a competir a nivel internacional.

A P E N D I C E A

LINEAS DE SEÑAL DEL UNIBUS

El Unibus consiste de cincuenta y seis líneas de señal que se pueden dividir en tres grupos funcionales:

- señales asociadas al control del Unibus (13)
- señales de transferencia de datos (40)
- señales miscelaneas (3)

La descripción de cada una de ellas de acuerdo a la nomenclatura de la figura ocho es como sigue:

* A<17:00>

Lineas de direcciones; Utilizadas por el dispositivo maestro para seleccionar al dispositivo esclavo.

* D<15:00>

Lineas de datos; Transfieren información entre el maestro y el esclavo.

* C1,C2

Control; Codificadas por el dispositivo maestro para controlar la operación del esclavo en uno de los cuatro posibles modos de operación descritos a continuación. Notar que la dirección de transferencia siempre es designada con respecto al dispositivo maestro.

C1 C2

0 0

(DATI) Datos de entrada; Una palabra o un byte de datos es transferida del esclavo al maestro.

0 1

(DATIF) Datos en pausa; Similar a (DATI) excepto que es siempre seguida de un (DATO) o un (DATOP). El maestro mantiene control sobre el Unibus durante toda la secuencia

(DATIP)-(DATO).

1 0

(DATO) Datos de salida; Una palabra de datos es transferida del maestro al esclavo.

1 1

(DATOB) Datos de salida (byte); Idéntica a (DATO) excepto que se transfiere un byte en vez de una palabra.

* PA,PB

Paridad; Transfieren a los dispositivos del Unibus información de paridad. PA no se utiliza y no está declarada mientras que cuando PB es verdadera o activa indica error de paridad.

* MSYN

Sincronización del maestro; Declarada por el maestro para indicar al esclavo que se encuentran presentes en el Unibus direcciones e información de control válidas.

* SSYN

Sincronización del esclavo; Declarada por el esclavo. En operación (DATO) indica que el esclavo ha capturado los datos a escribir. En (DATI) o (DATIP) indica que el esclavo ha puesto en el Unibus datos a leer por el maestro.

* INTR

Interrupción; Declarada por un dispositivo en operación de interrupción, después de que tomó control sobre el bus para indicar al adaptador del Unibus que se realizará una interrupción y que el vector de interrupción está presente en las líneas de datos.

* BR7-BR4

Solicitud de bus; Utilizadas por dispositivos periféricos para solicitar control sobre el Unibus en operaciones de interrupción.

* RG7-RG4

Respuesta a solicitud de bus; Señales del adaptador del Unibus que responden a una petición de control sobre el Unibus.

* NFR

Solicitud del bus sin interrupción del procesador; Señal que declara algún dispositivo periférico solicitando

transferencia a través del Unibus sin intervención del procesador. (vs. Acceso directo a memoria DMA).

* NPG

Respuesta a NPR.

* SACK

Reconocimiento de selección; Declarada por un dispositivo después que éste recibió respuesta a su solicitud. El control sobre el bus pasa a este dispositivo después que el dispositivo que lo esté controlando en ese momento termine su operación.

* BBSY

Bus ocupado; Indica que las líneas de datos están en uso. Es declarada por el maestro del Unibus.

* INIT

Inicialización; Declarada por el adaptador del Unibus cuando la línea (DC LO) está activa en el Unibus. Permanece declarada por 10 mseg. después de regularizarse (DC LO). Se utiliza para inicializar los periféricos del Unibus.

* AC LO

Línea de corriente alterna baja; Indica que ocurrirá una falla de alimentación en el Unibus. Inicia la secuencia de falla de alimentación del Unibus en el adaptador del Unibus pudiendo causar una interrupción al procesador central. Puede también ser utilizada por dispositivos periféricos para terminar operaciones previniendo una pérdida de alimentación.

* DC LO

Línea de corriente directa baja; Esta señal se encuentra disponible desde cada fuente de alimentación del sistema y permanece inactiva mientras todos los voltajes de corriente directa (DC) estén dentro de los límites especificados.

A P E N D I C E B

MODULOS DMC-11

La figura B-1 muestra la configuración típica del controlador de comunicaciones DMC-11, compuesto por los módulos DMC-11/IPL (interprocessor link) y DMC-11/SLU (synchronous line unit). En ella se pueden notar las dos trayectorias de datos en paralelo entre los dos módulos, una para entrada y otra para salida. También se aprecia la trayectoria de direcciones (8 bits) que el microprocesador utiliza para acceder los datos en la unidad de línea, (4 bits para operaciones de lectura y 4 bits para operaciones de escritura, ya que la unidad de línea cuenta con ocho registros), así como la trayectoria de señales de control a través de la cual se envían a la unidad de línea señales de tiempo e información de control.

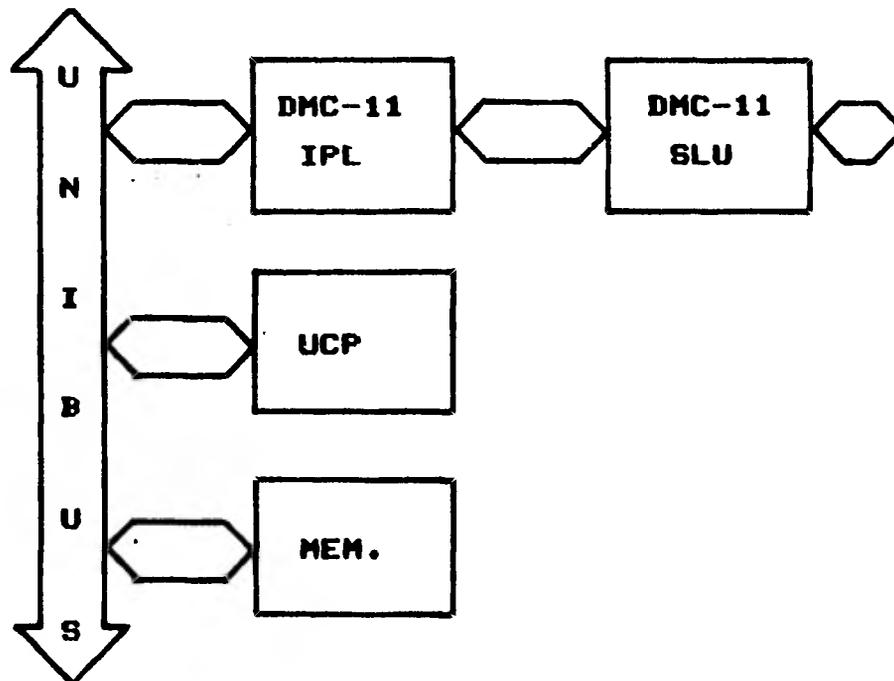


figura B-1...configuración típica del DMC-11

La transferencia de datos entre el procesador y el DMC-11 se lleva a cabo de acuerdo a las siguientes transacciones:

- solicitudes NPR
- secuencias de interrupciones
- lectura (DATI) y escritura (DATO) de los registros de control y 'status' (CSR) del DMC-11.

Los registros CSR del unibus, consisten de ocho 'bytes' de direcciones de dispositivos que se accesan a través de las direcciones 76XXX0 a 76XXX7 (BSELO A BSEL7). BSELO-3, tienen un formato fijo y se utilizan como encabezado para los cuatro restantes, forzando así la transferencia a través de un puerto común, el cual se accesa por medio de las direcciones BSEL4-7.

Cuando el programa VAX desea transferir datos al DMC-11, el programa, a través de BSELO, establece una solicitud de entrada REQUEST IN (RQI) y una función describiendo los datos que serán pasados. El DMC-11 responde activando la señal READY IN (RDYI). Entonces el programa VAX carga las direcciones BSEL4-7 y reestablece la señal RQI. El DMC-11 toma los datos y desactiva la señal RDYI, lo que completa el intercambio. En forma similar, la transferencia de datos del DMC-11 al programa VAX se efectúa, activando el DMC-11 la señal READY OUT (RDYO) (incluyendo una función) después de haber cargado los registros a través de las direcciones BSEL4-7. El programa VAX, luego de leer los registros apropiados, debe desactivar la señal RDYO, liberando así el puerto para su uso futuro.

Al DMC-11 se le ha llamado 'microprocesador', debido al hecho de que se utilizan memorias de sólo lectura como elementos controladores, actuando éstas como arreglos lógicos compactos. Por otra parte como se muestra en la figura B-2, la estructura a bloques del módulo DMC-11/IPL se asemeja a la de un microprocesador; tiene un contador de programa que direcciona el microprograma residente en un 'kilo-byte' de memoria de sólo lectura (DDCMF); cada instrucción está formada por dieciseis 'bits' (una palabra), en donde algunos de estos 'bits' sirven como direcciones para tres memorias de sólo lectura adicionales, las que controlan el flujo de datos y determinan qué operación ha de realizarse con los operandos.

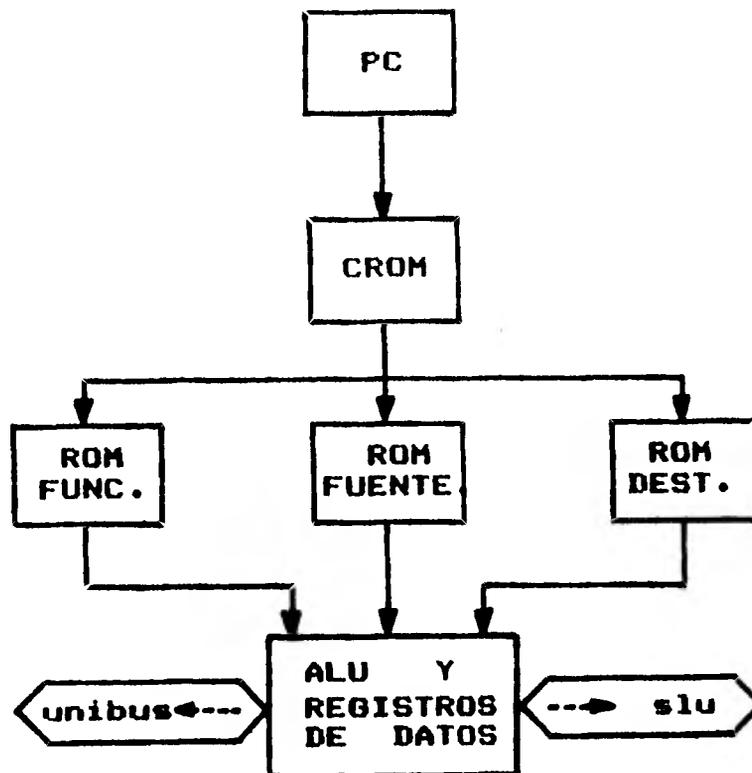


figura B-2...diagrama a bloque simplificado del microprocesador.

Conforme se ejecutan las microinstrucciones almacenadas en las memorias, las señales de salida de éstas se envían a los circuitos apropiados del microprocesador, con lo que se llevan a cabo las instrucciones o funciones representadas por la microrutina.

Volviendo a la figura B-2, el DMC-11/IPL básicamente conecta el unibus con la unidad de línea a través de registros internos. Esto permite que los datos sean procesados por el DMC-11/IPL al pasar por dichos registros. La unidad de línea actúa bajo control del microprocesador y consta esencialmente de registros y lógica que le permiten básicamente, recibir y transmitir mensajes, checar errores (CRC) y efectuar las conversiones serie paralelo. Su diagrama a bloques se muestra en la figura B-3. Mayores detalles en relación con diagramas esquemáticos, lógica, programación, pruebas, etc., se pueden encontrar en los manuales técnicos listados en la bibliografía al final de este reporte.

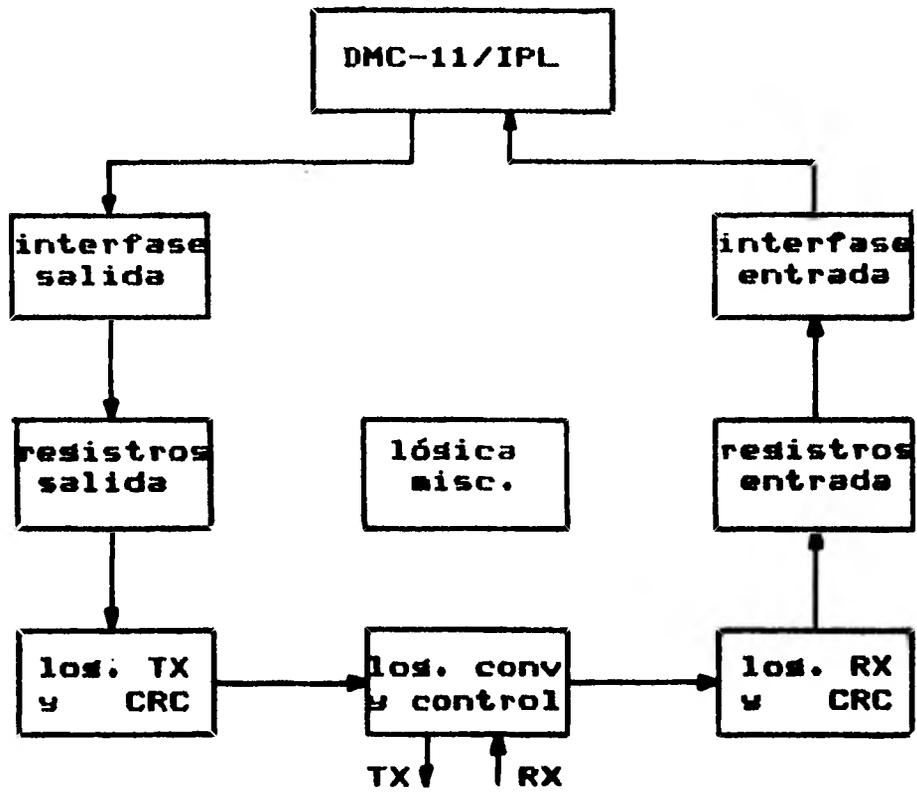


figura B-3...diagrama a bloques simplificado de la unidad de líneas.

B I B L I O G R A F I A

- * D. W. DAVIES - D. L. A. BARBER
'Communications Networks for Computers'
Wiley, New York, 1973.
- * AUTORES VARIOS
'Introducción a la Teleinformática'
Trillas, México, 1979.
- * DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC)
'Introduction to Minicomputer Networks'
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1974.
- * AUTORES VARIOS
IEEE Transactions on Communications
'Computer Network Architectures and Protocols'
IEEE Communications Society, New York,
Abril 1980, Vol: Com-28, Num: 4

- * DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION
'VAX Hardware Handbook'
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1980.
- * DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION
'VAX Software Handbook'
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1980.
- * DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION
'Terminals and Communications Handbook'
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1979.
- * DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION
'Distributed Systems Handbook'
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1978.
- * DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION
'DMC-11 IPL Microprocessor User Guide'
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1979.

† DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION
"DMC-11 IPL Synchronous Line Unit User's Manual"
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1979.

* DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION
"DMC-11 Field Maintenance Print Set"
DEC Press, Maynard Massachusetts, 1975.

I N D I C E

a

Adaptador
de Unibus 19,21.
de Massbus 19.
Adyacentes
nodos lógicamente 36.
Arquitectura 11
Digital DNA 24.

b

Base de Datos 55.
Bufér 11,17,19.

c

Centralizado 8,14.
Coaxial 28.
Cómputo 3.
Comunicación
canal de 6,28.
interfase sinc. de 16.
(no)transparente 50,51.
Comutación
técnicas 8,9,28.
Consola
subsistema 18.
Control 14
información de 13.
fases de 14.
CRC 30.

d

DAP 44.
DCL 50.
DDCMP 24,29.
DECnet 16,24.
Descentralizado 14.
Directorios 55.
Distribuido 8.
DMA 21.
DMC-11 21,24,29,56.
DNA 24.

e

Enlace
físico 6.
lógico 6.
síncrono 28.
Errores 29.
Enrutamiento 14,36.
Entrada/Salida 19.

f

Flujo
control de 37,39.
de paquetes 11.

g

Guarda-reexpide 9.

h

Half-Duplex 6.
Hardware 11,20,56.
Homoséneo 27.

i

IIE 1,27.
IIENET1 27.
Información 6,13.
Interacción 12.
Interfases 11,12,28,
 sinc. de comunic. 16.
 EIA RS-232C 28.
Interrupción 21.

m

Massbus 19,23.
Memoria 16,
 acceso directo 16,21.
 subsistema 19.
 virtual 17.
Mensajes 9,
 encabezado de 30.
 formato de 30,40,45.
 intercambio de 33,38,48.
 tipos de 29,37,45.
Modelo 11.
"Modems" 10,29.
Módulos 12.
Multiprocesamiento 6,16.
Multipunto 8,32.

n

Necesidades 3.
Nivel 11,28,
 aplicación 28,50,44.

enlace de datos 28,29.
enlace físico 28.
red 28,36.
servicios de red 28,36.
transporte 28,36.
usuario 28,50.
físico 28.

Nodos 6,
 VAXA 27.
 VAXB 27,
NPR 22.
NSP 36.

o

Operativo
 sistema 17,24,44.

p

Paquete 9,
 flujo de 11.
Pares 12.
"Piggy-backed" 33.
"Pipe-lining" 33.
Prioridad 22.
Procesador 16,17.
Protocolos 11,12,29.
Punto a punto 8,27.

r

Reconocimiento 31,33,38.
Red 6,
 arquitectura 11.
 clasificación 8.
 control de 14.
 función básica 7.
 IIENET1 27.
 implementación 11.
 topología 8,27.
RMS 50.

s

SBI 19,20.
Simplex 6.

Sincronización 32.
Software 11,55.

†

Teleinformática 3.
Teleproceso 2.
Topología 8,27.
Transporte 36.
Trayectoria
de acceso 7.
requerimientos 10.

‡

UBA 21.
UCP 16,17.
Unibus 19,20.

∇

VAX 3.
componentes 16.
VMS 17,24.