



# ESCUELA LATINOAMERICANA DE REDES

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
MÉRIDA - VENEZUELA  
( 2 AL 20 NOVIEMBRE, 1992 )

NC8

## REDES ACADÉMICAS EN MÉXICO ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

RAUL GARCIA RUIZ

CINVESTAV - IPN  
MÉXICO

# REDES ACADEMICAS EN MEXICO, ESTADO ACTUAL y PERSPECTIVAS

*Raúl García Ruiz\**

CINVESTAV - IPN

## INTRODUCCION

Las redes de computadoras proporcionan el acceso a una gran variedad de recursos de cómputo e información locales y remotos. Para poder desarrollar esta función de comunicación se requiere de la integración de los siguientes elementos [1] [2]:

- Un conjunto de computadoras que proporcionen los servicios de cómputo.
- Una subred de comunicaciones que se encargue de la transmisión de datos entre las computadoras.
- Un conjunto de protocolos de comunicación.

De manera general, los servicios disponibles en la red y la facilidad para interconectarse con otras redes dependerán de la selección de estos elementos. Por ejemplo, en redes como BITNET, los retardos propios de la red no permiten el manejo de aplicaciones interactivas.

Los servicios más comunes ofrecidos en la actualidad por las redes de computadoras son:

- Correo Electrónico.
- Transferencia de archivos.
- Acceso a sistemas remotos ("remote login").
- Acceso a bases de datos.

## REDES ACADEMICAS

En la actualidad, se reconoce que un ambiente de trabajo rico en recursos de cómputo y comunicaciones puede incrementar la productividad del personal encargado de la enseñanza, investigación y administración de las universidades y centros de investigación. En los últimos años, las redes académicas como BITNET, NSFNET,

---

\* Profesor del CINVESTAV - IPN. Este trabajo se presenta con el apoyo del IMC.

etc., se han convertido en una herramienta indispensable para la comunidad científica [2][3].

De manera general, un usuario trabaja en una computadora conectada a una red de área local (LAN). Esta red ofrece la mayoría de los servicios requeridos por el usuario (servidores de archivos, impresoras, etc.). La red local puede conectarse a una red principal ("backbone") que cubra toda la superficie de la institución. Por otro lado, esta red principal puede tener conexiones hacia una o varias redes de área amplia - WANs (por ejemplo, BITNET, CSNET, NFSNET, etc.) para proporcionar el acceso a servicios remotos. Finalmente, la red de área amplia puede enlazarse con otras redes para formar una red de redes (internet <sup>1</sup>).

Los principales beneficios que obtienen los usuarios de las redes (que ofrecen los servicios básicos de correo electrónico, transferencia de archivos, acceso remoto, etc.), son:

- Incremento en la oportunidad de colaboración entre colegas que trabajen en tópicos afines. De manera general, el correo electrónico, la transferencia de archivos y el acceso a sistemas remotos facilitan la colaboración entre investigadores separados geográficamente.
- Permiten compartir información (programas, archivos, datos) y recursos de cómputo especializados. (por ejemplo, supercomputadoras).
- Se facilita la distribución de reportes e información. Con el correo electrónico, es posible enviar un documento a un usuario o a todos los integrantes de una lista. También se puede tener disponible el texto para que los usuarios lo soliciten.
- Se facilita el desarrollo de grupos de interés.

### PROBLEMAS EN EL DISEÑO DE REDES ACADEMICAS.

La gran variedad de opciones que se tienen para cada uno de los elementos de una red de computadoras (sistemas operativos, topologías, medios de transmisión, velocidades de transmisión, esquemas de conmutación, técnicas de control de acceso al medio, arquitecturas de comunicación, etc.) ha permitido que cada universidad o centro de investigación integre su propia red de acuerdo a sus necesidades y presupuesto.

---

<sup>1</sup> De manera general, una internet es un conjunto de redes que utilizan los mismos protocolos de transporte y aplicación. No debe confundirse este término con el nombre de la red INTERNET [6] que enlaza múltiples redes por medio de la familia de protocolos TCP/IP. Esta red incluye las redes de centros de investigación, universidades, laboratorios, entidades militares, comerciales, etc. en los Estados Unidos de Norteamérica y otros países y no incluye a las redes que ofrecen acceso limitado (solo correo electrónico con INTERNET), como la red BITNET [5].

Incluso, dentro de una misma institución, es posible que cada área adquiera los equipos de cómputo y las redes que se adapten mejor a sus objetivos de enseñanza e investigación. Esta decisión descentralizada dificulta la planeación de una red que ofrezca servicios a toda la institución y puede ocasionar que el resultado final sea una red formada por un conjunto de LANs con características y servicios diferentes [4]. Esta red, también deberá aceptar nuevos equipos de cómputo y debe ofrecer el acceso hacia otras redes.

De manera general, la creación de una internet o de cualquier otra red de área amplia que involucre varias instituciones, requiere de la existencia de una entidad que defina ciertas características de la red como los protocolos de comunicación. Por ejemplo, en la red BITNET [5] es necesario que todos los nodos cuenten con el protocolo RSCS/NJE <sup>2</sup> mientras que en la red INTERNET [6] debe emplearse la familia de protocolos TCP/IP (TCP/IP suite <sup>3</sup>).

En lo que se refiere a los usuarios, estos desean tener acceso a una gran variedad de servicios (generalmente disponibles en diferentes computadoras locales y remotas) desde una misma terminal o computadora con la que ya estén familiarizados. Por otro lado, quieren que el acceso se haga con un mínimo de comandos con el fin de concentrarse en su trabajo y no en la aplicación [4].

En resumen, el diseño de una red académica puede resultar una tarea muy compleja dada la diversidad de servicios, necesidades de usuarios, equipos de cómputo y redes que pueden presentarse. Además de los detalles técnicos mencionados anteriormente, se requiere de la solución de problemas administrativos y financieros.

## REDES ACADEMICAS EN MEXICO

El SIRACYT (Sistema Nacional de Redes Académicas para la Ciencia y la tecnología) es una iniciativa del CONACYT para integrar una red nacional que incluya a las redes académicas de México. A través de comités, se llevarán a cabo funciones de coordinación planeación, administración y políticas de la red, así como la regulación de ciertos aspectos técnicos (topología, características de los enlaces nacionales e internacionales, etc.).

Las principales redes académicas que están en operación en México y que forman parte del SIRACYT se describen a continuación.

---

<sup>2</sup> Este protocolo funcionaba originalmente solo en sistemas IBM. En la actualidad existen emuladores de RSCS/NJE (remote spooling and communications subsystem) para otros ambientes como VAX/VMS, UNIX, etc.

<sup>3</sup> Esta familia de protocolos, que también se conoce como "INTERNET protocol suite", incluye principalmente a los protocolos TCP, IP, FTP, SMTP y TELNET [6].

### RED UNAM.

Es la red de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ofrece servicios de cómputo a las instalaciones localizadas en la cd. de México y en otras ciudades de la república. Cuenta con enlaces hacia otras universidades y centros de investigación nacionales y tiene en operación un enlace internacional. Sus principales características son:

- Red con enlaces terrestres y vía satélite (SCPC).
- Velocidad de 64kbps en los enlaces vía satélite.
- El punto principal se localiza en la cd. de México.
- Cuenta con servicios de voz y datos.
- Ofrece servicios de BITNET e INTERNET.
- Tiene un enlace internacional, vía satélite a 64 Kbps, hacia NCAR en Boulder, Colorado.
- Actualmente tiene enlaces nacionales con las siguientes características:
  - \* CICESE (64 Kbps, vía satélite)
  - \* CINVESTAV ( 9600 bps, terrestre, RSCS/NJE)
  - \* IIE (9600, terrestre)
  - \* ITAM (9600 bps, terrestre, TCP/IP)
  - \* ITESM (64 Kbps, vía satélite, TCP/IP)

A corto plazo, se tiene planeado tener un enlace con la UAM (64 Kbps - RDI) y cambiar el enlace con el CINVESTAV por un enlace a 64 Kbps a través de la RDI de TELMEX.

### RUTYC.

Es una red patrocinada por la SEP para interconectar a las universidades estatales. Sus principales características son:

- Red con topología de estrella. El punto principal se localiza en la SCT.
- Enlaces vía satélite a 64 kbps.
- Red basada en los protocolos TCP/IP.
- Ofrece servicios de correo electrónico, transferencia de archivos y acceso remoto.

Actualmente la red está bajo pruebas y se espera que próximamente esté en operación. Por otro lado, se está buscando la mejor opción para interconectarla con la red MEXNET y con CONACYT.

### RED CICESE.

Esta red está instalada en el CICESE en la cd. de Ensenada, Baja California. Algunas de sus características son:

- Cuenta con un enlace nacional, vía satélite a 64 Kbps, hacia REDUNAM.
- Tiene en operación un enlace internacional a 64 Kbps con el SDSC en San Diego, California.
- Ofrece servicios de INTERNET.

### MEXNET.

La asociación MEXNET tiene como principal finalidad la creación de una red de comunicación que facilite el intercambio de información no comercial entre instituciones académicas, centros de investigación y entidades que impulsen la investigación y el desarrollo tecnológico. Además, pretende integrar esta red con otras redes similares en México y en otros países.

MEXNET está basada en diversos protocolos como TCP/IP (DDN), RSCS/NJE (IBM), DECNET (DEC) y sus nodos están interconectados por enlaces desde 9600 bps hasta 64000bps. Actualmente cuenta con conexiones hacia las redes BITNET e INTERNET.

MEXNET es el resultado de la iniciativa de algunas instituciones públicas y privadas para planear e integrar una red de cómputo a nivel nacional a partir de los medios de comunicación ya existentes entre algunas de éstas.

Los servicios proporcionados a los usuarios de MEXNET son los siguientes:

- Correo electrónico (individual y a través de grupos de interés).
- Transferencia de archivos (programas, documentos, datos).
- Acceso a servidores de archivos y servicios de información.
- Envío de mensajes interactivos.
- Acceso remoto.

Los servicios de información se proporcionan a través del CIM (Centro de Información de Mexnet) localizado en el ITESM campus Monterrey.

Para ser miembro de MEXNET se deben cumplir 3 requisitos:

- Ser una institución dedicada a la educación, investigación y/o desarrollo tecnológico.
- El consejo directivo debe aprobar la solicitud.
- Se debe pagar la tarifa indicada.

Las instituciones integrantes de MEXNET (hasta junio de 1992) son: ITESM, ITESO, ITAM, LANIA, UDLA, UDEM, U. de Guadalajara, IPN, CIQA, CPC, U. de Guanajuato, Instituto Tecnológico de Mexicali, UAC y U. Veracruzana. En total suman unos 500 000 usuarios.

De las redes integrantes de MEXNET, destaca la RED ITESM que ofrece servicios a sus instalaciones localizadas en la cd. de México y otras ciudades de la república. Sus principales características son:

- Red con enlaces terrestres y vía satélite (SCPC).
- Velocidad de 64 Kbps en los enlaces vía satélite.
- El punto central de la red satelital está ubicado en la cd. de México.
- Cuenta con servicios de voz y datos.
- Ofrece servicios de BITNET e INTERNET.
- Tiene un enlace internacional vía satélite, a 64 Kbps, desde el edo. de México hacia NCAR en Boulder, Colorado.
- Tiene un enlace internacional terrestre, a 64 Kbps, desde Monterrey hacia ANS en Houston, Texas.
- Tiene un enlace internacional terrestre, a 28.8 Kbps (3 x 9600), desde Monterrey hacia la UTSA.
- Cuenta con enlaces nacionales hacia REDUNAM (64 Kbps), UDLA, IPN, ITESO, UDG, UAC.
- Otros enlaces a corto plazo con LANIA y CIQA.

Además de los enlaces internacionales del ITESM, MEXNET cuenta con un enlace internacional terrestre (a 64 Kbps) desde el Instituto Tecnológico de Mexicali hacia SDSU en Calexico, California.

MEXNET planea a futuro, incrementar la velocidad de sus enlaces internacionales a 2Mbps y contar con conexiones hacia CONACYT y RUTYC. A corto plazo espera contar con un enlace terrestre (a 64 Kbps - RDI) hacia la UAM (a través del IPN). Por otro lado, planea un enlace terrestre (a 64 Kbps - RDI) con el CINVESTAV (a través de la UDLA). Un resumen de los estándares técnicos de MEXNET se muestra en el apéndice B.

#### RED CONACYT.

El CONACYT, coordinador del SIRACYT, cuenta con un enlace internacional vía satélite a 64 Kbps hacia NCAR en Boulder, Colorado. A través de éste ofrecerá servicios de INTERNET.

Se planea que a futuro se tenga un enlace internacional terrestre, a 2 Mbps, hacia la cd. de México para proporcionar un acceso a INTERNET más eficiente. Además se espera que el SIRACYT cuente con una mayor cantidad de enlaces terrestres a través de la RDI (Red digital integrada) de TELMEX para sustituir a los enlaces vía satélite.

## **OTRAS REDES.**

### **RED SATEX**

La red SATEX, creada por iniciativa del IMC (Instituto Mexicano de las Comunicaciones), tiene como finalidad proporcionar servicios de voz y datos a diversas instituciones nacionales involucradas en proyectos comunes de investigación y desarrollo tecnológico.

Esta red está constituida por 7 estaciones terrenas (nodos) enlazadas a través del satélite Morelos. El nodo principal está localizado en el IMC (entidad encargada de la operación y administración de la red). Los nodos restantes se ubicarán en las siguientes instituciones: UNAM, CICESE, IPN, IIE, INAOE y UAP. Actualmente ya están en operación los nodos del IMC, UNAM y CICESE.

Las características de la red SATEX se resumen a continuación:

- Topología : Estrella.
- Número de nodos : 7 nodos en la fase inicial.
- Servicios en su fase inicial: Transmisión de voz y datos.
- Servicios a futuro: Transmisión de voz, datos y video.
- Velocidad de transmisión: 64 Kbps en su fase inicial. (En el futuro de incrementará para soportar las señales de video).
- Técnica de acceso al satélite: FDMA/SCPC. (En el futuro se buscará interconectar la estación maestra a otras redes mediante acceso TDMA).

#### **Estructura de los nodos.**

Cada nodo deberá contar con los siguientes bloques:

- Antena, amplificador de bajo ruido (LNA) y amplificador de potencia.
- Modem.
- Multiplexor/Codificador.

El multiplexor seleccionado permitirá manejar hasta 4 canales de voz que internamente comprime y codifica para que puedan enviarse combinados con un canal de datos a través del enlace satelital. Los canales de voz podrán conectarse a un conmutador telefónico mientras que el canal de datos podrá manejar un puente para interconectar las Redes de área Local (LANs), localizadas en los lugares de los nodos, a través de la red de cobertura amplia (WAN).

#### **Futuro de la RED SATEX.**

La RED SATEX, además de ofrecer servicios de comunicación entre sus nodos, permitirá también el desarrollo y/o adaptación de nuevas tecnologías involucradas en las comunicaciones vía satélite como:

- Sistemas de compresión y codificación de voz.
- Sistemas de compresión y codificación de video.
- Sistemas de Videoconferencia.

El IMC planea que a futuro SATEX pueda soportar más usuarios, que cuente con servicios de videoconferencia y que se conecte a otras redes académicas nacionales.

### REFERENCIAS.

- [1] "Data and Computers Communications".  
third edition.  
William Stallings  
Macmillan Publishing Company  
1991
- [2] "Research Computer Networks and their Interconnection"  
L. H. Landweber, D.M. Jennings, I. Funchs  
IEEE Communications Magazine, vol. 24, N°6, Junio 1986, p. 5-17
- [3] "Notable Computer Networks"  
J.S. Quaterman, J.C. Hoskins  
Communications of the ACM, vol. 29, N°10, Octubre 1986, p. 932-971
- [4] "Diversity- Accesibility and Adaptability - Data Communications needs for higher education"  
D. D. Cowan, S.L. Fenton, A. Pitman, T.M. Stepien  
International Conference on Communications, 1988, p. 1576-1580
- [5] "Bitnet Overview"  
Bitnet Network Information Center  
Noviembre, 1991.
- [6] "INTERNET - Getting Started"  
SRI International  
Network Information System Center  
Mayo, 1992.

## APENDICE A

### ACRONIMOS

ANS : Advanced Network ans Services, Inc.  
CICESE : Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. (Ensenada, Baja California)  
CINVESTAV: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados de IPN. (cd. de México y otras ciudades).  
CIQA : Centro de Investigación en Química Aplicada.  
CONACYT : Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.  
CPC : Colegio de Postgraduados de Chapingo. (Chapingo, Estado de México)  
IIE : Instituto de Investigaciones Eléctricas. (Cuernavaca, Morelos).  
IPN : Instituto Politécnico Nacional. (cd. de México principalmente)  
ITAM : Instituto Tecnológico Autónomo de México. (cd. de México)  
ITESM : Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (varias ciudades)  
ITESO : Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. (Guadalajara, Jalisco)  
LANIA : Laboratorio Nacional de Inteligencia Artificial.  
NCAR : National Center for Atmospheric Research. (Boulder, Colorado)  
RDI : Red Digital Integrada.  
SCT : Secretaría de Comunicaciones y Transportes.  
SDSC : San Diego Supercomputer Center Network (San Diego, California)  
SEP : Secretaría de Educación Pública.  
SIRACYT : Sistema Nacional de Redes Académicas para la Ciencia y la Tecnología.  
TELMEX : Teléfonos de México.  
UAC : Universidad Autónoma de Coahuila (Coahuila, Saltillo)  
UAM : Universidad Autónoma Metropolitana. (cd. de México)  
UAP : Universidad Autónoma de Puebla. (Puebla, Puebla)  
UDLA: Universidad de las Américas. (Puebla)  
UNAM : Universidad Nacional Autónoma de México. (cd. de México principalmente)  
UTSA : University of Texas at San Antonio.

## APENDICE B

### ESTANDARES TECNICOS DE MEXNET.

Los estándares técnicos de MEXNET se pueden clasificar en 4 grupos:

- Conectividad de la red principal ("backbone").
- Conectividad de redes y nodos secundarios.
- Servicios básicos.
- Características de enrutamiento.

Estos estándares se deben seguir para la interconexión de redes y nodos con MEXNET. En el interior de las redes participantes solo se recomiendan.

#### SERVICIOS BASICOS

Servicio	Características obligatorias	Recomendaciones
Correo electrónico	<ul style="list-style-type: none"><li>- Si el nodo está conectado con TCP/IP, deberá soportarse SMTP.</li><li>- Si el nodo está conectado con RSCS/NJE, se emplearán los servicios de correo electrónico de BITNET y se deberá tener capacidad para enrutar correo hacia otras redes.</li></ul>	Si se tienen conexiones hacia otros tipos de redes se sugiere tener "gateways" para enrutar mensajes.
Transferencia de archivos	<ul style="list-style-type: none"><li>- En los nodos conectados con TCP/IP se deberá soportar FTP.</li><li>- En los nodos conectados con RSCS/NJE se usarán los servicios de transferencia de archivos de BITNET (comando SEND/FILE)</li></ul>	Se sugiere tener una computadora que cuente con archivos de dominio público y que permite una entrada "anónima"
Sesiones remotas	<ul style="list-style-type: none"><li>- En los nodos conectados con TCP/IP se deberá soportar TELNET.</li><li>- En los nodos conectados con RSCS/NJE no se soporta este servicio</li></ul>	Soportar, al menos, emulación de VT100 e IBM 3270

### CONECTIVIDAD DE LA RED PRINCIPAL (BACKBONE)

Elemento	Características obligatorias	Recomendaciones
Nodo Primario	- Equipo dedicado a la recepción de correo. - Operación 24h/365 días	
Líneas entre nodos primarios	Enlaces a 64 Kbps mínimo	Se prefieren las líneas terrestres que los enlaces vía satélite. Si es posible contar con rutas alternas
Protocolos	Los enrutadores que se utilicen en la conexión deben soportar TCP/IP e IGRP.	Si es posible, los enrutadores deberán soportar agentes SNMP para la administración.

### CONECTIVIDAD DE REDES Y NODOS SECUNDARIOS.

Elemento	Características obligatorias	Recomendaciones
Nodo Secundario	Debe operar un mínimo de 20h/365 días.	Equipo dedicado a la recepción de correo
Líneas entre nodos secundarios y de un nodo primario a un nodo secundario.	Enlace con capacidad mínima de 9600 bps.	Se prefieren las líneas privadas que las líneas conmutadas.
Protocolos	Protocolos compatibles con el nodo al que se conecten.	Se prefiere usar TCP/IP y enrutadores. Sin embargo, es posible emplear RSCS/NJE (para BITNET).

## CARACTERISTICAS DE ENRUTAMIENTO

	Características obligatorias	Recomendaciones
Conexiones con TCP/IP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el nodo es primario, se deberá soportar IGRP.</li> <li>- Si el nodo es secundario y no soporta IGRP, se deberá tratar de usar RIP o enrutamiento estático.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contar con mecanismos para evitar trayectorias cerradas.</li> <li>- Si el enlace tienen capacidad de 64 Kbps o mayor, es recomendable usar BITNET II (por el mismo enlace se envía tráfico RSCS/NJE) para reemplazar enlaces NJE independientes.</li> </ul>
Conexiones con RSCS/NJE	<p>Las rutas estáticas deberán coordinarse con el CIM. Las tablas se distribuirán mensualmente.</p>	

Gonzalo Alfredo Romero Borda  
 8320953. TDCI25 E.F.  
 8/30/98

$$1 \text{ a) } \mu = (1 - \beta) \lambda$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{\mu}{1 - \beta}$$

$$b) \rho = \frac{\sum A^t / N^t}{\sum A^t / N^t}$$

$$5 < A = 40 < 50 \Rightarrow N = 55 + 1,17A = 52$$

$$c) \rho = \mu(1 - \beta) = \lambda(1 - \beta) = 9,06 = 9,06 * 1,17 = 54,75$$

$$\rho_{an} N = 52$$

$$\rho_{ij} = \frac{\sum A^t / N^t}{\sum A^t / N^t} \approx 0,99 \rightarrow 1 - \rho = 0,03$$

$$\lambda = 2$$

$$\Rightarrow \rho = 0,06 \text{ f/s}$$

$$1 \rho \rightarrow 9,120 \text{ b}$$

$$\lambda \rightarrow 0,02$$

$$\Rightarrow \rho = 54,75 \text{ f/s}$$

$$\frac{2,57}{2}$$

$$\mu = 0,55 \rightarrow \rho = \frac{\mu}{1 - \beta}$$