

Tipo de artículo: Artículo original

Propuesta de diseño de una red LAN para el Hospital Pediátrico Universitario Borrás-Marfán

Design proposal for a LAN network for the Borrás-Marfán University Pediatric Hospital

Daymi Wong Pérez^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-2533-1469>

¹ Servicios Informáticos, Softel, La Habana, Cuba. Correo electrónico: daimi@softel.cu

* Autor para correspondencia: daimi@softel.cu

Resumen

La informatización en el sector de la Salud en Cuba, constituye una de las claves del Programa Estratégico de Informatización del Ministerio de Salud Pública (MINSAP). Este programa es implementado por etapas en los procesos de salud y abarca todas las instituciones pertenecientes al sector (asistenciales, docentes, investigativas, empresariales). Su objetivo consiste en incrementar la calidad y optimizar los servicios a la población a partir del impacto de la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Para lograr esta meta se trabaja de forma integrada y sistemáticamente en tres principios fundamentales, la infraestructura, las soluciones informáticas, la formación y capacitación de los recursos humanos. El Hospital Pediátrico Universitario Borrás-Marfán, como parte de esa estrategia, se propone el uso de herramientas como el Sistema de Gestión Hospitalaria “Galen Clínicas”, que facilita la gestión de la información asociada a los pacientes y procesos en la institución; así como otras mejoras que agilicen su quehacer diario. Sin embargo, no dispone de una infraestructura en su red que le permita dar respuesta a esas metas trazadas. El presente artículo pretende realizar una propuesta de diseño de la red, incorporando mejoras a la misma, de forma tal que la disponibilidad de los servicios propuestos llegue a todas las áreas.

Palabras clave: LAN network, Computer network, telecommunications, design.

Abstract

Computerization in the Health sector in Cuba constitutes one of the keys of the Strategic Computerization Program of the Ministry of Public Health (MINSAP). This program is implemented in stages in the health processes and covers all institutions belonging to the sector (care, teaching, research, business). Its objective is to increase the quality and optimize services to the population based on the impact of the use of information and communication technologies (ICT). To achieve this goal, we work in an integrated and systematic way on three fundamental principles: infrastructure, computer solutions, training and training of human resources. The Borrás-Marfán University Pediatric Hospital, as part of this strategy, proposes the use of tools such as the “Galen Clínicas” Hospital Management System, which facilitates the management of information associated with patients and processes in the institution; as well as other improvements that streamline your daily work. However, it does not have an infrastructure in its network that allows it to respond to those outlined goals. This article aims to make a network design proposal, incorporating improvements to it, in such a way that the availability of the proposed services reaches all areas.

Keywords: LAN network, Computer network, telecommunications, design.

Recibido: 12/11/2022

Aceptado: 28/03/2023

En línea: 01/04/2023



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Introducción

En la actualidad, las tecnologías de la Información y las telecomunicaciones se aplican en la mayoría de los campos de acción de la vida diaria. La velocidad de los cambios tecnológicos provoca que las instituciones necesitan cada vez más compartir información y recursos. Una de las tecnologías más destacadas en solventar dichas necesidades la constituyen las redes de computadoras.

Una red de computadoras es básicamente un grupo de computadoras interconectadas entre sí, que pueden compartir recursos e información. La interconexión entre ellas se puede realizar a través de cableado o en forma inalámbrica mediante ondas de radio (Zander et al., 2007), (Shenker et al., 1996).

Hay diferentes tipos de redes, y cada una apunta a satisfacer las necesidades del medio donde se encuentre. Una forma de clasificar las redes es teniendo en cuenta su distribución geográfica (Quarterman & Hoskins, 1986), (Roberts, 1967). En el presente trabajo se hace referencia a la red LAN (del inglés Local Área Network). La red de área local es aquella que tiene cerca sus computadoras, ya sea en la misma habitación, en diferentes pisos o en edificios cercanos de una misma ciudad.

Materiales y métodos

Análisis del estudio

Análisis y estudio de la organización donde se implantará la futura red

El Hospital Pediátrico Universitario Borrás-Marfán tiene la misión de brindar atención especializada en Pediatría y sus servicios se encuentran dirigidos fundamentalmente a esta especialidad, además de dar atención colateral a otras patologías relacionadas con otras especialidades (Jain et al., 1998). Para ello dispone de un edificio destinado a la Consulta Externa, con una infraestructura que consta de 6 plantas, compuestas por un conjunto de áreas distribuidas en cada una de ellas (Gerla & Kleinrock, 1977).

El proceso de informatización del centro, en estos momentos, tiene como eje principal la implantación del Sistema Gestión Hospitalaria Galen Clínicas, con el fin de automatizar sus consultas y las actividades asociadas a estas. Por tal motivo, se hace necesaria la conectividad a la Red de Área Local en todas las áreas participantes.

Inicialmente se comenzará con la consulta multidisciplinaria de Neurodesarrollo, en la que intervienen las especialidades de: Psiquiatría, Psicología, Logopedia, Neurología, Genética y Rehabilitación. Se incluye además el Control de Turnos, para la programación de las consultas y la Inscripción de los pacientes, así como el departamento de Estadísticas para la obtención de las salidas que se generan.



Las áreas antes mencionadas se encuentran ubicadas en el Sótano y las dos primeras plantas, considerándose las mismas el objeto de atención del presente estudio.

Para identificar la distribución adecuada de los puntos de red, así como la viabilidad y ventajas que puede ofrecer el montaje de una red de datos, se hace necesario recolectar información que amerite este tipo de conclusiones.

Distribución física de las áreas

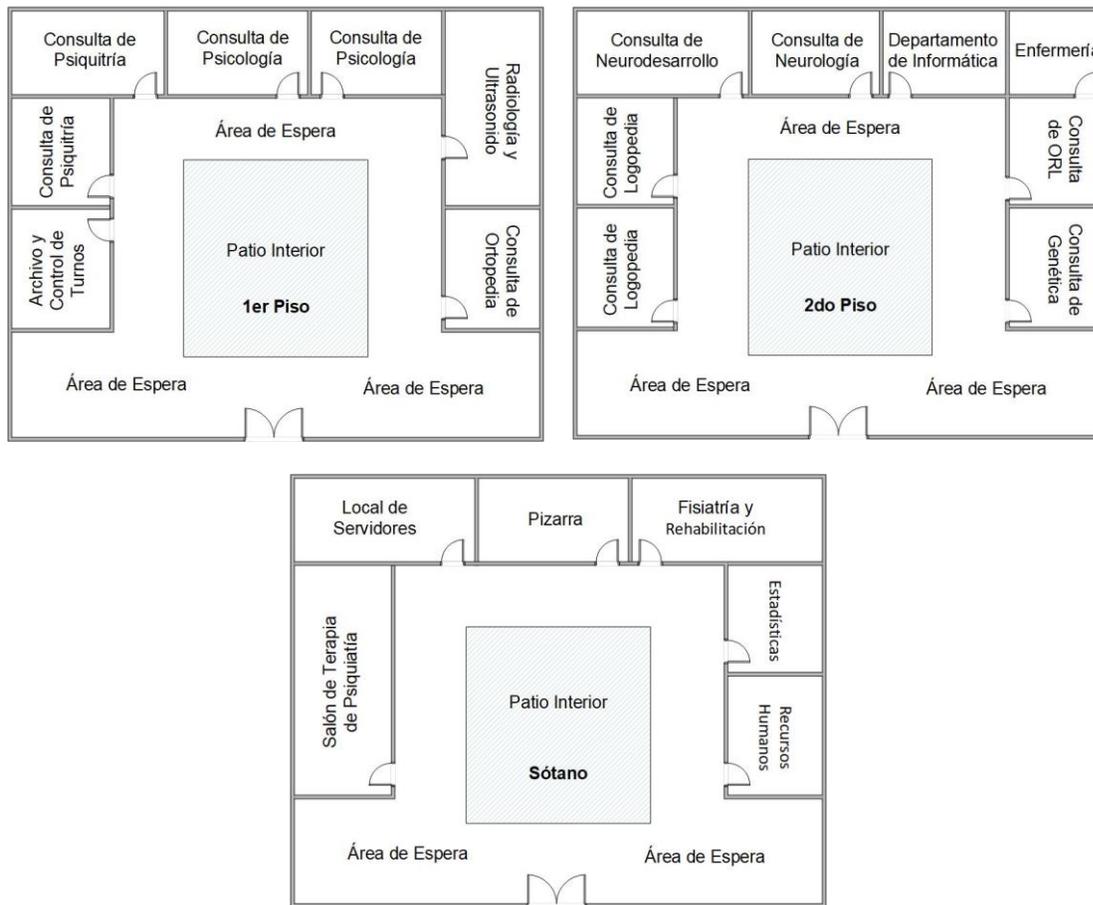


Figura 1: Distribución física de las áreas.

Resultados de las Encuestas

Esta etapa se pretende identificar el grado de aceptación que tienen los usuarios sobre el sistema actual y que tan viable se observa su reemplazo, así como las características que este debe poseer. Para lograr ese propósito se



visitaron las diferentes áreas del centro, escuchando al personal que labora en él, exponer sus criterios. Los resultados de los interrogatorios y la observación directa, se presentan a continuación.

- El equipamiento existente no cubre todas las áreas y en algunos casos no existe conectividad a la Red. Las máquinas que se encuentran conectadas no se ven entre ellas ni tienen acceso a navegación de ningún tipo (Intranet, Internet). Se utilizan con el único fin de elaborar documentos, estadísticas, aplicar test a los pacientes, entre otras funciones locales.
- Generalmente la comunicación entre departamentos, a través de medios digitales son limitados y el intercambio de información se realiza mediante el uso de dispositivos extraíbles (memorias USB, CD's, entre otros) o medios impresos (fotocopias, impresiones).
- La institución no cuenta con ningún equipo de cómputo que sea de Arquitectura Servidor, sólo con PCs convencionales, que no están preparadas para trabajar todos los días a la semana. Por esa razón, tampoco dispone de servicios que necesitan tales requerimientos, como es el caso de un Servidor de Dominio, que permita el control de los usuarios y grupos de usuarios de la Red, Servidores de Correo, DNS, DHCP, Chat interno, entre otros.

Equipamiento existente

El Hospital cuenta con un conjunto de dispositivos distribuidos en las distintas áreas. Dispone de 14 equipos de cómputo con sistema operativo WINDOWS y 1 impresora en la consulta de Neurodesarrollo.

Tabla 1. Equipos de Cómputo Existentes

Departamento	Recursos
Sótano	
Fisiatría y Rehabilitación	2 PC
1er Piso	
Control de Turnos	1 PC
Psiquiatría	2 PC
Psicología	1 PC
Radiología y US	1 PC
2do Piso	
Logopedia	2 PC
Neurodesarrollo	1 PC 1 Impresora
Neurología	1 PC
Informática	1 PC
Otorrino	1 PC



Genética	1 PC
----------	------

Resultados y discusión

1. Proyección inicial de la futura red

En el local se Servidores que se encuentra en el Sótano, se montará una troncal o backbone que unirá los switches de todas las plantas. El cable de red que une los switches será de un color diferente al que llegue desde los puntos de red a cada armario, siendo posible distinguir entre el cableado de la troncal que une los switches y el cableado que forma la red de los puestos de trabajo. Por otro lado, los puntos de red de cada planta se unirán a su switch correspondiente en esa misma planta.

La troncal atravesará el forjado del edificio longitudinalmente desde el Sótano hacia arriba. Este despliegue será sencillo puesto que los armarios que formarán los nodos de la troncal se colocarán estratégicamente para que queden unos encima de otros entre plantas.

El cableado irá por el falso techo, desde cada nodo hasta los departamentos, y desde ahí seguirá en canaletas paralelas de manera vertical, desde el techo hacia un punto a la pared, y de la pared se extenderá de manera horizontal por cada puesto de trabajo.

Tomando como fundamento la necesidad de existir al menos un punto de datos en cada una de las áreas involucradas y que sea incrementada la cantidad de computadores de ser necesario, se propone la siguiente distribución:

- Agregar 1 PC y 1 impresora en el departamento de Control de Turnos, debido a que se incrementarán las funciones que realiza, al pasar algunos procesos a la red.
- Agregar 1 PC en Psicología, 1 PC y 1 impresora Estadísticas, por no disponer de equipamiento y ser áreas priorizadas en la implantación inicial.
- Adquirir 3 servidores para el Nodo Central, dos de ellos destinados a los servicios de: Servidor de Dominio con el fin de controlar el acceso a los recursos de la Red a determinados usuarios y grupos de usuarios, DNS, DHCP, Correo, entre otros. El tercero se destinará al Sistema de Gestión Hospitalaria Galen Clínicas.
- Adquirir 1 PC que se utilizará como Firewall Externo.

El proceso de montaje e instalación de la red, requiere de un conjunto de elementos, entre los cuales se consideran los elementos expresado en la tabla 2:



Tabla 2: Elementos del montaje de la red.

Elemento	Cantidad
Rack	1
Armario o Gabinete	3
Router de 4 puertos	1
Switch de 24 puertos Capa 3 de 1 GigaBit	1 (Principal)
Switch de 24 puertos Capa 2 Gestionable de 1 GigaBit	3 (uno para cada piso)
Switch de 12 puertos Capa 2 de 1 GigaBit	1 (servidores)
Servidor	3
Bobinas UTP cat 6	10
Cajas de conectores Rj45 (300)	3
Canaleta (51 mts)	50
PC	4
Impresora	2
UPS para Servidores	1

Con la implantación del Sistema de Gestión Hospitalaria “Galen Clínicas”, se automatizarán un conjunto de procesos que lógicamente pasarán a la red. Entre ellos las inscripciones de pacientes, la gestión de historias clínicas, el control de turnos para Consultas Externas, la gestión de hojas de cargo de los médicos a partir del volcado de información que se recoge a los pacientes en las consultas, así como las estadísticas relacionadas a estos procesos.

Es válido destacar la importancia de contar con una comunicación acertada tanto de forma interna como externa, para poder llevar a cabo los objetivos y metas planteadas, más en la actualidad, donde los procesos de comunicación se han beneficiado enormemente con el crecimiento vertiginoso de la tecnología, que ha llevado a que éstos se realicen a través de medios digitales, reduciendo las barreras espacio-temporales y permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos tanto humanos como técnicos.

De igual manera las redes de telecomunicaciones se han convertido en una herramienta indispensable para cualquier centro, ya que facilitan el almacenamiento y transporte de información, aceleran la búsqueda y recuperación de los datos, simplifican la toma de decisiones, permiten compartir toda clase de recursos informáticos y representan múltiples posibilidades comunicativas entre usuarios, haciendo que la institución se vuelva más competitiva y eficiente para afrontar los retos en materia tecnológica del mundo actual y preste servicios de calidad que le permitan disfrutar de un mayor reconocimiento en su entorno social.

Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados es posible afirmar que la implementación de una red LAN en este centro será de gran beneficio, ya que contribuirá en gran medida al aprovechamiento máximo de los recursos computacionales que posee y a la disposición de nuevos servicios que mejoren y faciliten el desempeño laboral actual.



2 Etapa de diseño

Se ha seleccionado la Topología Estrella, tomando un conjunto de consideraciones que se fundamentan a continuación (Jain, 1998).

Una Topología Estrella o Red en Estrella es aquella en la cual las estaciones de trabajo están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de éste. Los dispositivos no están directamente conectados entre sí. Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. El nodo central en estas sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes (Bermond et al., 1995), (Ali & Kamoun, 1993).

Entre las ventajas que posee se encuentran:

- Limita el impacto de fallas: Cuando alguna computadora en la red no funcione correctamente no va a afectar al resto de la red, solo afectará el alcance local de esa computadora. Esta característica permite agregar, reemplazar o eliminar cualquier componente individual hacia y desde la red, facilitando la extensión de la misma sin tener que interrumpir su funcionamiento.
- Fácil administración y mantenimiento: Es muy fácil de administrar y mantener la red, porque cada nodo solo requiere un cable independiente. Es la más simple de todas las topologías en lo que a funcionalidad respecta.
- Mayor rendimiento y seguridad: Los paquetes de datos no tienen que atravesar varios nodos. El hecho que no haya colisión de datos incrementa su rendimiento al hacer que la transferencia de datos sea considerablemente más rápida. Además, el hecho que los paquetes de datos solo tengan que atravesar un máximo de tres puntos diferentes (computador A–concentrador–computador B) garantiza que los datos estén seguros.
- Gestión centralizada: La gestión de la red es centralizada, todas las computadoras dependen del dispositivo central. Esto significa invariablemente que cualquier problema que deje la red inoperable se puede rastrear en el concentrador central.

Seleccione el medio de transmisión a utilizar

La conexión entre el switch principal y el de los pisos será por fibra óptica y de estos a las estaciones de trabajo se utilizará cable UTP cat6. Para la organización y los recorridos de los cables se emplea canaleta plástica sin divisor central debido a que en ella solo van a transitar los cables de datos (Bharath-Kumar & Jaffe, 1983).



Seleccione el sistema operativo de red que se utilizará

Básicamente se utilizarán tres sistemas operativos: Proxmox en dos de los nuevos servidores propuestos, con el fin de lograr un mayor aprovechamiento de los mismos, a partir de virtualizar varios servicios en cada uno de ellos. Linux Debian 8 en el Servidor destinado a Galen Clínicas y Windows 10 en las estaciones de trabajo de los usuarios (Cohen et al., 2003).

Analizar la necesidad de utilizar técnicas de conectividad

Se dispondrá de un router para la conexión con internet, un switch principal de capa 3 al que estará conectado un switch de capa 2 gestionable para cada piso y uno dedicado a los servidores. A los switch de cada una de las plantas se conectarán las estaciones de trabajo de los departamentos de ese piso.

La imagen a continuación muestra el esquema físico de la red.

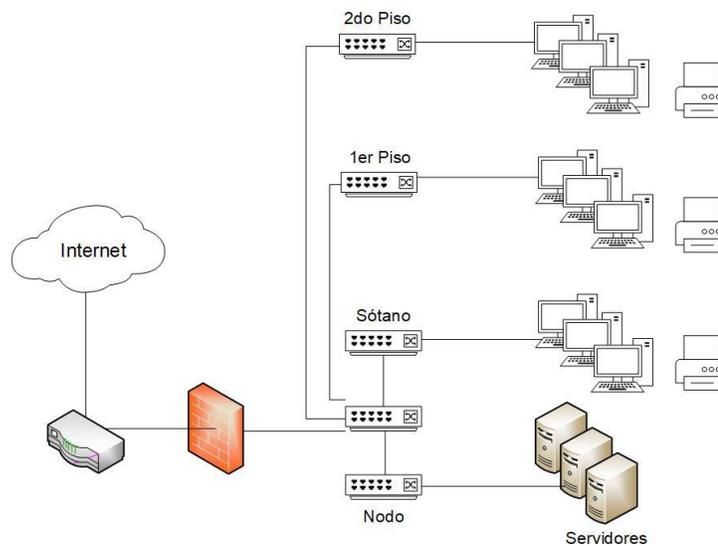


Figura 2. Distribución física de la Red.

Considere futuras extensiones de red

El proyecto prevé la implantación de un sistema flexible, escalable y ampliable con modificaciones de forma escalonada a lo largo del tiempo según las necesidades futuras del centro, dejando la puerta abierta para instalar nuevos sistemas y dar cobertura a futuras tecnologías que trabajen sobre la red local a implantar (Hesse et al., 1993).



Tener en cuenta las necesidades del personal involucrado en la red.

Las necesidades del personal involucrado serán cubiertas puesto que dispondrá de un conjunto de servicios que le permitirán bondades como: navegación, correo, compartir recursos en la red, automatizar procesos, entre otros.

Modificar, de ser necesario, el flujo de la información y seleccionar el software de aplicación

Como se explica en el acápite 1.2, con la implantación del Sistema de Gestión Hospitalaria “Galen Clínicas”, el flujo de información entre las áreas que se automatizan, será gestionado por esa vía.

Etapa de preparación de la solicitud de oferta y selección del vendedor

Debido a la condición de entidad pública que posee el centro, el proceso de selección de los proveedores de elementos y la selección de mano de obra se realiza a través de la oficina de contratación que es la encargada de dicho proceso.

3. Etapa de instalación y puesta en marcha

Para la verificación de los cableados de cobres se utiliza un verificador o Tester de cableado, en este se puede realizar verificación del cableado coaxial o UTP (Liu, 1978). Con esta herramienta de Hardware se puede diagnosticar cual es el problema que presenta el cableado. Se puede verificar si el cableado posee continuidad, se encuentra abierto, en cortocircuito o si el cable se encuentra con pares cruzados.

Instalar y probar el software

Desde el punto de vista del Software, se emplea la herramienta Network View, una aplicación enfocada a la administración de redes, que muestra de manera gráfica el esquema completo de la red LAN y los equipos que se encuentran conectados a ella, facilitando así su monitoreo.

Organizar el trabajo en la red

Se crean usuarios con roles tanto para el acceso a la red (Active Directory), como para el sistema Galen Clínicas, restringiendo a través de permisos las posibles acciones a ejecutar.



Realizar la prueba de todo el sistema

Finalizado los procesos de instalación y verificación de las conexiones, se procede a conectar los equipos y poner en funcionamiento la red, sin presentarse algún tipo de inconveniente.

Entrenar al personal vinculado a la red

La empresa Softel brindará el servicio de capacitación del personal en el uso del Sistema Galen Clínicas. Por su parte, el centro programará cursos básicos de capacitaciones elementales en el uso de la Red, para aquellos usuarios que deseen ampliar sus conocimientos.

Establecer las normas y procedimientos

El mantenimiento y reparación de los equipos se realiza por los informáticos del centro, en dependencia de los recursos que dispongan. Para ello tienen definido un período de rotación de chequeo a los equipos.

En cuanto al procedimiento de copias, se configura la ejecución de salvas automáticas, para que se realice con una frecuencia diaria, semanal y mensual en el servidor de Galen Clínicas y se copie automáticamente a una de las PC virtualizadas, destinada para ello. De igual modo se realiza mensualmente una salva de los nuevos servicios configurados.

Decidir cómo se realizará el período de transición al nuevo Sistema

La transición al Sistema Galen Clínicas se realiará por etapas, debido a que los resultados de las áreas dependen unos de otros. Se comenzará por la Inscripción y el Control de Turnos, siguiendo con las Consultas y por último el departamento de Estadísticas, que se nutre de los resultados de los datos que se introduzcan en el sistema. En principio la información se llevará en paralelo, en el sistema y de forma manual, hasta que exista una estabilidad en el sistema de forma tal que se pueda prescindir de papel. Para lograr este propósito la empresa Softel brinda el servicio de capacitación del personal y asesoramiento durante el proceso.

En el caso del resto de las bondades que brindará la Red, una vez implementada, la transición puede ser directa, dependiendo de las necesidades de los usuarios y la capacitación que tengan los mismos para hacer uso de las nuevas facilidades.



Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto reafirma que la implantación de una red de datos interconectada facilita los procesos de comunicación y el flujo de información entre las diferentes áreas del centro.

Las tecnologías actuales contribuyen a integrar los procesos administrativos, asistenciales, docentes e investigativos en red, de manera que se alcanza una mayor eficiencia en la utilización y control de los recursos, para que se logren servicios con mayor calidad en la satisfacción de la población, así como una oportuna y efectiva toma de decisiones.

Agradecimientos

Al programa académico Maestría en Informática Médica Aplicada de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Conflictos de intereses

La autora no posee conflicto de intereses.

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Daymi Wong Pérez.
2. Curación de datos: Daymi Wong Pérez.
3. Análisis formal: Daymi Wong Pérez.
4. Investigación: Daymi Wong Pérez.
5. Metodología: Daymi Wong Pérez.
6. Software: Daymi Wong Pérez.
7. Validación: Daymi Wong Pérez.
8. Visualización: Daymi Wong Pérez.
9. Redacción – borrador original: Daymi Wong Pérez.
10. Redacción – revisión y edición: Daymi Wong Pérez.

Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

Referencias



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**
(CC BY 4.0)

- Ali, M. K. M., & Kamoun, F. (1993). Neural networks for shortest path computation and routing in computer networks. *IEEE transactions on neural networks*, 4(6), 941-954.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/286889/>
- Bermond, J.-C., Comellas, F., & Hsu, D. F. (1995). Distributed loop computer-networks: a survey. *Journal of parallel and distributed computing*, 24(1), 2-10.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0743731585710027>
- Bharath-Kumar, K., & Jaffe, J. (1983). Routing to multiple destinations in computer networks. *IEEE Transactions on communications*, 31(3), 343-351. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1095818/>
- Cohen, R., Havlin, S., & Ben-Avraham, D. (2003). Efficient immunization strategies for computer networks and populations. *Physical review letters*, 91(24), 247901.
<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.91.247901>
- Gerla, M., & Kleinrock, L. (1977). On the topological design of distributed computer networks. *IEEE Transactions on communications*, 25(1), 48-60. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1093709/>
- Hesse, B. W., Sproull, L. S., Kiesler, S. B., & Walsh, J. P. (1993). Returns to science: Computer networks in oceanography. *Communications of the ACM*, 36(8), 90-101.
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/163381.163409>
- Jain, R. (1998). Congestion control in computer networks: trends and issues. *arXiv preprint cs/9809091*.
<https://arxiv.org/abs/cs/9809091>
- Jain, R., Ramakrishnan, K., & Chiu, D.-M. (1998). Congestion avoidance in computer networks with a connectionless network layer. *arXiv preprint cs/9809094*. <https://arxiv.org/abs/cs/9809094>
- Liu, M. T. (1978). Distributed loop computer networks. In *Advances in computers* (Vol. 17, pp. 163-221). Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065245808603927>
- Quarterman, J. S., & Hoskins, J. C. (1986). Notable computer networks. *Communications of the ACM*, 29(10), 932-971. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/6617.6618>



Roberts, L. G. (1967). Multiple computer networks and intercomputer communication. Proceedings of the first ACM symposium on Operating System Principles,

Shenker, S., Clark, D., Estrin, D., & Herzog, S. (1996). Pricing in computer networks: Reshaping the research agenda. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 26(2), 19-43.
<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/231699.231703>

Zander, S., Armitage, G., & Branch, P. (2007). A survey of covert channels and countermeasures in computer network protocols. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 9(3), 44-57.
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4317620/>

