



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



**Telemática
Séptimo semestre**

**Programa de la unidad didáctica:
Planificación de redes**

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

**Clave:
21144738**

Universidad Abierta y a Distancia de México





Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

índice

Unidad 1. Factores para la planificación de la red	2
Presentación de la unidad.....	2
Propósitos.....	5
Competencia específica.....	5
Logros	5
Unidad 1. Factores para la planificación de la red.....	5
1.1. Perspectivas de planeación de redes.....	6
1.1.1. Planeación de los servicios.....	6
1.1.2. Planeación por nivel de detalles.....	11
1.1.3. Evaluación de costos de implementación, y administración	16
1.1.4. Planeación jerárquica de la red.....	17
1.2. Planificación de infraestructuras.....	20
1.2.1. Recopilación de información general.....	20
1.2.2. Planeación de la estructura de red	24
1.2.3. Plataforma de modelado para la planificación de redes.....	27
Cierre de la unidad.....	36
Fuentes de consulta.....	38



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Presentación de la unidad

Como lo has podido observar en otras unidades didácticas como *Diseño y arquitectura de redes* o en *Comunicación en sistemas digitales*, las redes de telecomunicaciones tienen su origen en las redes de telegrafía, que posteriormente se ven desplazadas por las redes de telefonía fija. Es aquí, donde te podrás adentrar en la temática principal de estudio de la unidad didáctica, ya que es en las compañías telefónicas donde se originan las áreas especializadas en planeación de redes, y se da forma a los procedimientos, y recomendaciones para realizar proyectos de telecomunicaciones. Estos procedimientos han sido retomados por otras compañías que desean construir redes para ofrecer servicios, por ejemplo, redes de televisión por cable, Internet, telefonía celular, redes de banda ancha para servicios de datos, etc. En nuestro país un ejemplo palpable respecto a la planificación y el ofrecimiento de servicios surge a partir de la reforma en telecomunicaciones 2013: se puede observar en la infraestructura creada y operada por Telmex ©, de acuerdo a un artículo de Sigler (2013) en el que el autor menciona al respecto: "Ahora los demás operadores intentarán sacar provecho de esta nueva reglamentación, que puede obligar a la telefónica de Carlos Slim a arrendar su red de fibra óptica a rivales comerciales, con lo que empresas como Televisa©, Telefónica© o Axtel© podrían ofrecer servicios de Internet de banda ancha en lugares donde su propia red aún no llega"

Es importante mencionar que la planeación es un proceso dinámico, que se ve afectado por muchos, y variados factores, los cuales te serán expuestos durante esta unidad. Sin embargo, esos factores son afectados por condiciones especiales de cada proyecto de los cuales destacan:

- **Económico**

Es de suponer que la construcción de una red de telecomunicaciones es de costos elevados, y que la economía de las empresas es, de vital importancia, para la implantación de redes, por lo que esta condición puede influir en la planeación de una red. Si el caso fuera, y se pretende ofrecer servicios a clientes; también la economía de estos influye, porque el éxito del proyecto depende de la demanda de servicios por parte de los clientes. Esto hace que la economía presente e inmediata sea un componente por considerar en la planeación de redes.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

- **Servicios**

Los servicios que va a ofrecer la red se deben considerar en la planeación, porque puede ser un requisito para hacer negocio, o una oportunidad estratégica en la organización. Por otro lado, se esperaría como objetivo de la planeación, la posibilidad de trasportar nuevos servicios con un margen de crecimiento, y que anticipe futuras demandas. Los servicios son importantes en la planeación de la infraestructura de la red.

- **Tecnológico**

El constante avance tecnológico, ha hecho crucial la elección del tipo de tecnología a utilizar. Ejemplos del desplazamiento gradual de las viejas tecnologías incluyen el uso de la tecnología digital sobre la tecnología analógica, y el uso de enlaces de fibra óptica en lugar de cobre. Sin embargo, el uso de nuevas tecnologías tiene un riesgo, ya que éstas pudieran no estar bien probadas, y no cumplir con sus especificaciones; riesgo que, de ser bien evaluado, representa una ventaja en el éxito del proyecto.

- **Político**

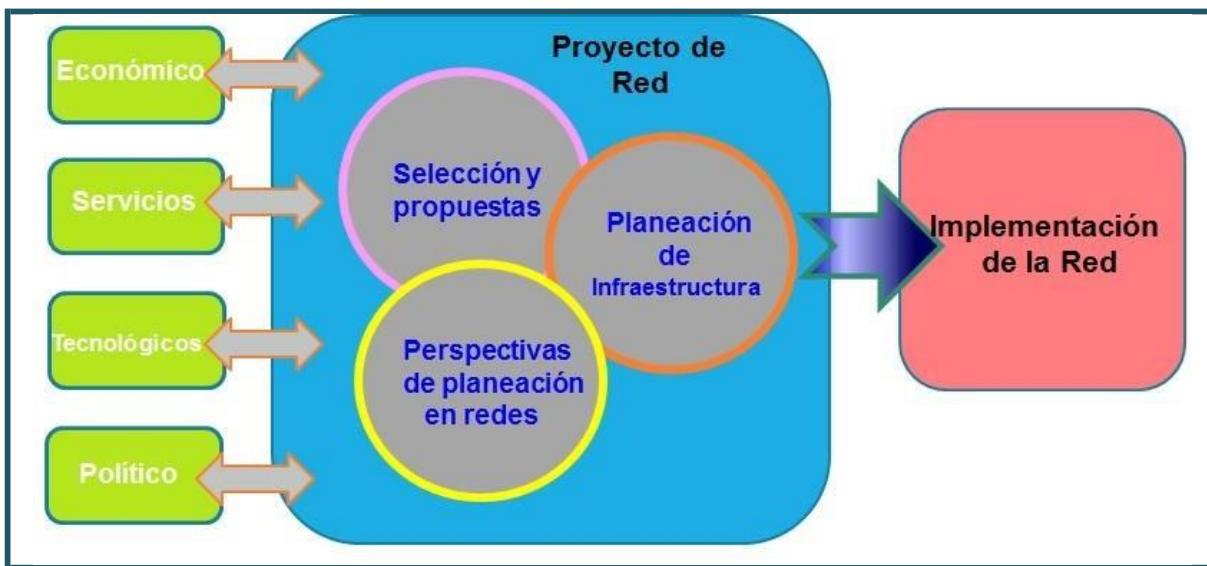
Las políticas internas de una empresa afectan la planeación de la red. Por ejemplo, algunas compañías, tiene como política, la compra de equipo de una marca especial, o que estén fabricados en determinado país. Otra política puede limitar la cantidad de recursos humanos y técnicos en funciones de telecomunicación entre otras. Sin embargo, alguna política externa o gubernamental, puede ser un elemento de oportunidad en la planeación de redes. Actualmente en México (año 2013), se tiene la posibilidad de implementar nuevas redes de televisión digital, hecho que es impulsado por una política de estado.

La figura siguiente muestra la Relación de los componentes, económico, servicios, tecnológico, y político que afectan los factores de la planeación, y la toma de decisión, para su posterior implantación.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red



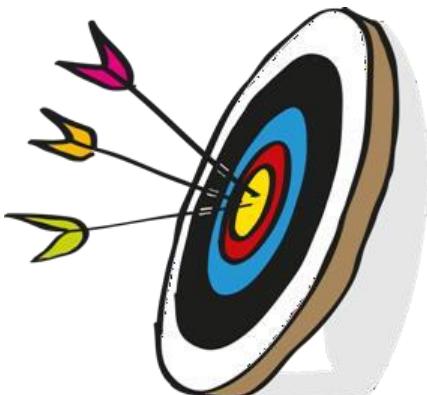
Relación entre los componentes, económico, servicios, tecnológico, y político con los factores de la planeación



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Propósitos



- Identificar las diferentes formas de concebir la planeación, reconociendo las diferentes visiones
- Seleccionar los elementos que te ayuden a crear argumentos sólidos, para crear propuestas dentro de un proyecto de red.

Competencia específica



Determina los factores que intervienen en la planeación para proyectar redes de telecomunicaciones considerando todas las perspectivas.

Logros

- Distingue las perspectivas en la planeación de servicios, por nivel de detalle, por jerarquía
- Interpreta los costos de implementación y administración de redes
- Investiga los elementos que constituyen la información general en la planificación de infraestructuras
- Selecciona los dispositivos que forman la estructura de una red
- Modelar matemáticamente la planeación de redes
- Determina los factores en la planificación de infraestructura de una red



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

1.1. Perspectivas de planeación de redes

En la planeación de redes podrás encontrar diferentes ópticas, y necesidades a cubrir las cuales tiene que ver con las diferentes áreas de negocios, como es una **Planeación por nivel de detalles**, donde el enfoque principal está orientado hacia lo administrativo, así como a lo referente a objetivos de la empresa, objetivos de negocios, y costos de implementación; otro tipo es la **Planeación de servicios** donde se privilegia las necesidad que tiene los usuarios, es decir, en esta planeación debes de preguntarte qué es lo que quieren los usuarios, qué necesito ofrecer para que mi red sea aceptada, ¿mi red está preparada para satisfacer las nuevas aplicaciones de comunicación?, el planteamiento considera incluso las que están de moda (por ejemplo, YouTube, Instagram, Facebook ©, si la política de la empresa lo permite), pagos en línea, demanda de aplicaciones de recreo (películas, música, juegos). En la planeación jerárquica el enfoque está primordialmente orientado hacia lo tecnológico, como cubrir aspectos técnicos, cómo se selecciona una tecnología a utilizar tomando en cuenta lo ya instalado, si es el caso; observar normas tecnológicas, limitantes tecnológicas, necesidades de instalación de los equipos, etc. En este primer tema se trata de mostrar las diferencias entre ellas y su relación, para la elaboración de un proyecto de red.

1.1.1 Planeación de los servicios

Los servicios de la vida cotidiana como el agua, la electricidad, el gas, el transporte, entre otros, permiten realizar nuestras actividades normalmente, la falla de ellos provoca pérdidas de tiempo, dinero, estrés, incumplimiento de nuestras responsabilidades. Los servicios de la red como, la misma conexión de red, el correo electrónico, la telefonía, poder pagar las tarjetas de banco en línea, observar una película, oír un concierto, realizar video conferencias, acceso a redes sociales, entre muchos, tienden a tener el mismo efecto nos ayudan cuando cumplen su función, pero nos generan problemas cuando fallan.

La planeación de las redes, desde el punto de vista de los servicios, tiene como objetivo poder garantizar, el uso de aplicaciones, es decir, que éstas, deberán de estar disponibles en momentos necesarios, cuando el usuario las requiera. Como se mencionó, la planeación de redes inició con la planeación de redes de telefonía fijas, donde el enfoque de la planeación consistía en ofrecer un solo servicio; en este sentido, solamente el servicio de telefonía. En aquellos días, si una empresa de telecomunicaciones deseaba ofrecer servicio de televisión por cable, se realizaba una planeación independiente para proyectar una red de televisión. En concreto, una planeación por red para un servicio en particular.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

En la actualidad existen las llamadas redes convergentes, que son redes que utilizan la misma infraestructura de comunicación, para ofrecer una gran variedad de servicios, y aplicaciones. Estas redes hoy en día funcionan por la similitud de los protocolos; por ejemplo: TCP/IP, que se encarga de la interconexión en la llamada red de redes (Internet), por otro lado, el aminoramiento de costos en componentes tecnológicos, como es el caso de la fibra óptica, que ha permitido la construcción de redes con mayor ancho de banda, incrementando la capacidad de la red para ofrecer muchos servicios.

La planeación de servicios consiste en realizar un análisis a detalle de todas las necesidades de servicios, y aplicaciones, que la red deberá de ofrecer en el futuro; considerando, nuevos y potenciales servicios.

Recomendaciones para la planeación de servicios. A continuación, se describen las recomendaciones establecidas en el manual de planeación de la Organización Internacional de Telecomunicaciones (ITU, 2005) a considerar, cuando se evalúan los posibles servicios, que correrán por la red que se está proyectando:

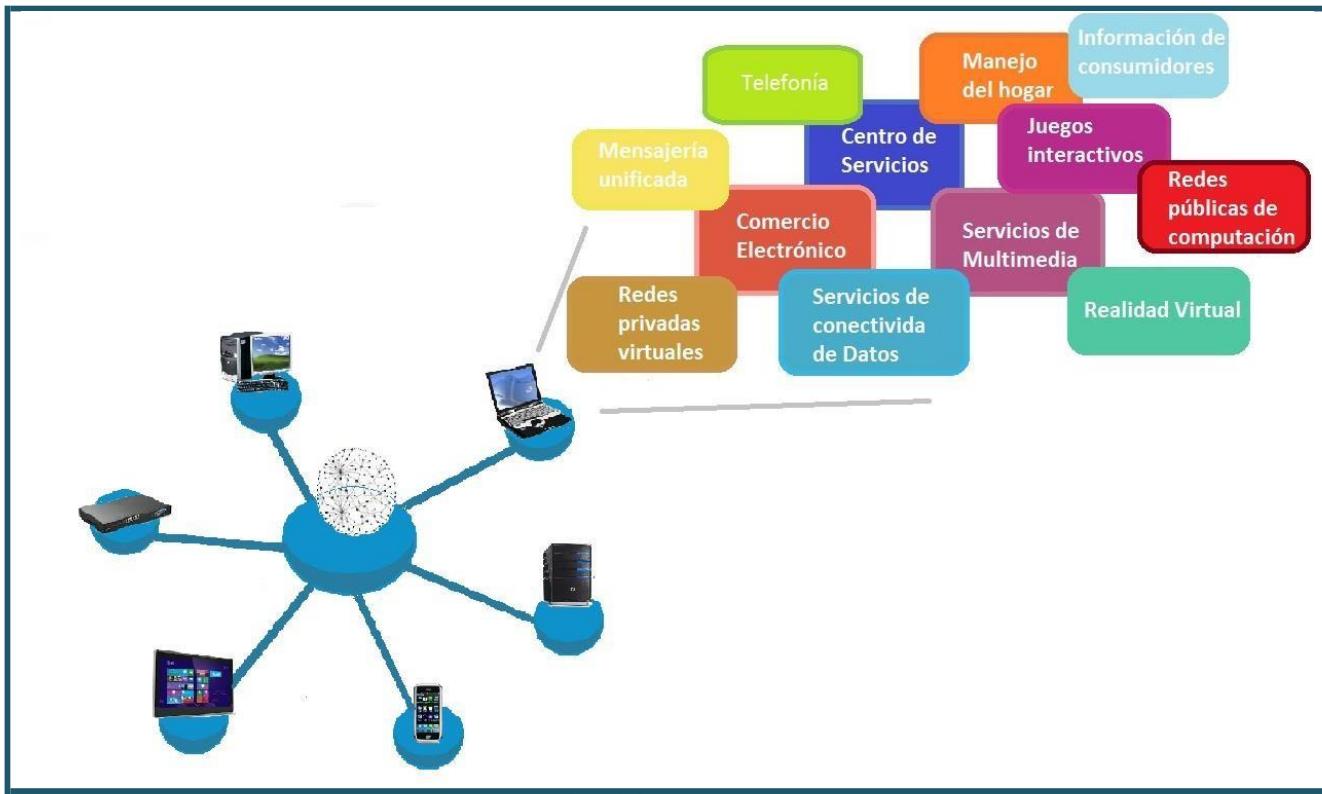
- Los servicios que se van a proporcionar a los usuarios de la red deberán de estar separados por funciones: De proveedores de servicios, de proveedores de red (Telmex©, AT&T©, Telcel ©, IZZI©, Total Play©), y de proveedores de contenido (YouTube©, Netflix©, Claro video©)
- Deberá de considerar los cambios inmediatos y futuro, en servicios, para la fácil incorporación de nuevos servicios que dependen de las tecnologías de red.
- Niveles en la calidad de servicios (QoS, *Quality of Services*), que permitan identificar la naturaleza de la información, ya que algunos servicios son afectados por problemas de demora, **jitter** (término inglés para fluctuación, se refiere a la variabilidad de los retardos durante el envío de señales digitales), pérdida de paquetes, fiabilidad, disponibilidad.
- Seguridad e integridad de la información. Es decir que se tenga la certeza de que la información es enviada, y recibida, sin cambios y faltantes, además de que solo sea recibida por las personas autorizadas para este fin.
- Rápido acceso a los servicios. Los usuarios de nuestra red esperan ingresar sin demora a los servicios que corren por nuestra red.
- Hay que considerar que los servicios deben de ser amigables, y económicos.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Tipos de servicios. Las redes del futuro trasportarán una gran variedad de servicios y aplicaciones, que ya son comunes en las redes de la siguiente generación. La figura *Servicios de la red* muestra una tabla de estos.



La figura *Servicios de la red* es una ilustración de como los servicios pueden ser demandados por diferentes dispositivos que utiliza el usuario de la red; teléfonos celulares, laptops computadores de escritorio, etc.

Estos tipos de servicios son:

- **Voz telefónica** – Aplicaciones de telefonía similares a la telefonía convencional, con características, como, reenvío de llamada, llamada en espera, traspaso de llamada.
- **Servicios de conectividad de Datos** – Que sea posible la conectividad de terminales finales (*Endpoints*) en tiempo real, junto con características de valor agregado (por ejemplo, el ancho de banda por demanda, administración de ancho de banda, control de acceso).
- **Servicios de Multimedia.** Donde exista la intención de voz, vídeo, y datos. Para que los usuarios interactúen entre ellos, mientras se les muestre información gráfica.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

- **Redes privadas virtuales** (*VPN, Virtual Private Network*)- Que permitan a las grandes organizaciones, interconectar sus redes privadas separadas geográficamente, utilizando redes públicas (como Internet), con mayor seguridad.
- **Redes públicas de computación** (*PNC, Public Network Computing*) Proporcionar servicios públicos de computación, para empresas, usuarios consumidores. El servicio de red pública podría proporcionar, capacidades de procesamiento, y almacenamiento, que facilite el montaje de servicios particulares, por ejemplo, para alojar una página web, o una tienda virtual con bases de datos, así como respaldar información en copias de seguridad, etc. Un esquema comercial similar es el ofrecido por **SkyDrive®**.
- **Mensajería unificada.** Capaz de soportar la entrega de mensajes por aplicación (WhatsApp, Telegram, SMS, MMS, correo de voz, correo electrónico, fax, a través de interfaces comunes, e independientes de los medios de acceso, es decir, teléfono fijo o móvil, ordenador, y dispositivos de datos inalámbrico.
- **Información de consumidores** (*Information Brokering*). Los consumidores de este servicio pueden recibir información con base a un análisis de preferencias, y patrones de comportamiento. Que implica la búsqueda, y suministro de información de posibles consumidores, que ayudarán a las empresas a dirigir sus campañas de ventas de productos.
- **Comercio Electrónico** (*E-Commerce*). Permite a los consumidores, el comprar bienes y servicios vía electrónica, a través de la red. Un ejemplo de esta categoría es la banca electrónica, así como las compras de productos desde el hogar en Amazon, Mercado libre, eBay.
- **Centro de Servicios** (*Call centre services*). Un cliente puede realizar una llamada centro de atención, haciendo un clic en la página Web (el agente del centro de atención puede estar localizado en cualquier parte, incluso en su casa, gracias al centro de servicios). El agente tendría acceso electrónico a los clientes, catálogos, e inventarios, y ordenar la información, que podría ser transmitido de ida y vuelta entre el cliente, y el agente.
- **Juegos interactivos.** Ofrece a los consumidores, juegos en línea (por ejemplo, PS5, XBOX serie X, video juegos, y otros).
- **Realidad Virtual.** Se refiere a las representaciones de bienes del mundo real, generados tecnológicamente, como, personas, lugares, experiencias, etc. En los que los participantes y los proveedores de la experiencia virtual están separados físicamente. Un ejemplo es el museo virtual del Louvre, el cual lo puedes visitar a través de la página <https://www.louvre.fr/es/visitas-virtuales>
- **Manejo del hogar** (*Home Manager*). Con el surgimiento en el hogar de electrodomésticos inteligentes, los servicios de manejo de hogar pueden supervisar y controlar los sistemas de seguridad, así como sistemas de energía, compra de alimentos, etc.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

En general, la satisfacción de los usuarios con la red depende principalmente de la disponibilidad de las aplicaciones, en términos de tiempo de respuesta, rendimiento y confiabilidad. Un ejemplo de éstos es cuando hacemos uso de Internet, al solicitar un servicio por medio de nuestro navegador, y la pantalla tarda en mostrar alguna respuesta, o cambio. En algunos servicios el tiempo de respuesta es crítico, como son los servicios interactivos en línea.

El contar con aplicaciones que colocan gran volumen de tráfico en la red, impacta en la velocidad de transmisión de la información a través de esta. Es decir, la red es rebasada en sus capacidades por el volumen de información a trasportar, con lo que se tiene un bajo rendimiento, que en forma global impacta a todo el sistema. Por lo que se recomienda programar la utilización de aplicaciones de alto volumen en períodos de baja demanda, que generalmente son después de las horas de trabajo.

La fiabilidad tiene que ver con la necesidad de contar con la red a todas horas, ya que existen servicios críticos, como son, servicios financieros, servicios de emergencia, y servicios de seguridad.

Necesidades de los usuarios. Para obtener la información con respecto a las necesidades de los usuarios es recomendable seguir el proceso siguiente:

- **Establecer perfiles de usuarios.** Los perfiles de usuario deben de tener similitudes en las aplicaciones que utilizan, un ejemplo es cuando en la planeación de servicios de red LAN, se parte de lo general a lo particular, por lo que, un perfil puede ser, Empleados, el cual tendrá aplicaciones como: correo electrónico, telefonía de voz IP, mensajería instantánea por aplicaciones, acceso a impresoras. Otro grupo puede ser el de Ingeniería, que además de los servicios de Empleados, tendrán aplicaciones especiales, como administración de redes, y servicio de video llamadas. Podemos crear el grupo de Diseño, los cuales requieren los servicios de Empleado, más el uso de sistemas operativos especiales, así como herramienta de diseño.
- **Entrevista directa con los usuarios.** Teniendo los perfiles establecidos, podemos ir a preguntar directamente, a los representantes de estas áreas, por sus necesidades inmediatas, y futuras. En algunas ocasiones ellos pueden darte elementos de análisis, ya que conocen por experiencia las limitantes de la red con respecto a sus aplicaciones.
- **Pruebas de laboratorio con usuarios.** De ser posible, ya que impacta en los costos, es recomendable realizar pruebas de laboratorio, donde los servicios sean altamente demandados, y posteriormente se evaluará en particular una aplicación, directamente por un usuario, para determinar umbrales de aceptación.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Las aplicaciones tienen diferentes demandas de ancho de banda que debemos de conocer para determinar las necesidades de la planificación de la infraestructura (Tema a tratar más adelante), así como determinar las necesidades por grupos de usuarios, con el pronóstico de estimar la demanda de ancho de banda en el futuro.

1.1.2. Planeación por nivel de detalles

Los avances tecnológicos en materia de redes de telecomunicaciones han alcanzado un gran avance en la última década, lo que deriva en una mayor complejidad de las redes, al incorporar en sus infraestructuras un gran número de protocolos que impactan en la oferta de nuevos, y variados servicios.

La planeación de redes, hoy en día, es una tarea compleja, que no tiene un número de pasos, o etapas a seguir; esta variedad depende de componentes, como son los económicos, políticos (internacionales, locales, así como empresariales), y el tecnológico. Por lo que, es necesario hacer un análisis por nivel de detalles, que permita entender mejor las necesidades de nuestros usuarios, y contribuir a los objetivos de la empresa, con el fin de tener una buena implementación, y fácil administración de la futura red.

Al conjunto de tareas o etapas a realizar, se le conoce también como **Planificación de Alto Nivel o Administrativa**. Este informe de proyecto es utilizado principalmente, para la toma de decisiones, y puede estar compuesto por las siguientes etapas:

1. **Objetivos de la red.** Es decir, plasmar por escrito los alcances que se pretende con la planificación de la red. Para lo cual, se deberá responder las preguntas, como: ¿El proyecto es diseñado para soportar las comunicaciones dentro de la empresa?, ¿para comunicaciones con proveedores y clientes (*business-to-business*) ?, ¿combinación de éstas?, ¿qué se comunicará; video, datos, voz?, ¿qué servicios y aplicaciones brindará la red propuesta?, ¿cuál es el periodo de tiempo para el proyecto propuesto?, ¿qué clases de servicios deben de ofrecer?
2. **Análisis inicial.** En el análisis inicial se requiere reunir toda la información disponible que te permita comprender el estado actual de la red desde el punto de vista tecnológico; así como la economía de los clientes, usuarios, y servicios. Conocer las soluciones que se han realizado en la red ante un escenario establecido. En algunas ocasiones por condiciones particulares del proyecto, se hicieron ajustes que requieren algún trato especial.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

En esta etapa, según las recomendaciones del manual denominado: **Planeación de redes de telecomunicaciones para la evolución de la arquitectura de red**, de la organización internacional de telecomunicaciones (*Telecom Network Planning for evolving Network Architectures by International Telecommunication Union*) deben de incluir:

- Problemas iniciales
- Recolección de información
- Definición de alternativas por escenario
- Soluciones por escenario

3. **Estudio de factibilidad.** La importancia del estudio de factibilidad radica en que, en esta etapa de la planeación, es posible realizar cambios importantes en el proyecto final, que garantice, el éxito del proyecto, y el cumplimiento de los objetivos, plasmados en la etapa 1.

El estudio deberá de incluir cálculo de costos que considere los gastos de implementación, y operación, sustentados con los posibles beneficios; además de un cronograma de las etapas de implementación, que considere tiempos suficientes para las tareas de implementación donde prevea posibles retrasos, y puntos críticos, así como incrementos en los costos finales a consecuencia de las demoras.

El estudio, además, deberá de considerar el llamado riesgo tecnológico; que consiste en presentar los posibles escenarios ante la elección correcta o incorrecta, de la tecnología a utilizar. Ya que la tecnología tiende a mejorar y esta pueden cambiar significativamente en el período de ejecución.

Las tareas específicas de esta etapa deben de incluir:

- Cronograma del proyecto
- Beneficios
- Costos de implementación
- Costos de operación y administración
- Costos por demora
- Riesgo tecnológico
- Regulación gubernamental (si aplica).



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Si el proyecto es validado, y se pretende ejecutar, las etapas a realizar son las siguientes:

4. **Análisis de requerimientos y diseño de la red.** En esta etapa se utiliza la información recabada en la **Planeación de los servicios**, ya que, con esta información, se tendrá perfectamente identificado que se va a transportar por nuestra red, si es: voz, datos, servicios web, comercio electrónico, etc.; así como la cuantificación en términos de anchos de banda que son elementos para considerar en la **Planeación de la infraestructura** (Tema que veremos más adelante).

El diseño de la red deberá de considerar todos los requerimientos, y objetivos de la red, así como garantizar la calidad de los servicios (QoS). Lo que nos ayudará a tener una mejor aceptación de las aplicaciones por parte de los usuarios; ya que éstos apuestan por contar con una red confiable, y que cubra sus necesidades. Se deben cumplir los requisitos de seguridad y fiabilidad, lo que influye en determinar la capacidad de los sistemas. De ser necesario determinar costos de los equipos, la transmisión y los servicios (incluido el apoyo y mantenimiento). Es posible que se reajusten los costos estimados en la etapa de estudio de factibilidad.

El análisis de los requisitos nos permite definir el tipo de tecnología a utilizar, como puede ser redes alambradas, redes inalámbricas o una combinación de ellas con lo que se tiene fundamento para elegir los equipos a utilizar en el diseño.

Las tareas de esta etapa son:

- Elegir tecnología a utilizar
- Determinar capacidades de los equipos

5. **Implementación.** En la etapa implementación, se tiene énfasis en que se cumplan los tiempos establecidos previamente para cada tarea a ejecutar, que consisten en la recepción y verificación de equipos y materiales conforme a cantidad, y especificaciones técnicas. Posteriormente, instalación de los equipos, y las pruebas iniciales en sitios pilotos que permita conocer la respuesta de los equipos en un ambiente controlado para medir el desempeño del sistema, y tiempos de respuesta al usuario. Las mediciones en los sitios pilotos nos dan un panorama de lo que se puede llegar a presentar cuando la red se opere a toda la capacidad, ya que la experiencia que se obtiene de los sitios pilotos permite la preparación para la puesta de funcionamiento de la red en su totalidad, identificando posibles fallas.

Esta etapa se puede incluir la capacitación, para los usuarios y operadores o de ser conveniente realizarla posteriormente, esto puede variar debido a las condiciones particulares de cada proyecto.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

La actividad principal del planificador en esta etapa es la de establecer un procedimiento de revisión sistemático para auditar el cumplimiento según el plan de diseño maestro. Si fuera el caso se puede regresar a tareas de las etapas anteriores para hacer ajustes. En concreto las tareas que se realizan en la implementación son:

- Recepción e inspección
- Instalación
- Sitios pilotos y pruebas
- Puesta en funcionamiento
- Capacitación

6. **Optimización y Verificación** Una vez que comienza en operación la red con todos los servicios para la cual fue planeada, nos conduce a evaluar si los objetivos se cumplieron, ya que tendremos elementos de medición de desempeño en tiempo real, con lo que nos tendremos que preguntar ¿cumplió la red con los objetivos esperados?, ¿puede mejorarse el desempeño de la red con pequeños cambios?, ¿costarán económicamente los cambios?, ¿cómo impactan los servicios en nuestros usuarios?, ¿puedes hacer algo para que la red sea mejor?

En otras palabras, en esta etapa se realizan ajustes menores que en la planeación del proyecto no se contemplaron por diversas razones:

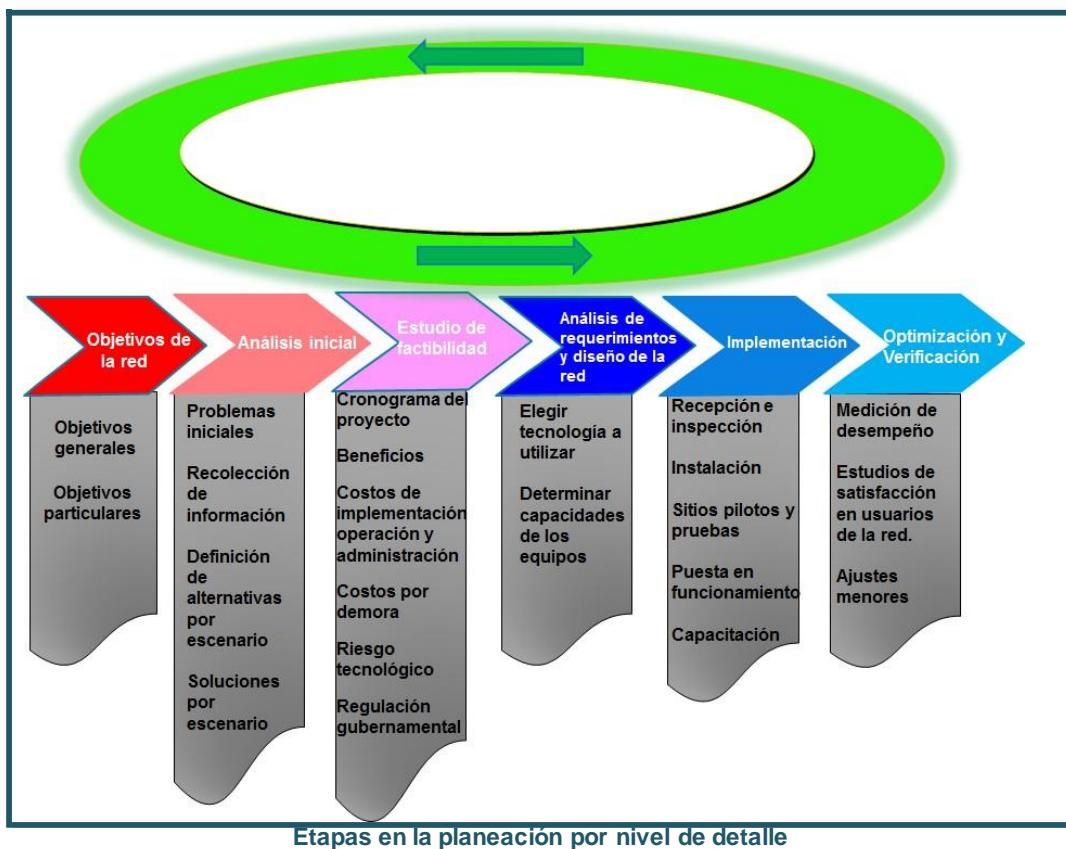
- Medición de desempeño
- Estudios de satisfacción en usuarios de la red
- Ajustes menores

El siguiente diagrama ilustra el conjunto de tareas a realizar para la planeación desde enfoque de la **Planeación por nivel de detalles**.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red





Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

1.1.3. Evaluación de costos de implementación, y administración

La implementación de infraestructura de comunicación suele ser de costos elevados, por lo que las empresas necesitan evaluar los gastos antes de realizar una inversión en la red. Así también, la situación financiera de las empresas limita los recursos que están destinados a los presupuestos para construcción de infraestructura de red.

La evaluación de costos de implementación y administración de la red son elementos estratégicos en la toma de decisiones de las empresas que buscan mejorar su infraestructura tecnológica; como tal, el costo de implementación de redes es mucho más que la suma de costos de equipos. También debe considerarse el ciclo total de vida de la infraestructura (costos de operación, y administración). Una breve lista de los costos asociados con implementación y administración es la siguiente:

- **Costos de hardware y software.** Se debe de considerar los costos iniciales de los equipos (hardware, y software) que conforman el sistema de la red, además de los costos necesarios para su operación, y correcto funcionamiento, como son mantenimiento y actualizaciones del software.
- **Costos de instalación.** Los costos incluyen mano de obra de instalación, modificaciones especiales en sitio (obra civil), costo de materiales (cables, cajas de interconexión, racks, paneles de interconexión, conectores, etc.). Además, se deben de considerarlos costos generados por los honorarios de ingenieros especializados al momento de configurar nuestros equipos con las características proyectadas, y el trabajo a realizar por las pruebas piloto.
- **Costos por demora.** Estos costos son los gastos generados por retraso del proyecto, o la no conclusión de la instalación. Esto puede ser por factores de incumplimiento en tiempos, por ejemplo, cuando un equipo no se instala en tiempo, porque fue entregado con demora debido a que la aduana no lo liberó rápidamente o porque en el cronograma de actividades de instalación no se consideró el tiempo suficiente. Finalmente, estas demoras, impactan el costo de mano de obra, por inactividad.
- **Costos de operación y administración de la red.** Los costos incluyen la capacitación y honorarios del personal especializado (ingenieros y administradores de redes).
- **Costos de crecimiento.** Estos costos son los que se consideran por modificación, por ejemplo, mover un Site, cambiar de ubicación un nodo, un punto de acceso, una antena de trasmisión, etc.
- **Costo por fallas del servicio.** Evaluar el costo por cada minuto que un usuario no puede acceder a un servicio. Ya que esto puede impactar directamente en los objetivos de la red. Al tener un retorno de inversión más largo, corriendo el riesgo de que la tecnología empleada sea obsoleta antes de lograr nuestros objetivos. Si el costo es alto, debemos de pensar en una red totalmente redundante. Recuerda que una red redundante aumenta la disponibilidad de la red, aunque en la mayoría de los casos conllevan retrasos en la transmisión de datos.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

La figura que se muestra a continuación ilustra los costos a considerar para la implementación de una red.



Figura Costos a considerar en la planeación de la red

1.1.4 Planeación jerárquica de la red

El enfoque de la planeación jerárquica de la red es el de realizar una división por niveles o dominios. Existen varias terminologías para las divisiones jerárquicas de la red, sin embargo, la idea principal es la de contar con diferentes dominios, y conseguir un mejor control, capacidad de gestión, y escalabilidad del sistema de red en forma global.

Un componente de importancia de este enfoque radica en tener conocimiento pleno de las aplicaciones, y servicios que vamos a trasportar, así como las prioridades, y anchos de banda. Análisis que se realiza en la **Planeación de los Servicios**.

La división jerárquica puedes realizarse en dos niveles: de trasmisión y de acceso a los usuarios:

- **Nivel de trasmisión**

El nivel de trasmisión de la red se encarga de intercambiar la información que se genera en las terminales finales; considerando la prioridad del tráfico, para que los servicios funcionen correctamente. Las capacidades de los enlaces se determinan haciendo uso de modelos matemáticos, llamados, **modelos de planeación**, y se usan para establecer el ancho de banda en las conexiones de este nivel y con esto evitar los llamados cuellos de botella que provocan retardos de información, perdidas, así como la variación de retardos, mejor conocida, como **jitter**, que afecta la calidad de los servicios.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

La distancia de las terminales finales es corta, en comparación con los enlaces de mayores jerarquías; he aquí el término última milla, es decir hasta 1,609 metros para el caso de la red telefonía; pero cambia dependiendo de la tecnología a utilizar en la red. Por ejemplo, en el caso de redes Ethernet, la última milla es hasta 100 metros.

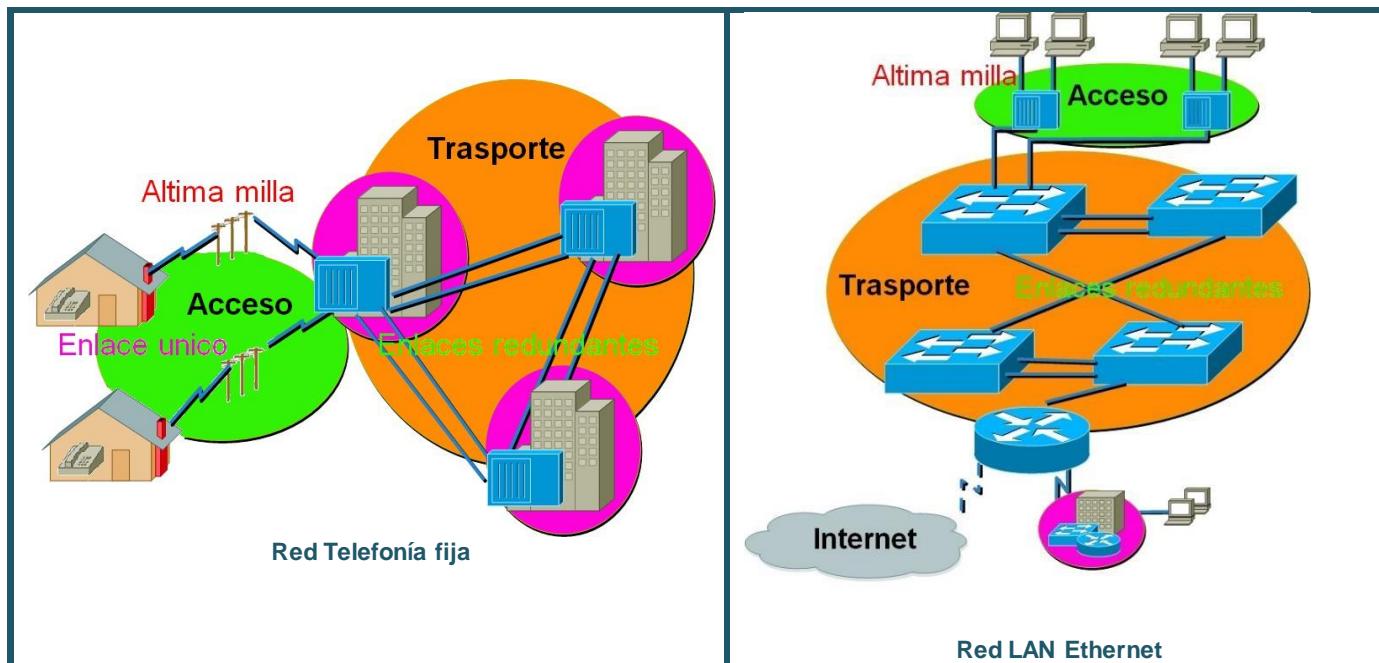
- **Nivel de acceso**

El nivel más bajo en la jerarquía de la red se denomina nivel de acceso. Este es conocido como, última milla, nombre que se heredó de las redes telefónicas fijas; es el medio que conecta las terminales finales, o usuarios finales, con el nivel superior de la red. Los niveles de acceso son en su mayoría de baja capacidad, con ancho de banda limitado (algo que en nuestros días está cambiando), y por lo general sin redundancia.

Debido a que estos enlaces son prioritarios para el sistema, es donde encontramos redundancia en la conexión.

A continuación, se muestran dos esquemas de red, donde se observan los elementos descritos previamente.

En la primera figura se muestra una red de telefonía fija, en la segunda una red Ethernet con enlaces a la nube de internet.





Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Observa que los avances en protocolos han cambiado la forma en que se observan las redes, y estos cambios impactan en la planeación de redes, y posteriormente en su diseño. En el esquema de la red de telefonía fija, los equipos no cuentan con una frontera por nivel de funcionamiento lo cual cambia en las redes actuales; en el caso de la red LAN, los equipos encargados del acceso suelen estar separados física y funcionalmente de los equipos que se encargan del transporte. Incluso recordemos que el nivel de transporte las redes LAN puede tener otras categorías por desempeño, como:

- La capa del core backbone (núcleo) que proporciona un óptimo transporte entre los sitios
- La capa de distribución que proporciona conectividad basada en políticas de prioridad de tráfico
- La capa de acceso local que brinda conexión a grupos de usuarios a la red

La información analizada en esta perspectiva de la planeación es utilizada para determinar los parámetros necesarios en las unidades didácticas relacionadas con diseño, arquitectura y transmisión de datos.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

1.2 Planificación de infraestructuras

Es común pensar que la Planeación de la infraestructura es lo mismo que el diseño de la red. En este tema podrás distinguir las diferencias, y similitudes entre una y otra, enfocándonos principalmente en satisfacer los objetivos generales, que tiene que ver con otras áreas, costos, políticas, enfoque de la red, etc. La Planeación de la infraestructura considera elementos existentes de la red para su integración a los cambios proyectados, determina las necesidades tecnológicas, las cuales son entregadas al área de diseño de la red como pauta a seguir, haciendo una analogía musical, la Planeación de la infraestructura es el compositor, y el diseño de red el intérprete.

1.2.1 Recopilación de información general

Es importante enfatizar que la planeación de la red no siempre es un proceso que inicia desde cero, es decir, la planeación es un proceso continuo, por lo tanto, es probable que existan elementos de la red en operación. La recopilación de la información general desde el enfoque de la estructura que conforma la red es conocer, información que nos sirve en el proceso de planificación.

Así entonces, debes tener en cuenta que toda la información necesaria para implementar la red no está disponible la mayor parte de las veces. Sin embargo, siempre es útil obtener el máximo de información, lo que hará que la planificación sea más precisa.

A continuación, se describen los elementos de información más importantes:

- **Localización geográfica de la red.** El estudio debe de incluir elementos que garanticen la implementación de la red en las áreas geográficas sobre las que se pretende utilizar, es decir que la geografía permita establecer los enlaces entre las diferentes bases de la red, como puede ser, contar con líneas de vista para enlaces de microondas; otros componentes son por ejemplo en áreas de difícil acceso, el que se tenga energía eléctrica, para alimentar el equipo de telecomunicaciones. Por otro lado, es importante conocer la distribución geográfica, de los potenciales usuarios de la red.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Subestaciones del sistema SIEPAC desde Panamá hasta Guatemala
a 2007

SIEPAC (Central America). Public domain (2010)

Outside

306754 packets

"CRASHY" (WinXP SP2)
00:BB:DB:16:57:F3 (Dell ESG Pcb Test)
192.168.1.101
fe80::5efe:192.168.1.101

(?) 00:AB:F8:44:0D:47 (Symbol)
10.43.97.6

80.3 MB CStrike(66%) 2.160 GB TCP(96%)

22.6 MB IRC(61%)

(?) 00:04:02:4A:27:B (3Com)
192.168.1.102

"SAUCE" (Linux 2.5.x-2.6.x)
00:03:47:92:D4:F3 (Intel)
192.168.1.100

Potencial de una red.

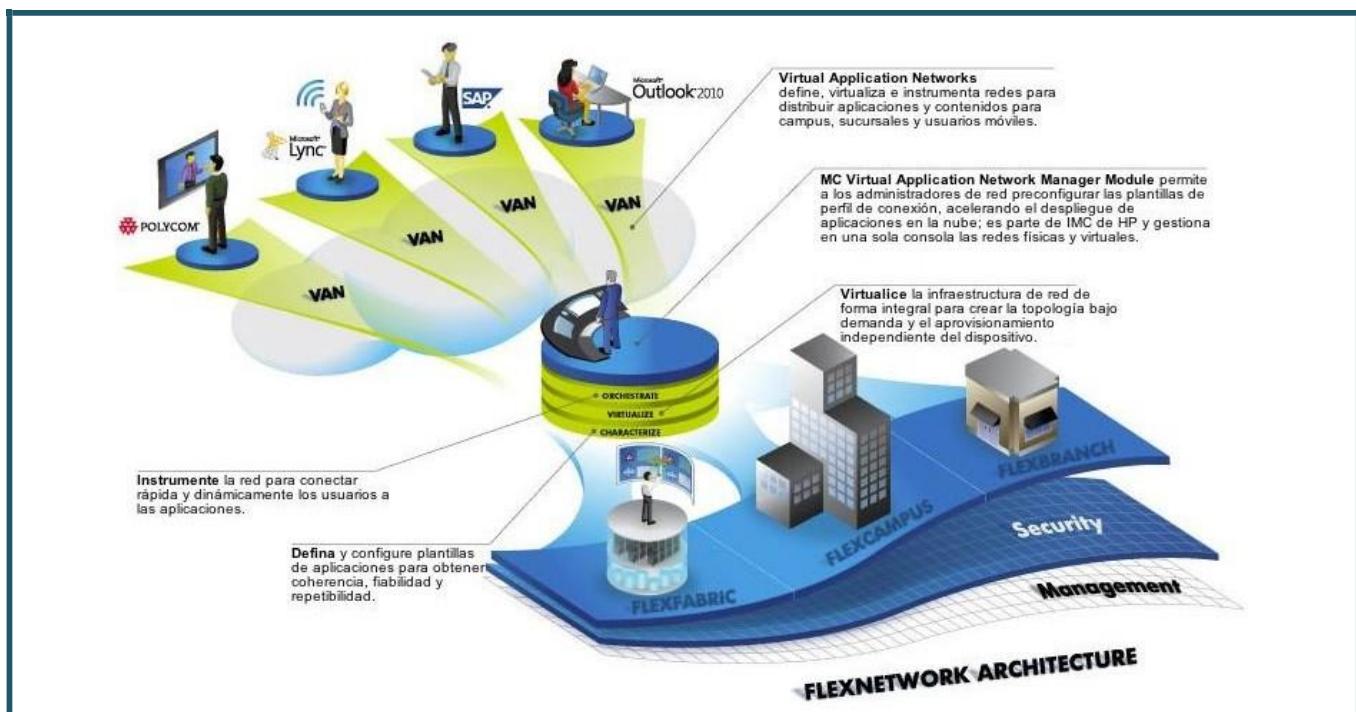
The diagram illustrates the potential of a network. It features a central cloud labeled "Outside" with the text "306754 packets". Four network nodes are shown connected to it: "CRASHY" (WinXP SP2), "SAUCE" (Linux 2.5.x-2.6.x), "(?)" (3Com), and "(?)" (Symbol). Above the cloud, there is text: "80.3 MB CStrike(66%) 2.160 GB TCP(96%)". Below the cloud, there is text: "22.6 MB IRC(61%)". The nodes themselves have their own IP addresses and MAC addresses listed.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

- **Infraestructura de red existente.** La información recabada de la infraestructura de red existente debe de permitirte conocer el estado actual del sistema de red desde el punto de vista tecnológico, por lo que debemos de conocer aspectos técnicos como son: la topología de la red, cobertura, tecnología utilizada, los servicios que se ofrece (recopilación en la **Planeación de los servicios**), y útil en la toma de decisión para la proyección futura en términos de la tecnología a utilizar, ya que con la información que se obtenga se puede decidir, si es viable la utilización de parte de la infraestructura existente, así como posibilidad de interconexión con nuevas tecnologías. Debemos de poder determinar los pasos a seguir en la implementación de la nueva red, y evitar la afectación de los servicios durante el proceso.



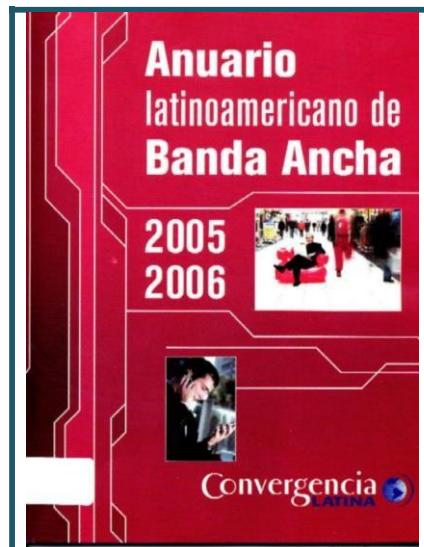
Red definida por software.

- **Regulaciones aplicables.** Es de vital importancia para el éxito de la red el conocer todas las reglamentaciones aplicables al proyecto. Los ejemplos de las cuestiones normativas son derechos reservados en elementos de la infraestructura, impactos ambientales por instalación de componente de la red, uso restringido de frecuencias de radio, normatividad por seguridad estratégica, etc.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red



Regulaciones locales o internacionales.

En algunos países, es una restricción para las redes celulares, las coberturas en áreas estratégicas, o de seguridad pública, como por ejemplo en áreas cercanas a los reclusorios, o penales de máxima seguridad. Otro ejemplo es el impacto visual o ecológico, ya que en algunas zonas geográficas las torres de las antenas no pueden rebasar ciertas alturas, o impactar visualmente el entorno, por lo que se recurre al camuflaje de éstas. Es importante destacar que es necesario que se tomen las regulaciones y consideraciones por el uso del desarrollo tecnológico que contribuya a un mundo mejor, siempre y cuando respete la naturaleza y la salud, hecho que no cumple bajo ningún concepto la actual tecnología de **telefonía e internet inalámbrica**, del mismo modo las radiaciones electromagnéticas emitidas por estos dispositivos incluidas las **torres de alta tensión**, los **microondas domésticos** y las **antenas camufladas**.



Antena camuflada.





Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Es substancial obtener la información normativa necesaria a fin de evitar las posteriores complicaciones que además impactan en los costos del proyecto.

- **Avances tecnológicos.** Se deben de analizar las bases tecnológicas disponibles para elegir la que ofrece mejores ventajas, y evaluar la posibilidad de incorporar nuevas tecnologías a nuestro proyecto de red. Elegir entre tecnologías alámbricas o inalámbricas. En este curso se tocan temas de planeación para redes inalámbricas (WLAN) y alámbricas (MPLS) más adelante.
- **Grupos de usuarios.** La división o agrupación de usuarios ayuda a identificar su calidad de servicio (*QoS*), así como otras demandas de diseño relacionadas como redundancia de los enlaces. Algunas de las agrupaciones más utilizadas son, por ejemplo: hogares, negocios, e Instituciones públicas

1.2.2. Planeación de la estructura de red

En la planificación de la estructura de red se analizan los requerimientos de cobertura con base a la información del área geográfica donde se ubica la red (información proporcionada previamente por **Localización geográfica de la red**) que, dependiendo del tipo de red, puede ser un edificio, un centro comercial, alguna escuela, o áreas más amplias, una colonia, municipio, un estado, dependiendo del tipo de red que estemos planificando. Es importante mencionar que la planificación de la estructura corresponde a la capa física (de Modelo OSI); y se utilizan modelos matemáticos para determinar la ubicación óptima de los nodos de acceso a la red, modelos que se verán en el tema 1.2.3. *Plataforma de modelado para la planificación de redes* de esta primera unidad y que se puede hacer con ayuda de programas computacionales.



Recuerda que, para el cálculo, estudio e implementación de las señales de radiofrecuencia, líneas de transmisión, así como para las guías de onda podrás consultar el (applet) de. www.amanogawa.com, que ya has usado en la Unidad didáctica de *Comunicación en sistemas digitales*.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Los pasos por realizar en la planeación de la estructura de redes son:

- **Determinar ubicación de nodos.** En términos de planeación, un nodo es la ubicación del equipo de red, que permite ingresar a los usuarios finales a los servicios (Nivel de acceso). Por lo que la ubicación potencial de los nodos se puede determinar utilizando mapas, que permitan visualizar la densidad de usuarios en un área geográfica, como se muestra la siguiente figura.



Figura ilustra la distribución de usuarios de la red

Posteriormente a este mismo mapa se le realizan unas cuadraturas a escala, en tamaño correspondiente a las limitaciones que la tecnología a utilizar lo permita; es decir la mayor distancia entre usuarios finales y equipos de acceso. Por ejemplo, en caso de redes Ethernet, estos cuadros no pueden representar más de 100 metros lineales.

La figura muestra rectángulos en gris, los cuales contienen la mayor número de usuarios finales, y pueden ser una ubicación potencial de nodo. En la siguiente figura se muestra los potenciales nodos marcados en gris.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red



Figura Ilustra la posible localización de nodos

Después tenemos que considerar si las condiciones geográficas permiten la instalación del posible nodo, es necesario saber si el equipo se puede instalar correctamente, verificando la existencia de energía eléctrica, así como condiciones especiales de línea de vista, o condiciones para instalar para cableado.

Esto nos da una primera aproximación de la ubicación de los nodos; a continuación, se tiene que estudiar la interconexión de los nodos (**Topología de la red**).

- **Topología de la red.** Conociendo la ubicación potencial de los nodos ahora, y dependiendo de la tecnología a utilizar, tenemos que determinar cómo vamos a interconectar. Recordemos que existe la topología lógica, y la topología física. La que nos interesa a nosotros es la física, es decir, determinar qué caminos deberá de seguir nuestro cableado o enlaces inalámbricos, que permita interconectar nuestros nodos.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

La siguiente figura muestra la conexión de los nodos, desde la perspectiva de topología lógica y física de sitios.



La figura anterior es solamente un ejemplo ilustrativo; pero para determinar cómo se debe de realizar la interconexión de nodos, tenemos que considerar otros parámetros, que le permitan a la red tener el mejor rendimiento posible dentro de los cuales puede ser, la conectividad, y disponibilidad de la red, a través de enlaces redundantes o alternativos, así como previsión de múltiples fuentes de energía eléctrica (bancos de baterías), brindando un servicio de red confiable. En otra palabra los usuarios de red deben de tener la certeza de que los servicios que proporciona la red siempre estarán disponibles.

1.2.3 Plataforma de modelado para la planificación de redes

Algoritmos para la planeación de redes de computadoras

A manera de introducción, ten presente que el perfeccionamiento tecnológico que el hombre ha experimentado durante su existencia se debe a un cúmulo de inquietudes y necesidad de resolver situaciones, por lo que ha llegado al desarrollo de disciplinas científicas, entre ellas las ciencias exactas. Para estos casos, las matemáticas han permitido la creación de dispositivos electrónicos que utilizan leyes y lógica como fundamento para su funcionamiento.

Las matemáticas aplicadas son un área que ha permitido la utilización de esta ciencia en la ingeniería, al diseñar diferentes estructuras y herramientas que permiten la obtención de información a partir de datos de entrada, los cuales son procesados para generar datos de salida y que son interpretados por algún sistema o dispositivo electrónico, estos procesos tienen que estar bien definidos para que entreguen resultados confiables, ya que serán utilizados infinidad de veces. A dichos procesos que satisfacen características específicas se les llama algoritmos.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

El área de telecomunicaciones emplea diferentes dispositivos electrónicos que basan sus operaciones en una gran cantidad de algoritmos, por lo cual expertos matemáticos trabajan en los departamentos de diseño de todas las industrias dedicadas a la creación de estos equipos con el fin de mejorar su eficiencia en el procesamiento de información.

Con base en lo anterior, al planificar un proyecto de comunicaciones es importante que los ingenieros conozcan el funcionamiento lógico y operativo de los dispositivos de red y de cómputo, con el objeto de elegir los más adecuados para cubrir las necesidades y requerimientos que el proyecto demande.

Por lo cual es un gran interés presentarte uno de los algoritmos matemáticos más importantes que da paso al Protocolo Árbol de Expansión (*Spanning Tree Protocol, STP*), utilizado por los switches para seleccionar los mejores caminos para enviar los datos al diseñar redes comutadas redundantes.

Algoritmo de Árbol de Expansión

Como ya se mencionó, un algoritmo es un procedimiento computacional definido que toma un conjunto de valores como entrada y produce un conjunto de valores como salida. Por lo tanto, un algoritmo es una secuencia finita de pasos computacionales que transforman los datos de entrada en información de salida.

Cada una de sus instrucciones tienen un significado preciso y pueden ejecutarse cualquier número de veces, siempre que ellas mismas indiquen la repetición. Sin embargo, es preciso que un algoritmo arroje un resultado después de ejecutar un número finito de instrucciones, sin importar cuáles fueron los valores de entrada, en algún momento el proceso de ejecución de instrucciones tiene que terminar.

Además, un algoritmo es una herramienta útil que empleada adecuadamente sirve para resolver distintos problemas. La declaración de un problema específico en términos generales conlleva necesariamente a la relación entrada/salida. De esta manera un algoritmo empleado de forma correcta debe tener una salida para cada entrada.

El Algoritmo Árbol de Expansión puede utilizarse para automatizar el proceso de planeación de red, aunque existen diversos algoritmos que intervienen en diversas tareas de convergencia en redes, el presente es de suma importancia en diversas áreas de la ingeniería.

La idea principal de describir este algoritmo consiste en evidenciar cómo los pasos en la modelación e implementación de un proyecto de red pueden enriquecerse utilizando los algoritmos de gráficas.

A continuación, se presenta paso a paso cómo es el proceso de selección de ruta para el algoritmo Árbol de Extensión:



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Definición de conceptos:

Identificador	Concepto
CN	Nodo conexión
DN	Nodo distribución
NT	Punto de terminación de red (usuario final)
NT*	Punto de terminación de red (usuario final punto de acceso por ruta)
MN	Nodo principal
LN	Nodo hoja
IN	Nodo intermedio
RN	Nodo ruta
SP	Punto segmento
RP	Punto ruta

El algoritmo Árbol de Extensión además de ser utilizado por dispositivos comunicaciones, también puede ser empleado, por ejemplo, para automatizar las decisiones para el tendido de ductos de cableado y fibra óptica, entre otros usos. El objetivo de este algoritmo consiste en su aplicación en las redes para que los paquetes de información encuentren la ruta de menor costo, es decir que dichos paquetes pasen una sola vez por cada switch, para recorrer todos los nodos que en este caso son los switches, y así evitar que realicen bucles innecesarios.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Ejemplo 1

Objetivo:

Calcular la distancia más corta desde MN para todos los SP (o RP)

Pasos:

- Marcar el MN
- Marcar todos los SP con distancia “infinita”
- Establecer el algoritmo para SPT (MN, SP) para todos los MN en un área paso a paso
- Marcar MN con una distancia “0” y un nodo hoja como LN

Loop

Encontrar un LN con la menor distancia (costo) y encontrar cada sucesor SP Marcar el nodo seleccionado LN como Nodo Intermedio IN

Marcar cada sucesor SP con:

el actual LN como predecesor la distancia acumulada

SP como un LN

Nótese que un IN puede ser renombrado como un LN

Hasta {LN} se encuentre vacío.

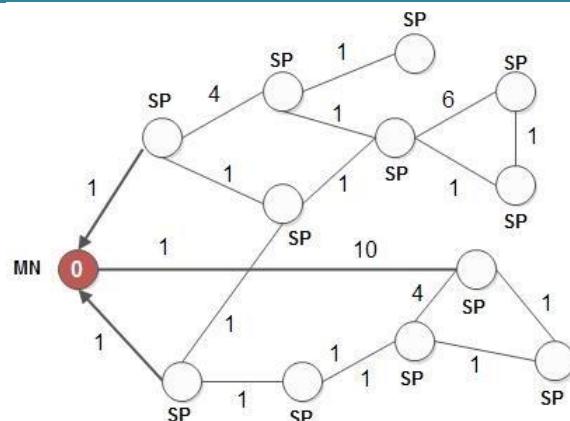
Representación gráfica

La representación gráfica del algoritmo Árbol de Expansión se muestra en la siguiente figura, ésta muestra cómo el algoritmo establece el árbol de extensión en una red diseñada con base en valores (costos) prestablecidos.



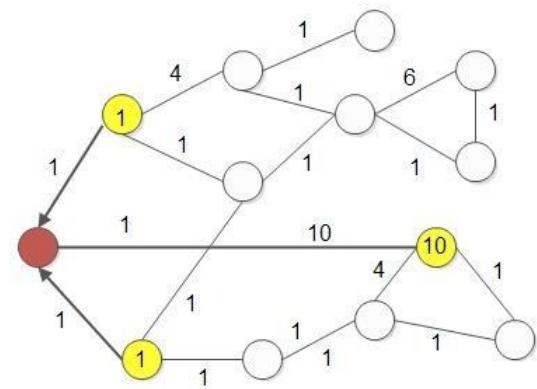
Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red



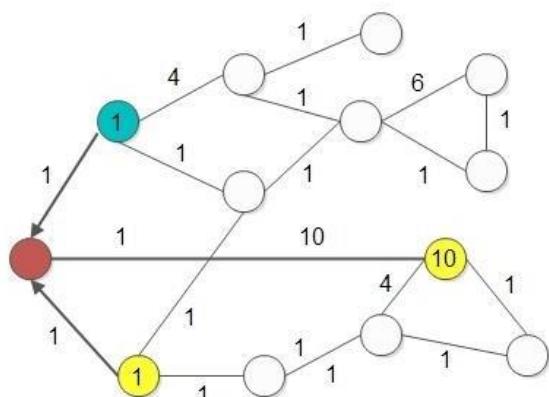
(1)

Identifica el nodo origen y lo marca como MN (rojo) asignándole el valor de 0, marca todos los nodos del árbol como SP y escribe los costos de todos los arcos, establece dos arcos dirigidos y uno no dirigido de costo 10.



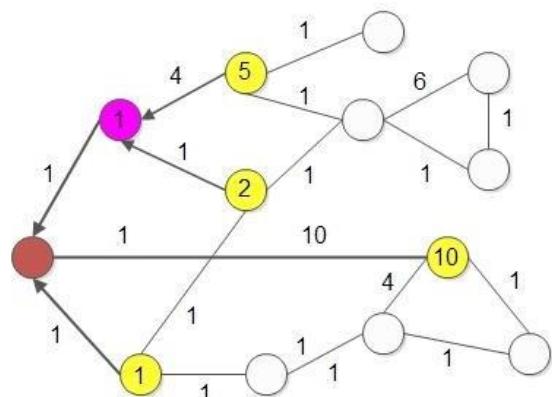
(2)

Identifica cuáles son los nodos conectados directamente a MN y selecciónalos como posibles rutas marcándolos como IN (amarillo) y escribiendo el costo para llegar a él dentro del nodo.



(3)

Como se tienen dos rutas con el menor costo, selecciona una al azar, marca el nodo como CN (azul) con el costo hacia él.



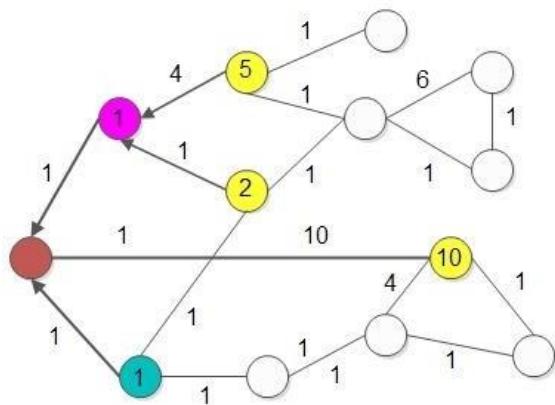
(4)

Antes de dejar el nodo identifica cuáles son los nodos IN hacia el nodo CN, posteriormente marca al nodo como visitado RN (rosa) y se establecen los arcos dirigidos.



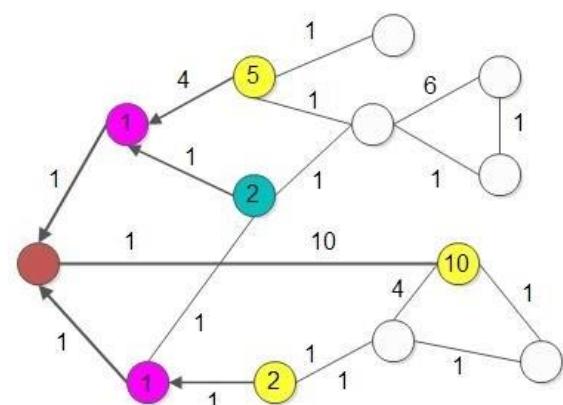
Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red



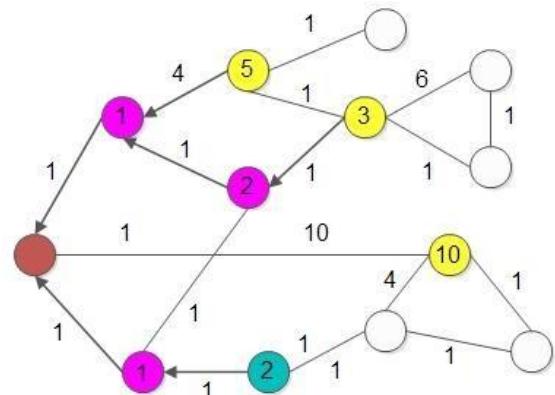
(5)

Ahora, dirígete al nodo 2 del nivel 1, se marca como CN, con esto completas cada nivel del grafo hasta llegar a los LN.



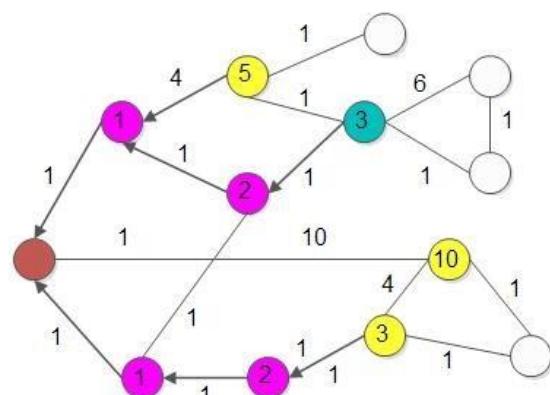
(6)

Posteriormente marca este nodo como RN debido a que ya se visitó y se identifican cuáles son sus IN. En este caso se tienen valores similares nuevamente, por lo cual se selecciona uno al azar y se marca como CN.



(7)

Posteriormente se visita el nodo 2 nivel 2, lo marcas como RN sumándole el costo para llegar a él desde el MN y marca el otro nodo como CN también con su costo desde MN. Se identifican los IN para el nodo intermedio del nivel 2.



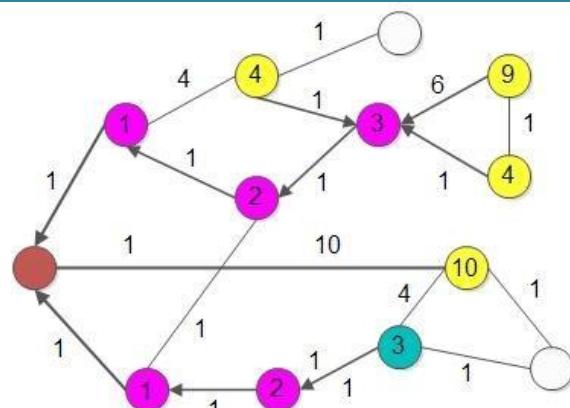
(8)

Se visita el nodo 2 del nivel 3 marcándolo como CN. Identifica los nodos IN del nodo 3 nivel 2 y escribe el costo para llegar a ellos desde MN. En este caso es sólo un nodo.

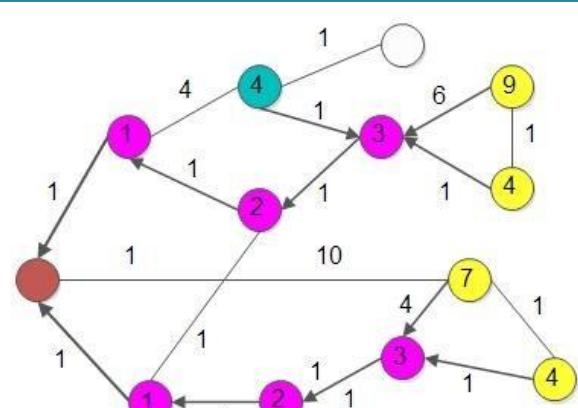


Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red



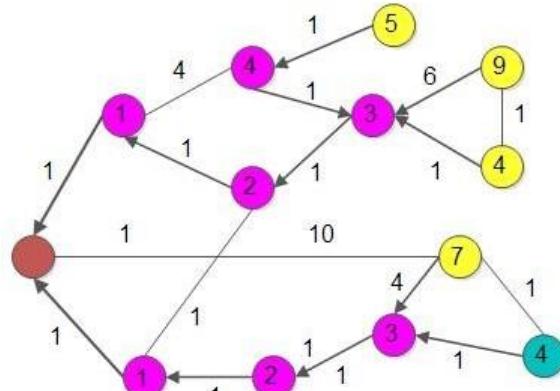
(9)



(10)

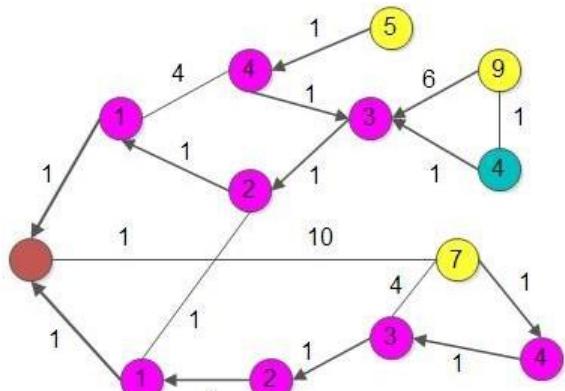
Se visita el nodo 2 del nivel 3, identifica sus IN, escribe el costo para llegar a ellos desde MN, se marca el nodo 3 nivel 3 como CN. Nótese que cambia el valor del nodo 1 nivel 2 a 4 debido a que es la suma para alcanzar éste desde MN a través del nodo 2 nivel 3.

Se visita al nodo 3 nivel 3 y se marca como RN, se identifican sus IN con sus valores totales desde MN, en este caso sólo es uno para este nodo y como es una ruta de menor costo a través de este nodo lo seleccionas como ruta escribiendo su valor y cancela la ruta infinita hacia el MN. Se marca como CN el nodo 1 nivel 2.



(11)

Se visita el nodo 1 nivel 2 y se identifican sus IN, en este caso sólo es uno con valor de 5. Marca como CN el nodo 4 nivel 4.



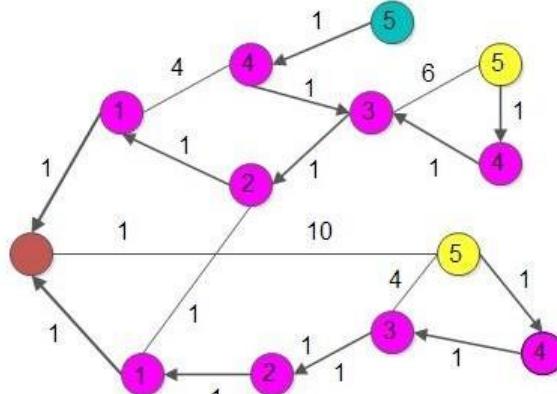
(12)

Se visita el nodo 4 nivel 4 e identifica sus IN. El nodo 3 nivel 4 ya estaba seleccionado, por lo cual el nodo se marca como LN al ser solo una hoja del árbol.



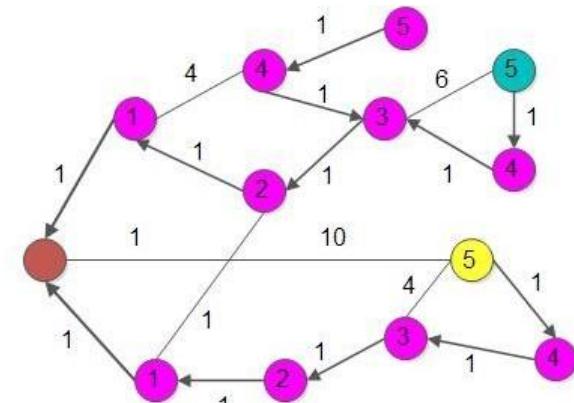
Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red



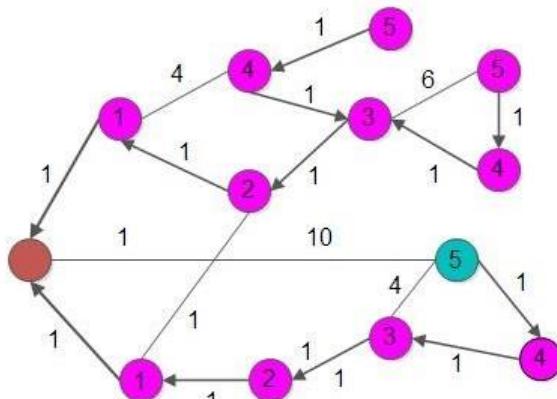
(13)

Se observa que existe una mejor ruta desde el nodo 4 nivel 4 para el nodo 3 nivel 4, por lo cual se selecciona y se escribe el costo total de 5. Se marca como CN el nodo 1 nivel 3 y se visita el nodo 2 nivel 4.



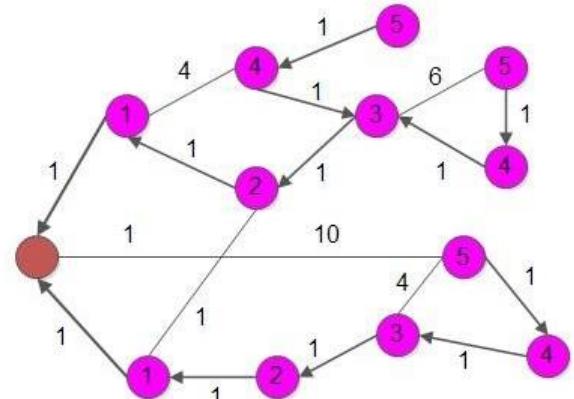
(14)

Se identifican los nodos IN del nodo 2 nivel 4 el cuál es sólo uno y esta preseleccionado, por lo cual se marca este nodo como LN ya que es una hoja del árbol y se establece el nodo 1 nivel 4 como CN.



(15)

Se visita el nodo 1 nivel 4 y se identifican sus IN, ya no tiene, por lo cual se convierte en un nodo LN al ser otro nodo hoja. Se marca el nodo 3 nivel 4 como nodo CN.



(16)

Se visita el nodo 3 nivel 4 y se identifican sus IN, lo cual también ya no tiene, pasa a ser un LN y por lo tanto el algoritmo converge, finalizando el recorrido y mostrando las rutas con menor costo para llegar a todos los nodos de la red.

Recorrido de todos los nodos basados en la ruta de menor costo



En el siguiente video podrás observar la representación del recorrido más de los nodos de un árbol mediante la ruta de menor costo en:
<https://www.youtube.com/watch?v=jC4B7HQ5ikU>



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Distribución binomial

Evaluar la incertidumbre en el tráfico de redes es muy importante. Con el objeto de realizar una evaluación teórica, necesitas un modelo equilibrado que pueda estimar la distribución probabilística del tiempo que toma recorrer las conexiones.

Al examinar diversos aspectos como el dimensionamiento de los enlaces y los nodos en una red, la estimación del tráfico, la demanda de ancho de banda y la estimación de los usuarios activos en la red representan aspectos que debes considerar al planear una red. La cantidad de usuarios activos puede ser estimada mediante una distribución binomial, un usuario puede tener dos posibles estados, **activo** y **pasivo**.

Si una red de circuitos conmutados es diseñada con una probabilidad del 10% en la que todos los usuarios la utilicen al mismo tiempo, el tráfico estimado considerado podría escalar al 10% antes del dimensionamiento de los enlaces y de los nodos. Sin embargo, esto no es el caso cuando se considera utilizar redes de conmutación de paquetes. El número estimado de usuarios activos en una red de conmutación de paquetes puede ser estimada utilizando una función de distribución binomial.

Teoría

En una distribución binomial hay dos posibilidades: éxito o fracaso.

Sea π la probabilidad de éxito y $(1 - \pi)$ la probabilidad de fracaso.

En un muestreo de n observaciones, el número de éxitos es x y el número de fracasos por lo tanto es $(n - x)$.

La probabilidad de x éxitos y $(n - x)$ fracasos está dada por la ecuación:

$$p(x \text{ éxitos en } n \text{ intentos}) = (\pi)^x (1 - \pi)^{n-x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} \pi^x (1 - \pi)^{n-x}$$



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

La media de sucesores es encontrada por la siguiente ecuación:

$$\text{Media de } x = \mu = n\pi$$

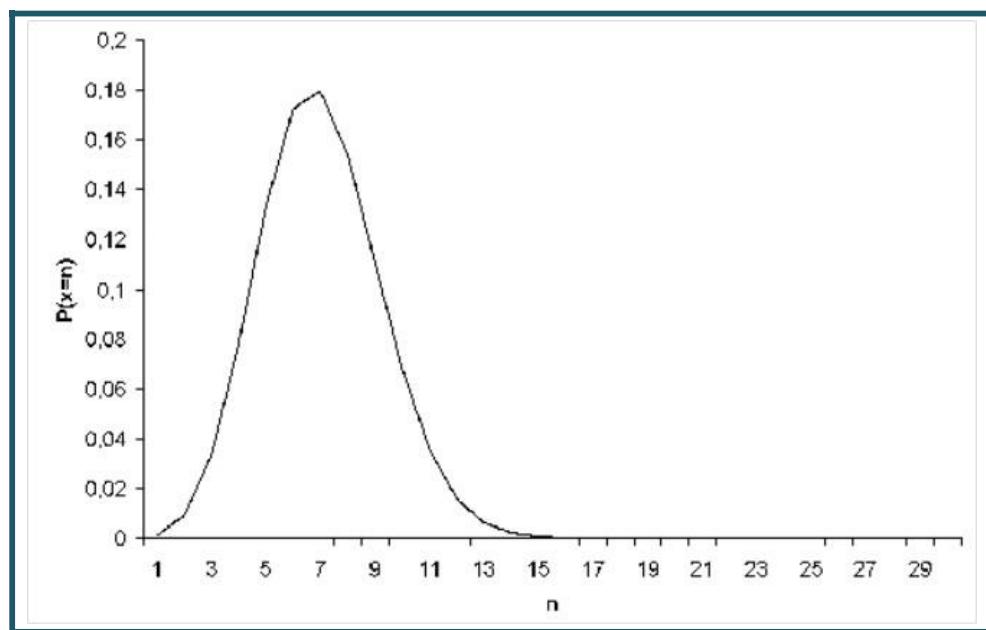
La siguiente ecuación encuentra la desviación estándar del número de sucesores.

$$\text{Desviación estándar de } x = \sigma = \sqrt{n\pi(1 - \pi)}$$

Usando la Distribución Binomial en el Dimensionamiento de Red

Al momento de usar la distribución binomial para escalar la matriz de tráfico para el dimensionamiento de una red, algunas estadísticas generales tienen que tomarse en cuenta. La probabilidad de un sólo usuario utilizando la red tiene que ser considerada. De acuerdo con las estadísticas en los Estados Unidos se tenía el 10% de usuarios utilizando la red al mismo tiempo, por esta razón la cantidad de usuarios activos puede ser estimada en 20% en un corto plazo. A medio plazo, se estima que el número de usuarios activos se incrementará a 30%, y a largo plazo muchas personas pueden estar usando la red al mismo tiempo de manera constante, estimando el 40% de usuarios activos.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de una distribución binomial con 30 usuarios, y una probabilidad de 20% para que un usuario se encuentre activo.



Distribución binomial con $n = 30$ y $p(\text{activo}) = 0.2$

De acuerdo con la ecuación de la sección anterior, esto significa lo siguiente que $x = \pi * n + 0.2 * 30 = 6$ y la desviación estándar de $x = \sqrt{n\pi(1 - \pi)} = 2.1999$. Si se considera un valor $\alpha = 0.001$ y se grafica mediante la función "Critbinom" en Excel, un valor crítico es encontrado en una distribución binomial. La función "Critbinom" de la imagen anterior fue aplicada para calcular la cantidad de usuarios activos para escalar el tráfico de matrices con el objeto de dimensionar la red.



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Cierre de la unidad

La gran variedad de tecnologías y dispositivos que utilizan las personas hasta la fecha para comunicarse de manera cotidiana implica un gran trabajo con acción transdisciplinaria como las matemáticas, la física, TIC, sociología, psicología social, mercadotecnia, por mencionar algunas; no sólo en el aspecto técnico sino también en el humano. En este sentido la ingeniería social, por ejemplo, estudia patrones de comportamiento de un grupo de individuos con características particulares, género, raza, edad, cultura, localidad geográfica, economía, entre otros; y cómo estos factores influyen significativamente en el comportamiento, usos y costumbres de una determinada población, y con base en esto, se crean diversos proyectos para ofrecer servicios que satisfagan esta dinámica particular de vida. En las redes de telecomunicaciones, ocurre lo mismo.

Cada idea, avance, o perfeccionamiento tecnológico es creado pensando en cubrir ciertas necesidades de una comunidad, población, país determinado, incluso a nivel global; por lo cual cada proyecto es y tiene que ser diseñado cuidadosamente, tomando cada uno de los factores mencionados en esta unidad, con el objeto de ofrecer servicios con un costo/beneficio asequible por el mercado al que está dirigido.

La planeación de una red, para un nuevo proyecto o tal vez para una mejora de infraestructura de comunicaciones, involucra diversos factores para la viabilidad de la implementación y la permanencia del servicio, factores de vital importancia que determinan el éxito o el fracaso, por lo tanto, la planeación es el punto medular de la columna vertebral que sustentará el desarrollo de cualquier proyecto.

Una vez construida, y ya en operación una red de telecomunicaciones se requiere cuidar que la operación satisfaga las necesidades del negocio bajo normas y estándares internacionales. Vigilar que la red garantice la seguridad y la integridad de la información, la mejora continua y su estabilidad son nuevos retos por enfrentar.

La red está creada, ahora ¿quién la mantendrá con vida?



Planificación de redes

Unidad 1. Factores para la planificación de la red

Fuentes de consulta

- Brun, M. O.; M. Riaz, T. (2008). Planning broadband network infrastructure. A reference Model. Aalborg University Department of Control Eng. Aalborg, Dinamarca: Vidensforum for Bredbadsteknologi / IT Center Viborg / UE.
http://vbn.aau.dk/files/16623182/Planning_broadband_infrastructure_-_a_reference_model.pdf
- ITU. (2008). Network Planning for Evolving Network Architectures Reference Manual. V.5.1. Ginebra, Suiza: ITU. International Telecommunication Unión.
- Molina, F. J. R. (2010). Planificación y administración de Redes. Madrid: Ra Ma.

Fuentes complementarias

- Magnusson, M. (2013). LAN and WLAN planning, deployment, and evaluation. 15.0 HEC Stockholm, Sweden: KTH Information and Communication Technology Degree project in Communication Systems First level.
- Slyke, Richard Van (2001). Network Planning and Design. Polytechnic Institute of New York University Six MetroTech Center Brooklyn, NY 11201
- Thomas, T.; Atif, K. (1999). Network Design and Case Studies Second Edition. (CCIE Fundamentals). San Francisco, USA: CISCO.

Fuentes electrónicas

- COFETEL (S/F). Regulación Satelital en México. Estudio y Acciones. <http://www.ift.org.mx/tags/cofetel>
- Granizo Serrano, G. F. (2018). Diseño de una red multiservicio para la nueva sucursal de la empresa Project DI, evaluando la actual infraestructura basándose en la metodología Top-Down Network Design. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10215/1/UDLA-EC-TIERI-2018-23.pdf>
- Louvre (2013). Online Tours. Louvre Mouseum. <https://www.louvre.fr/es/visitas-virtuales>