



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Diseño y desarrollo tecnológico  
para una red de comunicaciones  
integral en un C5i**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Eléctrico Electrónico**

**P R E S E N T A**

Jaime Guillermo León Morales

**ASESOR DE INFORME**

M. en C. Edgar Baldemar Aguado Cruz



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

# Informe de Trabajo profesional

## ÍNDICE

Objetivo.....	3
Descripción de la empresa.....	3
Marco teórico .....	3
Antecedentes del proyecto.....	18
Contexto de la participación profesional .....	21
Desarrollo del proyecto.....	22
Participación profesional.....	34
Resultados y aportaciones .....	35
Conclusiones.....	36
Bibliografía .....	38
Glosario .....	40

## Objetivo

Diseñar la red y los equipos de comunicaciones que se implementaron en el nuevo centro de monitoreo estatal con el objetivo de brindar la conectividad de dicho centro con la eficiencia necesaria para los requerimientos de cobertura, ancho de banda, alta disponibilidad y seguridad.

## Descripción de la empresa

Empresa de telecomunicaciones que en el año 2004 empieza a ofrecer servicios de tecnología de punta, a través de una de las más modernas redes de Latinoamérica, donde la misión es proveer productos de telecomunicaciones de calidad mundial, que generen valor para la vida de los consumidores brindando entretenimiento y tecnología de vanguardia en la conectividad global de las empresas.

Como parte de la estrategia de crecimiento, se ha realizado la implementación de la red de fibra óptica en el territorio nacional, siendo una de las redes de fibra óptica más grandes del país, con ello, se refuerza la idea de ser una de las empresas líderes en proporcionar servicios de internet y voz IP para los mercados residenciales y empresariales.

## Marco teórico

Los sistemas de comunicaciones se han ido actualizando a través del tiempo, los primeros medios de comunicación eléctrica como el telégrafo, poco a poco, se han ido mejorando tanto en la calidad como en el tipo de comunicación, evolucionando hasta la actualidad con sistemas satelitales y comunicaciones en tiempo real, no importando técnicamente el lugar en donde se esté en el planeta.

Las redes de comunicaciones actuales, evolucionaron para integrar en una sola red, los sistemas de voz y video integrándolas en una sola red de datos, con acceso a diferentes tipos de dispositivos. Las formas de comunicación anteriormente locales y con diferentes características se han unido en una sola red común: Internet.

Las reglas de comunicación pueden variar según el contexto. Si un mensaje transmite un hecho o concepto importante, se necesita una confirmación de que el mensaje se recibió y comprendió correctamente. Los mensajes menos importantes pueden no requerir acuse de recibo por parte del receptor.

Las técnicas utilizadas en las comunicaciones de red comparten estos fundamentos con las conversaciones humanas. Para las redes de datos, utilizamos los mismos criterios básicos para juzgar el éxito de la comunicación.

En los sistemas de información, basados en computadoras, los datos se representan como unidades de información binaria (o bits) en forma de ceros y unos, la transmisión de estos datos es el intercambio entre dos dispositivos a través de alguna forma de medio de transmisión, es por esto, que podemos definir a las redes de computadoras como un conjunto de dispositivos conectados entre sí mediante uno o más medios de transmisión a fin de llevar a cabo la transferencia eficiente y confiable de estos datos de información.

Los elementos de una red de datos, básicamente son:

- Reglas de comunicación
- Medios de transmisión
- Mensaje
- Dispositivos

En una red típica, los elementos que se consideran son dispositivos, medios y servicios unidos por reglas que trabajan en forma conjunta, para el envío y recepción de los mensajes, como se puede apreciar gráficamente en la Figura 1.

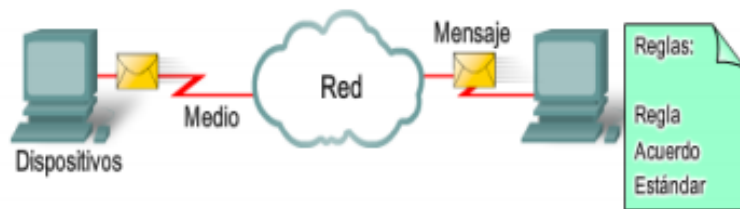


Figura 1. Topología de una red de datos

El uso de las redes de comunicación tiene como principal beneficio, compartir recursos y dispositivos lo cual hace que los programas, el equipo y en particular los datos estén disponibles para todos los que tengan acceso a la red.

Existen diferentes topologías de red, las cuales se refieren a la forma en que está diseñada, esto es, tanto física como lógicamente, y dependiendo de la forma de conexión de los dispositivos, es como son la representación geométrica de la relación entre todos los enlaces y los dispositivos que lo enlazan entre sí, conocidos como nodos.

Hay cinco posibles topologías físicas básicas: estrella, árbol, anillo, bus y malla; además existe la posibilidad de combinarlas, lo que se conoce como topología híbrida. Estas cinco clases describen cómo están interconectados los dispositivos de una red.

- **Estrella**

La propiedad más importante de esta topología es que cada estación se enlaza en forma radial a un nodo central a través de una conexión directa de punto a punto. En la configuración de estrella, una transmisión de una estación entra al nodo central, de donde se retransmite a todos los enlaces de salida. Por consiguiente, aunque el arreglo físico del circuito se asemeje a una estrella, se configura lógicamente como un bus, es decir, las transmisiones desde cualquiera de las estaciones las reciben todas las demás estaciones.

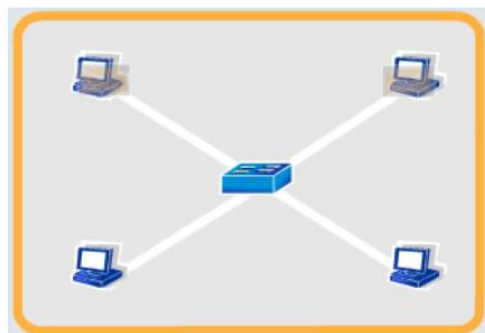


Figura 2. Diagrama de red tipo "Estrella"

- **Árbol**

Una topología árbol es una configuración jerárquica, como en la estrella, los nodos del árbol están conectados a un concentrador central que controla el tráfico de la red. Sin embargo, no todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central. La mayoría de los dispositivos se conectan a un concentrador secundario que, a su vez, se conecta al concentrador central.

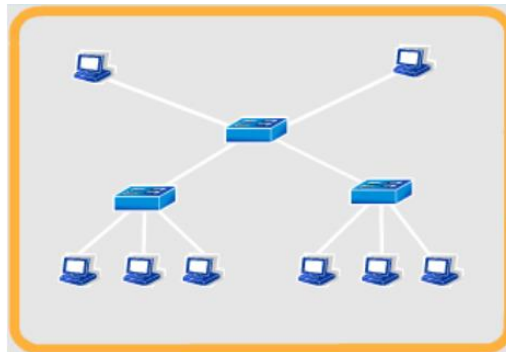


Figura 3. Diagrama de red tipo "Árbol"

- **Anillo**

En la topología en anillo cada dispositivo tiene una línea de conexión dedicada y punto a punto solamente con los dispositivos que están a sus lados. La señal pasa a lo largo del anillo en una dirección, o de dispositivo a dispositivo, hasta que alcanza su destino.

Cada dispositivo del anillo incorpora un repetidor. Cuando un dispositivo recibe una señal para otro dispositivo, su repetidor regenera los bits y los retransmite al anillo.

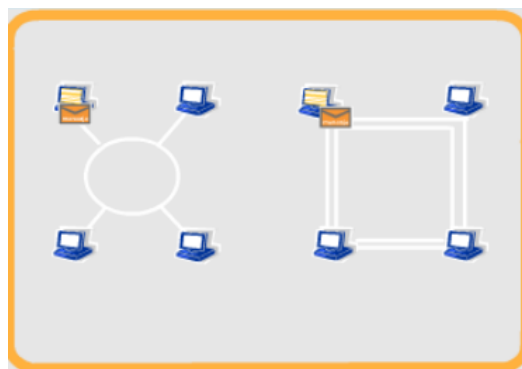


Figura 4. Diagrama de red tipo "Anillo"

- **Bus**

Una topología bus es una topología de difusión. En esta topología todos los nodos están conectados al mismo canal. Es necesario conectar terminadores a cada extremo de la topología para absorber las señales que se reflejen.

Si se usa cable coaxial sin terminadores, las señales que se reflejen se repetirán por la red, dejando la red inutilizable. La propiedad más característica de una topología bus es que el control se distribuye entre todos los nodos interconectados.



Figura 5. Diagrama de red tipo "Bus"

- **Malla**

En una topología en malla, cada dispositivo tiene un enlace punto a punto y dedicado con cualquier otro dispositivo. El término dedicado significa que el enlace conduce el tráfico únicamente entre los dos dispositivos que conecta. Por tanto, una red en malla completamente conectada necesita  $n(n-1)/2$  canales físicos para enlazar "n" dispositivos.

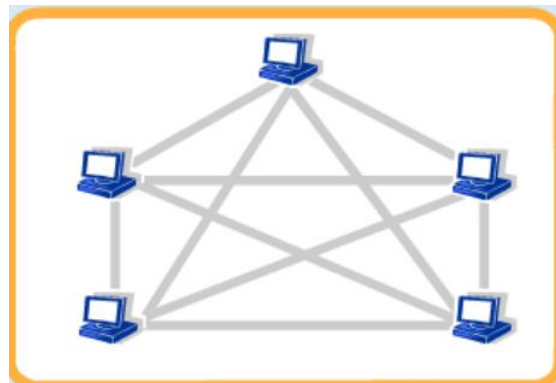


Figura 6. Diagrama de red tipo "Malla"

- Híbridas

A menudo, una red combina varias topologías mediante subredes enlazadas entre sí para formar una topología mayor. Por ejemplo, un departamento de una empresa puede decidir usar una topología de bus mientras otro puede tener un anillo. Ambas pueden ser conectadas entre sí a través de un controlador central mediante una topología en estrella.

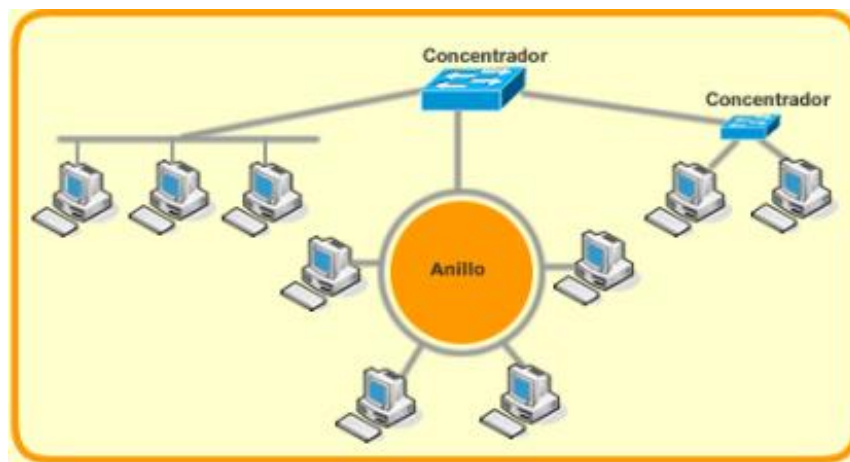


Figura 7. Diagrama de red tipo "Híbridas"

## Redes Empresariales

Las redes empresariales están pasando por una serie de transformaciones como consecuencia de los avances tecnológicos y del cambio en el enfoque de las Tecnologías de la Información, que las acerca cada vez más a ser las verdaderas impulsoras de los objetivos del negocio, a continuación, se presenta un resumen de los principales conceptos asociados a las redes empresariales.

Como se mencionó, una red es la interconexión física o inalámbrica que vincula varios dispositivos informáticos (servidores, computadoras, teléfonos móviles, periféricos, entre otros) para que se comuniquen entre sí, con la finalidad de compartir datos y ofrecer servicios.



LAN – Local Area Network, por sus siglas en inglés, conecta equipos informáticos ubicados en un área geográfica reducida, como un edificio o una habitación.

WAN – Wide Area Network, por sus siglas en inglés, o red de área amplia, es un conjunto de redes LAN que conecta equipos informáticos que se encuentran en diferentes ubicaciones físicas.

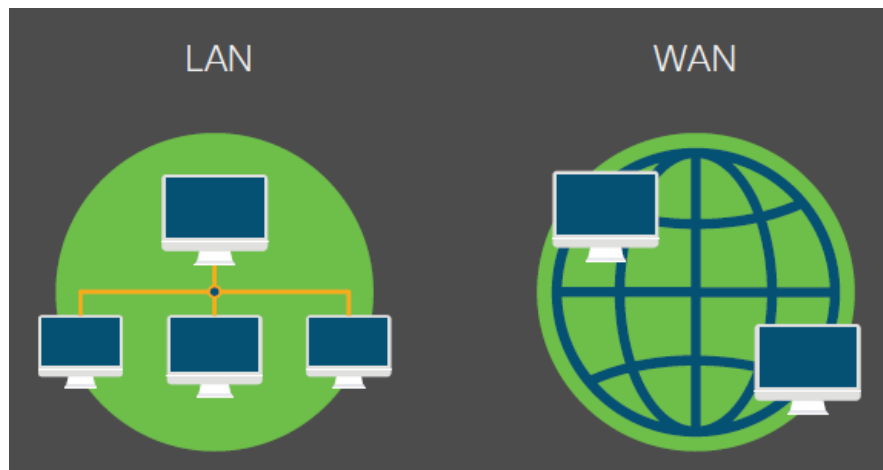


Figura 8. Ejemplo gráfico de la conectividad de una red LAN y una red WAN

### Red alámbrica

Es la red que conecta equipos y transmite datos a través de cables basados en el estándar Ethernet. Es ideal para el manejo de grandes cantidades de datos a velocidades muy altas, por ejemplo, en la industria de multimedia. Una red alámbrica tiene dos componentes esenciales.

- Switches
  - o Los switches o conmutadores permiten que los dispositivos en su red se comuniquen entre sí, recibiendo paquetes de datos y direccionándolos al destinatario correcto. Al hacer posible que la información y los recursos sean compartidos, los switches ayudan a ahorrar costos e incrementar la productividad.

- Routers
  - o Los enruteadores conectan múltiples redes entre sí, o con Internet. Analizan los datos y los envían por la mejor ruta. Protegen la información de las amenazas de seguridad e incluso deciden qué equipos de cómputo tienen prioridad sobre otros.

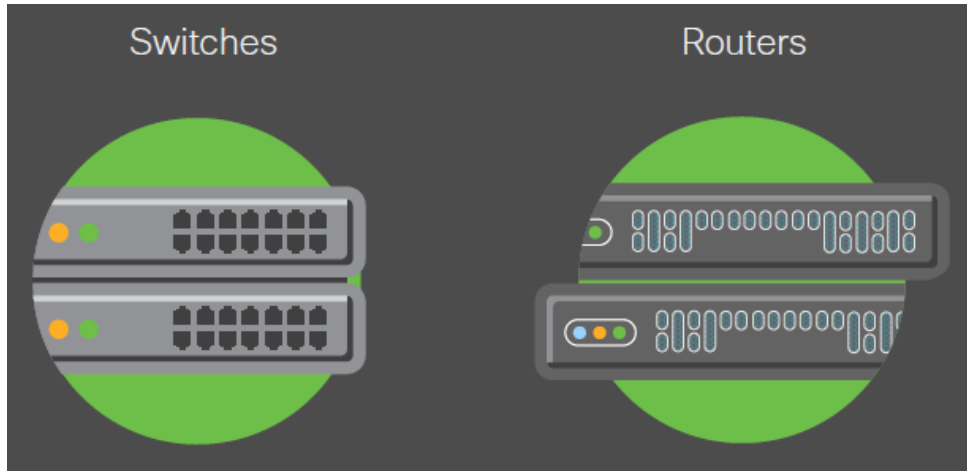


Figura 9. Equipos de Switcheo y Ruteo

### Red Inalámbrica (WiFi)

Es la red que permite la conexión entre dispositivos a través de ondas de radio, sin la necesidad de uso de cables. Una de sus principales ventajas es el tema de costos y la flexibilidad para soportar usuarios móviles, sin embargo, la seguridad debe ser mucho más exigente y robusta para evitar intrusos.

Sus componentes esenciales son:

- Puntos de Acceso
  - o Conectan los dispositivos con la red sin necesidad de cables y actúan como un amplificador, extendiendo el ancho de banda para soportar más dispositivos y usuarios móviles. Los puntos de acceso proporcionan también datos útiles para mejorar el uso de la red y ofrecen seguridad proactiva.

- Controladores
  - o Su principal función es configurar y monitorear los puntos de acceso de manera práctica y sencilla, permitiendo desarrollar y operar la red inalámbrica de forma remota, eliminando tareas repetitivas.

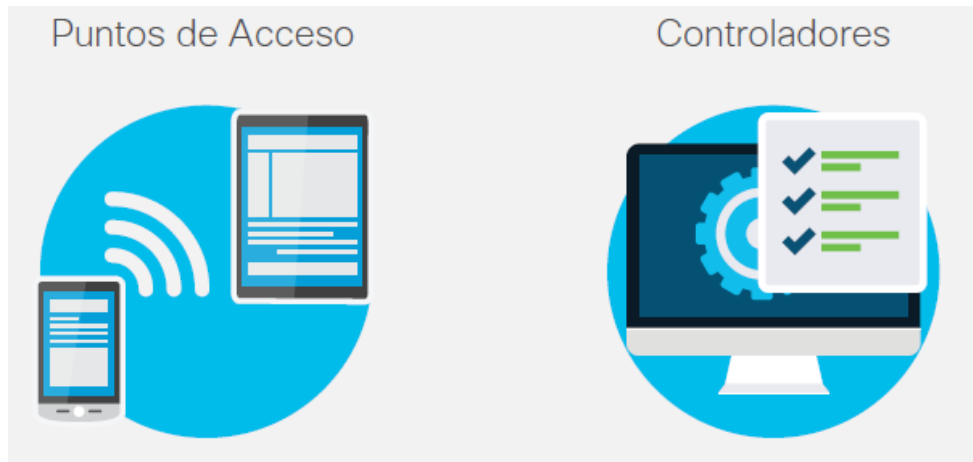


Figura 10. Controladores y puntos de acceso para la red inalámbrica

### Características de una red

Hoy más que nunca, se necesita una red que ofrezca a los usuarios la mejor conectividad, de forma confiable y segura, al tiempo que permita obtener la información necesaria para tomar decisiones y hacer crecer la infraestructura.

- Escalabilidad
  - o Una red escalable es aquella que tiene la capacidad de reaccionar y adaptarse fácilmente al crecimiento de los usuarios y de las cargas de trabajo de la red, protegiendo la infraestructura y asegurando la continuidad de la operación.
- Seguridad
  - o Una red segura es aquella que cuenta con las políticas y prácticas necesarias para prevenir y supervisar el acceso no autorizado, así como el uso indebido, en la información de su red y sus recursos. Actualmente, las amenazas a la seguridad son cada vez mayores y pueden poner en riesgo tanto la integridad como la continuidad del negocio.

- Automatización
  - o Es aquella en la cual los dispositivos pueden ser configurados, aprovisionados, gestionados y probados automáticamente. Esto permite mejorar la eficiencia, evitar errores humanos y reducir los gastos operativos.
  
- Inteligencia
  - o Una red inteligente es capaz de extraer *insights* o información relevante de los dispositivos, las aplicaciones y los usuarios para hacer más eficiente su operación y facilitar la toma de decisiones.

En cuanto a los sistemas de comunicaciones de voz (PBX<sub>[11]</sub>), su evolución, aunque a la par del desarrollo de las redes de datos, como se conoce usualmente, ha sido completamente diferente, hasta llegar al punto de converger en las mismas redes, e incluso, en los mismos equipos (Servidores, Routers y Switches).

Los Sistemas PBX<sub>[11]</sub> (Private Branch Exchange, por sus siglas en inglés) han evolucionado a través de tres épocas diferentes: conmutador telefónico manual, automático, e IP.

Como parte de la nueva tendencia de “comunicaciones unificadas”, los sistemas PBX<sub>[11]</sub> han continuado evolucionando y fusionarse con otras tecnologías.

Hasta la década de 1960, la mayoría de las empresas dependían de la compañía telefónica pública para realizar sus llamadas dentro de la oficina. Cada teléfono individual dentro de la empresa requería de una línea telefónica pública, por lo que cada llamada realizada desde dentro de la empresa costaba dinero para instalar y mantener. Llamar a su compañero de trabajo no era diferente de llamar a un vecino.

Primer Época: Comienzo de los sistemas PBX<sub>[11]</sub>

Pronto surgió en las empresas la idea de invertir en el hardware de los conmutadores y contratar sus propias operadoras. Estos conmutadores privados fueron los primeros sistemas PBX<sub>[11]</sub>.

El concepto era simple: compartir un pequeño número de líneas telefónicas a través de un gran número de teléfonos. Ellos podrían ahorrar al reducir el número de líneas telefónicas públicas contratadas y al no tener que pagar por cada llamada telefónica dentro de la oficina.

Los despachos de abogados fueron los primeros usuarios de las PBX<sub>[11]</sub>, ya que estaban recibiendo y haciendo una alta cantidad de llamadas telefónicas y podían costear todo el sistema. Por el año 1882, un despacho de abogados en Richmond, Virginia instaló el primer sistema de conmutador privado, una versión arcaica de lo que ahora se conoce como PBX<sub>[11]</sub>.

A comienzos de 1900, las empresas, fábricas, hospitales, escuelas, y otros, hicieron espacio para su propio equipo PBX<sub>[11]</sub>. Los equipos tomaron un montón de espacio y dinero, pero con ahorros a largo plazo en mente, los sistemas PBX<sub>[11]</sub> estaban creciendo lentamente en popularidad.

#### Segunda Época: PBX<sub>[11]</sub> automático

La conmutación automática de llamadas

Cuando aparecieron los equipos conmutadores automáticos de Strowger, las compañías telefónicas públicas migraron al mundo PBX<sub>[11]</sub>.

La policía, comenzó a realizar grandes inversiones en PBX<sub>[11]</sub> automatizado alrededor de 1910.

Los PBX<sub>[11]</sub> automatizadas eliminan la necesidad de los operadores humanos al realizar una llamada a un compañero de trabajo al final del pasillo.

Aun así, la mayoría de las empresas evitaron los paneles de control electromecánicos costosos. Eran ingeniosos, automáticos pero no resultaron prácticos ni rentables para todas las empresas por otros 60 años.

Así que mientras la conmutación automática estaba siendo utilizada por las compañías de telefonía pública, la mayoría de las empresas que utilizan sistemas PBX<sub>[11]</sub> todavía dependían de las operadoras de transferencia de llamadas manualmente.

La conmutación electrónica y el renacimiento de la PBX<sub>[11]</sub>

En 1972, se introdujeron los semiconductores a la central y esto permitió la automatización más rápida y confiable. En los años siguientes, la automatización totalmente electrónica de conmutación de llamadas de teléfono estaba en su apogeo. El precio para producir estos interruptores electrónicos fue significativamente menor que las mecánicas.

Esto hizo que el atractivo de los PBX<sub>[11]</sub> creciera. Más compañías compraron e instalaron su propio equipo.

Para distinguir los distintos sistemas utilizados, a los automatizados se les llamó PABX mientras que los sistemas manuales tradicionales se convirtieron en PMBX. Dado que no existen en la actualidad los sistemas manuales, PABX ha abandonado la redundante "A".

Los sistemas PABX se mejoraron y cambiaron gradualmente en las décadas siguientes hasta que se desarrolló la tecnología conocida como TDM<sub>[10]</sub>.

PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub>

Un PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub> (Time Division Multiplexer) es uno de los tipos más comunes de infraestructuras de voz ya que ha estado dando vueltas en el mercado desde hace algunos años. Un PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub> consiste en sistemas propietarios y auto-contenidos. Fueron diseñados antes que la tecnología de servidores contemporáneos haya sido inventada. Las

empresas de telefonía TDM<sub>[10]</sub> permitieron la transición de la transmisión analógica a digital, lo que abrió el camino para que los sistemas PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub>.

Constan de un gabinete con numerosas placas que pueden realizar ciertas funciones, por ejemplo placas que brindan la funcionalidad de intercomunicador o placas de extensiones analógicas, la PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub> está llegando al final de su ciclo de vida. Las placas de la PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub> solo son compatibles con sistemas del mismo fabricante como parte una arquitectura completa, obligando a sus usuarios a mantener el mismo fabricante para todo, incluso los teléfonos debían ser de la misma compañía.

Un PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub> requiere personal dedicado que pueda administrarlo, como así también un mantenimiento extensivo. Es mayormente utilizada por empresas que aún no han invertido en una red de datos confiable, o que aún tienen por diversas necesidades áreas de telefonía y de red independientes la una de la otra.



Figura 11. Equipo PBX<sub>[11]</sub> con puertos de extensiones TDM<sub>[10]</sub>

La mayor diferencia entre un PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub> y un PBX<sub>[11]</sub> IP es que una PBX<sub>[11]</sub> IP utiliza el Protocolo de Internet (IP) para enrutar las llamadas, mientras que una PBX<sub>[11]</sub> TDM<sub>[10]</sub> utiliza llaves físicas. Adicionalmente, una PBX<sub>[11]</sub> IP es escalable, permite usar distintas marcas de dispositivos periféricos y puede reducir costos de llamadas drásticamente.

### Tercer Época: IP PBX<sub>[11]</sub>

En 1990, el Internet como lo conocemos ahora, todavía estaba en su infancia. No era común en los hogares o negocios, así como las aplicaciones potenciales eran claras para sólo unos pocos. Cuando el Protocolo de Internet se fusionó con PBX<sub>[11]</sub>, nació la próxima generación de comunicaciones de negocios.

Fue en 1997 que el primer servicio de IP PBX<sub>[11]</sub> llegó a estar disponible. En pocos años, esta nueva tecnología se ofrecerá con VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet) para proporcionar una transmisión multimedia al tiempo que reduce el uso de datos y comparte la red, al no necesitar más un cableado independiente para conectar los teléfonos en cada estación de trabajo. El mayor beneficio de un sistema basado en IP es el alojamiento virtual. Ya no es necesario mantener y actualizar sus propios conmutadores. En su lugar, simplemente puede utilizar una conexión a Internet para transmitir esos datos a un servidor alojado y gestionado por el proveedor de IP PBX<sub>[11]</sub> en la nube, por ejemplo.

### IP PBX<sub>[11]</sub> híbrido

Dado que la tecnología IP no utiliza la gran mayoría del hardware que han adquirido las empresas, los propietarios muchas veces se resisten a re-invertir en equipos que aún tienen funcionando de forma correcta, como lo son los aparatos telefónicos, así que para aquellos que querían lo mejor de ambos mundos, se desarrolló el PBX<sub>[11]</sub> híbrido.



En la figura 12 se ilustra el desarrollo el desarrollo tecnológico de los sistemas de comunicaciones (PBX<sub>[11]</sub>), desde las centrales telefónicas manuales con operadoras, pasando por los sistemas electromecánicos, los sistemas electrónicos para soportar tecnologías TDM<sub>[10]</sub> hasta los sistemas híbridos, virtualizados y Cloud.

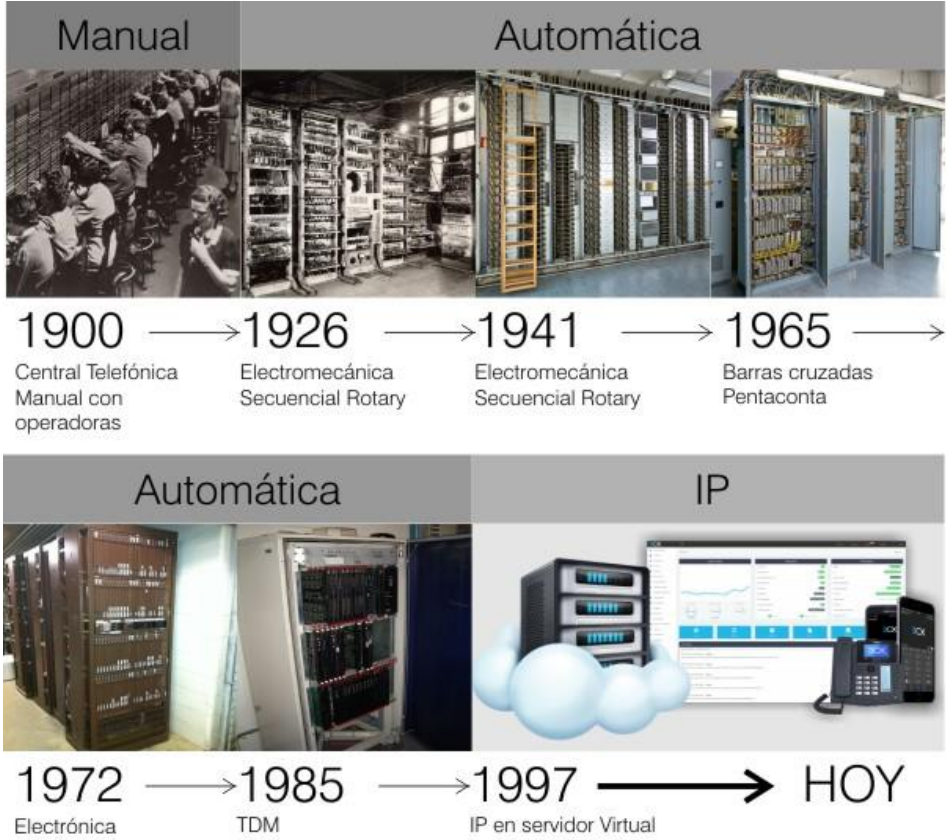


Figura 12. Desarrollo de los sistemas PBX<sub>[11]</sub>

## Antecedentes del proyecto

Este informe está basado en un proyecto que se diseñó durante el segundo semestre del año 2018 y se concluyó toda la implementación de las soluciones tecnológicas en el mes de mayo del año 2019, cuando se inauguró en su nueva sede el Centro de Control, Comando, Comunicaciones, Cómputo, Coordinación e Inteligencia, mejor conocido como C5i, dentro de un estado de la república.

Los C5i, son los Centros de Control, Comando, Comunicaciones, Cómputo, Coordinación e Inteligencia, los cuales son centros operados por las fuerzas de seguridad de cada estado, en coordinación con las organizaciones de seguridad a nivel federal y municipal.

Los centros cuentan con una sala de monitoreo que tiene un muro de video, con paneles de LED modulares, donde, decenas de especialistas visualizan en todo momento las imágenes captadas por las cámaras de video vigilancia instaladas en los municipios, para generar alertas y guiar a policías que, a bordo de sus patrullas, emprenden la persecución para capturar a los presuntos responsables de delitos o prevenir su comisión.

Además, ahí también se da atención al servicio de emergencias a la población que llega a tener una emergencia, ya sea a través del 911, mediante los botones de pánico o alarmas vecinales.

Para dar certeza de resultados, existe coordinación entre todas las instituciones de seguridad que, además, están concentradas en el punto: el Centro de Investigación y Seguridad Nacional (Cisen), la Fiscalía General de la República (FGR), la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), la Policía Federal, la Policía Estatal, el Cuerpo de Bomberos, Protección Civil y Cruz Roja. Es por ello que estos C5i deben de tener una plataforma tecnológica de última generación, con sistemas estables, desde los enlaces de la red MPLS<sup>[1]</sup> que se entregan en el sitio, las centrales consideradas dentro del ISP (Internet Service Provider, por sus siglas en inglés) deben ser redundantes geográficamente, así como el equipamiento necesario para soportar la operación.

Las diferentes dependencias de Gobierno, principalmente las que están relacionadas con temas de seguridad y de atención a la población, han tratado de utilizar los avances

tecnológicos para facilitar, mejorar y tener mayor eficiencia en las actividades que se realizan cotidianamente, es por ello que la Secretaría de Seguridad Estatal en conjunto con la Policía Federal, es decir, recursos económicos tanto Federales como Estatales, se han invertido en la creación y consolidación del C5i, con la finalidad de mejorar la atención y la seguridad en la entidad; es por ello que se tomó la decisión de la construcción de este C5i, ya que los centros que se encontraban en uso anteriores a este, eran los C4, de los cuales se encontraban operando 2 centros en la capital del estado, por lo que la comunicación y reacción para casos de emergencia, podrían no ser los esperados.

Para la construcción del nuevo C5i, el Gobierno Estatal eligió un terreno en las orillas de la Capital del Estado, por lo que esto significaba un reto adicional para el proyecto, ya que no se contaba con ningún tipo de cobertura, de ningún servicio público, incluyendo energía eléctrica, por lo cual, además de los problemas que se podrían considerar obvios al no tener energía, para el dimensionamiento del proyecto se tenía que sumar el tema de postes, ya que la Fibra óptica que se debía entregar para la conectividad, usualmente se utilizan los mismos postes que instala la CFE para la distribución de la energía eléctrica.

La solicitud por parte de la Dependencia era muy específico, brindar el equipamiento, instalación, soporte, mantenimiento para mantener la operación de un centro de monitoreo donde estarían ubicados 510 operadores telefónicos, además del personal administrativo y operacional del búnker para tener una red confiable de Datos, Video, Voz, con una disponibilidad de cinco nueves, es decir, un porcentaje de disponibilidad de 99.999% de la red, lo cual implica que al año, el sistema no debe estar fuera de operación en todo un año, por más de 5.26 minutos, ya que el centro está planeado para operar con un BigData único que integrará todas las bases de datos como registro de placas, registro público de la propiedad, registro civil, registro de órdenes de aprehensión, entre otras relacionadas a la seguridad.

Para lograr la disponibilidad prevista del 99.999% de operación en los sistemas de comunicación, se tienen que considerar detalles en el diseño de la solución que permita la continuidad del servicio aún en caso de alguna falla, por lo cual, se contempló lo siguiente:

- Los servidores físicos cuentan con fuentes de poder redundantes, las cuales son *hot swap*, es decir, que en caso de falla en alguna de las fuentes de poder, no se requiere apagar o suspender el equipo para realizar la sustitución física de esta fuente, simplemente se realiza el intercambio de la parte dañada, sin alterar la operación continua de los servidores.
- Los servidores que alojan las soluciones virtualizadas de los sistemas de comunicación, consideran un arreglo de discos de por lo menos RAID 5, para tener por lo menos 3 discos en cada uno de los equipos propuestos, y garantizar el resguardo de la información crítica
- Sistemas de comunicaciones y servicios en máquinas virtuales redundantes con la finalidad de que los aplicativos siempre estén activos, aún en caso de la falla de la máquina virtual principal, el respaldo continúa con la operación de los sistemas sin representar una pérdida en el funcionamiento del centro
- Enlaces de comunicaciones redundantes, conectados a dos centrales de comunicaciones diferentes, con el objetivo de mantener la comunicación del C5i hacia la red pública e internet siempre activa.

## Contexto de la participación profesional

Dentro de la planeación del proyecto, área en la que me desarrollo profesionalmente como ingeniero de preventa, tuve que diseñar en conjunto con un equipo de ingenieros de diferentes especialidades tecnológicas, la mejor propuesta para cumplir con los requerimientos del Centro, entre los que se encontraba, tener una plataforma adecuada para soportar el monitoreo, revisión y atención a 10 mil cámaras de video vigilancia, 38 arcos detectores carreteros, 30 mil alarmas vecinales, así como la operación de 20 drones y un avión estratégico, y todo esto a través de una red de fibra óptica de 300 kilómetros, integración de tecnologías IoT para la adquisición de "uniformes inteligentes" dotados de localizadores vía GPS para el personal operativo.

Además de la conectividad necesaria, se debía integrar una solución de seguridad perimetral, control de accesos al búnker, servicios de integración con sistemas de terceros para incluir los servicios de las diferentes corporaciones, sistemas de telefonía VoIP, salas de videoconferencia, así como la conectividad de la red LAN para los equipos de cómputo y de los dispositivos Wireless Access Point para tener cobertura en todo el sitio a través de WiFi 802.11 ac.

Dentro del proyecto, mi labor fue en dos sentidos principalmente, la planeación, coordinación e integración de todas las plataformas tecnológicas para la entrega de una solución "llave en mano" al ser el responsable de la cuenta, y el contacto principal con el cliente para entender los requerimientos y necesidades y también la de desarrollar la plataforma de colaboración, la cual integra las soluciones de telefonía VoIP y de los sistemas de video conferencias para el total de usuarios, tanto de operadores telefónicos para los servicios de atención 9-1-1, así como para las extensiones administrativas y operativas, identificando los diferentes perfiles, ya que en algunos perfiles se debían incluir soluciones de movilidad, como lo son un único número de localización, aplicaciones móviles en los diferentes tipos de smartphones de los perfiles top, como lo son gerentes y directores, es por ello que más adelante en este reporte se detallan los niveles de usuarios y que perfiles se utilizaron para cada uno de ellos.

## Desarrollo del proyecto

Esta fase de desarrollo la dividiré en cada una de las responsabilidades que tuve dentro del proyecto, la primera será la parte del desarrollo, diseño de la volumetría y cotización de las soluciones utilizadas para los sistemas de comunicaciones unificadas incluyendo salas de video llamadas.

El primer punto del análisis para poder realizar un diseño exitoso, es conocer el objetivo del cliente, ya que sobre esto se basará la toma de decisiones para poder considerar los desarrollos de equipos, licenciamientos y funcionalidades a considerar.

Es por ello que en el primer acercamiento con el cliente final, se conversó al respecto de tipos de usuarios, funcionalidades y responsabilidades de cada área dentro del Centro, cantidades por tipo de usuario, tipo de llamadas que se atenderían, así como su prioridad.

Los números que se obtuvieron para este análisis fueron los siguientes:

- 800 usuarios totales
  - 510 usuarios operadores (Contact Center)
  - 290 usuarios administrativos
- 510 licencias de Contact Center (operadores)
- 4 segmentos de ACD<sub>[2]</sub> para el Contact Center
- 2 salas de video conferencia PMP
- Servicios de movilidad para el 15% de los usuarios administrativos
- Enlaces dedicados para Voz suficientes para la operación del Centro

Lo primero que se debe de realizar con la información obtenida con el cliente final, será definir comercialmente el proveedor, ya que al trabajar en una empresa de servicios tecnológicos (ISP) se tiene la oportunidad de poder trabajar y conocer técnicamente las características de diferentes socios de negocio, para este caso en particular del tema de Colaboración, se tenía como opción trabajar con dos fabricantes, Avaya y Cisco.

Es importante mencionar, que para el equipo de colaboración y video conferencia, consideré el uso de tecnología Cisco, debido a la interoperabilidad con los sistemas ya existentes dentro de la dependencia, y por ser quien ofreció mejores condiciones comerciales para poder brindar el mejor costo beneficio al proyecto.

Es por esto que se consideró el licenciamiento de Cisco Unified Communications Manager, para las funcionalidades de telefonía, en la última versión disponible en ese momento, la cual era la 10.0, así como la misma versión para la plataforma de Cisco Unified Contact Center Enterprise para operar el Centro de Contacto (Contact Center) de atención ciudadana.

El siguiente paso recomendable es realizar un diagrama de alto nivel de la solución, para poder visualizar todo el equipamiento necesario, enlaces y detalles necesarios para el proyecto en general.

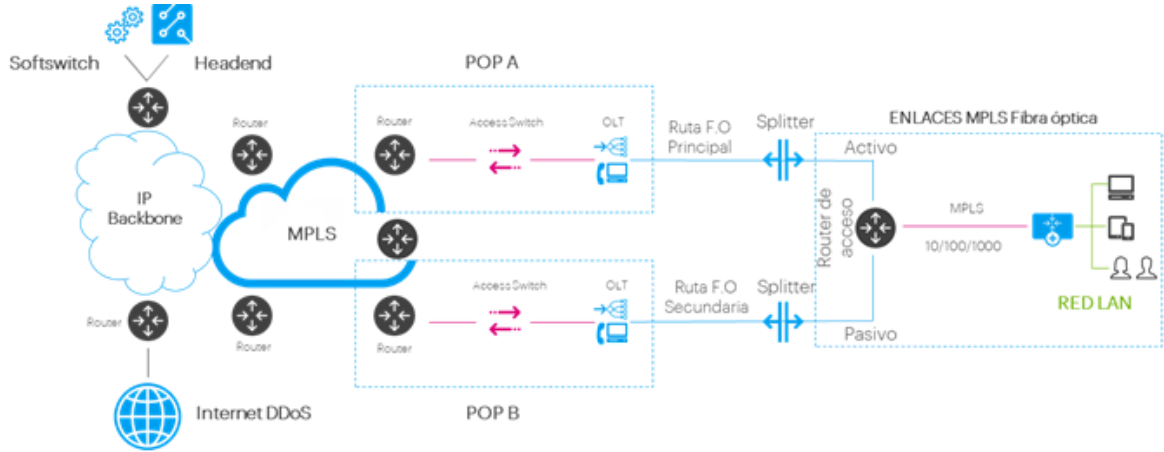


Diagrama 1. Topología de red para conectividad hacia la MPLS<sup>[1]</sup>

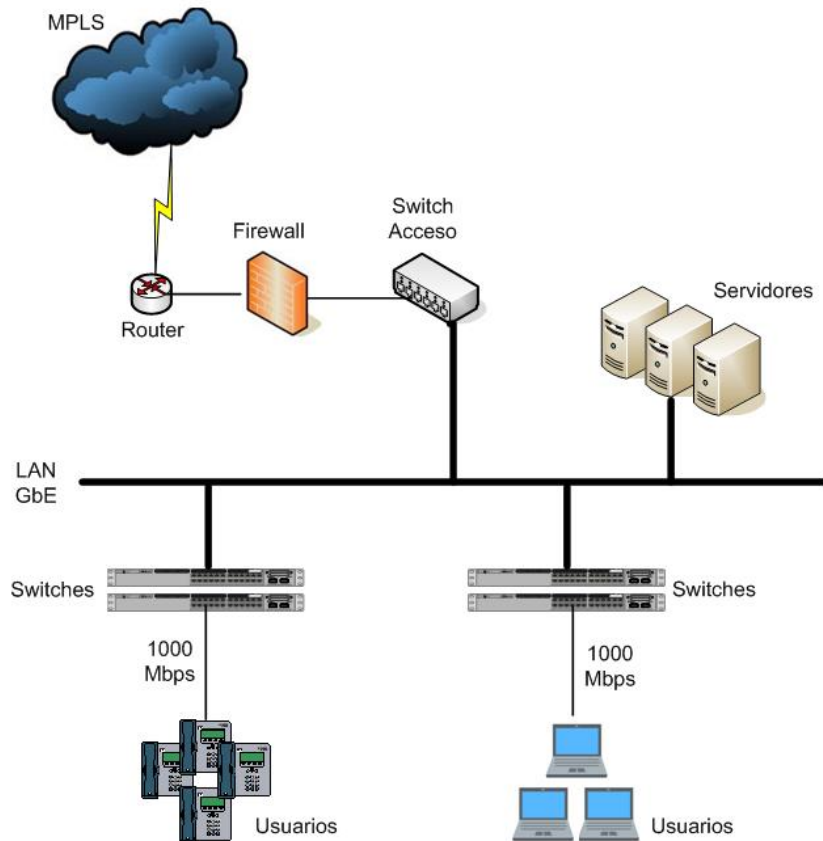


Diagrama 2. Topología de red para conectividad de equipos

Una vez analizado el diagrama, se pudo realizar el análisis para la definición de los equipos, el ancho de banda requerido, la cantidad de cada una de licencias en el sistema de telefonía CUCM para los usuarios, así como para los modelos a utilizar para los modelos telefónicos.

Para los 510 operadores, se consideró el modelo de terminal IP, CP-7841 (Figura 14), el cual soporta hasta 4 líneas aparentes, las cuales son utilizadas por los operadores para tener diversas llamadas en la cola de espera, además de la llamada que están atendiendo en curso, además de soportar la integración de una botonera externa, la cual hace más accesible el uso para los agentes del Centro de contacto.



Adicionalmente de las terminales físicas, se consideró para cada agente del Contact Center una licencia de softagent, Cisco Finesse, para lo cual se realizaron desarrollos mediante API's<sup>[3]</sup> y CTI<sup>[4]</sup> para su integración con las bases de datos que se tenían en uso por parte de la dependencia para hacer un registro con la base de datos para que identificando el Caller ID de las llamadas entrantes se clasificaran, logrando que el operador pudiera tener la información de dicha llamada desde antes de contestar, como se muestra en la Figura 16. Por ejemplo, si ese número ha sido utilizado con anterioridad para solicitar emergencias o incluso llamadas de broma (más del 35% de las llamadas entrantes al 911 recibidas por este C5i son de broma) las cuales hacen que los operadores estén ocupados con este tipo de llamadas, cuando podrían estar atendiendo emergencias reales, es por ello la importancia de la clasificación de las llamadas entrantes mediante la funcionalidad de Caller ID.

Las pantallas a las que tienen acceso los agentes, están habilitadas para localizar mediante el uso de aplicaciones como Google Maps, la ubicación de los números fijos desde los que se realizan las llamadas, por lo que les permite tener mayor visibilidad en caso de requerir enviar algún vehículo de emergencia al domicilio, y de esta forma facilitar las indicaciones a las unidades móviles, dirigiéndolas con ayuda de los mapas.

Para el resto de usuarios, los 290 administrativos, se cotizaron terminales Cisco IP modelo CP-7811 (Figura 15), debido a que este modelo tiene las mismas características de funcionalidad que el utilizado para los operadores, con únicamente 2 líneas aparentes.

El licenciamiento considerado en el CUCM v10.0 será el licenciamiento "Enhanced" el cuál integra funcionalidades de telefonía avanzada, es decir, no tendrán licenciamiento de agente en el software de Contact Center Enterprise, ya que las funciones que se requieren para los usuarios administrativos se basan en las características esenciales de los sistemas de comunicación, como lo son buzón de voz, transferencia de llamadas, conferencia (hasta 6 participantes), mute, acceso a la agenda mediante protocolo LDAP<sup>[5]</sup>, llamada en hold, remarcación, mensajería instantánea a través de la plataforma de Unity Connection, por mencionar algunas.

De estas 290 terminales telefónicas , se solicitó por parte de la dependencia que el 15% del total tuviera funcionalidades de movilidad, lo cual implica poder tener acceso a una aplicación desde su dispositivo Smartphone en el cual podrían realizar, a través de la red de datos, ya sea celular (4G) o WiFi, uso de la red corporativa, realizando y recibiendo llamadas desde el número de teléfono corporativo, por lo que siempre estarán disponibles sin importar la ubicación geográfica donde se encuentren, siempre y cuando tengan acceso a una red de datos.

Otra de las funcionalidades principales, es la duplicación del timbrado con llamadas entrantes, significa que tanto el teléfono de escritorio como el teléfono celular timbrarán simultáneamente al entrar una llamada, y teniendo la opción de poder responderla desde cualquiera de los dos dispositivos.

Es importante mencionar que el equipo considerado, un Business Edition 7000M, representado en la Figura 13, con redundancia, fueron instalados sobre una máquina virtual con hipervisor vSphere de VmWare, dentro del Data Center diseñado para soportar todas las soluciones del C5i, estos sistemas tienen la capacidad de soportar hasta 5,000 usuarios, y 15,000 dispositivos en diferentes sitios geográficos si fuera el caso de requerir integrar en un futuro sitios adicionales, o enlazar en un solo sistema de comunicación a los centros C4 predecesores de este nuevo centro C5i.

En cuanto a la medición del ancho de banda necesario para el soporte de todas las llamadas del centro, se deben de tomar en cuenta las reglas de diseño, que si bien no son un estándar, si son una estadística que se utiliza para el cálculo de los canales requeridos para considerar un ancho de banda suficiente para no saturar la red.

Para las llamadas de usuarios administrativos, donde las llamadas no son tan recurrentes, se considera una proporción de 1 llamada simultánea por cada 3 usuarios, es decir, para los 290 usuarios administrativos, tendríamos un total de 97 canales simultáneos.

$$3 \text{ usuarios administrativos} = 1 \text{ llamada activa}$$

Si consideramos los 290 usuarios totales, entre los 3 usuarios por llamada activa

$$\frac{290}{3} = 96.66 \text{ llamadas activas simultáneamente}$$

Por lo que debemos considerar un total de 97 llamadas activas simultáneamente para el área administrativa.

Para las llamadas de los operadores, la proporción es a la inversa, es decir, se requiere de 3 canales simultáneos por cada uno de los agentes del Contact Center, por lo que si el total de agentes es de 510, tenemos que:

$$(510)(3) = 1530 \text{ llamadas simultáneas}$$

Lo cual significa que para este proyecto consideré un total de 1530 llamadas simultáneas (de 510 agentes).

El total de llamadas simultáneas en hora pico consideradas es el total de los canales simultáneos del área administrativa, más la cantidad utilizada por los agentes del Contact Center

$$97 + 1530 = 1,627$$

La capacidad total de llamadas, es de 1,627 canales activos simultáneamente. Este dato es de suma importancia para la correcta utilización del ancho de banda dedicado para los servicios de voz dentro del enlace implementado en el C5i.

Para las configuraciones de los paquetes de voz dentro de la red de datos, se utiliza el protocolo ITU-T G.711 o el G.7129, dependiendo del nivel de compresión requerido para el mejor desempeño de la red, el protocolo G.711 ofrece un encapsulamiento del paquete de voz de 64 kbps, mientras que el G.729 lo encapsula a 32 kbps.

Considerando los anchos de banda mencionados, la generalidad en los sistemas de comunicaciones VoIP, es la utilización del protocolo G.711 dentro de la red LAN, donde el ambiente es más controlado, y los anchos de banda no tan costosos, brindando mayor espacio en la red local y ofreciendo un servicio con menos riesgos de pérdida de paquetes.

En cambio, el protocolo G.711, es usualmente utilizado para los paquetes de voz que salen a través de la red pública, donde el ancho de banda que se tiene es limitado y más costoso, por lo cual se requiere de una mayor compresión por paquete.

Considerando que el protocolo que se configuró para las llamadas a través de la red MPLS<sub>[1]</sub> es el G.729, el cuál encapsula el paquete de voz a una tasa de transferencia de 32 kbits/s (incluyendo header, payload y tráiler) realizando la operación aritmética:

$$(Total\ de\ llamadas\ simultáneas)(Ancho\ de\ banda\ por\ paquete) = Total\ de\ BW\ requerido$$

$$(1,627)(32) = 52,064\ kbps$$

El total del requerimiento mínimo es de 52,064 kbits/s; por lo que el ancho de banda considerado para el sistema de voz debía ser de por lo menos 55 Mbps el cual es el ancho de banda comercial que se puede ofrecer al C5i.

Teniendo en cuenta que el C5i debe de permanecer con conectividad las 24 horas los 7 días de la semana, se consideró tener dos enlaces a través de la red de fibra óptica en una configuración Activo-Pasivo, conectados a diferentes centrales de la red del SIP, de esta forma los anchos de banda dedicados para el servicio de voz en los enlaces IP SIP que se consideraron por el tema de la redundancia fueron de 55 Mbps cada uno.



Figura 13. Cisco Business Edition 7000M



Figura 14. Cisco IP Phone 7841



Figura 15. Cisco IP Phone 7811

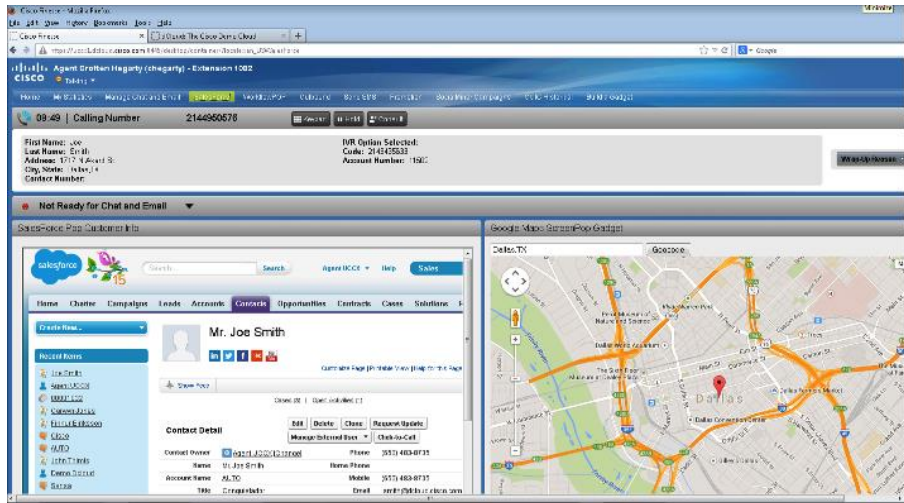


Figura 16. Imagen representativa de la pantalla de Finesse, integrando diversas aplicaciones

Definiendo las soluciones de video conferencia, se consideró la opción de salas de Colaboración, utilizando las tecnologías de las plataformas Cisco Webex Board, por ser los equipos que tienen la capacidad de poder ser un dispositivo todo en uno, pudiendo realizar presentaciones de forma remota, hacer video conferencias, dibujar o escribir en el pizarrón digital e incluso hacer anotaciones sobre el contenido que se está compartiendo, pudiendo conectar los equipos remotos de forma inalámbrica

Existen tres variantes de este Webex board, de las cuales, la única variante es el tamaño de la pantalla, para este proyecto se consideraron dos boards de 70 pulgadas (Figura 17), debido a las capacidades y dimensiones de las salas en donde se instalarán,

Estos boards se conectan mediante la red WiFi del Centro C5i para tener acceso a internet y las funcionalidades puedan ser operadas en su totalidad.



Figura 17. Cisco Webex Board

Dentro de las especificaciones que se solicitaron para las videoconferencias, una de ellas era que se conectarían a través de un MCU<sub>[6]</sub>, así como un equipo de firewall transversal para brindar la seguridad requerida dentro de la red para no exponer el sistema a alguna vulnerabilidad, dado que se integran usuarios a las conferencias desde puntos externos a la red del centro.

La funcionalidad de videoconferencias se realiza desde una aplicación CTI<sub>[4]</sub> utilizando el protocolo de RTP, lo cual facilita el acceso, ya que se ingresa desde una liga web a un portal donde se ingresan datos básicos, como lo es nombre y correo electrónico, y con esto es suficiente para ingresar a las sesiones desde una PC o Laptop, sin la necesidad de instalar, como se hacía anteriormente, software dedicado de aplicaciones, las cuales eran más lentas y requerían de actualizaciones frecuentemente, logrando que el acceso a las sesiones fuera más complejo y se necesitara un mayor tiempo para lograr esta conexión.

Los participantes de las sesiones que ingresan desde un Smartphone, requieren de la instalación desde la tienda de aplicaciones dependiendo del sistema operativo del dispositivo, es decir, IOS para dispositivos Apple, como Android para dispositivos abiertos, la sesión estará disponible mediante la liga URL de la sesión, o mediante el número de sesión que se requiera, la cual será enviada en la invitación de dicha sesión del organizador del meeting.

El beneficio que se adquiere al utilizar las sesiones desde dispositivos como el Webex Board, es que en la misma pantalla, la cual puede ser dividida en 2 segmentos, donde se obtiene la posibilidad de escribir, dibujar, realizar una presentación en tiempo real desde la misma pantalla táctil en el primer segmento, así como ver la transmisión de los participantes remotos activos en la conferencia en el segundo segmento.

Las sesiones máximas consideradas para cada sala de videoconferencia fueron de 100 usuarios activos simultáneamente por sesión, pudiendo realizar hasta 2 sesiones, una por equipo, las cuales son las capacidades máximas del equipo, acorde a las especificaciones del fabricante.

La segunda etapa del proyecto, fue la de realizar el papel de “arquitecto de soluciones del proyecto”, el cual radica en ejercer el liderazgo dentro del equipo de consultores de diferentes tecnologías, para armar la solución en un “llave en mano”.

En esta etapa, realicé la integración de las siguientes tecnologías.

- Infraestructura

- Debido a que se realizó la implementación del sitio desde cero, ya que no existía infraestructura ni cobertura de los servicios, se debió considerar la instalación de postes para hacer llegar la fibra óptica necesaria desde ambas centrales, para los enlaces tanto de voz, como de datos.

Dentro del centro, se consideró la infraestructura del data center, en el cual se consideraron las construcciones del piso falso, las acometidas para la entrega de los servicios, la interconexión de la subestación eléctrica de respaldo, la canalización y entrega de cableado para cada uno de los módulos, oficinas y cuartos de servicio (MDF e IDF's), así como de la planeación para el cableado estructurado Categoría 6.

Dentro de las instalaciones del C5i, se tuvieron que considerar las capacidades de todos los equipos a implementar, así como las cargas de consumo eléctrico, con la finalidad de analizar los consumos máximos en watts y poder tener la certeza de que la planta de energía local, tuviera la suficiente capacidad para soportar, en caso de una falla en la toma principal, la carga requerida por los equipos de comunicaciones críticos dentro del Centro.

- Networking

La infraestructura implementada para la red de datos, para los equipos de switches, access point, routers, y servidores UCS para los sistemas de colaboración, fueron equipos de la marca Cisco debido a la integración de forma nativa que cuentan en todas las plataformas.

Es importante mencionar que todos los equipos tienen la capacidad de una velocidad de transferencia de 10/100/1000 Mbps. Dentro de la configuración de red, para los diferentes IDF, se consideraron equipos de 24 y 48 puertos, con la capacidad de alimentación eléctrica a través de la red (PoE<sub>[7]</sub>), y con capacidades de ruteo, capa 3 dentro del modelo OSI.

- Seguridad

En el apartado de seguridad, el equipamiento Cisco Adaptive Security Appliance (ASA) fue la mejor solución dentro del mercado, ya que este equipo brinda las funcionalidades de IPS<sub>[8]</sub>, IDS<sub>[9]</sub>, Firewall, Web Filtering.

La solución de seguridad se instaló en un esquema virtualizado y redundante.

- Enlaces de internet

Los servicios para los enlaces de conexión para la red del C5i, son proporcionados mediante dos diferentes centrales con la finalidad de brindar un sistema de alta disponibilidad, así en caso de falla del enlace principal, se considera un redundante del 80% de la capacidad del principal, con el objetivo de mantener las operaciones críticas activas, dichos enlaces, se consideraron entregarlos en protocolo IP SIP, lo cual es mucho más efectivo en la administración de los flujos de ancho de banda, puesto que no se requiere la instalación de un nuevo medio (fibra) en caso de requerir mayor capacidad de transmisión, al ser un medio adaptativo, el ancho de banda que se transmite se configura desde el ISP a petición de la saturación del cliente.



- Data Center

Dentro del Data Center, se consideró la implementación de todos los servidores físicos con la capacidad necesaria de soportar en las máquinas virtuales todas las aplicaciones requeridas, así como las plataformas necesarias para soportar los servicios de terceros, con los cuales se deben de realizar diferentes integraciones con el fin de tener una solución completa para las funcionalidades y la correcta operación del C5i.

Una vez desarrollada cada plataforma tecnológica en el configurador del fabricante CCW, tuve que realizar una integración, así mismo, considerar las cotizaciones de diferentes áreas de la empresa, como lo son la parte de implementación, SOC y NOC para las funciones de monitoreo, y el área de servicio para la infraestructura y equipamiento considerados.

Realicé la presentación del proyecto en conjunto con el área comercial de la empresa, donde se entregó el reporte y los números finales (costos) así como los alcances del proyecto, el cual fue aceptado por la dependencia correspondiente.

Uno de los retos principales fueron los tiempos de entrega, ya que una vez que se aceptó la propuesta, el tiempo para la apertura del Centro, era menor de 6 meses, por lo que se tenía que instalar el equipo y los enlaces listos en menos de los tiempos estándares de entrega de los equipos por parte de los fabricantes, los cuales, regularmente son de 4 a 6 semanas, quedando menos de 5 meses, para implementar y configurar todos los servicios, y poner en marcha el Centro por completo, incluyendo las integraciones con terceros, las cuales se requerían pruebas y validación para la correcta operación.

## Participación profesional

La participación profesional dentro del proyecto, al estar en un área dentro del sector comercial como lo es la ingeniería de preventa (venta técnica), en la cual se deben desarrollar habilidades complementarias a las adquiridas dentro de la formación profesional que se imparten dentro de las aulas de la Facultad de Ingeniería.

El área de consultoría de preventa, como también se le conoce, para sectores gubernamentales, implica tener la capacidad de detectar y analizar los requerimientos técnicos de las dependencias, así como las necesidades del negocio para poder realizar los levantamientos en los sitios del cliente final, comprendiendo las necesidades reales, de tal forma que se pueda ofrecer una propuesta tecnológica de valor, con el mejor costo/beneficio para la solución ofertada, y el equipamiento tecnológico ad hoc a las necesidades del proyecto.

El poder desarrollar un proyecto de la envergadura e importancia como es el centro C5i, para el programa de seguridad Estatal, si bien fue en conjunto con un equipo de ingenieros, teniendo la responsabilidad de integrar y presentar el proyecto, así como ser el principal responsable del correcto dimensionamiento para su implementación posterior, ha sido de los proyectos más complejos en cuanto a diseño y plataformas que he tenido la oportunidad de realizar en mi desarrollo profesional.

## Resultados y aportaciones

La principal aportación realizada en este proyecto, es la capacidad de interactuar y organizar al equipo de trabajo, mediante una eficaz y clara comunicación, transmitida desde el cliente hacia todos los integrantes del equipo, por lo que se pudo realizar de la mejor forma el desarrollo de cada uno de ellos para tener un entregable final de calidad y sin omisiones, lo cual se pudo plasmar en la correcta implementación y posterior operación del centro C5i.

En el plano de la aplicación de conceptos y desarrollo de la ingeniería, existen muchos rubros dentro del campo de la ingeniería, que en ocasiones, no se pueden impartir todos en un aula, creo que este es el caso de la ingeniería de preventa, o consultoría en soluciones de TI, el cual es uno de estos ejemplos.

La ingeniería de preventa se puede desarrollar hasta salir al campo profesional, desarrollando y aplicando los conceptos técnicos y de pensamiento crítico y analítico para la solución y atención de los proyectos laborales, utilizando como herramientas los diferentes métodos y experiencias en solución de conflictos y problemas técnicos dentro de la Facultad.

## Conclusiones

Durante mi experiencia en el campo laboral, afortunadamente los proyectos en los que he trabajado, sus procesos y resultados han sido de diferentes formas y condiciones, algunos se han convertido en tormentosos procesos con finales inesperados, para fortuna del proyecto, y otros, donde todo el proceso parece marchar a la perfección, y los finales no son los idóneos, sin embargo, todo ha sido parte del proceso de aprendizaje y formación, aprender a luchar contra la frustración, lo cual, desafortunada o afortunadamente, se empieza a desarrollar esa habilidad desde la formación como estudiante de la Facultad de Ingeniería.

En el proyecto en particular descrito en este reporte, ha sido una experiencia y un reto, que me ha complementado en el ámbito de la arquitectura de soluciones, ya que fue el primer proyecto asumiendo este rol, y como parte del mismo, asumiendo responsabilidades de mayor jerarquía dentro del diseño de una red completa y compleja.

La red de colaboración, siendo mi responsabilidad directa en su diseño, también fue todo un reto, ya que no solo era el diseño de la red como tal, la complejidad estuvo inmersa en las integraciones que se requerían para los licenciamientos de los agentes, ya que al ser un centro con una alta expectativa en los tiempos de respuesta hacia la población.

Las integraciones necesarias para tener la información de ubicaciones y el despliegue de estas en mapas, historial de llamadas, saber si existe alguna atención especial solicitada con antelación, y todas las funcionalidades realizadas mediante el uso del Caller ID del número entrante, fue una labor especial, donde para lograrlo, se tuvo que interactuar con diferentes proveedores de dichas especialidades logrando el correcto funcionamiento; es por estas razones que considero que el proyecto, en general, y en el ámbito personal, ha sido un éxito en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin duda alguna, el éxito de este proyecto es debido a la importancia del trabajo en equipo, el aprender a trabajar con grupos interdisciplinarios es de suma importancia en el ámbito laboral en el cual me desarrollo, esto debido a que en un proyecto, como el del C5i se debe colaborar con personas de diferentes áreas, desde áreas administrativas y de contratos, como lo fue para la implementación de los postes mnen la vía pública, gente de áreas operativas para saber a qué centrales de red se tendrían que conectar los enlaces entregados, la gente del área de operaciones en campo, quienes son los que implementan el cableado para la entrega del enlace en el sitio principal del cliente, y un sinfín de áreas que son tan diversas, como importantes en la cadena de trabajo para el desarrollo y un término exitoso del proyecto, para conseguir lo más importante, la satisfacción del cliente.

## Bibliografía

- Table 2 1/Chapter II Measuring Availability from Blueprints of High Availability 1st Edition, Marcus Evans & Halt Stem Editorial John Wiley & Sons, Inc
- White Paper - 802.11ac: The Fifth Generation of Wi-Fi, publicado en el web site:  
<https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/aironet-3600-series/white-paper-c11-713103.pdf> referido al día 25 de Julio de 2019
- Data Sheet - Cisco Unified Contact Center Express 11, publicado en el web site:  
<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/customer-collaboration/unified-contact-center-express/datasheet-c78-735911.pdf> referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://developer.cisco.com/docs/finesse/#!finesse-overview/what-is-finesse> , sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- Features and Services Guide for Cisco Unified Communications Manager, Release 10.0(1), publicado en el web site:  
[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice\\_ip\\_comm/cucm/admin/10\\_0\\_1/ccmfeat/CUCM\\_BK\\_F3AC1C0F\\_00\\_cucm-features-services-guide-100.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/cucm/admin/10_0_1/ccmfeat/CUCM_BK_F3AC1C0F_00_cucm-features-services-guide-100.pdf) referido al día 25 de Julio de 2019
- [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/products/collaboration-endpoints/webex-board/index.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/products/collaboration-endpoints/webex-board/index.html) , sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- Preguntas frecuentes sobre MPLS para principiantes, ), publicado en el web site:  
[https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docs/multiprotocol-label-switching-mpls/mpls/4649-mpls-faq-4649.pdf](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/multiprotocol-label-switching-mpls/mpls/4649-mpls-faq-4649.pdf) , referido al día 25 de Julio de 2019
- Avaya Call Center Automatic Call Distribution (ACD) Guide, publicado en el site:  
[https://downloads.avaya.com/elmodocs2/comm\\_mgr/r3\\_1/03\\_300151\\_5/07\\_300478\\_1/07\\_300478\\_1.pdf](https://downloads.avaya.com/elmodocs2/comm_mgr/r3_1/03_300151_5/07_300478_1/07_300478_1.pdf) referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces> , sitio web referido al día 25 de Julio de 2019

- <https://kb.netgear.com/es/209/Qu%C3%A9-es-PoE-alimentaci%C3%B3n-a-trav%C3%A9s-de-Ethernet>  
sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://www.seguridad.unam.mx/glosario/osi> sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html)  
Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/web-filter>  
Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- Apuntes de las asignaturas de Redes de Datos I y Redes de Datos II, publicado en el web site:  
[http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20de%20Datos%20I%20y%20II%20\(avance%2050%25\).pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/victor/CCNA/Productos/Notas%20de%20Curso/Manual%20de%20la%20Asignatura%20de%20Redes%20de%20Datos%20I%20y%20II%20(avance%2050%25).pdf) referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://blogsimpletech.wordpress.com/2017/08/15/centrales-telefonicas-empresariales/>  
Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://bebusinessed.com/history/history-of-pbx/>  
Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- What is CTI? publicado en el web site:  
[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice\\_ip\\_comm/cust\\_contact/contact\\_center/ctios/ctios4\\_6x/feature/guide/ctipd1.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/cust_contact/contact_center/ctios/ctios4_6x/feature/guide/ctipd1.pdf) , referido al día 25 de Julio de 2019
- <http://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/rhel-rg-es-4/ch-ldap.html>  
Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://dinecom.cl/videoconferencia-que-se-supone-que-es-una-mcu/>  
Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://es.ccm.net/contents/163-sistema-de-prevencion-de-intrusiones-ips>  
Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019

- <https://es.ccm.net/contents/162-sistema-de-deteccion-de-intrusiones-ids>
- Sitio web referido al día 25 de Julio de 2019
- <https://www.3cx.es/voip-sip/central-telefonica-pbx/>
- Sitio web referido al día 28 de Agosto de 2019
- <https://www.itesa.edu.mx/netacad/networks/course/module3/3.1.1.4/3.1.1.4.html>
- Sitio web referido al día 28 de Agosto de 2019

## Glosario

- [1] MPLS

MPLS es una tecnología de reenvío de paquetes que utiliza etiquetas para tomar decisiones relativas al reenvío de datos. Con MPLS, el análisis de encabezado de capa 3 se hace una vez sola (cuando el paquete ingresa al dominio de MPLS). La inspección de las etiquetas genera el posterior reenvío de los paquetes. MPLS ofrece estas aplicaciones beneficiosas:

- ✓ Redes privadas virtuales (VPN)
- ✓ Ingeniería de tráfico (TE)
- ✓ Quality of Service (QoS)
- ✓ Cualquier transporte por MPLS (AToM)

Además, disminuye el desbordamiento de reenvío en los enrutadores principales. Las tecnologías MPLS se pueden aplicar en cualquier protocolo de capa de red.

- [2] ACD

La distribución automática de llamadas (ACD) es una función dentro del servidor de comunicaciones unificadas que procesa llamadas entrantes, salientes e internas de alto volumen y las distribuye a grupos de extensiones, llamados grupos o divisiones. El servidor de comunicación también envía información sobre el La operación del ACD al sistema de



reporteo que almacena y formatea los datos y produce en tiempo real informes históricos sobre la actividad de ACD.

El ACD es utilizado por los centros de contactos para enrutar las llamadas entrantes a divisiones o grupos de agentes con ciertas habilidades asignadas específicamente, el ACD le permite a un administrador del sistema crear un entorno de administración de llamadas eficiente.

Este administrador puede agregar o eliminar grupos / habilidades en el sistema, agregar o eliminar anuncios, agregar o eliminar agentes, grupos de líneas troncales y enrutar las llamadas a las divisiones / grupos de habilidades. El administrador también puede especificar los criterios de medición de ACD.

- Contact Center

Contact Center es un concepto mucho más amplio que un Call Center, ya que maneja más canales para la recepción/emisión de la información. Este utiliza llamadas telefónicas, correos electrónicos, fax, y comunicaciones online, incluyendo la mensajería instantánea a través de las redes sociales. A todo este centro de recepción o emisión de información también se le denomina Comunicaciones Unificadas.

- [3] API

Una interfaz de programación de aplicaciones (API) es un conjunto de herramientas, definiciones y protocolos que se usa para diseñar e integrar software de aplicaciones. Permite que su producto o servicio se comunique con otros productos y servicios, sin la necesidad de saber cómo se implementan. Las API simplifican el desarrollo de las aplicaciones, lo cual permite ahorrar tiempo a los desarrolladores y dinero a las empresas. Cuando diseña herramientas y productos nuevos (o maneja otros actuales), las API le otorgan flexibilidad; simplifican el diseño, la administración y el uso; y proporcionan oportunidades para la innovación.

Las API son un medio simplificado para conectar su propia infraestructura a través del desarrollo de aplicaciones nativas de la nube, pero también le permiten compartir sus datos

con clientes y otros usuarios externos. Las API públicas representan un valor comercial único porque simplifican y amplían la forma en que se conecta con sus partners y, además, pueden rentabilizar sus datos (un ejemplo conocido es la API de Google Maps).

- [4] CTI

CTI es el acrónimo de Integración de Computación y Telefonía. Se trata de integrar la computadora con sistemas de recursos de telefonía para aumentar las capacidades de un centro de llamadas. CTI proporciona la habilidad de

- Automatizar procesos
- Centralizar el control y rastreo de llamadas
- Ahorro de costos
- Incrementar la satisfacción del cliente
- Incrementar la productividad
- Hacer la experiencia más accesible
- Proveer oportunidades de ventas
- Servicio personalizado
- Mejorar la calidad del servicio

- [5] LDAP

El Protocolo ligero de acceso a directorios (en inglés, Lightweight Directory Access Protocol, LDAP) es un conjunto de protocolos abiertos usados para acceder información guardada centralmente a través de la red. Está basado en el estándar X.500 para compartir directorios, pero es menos complejo e intensivo en el uso de recursos. Por esta razón, a veces se habla de LDAP como "X.500 Lite." El estándar X.500 es un directorio que contiene información de forma jerárquica y categorizada, que puede incluir nombres, directorios y números telefónicos.

Como X.500, LDAP organiza la información en un modo jerárquico usando directorios. Estos directorios pueden almacenar una gran variedad de información y se pueden incluso usar de forma similar al Servicio de información de red (NIS), permitiendo que cualquiera pueda acceder a su cuenta desde cualquier máquina en la red acreditada con LDAP. Sin

embargo, en la mayoría de los casos, LDAP se usa simplemente como un directorio telefónico virtual, permitiendo a los usuarios acceder fácilmente la información de contacto de otros usuarios. Pero LDAP va mucho más lejos que un directorio telefónico tradicional, ya que es capaz de propagar su consulta a otros servidores LDAP por todo el mundo, proporcionando un repositorio de información ad-hoc global. Sin embargo, en este momento LDAP se usa más dentro de organizaciones individuales, como universidades, departamentos del gobierno y compañías privadas.

LDAP es un sistema cliente/servidor. El servidor puede usar una variedad de bases de datos para guardar un directorio, cada uno optimizado para operaciones de lectura rápidas y en gran volumen. Cuando una aplicación cliente LDAP se conecta a un servidor LDAP puede, o bien consultar un directorio, o intentar modificarlo. En el evento de una consulta, el servidor, puede contestarla localmente o puede dirigir la consulta a un servidor LDAP que tenga la respuesta. Si la aplicación cliente está intentando modificar información en un directorio LDAP, el servidor verifica que el usuario tiene permiso para efectuar el cambio y después añade o actualiza la información.

- [6] MCU

Un MCU consiste en un equipo de hardware capaz de conectar múltiples sistemas de videoconferencia en una misma conferencia; escalando desde cinco puntos (5), hasta aproximadamente ciento cincuenta (150), y en distintos tipos de calidad.

Convengamos que le llamamos "punto", a un equipo de videoconferencia o endpoint, el cual puede ser un equipo personal –de escritorio- o bien un códec o equipo integrado, hecho para una sala de reunión; y que será empleado por una cierta cantidad de personas.

Una MCU recibe señales de audio y vídeo digital de códecs de alguna conferencia específica, para luego procesar y re-dirigir estas señales de nuevo hacia todos los códecs.

Entonces, gracias a un equipo de este estilo, se vuelve posible realizar múltiples conferencias que involucren muchos lugares de forma simultánea. Ahora bien, el MCU brindan otras características más avanzadas, tales como presencia continua –función que permite a los participantes mantenerse visibles en pantalla al mismo tiempo-; personas más contenido -o flujo dual-, que corresponde a un lay out que muestra a los participantes más el contenido que se está compartiendo; y finalmente transcodificación y transrating.

- [7] PoE

La alimentación a través de Ethernet (PoE) es una función de red definida en los estándares IEEE 802.3af y 802.3at. PoE permite que los cables Ethernet suministren energía a los dispositivos de red a través de la conexión de datos existente.

- Modelo OSI

Acrónimo en inglés de Open Systems Interconnection (Interconexión de Sistemas Abiertos). Descripción estándar o modelo de referencia de cómo se deben llevar a cabo las transmisiones de mensajes entre dos puntos en una red de telecomunicaciones. Refiere siete capas de funciones que toman lugar a cada extremo de la comunicación. A su vez estas capas se dividen en dos, las Cuatro Capas Superiores y las Tres Capas Inferiores. Las primeras actúan cuando un mensaje pasa hacia o desde un usuario, en el caso de las segundas es cuando pasan a través de una computadora o ruteador. Las siete capas son:

Séptima capa o Capa de Aplicación: En ella se identifica a los participantes en una comunicación, calidad de servicio, son consideradas privacidad y autenticación de usuarios, se determinan las restricciones de sintaxis.

Sexta capa o Capa de Presentación: Por lo general es parte de un sistema operativo cambia el formato de presentación de los datos de ingreso o salida en otro formato. Algunas veces es llamada la capa de sintaxis.

Quinta capa o Capa de Sesión: Prepara, coordina, y termina las conversaciones, intercambios y diálogos entre las aplicaciones en cada punto. Maneja la coordinación de la conexión y la sesión.

Cuarta capa o Capa de Transporte: Maneja el control de extremo a extremo, i.e. verifica si todos los paquetes fueron transmitidos, y el manejo de errores. Asegura la completa transferencia de la información.

Tercer capa o Capa de Red: Maneja el ruteo de la información, así como el direccionamiento de la información

Segunda capa o Capa de Enlace de Datos: Provee de sincronización a nivel de componente físico.

Primer capa o Capa Física: Maneja el envío de bits a nivel físico a través de los medios eléctricos y mecánicos. Controla al hardware para enviar y recibir datos en el transporte de información.

- [8] IPS

Un IPS es un sistema de prevención/protección contra las intrusiones y no solo para reconocerlas e informar acerca de ellas, como hacen la mayoría de los IDS. Hay dos características principales que distinguen a un IDS de un IPS: el IPS se localiza en línea dentro de la red IPS y no solo escucha de manera pasiva a la red como un IDS (tradicionalmente colocado como un rastreador de puertos en la red); el IPS tiene la habilidad de bloquear inmediatamente las intrusiones, sin importar el protocolo de transporte empleado y sin reconfigurar un dispositivo externo. Esto significa que el IPS puede filtrar y bloquear paquetes de manera nativa (al utilizar técnicas como la caída de una conexión, la caída de paquetes ofensivos, el bloqueo de un intruso, etc.).

- [9] IDS

El término IDS (Sistema de detección de intrusiones) hace referencia a un mecanismo que, sigilosamente, escucha el tráfico en la red para detectar actividades anormales o sospechosas, y de este modo, reducir el riesgo de intrusión.

Existen dos claras familias importantes de IDS: el grupo N-IDS (Sistema de detección de intrusiones de red), que garantiza la seguridad dentro de la red, y el grupo H-IDS (Sistema de detección de intrusiones en el host), que garantiza la seguridad en el host.

Un N-IDS necesita un hardware exclusivo. Este forma un sistema que puede verificar paquetes de información que viajan por una o más líneas de la red para descubrir si se ha producido alguna actividad maliciosa o anormal. El N-IDS pone uno o más de los adaptadores de red exclusivos del sistema en modo promiscuo. Este es una especie de modo "invisible" en el que no tienen dirección IP. Tampoco tienen una serie de protocolos asignados. Es común encontrar diversos IDS en diferentes partes de la red. Por lo general,

se colocan sondas fuera de la red para estudiar los posibles ataques, así como también se colocan sondas internas para analizar solicitudes que hayan pasado a través del firewall o que se han realizado desde dentro.

El H-IDS se encuentra en un host particular. Por lo tanto, su software cubre una amplia gama de sistemas operativos como Windows, Solaris, Linux, HP-UX, Aix, etc. El H-IDS actúa como un daemon o servicio estándar en el sistema de un host. Tradicionalmente, el H-IDS analiza la información particular almacenada en registros (como registros de sistema, mensajes, lastlogs y wtmp) y también captura paquetes de la red que se introducen/salen del host para poder verificar las señales de intrusión (como ataques por denegación de servicio, puertas traseras, troyanos, intentos de acceso no autorizado, ejecución de códigos malignos o ataques de desbordamiento de búfer).

- Firewall

Un firewall es un dispositivo de seguridad de la red que monitorea el tráfico de red - entrante y saliente- y decide si permite o bloquea tráfico específico en función de un conjunto definido de reglas de seguridad.

Los firewalls han constituido una primera línea de defensa en seguridad de la red durante más de 25 años. Establecen una barrera entre las redes internas protegidas y controladas en las que se puede confiar y redes externas que no son de confianza, como Internet. Un firewall puede ser hardware, software o ambos.

- Web Filtering

Un filtro web, comúnmente conocido como "software de control del contenido", es un software diseñado para restringir los sitios web que un usuario puede visitar en su equipo.

- [10] TDM

En los inicios, Bell Laboratories inventó TDM para maximizar la cantidad de tráfico de voz que se transportaba por un medio. Antes de la multiplexación, cada llamada telefónica requería su propio enlace físico. Esto era una solución costosa e imposible de escalar. TDM divide el ancho de banda de un único enlace en intervalos de tiempo separados. TDM transmite dos o más canales (flujo de datos) por el mismo enlace al asignar un intervalo de tiempo diferente para la transmisión de cada canal. En efecto, los canales se turnan para usar el enlace.

TDM es un concepto de capa física. No tiene en cuenta la naturaleza de la información que se multiplexa en el canal de salida. TDM es independiente del protocolo de capa 2 que usaron los canales de entrada.

TDM se puede explicar mediante una analogía con el tráfico de las autopistas. Para transportar el tráfico de cuatro caminos a otra ciudad, se puede enviar todo el tráfico por un carril si se atienden los caminos por igual y se sincroniza el tráfico. Si cada uno de los cuatro caminos coloca un automóvil en la autopista principal cada cuatro segundos, esta recibe un automóvil con una frecuencia de uno por segundo. Mientras la velocidad de todos los automóviles esté sincronizada, no hay colisiones. En el destino, sucede lo contrario, y los automóviles se sacan de la autopista y se colocan en los caminos locales mediante el mismo mecanismo sincrónico.

Este es el principio que se usa en TDM síncrona al enviar datos a través de un enlace. TDM aumenta la capacidad del enlace de transmisión al dividir el tiempo de transmisión en intervalos iguales más cortos, de modo que el enlace transporte los bits de varios orígenes de entrada.

En la ilustración, un multiplexor (MUX) en el transmisor acepta tres señales distintas. El MUX divide cada señal en segmentos. El MUX coloca cada segmento en un único canal insertando cada segmento en un intervalo de tiempo.

Un MUX en el extremo receptor vuelve a armar la transmisión TDM en tres flujos de datos distintos únicamente sobre la base del momento de llegada de cada bit. Una técnica denominada "entrelazado de bits" realiza un seguimiento del número y la secuencia de bits de cada transmisión específica para que se puedan volver a armar con rapidez y eficacia en la forma original de recepción. El entrelazado de bytes realiza las mismas funciones, pero debido a que hay 8 bits en cada byte, el proceso necesita un intervalo de tiempo más grande o más largo.

- [11] PBX

PBX son las siglas en inglés de "Private Branch Exchange", la cual es una red telefónica privada utilizada dentro de una empresa.

Las PBX tradicionales tendrían sus propios teléfonos propietarios, por lo que no existiría una forma de utilizar estos teléfonos con un sistema diferente. Esto significa que ya sea que tengamos un system-lock-in (estamos limitados al mismo sistema ya que un cambio de sistema significa también cambiar teléfonos, lo que lo hace prohibitivo y de un alto costo) o un vendor-lock-in (estamos limitados al mismo fabricante debido a que los teléfonos solo se pueden utilizar con sistemas de ese fabricante, algunas veces sólo con un rango particular de sistemas).

El tiempo y la tecnología, sin embargo, han cambiado el panorama de consumo de telefonía, siendo la PBX IP basada en estándares abiertos la que abandera este terreno. El punto de "IP" en esta era es que las llamadas telefónicas son entregadas utilizando el Protocolo de Internet como la tecnología de transporte.