

Planning and Management of Resources and Components of a Local Area Network

Andrea Carolina Barragán Calderón, Ing.¹, John Alexander Pachón Pinzón, Ing.¹, and Jorge Villalobos Alvarado, Ing.¹

¹ Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia, andrea.barragan@mail.escuelaing.edu.co, john.pachon@mail.escuelaing.edu.co, jorge.villalobos@escuelaing.edu.co

Abstract— The document aims to present a model of management, planning and optimization of any local area network, so as to solve the problems that commonly occur in such networks; The proposal raised by a consultancy that took place at the graduation project "Optimization and management of an enterprise LAN" line associated with the computing infrastructure of Systems Engineering program of the Colombian School of Engineering Julio Garavito.

Keywords— Local Area Network (LAN), Network Topology, Virtual Local Area Network (VLAN), Wide Area Network (WAN), Simple Network Management Protocol (SNMP), Network Management System (NMS), Internet Protocol (IP), Open Systems Interconnection model (OSI model), Switching Network, Spanning Tree Protocol (STP), Dijkstra's Algorithm, Ford-Fulkerson Algorithm.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.220>

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

13th LACCEI Annual International Conference: "Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?"
July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.220>

Planeación y administración de los recursos y componentes de una red de área local

Andrea Carolina Barragán Calderón, Ingeniera de Sistemas, John Alexander Pachón Pinzón, Ingeniero de Sistemas, y Jorge Villalobos Alvarado, Ingeniero Eléctrico
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia
andrea.barragan@mail.escuelaing.edu.co, john.pachon@mail.escuelaing.edu.co
jorge.villalobos@escuelaing.edu.co

Resumen—El documento pretende presentar un modelo de administración, planeación y optimización de cualquier red de área local, para así dar solución a los problemas que comúnmente se presentan en dichas redes; la propuesta se plantea mediante una consultoría que se llevó a cabo en el proyecto de grado “Optimización y administración de una LAN empresarial”, asociado a la línea de infraestructura computacional del programa de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Palabras clave — LAN, topología de red, VLANs, WAN, IP, SNMP, NMS, modelo OSI, STP, Algoritmo de Dijkstra, Algoritmo de Ford-Fulkerson.

Key words — Local Area Network (LAN), Network Topology, Virtual Local Area Network (VLAN), Wide Area Network (WAN), Simple Network Management Protocol (SNMP), Network Management System (NMS), Internet Protocol (IP), Open Systems Interconnection model (OSI model), Switching Network, Spanning Tree Protocol (STP), Dijkstra’s Algorithm, Ford-Fulkerson Algorithm.

I. INTRODUCCIÓN

Siendo usuarios activos de múltiples redes de área local (LAN), se evidenciaron algunos problemas que permitieron proponer, diseñar y ejecutar un proyecto, con el fin de mejorar el funcionamiento y a su vez garantizar una correcta administración y planeación de la misma.

Contextualizando, una red de área local (LAN) es un conjunto de dispositivos interconectados con el fin de permitir a los usuarios el intercambio y acceso a información a través de diferentes canales, como lo son otras redes e Internet, entre otros.

Partiendo de la necesidad y la problemática planteada anteriormente, se propuso el desarrollo de una consultoría, aplicando un modelo que contiene diferentes fases para su desarrollo. Cada una describe el paso a paso de la solución y propone nuevas mejoras y alternativas que le permitirán tanto al usuario final, como a los administradores, sacar el mejor provecho de la red.

El modelo aplicado en la consultoría consiste en cuatro fases: análisis, rediseño, administración y simulación. En las

siguientes secciones se expondrán en detalle cada una de las fases y el proceso completo de consultoría que se vivenció.

II. PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE

Después de realizar un análisis en diferentes redes de área local (LAN), se identificaron cuatro problemas comunes: crecimiento vegetativo, bajo rendimiento, subutilización de dispositivos y baja disponibilidad.

En primer lugar se observó que el crecimiento vegetativo de una red produce latencia en el tráfico que fluye por la misma, causando retrasos en la transmisión de datos; además de esto no se encontró redundancia en los enlaces, por lo cual surge un riesgo de falla en los equipos, afectando directamente la disponibilidad de la red.

El bajo rendimiento de la red, se debe en mayor parte a la falta de planeación al momento de implementar nuevos servicios, ya que no se cuenta con estudios y registros de control periódicos. También obedece a conexiones deficientes y ubicación errada de los *switches*; usualmente se conectan por un puerto de acceso del mismo ancho de banda que son utilizados para usuarios finales (100 Mbps). Esto prácticamente asegura que en condiciones de alto tráfico se genere congestión.

La ubicación de los *switches* dentro de la topología de la red, normalmente no considera ninguna jerarquía en la cual los *switches* con mayor capacidad de transferencia conmutan tráfico sólo para *switches* de menor capacidad que a su vez reciben el tráfico de los usuarios finales. Según las dimensiones de la red pueden existir dos o tres niveles, pero los *switches* de mayor capacidad siempre deberán estar en los niveles superiores

La subutilización de equipos se evidencia por la mala distribución de estos en la red. Esto produce una baja disponibilidad debido a que los dispositivos con mayor rendimiento no suplen las necesidades por estar cumpliendo funciones de cara al usuario final.

El exponente más claro de dicho problema de disponibilidad es la relación existente entre tiempo de respuesta y calidad de la conexión, siendo estos últimos dos

aspectos indispensables para el cumplimiento de estándares que ayudan a alcanzar los objetivos planteados por la empresa y así aumentar el nivel de satisfacción del usuario final.

En general la problemática encontrada se debe a que en la LAN no es usual invertir muchas horas de ingeniería para lograr un buen diseño técnico e implementación debido a que la mayoría de dispositivos son *plug-and-play*, es decir que son dispositivos que al ser conectados no requieren de una configuración específica, permitiendo así que funcionen al instante.

Siempre que la población en la empresa aumenta, es necesaria la ampliación de la red, pero por lo general se recurre solamente a aumentar la cantidad de equipos en la misma sin considerar cómo se afecta el servicio de los usuarios actuales, lo cual causa un crecimiento desordenado que se ve reflejado en un degeneramiento en el servicio y una topología que no utiliza adecuadamente el potencial de la red.

Otros hallazgos fueron: la división física de la red basada en perfiles de usuario final, desactualización de documentación técnica de la topología, inexistencia de un sistema para prevenir incidentes así como para monitorear el comportamiento o para realizar un planeamiento de la capacidad.

III. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El planteamiento del proyecto, nace de la necesidad de tener una red empresarial óptima, lo cual lleva a realizar un análisis detallado de la infraestructura con la que actualmente cuenta la empresa, y así determinar si la capacidad de los equipos es la suficiente para atender a la población presente, sin embargo es importante recalcar que el crecimiento de la población es constante y la red debe ir adecuándose a dichos incrementos.

El trabajo previo a la consultoría se basó en la investigación de información proveniente de proyectos ejecutados anteriormente que trataban temas similares,[2][3][4] esto se hizo con el fin de buscar documentación existente del tema. Dentro de lo encontrado se destaca el análisis de diversas redes en entidades educativas y empresas privadas que reflejaban problemas y generaban alternativas para un diseño y funcionamiento de cualquier LAN.

A. ANÁLISIS

Esta fase consiste en un trabajo de campo donde se recolecta la información de la red que actualmente opera en la empresa; esto se lleva a cabo aplicando la observación activa.

Este proceso se realizó en la institución durante un periodo aproximado de cuatro meses. Consistió en visitas de

observación a los diversos *racks* donde se encuentran ubicados los equipos, que en este caso particular se encontraban distribuidos por todos los edificios del campus.

El proceso estándar de levantamiento de información se inicia detectando el tipo de equipo, velocidad, modelo, cantidad de puertos y conexiones con otros equipos dentro del *rack*. Esa información se almacenaba por equipo en hojas de cálculo, de la siguiente manera:

TABLA 1
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

NOMBRE		
MODELO		
MAC		
VELOCIDAD		
SERIAL		
FABRICANTE		
USO		
N° PUERTOS	TOTAL PUERTOS	
	LIBRES	
	INACTIVOS	
	CONECTADOS	
	CONSOLA	
	INTERCONEXION	
	FIBRA	

Luego de las visitas y la recolección de información se hizo un levantamiento de la topología con diversas herramientas que, a nivel de capa de red (modelo *OSI*) por medio del envío de paquetes, permiten obtener un diagrama detallado de las conexiones de la red; dicho procedimiento tomo aproximadamente 30 horas y como se observa en la imagen 1 las conexiones y dispositivos revelados muestran aproximadamente el 70 % de los dispositivos que pueden ver paquetes *IP*.

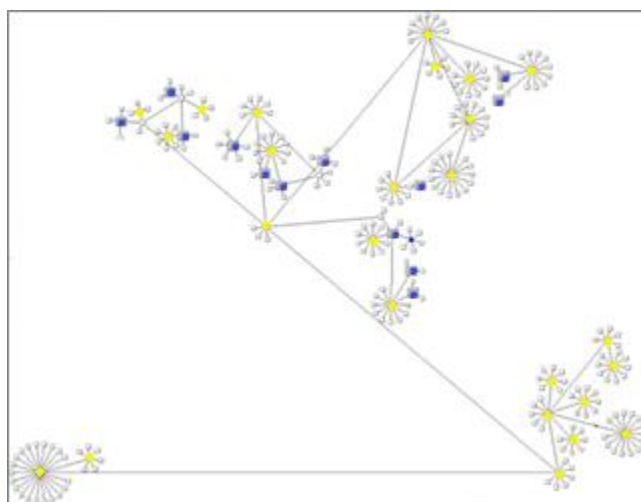


Imagen 1 Topología aproximada de la red

De la anterior imagen se resalta la existencia de *switches* en color amarillo, dispositivos finales, ya sean *PCs* o

impresoras en gris, y por ultimo unas “nubes”, dispositivos o segmentos de red que no se pueden descubrir debido a que, por diversas razones, el dispositivo no responde al protocolo *SNMP*.

La última actividad de esta fase consistió en hacer un cruce de información entre los datos recolectados en los *racks* y el diseño aproximado que se encontró con la herramienta, con el fin de lograr identificar las conexiones entre *racks* y el estado de cada uno de los dispositivos de la red (tipo, cable, velocidad, puertos, etc.)

El resultado fue el inventario de los equipos, su conexión y diversa información que sirvió para implementar el nuevo modelo. En general los dispositivos encontrados fueron *switches*, *hubs*, *PCs* e impresoras conectados de manera aleatoria entre ellos y dicho inventario se organizó en la siguiente tabla (parcial):

TABLA 2
INVENTARIO FINAL DE DISPOSITIVOS DE RED

Modelo	Tipo	Marca	No. Puertos	No. Dispositivos
2620	SWITCH	HP	26	1
PRO CURVE	SWITCH	HP	26	2
superstack II switch 3300	SWITCH	3COM	24	3
superstack III switch 4400	SWITCH	3COM	24	5
superstack II switch 1100	SWITCH	3COM	24	9
Switch 4500 family	SWITCH	3COM	26	24
LinkBuilder FMS II	HUB	3COM	24	1
superstack II dual speed hub 500	HUB	3COM	24	6

B. REDISEÑO

La importancia de esta fase radica en que el resultado final del proceso de observación, recolección de información y análisis permite establecer los límites del rediseño, plantear nuevas adquisiciones y encontrar los diversos problemas que actualmente presenta la red.

Partiendo de la topología encontrada se planteó la migración a un modelo de red jerárquico que consiste en la creación de tres capas: núcleo, distribución y acceso; donde la capa del núcleo tiene como único objetivo la conmutación de paquetes tan rápido como sea posible; en este nivel se ubican los mejores dispositivos, existen enlaces redundantes,

conexiones que permitan la transmisión a altas velocidades y a su vez permiten que la calidad del servicio sea eficiente.

La capa de distribución tiene como objetivo proveer enrutamiento basado en políticas donde se pueden aplicar filtros para determinar que llega al núcleo y que no; en esta capa se establece el acceso a la *WAN* (red de área amplia), es donde se crean y administran las *VLAN*'s (redes de área local virtuales) para establecer los diferentes servicios y perfiles de usuarios que soportará la red. Aquí también es importante tener *switches* de capa 3 con alta capacidad de transferencia y que permitan hacer la configuración de políticas y de las diferentes *VLAN*'s.

La capa de acceso tiene por objetivo atender a los usuarios finales (telefonía *IP*, impresoras, *PC*'s etc.) aquí puede existir cualquier variedad de equipos ya que los requisitos de conectividad son bajos.

Con el inventario de dispositivos de red que se obtuvo en el levantamiento de información se planteó un rediseño inicial teniendo en cuenta únicamente los dispositivos existentes para que quedara atendiendo a los usuarios de manera jerárquica, brindando conexión directa aproximadamente a mil usuarios finales, como se muestra (parcialmente) en la imagen 2.

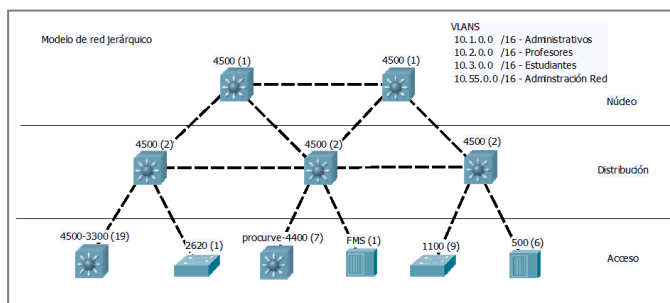


Imagen 2 Rediseño de la red

Según lo visto en la imagen anterior, en el rediseño se plantea el uso de los mejores *switches*, en este caso en particular: *switches* de capa 3 en la capa del núcleo que servirá como base de la red; de igual manera en la capa de distribución se propuso el uso de dispositivos capa 3 para poder definir las políticas de conexión y por último los *hubs* y demás *switches* se ubicaran en la capa de acceso atendiendo a los usuarios finales. Se anota que los *hubs* (dispositivos de red que operan en la capa física del modelo *OSI*) no se deben utilizar en una red moderna porque degradan significativamente el servicio. Además de eso se especifican las diferentes *VLAN*s a utilizar.

C. ADMINISTRACIÓN

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente y que hacen referencia al análisis y rediseño de la red, es importante mantener una continua administración del comportamiento de la misma, ya que aunque se tenga un buen diseño, con la mejor topología, si no se sabe que está ocurriendo en el interior de ella, es posible que la disponibilidad y el rendimiento no estén cumpliendo al cien por ciento y esto podría afectar la calidad del servicio.

Es por esto que se encontró la necesidad de buscar un administrador de red como solución de software (*NMS o Network Management System*), que permitiera no solo obtener el comportamiento en tiempo real de la misma, sino que a su vez le permitiera al administrador de sistema llevar historial de incidentes, generar reportes de disponibilidad y rendimiento, buscar la integración de la tecnología con todos los procesos empresariales, y dar un mayor valor a la infraestructura en la empresa.

Para obtener cada uno de los resultados mencionados en el párrafo anterior, se debe implementar un sistema robusto que permita realizar esta integración y así mantener al administrador de sistema informado, y aunque en este proceso surgieron preguntas como por ejemplo ¿Por qué no realizar la implementación nosotros?, se llegó a la conclusión que no siempre la solución es crear lo que ya existe, sino por el contrario implementar, parametrizar y adecuar a la empresa productos robustos ya existentes.

Para ello y con el objeto de hacer ver a las empresas y crear la necesidad en ellas de tener un sistema como este, se optó por una solución de software de código libre (no implica que sea gratis, es común confundir libre con gratis), ya que así se puede ver como es la implementación, adecuación y funcionamiento de este tipo de soluciones, y al mismo tiempo se determina cuáles son los ajustes que se deben tener en cuenta para lograr mantener la disponibilidad y rendimiento de la infraestructura presente en los servicios empresariales.

El *NMS* seleccionado e implementado fue *Nagios XI*, debido a que en los resultados obtenidos en la búsqueda, se consideró que este cumplía con el objetivo principal, que consistía en mostrar a la empresa la necesidad de implementar una solución así, para mantener el permanente monitoreo de su infraestructura. Por otro lado permite administrar la red en tiempo real y brinda la posibilidad de generar reportes (inclusive correos y mensajes de texto) de cada una de las actividades que no se consideren normales en la red, lo cual permite una pronta atención a los incidentes presentados.

Es importante mencionar que la solución de software seleccionada también permite obtener información de disponibilidad no solo a nivel de infraestructura, sino a nivel

de aplicación, ya que permite la integración con otras soluciones capaces de monitorear procesos, servicios y bases de datos.

Nagios XI al monitorear en tiempo real, guarda historial de incidentes, inactividad de los servicios, ya sea por configuración propia o por baja disponibilidad; esto con el fin de generar reportes en cualquier momento donde se puede observar el porcentaje de disponibilidad y a través de graficas analizar el comportamiento de todo el sistema.

Por otro lado, cabe resaltar que se tomó la decisión de llevar a cabo la implementación de *Nagios XI* después de realizar un estudio de otras soluciones existentes en el mercado, en donde se pudo determinar que aunque todas prestaban el mismo servicio. *Nagios* es una solución probada que se adecua a lo que las organizaciones necesitan. Además tiene licencias fáciles de entender y la implementación no es difícil, permitiendo que ésta se adecue a cualquier sector y tipo de negocio.

En la siguiente imagen se puede observar y determinar la usabilidad que tiene la herramienta. Las gráficas de la izquierda se utilizan al momento de generar reportes en un tiempo determinado por el usuario, en donde se muestra el *status* de cada uno de los procesos que se están monitoreando, indicando en la parte inferior de la gráfica a través de color verde los que estuvieron correctos todo el tiempo, en amarillo los que tuvieron alertas y en rojo los que estuvieron caídos, lo anterior detallando día, fecha, hora y duración. La imagen del centro muestra el monitoreo en tiempo real de cada uno de los procesos empresariales y al igual que en la descripción de la imagen anterior, los colores indican el estado de los mismos. Por último en la tercera imagen se observa el estado de la integración con otras aplicaciones.



Imagen 3 Implementación de NAGIOS

La herramienta no solo permite monitorear lo que está pasando en el sistema, permite tener visibilidad de aquellos aspectos críticos para la organización, ya sean aplicaciones, servicios, sistemas operativos, entre otros, los cuales ocasionan falencias empresariales en caso de presentar fallas y no tenerlos en cuenta.

En la siguiente imagen se puede observar otra de las utilidades de la herramienta, la cual consiste en obtener un mapeo total de la red, el cual permite identificar todos los puntos monitoreados y mencionados anteriormente.

También se ve como Nagios es capaz de centralizar todo un sistema empresarial, tomando aspectos que en ocasiones se vuelven relevantes, tales como capacidad de los equipos (monitoreo de filesystem, disco, red, entre otros), sistemas operativos y por ultimo comunicaciones internas y externas.

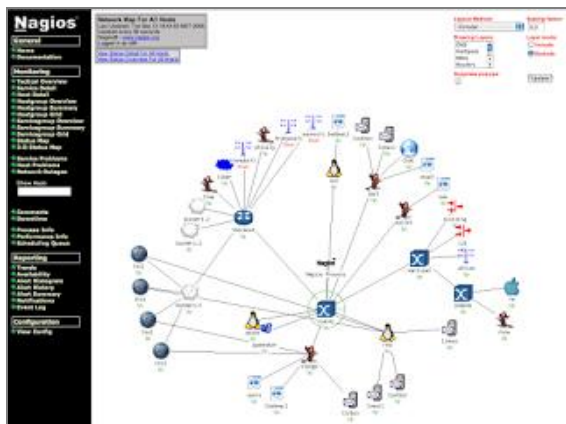


Imagen 4 Mapeo de una red en NAGIOS

D. SIMULACIÓN

Finalmente y después de llevar a cabo el proceso de obtención y análisis de información se quiso plantear un modelo computacional que ayudara a encontrar el flujo máximo de datos que necesita una red para operar de la mejor manera y así evitar los cuellos de botella y comportamientos observados en la fase experimental.

La motivación para el desarrollo del simulador se deriva de la dificultad para evaluar el desempeño, y optimizar el funcionamiento de una LAN. El factor determinante es el ancho de banda. La red contiene diversos componentes, usualmente interconectados con enlaces redundantes, cada uno con su propio ancho de banda. No es evidente cuál es la capacidad total de la red, si ésta capacidad se puede mejorar, y dónde se encuentran las restricciones al ancho de banda (si las hay).

En una LAN existen restricciones físicas asociadas con los cables, los puertos, la capacidad de transferencia de los switches, el estado de los puertos conectados (activo, o pasivo), y la forma como se conectan. Para la planeación de la capacidad es necesario conocer por cada dispositivo sus factores técnicos básicos, y la demanda de tráfico de la red en un momento dado. Esta información se obtiene del sistema de gestión de la red o Network Management System (NMS), pero lo que no se conoce, y el NMS no provee, es la capacidad

máxima (o ancho de banda) de la red, y esta información es esencial para la planeación de la capacidad.

Un NMS típico suministra información de tráfico en tiempo real, y estadísticas sobre cualquier enlace o dispositivo de red. Pero no indica hasta cuanto tráfico puede soportar un dispositivo en la topología actual. El objetivo ha sido construir un simulador que pueda predecir el ancho de banda limitante en cualquier componente de la red, o para toda la LAN. Con base en éste análisis se pueden proponer ajustes para optimizar la red, y hacer planeación de la capacidad.

Para ello se determinó que por medio de una simulación se podría obtener este flujo máximo de la red, aplicando métodos matemáticos conocidos. Usando el algoritmo de Dijkstra, que identifica caminos de menor costo, y el algoritmo de Ford-Fulkerson, para determinar flujo máximo, se puede calcular el mayor flujo por el menor camino, lo cual es útil en la planeación de la capacidad.

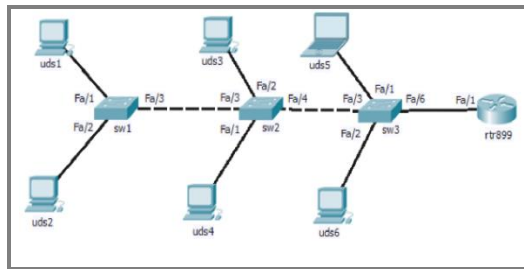
La herramienta usada para el desarrollo del simulador fue Mathematica® de Wolfram Research, y su funcionamiento se basa en la información que se recolectó de los dispositivos y la topología de la red existente. Los datos esenciales se codifican y son guardados en una hoja de cálculo tipo Excel con el formato que se observa en la imagen 5, donde se consideran cinco aspectos por puerto: un identificador único, a que dispositivo se conecta, velocidad, el tipo de comunicación (full-duplex / half-duplex) y su estado (activo o inactivo).

Port ID	Device Connected	Wire Speed	Duplex	Port State
3000001	5	100	full	up
3000002	6	100	full	up
3000003	2000004	100	full	up
3000004	Null	100	full	down
3000005	Null	100	full	down
3000006	899000001	100	full	up

Imagen 5 Descripción de la red en hoja de calculo

El archivo se lee posteriormente por un programa escrito en Mathematica que se encarga de convertir la información descriptiva en un grafo no dirigido que refleja la misma topología del diagrama de red, en el cual los dispositivos de usuario final (PC, servidores, impresoras, etc.) se muestran como círculos, los switches (capa 2 y capa 3) como cuadrados y los routers como óvalos (imagen 6).

Por cada dispositivo se genera un registro con la información pertinente. Por ejemplo, para un switch se encontrará: la identificación del dispositivo, el número de puertos, una lista con datos técnico (dirección del puerto, dirección del dispositivo conectado, velocidad, modo de operación y estado) de cada uno de los puertos, el ancho de banda (o capacidad de transferencia en bits por segundo) y un factor de agregación de puertos.



↓
Datos en excel
 ↓

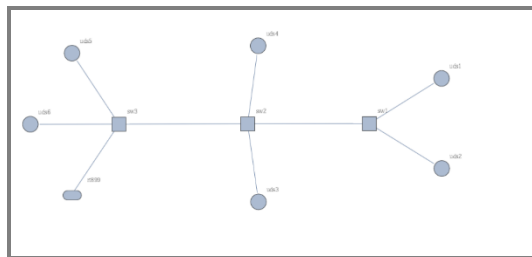


Imagen 6 Topología Simulador

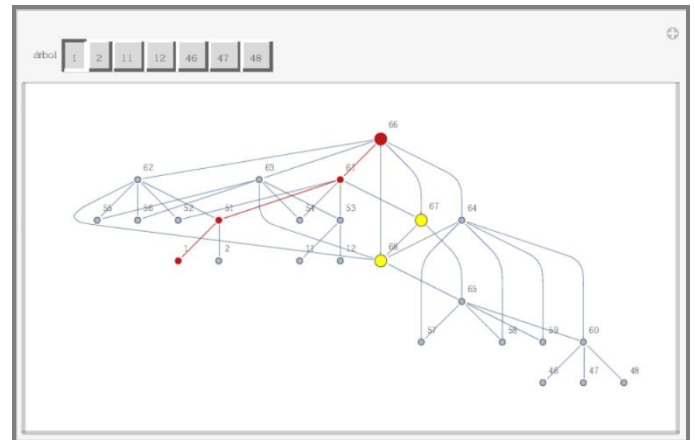


Imagen 7 Árbol Mínimo calculado por el Simulador

Luego de tener la información teórica de la red plasmada en el grafo se hace la simulación para determinar el comportamiento de la red y obtener información para tomar decisiones acerca de la planeación de la capacidad.

El simulador calcula las rutas mínimas entre un nodo de origen y todos los otros nodos del grafo, dando como resultado el árbol mínimo para ese nodo. Utiliza una variante del algoritmo original desarrollado por *Edsger W. Dijkstra* en 1956. El algoritmo fue escogido ya que es ampliamente conocido, está bien documentado y probado. El modelo identifica todos los subgrafos de la red y haciendo uso del algoritmo de *Dijkstra* encuentra el subgrafo de ruta más corta.

Simulando el proceso el resultado se puede observar en la imagen 7 que representa la simulación de una LAN definida de la siguiente manera:

Cincuenta dispositivos de usuario (nodos 1 a 50) y topología jerárquica con tres niveles, 10 switches en la capa de acceso (nodos 51 a 60), 5 switches en la capa de distribución (nodos 61 a 65) y tres switches en la capa de núcleo (nodos 66, 67 y 68) indicados en color amarillo; el nodo 66 se definió como raíz y se muestra en color rojo. En la misma imagen se muestra en rojo la ruta mínima entre el nodo 1 (usuario final) y el nodo 66 (switch de la capa 3).

El programa calcula todos los subgrafos o árboles mínimos, del nodo raíz (nodo 66) a cada uno de los otros nodos de la red, y el flujo máximo por cada árbol, para lo cual utiliza el algoritmo de *Ford-Fulkerson* publicado en 1956 y ampliamente conocido.

La idea implementada por el modelo es determinar el flujo máximo entre dos nodos, probando diferentes rutas o caminos en las que se pueda aumentar el flujo hasta lograr el flujo máximo entre los mismos. El programa genera una matriz de flujo entre todos los nodos de la red.

En este cálculo de la matriz es importante tener en cuenta que una LAN bien construida contiene enlaces redundantes; es decir, el grafo es cíclico. En la práctica estos ciclos presentan problemas en la operación y para asegurar la inexistencia de dichos ciclos se implementa el protocolo *Spanning Tree Protocol (STP)* en los switches de la LAN, evitando el bloqueo del servicio por exceso de tráfico *autogenerado*.

De tal manera, en operación el tráfico fluye sobre un grafo de árbol, que por definición es acíclico. Esto obedece a la definición de la trama del protocolo Ethernet (*IEEE 802.3*) y la forma como operan los switches en la capa 2 del modelo OSI. La red física contiene múltiples árboles, pero sólo uno es mínimo entre dos nodos y representa la ruta más corta entre los nodos.

En la imagen 8 se muestra un grafo sobre el cual se ha calculado la matriz de flujo máximo. Los vértices están numerados (1 a 7) y se les asigna un peso, correspondiente a la tasa de transferencia del switch. Las aristas también tienen "peso", correspondiente al ancho de banda o velocidad de los puertos que conectan. La matriz representa las restricciones del ancho de banda entre puertos y permite conocer el flujo máximo entre los nodos y enlaces, como se puede observar.

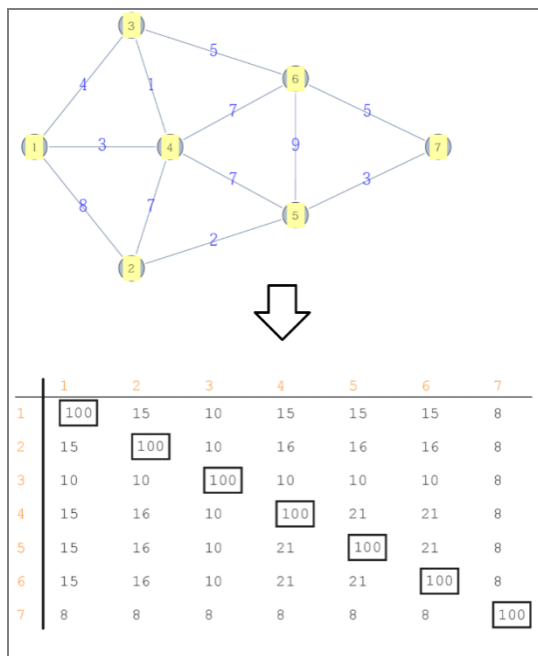


Imagen 8 Matriz de Flujo Máximo Simulador

La información obtenida del simulador permite tomar decisiones para la planeación de la capacidad teniendo en cuenta el ancho de banda y el flujo máximo actual de donde se puede estimar lo que se encuentra disponible para el crecimiento de la red y hacer un análisis de los distintos escenarios de crecimiento.

IV. TRABAJO FUTURO

Continuar con las pruebas de laboratorio y hacer algunas validaciones con una red en producción para confirmar que la información obtenida permita hacer un análisis más completo del comportamiento de la red.

V. CONCLUSIONES

Finalmente se puede concluir que a nivel empresarial es importante incorporar criterios y mejores prácticas de ingeniería en el diseño e implementación de la red y realizar un monitoreo constante, siendo este un factor indispensable para lograr el mejor servicio, requerido para el cumplimiento de los objetivos y metas empresariales.

Como se pudo observar en el transcurso del documento, no basta con tener tecnología de punta, si no se ha realizado una planeación y configuración adecuada, al igual que un monitoreo constante de la operación.

La falta de información conduce a improvisar el diseño y la administración de cualquier infraestructura, su integración con los procesos de negocio y los servicios que tiene vinculados, por ende es importante no solo utilizar buenas

prácticas de implementación y monitoreo, sino también mantener una continua actualización.

REFERENCIAS

- [1] A. Barragán, C. Dueñas, L. Moreno, C. Moreno, J. Pachon, C. Sanchez, "Optimización y administración de una LAN empresarial", COL: Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito, 2013
- [2] J. Herrera, C. Niño, D. Rodriguez, J. Serrano, M. Torres, "Diagnóstico y evaluación de Lan en organizaciones", COL: Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito, 2011
- [3] N. Avellaneda, J. Niño, "Diseño, construcción y evaluación de LAN", COL: Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito, 2010
- [4] P. Izasa, G. Martinez, R. Vargas, "Diagnóstico y evaluación de LAN empresarial", COL: Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito, 2010
- [5] A. Johnson, LanSwitching and wireless: CCNA explorationlabs and studyguide, Cisco Press
- [6] L. Wayne, Lanswitching and wireless: CCNA exploration companion guide, Cisco Press
- [7] Nagios team and community, Nagios XI Documentation, <http://library.nagios.com/library/products/nagiosxi/documentation/>
- [8] Nagios team and community, Nagios XI Administrator Guide, <http://assets.nagios.com/downloads/nagiosxi/guides/administrator/>
- [9] Nagios team and community, Nagios XI User Guide, <http://assets.nagios.com/downloads/nagiosxi/guides/user/>
- [10] J. Villalobos, A Guide to Mathematica®, 2013.