

Centro de Enseñanza Técnica y Superior

Con reconocimiento de validez oficial de estudios del Gobierno del Estado de Baja California según Acuerdo de fecha 10 de octubre de 1983



Cálculo económico del rezago tecnológico en la actualización de la red WAN de GST ASCI

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en
Ingeniería e Innovación

Presenta:

Arturo Boulosa Gómez (10926)

Director:

Dr. Josue López

Co-Director:

Dr. Alejandro Guzmán

Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS Universidad)

Cálculo económico del rezago tecnológico en la actualización de la red WAN de GST ASCI

Tesis/Proyecto de aplicación que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería e Innovación

Presenta:

Arturo Boullosa Gómez

y aprobada por el siguiente Comité

Dr. Josue López Leyva
Director de Tesis

Dr. Carlos Antonio Gonzáles Campos
Miembro del Comité

Dra. Dalia Holanda Chávez García
Miembro del Comité

M.C. Amanda Georgina Nieto Sánchez
Coordinara de Posgrado de Ingeniería

Resumen de la tesis que presenta **Arturo Boullosa Gómez** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería e Innovación.

Cálculo económico del rezago tecnológico en la actualización de la red WAN de GST ASCI

Resumen aprobado por:

Dr. Alejandro Guzmán Ocegueda

Esta investigación muestra los resultados de la implantación de un diseño de la red troncal propuesto en una empresa maquiladora del ramo automotriz con el objetivo de determinar el costo económico del rezago tecnológico en la actualización de la red WAN. Las pérdidas económicas fueron calculadas considerando los tiempos muertos por la espera de los usuarios para acceder a archivos de uso diario en una porción obsoleta de la red troncal. Una muestra fue utilizada para calcular la medida de costo unitario para inferir el costo del total de los datos transmitidos sobre el segmento de red bajo estudio para calcular el retorno de inversión por la actualización del segmento de red considerando el cambio de los equipos y medios de transmisión implantados.

Palabras clave: red troncal, cálculo económico, rezago, actualización, conmutadores, medio de transmisión

Abstract of the thesis presented by **Arturo Boullosa Gómez** as a partial requirement to obtain the Master in Engineering and Innovation.

Economic calculation of the technological lag in the updating of the WAN network of GST ASCI

Abstract approved by:

Dr. Alejandro Guzmán Ocegueda

This research application shows results from implementing a proposed backbone network design at an automotive parts' factory with the objective to determine the economic cost of the technological lag because of procrastination of the network updating. The economic losses were calculated due to user's down time waiting to retrieve daily used files over an obsolete segment of the network. A sample was used to calculate a unitary cost measure reference to inference the cost of the total data transmitted over the segment under research to estimate the return on investment for the network's segment update considering the change of equipment and transmission means implemented.

Keywords: backbone network, economic calculation, lag, update, switches, transmission medium

Dedicatoria

Dedico esta Tesis a mi esposa e hijo; mi esposa que ha estado a mi lado en todas mis metas siendo un pilar en mi vida, brindándome su apoyo incondicional en todo momento y a mi hijo por ser un motivo más de inspiración para mi superación personal y profesional.

A mis padres, que sin ellos y toda la educación que me brindaron no estaría aquí, por último, pero no menos importante también a mis hermanos, por siempre estar ahí cuando los necesito.

Agradecimientos

A GST Automotive Safety Components International, por darme la oportunidad de pertenecer al grupo de trabajadores elegidos para participar en el programa de posgrado.

A CONACYT por permitirme ser parte de la primera generación de esta beca empresa/escuela.

A CETYS Universidad por el apoyo económico y académico brindado para poder ser parte de la primera generación de alumnos de la beca industria.

Al Dr. Alejandro Guzmán Ocegueda por su guía académica y consejos brindados en la realización de mi Tesis.

Al director de mi Tesis Dr. Josue López que sin su ayuda brindada durante la maestría mi proyecto no hubiera podido llevarse a cabo.

Ensenada, B. C., a 20 de marzo de 2019

Índice

Contenido

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Lista de tablas.....	vii
Lista de figuras	vii
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Justificación	5
1.4 Planteamiento del problema	6
1.5 Pregunta de Investigación	7
1.6 Hipótesis.....	7
1.7 Objetivos.....	7
CAPITULO 2. METODOLOGIA	9
CAPITULO 3. RESULTADOS.....	11
CAPITULO 4. Conclusiones	17
Referencias.....	18

Lista de tablas

Tabla 1. Tipos de cable coaxial	4
Tabla 2. Velocidades cable de par trenzado	4
Tabla 3 Usuarios afectados por cambios en la red	11
Tabla 4. Comparación de muestras de las velocidades obtenidas.....	12
Tabla 5. Datos obtenidos de la transmisión de datos del servidor de archivos	14

Lista de figuras

Figura 1 Cuellos de botella red troncal GST ASCII.....	6
Figura 2. Red de GST	9

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Las experiencias adquiridas como Administrador de Redes de Norteamérica en la empresa Global Safety Textiles Automotive Safety Components International (GST ASCI), permitió constatar varios problemas surgidos en la construcción y desarrollo de una actividad, presentados por no prestar atención en los detalles necesarios para una implementación efectiva en tecnologías de la información; como equipo de cómputo, telefonía, redes alámbricas e inalámbricas, resguardo o respaldo de información electrónica, entre muchas otras. Por mencionar uno de los casos presenciados; en GST ubicada en Torreón, construyeron oficinas nuevas sin su respectiva tubería y registros de cable de red, lo que provocó problemas para conectar computadoras y teléfonos, además en GST South Hill estaban trabajando la red de la empresa sin la correcta configuración y la red no estaba desarrollándose en condiciones idóneas. Por otro lado, GST ASCI establecida en la ciudad de Ensenada está sufriendo un problema similar, al contar con equipo de red ubicado de manera incorrecta y medios de transmisión de datos viejos y descuidados. Estos casos podrían sugerir un problema recurrente no solo en estas empresas si no también en algunas otras.

El presente trabajo presenta un estudio de la situación actual de la cual la empresa GST ASCI estaba con respecto a su red troncal WAN y sus conmutadores de red. Y cómo el rezago tecnológico encontrado en la empresa afectó las ganancias, indirectamente por las velocidades de desempeño de los sistemas de información y la productividad de los usuarios de la red.

Un medio de transmisión vital para el desarrollo de esta investigación es la fibra óptica, la cual ha existido como parte de las tecnologías de la información desde los años 60s ^[5], existen varios mitos acerca de la misma donde manejan diferentes puntos negativos como son los precios o la fragilidad, a los cuales ya no deberíamos de tomarle gran importancia, debido a la gran evolución surgida con el paso del tiempo. Cuando

comparamos el cobre con la fibra, la fibra ganara por mucho en cuanto a largas distancias, gran ancho de banda, confiabilidad y proyección hacia el futuro.

Cuando una compañía quiere hacer un cambio significativo, como en este caso cambiar su medio de transmisión de información de los datos, de cobre a fibra, deben tener el conocimiento a detalle todas las rutas de su red y de sus equipos, información a veces desconocida por las personas a cargo y motivo por el cual les da temor llegar a realizar este tipo de cambios.

La fibra de hace cinco o diez años ya no es la misma ^[8], ya no son tan frágiles, los extremos son más fáciles de terminar, y debido a su creciente multiplicación en diversos comercios o aplicaciones, la fibra es cada vez menos costosa en términos de costo bruto y trabajo de instalación ^[7]. "Los avances en fibra durante los últimos años en términos de durabilidad han mejorado enormemente", dice Bob Michaels, CEO de ZeeVee, una compañía de distribución de videos. "Creo que cualquiera que esté pensando en instalar una red de 10 Gbps o superior, debería considerar de todos modos la fibra"^[7].

Nuevas aplicaciones de gran ancho de banda van a saturar aún más toda la infraestructura de red, cosas como videos de alta calidad, cámaras de seguridad, videoconferencias, audio de gran calidad por mencionar algunas cosas, son la razón por la cual debemos prepararnos y no tener miedo a las actualizaciones, sin lugar a dudas las necesidades a cubrir van a ser bastante demandantes para la infraestructura de la red.

1.2 Antecedentes

Los medios de transmisión han evolucionado con gran rapidez a lo largo del tiempo, no hablando específicamente del medio físico, pero sí de las cualidades presentadas por cada uno de ellos, por poner un ejemplo, el cable coaxial ha existido ya desde hace muchos años como medio de transmisión de datos, pero conforme han pasado los años la calidad de estos cables ha ido mejorando bastante por tal motivo este tipo de cable sigue siendo utilizado.

Los tres principales medios de transmisión de datos terrestres son:

- Cable coaxial: Cable de cobre rodeado de una capa aislante, esta a su vez está rodeada por una malla metálica la cual ayuda a bloquear las interferencias; este conjunto de cables está envuelto en una capa protectora ^[9].
- Cable de par trenzado: 8 hilos de cobre aislados entre sí, trenzados de dos en dos, el trenzado es realizado porque dos alambres en paralelo constituyen una antena simple. Cuando los alambres son trenzados, las ondas son canceladas entre sí ^[9].
- Fibra óptica: Hilo muy fino de material transparente, por el cual son enviados pulsos de luz representando los datos a transmitir ^[9].

Cada uno de ellos en específico ha ido evolucionando paulatinamente, a continuación, son presentadas unas tablas comparativas de las velocidades del cable coaxial y el cable de cobre de par trenzado, la fibra óptica será analizada a detalle más adelante.

Cable Coaxial

Tabla 1. Tipos de cable coaxial ^[10]

CABLE	CARACTERISTICAS
10-BASE-5	Cable coaxial grueso (Ethernet grueso). Velocidad de transmisión: 10 Mb/seg. Segmentos: máximo de 500 metros.
10-BASE-2	Cable coaxial fino (Ethernet fino). Velocidad de transmisión: 10 Mb/seg. Segmentos: máximo de 185 metros.
10-BROAD-36	Cable coaxial Segmentos: máximo de 3600 metros. Velocidad de transmisión: 10 Mb/seg.
100-BASE-X	Fast Ethernet. Velocidad de transmisión: 100 Mb/seg.

Cable de par trenzado

Tabla 2. Velocidades cable de par trenzado ^[10]

Cable	Distancia	Año de Creación	Velocidad	Características
Cat. 5	100 m	1991	100 Mbps	
Cat. 5e	100 m	2001	1000 Mbps	Mejora del cable de Categoría 5. Menos interferencia y perdida.
Cat. 6	100 m	2002	1000 Mbps	Transmite a 1000Mbps.
Cat. 6a	100 m	2008	10 000 Mbps	

1.3 Justificación

De acuerdo a la evolución en la industria, actualmente la red troncal de la empresa GST ASCI esta aproximadamente 17 años rezagada. El medio de transmisión de la red troncal de la empresa era cable de par trenzado categoría 6, como lo muestra la tabla 2, esta categoría de cable salió en el año del 2002.

Una red WAN no operando en su nivel óptimo, puede repercutir directamente en pérdidas de tiempo, productividad y económicas. Debido a la lentitud presentada en la red, los empleados tardan mayor tiempo en la realización de sus labores diarias teniendo como consecuencia una baja productividad. También presentan afectaciones físicas debido a mayor tiempo invertido por las personas en la realización de sus trabajos provocando mayor cantidad de estrés y tensión.

Actualmente la empresa Verizon de Estados Unidos de Norteamérica, está implementando este tipo de cambios en sus redes, haciendo una transición del cable de cobre a fibras ópticas. Este es un caso de éxito donde podemos darnos una idea del nivel de impacto obtenido en las redes de cualquier compañía, mejorando con esto el desempeño de todos sus clientes, proveyendo mejor calidad de servicio, reemplazando sus instalaciones de cobre con su nueva tecnología de fibra óptica. Esta ofrece mayor confiabilidad, resistencia mejorada al clima y tiempos de reparación más rápidos, además, la fibra óptica ofrece una excelente calidad de voz y un mayor potencial de ancho de banda para satisfacer las demandas digitales actuales y las posibilidades del mañana ^[6].

El hecho de no estarse actualizando constantemente sufre implicaciones directas en costos en cualquier área de una empresa, obviamente existen áreas más críticas por consecuencia existe un alto costo por el rezago tecnológico sufrido. Áreas críticas afectadas actualmente en GST ASCI son lugares como Gerencia General, Área de Ventas, Recursos Humanos y Finanzas.

1.4 Planteamiento del problema

El máximo de usuarios utilizando la red al mismo tiempo es de 134 usuarios, entre personal administrativo y personal indirecto, de los cuales 34 de estos usuarios representa el objetivo de investigación. Lograr aumentar la velocidad de transmisión de datos para la red en la empresa para el uso correcto de los sistemas de información de estos usuarios es clave.

La red no está siendo eficiente de igual manera en las diferentes áreas de la empresa, debido a cuellos de botella detectados en la red troncal. Aproximadamente un 25% de la red fue el objetivo de implementación. Contamos con diferentes conmutadores ubicados en módulos en lugares estratégicos en la planta, pero algunos de estos conmutadores interconectados son de diferentes capacidades, unos son de 1 gigabyte por segundo y otros son de 100 megabytes por segundo, esto provoca una reducción de la velocidad de un 90% en algunos lugares.

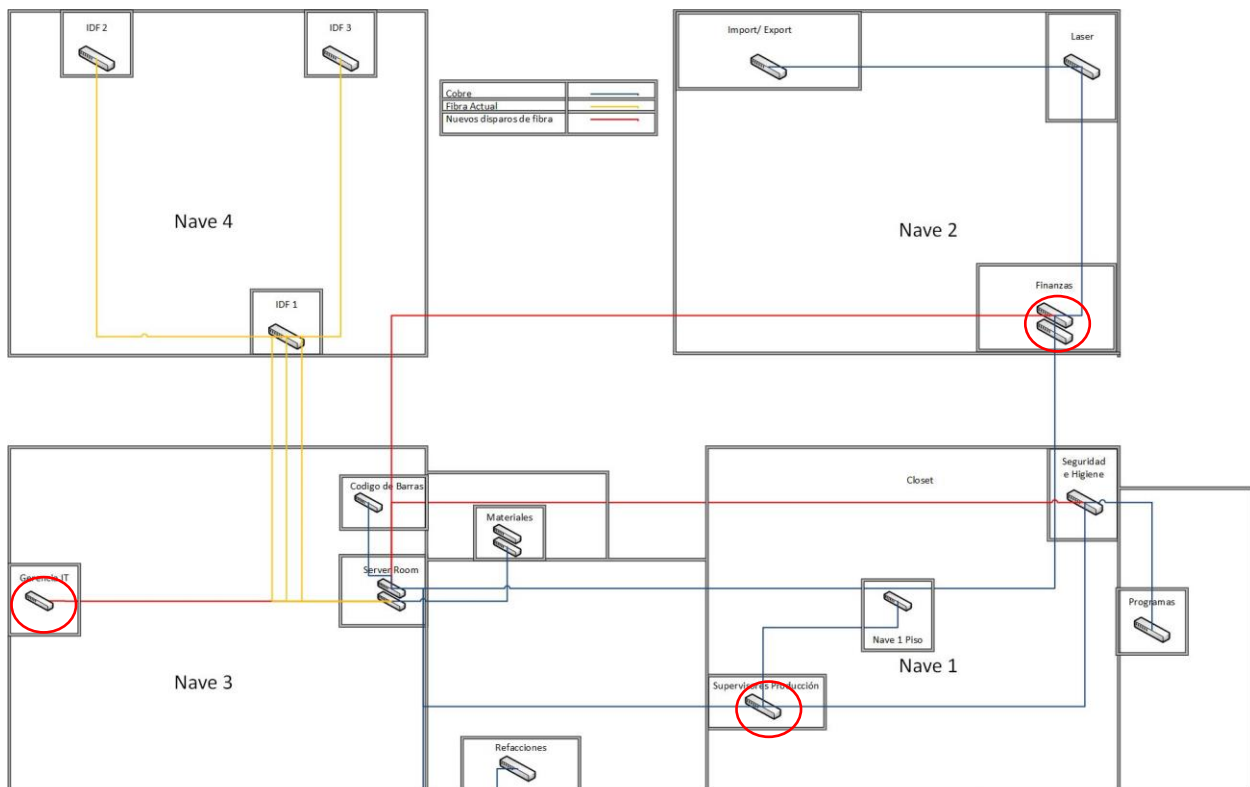


Figura 1 Cuellos de botella red troncal GST ASCI

En la figura 1, podemos observar en círculos rojos los cuellos de botella detectados en la red, estos cuellos de botella eran afectados principalmente por 3 motivos:

- 1 Medio de transmisión
- 2 Conmutadores obsoletos
- 3 Diagrama red troncal

Esto está provocando consecuencias graves en pérdidas económicas para la empresa, debido a la baja productividad en los empleados y los tiempos muertos que provoca la red de datos.

1.5 Pregunta de Investigación

¿Cómo cuantificar el costo económico del rezago en la actualización tecnológica de la red WAN?

1.6 Hipótesis

Hipótesis Nula

Ho: La actualización tecnológica es más cara que la pérdida económica por esperas en la productividad de los usuarios de la red.

Hipótesis Alternativa

H1: La actualización tecnológica es igual o más barata que la pérdida económica por esperas en la productividad de los usuarios de la red.

1.7 Objetivos

General

- Calculo económico del rezago tecnológico en la actualización de la red WAN de GST ASCI

Específicos

- Cambiar el medio de transmisión de la conexión troncal de datos en la empresa GST ASCI
- Aumentar la velocidad de la red de datos en la empresa GST ASCI un 90%
- Cambiar el diagrama de la conexión troncal de datos
- Cambiar 4 conmutadores cisco
- Medir la velocidad de la red para comparar los resultados obtenidos

CAPITULO 2. METODOLOGIA

La metodología consistió en una investigación documental para establecer la topología de la red WAN inicial y un comparativo de las especificaciones de la velocidad de los dispositivos para identificar velocidades discrepantes interpretados como cuellos de botella. Véase figura 1.

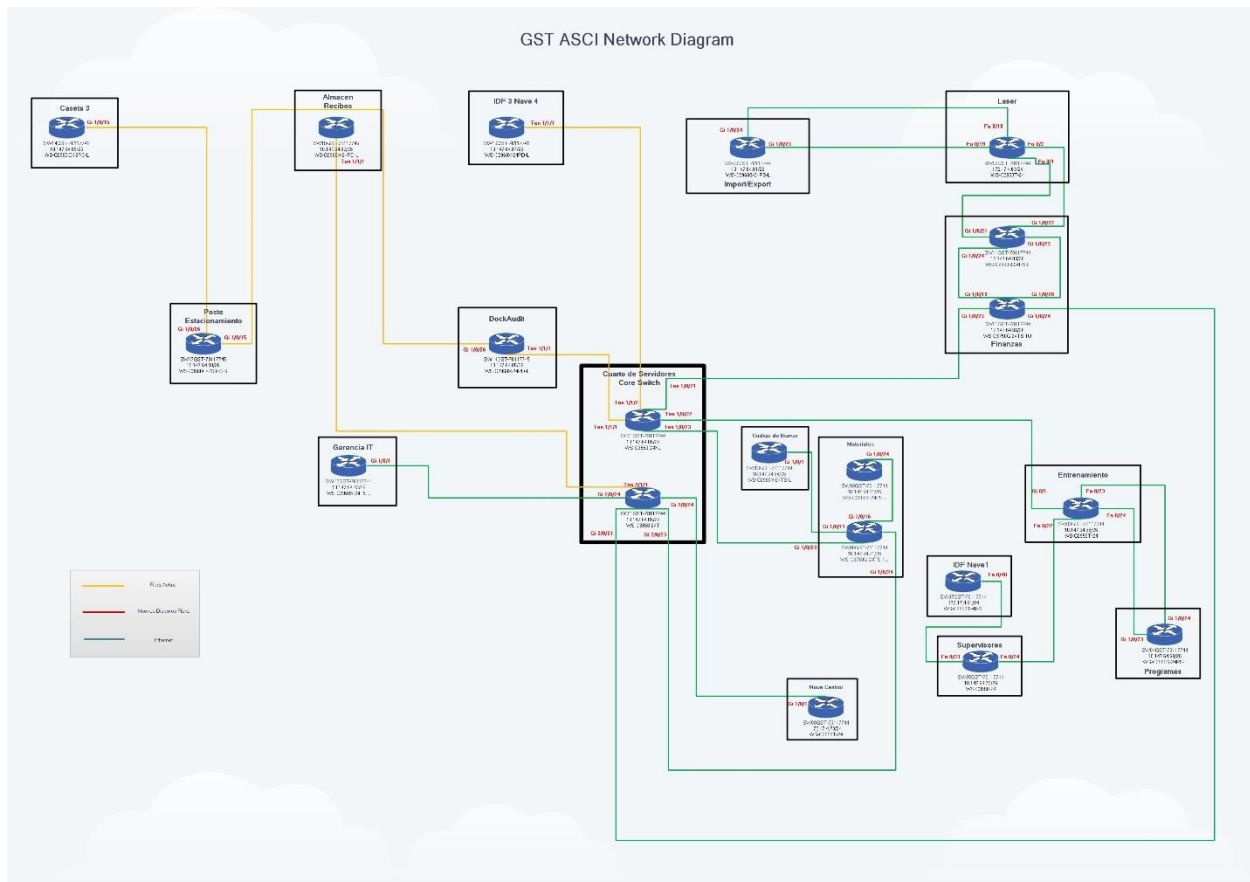


Figura 2. Red de GST

Seguida de una investigación de campo para diseñar, implementar y comparar la productividad de las operaciones sobre la red entre el diseño inicial y el diseño propuesto.

La población de la red consta de 34 usuarios, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% fue determinada una muestra de 32 usuarios entrevistados con un cuestionario con cuatro preguntas abiertas y también fueron analizados los tiempos de acceso de su principal archivo de trabajo en la red inicial. Para la recolección de los

tiempos fue utilizado un cronómetro DIGITAL/0011 - MOD 8909-135 MARCA TRACEABLE y calibrado, esto para establecer la línea base de comparación de tiempos consumidos en la red para transmitir datos.

La red fue actualizada cambiando los medios de transmisión y conmutadores afectados por los cuellos de botella. Después los tiempos fueron colectados a la muestra considerada antes del cambio en la red, para comparar los resultados obtenidos. La comparación de resultados fue realizada con una comparación de muestras. Por último, fue calculado el costo asociado a la diferencia del desempeño de redes, para esto fue utilizada la siguiente formula:

$$TM = TA/TD (1)$$

Donde:

TM = Tiempo muerto

TA = Tiempo antes

TD = Tiempo después

TM= 1079 segundos

$$C = SD/HL (2)$$

Donde:

C = Costo en pesos de cada segundo por empleado

SD = Promedio de sueldo diario

HL = Horas laboradas diarias en segundos

C= 0.02 pesos por segundo

Esta fórmula fue utilizada dadas las diferencias en los salarios diarios y las horas laboradas por los empleados. Esta información fue obtenida del software utilizado para la realización de la nómina de Recursos Humanos.

Fue instalado un software en el servidor de archivos para estar monitoreando la transferencia de bits diaria. Con estos datos fue obtenida una idea de la cantidad de datos transmitidos normalmente en un día de trabajo, esto con la finalidad de estimar la magnitud de datos los ahorros producidos con la actualización de la red.

CAPITULO 3. RESULTADOS

La Figura 1 muestra los cuellos de botella afectando una porción importante de la red.

Las ubicaciones afectadas pertenecen a las áreas de:

- Entrenamiento
- Finanzas
- Gerencia IT

En estas áreas se encuentra el personal entrevistado donde fue obtenida la información analizada. La tabla 3 muestra la cantidad de usuarios afectados. La tabla está dividida por conmutador de red utilizado y por departamento al que pertenecen.

Tabla 3 Usuarios afectados por cambios en la red

Ubicación	Equipo de Red		
	Entrenamiento	Gerencia IT	Finanzas
Entrenamiento	3		
Programas	5		
Gerencia	2		
Recursos Humanos			10
Finanzas			7
Gerencia IT		7	
Sub-Total	10	7	17
Total:	34		

La tabla 3 muestra el total de usuarios, es de 34, como fue dado a conocer en la metodología la muestra tomada es de 32 personas y a continuación podemos observar los resultados obtenidos en la tabla 4 y la tabla 5.

Tabla 4. Velocidad de la red antes de la actualización

Velocidad al abrir archivos en red antes			
Velocidad (Seg)	Tamaño KB	Frecuencia utilización diaria	Tiempo Abierto (min)
55	19000	1	40
15	171	1	39
10	41	1	30
40	697	5	45
15	89	3	20
30	1013	1	3
20	69	1	45
12	379	1	57
40	1311	4	45
10	265	4	40
55	489	3	27
30	324	2	30
20	624	5	54
13	491	2	12
30	978	1	56
15	174	5	17
30	1065	3	40
50	1289	5	41
10	1470	2	17
20	962	3	33
20	1349	5	58
30	98	2	40
37	132	4	3
15	188	3	57
15	1184	3	41
35	15000	1	30
30	1137	1	59
26	314	1	19
18	331	2	41
14	1202	2	56
19	543	5	9
15	258	2	60

Tabla 5 Velocidad red después de la actualización

Velocidad al abrir archivos en red después				
Velocidad (Seg)	Tamaño KB	Frecuencia utilización diaria	Tiempo Abierto (min)	Tiempo Muerto (Seg)
35	19000	1	40	20
5	171	1	39	10
6	41	1	30	4
15	697	5	45	125
10	89	3	20	15
15	1013	1	3	15
10	69	1	45	10
8	379	1	57	4
22	1311	4	45	72
6	265	4	40	16
34	489	3	27	63
12	324	2	30	36
8	624	5	54	60
5	491	2	12	16
13	978	1	56	17
8	174	5	17	35
14	1065	3	40	48
20	1289	5	41	150
7	1470	2	17	6
5	962	3	33	45
12	1349	5	58	40
14	98	2	40	32
22	132	4	3	60
8	188	3	57	21
5	1184	3	41	30
20	15000	1	30	15
16	1137	1	59	14
19	314	1	19	7
6	331	2	41	24
5	1202	2	56	18
10	543	5	9	45
8	258	3	60	6
Total TM				1079

El promedio del salario diario del personal involucrado es de \$ 800.00 pesos diarios, con un equivalente por segundo de 0.02469136 pesos por segundo.

Los resultados obtenidos de los datos transmitidos por el servidor de archivos son mostrados en la tabla 6:

Tabla 6. Datos obtenidos de la transmisión de datos del servidor de archivos

Dia	Software/Bits	Kbyte/s	Total/GB
1	441572.89	441.57	30.20
2	429074.72	429.07	29.35
3	399821.64	399.82	27.35
4	472528.01	472.53	32.32
5	457189.49	457.19	31.27
6	417324.99	417.32	28.55
7	443890.87	443.89	30.36
8	426874.23	426.87	29.20
		Promedio	29.82

El promedio diario de datos es de 29.82 Gb diarios, para calcular el volumen de datos no actualizados en la red primero anualizamos el promedio de datos transmitidos por el servidor utilizando la siguiente formula:

$$VDT = DL * GTD (3)$$

Donde:

VDT = Volumen de datos transmitidos anuales

DL = Días laborales anuales

GTD = Gigabits transmitidos diarios

VDT = 7903.56 GB

En la empresa existe un total de 134 usuarios administrativos de los cuales 34 de ellos son los afectados por la lentitud de la red, es decir 25% de los usuarios. Anualizando la cantidad de GB trasmitidos en el año, considerando 265 días laborales nos da un total

de 7903.56 Gb al año, el 25% de esto es 2005.38 Gb anuales, lo que equivale al 25% de los usuarios afectados.

Después calculamos el promedio de velocidad de transmisión anterior a la actualización de la red, para esto fue utilizada la siguiente formula:

$$PVA = TDU / TVA \quad (4)$$

Donde:

PVA = Promedio de Velocidad Anterior

TDU = Total de datos usados

TVA = Total de la velocidad de apertura de archivos

PVA = 66.29 Kb/s

La muestra obtenida en la tabla número 4 y con la formula cuatro, podemos concluir una velocidad promedio de 66.29 kb/s respecto a la transmisión de datos.

Ahora, teniendo la sumatoria de nuestro tiempo muerto y la sumatoria del tiempo de la velocidad anterior, calculamos el porcentaje obtenido de mejora en la red utilizando la siguiente formula:

$$MVR = \Sigma TM / \Sigma TVA \quad (5)$$

Donde:

MVR = Porcentaje mejora en la velocidad de la red

ΣTM = Sumatoria tiempo muerto

ΣTVA = Sumatoria tiempo velocidad anterior

MVR = 50 %

Otra variable importante es nuestro tiempo de espera en la porción de la red no actualizada, para esto utilizamos nuestra variable ya utilizada PVA y nuestra cantidad de GB de la gente no actualizada, quedando de la siguiente manera:

$$TERNA = 2005 \text{ GB} / PVA \quad (6)$$

Donde:

TERNA = Tiempo de espera en la porción de la red no actualizada

PVA = Promedio de Velocidad Anterior

TERNA = 8402 horas

Para poder llevar a cabo la formula número 6, tenemos que convertir primeramente nuestra variable PVA de kb/s a gb/s, esto nos da como resultado las 8402.79 horas de espera en la red.

Ahora vamos a calcular nuestra velocidad optimizada, esta variable es sencilla de calcular, sabiendo que tenemos nuestra variable TERNA y nuestra variable MVR solo realizamos una multiplicación de la siguiente manera:

$$VO = TERNA * MVR \quad (7)$$

Donde:

VO = Velocidad optimizada

TERNA = Tiempo de espera en la porción de la red no actualizada

MVR = Porcentaje mejora en la velocidad de la red

VO = 4234.75 horas

Como resultado final fue obtenido el equivalente monetario de el beneficio adquirido por la actualización de la red, para esto utilizamos nuestras dos variables C y VO, dándonos como resultado lo siguiente:

$$AA = C * VO \quad (8)$$

Donde:

AA = Ahorro anual

C = Costo en pesos de cada segundo por empleado

VO = Velocidad optimizada

AA = \$376,423.02 pesos

CAPITULO 4. Conclusiones

El cálculo económico del rezago tecnológico en la actualización del 25 % de la red WAN de GST ASCI, implementando un cambio en las tecnologías de la información utilizadas en la empresa resultó en una reducción de \$ 20,347.19 dólares anuales.

Tanto conmutadores como el medio de transmisión de la comunicación troncal fueron los principales objetivos de cambio, con la finalidad de lograr un aumento en la comunicación de la velocidad de transmisión de la red, fue estimada una mejora del 90% de la velocidad, pero no en todos los casos fue lograda esa meta.

El cambio del diagrama de la conexión troncal fue realizado satisfactoriamente, fueron acortadas distancias entre conmutadores y fueron eliminados saltos innecesarios entre los mismos, por decir algo, para llegar de un punto a otro era necesario pasar por dos o tres conmutadores, con los cambios realizados fue reducido uno a uno.

Los resultados obtenidos de la velocidad actualizada son satisfactorios, la velocidad fue reducida considerablemente en cada uno de ellos, y el ahorro anual es de \$ 20 mil dólares aproximadamente, el costo de la actualización tecnológica fue de \$ 40 mil dólares aproximadamente, entonces se puede concluir que en un total de 2 años se recupera la inversión y a partir de los siguientes años son ahorros para la empresa.

La empresa GST ASCI considera aceptables los retornos de inversión de capital con un máximo de espera de 3 años, por lo cual podemos considerar la implementación de este cambio como exitosa, aun así, las recomendaciones es seguir con la parte restante de la red para poder deshacerse de todos los conmutadores y medios de transmisión obsoletos.

Referencias

1. Grupo de servicio de negocios de Internet de Cisco (Cisco IBSG, 2011). Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Recuperado de http://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf
2. Trond H. (14 January 2005). Action research and innovation in networks, dilemmas and challenges: two cases. Springer-Verlag London Limited 2005, 1, 18-20.
3. Casalet M. & González L. (2004). Las Tecnologías De La Información En Las Pequeñas Y Medianas Empresas Mexicanas. Scripta Nova, 1, 10.
4. Zevallos E. (2006). Obstáculos al desarrollo de las pequeñas y medianas empresas en américa latina. Fundación para el desarrollo sostenible en américa latina, 1, 76-80.
5. Las comunicaciones modernas: la revolución del láser y la fibra óptica. National Academy of Sciences. Consultado el 1 de abril de 2015.
6. Verizon. (2018). Verizon is replacing the network in your area with fiber-optic technology. 23/04/2018, de Verizon Sitio web: <https://www.verizon.com/home/mlp/fiberupgrade.html>
7. Archer B. (February 27, 2018). Fiber vs. Copper: Why Its Time to Make the Upgrade. 26/04/2018, de Security Sales and Integration Sitio web: <https://www.securitysales.com/news/fiber-copper-make-upgrade/>
8. Seo, K., Nishimura, N., Shiino, M., Yuguchi, R. & Sasaki, H. (2003). Evaluation of High-power Endurance in Optical Fiber Links. Furukawa Reviews (en inglés) (24). ISSN 1348-1797. Consultado el 1 de abril de 2015.
9. García, T., Díaz V., Esteban J., López S. & Manuel J. (2003). Transmisión de datos y redes de computadores. Pearson Educación
10. Stallings, W. (2004). Comunicaciones y Redes de Computadores. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
11. Johnson, D. (01/02/2002). Media converters bridge fiber gap. Network World, 19, 43.
12. Gatekeepers Inc.. (04/16/2010). Weekly Update. Fiber Optics, 30 No. 16, 7.
13. Lemus, D. (2017). Redes Troncales. 07/05/2018, de Prezi Sitio web: <https://prezi.com/mrwfjmttioda/redes-troncales/>

14. Uyles, D. (1987). Redes de transmisión de datos y proceso distribuido. Madrid: Díaz de Santos, S. A..
15. Caicedo, H. (2010). VENTAJA Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA OPTICA. 09/03/2018, de Desconocido Sitio web: <http://hcaicedoc.peruforo.org/t2-ventaja-y-desventajas-de-la-fibra-optica>
16. Montero, I. (2014). Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos. España: Ediciones Parainfo SA.
17. Bates, J. (2001). Optical Switching and Networking Handbook. Nueva York: McGraw-Hill. p. 10. ISBN 007137356X.
18. Giants of Innovation. Corning Incorporated. 31 de diciembre de 2007. Archivado desde el original el 2 de abril de 2015. Consultado el 1 de abril de 2015.
19. DeCusatis, C. (2011). Handbook of Fiber Optic Data Communication: A Practical Guide to Optical Networking. Elsevier Academic Press. p. 10. ISBN 978-0-12-374216-2. Consultado el 1 de abril de 2015.
20. ¿Cuál es el límite de la fibra óptica? ¿300 Mbps, 1 Gbps, 1 Tbps...?. *adslzone.net*. Consultado el 19 de mayo de 2017.