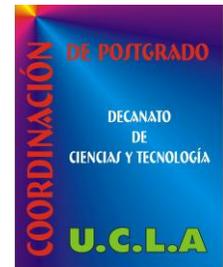




UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
COORDINACION DE POSTGRADO
Maestría en Ciencias de la Computación



**MODELO DE BALANCEO DE CARGA DINAMICO
PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UNA RED
CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSE DE SUCRE"**

ING. MARIA ANDREINA PLANAS GONZALEZ

BARQUISIMETO, JUNIO 2011



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
COORDINACION DE POSTGRADO
Maestría en Ciencias de la Computación



**MODELO DE BALANCEO DE CARGA DINAMICO
PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UNA RED
CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
"ANTONIO JOSE DE SUCRE"**

Proyecto presentado como requisito para optar al título de
Magíster Scientiarum en Ciencias de la Computación

POR ING. MARÍA ANDREINA PLANAS GONZÁLEZ

BARQUISIMETO, JUNIO 2011

DEDICATORIA

A Dios y a la Divina Pastora
por amarme sin condiciones
y acompañarme en cada
instante de mi vida

AGRADECIMIENTO

A mis adorados padres Nancy y Marcel, mis eternos guías, mi permanente respaldo, mi constante fortaleza; ustedes son mi mejor ejemplo. Este éxito es de ustedes.

A mis hermanas Maria Fernanda y Maria Eugenia, simplemente por ser como son, otorgándome con ello sabiduría.

A mi querida sobrina Maria Valentina, mi hermana más pequeña, la inextinguible alegría de mi familia.

A mi abuela Olga, mi segunda madre, siempre dispuesta y presente en cada momento de mi vida.

A mi amado Leonel, mi incondicional compañero y amigo, deseo compartir a tu lado muchos más éxitos.

A mi amiga Maritza Graterol, por sus continuas palabras de aliento y sus perennes oraciones.

A mi amiga de la infancia Carito, inseparables desde hace 22 años.

A mis leales amigas de la UCLA la vieja (Karmela) y la cachetona (Miyedis), mis niñas. “Somos un equipo!!!”.

Al Profesor Manuel Mujica, por ser un excelente docente en toda la extensión de la palabra y además un gran amigo, siempre manifiesto en el desarrollo de este trabajo.

A mi amigo Yiyi, dispuesto constantemente a brindarme su apoyo.

Al Dr. Branch y la MSc. Mesa, por la valiosa colaboración prestada, lo que permitió dar inicio a la fase experimental de la investigación.

A la Profesora Clavel Quintana, por su invaluable contribución para lograr la exitosa culminación de este trabajo.

Al Dr. Arsenio Pérez, experto conocedor de la materia, por sus grandes aportes durante la realización de este trabajo.

A la amable Adrianita, por su generoso interés de ayudarme.

Al gentil Henry, continuamente dándome ánimos.

Al negrito Elvis, con su peculiar forma de ser, siempre mente positiva.

A la Profesora Luzneida Matute, siempre al pendiente y dispuesta a colaborar.

Al Jurado Evaluador, por sus oportunas sugerencias en las fases de corrección.

A la Dra. Maritza Bracho de Rodríguez y el Dr. José Gregorio Sánchez, por sus acertados consejos.

Finalmente a la UCLA, mi casa de estudio, protagonizando parte importante en mi formación académica.

A todos...

GRACIAS TOTALES!!!

INDICE GENERAL

	PAG.
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE GRÁFICOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCION.....	1
 CAPITULO	
I EL PROBLEMA.....	3
Planteamiento del Problema.....	3
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	7
Justificación e Importancia.....	7
Alcances y Limitaciones.....	8
II MARCO TEORICO.....	9
Antecedentes.....	9
Bases Teóricas.....	12
Bases Legales.....	25
Operacionalización de la Variables.....	26
Definición de Términos Básicos.....	29
III MARCO METODOLOGICO.....	31
Tipo de Investigación.....	31
Diseño de la Investigación.....	31
Fases del Estudio.....	31
Fase I: Diagnóstica.....	32
Población y Muestra.....	33
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	34

	Confiabilidad y Validez.....	35
	Técnicas de Análisis de los Datos.....	37
	Fase II: Estudio de Factibilidad.....	37
	Fase III: Diseño del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico.....	39
	Fase IV: Evaluación del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico	41
IV	MODELO PROPUESTO.....	42
	Especificaciones del Modelo.....	42
	Fase I: Diagnóstico.....	43
	Confiabilidad y Validez de los Instrumentos.....	43
	Técnicas de Análisis y Presentación de los Resultados.....	43
	Resultados Cuestionario.....	44
	Resultados Entrevista.....	66
	Observación Directa.....	68
	Fase II: Factibilidad.....	69
	Factibilidad Técnica.....	69
	Factibilidad Económica.....	69
	Factibilidad Operativa.....	70
	Fase III: Diseño de la Propuesta.....	71
V	EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	76
	Fase IV: Evaluación del Modelo Propuesto.....	76
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
	Conclusiones.....	82
	Recomendaciones.....	83
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	84
	ANEXOS.....	87
	A Cuestionario.....	88
	B Entrevista.....	92
	C Formato de Validación y Confiabilidad del Instrumento.....	94
	D Código Fuente MATLAB.....	100
	E Curriculum Vitae Autor.....	104

LISTA DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	Operacionalización de Variables.....	28
2	Descripción de la Muestra.....	34
3	Interpretación de un Coeficiente de Confiabilidad.....	36
4	Cuestionario. Pregunta N° 1.....	44
5	Cuestionario. Pregunta N° 2.....	45
6	Cuestionario. Pregunta N° 3.....	46
7	Cuestionario. Pregunta N° 4.....	47
8	Cuestionario. Pregunta N° 5.....	49
9	Cuestionario. Pregunta N° 6.....	50
10	Cuestionario. Pregunta N° 7.....	51
11	Cuestionario. Pregunta N° 8.....	52
12	Cuestionario. Pregunta N° 9.....	53
13	Cuestionario. Pregunta N° 10.....	54
14	Cuestionario. Pregunta N° 11.....	55
15	Cuestionario. Pregunta N° 12.....	56
16	Cuestionario. Pregunta N° 13.....	57
17	Cuestionario. Pregunta N° 14.....	58
18	Cuestionario. Pregunta N° 15.....	59
19	Cuestionario. Pregunta N° 16.....	60
20	Cuestionario. Pregunta N° 17.....	61
21	Cuestionario. Pregunta N° 18.....	62
22	Cuestionario. Pregunta N° 19.....	63
23	Cuestionario. Pregunta N° 20.....	64
24	Matriz de Registro de la Entrevista.....	67
25	Tiempos de Ejecución.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO		PAG.
1	Sistema de Comunicación.....	13
2	Esquema para Análisis QoS.....	15
3	Espectro de la Calidad de Servicio.....	16
4	Servidores Web con Balanceo de Carga.....	19
5	Cluster con Balanceo de Carga1.....	23
6	Cluster con Balanceo de Carga2.....	24
7	Cluster Balanceador de Carga3.....	25
8	Accesibilidad.....	45
9	Accesibilidad (Correo Electrónico).....	46
10	Disponibilidad.....	47
11	Disponibilidad (Registro Académico).....	48
12	Tiempo de Respuesta.....	49
13	Control de Tráfico.....	50
14	Control de Tráfico (Horas Laborales).....	51
15	Control de Tráfico (Horas No Laborales).....	52
16	Respuesta Solicitud Servicios Simultáneos.....	53
17	Velocidad para Acceso y Solicitud de Servicios.....	54
18	Velocidad para Acceso (Página UNEXPO).....	55
19	Velocidad para Acceso (Correo Electrónico).....	56
20	Fiabilidad.....	57
21	Desempeño.....	58
22	Rendimiento.....	59
23	Calidad de Servicio.....	60
24	Calidad de Servicio (Correo Electrónico).....	61
25	Calidad de Servicio (Registro Académico).....	62
26	Rendimiento (Correo Electrónico).....	63
27	Desempeño (Correo Electrónico).....	64

28	Topología Analizada (Red UNEXPO).....	77
29	Balanceo de Carga Estático.....	80
30	Balanceo de Carga Dinámico.....	80
31	Balanceo Estático Vs Dinámico.....	81

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
COORDINACION DE POSTGRADO
Maestría en Ciencias de la Computación

**MODELO DE BALANCEO DE CARGA DINAMICO
PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UNA RED
CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA
“ANTONIO JOSE DE SUCRE”**

Autora: Ing. María Andreina Planas González
Tutor: Dr. Arsenio Perez
Fecha: Junio 2011

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo proponer un modelo de balanceo de carga dinámico para la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” en base al estado de los enlaces, con la finalidad de que se mantenga la calidad en el servicio que presta la red. Se define la calidad de servicio de la red como un conjunto de parámetros medibles que caracterizan el grado de servicio que ofrece la red a sus usuarios. El estudio se conduce metodológicamente a través de una investigación de campo y de las cuatro fases fundamentales de un proyecto factible: Fase I Diagnóstico; Fase II Factibilidad; Fase III Diseño del modelo de balanceo de carga dinámico y Fase IV Evaluación del diseño del modelo propuesto. Para lograr los objetivos del estudio se aplicaron instrumentos y técnicas para la recolección y procesamiento de la información, entre los que se encuentran: cuestionarios, entrevistas estructuradas, observación directa y mediciones de monitoreo de la red. Asimismo se realizó una simulación del modelo propuesto a través de un programa para modelar algoritmos matemáticos y se observaron a través de éste los resultados de la aplicación del balanceo de carga dinámico. La respuesta obtenida en la simulación reflejó que los tiempos de ejecución aplicando balanceo de carga dinámico son menores que con el balanceo de carga estático, lo que demuestra que se mejora el rendimiento, derivando mejores niveles de accesibilidad, disponibilidad y tiempo de respuesta.

Palabras Claves: Balanceo de Carga Dinámico, Rendimiento, Calidad de Servicio.

UNIVERSIDAD CENTROCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
COORDINACION DE POSTGRADO
Maestría en Ciencias de la Computación

**PROPOSAL OF A MODEL OF DYNAMIC LOAD BALANCING TO
IMPROVE THE PERFORMANCE OF A NETWORK
CASE: EXPERIMENTAL NATIONAL POLYTECHNICAL UNIVERSITY
“ANTONIO JOSE DE SUCRE”**

Author: Ing. María Andreina Planas González
Tutor: Dr. Arsenio Perez
Date: June 2011

ABSTRACT

This investigation had to propose a load balancing model for the Experimental National Polytechnical University “Antonio Jose de Sucre” network applying dynamic load balancing, which uses the node status during the execution of the algorithm, aiming to maintain the service quality defined as the set of objective parameters, and therefore measurable, that characterize the level of service offered to the network users. The elaboration of the study will be made methodologically through the four fundamental phases in the formulation of a feasible Project, namely: Phase I Diagnosis; Phase II Feasibility; Phase III Design of the dynamic load balancing model and Phase IV Evaluation of the design of the dynamic load balancing model. To achieve the proposed objectives different instruments and information processing techniques will be applied, among which are questionnaires, structured interviews, direct observation and network monitoring. Also, a simulation of the proposed model will be performed through a network simulator software to assess the benefits of dynamic balancing. The response obtained in the simulation showed that the execution time using dynamic load balancing are smaller than the static load balancing, which shows that performance is improved, leading to improved levels of accessibility, availability and response time.

Key Words: Dynamic Load-Balancing, Performance, Service Quality.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la información que se maneja actualmente a través de las redes en diversas instituciones, ha generado la notable necesidad de establecer una óptima comunicación entre cada uno de los recursos con los cuales se labora, para obtener el máximo rendimiento en todas las actividades que se realizan. Por lo tanto, se hace imperante la obtención y el dominio de un mecanismo que permita el manejo eficaz de la distribución equitativa del trabajo en la red, de modo que se eviten cuellos de botella que desmejoren su rendimiento.

Los mecanismos de distribución de tráfico en los enlaces de una red comúnmente implican el balanceo de carga a través de métodos estáticos en los cuales los administradores de red predefinen la carga que manejará cada nodo, en base al uso único de la información inicial de configuración. Sin embargo, se puede obtener una forma de balanceo eficaz de la carga conocido como balanceo de carga dinámico, método usado para distribuir equitativamente la carga de trabajo a realizar en la red.

La propuesta presentada en este Trabajo de Grado, se orientó hacia la implantación de un modelo que aporte una mejora tecnológica en el área de Telecomunicaciones y redes de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", con el propósito de que se controle óptimamente el tráfico en la red, para que se equilibre la carga en los enlaces y no se produzcan congestiones.

El desarrollo de esta propuesta se estructuró en seis (6) Capítulos, los cuales están constituidos de la siguiente manera:

En el Capítulo I se desarrollaron aspectos que contribuyen a describir y justificar el estudio, enmarcando dentro de ello el Planteamiento del Problema, los Objetivos de la investigación (general y específicos), la Justificación e Importancia y los Alcances de la misma.

El Capítulo II comprende la fundamentación teórica, donde se describen los trabajos previos realizados sobre el problema de estudio y de la realidad contextual en

la que se ubica, asimismo situaciones de la realidad objeto de la investigación y la operacionalización de las variables del estudio.

En el Capítulo III se describen los métodos, técnicas y procedimientos aplicados, a través de los cuales se fundamentó la investigación y las diferentes fases de la misma, concluyendo con la propuesta del modelo de balanceo de carga, objeto de este estudio.

En el Capítulo IV se presenta el diseño del modelo propuesto y sus especificaciones.

En el Capítulo V se establecen los resultados de la investigación, el análisis, la interpretación de los hallazgos y las características del modelo.

Seguidamente el Capítulo VI, conformado por las conclusiones y recomendaciones, resume los principales resultados y aportes más significativos de la propuesta, asimismo las recomendaciones formuladas como consecuencia del estudio realizado.

Finalmente se indican las referencias bibliográficas, las cuales detallan el material consultado para el desarrollo de los antecedentes y las bases teóricas de la investigación, también se presentan los anexos, como un material complementario y muy relacionado con la investigación realizada, este incluye instrumentos aplicados, cuadros, gráficos estadísticos y el material que por su carácter complementario no es incluido en el texto.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Con el transcurso de los años se ha evidenciado un incremento considerable en el progreso de las telecomunicaciones. Esto ha sido un factor importante para la distribución de la información, especialmente en las últimas dos décadas, cuando la asignación de tareas en los enlaces de una red se traduce en el incremento del tráfico que circula por estos, lo que ha supuesto uno de los retos esenciales en el desempeño de las redes.

Dordoigne y Atelin (2006) describen la tecnología de redes informáticas como un conjunto de herramientas que permiten a los ordenadores compartir información y recursos. También definen los nodos de red como los equipos que constituyen una red.

Ríos y Fermin (2009) consideran que hoy día la información llega de varias fuentes y en diferentes formas, esto trae como consecuencia una demanda de mejorar la red o los medios de transmisión final. Ellos consideran que en la actualidad las empresas tienen una búsqueda constante por mejorar sus procesos y su capacidad de poder competir en el mundo de las telecomunicaciones, ya que las redes sufren frecuentemente de congestión y colapsos importantes.

Debido a esto, la calidad de servicio (QoS) en la red de una institución dependerá en gran parte de la capacidad con la que ésta distribuya adecuadamente el tráfico del trabajo a realizar en los enlaces que forman la misma, y a medida que esto se cumpla, las funciones, actividades y servicios que se realicen y se presten cada día tendrán un mejor rendimiento. Tal como lo menciona Flickenger (2007), una red debe ofrecer

un nivel de calidad de servicio (QoS) adecuado para todos los niveles de tráfico que se presenten en la misma, pese a cualquier situación.

El servicio principal de una red académica es la transmisión de información, y una de las técnicas para dividir el tráfico actualmente presente en la mayoría de las Instituciones Educativas es el balanceo de carga. Del análisis de la información recabada de los administradores de la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” (UNEXPO) se determinó que se utiliza un mecanismo de balanceo de carga estático el cual permite distribuir la carga en los enlaces definiendo previamente ésta para cada uno de ellos.

Según Colobran y otros (2008), el balanceo de una carga significa dividir el total de trabajo que un sistema o computadora tiene que hacer entre dos o más sistemas o computadoras. Esto se puede traducir en la distribución del tráfico de carga que circula por una red. Asimismo Dordoigne y Atelin (2006) aseguran que el balanceo de carga en una red proporciona una solución de alta disponibilidad evolutiva.

El balanceo de carga tiene dos clasificaciones: estático y dinámico. El primero se realiza fuera de línea. Cuando la red no está ejecutando trabajos, se asigna una cantidad predefinida de estos a cada enlace y/o nodo o servidor utilizando un algoritmo de asignación de tareas con el propósito de minimizar el costo de las comunicaciones en la red y balancear la carga entre los enlaces y/o nodos. Por otra parte, el dinámico se realiza en línea. Bajo este esquema las tareas llegan dinámicamente a los enlaces y/o nodos y por ende el estado de los mismos cambia constantemente, permitiendo obtener mayor rendimiento en la red.

Asimismo se clasifican los algoritmos para balancear la carga según su carácter: estático y dinámico.

Según Pardines (2007), los algoritmos estáticos usan solamente información inicial para distribuir la carga en el sistema, mientras que los dinámicos utilizan el estado de los enlaces y/o nodos durante la ejecución del algoritmo. En la actualidad el balanceo de carga dinámico debería ser parte fundamental de los sistemas de redes de cualquier institución debido a que es una herramienta de optimización que permite controlar adecuadamente el tráfico en los enlaces y/o nodos de una red, adaptándose a

los requerimientos en ejecución de la misma; evitando así que se produzcan congestiones y bajo rendimiento en su desempeño.

A través de información recabada por entrevista informal al personal técnico de la red UNEXPO se determinó que la misma posee tres enlaces en los cuales se aplica el balanceo de carga estático que parten del nodo principal (Router CISCO 2811) con tres salidas WAN (Internet Total: E1, REACCIUN y ABA), este nodo recibe el tráfico de un Switch capa 3 (CISCO 4503) el cual enruta las Redes de Área Local Virtuales (VLANs) que abarcan servidores públicos, servidores privados, laboratorios entre otros; asimismo el tráfico de los servidores Proxy bajo Linux del Rectorado y del Vicerrectorado; esta carga es asignada y distribuida por el administrador de la red en los enlaces de acuerdo al tipo de aplicación que maneja cada uno y los recursos que consuman los mismos. Este balanceo de carga estático influye directamente en los servicios públicos que maneja la red.

Asimismo señalan que este mecanismo, así como la constitución y conformación de equipos con alta tecnología, han sido suficientes para controlar el tráfico en estos enlaces, sin embargo a través del monitoreo que constantemente realizan a la red observan que existen ocasiones en las que la red no ofrece el rendimiento esperado debido a que algunos enlaces se saturan y otros quedan desocupados, lo que se traduce en retardos y tiempos de respuesta inadecuados.

Tomando como base la situación descrita de la red UNEXPO, en donde se evidencia un sistema para distribuir la carga de tráfico en los enlaces, que a la fecha ha cubierto la mayoría de los requerimientos; se propone la implantación de un mecanismo que permita mejorar el rendimiento de la misma a través de un control adecuado del tráfico. Por otra parte existe un proyecto que plantea la creación de futuros enlaces en la red que unan los diversos núcleos que conforman la UNEXPO, esto podría originar severos problemas de congestión, debido al incremento del tráfico, lo que acrecentaría la dificultad de predecir el tamaño de las tareas asignadas en cada nodo aumentando la posibilidad de que algunos terminen permaneciendo inactivos mientras otros todavía están trabajando.

Como consecuencia de todos estos elementos que inciden en el funcionamiento de la red es favorable trabajar en la implementación de una solución para lo que se propuso el Balanceo de Carga Dinámico.

Entonces para obtener una óptima distribución de tareas y trabajo en los enlaces de la red, es decir, una adecuada distribución del tráfico de la carga, se requirió el estudio de una variedad de algoritmos de balanceo de carga dinámicos, así como el análisis de las bondades y debilidades que presentan cada uno de ellos, para posteriormente seleccionar el que mejor se adaptara a las necesidades del caso de estudio y poder proponer las mejoras a nivel de hardware y software en la red. Por lo que se plantearon las siguientes interrogantes de investigación:

¿Cómo es el desempeño del mecanismo de control de tráfico presente en la red UNEXPO y como repercute en el acceso, disponibilidad y tiempo de respuesta de los servicios de la misma?

¿Cuál es la factibilidad de diseñar un modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO?

¿Cómo debe estar estructurado el diseño del modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO?

¿Cuál será el resultado de evaluar el modelo de balanceo de carga dinámico?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Proponer un modelo de balanceo de carga dinámico para mejorar el rendimiento de la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el desempeño del método de control de tráfico presente en la red UNEXPO y como repercute en el acceso, disponibilidad y tiempo de respuesta de los servicios.
2. Determinar la factibilidad operativa, técnica y económica de diseñar un modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO.
3. Diseñar un modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO.
4. Evaluar el diseño del modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO.

Justificación e Importancia

Actualmente la obtención de un adecuado balanceo de carga en las redes informáticas ha sido un tema de mucha discusión, producto de la necesidad imperante de reducir al máximo el tiempo de ejecución de la carga en los enlaces y/o nodos. No obstante lograr solucionar este problema es en cierto grado complicado, ya que es difícil conseguir que la asignación de carga en los enlaces y/o nodos sea la apropiada.

Esta propuesta tiene como finalidad fijar las bases para establecer los beneficios que se alcanzan al aplicar un método de balanceo de carga dinámico, optimizando al máximo el tiempo total de ejecución, con la distribución equilibrada del tráfico (carga) en los tres (3) enlaces WAN, y de este modo obtener rendimiento en la prestación de servicios de la red, haciendo para ello uso de los recursos básicos indispensables de monitoreo, los cuales están presentes en la institución.

Se propone un modelo debido a que está compuesto de variables que se pueden ajustar con base a las mismas.

La información obtenida en la investigación podrá ser utilizada como guía de referencia para conocer los impactos que tiene su aplicabilidad para la mejora de prestaciones de servicio de la red UNEXPO.

Es importante señalar que toda la información obtenida orientará a la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” a la toma de decisiones al momento de realizar mejoras en el área de telecomunicaciones, ya que la misma despeja dudas sobre esta materia. Igualmente será de utilidad por cuanto aporta información de base a investigaciones futuras relacionadas con el tema.

Por ende este estudio constituye un valioso aporte para la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Alcances y Limitaciones

El alcance de este estudio está comprendido por:

La propuesta de un modelo de balanceo de carga dinámico para la infraestructura de red del núcleo Barquisimeto, abarcando solo los tres enlaces que actualmente manejan balanceo de carga estático. Asimismo se contemplará únicamente el tráfico proveniente de este núcleo.

Es pertinente mencionar que el modelo propuesto se implementará únicamente a través de simuladores para definir su desempeño, de modo que no se interfiera en el trabajo diario realizado por la misma.

La información que se suministra de la Universidad es referencial y solo con fines académicos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación

El presente capítulo comprende algunas investigaciones y propuestas de diversos autores que anteceden al trabajo de investigación Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red Caso: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José De Sucre”, las cuales demuestran las ventajas que trae consigo una adecuada distribución del tráfico en la red y el uso de Balanceo de Carga Dinámico para la misma; de igual forma la mejora en la eficiencia del funcionamiento de la red.

A continuación se presentan algunas de estas investigaciones:

En el artículo denominado **Balanceo de Carga Dinámico sin Reordenación de Paquetes** escrito por Kandula y otros (2007) se analizó el balanceo de carga dinámico como una técnica que protege las redes de la congestión causada por los picos repentinos de carga o fallos en los enlaces, también puntualizaron que los protocolos usados por el balanceo de carga dinámico requieren un esquema para dividir el tráfico en varias rutas implementando la granularidad fina en donde la comunicación entre los procesadores es frecuente. En dicho artículo se detalla que la división de tráfico en la granularidad de los paquetes asigna un porcentaje de tráfico deseado para cada ruta, pudiendo volver a ordenar los paquetes dentro de un flujo TCP. Debido a ello se propone un algoritmo de división de tráfico llamado FLARE que funciona con ráfagas de paquetes cuidadosamente seleccionados para evitar la reordenación. A través de la implementación de este algoritmo se comprueba que se puede dividir sistemáticamente el flujo de tráfico a través de varias rutas sin necesidad de realizar

la reordenación de paquetes, demostrando que consigue precisión y capacidad de respuesta similar a la de conmutación de paquetes.

La correspondencia de esta investigación con la propuesta presentada en este trabajo está centrada en la búsqueda de un mecanismo que permita la división de tráfico en la red para cada ruta evitando así congestión y tiempos retardados de acceso, disponibilidad y respuesta en los servicios que ofrece la misma.

Opazo y otros (2007) en el trabajo titulado **Reconfiguración a Mínimas Pérdidas, Considerando la Aleatoriedad de la Carga: Aplicación a Sistemas Reales** plantearon un algoritmo a través de la utilización del método de Monte Carlo el cual genera niveles aleatorios de carga en los nodos de una red tomando en cuenta las variaciones naturales de la carga. Estos nodos o ramas eliminados al reconfigurar la red forman una topología llamada “Conjunto de Ramas Esperadas”, esta topología es similar a la obtenida usando los valores de demanda promedio de carga en los nodos.

A través de las pruebas realizadas en la investigación propuesta por Opazo y otros, se evidenció que al momento de reconfigurar una red, si se implementa el algoritmo para mínimas pérdidas, se generará un conjunto de nodos o ramas que formarán una topología acorde a las variaciones de la carga evitando así la realización constante de pruebas para conseguir la disposición adecuada de los nodos en la red, evidenciando con esto que si se balancea la carga asignando recursos en tiempo de ejecución se conseguirán niveles de rendimiento en la red mayores, hecho relevante para el desarrollo de esta investigación, ya que evidencia una aplicación de referencia para el problema de balanceo de carga en una red.

En el artículo escrito por Waraich (2008) titulado **Clasificación de las Estrategias de Balanceo de Carga Dinámico en Redes de Estaciones de Trabajo**, se investigó sobre el problema de balanceo de carga en una red de estaciones de trabajo. Con base en los trabajos e investigaciones que se han realizado en esta área, proponen una clasificación general de las técnicas de balanceo de carga, considerando que las estrategias del mismo se clasifican en tres parámetros, la iniciación del direccionamiento (remitente o receptor), el tipo de balanceo de carga

(centralizado o distribuido) y la toma de decisiones (local o global). Ayudando a los diseñadores a comparar y elegir cuales son mas adecuadas de acuerdo a los requerimientos de la red.

En esta investigación se destacó la importancia que tiene la correcta aplicación de las técnicas de balanceo de carga según las características de la red, consiguiendo un mejor balance, lo que se traduce finalmente, en un menor tiempo de procesamiento de la carga, concordando con la premisa de obtención de beneficios presentada en este trabajo con la implementación del modelo de balanceo de carga dinámico.

Parveen y Daya (2009) plantean en el artículo denominado **Un Algoritmo de Balanceo de Carga Dinámico en Sistemas Distribuidos con Apoyo a Múltiples Nodos para la Explotación del Servicio de Interrupción** que el rendimiento de una red distribuida depende de manera crucial de la eficacia con la que se divida el trabajo en los nodos, asimismo exponen que el balanceo de carga contribuye de manera significativa en la reducción de los tiempos de respuesta. Esto es una premisa para reformular el modelo dinámico de los sistemas distribuidos en el contexto de balanceo de carga; el objetivo principal en un sistema distribuido es ejecutar el procesamiento en un tiempo mínimo esto se le atribuye al balanceo de carga dinámico pues hay una reducción en la probabilidad de que queden nodos inactivos u ociosos.

La propuesta presentada en este trabajo de grado se corresponde con la investigación de Parveen y Daya debido a que se demuestra mediante la aplicación de un modelo, las bondades que se obtienen al implantar un sistema de balanceo que permita la disminución de los tiempos de respuesta.

Branch y otros (2009) propusieron en el artículo de investigación **Proposición de un Método para Balanceo de Carga en un Cluster Heterogéneo Simulado en NS2** implementar un algoritmo para balancear la carga en un cluster heterogéneo tomando en cuenta la capacidad de los nodos para ejecutar ciertas tareas y así poder realizar la asignación de la carga de acuerdo a la competencia de cada nodo minimizando el tiempo de ejecución total.

Los resultados alcanzados en esta investigación demuestran que la aplicación de un método de balanceo de carga logra minimizar en grandes porciones el tiempo total

de ejecución de los trabajos que procesan los nodos, haciendo énfasis en que cada nodo no exceda sus capacidades reales con el fin de optimizar al máximo los recursos. El trabajo realizado por Branch y otros constituye un aporte importante en el desarrollo de esta investigación, ya que demuestra que utilizando un balanceo de carga se incrementa el procesamiento de cada nodo, logrando así reducir el tiempo de ejecución.

En resumen las investigaciones que anteceden este trabajo, revelan las bondades de implementar un mecanismo que permita controlar con eficacia el tráfico de una red y por consiguiente la distribución de tareas en los enlaces que la conforman, lo que se deriva en mejorar el rendimiento de la misma en cuanto a disponibilidad, acceso y tiempo de respuesta, entre otros.

Bases Teóricas

Definir, detallar, describir y caracterizar es de extrema importancia para toda clase de investigación, debido a que permite reforzar todos aquellos aspectos que se han manejado a lo largo de la misma, dando una base sólida a todo su contenido.

Se presentarán a continuación términos, conceptos y teorías relacionadas con el tema investigado, partiendo de la base general del mismo para luego puntualizar en el caso estudiado.

Comunicación

Pérez, I. (1998) indicó "La comunicación actual entre dos personas es el resultado de múltiples métodos de expresión desarrollados durante siglos. Los gestos, el desarrollo del lenguaje y la necesidad de realizar acciones conjuntas tienen aquí un papel importante" (P. 1).

Hace varias décadas surgió Internet y el correo electrónico, sin embargo, con el transcurrir del tiempo siempre se han buscado medios de comunicación a larga distancia que fueran más rápidos que los convencionales.

Desde hace más de un siglo y en especial en las dos últimas décadas, la reducción de los tiempos de transmisión de la información a distancia y de acceso a la información ha supuesto uno de los retos esenciales de la sociedad.

En el gráfico 1 se pueden apreciar los elementos que intervienen en el proceso básico de comunicación según Shannon y Weaver (1949).

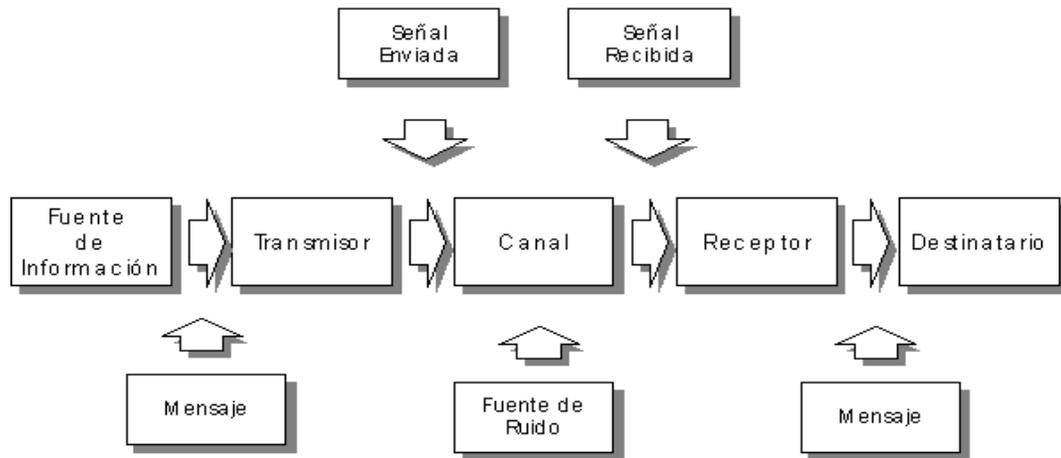


Gráfico 1. Sistema de Comunicación. Shannon y Weaver (1949).

- **Fuente de Información:** Selecciona el mensaje deseado de un conjunto de mensajes posibles.
- **Transmisor:** Transforma o codifica esta información en una forma apropiada al canal.
- **Señal:** Mensaje codificado por el transmisor.
- **Canal:** Medio a través del cual las señales son transmitidas al punto de recepción.
- **Fuente de Ruido:** Conjunto de distorsiones o adiciones no deseadas por la fuente de información que afectan a la señal.
- **Receptor:** Decodifica o vuelve a transformar la señal transmitida en el mensaje original o en una aproximación de este haciéndolo llegar a su destino.

Partiendo de un modelo básico de comunicación, se aprecia claramente que en el proceso de desarrollo de la misma es necesario ordenar y coordinar las señales que se desean enviar, de este modo el resultado será el requerido y se obtendrá una óptima comunicación.

En el ámbito de la informática también sucede lo mismo, cuando se inicia el proceso de comunicación entre varios equipos informáticos conectados en red, es imprescindible que exista una distribución adecuada de la información que se envía a través de la misma y de esta manera poder obtener una transmisión mas rápida y menos propensa a congestiones lo que se traduce en mayor fluidez y calidad de servicio.

Un elemento que incide en el óptimo proceso de transmisión de información a través de sistemas informáticos es el conocido pero poco implementado balanceo de carga. En términos generales Colobran y otros (2008) definen balancear la carga como la división del trabajo total que un sistema o computadora tiene que hacer, entre dos o más sistemas o computadoras.

Calidad de Servicio

Según Flickenger (2007) la calidad de servicio (QoS) es la capacidad de la red para ofrecer mejoras en el servicio de cierto tipo de tráfico de red. Lo que indica que este se verá reflejado en el rendimiento de los servicios que se presten al usuario. Una red debe ofrecer pese a cualquier situación un nivel de calidad de servicio adecuado para todos los niveles de tráfico que se presenten en la misma.

Por otra partes es necesario mencionar algunos parámetros que intervienen en el ámbito de la calidad de servicio y de alguna manera definen la eficiencia que esta pueda tener.

En el gráfico 2 a continuación, se representan las dos acciones fundamentales asociadas para garantizar la QoS:

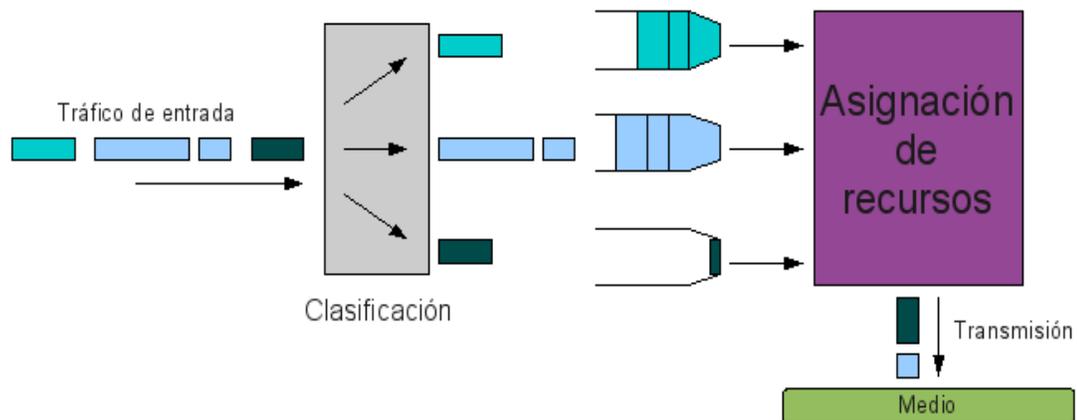


Gráfico 2. Esquema para Análisis QoS. Alentia Systems (2008).

- **Clasificación:** El tráfico que entra al equipo y debe transmitirse tiene que clasificarse. Se usan muchos criterios de clasificación: Por equipo destino, por marcas en los paquetes, por aplicación, entre otros. Es algo que siempre se debe hacer, sino no existiría el propio concepto de QoS. Básicamente, la clasificación es la búsqueda de parámetros de QoS negociados o contratados pertenecientes a un paquete (o tráfico) en particular: Tráfico máximo en ráfaga, tráfico mínimo sostenido, latencia máxima, variación en la latencia.
- **Asignación de recursos:** Una vez que se tiene el tráfico clasificado, y por tanto se saben qué parámetros de QoS se deben cumplir, se deben asignar los recursos en la interfaz para permitir que los paquetes se transmitan al medio (el aire o un cable).

La fase de clasificación es común a todos los tipos de interfaz que necesitan garantizar la QoS, pero la principal diferencia viene en la fase de asignación de recursos.

IPQoS: QoS a nivel IP

Las técnicas que se usan en este tipo de mecanismos de QoS son los típicos traffic shapers (TS). El TS clasifica el tráfico que entra en función de los criterios que se establezcan para cada una de los contratos de QoS. Una vez que el tráfico está

clasificado, el TS asigna de una forma estadística los recursos de transmisión al medio.

Estas técnicas de QoS a nivel IP, son las clásicas basadas en colas de prioridades. El problema que presentan las mismas es que no se conoce con exactitud la capacidad y la disponibilidad del medio sobre el que se transmiten. No se puede garantizar una QoS en términos absolutos, solo relativos.

Por otra parte también se puede representar en el campo de coordenadas (X,Y) la relación de los niveles de QoS con respecto a la aplicación tecnológica, tal como se aprecia en el gráfico 3.

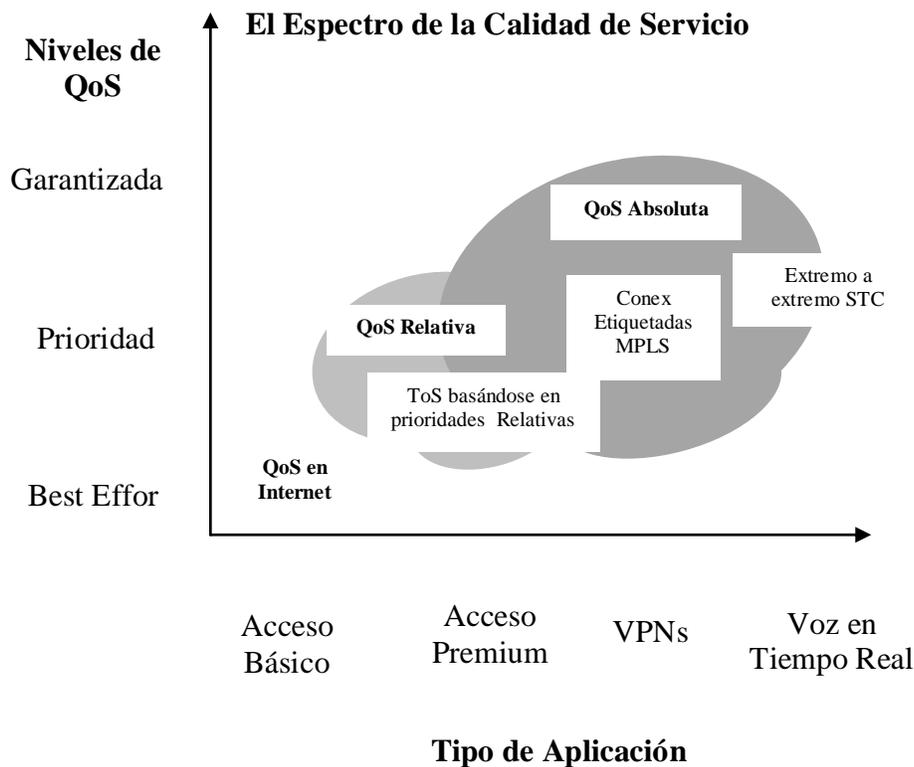


Gráfico 3. Espectro de la Calidad de Servicio. qos.iespana.es (2008).

Como se mencionó con anterioridad el tráfico en una red es un factor determinante para definir el rendimiento de la misma. Se puede hacer referencia al mismo como elemento o parámetro importante, definiendo este como la cantidad de datos que va

de un punto a otro en la red. Lo que lo puede subdividir en tipo de tráfico y tráfico según la sensibilidad al retardo, este último se desglosa de la siguiente manera:

Tráfico Algo Sensible al Retardo: Un ejemplo de ello son los procesos de transacción on-line y la entrada de datos remota. Este tipo de aplicaciones requieren retardos de un segundo e incluso, menos. Los retardos mayores harían esperar a los usuarios por la contestación a sus mensajes antes de que puedan continuar trabajando.

Tráfico Muy Sensible al Retardo: En este se enmarca el tráfico en tiempo real, y se pueden mencionar la videoconferencia y multimedia en tiempo real. Todos ellos requieren un retraso de tráfico muy pequeño y un nivel de variación mínimo.

Tráfico Muy Sensible a las Pérdidas: En este caso se hace referencia a los datos tradicionales.

Tráfico Nada Sensible: Un ejemplo de ello son los servicios de noticias.

Asimismo, otro parámetro a considerar es el retardo, el cual indica la variación temporal y/o retraso en la llegada de los flujos de datos a su destino. Existen aplicaciones que inevitablemente presentan este elemento, entre las que esta la videoconferencia, experimentando retardo entre la señal de voz y la señal de vídeo.

También está la latencia como parámetro incidente, y esta no es mas que el tiempo entre el envío de un mensaje por parte de un nodo y la recepción del mensaje por otro nodo. Comprende los retardos sufridos durante el propio camino o en los dispositivos por los que pasa.

La disponibilidad y el rendimiento asumen un papel principal cuando se habla de calidad de servicio. El primero indica la utilización de los diferentes recursos y el segundo mide el rendimiento de la red en relación a los servicios acordados. El rendimiento es en ocasiones definido como la velocidad teórica de transmisión de los paquetes por la red. Esta depende directamente del ancho de banda y su variación de las posibles situaciones de congestión de la red.

Por último se puede mencionar la priorización la cual consiste en la asignación de un determinado nivel de calidad de servicio al tráfico que circula por la red, asegurando así que las aplicaciones de mayor importancia sean atendidas de inmediato para posteriormente atender las de menor importancia, estando o no ante una situación de congestión

Sin embargo, el abanico de parámetros a tomar en cuenta cuando se desea tocar el ámbito de la calidad de servicio es muy amplio, los mencionados anteriormente son solo una muestra de los que sin lugar a dudas se deberían detallar y estudiar con un nivel de profundidad mucho mayor.

Balanceo de carga

Se puede definir el Balanceo de Carga como una técnica utilizada para distribuir las peticiones entre varios servidores de tal forma que todos los servidores respondan al mismo número de peticiones.

También se define como una técnica mediante la cual se distribuye cierta cantidad de trabajo entre varias partes, todas capaces de realizar las mismas tareas. En el caso de servicios Web se utilizan equipos que reciben las solicitudes de los usuarios, las analizan y las derivan de forma transparente a uno o más servidores web que procesan la solicitud y entregan un resultado.

El distribuir la carga permite realizar el mismo trabajo en una porción de tiempo más reducida, es decir permite realizar mas carga de trabajo en el mismo tiempo total.

Balancear la carga permite ampliar recursos según necesidad sin demandar migraciones de datos o interrupciones de servicio.

El balanceo de carga se puede implementar por hardware, por software o por una combinación de ambos. Una red requiere balanceo de carga cuando es muy difícil prever el volumen de tráfico y carga de trabajo o tareas a realizar.

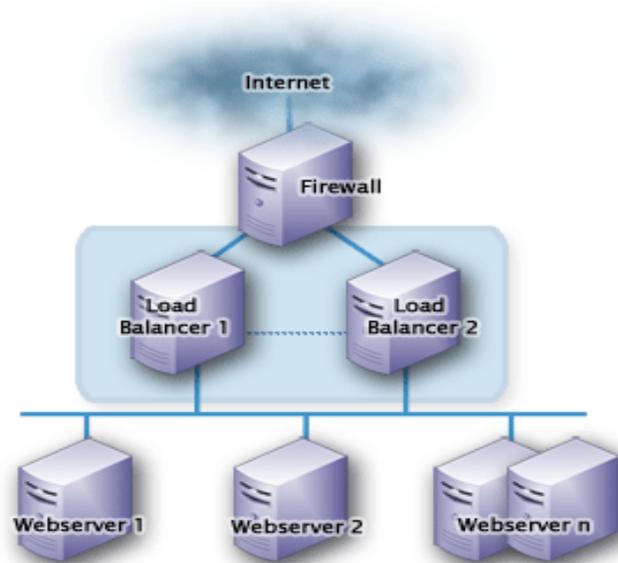


Gráfico 4. Servidores Web con Balanceo de Carga. Joel Chornik (2008).

El balanceo de carga es un elemento primordial cuando se está trabajando en redes informáticas que poseen servidores Web (Gráfico 4), si se implementan algoritmos de balanceo de carga automáticamente se influye en la mejora del rendimiento de una red, esto como se señaló anteriormente es debido a que se redistribuyen las tareas de los nodos o servidores que conforman la red.

La planificación y asignación de recursos en la red son elementos que inciden a gran escala en el proceso de balanceo de carga, por consiguiente es vital realizar adecuadamente esta fase.

Clasificación del Balanceo de Carga

Existen dos métodos por los cuales se puede realizar el balanceo de carga en una red y cada uno de ellos posee características específicas que determinan la necesidad que se debe cubrir.

A. **Balanceo de Carga Estático:** Las decisiones se toman en tiempo de configuración inicial de red, basándose en las estimaciones de los requerimientos de recursos.

B. **Balanceo de Carga Dinámico:** La asignación de recursos se realiza en tiempo de ejecución basándose en varios parámetros del sistema, los cuales determinan la migración de las tareas entre los nodos o servidores, así como las posibles sobrecargas que se puedan generar en la red.

Según estudios realizados, el balanceo de carga dinámico ofrece un rendimiento superior al estático, ya que se adapta a la evolución de la red en tiempo de ejecución, lo cual no ocurre con los algoritmos estáticos, ya que en tiempo de compilación no se pueden conocer los recursos necesarios, debido a la inherente aleatoriedad de las tareas en las redes, tanto en tamaño como en tiempo.

Debido a ello, la principal ventaja de los algoritmos dinámicos respecto a los estáticos es la flexibilidad que los caracteriza para adaptarse a los requisitos de la red en ejecución, a costa de la sobrecarga de comunicaciones entre los nodos o servidores.

Un algoritmo de balanceo de carga está definido por tres políticas inherentes, la política de información, que especifica la cantidad de información necesaria para tomar las decisiones de redistribución de tareas; la política de transferencia, que especifica las condiciones a través de las cuales se transfiere una tarea, y la política de localización, que abarca el estudio necesario para la asignación de tareas a los diferentes elementos de procesamiento.

Existe un gran número de algoritmos con los cuales se ejecuta el proceso de balanceo de carga, entre estos se pueden mencionar:

1. **Balanceo Centralizado:** Un nodo ejecuta el algoritmo y mantiene el estado global de la red. Este método no es extensible a problemas más grandes ya que el nodo encargado del balanceo se convierte en un cuello de botella.
2. **Balanceo Completamente Distribuido:** Cada procesador mantiene su propia visión de la red intercambiando información con sus vecinos y de esta manera

poder realizar cambios locales. El costo de balanceo se reduce pero no es óptimo debido a que solo se dispone de información parcial.

3. **Balanceo Semi-distribuido:** Divide los procesadores en regiones, cada una con un algoritmo centralizado local. Otro algoritmo balancea la carga entre las regiones.

El balanceo de carga puede ser iniciado por envío o recibimiento. Si es balanceo iniciado por envío, un procesador con mucha carga envía trabajo a otros. Si es balanceo iniciado por recibimiento, un procesador con poca carga solicita trabajo de otros. Si la carga por procesador es baja o mediana, se debe utilizar el balanceo iniciado por envío, si por el contrario la carga es alta se debe utilizar balanceo iniciado por recibimiento. De lo contrario, en ambos casos, se puede producir una fuerte migración innecesaria de tareas.

Algunos de los métodos de Balanceo de Carga son:

- A. **DNS Round-Robin:** El método no requiere de hardware ni servidores especiales gestionando el balanceo, sólo se le asignan varias direcciones IP a cada sitio, considerando con ello que se obtendrá una distribución pareja de las visitas a cada una de las IP asignadas, cada una de ellas es un servidor distinto con los mismos contenidos del mismo sitio, replicado o compartido. Una debilidad de este mecanismo es que en caso de que uno de los servidores salga de servicio, todos los usuarios que tengan esa IP van a perder acceso.
- B. **LB Round-Robin:** Método muy parecido al anterior, pero en lugar de hacer una distribución vía DNS, se realiza una distribución al azar a través de un balanceador de carga.
- C. **Weighted LB:** Se utiliza un balanceador de carga, sin embargo la diferencia radica en que en lugar de hacer una distribución al azar se hace contemplando la capacidad (la cual debe ser definida por el administrador de la red) relativa entre los servidores web del grupo de balanceo.
- D. **Dynamic-Weighted LB:** En este caso, no es necesaria la intervención de un administrador que defina de forma manual la capacidad de cada integrante del

grupo de balanceo, sino que el balanceador de carga puede medir y estimar esto por sus propios medios, a través de monitoreos periódicos de los equipos.

- E. **Sticky-Sessions o Sticky-User:** Si se asume que todos los equipos del grupo tienen las mismas características y capacidades, muchas veces es necesario que un usuario que haya sido derivado a un servidor web determinado, sea derivado nuevamente al mismo servidor web en caso que vuelva a ingresar. Para ello se usan “Sticky-Session” o “Sesiones Pegajosas”, donde se “pega” al usuario a un servidor web determinado. En algunos entornos se hace necesario para el correcto funcionamiento de las sesiones, o para maximizar la performance cuando se usan aplicaciones que tienen un alto costo (computacional) de arranque pero no tan alto de reutilización. Una forma de realizarlo es por los llamados Cookies o simplemente por la IP del usuario que visita. Sin embargo este sistema que se centra en el usuario no hace énfasis en las características de cada servidor de la red, de la misma forma que un Balanceo de Carga normal no toma en cuenta las características del usuario.
- F. **Dynamic-Weighted Sticky-Session Load Balancing:** Este método realiza un Balanceo de Carga considerando el estado y capacidad de cada servidor de la red, distribuyendo los usuarios de un sitio a lo largo de dicha red de forma que cada usuario se mantenga lo más permanentemente posible en un mismo servidor de modo que esto conlleve a un beneficio mayor que moverlo a otro, a fin de mantener los tiempos de respuesta parejos para todos.

Producto del gran número de tecnologías que capturan el mercado, el concepto de Balanceo de Carga se puede aplicar tanto a soluciones de balanceo de enlaces como también al concepto de alta disponibilidad y soluciones de cluster. Es pertinente mencionar que una de las aplicaciones que se le pueden dar al Balanceo de Carga es el de dar solución al congestionamiento de enlaces. Existen equipos para balancear la carga que son capaces de distribuir el tráfico entre grupos de elementos de red con la misma función (cluster), firewalls, servidores o webcaches a través de métricas de balanceamiento, criterios de distribución utilizados por los switches para seleccionar que elemento del cluster recibirá la nueva sesión.

Con ello es posible garantizar alta disponibilidad, buen desempeño, permitir mantenimiento de servidores, links, firewalls sin perjudicar el servicio y garantizar escalabilidad sin la necesidad de migrar a plataformas más costosas y mayores, protegiendo la inversión inicial de la Red.

En el siguiente gráfico se visualiza un ejemplo de cluster con balanceo de carga conectando una base de datos para almacenar la información. Este tipo de estructura es muy aplicada para uso Web.

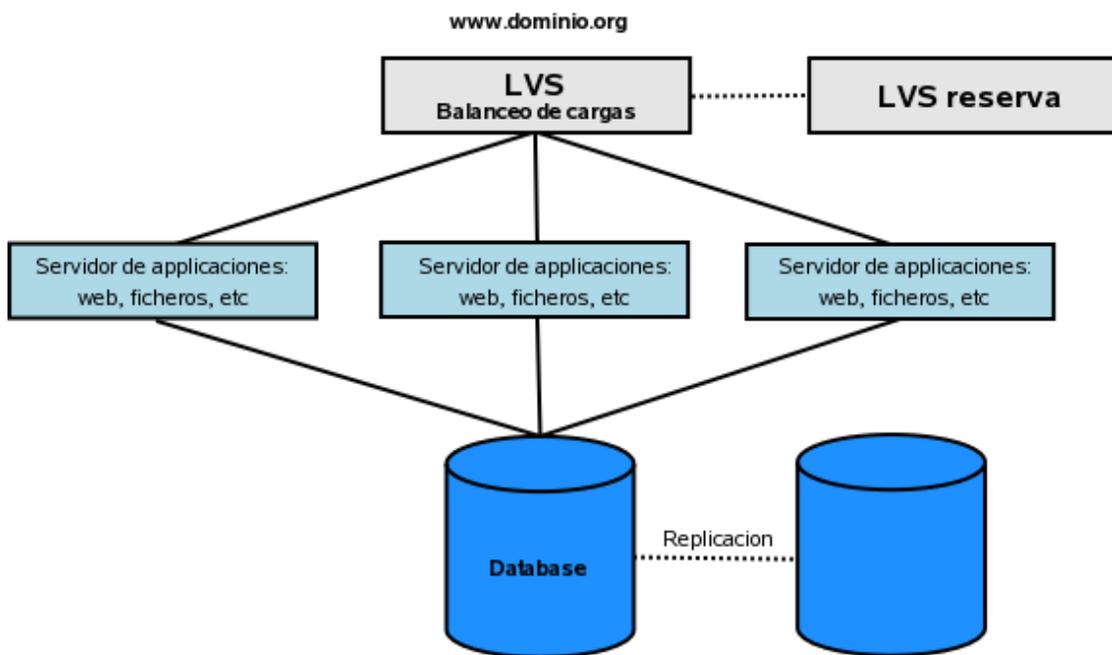


Gráfico 5. Cluster con Balanceo de Carga1. Rafael Martínez (2006).

Asimismo se visualiza en el gráfico 5 un ejemplo de cluster con balanceo de carga para un sistema de correo que proporcione IMAP y SMTP a sus usuarios.

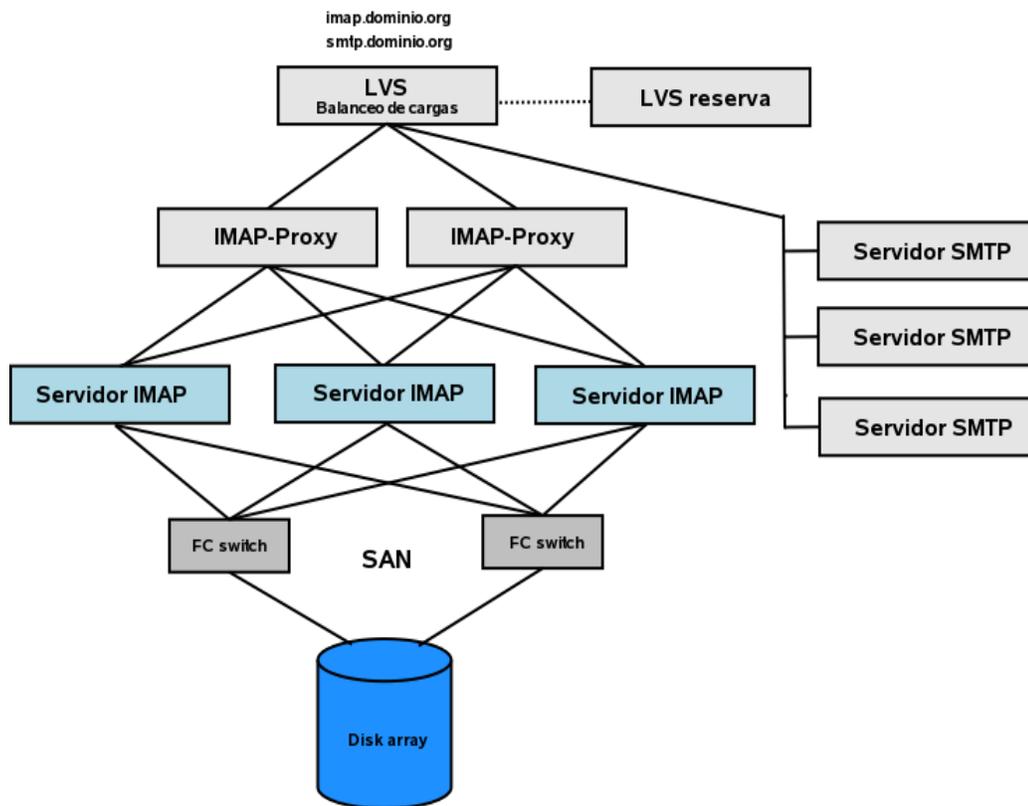


Gráfico 6. Cluster con Balanceo de Carga2. Rafael Martínez (2006).

Otro ejemplo de las aplicaciones que puede tener el aplicar balanceo de carga se puede apreciar en el gráfico 6, el balanceador de carga es el receptor de las peticiones hechas al dominio asociado a su dirección IP para repartirlas por la red local entre todos los servidores Web que responden a un dominio. El balanceador de carga es la puerta que da entrada al conjunto de servidores. Las peticiones llegan a un dominio y el balanceador las redirección a uno que realice el trabajo.

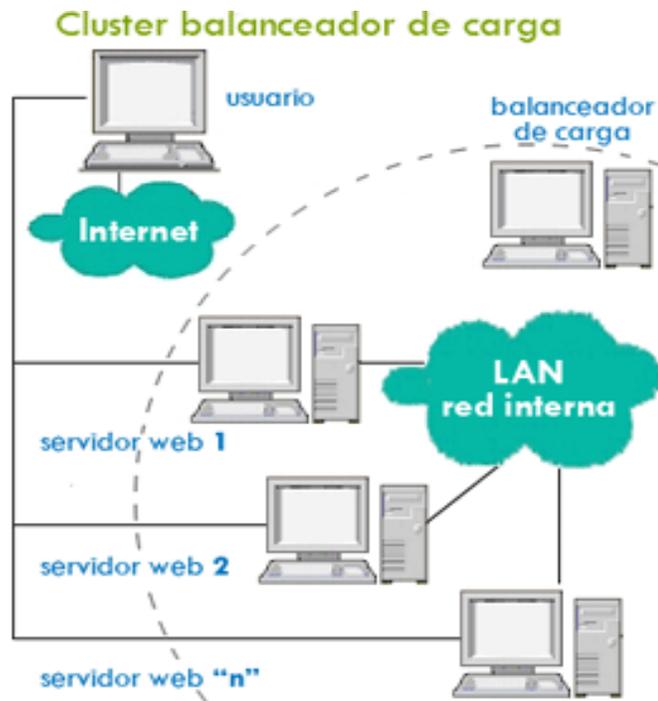


Gráfico 7. Cluster Balanceador de Carga3. Ramos y Valderrama (2008).

Asimismo, en el gráfico 7 se aprecia un cluster balanceador de carga que realiza el balanceo de la misma en varios servidores web, permitiendo así la adecuada distribución de la carga.

Bases Legales

Las normativas legales que enmarca esta investigación esta investigación son las siguientes.

Normativa Interna de la UNEXPO

- Resolución de Consejo Universitario No. 2004E1406. Lineamientos de Tecnología y Servicios de Información de la Universidad Nacional

Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” aprobado el 20 de julio del 2.004. Barquisimeto Venezuela.

- Resolución de Consejo Universitario No. 2005E0905. Reglamento de Tecnología y Servicios de Información de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” aprobado el 04 de Mayo del 2.005. Barquisimeto Venezuela.

Operacionalización de las Variables

Según Lerma (2003), la operacionalización de las variables o diseño de las mismas es un proceso mediante el cual la variable se transforma de un nivel abstracto a un nivel empírico, observable y medible. Las variables difieren según su nivel de abstracción y complejidad, una vez que se define una variable de medición compleja, se identifican o definen sus subvariables o dimensiones. Luego se establecen los indicadores de cada una de ellas. Los indicadores señalan la forma de medir la variable o sus dimensiones.

Como variable de estudio en este trabajo de investigación se estableció la propuesta de un Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red. Caso: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

En el caso de la investigación realizada, se hace referencia al concepto central del tema como lo es el balanceo de carga, lo que se traduce en la dimensión que se trabajó. De igual forma existen otros elementos que componen el diseño de las variables entre los que están los indicadores, según Tamayo (2002) son la definición que se hace en términos de variables empíricas de las variables teóricas contenidas en una hipótesis, constituyen las subdimensiones de las variables y se componen de ítems. En el cuadro a continuación (Cuadro 1) se aprecian los indicadores contenidos en el estudio de variables realizado.

Asimismo, indica que los instrumentos son los elementos que se construyen para la recolección de datos a fin de facilitar la medición de los mismos. En esta investigación se utilizaron entrevistas, cuestionarios y observación directa.

Finalmente las fuentes que permiten obtener información acerca del caso estudiado.

A continuación se muestra un cuadro en el que se refleja la operacionalización de las variables en estudio y su ubicación dentro de dos (2) de los instrumentos (Anexo “A” y “B”) aplicados.

Cuadro 1
Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Fuente
Propuesta de Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red. Caso: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José De Sucre”	* Balanceo De Carga	* Accesibilidad (A1, A2). * Disponibilidad (A3, A4). * Tiempo de Respuesta (A5). * Control de Tráfico (A6, A7, A8, B2, B4). * Velocidad (A9, A10, A11, A12). * Fiabilidad (A13) * Rendimiento (A15, A19, B6, B7) * Desempeño (A14, A20, B8, B9, B10). * Calidad de Servicio (A16, A17, A18) * Distribución de Cargas. (B3, B5).	* Cuestionario (A). *Entrevista (B). *Observación Directa (C).	* Personal Docente. * Estudiantado * Personal Técnico.

Nota: Autor (2010)

Definición de Términos Básicos

Ancho de Banda: Es la anchura, medida en [hercios](#), del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal.

Balance de carga: Hace referencia a la técnica usada para compartir el trabajo a realizar entre varios procesos, ordenadores, discos u otros recursos. Está íntimamente ligado a los sistemas de multiprocesamiento, o que hacen uso de más de una unidad de procesamiento para realizar labores útiles.

Banda ancha: Equipo o sistema a través del cual se transmite información a muy alta velocidad. Un sistema de comunicación de banda ancha puede incluir la transmisión simultánea de varios servicios como video, voz y datos.

BER: Bits Error Rate. Tasa de errores de transmisión medida entre el número de bits con error comparados con el total de bits transmitidos.

Bit: Dígito binario que puede tener el valor de 1 o de 0.

Bps: Bit por segundo. Unidad de velocidad de transmisión de datos.

Canal: Medio de transmisión unidireccional de señales entre dos puntos, por línea física, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Colisiones: Choque entre señales que se envían y reciben simultáneamente.

Enlace: Medio de transmisión con características específicas entre dos puntos. Esto puede ser mediante canal o circuito.

Enrutador: Dispositivo de hardware para interconexión de red de computadoras que opera en la capa tres. Este dispositivo permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.

Escalabilidad: Capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes.

Factor de Ruido: Explica las tasas de ruido o de degradación de la relación señal-ruido, creada por el convertidor en el momento de la recepción de las señales.

Frecuencia: Numero de ciclos por segundos de una onda. Se mide en Hertzios, que indican el número de cambios por segundo.

Hertzio (Hz): Medida básica de la frecuencia de una señal eléctrica igual a un ciclo por segundo.

Internet: Conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas, que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

Kbps: Kilobits por segundo. Unidad de medida de la velocidad de transmisión.

Mbps: Megabits por segundo. Unidad de medida de velocidad de transmisión.

Protocolo: Descripción formal de un conjunto de normas y convenciones que establecen la forma en que los dispositivos de una red intercambian información.

Red: Agrupación de equipos y dispositivos que se pueden comunicar entre sí a través de algún medio de comunicación.

Señal: Variación del potencial o de alguna de las características de una corriente eléctrica, utilizada para transmitir información.

Servidor Web: Programa que implementa el protocolo HTTP (hypertext transfer protocol) y se ejecuta continuamente en un ordenador, manteniéndose a la espera de peticiones por parte de un cliente (un navegador de Internet) y que responde a estas peticiones adecuadamente.

Sistema Informático: Conjunto de hardware, software y de un soporte humano.

Telecomunicación: Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o información de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Trama: Información encapsulada con especificaciones de origen y destino.

Videoconferencia: Sistema que permite la transmisión y recepción de información visual y sonora entre puntos y zonas diferentes.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación se ubicó dentro de la modalidad de Proyecto Factible, según el Manual de Normas para la Presentación del Trabajo de Grado de la Universidad Centrocidental “Lisandro Alvarado” (2002), el mismo se define como una propuesta fundamentada en la factibilidad para la solución de un escenario planteado, el cual puede apoyarse tanto en la investigación de campo como documental o en un diseño que incluye ambas modalidades; debido a que su estudio, interpretación y desarrollo estuvieron dirigidos a suministrar un modelo operativo y viable, que solventa las necesidades y los requerimientos de optimización del rendimiento de la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, utilizando para ello balanceo de carga dinámico.

Diseño de la Investigación

De acuerdo con lo expuesto por Hernández y otros (2008), el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea.

El desarrollo del modelo de balanceo de carga dinámico para mejorar el rendimiento de una red estuvo orientado a proporcionar una alternativa sustentada en un modelo realizable para la solución de una situación específica; como lo es la necesidad de un mecanismo que pueda distribuir el tráfico de la red sin que esté predefinido.

Esta investigación es de campo, definida por De La Mora (2006) como aquella que se realiza directamente con la fuente de información y en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudios, en tal sentido se emplearon datos de fuentes primarias, sin embargo, en determinadas ocasiones se utilizaron datos de fuentes secundarias, asimismo se analizó y estudió la situación que actualmente presenta la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, en cuanto a balanceo de carga se refiere.

La investigación que se desarrollo se divide en un conjunto de fases, a través de las cuales se explica cómo se alcanzarán los objetivos planteados. Las fases de la investigación están comprendidas de la siguiente manera:

Fase I: Diagnóstico.

Fase II: Estudio de Factibilidad.

Fase III: Diseño del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red.

Fase IV: Evaluación del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red.

Fases del Estudio

Fase I: Diagnóstico

Como lo establece Barrios (2004) en el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales, en la fase de diagnóstico se estudia la situación que caracteriza la organización en cuanto a la variable en estudio, de modo que es necesario desarrollar las primeras etapas de la metodología de análisis de información, a través de la aplicación de técnicas e instrumentos.

Por consiguiente se evaluó el nivel tecnológico que posee la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Este diagnóstico permitió verificar las condiciones existentes en el sistema tecnológico actual que presenta la Universidad, analizar sus requerimientos y justificar la necesidad de establecer un

mecanismo que distribuya de manera eficiente el tráfico, es decir el trabajo o tareas que se realizan en la red.

Población y Muestra

Hernández y otros (2008) señalan que una población o universo es un “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”, asimismo que la muestra es un “subconjunto de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población”. Por otra parte indican que para seleccionar una muestra lo primero que se debe hacer es definir la unidad de análisis, para posteriormente delimitar una población.

En esta investigación, la población del modelo de balanceo de carga dinámico para mejorar el rendimiento de la red UNEXPO estuvo formada por el grupo de docentes, estudiantes y personal técnico pertenecientes a la universidad. Por consiguiente la muestra será los individuos que permitan obtener información acerca de la investigación.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula: $n = \frac{n'}{1 + n'/N}$, donde:

n = Tamaño de la muestra.

n' = Tamaño de la muestra sin ajustar.

N = Tamaño de la población.

Se trabajó con una muestra de alumnos y docentes de la carrera Ingeniería Electrónica de la UNEXPO, cuya población es de 684 y 36 individuos respectivamente, esto debido a que según entrevista informal a profesores y técnicos de la red, esta carrera tiene un mayor porcentaje de población que utiliza laboratorios con acceso a la red, asimismo este porcentaje de estudiantes tiene conocimiento del tema pues cursan la materia de Redes. En el caso del personal técnico se tomará la totalidad de la población a cargo de la red del núcleo Barquisimeto.

Como se aprecia en el cuadro 2 la muestra está constituida por cincuenta y cinco (55) personas como se describe a continuación.

Cuadro 2
Descripción de la Muestra

Área	Descripción	Cantidad	Porcentaje
Técnica	Administrador de Red y Técnicos	3	100%
Docente	Profesores	18	50%
Estudiantil	Estudiantes	34	4.97%
Total Porcentaje			154.97%

Nota: Autor (2010)

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que conduzcan a reunir datos con un propósito específico, así lo señalan Hernández y otros (2008). Este plan está conformado por cuatro (4) ítems:

- A. ¿Cuáles son las fuentes de donde se van a obtener los datos?
- B. ¿En donde se localizan tales fuentes?
- C. ¿A través de qué medio o método se van a recolectar los datos?
- D. ¿De qué forma se preparan para que puedan analizarse y responder al planteamiento del problema?

Se aplicaron técnicas como la “observación directa” empleada en el objeto de estudio, la cual la define Hernández y otros (2008) como una técnica de recolección de datos que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas que se manifiestan. A través de esta técnica se obtuvieron datos del desempeño que tiene el método de monitoreo que utiliza actualmente la red UNEXPO y si influye en el acceso, disponibilidad y tiempo de respuesta de los servicios.

También se utilizó la “entrevista”, considerada por Salkind (1999) como una de las técnicas más significativas y productivas de las que dispone el analista para recabar datos; con el propósito de obtener información de la muestra de la población

perteneciente a la UNEXPO. Se aplicó al personal técnico de la red una entrevista con un conjunto de preguntas para conocer la estructura de la misma.

El “cuestionario” se usó como instrumento de recolección de datos, el cual consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir según describen Hernández y otros (2008). Se aplicó un cuestionario constituido por preguntas que están dirigidas a la obtención de información de la red UNEXPO, todo esto con la finalidad de conocer la conformación tecnológica que presentan en la actualidad, para poder evidenciar las condiciones de distribución del tráfico y registrar la información obtenida para realizar el análisis del modelo.

Por otra parte, se efectuó un estudio completo en el que se combinaron estrategias de levantamiento de información, como la consulta en Internet, tanto para la obtención de datos como para el análisis de las alternativas tecnológicas existentes en el mercado, la revisión documental, y la investigación de campo, la cual coloca al investigador en contacto con la realidad del problema.

A través de la consulta en Internet se obtuvieron los datos necesarios que caracterizan el establecimiento de un mecanismo o método para mejorar el rendimiento de la red, asimismo se examinaron las alternativas tecnológicas que ofrece el mercado actual.

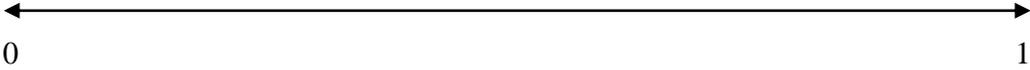
La revisión documental permitió extraer las características de los equipos requeridos y determinar cómo migrar de la situación tecnológica existente en la universidad a una que dé respuesta a las necesidades detectadas.

Confiabilidad y Validez del Instrumento

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales. Esta se determina mediante diversas técnicas que utilizan fórmulas que producen coeficientes de confiabilidad. La mayoría de estos coeficientes puede oscilar entre cero y uno, donde un coeficiente de cero significa nula confiabilidad y uno representa un máximo

de confiabilidad. Así lo expresan Hernández y otros (2008) en el cuadro a continuación.

Cuadro 3
Interpretación de un Coeficiente de Confiabilidad

Muy Baja	Baja	Regular	Aceptable	Elevada
				
0% de confiabilidad en la medición (La medición está contaminada de error)				100% de confiabilidad en la medición (No hay error)

Nota: Metodología de la Investigación. Hernández y otros (2008)

De igual forma, este autor define la validez como el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir y se calcula en su primera fase verificando como ha sido medida la variable por otros investigadores para posteriormente elaborar un universo de ítems para medir la variable y sus dimensiones.

Hernández y otros (2008) indican que un instrumento puede ser confiable pero no necesariamente válido. Por ello es requisito que el instrumento de medición demuestre ser confiable y válido. También que ésta confiabilidad y validez pueden verse afectadas por factores como:

- A. La improvisación.
- B. Instrumentos desarrollados para otros contextos.
- C. Aplicación de instrumento a muestra errada.
- D. Condiciones en las que se aplica el instrumento.

E. Falta de estandarización.

Técnicas de Análisis de los Datos

Para obtener los resultados de la investigación se utilizó un programa llamado Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), utilizado como herramienta para la estadística descriptiva la cual describe los datos, los valores o las puntuaciones obtenidas para cada variable, como lo explican Hernández y otros (2008).

Estrategias de Efectividad

- A. La distribución o división existente de las tareas o trabajo que conforman el tráfico de la red, será optimizado con el establecimiento de un mecanismo que se soporte en el balanceo de carga dinámico.
- B. La actualización de la plataforma tecnológica, dará respuesta a la carencia de un método adecuado para la distribución del tráfico en la red.
- C. La reestructuración de los elementos presentes en la red de la universidad permitirá dar paso al avance tecnológico.

Fase II: Estudio de Factibilidad

Namakforoosh (2000), indicó que la factibilidad se refiere a los factores que determinan la posibilidad de realización, que son tales como: factores económicos, conveniencia, y el grado en que los instrumentos de medición sean interpretables.

En la presente investigación el estudio de Factibilidad permitió determinar las posibilidades económicas, operativas, y técnicas para llevar a cabo el establecimiento de la mejora en el rendimiento de la red, y poder utilizar el balanceo de carga dinámico para ello.

Factibilidad Técnica

Según Kendall y Kendall (1997), una gran parte de la valoración de recursos tiene que ver con la factibilidad técnica. El analista debe encontrar si los recursos técnicos actuales pueden ser mejorados o añadidos, de forma tal que satisfagan la petición bajo consideración.

En base a esto se determinó que la utilización del balanceo de carga dinámico como mecanismo para la distribución de las tareas que se ejecutan en la red permite la división de estas de modo adecuado dando niveles de prioridad a las mismas, lo que logra una mejora en el rendimiento de la red.

Los requerimientos técnicos indispensables para el establecimiento del modelo constan de la conformación mínima de un equipo de computación (Terminal) con punto de acceso a Internet.

El modelo se considera factible técnicamente, ya que los elementos necesarios para llevar a cabo su desarrollo e implementación, pudieron adquirirse dentro del mercado nacional.

Factibilidad Económica

De igual forma Kendall y Kendall (1997), indican que la factibilidad económica es la segunda parte de la determinación de recursos. Los recursos básicos a considerar son: el tiempo propio y el del equipo de sistemas, el costo de hacer un estudio de sistema completo (Incluyendo el tiempo de los empleados con los que se trabajará), el costo del tiempo de los empleados del negocio, el costo estimado de Hardware y el costo estimado de Software y/o desarrollos de Software.

Actualmente en la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” no existe un fondo destinado a cubrir los costos de los proyectos de actualización tecnológica, pero debido a la cantidad reducida de elementos que se necesitan, se facilita costear el cambio del método o mecanismo para la distribución de tráfico en la red.

Debido a que la plataforma mínima requerida en el establecimiento del balanceo de carga dinámico, se encuentra presente en la universidad, el costo mensual del uso de este será el mismo actualmente empleado.

Factibilidad Operativa

Por otra parte Kendall y Kendall (1997), señalan que la factibilidad operacional depende de los recursos humanos disponibles para el proyecto, e involucra proyectar si el sistema operará y será usado una vez esté instalado.

En el caso del modelo planteado, se ofrece una alternativa para optimizar el proceso de distribución de tráfico en la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” con el propósito de facilitar el óptimo desarrollo de las funciones que desempeña la misma.

Los cambios que implica la implantación de una tecnología avanzada como el balanceo de carga dinámico propuesto en este trabajo, pueden ser llevados a su ejecución sin presentar dificultad durante su establecimiento.

La Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” dispone de personal calificado, el cual posee conocimientos acerca de la tecnología existente, de manera que al establecerse el nuevo mecanismo este personal estará apto para desempeñar un manejo óptimo del mismo, pudiéndosele impartir cursos mínimos de actualización. Por su parte la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, piloto en el futuro establecimiento del modelo, posee muy bien estructurado el recurso humano en el área de redes y soporte técnico.

Fase III: Diseño del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red

En esta etapa de la investigación, se plantea un mecanismo para mejorar el rendimiento de la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” haciendo uso del balanceo de carga dinámico, por cuanto se propone

como respuesta a las necesidades manifestadas, previamente al establecimiento del modelo la reestructuración de la plataforma actual existente. Es necesario tener en cuenta, la plataforma mínima que debe presentar la universidad.

Luego del diagnóstico de la situación actual de la red UNEXPO, se pueden observar cada una de las condiciones presentes para desarrollar la implementación del mecanismo.

La configuración de la plataforma mínima requerida que posee la universidad, está compuesta por un sistema que realiza un balanceo de carga a nivel estático, lo cual conforma el equipamiento básico. Para el completo desarrollo de la plataforma mínima, se debe configurar un software con elementos adicionales que permita el establecimiento del balanceo de carga dinámico, seleccionando para ello un modelo que cubra estos requerimientos.

Posteriormente se analiza el comportamiento del balanceo de carga existente en la red, y finalmente se selecciona el balanceo de carga que aplique al caso estudiado.

Luego se implementa un simulador de red para representar la red UNEXPO y evaluar el diseño del modelo propuesto.

A través del estudio que se realiza de las alternativas presentes actualmente en el mercado, se constata la eficiencia del mecanismo de balanceo de carga dinámico el cual permite el óptimo desempeño de las actividades necesarias en el día a día de cada actividad que se presente en la red de la universidad.

Se selecciona el balanceo de carga dinámico, debido a que este es un método mediante el cual se realiza la asignación de recursos en tiempo de ejecución basándose en varios parámetros del sistema, los cuales determinan la migración de las tareas entre los enlaces y/o nodos o servidores (distribución de tráfico), así como las posibles sobrecargas que se puedan generar en la red y además de ello es adecuado y económico, lo que le permite posicionarse como la opción más óptima dentro del mercado actual. La investigación pretende demostrar que el balanceo de carga dinámico es la opción más acorde a las necesidades de mejora en el rendimiento que presenta la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Fase IV: Evaluación del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red

Luego de realizar el diseño del modelo de balanceo de carga dinámico se realizó la simulación y evaluación del mismo. Se tomó como base para el estudio, comparaciones del método actual utilizado en la red UNEXPO para el control del tráfico contra el modelo simulado.

CAPITULO IV

MODELO PROPUESTO

Especificaciones del Modelo

Con anterioridad se planteó el origen de la problemática que se presenta por la carencia de un mecanismo que permita controlar distribución adecuada de la carga (tráfico) en los enlaces WAN de la red UNEXPO. Fundamentándose en la información recaudada se propone como solución:

Establecer un modelo de balanceo de carga dinámico, a través del cual sea asignado eficientemente el tráfico en los enlaces WAN de la red UNEXPO, los cuales actualmente trabajan con balanceo de carga estático, tomando en cuenta la plataforma mínima requerida de modo que se evite el incremento en el presupuesto tecnológico de la universidad.

Actualmente la UNEXPO está conformada por tres (3) núcleos incluyendo en estos el de la ciudad de Barquisimeto, los cuales no están integrados en una red WAN privada, sin embargo la universidad posee un proyecto a largo plazo de interconectar dichos núcleos y ampliar el número de enlaces en cada uno, lo que traería como consecuencia un incremento en el tráfico que circula por la red.

Se realizó en la propuesta del estudio lo descrito en el capítulo III a través de las tres (3) primeras fases descritas. Debido a la importancia que tiene planificar un proyecto con un tiempo estimado para el desarrollo de cada una de sus etapas, se anexa (Anexo “C”) un cuadro con la planificación del diseño del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red Caso: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Fase I: Diagnóstico

Se recolectaron los datos mediante la aplicación de tres (3) instrumentos: un (1) cuestionario (Anexo “A”), el cual estuvo conformado por veinte (20) ítems cerrados los cuales midieron actitudes y opiniones a través de una escala tipo Likert, según Hernández y otros (2008) se describe como conjunto de ítems que se presentan en forma de afirmaciones para medir la reacción del individuo en tres, cinco o siete categorías, una (1) entrevista realizada al personal técnico de la red con diez(10) ítems a responder para conocer la conformación de la misma y finalmente a través del último instrumento la observación directa se detalla la situación presentada.

Confiabilidad y Validez de los Instrumentos

Para cubrir con el fin de evaluar las correcciones requeridas para la obtención de confiabilidad y validez del contenido de los instrumentos utilizados, se implementó el uso de juicio de expertos a través del formato para la validación y confiabilidad del instrumento (Anexo “D”).

Técnica de Análisis y Presentación de los Resultados

Las técnicas que se utilizaron para la obtención de información referente a la investigación fueron las siguientes:

- Aplicación de un cuestionario al personal de docencia que labora en la escuela de electrónica de la UNEXPO en el núcleo de Barquisimeto y al estudiantado que cursa la carrera de Ingeniería Electrónica.
- Aplicación de una entrevista al personal técnico de la red UNEXPO núcleo Barquisimeto.
- Observación directa de la situación presentada concerniente al balanceo de carga presente en la red UNEXPO, realizada por el investigador.

Resultados Cuestionario

A continuación se presentan los resultados de la aplicación del cuestionario (Anexo “A”) dirigido a la muestra del personal docente y estudiantes de la escuela de electrónica de la UNEXPO núcleo Barquisimeto, debido a que ambas muestras son los casos objetos de estudio.

Seguidamente se presentan las categorías de respuestas:

- Deficiente.
- Regular.
- Ni bueno, Ni Malo.
- Bueno.
- Excelente.

De acuerdo a lo establecido en la escala tipo Likert el valor uno (1) es asignado a “Deficiente” y el valor máximo de cinco (5) a “Excelente”.

Las preguntas realizadas son las siguientes:

1. Definiendo el Acceso como el tiempo que transcurre desde que se realiza una solicitud de conexión a la red hasta que se logra realmente la misma. ¿Cómo percibe usted los tiempos de acceso cuando intenta conectarse a la red UNEXPO?

Cuadro 4
Pregunta N° 1.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	7	15,6	15,6	15,6
	Regular	15	33,3	33,3	48,9
	Ni bueno, ni malo	12	26,7	26,7	75,6
	Bueno	11	24,4	24,4	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

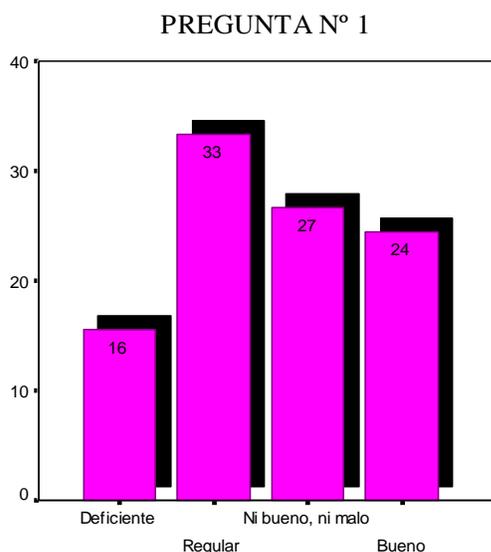


Gráfico 8. Accesibilidad.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

En el gráfico 8 se observa una dispersión en la claridad de la accesibilidad. El treintitres por ciento (33%) percibe regular el tiempo de accesibilidad a los servicios de la red, luego se presenta el veintisiete por ciento (27%) percibiendo que no es ni bueno, ni malo, seguido de un veinticuatro por ciento (24%) que manifiesta es bueno y por último un dieciséis por ciento (16%) que lo considera deficiente.

2. ¿Cómo percibe usted la Accesibilidad del servicio de Correo Electrónico en la red UNEXPO?

Cuadro 5
Pregunta N° 2.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	11	24,4	24,4	24,4
	Regular	10	22,2	22,2	46,7
	Ni bueno, ni malo	12	26,7	26,7	73,3
	Bueno	10	22,2	22,2	95,6
	Excelente	2	4,4	4,4	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

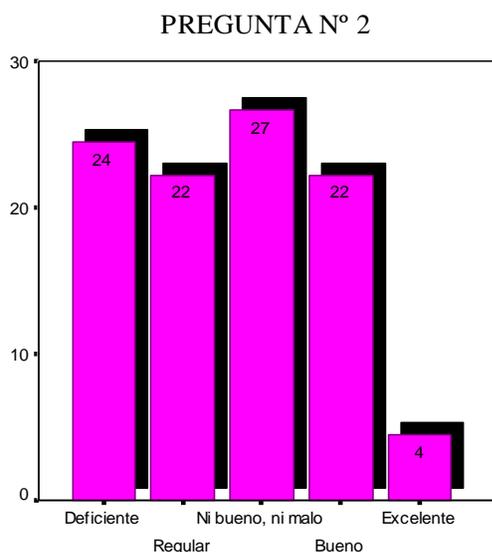


Gráfico 9. Accesibilidad (Correo Electrónico).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Nuevamente se visualiza una dispersión en la claridad de la accesibilidad a nivel de correo electrónico en el gráfico 9, sin embargo la mayoría concuerda con que la misma no es ni buena, ni mala.

- Definiendo la Disponibilidad de los servicios de una red como el porcentaje de tiempo en que los mismos están en funcionamiento y disponibles para los usuarios. ¿Cómo percibe usted la disponibilidad de los servicios que presta la red UNEXPO?

Cuadro 6
Pregunta N° 3.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	16	35,6	35,6	35,6
	Regular	7	15,6	15,6	51,1
	Ni bueno, ni malo	15	33,3	33,3	84,4
	Bueno	7	15,6	15,6	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

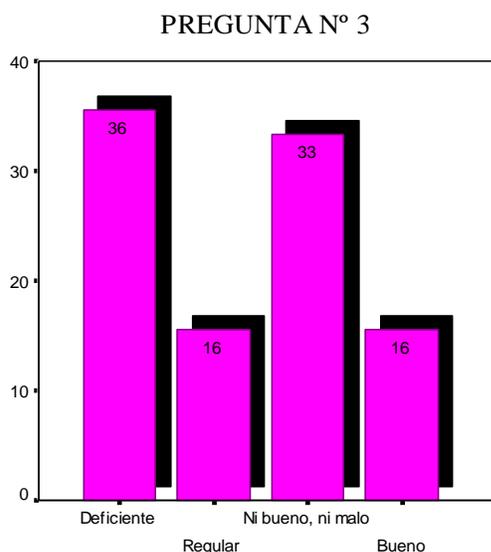


Gráfico 10. Disponibilidad.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Un treintiséis por ciento (36%) de la muestra percibe deficiente la disponibilidad de los servicios, tal como se observa en el gráfico 10. Esta pequeña mayoría evidencia la necesidad existente de implantar algún mecanismo que permita mantener operativo los servicios que ofrece.

4. ¿Cómo percibe usted la Disponibilidad del servicio del módulo de Registros Académicos en la red UNEXPO?

Cuadro 7
Pregunta N° 4.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	4	8,9	8,9	8,9
	Regular	10	22,2	22,2	31,1
	Ni bueno, ni malo	16	35,6	35,6	66,7
	Bueno	14	31,1	31,1	97,8
	Excelente	1	2,2	2,2	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

PREGUNTA N° 4

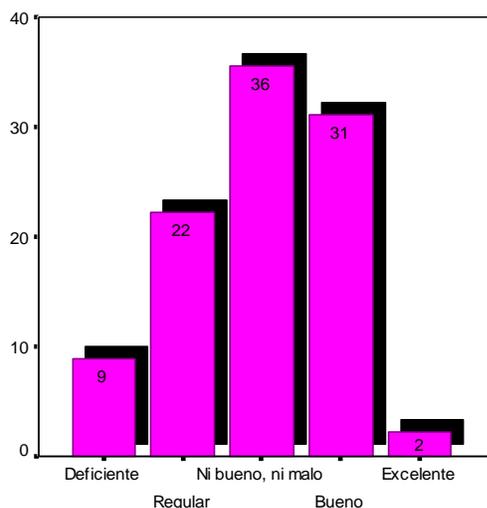


Gráfico 11. Disponibilidad (Registro Académico).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Con una mayoría del treintiséis por ciento (36%), como se aprecia en el gráfico 11, la muestra considera que la disponibilidad del servicio del módulo de registro académico no es ni bueno, ni malo, es decir, no existe una tendencia o alguna inclinación que permita definir concretamente el valor evaluado; por otra parte una minoría del dos por ciento (2%) la considera excelente, lo que pudiera ser un indicativo de que la disponibilidad de este servicio no cubre en su totalidad los lineamientos de calidad en el servicio.

5. Definiendo el Tiempo de Respuesta de los servicios como el tiempo que transcurre desde que un usuario realiza una petición de un servicio hasta que obtiene la respuesta por parte del Servidor del mismo. ¿Cómo percibe usted el tiempo de respuesta de los servicios que presta la red UNEXPO?

Cuadro 8
Pregunta N° 5.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	5	11,1	11,1	11,1
	Regular	17	37,8	37,8	48,9
	Ni bueno, ni malo	11	24,4	24,4	73,3
	Bueno	12	26,7	26,7	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

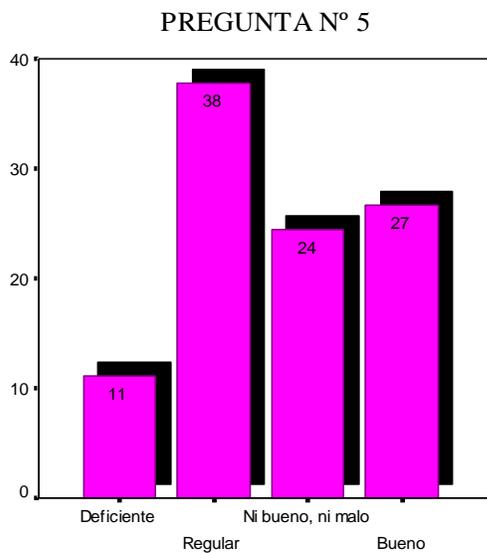


Gráfico 12. Tiempo de Respuesta.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Existe una mayoría de la muestra que percibe regulares los tiempos de respuesta en los servicios, lo que se puede apreciar en el gráfico 12. También se visualiza una similitud en los porcentajes de la muestra que consideran que el tiempo de respuesta no es ni bueno, ni malo y el otro porcentaje lo considera bueno.

- Definiendo el Control de Tráfico de una red como un conjunto de acciones realizadas por la red para monitorizar y controlar el tráfico ofrecido en la

interfaz de acceso del usuario o el proveniente de otra red. ¿Cómo percibe usted el control del mismo cuando accede algún servicio de la red?

Cuadro 9
Pregunta N° 6.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	4	8,9	8,9	8,9
	Regular	15	33,3	33,3	42,2
	Ni bueno, ni malo	15	33,3	33,3	75,6
	Bueno	10	22,2	22,2	97,8
	Excelente	1	2,2	2,2	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

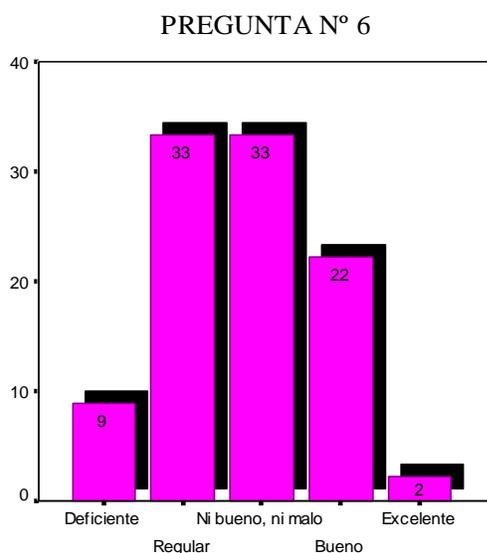


Gráfico 13. Control de Tráfico.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se observa en el gráfico 13 una igualdad en los porcentajes de la muestra que perciben el control de tráfico en la red como regular y como ni bueno ni malo, sumando esto una mayoría que opinan que el tráfico no está en su totalidad controlado.

7. ¿Cómo percibe usted el Control de Tráfico que realiza la red UNEXPO cuando usted accede a algún servicio durante las horas académicas?

Cuadro 10
Pregunta N° 7.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	4	8,9	8,9	8,9
	Regular	18	40,0	40,0	48,9
	Ni bueno, ni malo	16	35,6	35,6	84,4
	Bueno	7	15,6	15,6	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

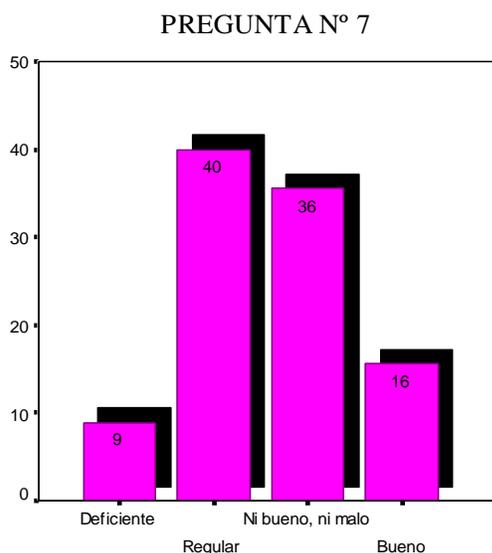


Gráfico 14. Control de Tráfico (Horas Laborales).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se mantiene la misma tendencia de lo observado en el gráfico 13, el porcentaje obtenido del cuarenta por ciento (40%) percibe regular el control de tráfico durante las horas académicas, tal como se visualiza en el gráfico 14.

8. ¿Cómo percibe usted el Control de Tráfico que realiza la red UNEXPO cuando usted accede a algún servicio durante las horas no académicas?

Cuadro 11
Pregunta N° 8.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	3	6,7	6,7	6,7
	Regular	12	26,7	26,7	33,3
	Ni bueno, ni malo	15	33,3	33,3	66,7
	Bueno	14	31,1	31,1	97,8
	Excelente	1	2,2	2,2	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

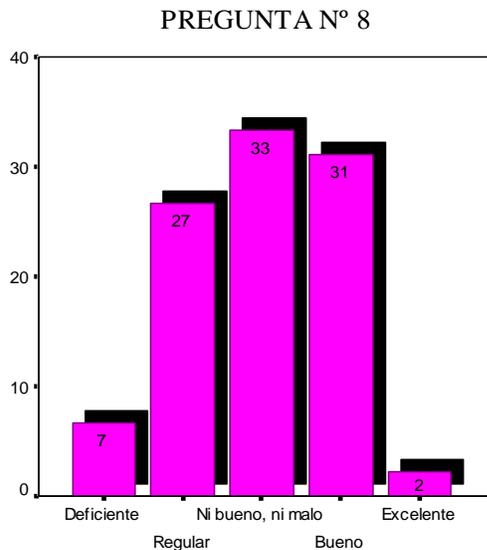


Gráfico 15. Control de Tráfico (Horas No Laborales).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se nota un incremento en el porcentaje de la muestra que percibe una mejora en el control de tráfico cuando acceden a algún servicio en horas no laborales, así lo demuestra el gráfico 15.

9. Cuando realiza varias peticiones de servicio a la red ¿Cómo es la respuesta de ésta para cubrir las mismas?

Cuadro 12
Pregunta N° 9.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	11	24,4	24,4	24,4
	Regular	17	37,8	37,8	62,2
	Ni bueno, ni malo	11	24,4	24,4	86,7
	Bueno	6	13,3	13,3	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

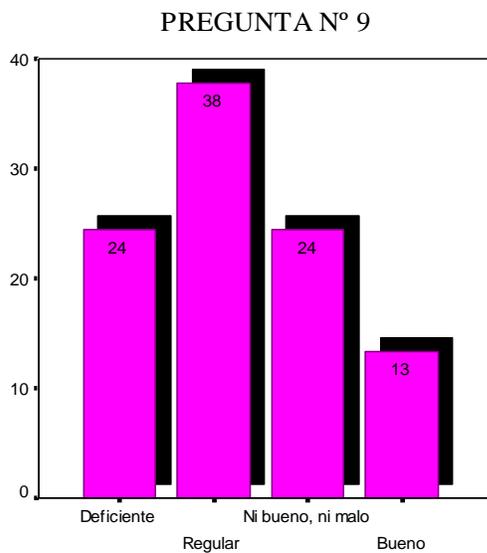


Gráfico 16. Respuesta Solicitud Servicios Simultáneos.
Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

En el gráfico 16 se aprecia una mayoría del treintiocho por ciento (38%) que percibe la respuesta a la solicitud de varios servicios como regular, dejando claro que no cubre las expectativas esperadas.

10. Cuando accede a la red y solicita algún servicio ¿Cómo es en términos generales la velocidad de respuesta a la solicitud?

Cuadro 13
Pregunta N° 10.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	7	15,6	15,6	15,6
	Regular	14	31,1	31,1	46,7
	Ni bueno, ni malo	16	35,6	35,6	82,2
	Bueno	8	17,8	17,8	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

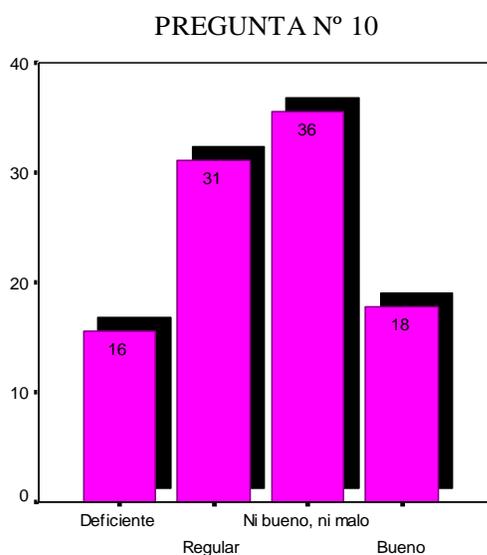


Gráfico 17. Velocidad para Acceso y Solicitud de Servicios.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Otro factor que requiere sea evaluado es la velocidad de procesamiento de una solicitud realizada a la red. El porcentaje que se refleja en el gráfico 17 concuerda que no es ni bueno, ni malo; esto indica que no son los tiempos de respuesta esperados.

11. ¿Cómo considera usted la velocidad al acceder alguna aplicación del portal UNEXPO?

Cuadro 14
Pregunta N° 11.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	2	4,4	4,4	4,4
	Regular	17	37,8	37,8	42,2
	Ni bueno, ni malo	15	33,3	33,3	75,6
	Bueno	11	24,4	24,4	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

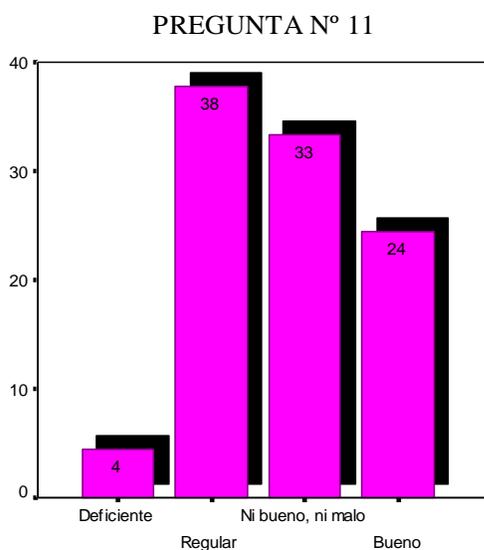


Gráfico 18. Velocidad para Acceso (Página UNEXPO).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Como se refleja en el gráfico 18, existe un treintiocho por ciento (38%) que percibe la velocidad de acceso a las aplicaciones de la página Web UNEXPO de modo regular, volviendo entonces a apreciar una respuesta inadecuada en la eficiencia de los servicios de la red.

12. ¿Cómo considera usted la velocidad al acceder a su correo electrónico desde la red UNEXPO?

Cuadro 15
Pregunta N° 12.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	9	20,0	20,0	20,0
	Regular	7	15,6	15,6	35,6
	Ni bueno, ni malo	20	44,4	44,4	80,0
	Bueno	8	17,8	17,8	97,8
	Excelente	1	2,2	2,2	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

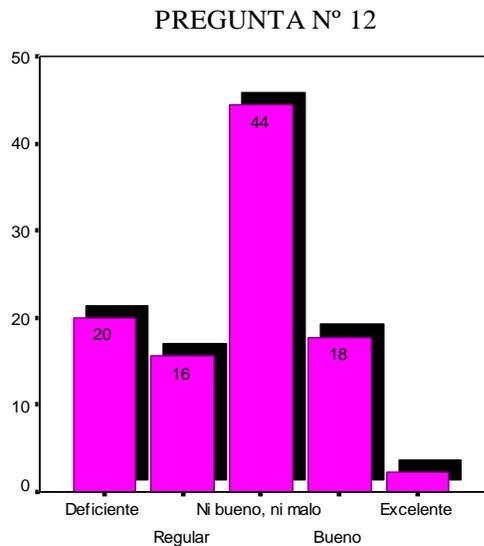


Gráfico 19. Velocidad para Acceso (Correo Electrónico).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Claramente se aprecia una mayoría que considera que el acceso al correo electrónico no es ni bueno, ni malo; lo que se visualiza en el gráfico 19, indicando esto que no existe una tendencia de aprobar o descartar la eficiencia del servicio.

13. Definiendo la Fiabilidad de una red como la capacidad para funcionar después de haberse producido fallos en enlaces o nodos ¿Cómo considera usted la fiabilidad en los servicios que presta la red?

Cuadro 16
Pregunta N° 13.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	16	35,6	35,6	35,6
	Regular	14	31,1	31,1	66,7
	Ni bueno, ni malo	12	26,7	26,7	93,3
	Bueno	3	6,7	6,7	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

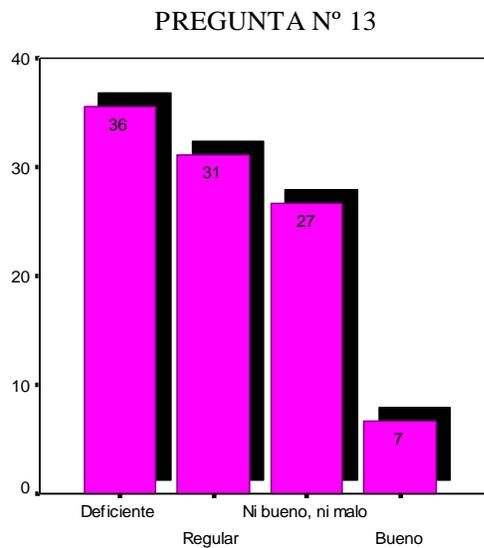


Gráfico 20. Fiabilidad.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

En el gráfico 20 se observa una mayoría de la muestra que considera deficiente la fiabilidad de los servicios que presta la red UNEXPO. Lo que sugiere que las condiciones de fiabilidad no son óptimas.

14. ¿Cómo percibe usted el desempeño de los servicios de la red UNEXPO?

Cuadro 17
Pregunta N° 14.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	9	20,0	20,0	20,0
	Regular	19	42,2	42,2	62,2
	Ni bueno, ni malo	10	22,2	22,2	84,4
	Bueno	7	15,6	15,6	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

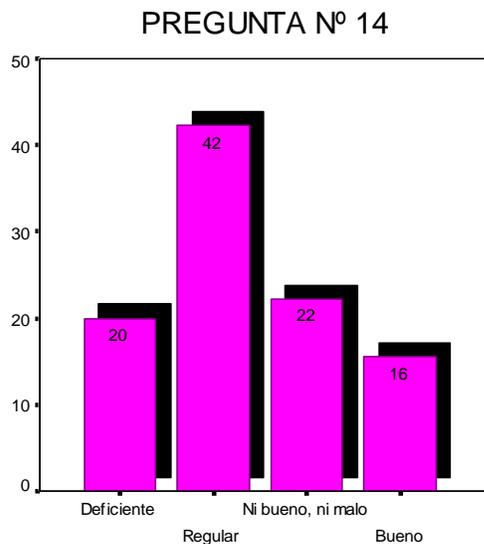


Gráfico 21. Desempeño.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Con un cuarentidos por ciento (42%) como mayoría se observa que el desempeño de la red es percibido como regular, es decir, el trabajo que realiza la red no es eficiente, como se aprecia en el gráfico 21.

15. ¿Cómo es el rendimiento de la red UNEXPO cuando usted hace dos solicitudes de servicio simultáneas?

Cuadro 18
Pregunta N° 15.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	11	24,4	24,4	24,4
	Regular	15	33,3	33,3	57,8
	Ni bueno, ni malo	14	31,1	31,1	88,9
	Bueno	5	11,1	11,1	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

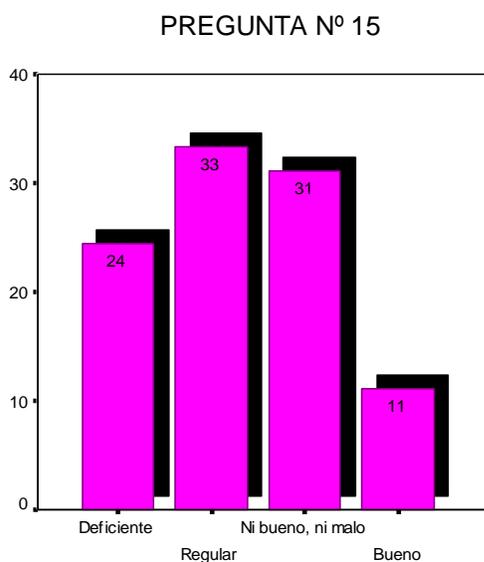


Gráfico 22. Rendimiento.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se observa en el gráfico 22 una dispersión en cuanto a la claridad del rendimiento, debido a que un treintitres por ciento (33%) lo percibe regular, un treintiuno por ciento (31%) considera que no es ni bueno, ni malo; un veinticuatro por ciento (24%) lo percibe deficiente y finalmente un once por ciento (11%) considera que es bueno. Esto es un indicio de que no existe una tendencia marcada con una mayoría amplia para definir este aspecto.

16. Definiendo la Calidad de Servicio como la existencia de suficientes recursos en la red y el uso eficiente de los recursos disponibles por parte de los mecanismos para manejar el tráfico. ¿Cómo percibe usted la calidad de servicio en la red UNEXPO?

Cuadro 19
Pregunta N° 16.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	14	31,1	31,1	31,1
	Regular	13	28,9	28,9	60,0
	Ni bueno, ni malo	13	28,9	28,9	88,9
	Bueno	5	11,1	11,1	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

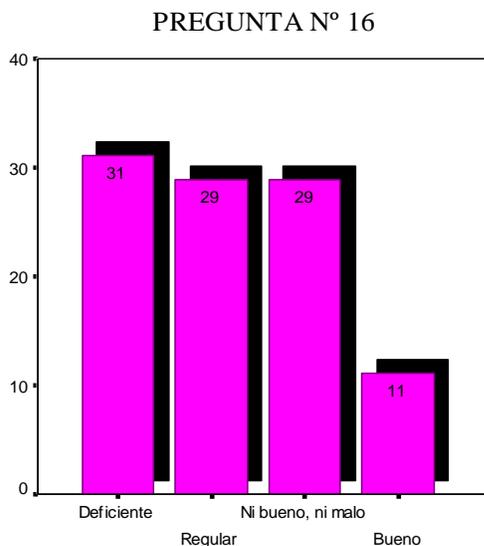


Gráfico 23. Calidad de Servicio.

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se observa en el gráfico 23 una correspondencia en los porcentajes de la muestra que perciben la calidad de servicio en la red como regular, así como ni buena ni mala, sumando esto una mayoría que percibe ineficaz este parámetro.

17. ¿Cómo percibe usted la Calidad del servicio del Correo Electrónico en la red UNEXPO?

Cuadro 20
Pregunta N° 17.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	10	22,2	22,2	22,2
	Regular	4	8,9	8,9	31,1
	Ni bueno, ni malo	23	51,1	51,1	82,2
	Bueno	8	17,8	17,8	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

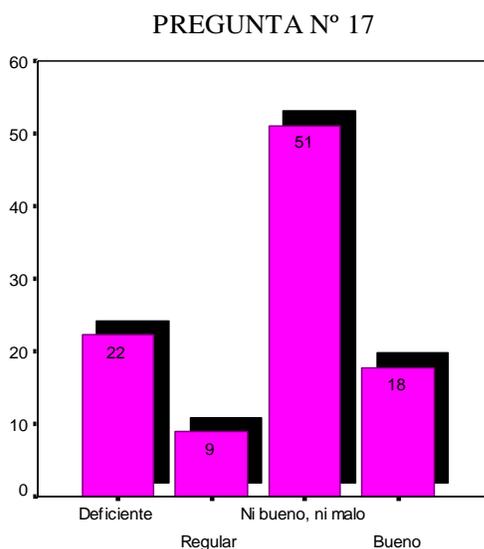


Gráfico 24. Calidad de Servicio (Correo Electrónico).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Se observa en el gráfico 24 una clara mayoría del cincuentiuno por ciento (51%) que opina que el servicio de correo electrónico no posee la calidad necesaria para cubrir los requerimientos de sus usuarios.

18. ¿Cómo percibe usted la Calidad del servicio del módulo de Registros Académicos en la red UNEXPO?

Cuadro 21
Pregunta N° 18.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	4	8,9	8,9	8,9
	Regular	16	35,6	35,6	44,4
	Ni bueno, ni malo	15	33,3	33,3	77,8
	Bueno	10	22,2	22,2	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

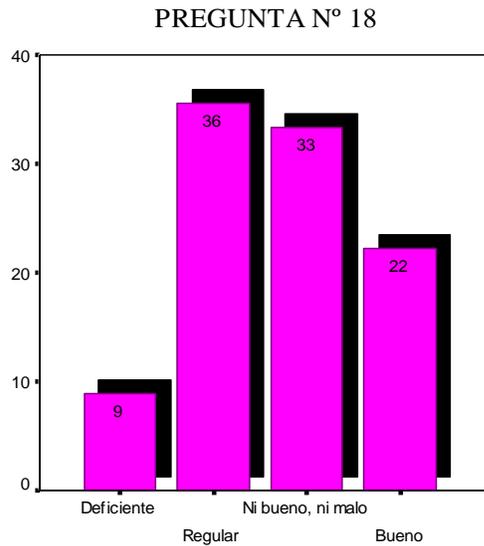


Gráfico 25. Calidad de Servicio (Registro Académico).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

Siguiendo una similitud con respecto a los dos ítems anteriores, nuevamente se aprecia que la muestra considera regular la calidad del servicio de registro académico como se observa en el gráfico 25.

19. Cuando usted accede a su Correo Electrónico ¿Cómo es el rendimiento de la red UNEXPO cuando está trabajando con este?

Cuadro 22
Pregunta N° 19.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	12	26,7	26,7	26,7
	Regular	7	15,6	15,6	42,2
	Ni bueno, ni malo	19	42,2	42,2	84,4
	Bueno	6	13,3	13,3	97,8
	Excelente	1	2,2	2,2	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

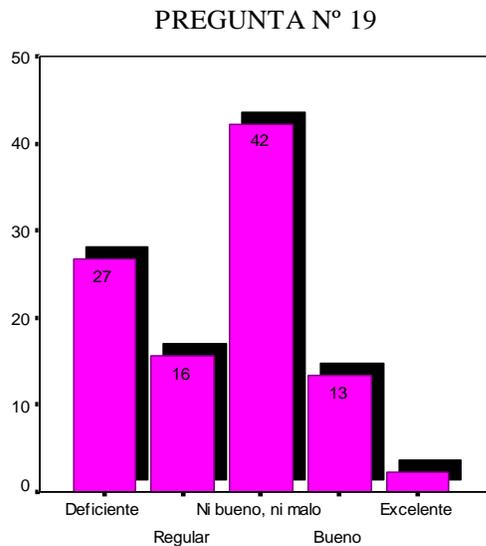


Gráfico 26. Rendimiento (Correo Electrónico).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

El gráfico 26 muestra que el correo electrónico no presenta buen rendimiento al momento que el usuario está trabajando con este, por lo que no cubre eficientemente los requerimientos.

20. ¿Cómo percibe usted el desempeño del servicio de Correo Electrónico?

Cuadro 23
Pregunta N° 20.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válidos	Deficiente	10	22,2	22,2	22,2
	Regular	7	15,6	15,6	37,8
	Ni bueno, ni malo	20	44,4	44,4	82,2
	Bueno	8	17,8	17,8	100,0
	Total	45	100,0	100,0	

Nota: Autor (2010)

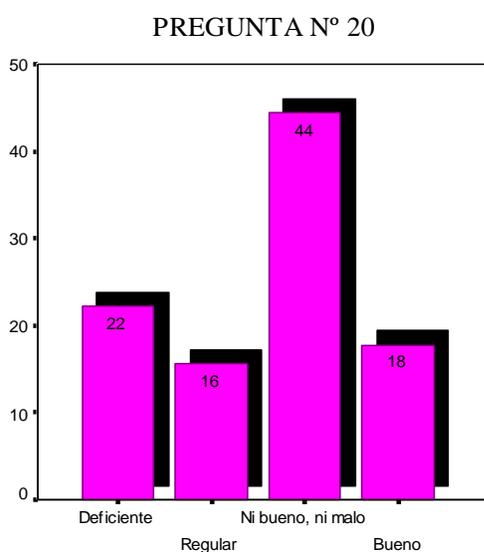


Gráfico 27. Desempeño (Correo Electrónico).

Nota: Resultado del análisis y cálculos del instrumento aplicado.

El cuarenticuatro por ciento (44%) observado en el gráfico 27 no definen con certeza una tendencia en el desempeño del servicio de correo electrónico, por lo que evidentemente este no ofrece el nivel adecuado de desempeño.

Según los resultados obtenidos a través de la aplicación del cuestionario se observa lo siguiente:

- El tiempo de acceso a la red UNEXPO es bastante lento y por ende inadecuado.

- La accesibilidad al servicio de correo electrónico no cubre los requerimientos de sus usuarios.
- Los servicios prestados por la red no están en constante funcionamiento ni permanentemente disponibles.
- El módulo de registro académico es uno de los servicios que presta la red, por ende se ve afectada su disponibilidad.
- No son óptimos los tiempos en los que la red responde la petición de servicio por parte de los usuarios.
- La falta de un mecanismo que verdaderamente controle el tráfico, evidencia la insuficiencia en los tiempos de respuesta de los servicios ofrecidos por la red.
- El aumento en las peticiones de servicios durante las horas académicas desencadena congestión en la red, ya que no se cuenta con un mecanismo que controle el tráfico de la misma.
- Aún cuando la cantidad de solicitudes de servicio no sea abundante, la respuesta de la red no se encuentran dentro de los niveles óptimos.
- La solicitud simultánea de varias peticiones a la red produce congestión, demostrando nuevamente que es necesario un mecanismo para controlar el tráfico.
- La velocidad no cubre los niveles óptimos de respuesta.
- La velocidad del portal de la UNEXPO también se ve afectada, dejando el tiempo de respuesta fuera de los niveles óptimos.
- El correo electrónico siendo uno de los servicios que presta la red también se ve afectado.
- No existe un método mediante el cual la red pueda direccionar sus peticiones durante la ejecución de los procesos si llegara a ocurrir algún fallo en un nodo o enlace.
- La falta de mecanismos para controlar el tráfico no permite un buen desempeño de los servicios.

- La respuesta de la red a las peticiones que realizan sus usuarios no es la adecuada en los tiempos, lo que genera un débil rendimiento.
- Para que exista una buena calidad de servicio es necesario presentar altos niveles en los tiempos de respuesta del acceso, la disponibilidad, el rendimiento y la fiabilidad.
- La red no reúne los parámetros necesarios para presentar alto nivel de calidad de servicio, entonces al ser el correo electrónico uno de los servicios que ofrece la red este se ve afectado.
- El módulo de registro académico también forma parte de los servicios prestados por la red y al igual que todos no presenta niveles óptimos de calidad.
- La red UNEXPO presenta un rendimiento inadecuado en concordancia con sus tiempos de respuesta.
- El correo electrónico no cubre los requerimientos de los usuarios, siendo esto una consecuencia del inadecuado desempeño.

Resultados Entrevista

La entrevista (Anexo “B”) fue aplicada al personal técnico de la red UNEXPO, el cual está conformado por tres (3) personas. La finalidad de la misma fue conocer la estructura de la red, y de este modo saber que elementos la componen o necesitan ser implementados en la misma para mejorar su rendimiento. A continuación se presentan las respuestas de las tres (3) entrevistas en el cuadro 24.

Cuadro 24
Matriz de Registro de la Entrevista.

Pregunta	Respuesta Obtenida	Análisis
1. ¿Cómo está estructurada la red UNEXPO en cuanto a los equipos?	La estructura del campus (Barquisimeto) es de topología estrella extendida con un router, un switch capa 3, varios switchs capa 2 y está subdividida en redes virtuales (VLAN).	La estructura amerita un mecanismo que monitoree y controle el tráfico en toda la topología de la red.
2. ¿Cuál es el software implementado para controlar el tráfico de la red?	Hacia la WAN lo realiza el IOS del router, hacia la LAN lo realiza el IOS de los switchs. El tráfico de navegación se controla a través de SQUID.	No existe un mecanismo que verdaderamente controle el tráfico en la red.
3. ¿Cuál es el software implementado para controlar la distribución de las cargas de tráfico en los nodos de la red?	No se controla la distribución de la carga, solo se monitorea con Netflow.	Es necesario implementar un mecanismo que permita distribuir uniformemente las cargas (tráfico) de los nodos o enlaces de la red. Para evitar de esta forma congestiones y mejorar los tiempos de ejecución.
4. ¿Cuál es el hardware implementado para controlar el tráfico de la red?	Para la WAN un router CISCO 2811, para la LAN un switch capa 3 4503.	No existe un mecanismo que verdaderamente controle el tráfico en la red.
5. ¿Cuál es el hardware implementado para controlar la distribución de las cargas de tráfico en los nodos de la red?	No hay.	Es necesario implementar un mecanismo que permita distribuir uniformemente las cargas (tráfico) de los nodos o enlaces de la red. Para evitar de esta forma congestiones y mejorar los tiempos de ejecución.
6. ¿Qué tipos de equipos controlan el rendimiento de la red UNEXPO?	No hay.	Un mecanismo de distribución de cargas da paso a niveles óptimos de rendimiento.

Pregunta	Respuesta Obtenida	Análisis
7. ¿Cuáles son las funciones que desempeñan cada uno de los equipos que controlan el rendimiento de la red?	No hay.	Por no existir equipos de control de rendimiento no hay funciones establecidas.
8. ¿Cómo catalogaría usted la tecnología utilizada en la red UNEXPO? Obsoleta, moderada, De Última Generación. ¿Por qué?	Moderada. No existe un control de tráfico. Se han desincorporado equipos que restaban rendimiento. No existe capacidad económica para renovar frecuentemente.	Se deben buscar métodos que garanticen una mejora en cuanto a los tiempos de respuesta y ejecución de la red. Asimismo buscar alternativas de avance que no ameriten fuertes sumas de dinero.
9. ¿Cuáles son los servicios que presta la red UNEXPO?	Servicios Web. Servicios administrativos. Servicios académicos. Servicios de Resolución de Nombre (DNS).	
10. ¿Cuál de los servicios prestado por la red UNEXPO, considera usted debe ser mejorado? ¿Por qué?	El servicio de DNS ya que actualmente es centralizado. Servicios Web ya que el ancho de banda es insuficiente. Los servicios académicos y administrativos deberían migrar a plataforma Web.	

Nota: Autor (2010).

Observación Directa

Para la técnica de “observación directa” empleada en el objeto de estudio, se recolectaron datos que permitieron definir la situación actual presentada en la red UNEXPO. Se comprobó que no existe un método que permita controlar el tráfico en la red, sino un método de monitoreo que registra el comportamiento de los enlaces WAN en cuanto a velocidad y cantidad de paquetes que circulan por los mismos.

Con el análisis realizado en cada una de las técnicas de recolección de datos (Cuestionario, entrevista y observación directa) se comprueba lo indicado en el caso

de estudio y se confirma la necesidad de implantar un modelo de balanceo de carga dinámico para la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” núcleo Barquisimeto.

Fase II: Factibilidad

Para poder determinar la factibilidad del proyecto de proponer un Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para Mejorar el Rendimiento de una Red Caso: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, se recolectaron datos con el objeto de verificar que la misma cumpla con las factibilidades técnica, económica y operativa.

Factibilidad Técnica

Dentro de esta factibilidad se examinó si las herramientas de hardware y software se encontraban disponibles en la red de la UNEXPO y si se tenía la posibilidad técnica de adoptar el modelo propuesto. Asimismo se evaluó si el modelo podía ser operado y mantenido por el personal de la red.

A través de la fase de diagnóstico se corroboró que existen los equipos y software necesarios para implantar el modelo de balanceo de carga dinámico en la red UNEXPO del núcleo de Barquisimeto, se llegó a esta conclusión debido a que el equipamiento necesario para poner en funcionamiento el balanceo de carga dinámico forma parte de la red.

Por otra parte, el personal que administra la red se encuentra capacitado para operar el modelo ya que posee todos los conocimientos necesarios para ello.

Factibilidad Económica

A pesar del escaso presupuesto asignado a la Universidad para el área de tecnología, se ha previsto para la misma la ubicación de recursos financieros de modo

que se realicen mejoras en la calidad de los servicios, así como también ampliar el abanico de opciones para que la red cubra todos los requerimientos de sus usuarios.

Teniendo en cuenta la importancia que posee el nivel de calidad de los servicios (QoS) en una red, y la necesidad de mantener en los mismos buenos niveles de accesibilidad, disponibilidad y tiempo de repuesta; es importante relacionar el costo al valor que posee un mecanismo que garantice un óptimo rendimiento en la red.

Entonces se hace evidente que es imprescindible mantener presente en la red elementos que beneficien las operaciones que realice la misma.

Por otra parte, económicamente las inversiones requeridas para implementar el modelo se reducen a horas hombre de personal especializado en el área de tecnología existente en la UNEXPO.

Factibilidad Operativa

Con el propósito de obtener los objetivos planteados en la investigación se procedió de la siguiente manera:

- Se aplicó un instrumento (Anexo “A”) a la muestra resultante de la población objeto de estudio con el propósito de obtener información acerca del desempeño de los servicios ofrecidos por la red.
- Se aplicó un instrumento (Anexo “B”) al personal técnico de la red UNEXPO para conocer la conformación de la misma y las necesidades de mejora existentes.
- Se realizaron reuniones con el personal técnico de la red UNEXPO para efectuar la fase de diagnóstico.

Luego de estudiar las fases de factibilidad técnica, económica y operativa se pudo comprobar que la propuesta del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para el Rendimiento de una Red Caso: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” es completamente viable.

Fase III: Diseño de la Propuesta del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico

Partiendo de la problemática presentada en la red UNEXPO en cuanto a balanceo de carga se refiere, se procedió a establecer las bases necesarias para desarrollar un modelo que permitiera aportar beneficios de rendimiento a los servicios prestados por la red, lo que derivaría óptimos niveles de accesibilidad, disponibilidad y tiempo de respuesta en los mismos.

Tomando como base las investigaciones realizadas en el ámbito del balanceo de carga, se decidió adaptar un algoritmo matemático que permite balancear la carga dinámicamente, este algoritmo presentado en el trabajo titulado Método para el Manejo del Balanceo de Carga en Sistemas de Cómputo Distribuido de Alto Desempeño, realizado por Mesa (2009), y propuesto como solución a la problemática del balanceo de carga en una red, establece un mecanismo el cual realiza cálculos para la distribución de tareas (Tráfico) en tiempo de ejecución.

La propuesta consiste en utilizar un método de balanceo de carga dinámico en donde el nodo maestro (Router) realiza la distribución de tareas (Tráfico) en los enlaces (E1, REACCIUN, ABA) en tiempo de ejecución, el nodo maestro se encarga de recopilar una a una las tareas a medida que van llegando. La asignación que realiza el nodo maestro a los enlaces va a depender del tamaño de estas así como también de una función (*FuncionAptitud*) que determina la rapidez de cada enlace, esta función es calculada por el nodo maestro tomando en consideración parámetros de velocidad de procesamiento, capacidad de memoria y tiempo de retardo (Latencia). Una vez que el nodo maestro asigna una tarea a uno de los enlaces, este ejecutará la tarea y le enviará al nodo maestro un mensaje notificándole que ya ha terminado, indicando esto que ya está preparado para ejecutar una nueva tarea.

A continuación se detalla cada operación realizada por el algoritmo propuesto para balancear la carga dinámicamente de modo centralizado, debido a que la topología del caso de estudio así lo amerita:

1. Se realiza el cálculo de la *FuncionAptitud* para determinar la rapidez de cada enlace, en donde el enlace que genere el mayor valor será considerado como primera opción para ejecutar la tarea con mayor tamaño.

Donde:

$V_{(i)}$ = Velocidad de Procesamiento del enlace i .

$M_{(i)}$ = Capacidad de Memoria asignada a cada enlace.

$L_{(i)}$ = Tiempo de Retardo (Latencia) del enlace i .

a, b, c = Pesos asociados a cada variable, los cuales dependerán del tipo de atributo con el que se esté trabajando. Si se requiere alto rendimiento el mayor peso deberá estar asociado a la primera variable, sin embargo si se requiere alta disponibilidad y confiabilidad el mayor peso deberá estar asociado a la segunda variable; mientras que el menor peso siempre estará asociado para la tercera variable.

Los valores asignados a los pesos fueron normalizados, sumando un valor total de uno (1). Según la ISO (International Organization for Standardization) la Normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, pudiendo ser tecnológico, político o económico.

2. Se crean dos vectores iniciales: en uno se almacenan las tareas iniciales ordenadas de mayor a menor tamaño, en el otro vector se almacenan los enlaces ordenados de mayor a menor según la *FuncionAptitud*.
3. Se calcula la sumatoria de los tamaños de tareas (STT).

Donde: n = Cantidad de tareas en el vector de tareas.

4. Se calcula la sumatoria de la *FuncionAptitud* (SFA) de los enlaces.

Donde: m = Cantidad de enlaces en el vector de enlaces.

5. Se calcula el porcentaje de carga (PC) que podrá recibir cada uno de los enlaces.

6. Se calcula la capacidad de cada enlace (CE), con la finalidad de establecer un rango para cada uno de ellos y conocer cuantas tareas pueden procesar.

7. Se establecen los limites inferior y superior de capacidad de cada enlace, precisando un error del diez por ciento (10%) lo que deriva en un noventa por ciento (90%) de eficiencia.

8. El nodo maestro (Router) distribuye las tareas a los enlaces, tomando en cuenta los cálculos realizados hasta el paso N° 5. Para ello se recorre el vector de tareas.

9. Crear un nuevo vector para cada enlace, el cual se llamará $Tanda_{(i)}$, que contendrá las tareas que ejecutará el enlace.
10. Se creará una variable para cada enlace la cual se almacenará en el nodo maestro (Router) llamada $SumatoriaTanda_{(i)}$, a través de esta se examinará si la tarea (según su tamaño) puede estar en la tanda del enlace respectivo cumpliendo con los requisitos de $LimSup_{(i)}$ y $LimInf_{(i)}$.
11. Se verifica si $SumatoriaTanda_{(i)}$ es menor que $LimInf_{(i)}$, de ser así se suma la tarea a $Tanda_{(i)}$ y se elimina del vector de tareas, si examina si aún quedan tareas en el vector de tareas y se continúa con la asignación hasta que $SumatoriaTanda_{(i)}$ sea menor que $LimSup_{(i)}$, cuando esto suceda la tanda estará lista para asignarse al enlace ya que se encuentra dentro del rango admisible por este. Luego se comienza con el mismo proceso para el enlace siguiente.
Nota: Puede ocurrir que la $Tanda_{(i)}$ ya posea tareas asignadas y al realizar una nueva asignación a la misma se exceda el $LimSup_{(i)}$, en este caso la tarea no se asigna a ese enlace y se considera para el enlace siguiente si posee espacio disponible. Por otra parte también puede existir la posibilidad de que la primera tarea que se asigne al enlace sobrepase el $LimSup_{(i)}$, en este caso se deja como única tarea para el enlace y se continúa con la asignación en otro enlace con la tarea siguiente.
12. Chequear si aún quedan tareas en el vector de tareas después de haber realizado la asignación a las tandas de los enlaces, de ser así deberán ser incluidas en una nueva tanda llamada $TandaTareasFaltantes$ para luego asignar las tareas que están dentro de esta en las tandas de los enlaces que aun no hayan excedido $LimSup_{(i)}$.
13. Se verifica si luego de realizar el paso N° 12 faltan tareas por asignar debido a que los enlaces estén en su límite superior. De ser así se crea una nueva

variable llamada $TiempoEjecucion_{(i)}$, el propósito de esta es calcular qué tiempo tarda cada enlace en procesar cada una de sus tareas asignadas.

14. Una vez obtenido el Tiempo de Ejecución por enlace de cada una de sus tareas, se calcula el Tiempo de Ejecución Total ($TiempoEjecucionTotal_{(i)}$) por enlace, sumando el Tiempo de Ejecución obtenido para cada tarea asignada a este.
 15. Se calcula un Tiempo de Ejecución Supuesto para cada enlace con la primera tarea faltante que se encuentra en la $TandaTareasFaltantes$. Para luego acumularlo en el Tiempo de Ejecución Total de cada enlace.
-

16. Se calcula el Tiempo de Ejecución Total Supuesto.

17. Se verifica el Tiempo de Ejecución Total Supuesto para cada enlace, aquel que tenga el menor tiempo le será asignada en su tanda la primera tarea de la tanda de tareas faltantes. Este procedimiento se repite hasta que no queden tareas en $TandaTareasFaltantes$.

Finalmente todos estos pasos se repiten hasta que no queden más tareas por ejecutar en el vector de tareas.

CAPITULO V

EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Fase IV: Evaluación del Modelo Propuesto

El algoritmo propuesto se probó para el tipo de estructura topológica de la red UNEXPO, en la que actualmente está presente el balanceo de carga estático. La topología donde se encuentra programado el balanceo de carga estático se describe a continuación:

- Un Router CISCO 2811 (Nodo Maestro), 256MB
- Un enlace WAN E1:
 - ✓ Interfaz Serial, Frame Relay, Velocidad 2048kbps, Latencia 20000 μ s
- Un enlace WAN REACCIUN:
 - ✓ Interfaz Serial, Frame Relay, Velocidad 256kbps, Latencia 20000 μ s
- Un enlace WAN ABA:
 - ✓ Interfaz FastEthernet, Ethernet, Velocidad 2048kbps, Latencia 100 μ s

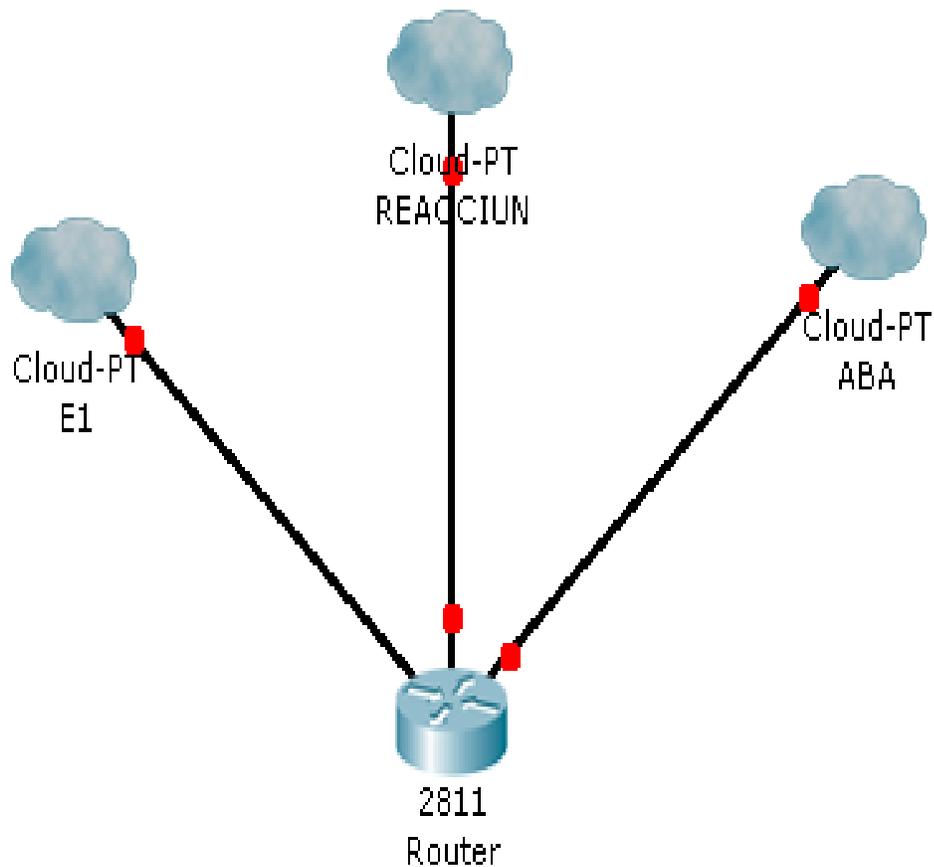


Gráfico 28. Topología Analizada (Red UNEXPO)

En el gráfico 28 se observa la topología de la red UNEXPO, sobre la cual se trabajó.

Como se indicó en el Capítulo I del presente trabajo, la aplicación del modelo se realizó sobre un simulador, no se implementó directamente sobre la red, esto con el propósito de realizar diferentes pruebas para observar el comportamiento del tiempo de ejecución y evitar interferir en las funciones desempeñadas por la red.

La propuesta de balanceo de carga dinámico se modeló a través de un algoritmo matemático basado en vectores, para la simulación de este se utilizó un programa llamado MATLAB cuyas iniciales significan Matrix Laboratory (Laboratorio de Matrices), este programa es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M).

Entre sus prestaciones básicas se encuentran: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos de hardware.

Se inició sustituyendo los valores reales de la red en el algoritmo matemático, para posteriormente introducir este en el simulador de modelos matemáticos MATLAB. Los datos fueron los siguientes:

- Vector de Velocidad de los tres enlaces: (2048; 256; 2048).
- Vector de Memoria de los enlaces: En este caso se trabajó con valores asignados según la velocidad asociada a cada enlace, debido a que estos no poseen memoria. Se utilizó la memoria del Router (nodo maestro) de 256MB, la cual se particionó de la siguiente manera (100; 56; 100), el criterio utilizado para la asignación de memoria a cada enlace se basó en la velocidad que posee cada uno, partiendo de la premisa que mientras mas velocidad tenga un enlace o nodo mas rapidez de procesamiento presenta.
- Vector de Tiempo de Retardo (Latencia) de los enlaces: (20000; 20000; 100).
- Vector de Pesos asociados a cada variable: Debido al atributo con el que se necesitó trabajar (Alto Rendimiento), se le asignó el mayor peso a la variable de la Velocidad, seguido de la variable de Memoria y por último la variable de Tiempo de Retardo (Latencia) de la siguiente manera (0.5; 0.35; 0.15).
- Vector de Cantidad de Tareas: Se asignaron lotes de tareas que se procesaron simultáneamente por los tres enlaces, sin embargo estos datos pueden variar de acuerdo a las pruebas que se requieran realizar, en este caso se utilizó el siguiente vector (50; 150; 250; 400; 700; 1000).
- Vector de Tamaños de Tareas: Para conformar este vector se asignó una instrucción en MATLAB para que se generaran aleatoriamente las tareas, utilizando un rango de tamaño hipotético para poder ejemplificar.

- Vector de Enlaces: Se ordenaron los enlaces dentro del vector de mayor a menor, según la *FuncionAptitud*.

Una vez introducidos los datos se realizó la corrida en el simulador para generar los tiempos de ejecución de acuerdo a las cantidades de tareas procesadas.

Es importante señalar que para poder realizar el cuadro y el gráfico comparativo se utilizó un algoritmo de balanceo de carga estático el cual realiza la asignación y distribución de tráfico (tareas) en tiempo de compilación, lo que indica que está preestablecido. Sin embargo, el desarrollo de este trabajo estuvo enfocado al tipo de balanceo propuesto.

En el cuadro 25 se presentan los tiempos de ejecución totales de ambos modelos (Estático y Dinámico) y la cantidad de tráfico ejecutado.

Cuadro 25
Tiempos de Ejecución

Tráfico (Cantidad de Tareas)	Tiempo de Ejecución (Seg)	
	Estático	Dinámico
50	6,2	4,5
150	18,5	11,4
250	30,7	19,6
400	48,4	31,2
700	84,5	56,0
1000	118,4	80,5

Nota: Autor (2011).

En el gráfico 29 se reflejan los tiempos de ejecución implementando balanceo de carga estático, para 50, 150, 250, 400, 700 y 1000 tareas.

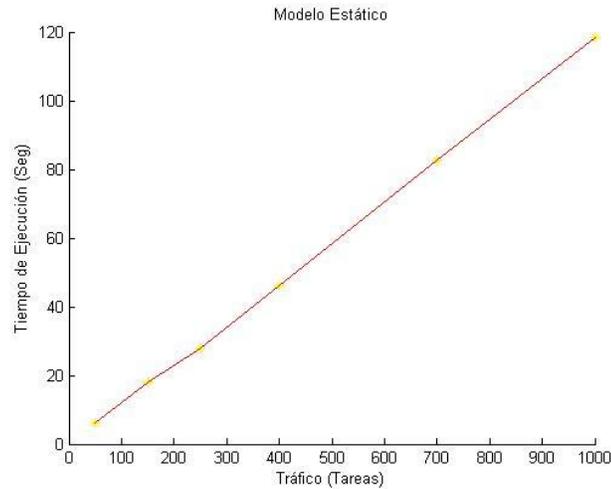


Gráfico 29. Balanceo de Carga Estático

En el gráfico 30 se reflejan los tiempos de ejecución implementando balanceo de carga dinámico, para 50, 150, 250, 400, 700 y 1000 tareas.

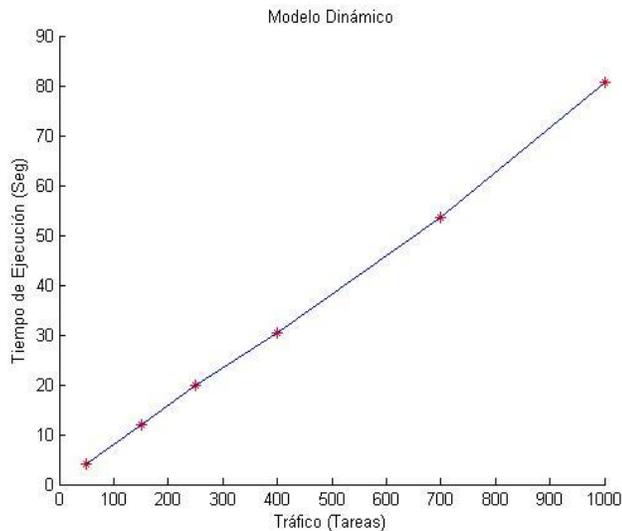


Gráfico 30. Balanceo de Carga Dinámico

En el gráfico 31 se reflejan los tiempos de ejecución implementando balanceo de carga estático y dinámico, para 50, 150, 250, 400, 700 y 1000 tareas.

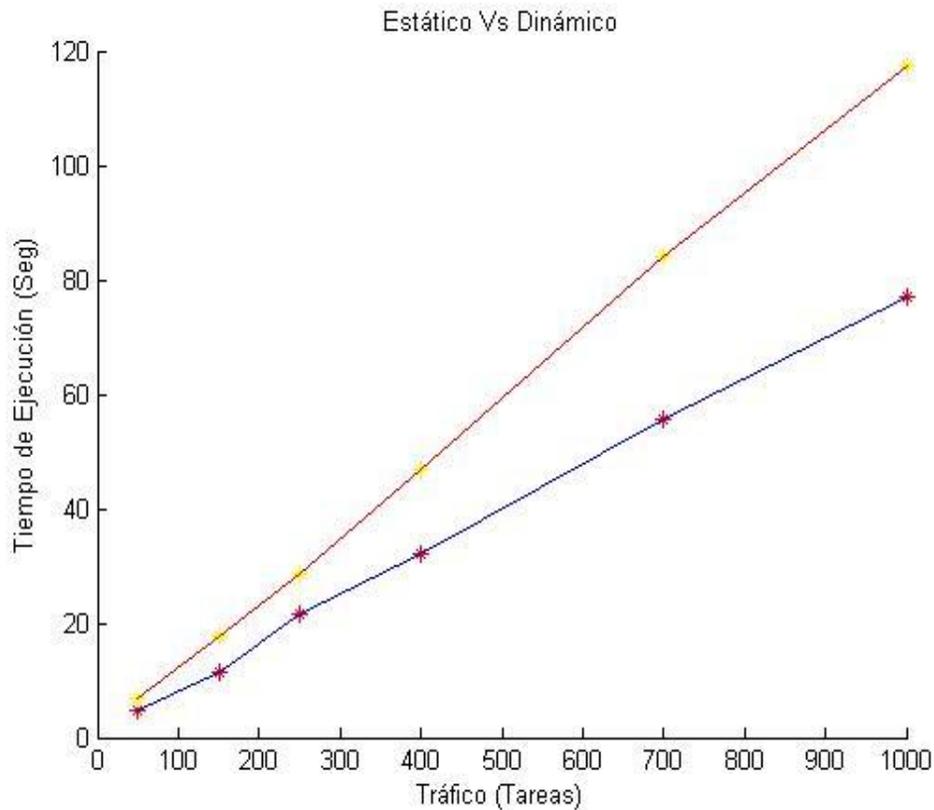


Gráfico 31. Balanceo Estático Vs Dinámico

Asimismo, se aprecia en el gráfico anterior, que existe una marcada diferencia en los tiempos de ejecución de los balanceos de carga estático y dinámico de las tareas, donde se evidencia la ventaja que posee el dinámico sobre el estático. Asimismo se observa que los resultados más marcados se aprecian cuando existe un mayor número de tareas para procesar, es decir que el modelo tiene alto nivel de escalabilidad.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De acuerdo a la implementación de los instrumentos de recolección de datos aplicados en la Universidad, así como los mecanismos que permitieron la evaluación de la situación actual presente en la red UNEXPO en cuanto a balanceo de carga se refiere, es pertinente establecer las conclusiones de los resultados obtenidos. Estas abarcan todas las fases de la investigación:

- El establecimiento de un balanceo de carga dinámico como mecanismo para obtener alto rendimiento en la red UNEXPO resulta ser efectivo, debido a que este permite que todos los enlaces WAN en donde actualmente se encuentra implementado el balanceo de carga estático, puedan procesar el tráfico en tiempo de ejecución, disminuyendo esto los tiempos de procesamiento (ejecución) del tráfico y derivando la optimización del rendimiento, estando implícito en este elemento mejores niveles de accesibilidad, disponibilidad y tiempo de respuesta, debido a que todos los enlaces estarán procesando tráfico de acuerdo a sus capacidades y no quedará ninguno ocioso.
- Se determinó que la propuesta del Modelo de Balanceo de Carga Dinámico para el caso de la red UNEXPO es factible técnica, económica y operativamente, debido a que está provista de todos los factores que conllevan a su ejecución, obteniendo con la misma beneficios para la Universidad, el personal que labora en la misma y la población estudiantil.
- La utilización de un mecanismo eficiente de balanceo tal como el propuesto, ofrece grandes ventajas al proceso de transmisión de datos, estableciendo altos

niveles de rendimiento en las actividades que desempeñan la red y ofrece la Universidad.

- A través del estudio realizado se logró proponer una solución teórica ajustada a las necesidades actuales que presenta el proceso de distribución de tráfico en la red UNEXPO.
- Esta propuesta deja abiertas las posibilidades de implementar un mecanismo más eficiente para el balanceo de carga, que mejore la situación actual presentada, debido a que trae consigo una diversidad de ventajas técnicas y operativas.

Recomendaciones

Para conseguir que la Red UNEXPO, alcance un óptimo rendimiento, se presentan las siguientes opciones:

- Es recomendable aplicar un método de balanceo de carga dinámico en la red UNEXPO núcleo Barquisimeto.
- Realizar en la Universidad un proyecto de análisis de calidad de los servicios prestados por la red.
- Realizar una estructuración de la parte de balanceo de carga en la Red, con el fin de que se implante en la misma.
- Se sugiere que sean tomadas en cuenta cada una de las necesidades presentes en el proceso de transmisión de datos, debido a que estas conforman la problemática actual presente en la Universidad.
- Para investigaciones futuras, se sugiere diseñar un mecanismo que permita al algoritmo de balanceo redireccionar la carga de tráfico a procesar en los nodos o enlaces si alguno no se encuentra operativo.
- Finalmente se propone ahondar en el criterio que debe ser considerado para realizar la asignación de la memoria en el algoritmo, cuando se requiera la aplicación del mismo para balancear la carga en los enlaces de una red.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barba y Hesselbach (2002). Inteligencia de Red. Fondo Editorial Editions UPC. Barcelona-España. [Consultado Agosto 2010].
- Barrios, M. (2004). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Fondo Editorial Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas-Venezuela.
- Branch; Ramos; Mesa y Jiménez (2009). Proposición de un Método para Balanceo de Carga en un Cluster Heterogéneo Simulado en NS2 [On-Line] Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/1331/133112608018.pdf> [Consultado Octubre 2010].
- Chornik, J. (2008). Dynamic-Weighted Sticky-Session Load Balancing [On-Line] Disponible en: <http://www.elsevier.com/blog/2008/04/dynamic-weighted-sticky-session-load-balancing/> [Consultado Abril 2010].
- Colobran; Arqués; Joseph; Marco y Eduard (2008). Administración de Sistemas Operativos en Red. Fondo Editorial UOC. España.
- De La Mora, M. (2006). Metodología De La Investigación. Fondo Editorial Cengage Learning. México.
- De Pablos, C. (2004). Informática y Comunicaciones en la Empresa. Fondo Editorial ESIC. España.
- Dordoigne y Atelin (2006). Redes informáticas: conceptos fundamentales. Fondo Editorial ENI. Barcelona-España. [Consultado Enero 2010].
- Flickenger, R. (2007). Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo. Fondo Editorial Limehouse Book Sprint Team. Perú.
- Franco, D. (2000). Balanceo Distribuido del Encaminamiento en Redes de Interconexión de Computadores Paralelos. Trabajo de Grado presentado para optar al título de Doctor en Informática. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona-España.
- Hernández; Fernández y Batista (2008). Metodología De La Investigación. Fondo Editorial MC Graw Hill. México.

- Kandula; Katabi; Sinha y Berger (2007) Dynamic Load Balancing Without Packet Reordering. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. Volume 37 Issue 2. New York-USA. pp 51-62.
- Kendall y Kendall (1997). Análisis y Diseño de Sistemas. Fondo Editorial Pearson Educación. Naucalpan de Juárez-México.
- Lerma, H. (2003). Metodología de la Investigación: Propuesta, Anteproyecto y Proyecto [On-Line] Disponible en: <http://books.google.co.ve/books?id=XL7ecoiY4qwC&pg=PA76&dq#v=onepage&q&f=false> [Consultado Marzo 2010].
- Martinez, J. (2002). Redes de Comunicaciones. Fondo Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España.
- Meisel y otros (2004). Algoritmo de Balanceo de Carga Aplicado a Enrutamiento Multicast [On-Line] Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdf?vid=2&hid=4&sid=7e636829-3262-4529-a5e6-2ceb6f8d214c%40sessionmgr12> [Consultado Febrero 2010]
- Namakforoosh, M. (2000). Metodología De La Investigación. Fondo Editorial Limusa. México.
- Opazo; García; López; López y Mendoza (2007). Reconfiguración a Mínimas Pérdidas, Considerando la Aleatoriedad de la Carga: Aplicación a Sistemas Reales [On-Line] Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdf?vid=2&hid=4&sid=70b4b85c-754f-454c-944c-7d0155eaaa7f%40sessionmgr14> [Consultado Febrero 2010]
- Paarven y Daya (2009). An Algorithm for Dynamic Load Balancing in Distributed Systems with Multiple Supporting Nodes by Exploiting the Interrupt Service. International Journal of Recent Trends in Engineering. Volume 1 N° 1. New Delhi-India.
- Pardines, I. (2007). Técnicas Paralelas Aplicadas a Optimización No Lineal en Sistemas de Memoria Distribuida. Fondo Editorial Universidad Santiago de Compostela. Santiago de Compostela-España.
- Perez, I. (1998). Comunicación e Información. Revista CONRADO. Cuba.
- Riera y Otros (1992). Teleinformática y Redes de Computadores. Fondo Editorial Marcombo. Barcelona-España.

- Ríos y Fermin (2009). Análisis de Tráfico de una Red Local Universitaria [On Line] Disponible en: <http://www.urbe.edu/publicaciones/telematica/indice/pdf-vol8-2/2-analisis-de-trafico-de-una-red.pdf> [Consultado Marzo 2010]
- Salkind, N (1999). Métodos de Investigación. Fondo Editorial Prentice-Hall. México.
- Shannon y Weaver (1964). The Mathematical Theory of Communication. Fondo Editorial University of Illinois Press. Illinois-USA. 125 p.
- Tamayo, M. (2002). El Proceso de la Investigación Científica. Fondo Editorial Limusa. México.
- Tanenbaum, A. (2003). Sistemas Operativos Modernos. Fondo Editorial Pearson Educación. Distrito Federal-México.
- Waraich, S (2008) Classification of Dynamic Load Balancing Strategies in a Network of Workstations. IEEE Computer Society. Washington, DC, USA. pp. 1263-1265.

ANEXOS

ANEXO “A”

PROPUESTA DE UN MODELO DE BALANCEO DE CARGA DINAMICO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UNA RED. CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA “ANTONIO JOSE DE SUCRE”.

Instrumento N° 1

Cuestionario

En el presente cuestionario, se presentan una serie de preguntas relacionadas con parámetros de desempeño, que pueden ser relevantes para el funcionamiento eficiente de la red UNEXPO.

Datos de Identificación

Nombre y Apellido: _____

Tipo de usuario de la Red (Marcar con una equis (X)):

- Personal Docente: _____
- Estudiante: _____

Instrucciones:

1. Lea cuidadosamente cada una de las preguntas antes de responder.
2. Todas deben ser respondidas.
3. Al responder, coloque una equis (X) debajo de la alternativa que usted considere correcta, solo deben considerar una como correcta.

Es importante que se asegure de haber contestado todas las preguntas, espontáneamente y con veracidad...

Con el objeto de conocer el desempeño de la red, y por tanto, poder proponer futuras mejoras para el servicio que presta la misma, se le solicita a usted responder las siguientes preguntas:

1. Definiendo el Acceso como el tiempo que transcurre desde que se realiza una solicitud de conexión a la red hasta que se logra realmente la misma. ¿Cómo percibe usted los tiempos de acceso cuando intenta conectarse a la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

2. ¿Cómo percibe usted la Accesibilidad del servicio de Correo Electrónico en la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

3. Definiendo la Disponibilidad de los servicios de una red como el porcentaje de tiempo en que los mismos están en funcionamiento y disponibles para los usuarios. ¿Cómo percibe usted la disponibilidad de los servicios que presta la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

4. ¿Cómo percibe usted la Disponibilidad del servicio del módulo de Registros Académicos en la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

5. Definiendo el Tiempo de Respuesta de los servicios como el tiempo que transcurre desde que un usuario realiza una petición de un servicio hasta que obtiene la respuesta por parte del Servidor del mismo. ¿Cómo percibe usted el tiempo de respuesta de los servicios que presta la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

6. Definiendo el Control de Tráfico de una red como un conjunto de acciones realizadas por la red para monitorizar y controlar el tráfico ofrecido en la interfaz de acceso del usuario o el proveniente de otra red. ¿Cómo percibe usted el control del mismo cuando accede algún servicio de la red?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

7. ¿Cómo percibe usted el Control de Tráfico que realiza la red UNEXPO cuando usted accede a algún servicio durante las horas académicas?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

8. ¿Cómo percibe usted el Control de Tráfico que realiza la red UNEXPO cuando usted accede a algún servicio durante las horas no académicas?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

9. Cuando realiza varias peticiones de servicio a la red ¿Cómo es la respuesta de ésta para cubrir las mismas?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

10. Cuando accede a la red y solicita algún servicio ¿Cómo es en términos generales la velocidad de respuesta a la solicitud?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

11. ¿Cómo considera usted la velocidad al acceder alguna aplicación del portal UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

12. ¿Cómo considera usted la velocidad al acceder a su correo electrónico desde la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

13. Definiendo la Fiabilidad de una red como la capacidad para funcionar después de haberse producido fallos en enlaces o nodos ¿Cómo considera usted la fiabilidad en los servicios que presta la red?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

14. ¿Cómo percibe usted el desempeño de los servicios de la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

15. ¿Cómo es el rendimiento de la red UNEXPO cuando usted hace dos solicitudes de servicio simultáneas?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

16. Definiendo la Calidad de Servicio como la existencia de suficientes recursos en la red y el uso eficiente de los recursos disponibles por parte de los mecanismos para manejar el tráfico. ¿Cómo percibe usted la calidad de servicio en la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

17. ¿Cómo percibe usted la Calidad del servicio del Correo Electrónico en la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

18. ¿Cómo percibe usted la Calidad del servicio del módulo de Registros Académicos en la red UNEXPO?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

19. Cuando usted accede a su Correo Electrónico ¿Cómo es el rendimiento de la red UNEXPO cuando está trabajando con este?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

20. ¿Cómo percibe usted el desempeño del servicio de Correo Electrónico?

DEFICIENTE	REGULAR	NI BUENO, NI MALO	BUENO	EXCELENTE

ANEXO “B”

PROPUESTA DE UN MODELO DE BALANCEO DE CARGA DINAMICO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UNA RED. CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA “ANTONIO JOSE DE SUCRE”.

Instrumento N° 2 Entrevista

En esta entrevista, se presentan una serie de preguntas relacionadas con la conformación de la red UNEXPO. Las cuales serán realizadas al personal técnico que administra la red UNEXPO.

Datos de Identificación

Nombre y Apellido: _____

Cargo desempeñado en la Red UNEXPO: _____

Con el objeto de conocer la estructura de la red, y de este modo saber que elementos la conforman o necesitan ser implementados en la misma para mejorar su rendimiento, se le solicita a usted responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo está estructurada la red UNEXPO en cuanto a los equipos?
2. ¿Cuál es el software implementado para controlar el tráfico de la red?
3. ¿Cuál es el software implementado para controlar la distribución de las cargas de tráfico en los nodos de la red?
4. ¿Cuál es el hardware implementado para controlar el tráfico de la red?
5. ¿Cuál es el hardware implementado para controlar la distribución de las cargas de tráfico en los nodos de la red?
6. ¿Qué tipos de equipos controlan el rendimiento de la red UNEXPO?
7. ¿Cuáles son las funciones que desempeñan cada uno de los equipos que controlan el rendimiento de la red?
8. ¿Cómo catalogaría usted la tecnología utilizada en la red UNEXPO?
Obsoleta () Moderada () De Ultima Generación ()
¿Por qué?

9. ¿Cuáles son los servicios que presta la red UNEXPO?
10. ¿Cuál de los servicios prestado por la red UNEXPO, considera usted debe ser mejorado? ¿Por qué?

ANEXO “C”

Validación de Instrumentos de Recolección de Datos

Señor(a):

Ciudad.

Ref. Validación de Instrumentos de
Recolección de Datos

Por medio de la presente, me dirijo a Usted, como experto en el área, para informarle, que ha sido seleccionado (a) para la validación de los instrumentos a utilizar en el desarrollo de la investigación, la cual se titula: “**PROPUESTA DE UN MODELO DE BALANCEO DE CARGA DINAMICO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE UNA RED. CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA “ANTONIO JOSE DE SUCRE”.**”

A tal fin, se anexa cuadro de operacionalización de variables, los instrumentos de recolección de datos (Cuestionario y Entrevista) y el respectivo formato de revisión y validación, además del objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

Se debe resaltar, en cuanto a la investigación, que la misma es una investigación de campo, con modalidad de proyecto factible.

Sin más a que hacer referencia y agradeciendo su mayor colaboración al respecto,
Atentamente,

Ing. Maria Andreina Planas

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Proponer un modelo de balanceo de carga dinámico para mejorar el rendimiento de la red de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Objetivos Específicos

5. Diagnosticar la situación actual de la red UNEXPO en cuanto a acceso, disponibilidad y tiempo de respuesta en los servicios.
6. Determinar la factibilidad operativa, técnica y económica de diseñar un modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO.
7. Diseñar un modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO basado en simulaciones.
8. Evaluar el diseño del modelo de balanceo de carga dinámico para la red UNEXPO basado en simulaciones.

Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Fuente
Propuesta De Un Modelo De Balanceo De Carga Dinámico Para Mejorar El Rendimiento De Una Red. Caso: Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José De Sucre”	* Balanceo De Carga.	* Accesibilidad (A1, A2). * Disponibilidad (A3, A4). * Tiempo de Respuesta (A5). * Control de Tráfico (A6, A7, A8, B2, B4). * Velocidad (A9, A10, A11, A12). * Fiabilidad (A13) * Rendimiento (A15, A19, B6, B7) * Desempeño (A14, A20, B8, B9, B10). * Calidad de Servicio (A16, A17, A18) * Distribución de Cargas en la Red (B3, B5).	* Cuestionario (A). * Entrevista (B). * Observación Directa (C).	* Personal Docente. * Estudiantado * Personal Técnico.

Nota: Autor (2010)

**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
“LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
COORDINACION DE POSTGRADO
Maestría en Ciencias de la Computación**

Formato para la Revisión y Validación del Instrumento de Recolección de Datos

Apellidos y Nombre: _____

Título que posee: _____

Especialidad de Postgrado: _____

Cargo que Desempeña: _____

INSTRUCCIONES

- Lea detenidamente cada uno de los ítems relacionados con cada indicador.
- Utilice este formato para indicar su grado de acuerdo con cada enunciado que se presenta, marcando con una equis (X), en el espacio correspondiente.
- Si desea plantear alguna observación para mejorar el instrumento, utilice el espacio correspondiente a observaciones ubicado en el margen derecho.

Formato de validación del Instrumento (Cuestionario)

Item	Pregunta	Claridad		Congruencia		Redacción		Observación
1	Definiendo el Acceso como el tiempo que transcurre desde que se realiza una solicitud de conexión a la red hasta que se logra realmente la misma. ¿Cómo percibe usted los tiempos de acceso cuando intenta conectarse a la red UNEXPO?							
2	¿Cómo percibe usted la Accesibilidad del servicio de Correo Electrónico en la red UNEXPO?							
3	Definiendo la Disponibilidad de los servicios de una red como el porcentaje de tiempo en que los mismos están en funcionamiento y disponibles para los usuarios. ¿Cómo percibe usted la disponibilidad de los servicios que presta la red UNEXPO?							

4	¿Cómo percibe usted la Disponibilidad del servicio del módulo de Registros Académicos en la red UNEXPO?							
5	Definiendo el Tiempo de Respuesta de los servicios como el tiempo que transcurre desde que un usuario realiza una petición de un servicio hasta que obtiene la respuesta por parte del Servidor del mismo. ¿Cómo percibe usted el tiempo de respuesta de los servicios que presta la red UNEXPO?							
6	Definiendo el Control de Tráfico de una red como un conjunto de acciones realizadas por la red para monitorizar y controlar el tráfico ofrecido en la interfaz de acceso del usuario o el proveniente de otra red. ¿Cómo percibe usted el control del mismo cuando accede algún servicio de la red?							
7	¿Cómo percibe usted el Control de Tráfico que realiza la red UNEXPO cuando usted accede a algún servicio durante las horas académicas?							
8	¿Cómo percibe usted el Control de Tráfico que realiza la red UNEXPO cuando usted accede a algún servicio durante las horas no académicas?							
9	Cuando realiza varias peticiones de servicio a la red ¿Cómo es la respuesta de ésta para cubrir las mismas?							
10	Cuando accede a la red y solicita algún servicio ¿Cómo es en términos generales la velocidad de respuesta a la solicitud?							
11	¿Cómo considera usted la velocidad al acceder alguna aplicación del portal UNEXPO?							
12	¿Cómo considera usted la velocidad al acceder a su correo electrónico desde la red UNEXPO?							
13	Definiendo la Fiabilidad de una red como la capacidad para funcionar después de haberse producido fallos en enlaces o nodos ¿Cómo considera usted la fiabilidad en los servicios que presta la red?							
14	¿Cómo percibe usted el desempeño de los servicios de la red UNEXPO?							
15	¿Cómo es el rendimiento de la red UNEXPO cuando usted hace dos solicitudes de servicio simultáneas?							
16	Definiendo la Calidad de Servicio como la existencia de suficientes recursos en la red y el uso eficiente de los recursos disponibles por parte de los mecanismos para manejar el tráfico. ¿Cómo percibe usted la calidad de servicio en la red UNEXPO?							
17	¿Cómo percibe usted la Calidad del servicio del Correo Electrónico en la red UNEXPO?							

18	¿Cómo percibe usted la Calidad del servicio del módulo de Registros Académicos en la red UNEXPO?							
19	Cuando usted accede a su Correo Electrónico ¿Cómo es el rendimiento de la red UNEXPO cuando está trabajando con este?							
20	¿Cómo percibe usted el desempeño del servicio de Correo Electrónico?							

Nota: Para dar respuestas al Cuestionario se utiliza una escala Tipo Likert tal como se muestra a continuación:

Deficiente	Regular	Ni Bueno, Ni Malo	Bueno	Excelente
<input type="checkbox"/>				
1	2	3	4	5

Formato de validación del Instrumento (Entrevista)

Item	Pregunta	Claridad		Congruencia		Redacción		Observación
1	¿Cómo está estructurada la red UNEXPO en cuanto a los equipos?							
2	¿Cuál es el software implementado para controlar el tráfico de la red?							
3	¿Cuál es el software implementado para controlar la distribución de las cargas de tráfico en los nodos de la red?							
4	¿Cuál es el hardware implementado para controlar el tráfico de la red?							
5	¿Cuál es el hardware implementado para controlar la distribución de las cargas de tráfico en los nodos de la red?							
6	¿Qué tipos de equipos controlan el rendimiento de la red UNEXPO?							
7	¿Cuáles son las funciones que desempeñan cada uno de los equipos que controlan el rendimiento de la red?							
8	¿Cómo catalogaría usted la tecnología utilizada en el desempeño de las funciones de la red UNEXPO? Obsoleta Moderada De Ultima Generación ¿Por qué?							

9	¿Cuáles son los servicios que desempeña la red UNEXPO?							
10	¿Cuál de los servicios desempeñados por la red UNEXPO, considera usted debe ser mejorado? ¿Por qué?							

Fecha: _____

Firma: _____

ANEXO “D”

CODIGO FUENTE MATLAB

```
clear all

%nuenlaces=input('deme el numero de enlaces mas router');
nuenlaces=4;
%vp=input('deme la velocidad por enlace en forma de vector');
vp=[2048 256 2048];
%cp=input('deme memoria por enlace en forma de vector');
cp=[100 56 100];
%lt=input('deme la latencia por enlace en forma de vector');
lt=[20000 20000 100];
a=[0.5 0.35 0.15];
%numtareas=input('deme los numero de tareas');
numtareas=[50 150 250 400 700 1000];
%ci=input('deme la cota inferior de tareas');
ci=[10 10 10 10 10 10];
%cs=input('deme la cota superior de tareas');
cs=[250 250 250 250 250 250];
h=length(numtareas);
te=zeros(h,1);
hold on
for f=1:h
tareas=ci(f)+rand(1,numtareas(f))*(cs(f)-ci(f));

tareas=sort(tareas,'descend');
tareas;
n=length(tareas);
%%% proceso de inicialización
i=1;%Número de la posición de la tarea en el vector de tareas
j=1;%Cantidad de tandas que se crearán
sumaTareas = 0;
enlaces=nuenlaces-1;
% inicializar
funaptitud=[];
porcarga=[];
crango=[];
porcentaje=10;
SumaFa=0;
% calculo de la función aptitud
for jj=1:enlaces
```

```

    funaptitud(jj)=vp(jj)*a(1)+ cp(jj)*a(2)+lt(jj)*a(3);
    SumaFa=SumaFa+ funaptitud(jj);
end
% ordenar la función aptitud de mayor a menor
funaptitud=sort(funaptitud,'descend');
% acumular tareas
for i=1:n
    sumaTareas=sumaTareas+tareas(i);
end

tanda=zeros(enlaces,n);
for k=1:enlaces
    % % % % calculo de porcentaje de carga
    porcarga(k)=funaptitud(k)*100/ SumaFa;
    crango(k)=sumaTareas*porcarga(k)/100;
    linf(k)=crango(k)-(crango(k)*porcentaje/100);
    lsup(k)=crango(k)+(crango(k)*porcentaje/100);

end
tareass=tareas;
standa=zeros(3,1);
for j=1:enlaces
    for i=1:n
        standa(j)=standa(j)+tareas(i);
        % iemeje(j,i)=tareas(i)/funaptitud(j);
        % pause
        if standa(j)<linf(j)
            tanda(j,i)=tareas(i);
            tareas(i)=0;
        elseif standa(j)>linf(j) && standa(j)<lsup(j)
            tanda(j,i)=tareas(i);
            tareas(i)=0;
        else
            standa(j)=standa(j)-tareas(i);
        end
    end
    tareas;
end
TA=tareas;
if norm(TA)~=0
    v=find(TA);
    TTF=TA(v);
else
    % disp('todas las tareas han sido asignadas')
    TTF=0;
end

```

```

end
%%%%% calculo del tiempo de ejecución
tejt=zeros(3,1);
for k=1:enlaces
    for i=1:n
        tiempojec(k,i)=tanda(k,i)/funaptitud(k);
        tejt(k)=tejt(k)+tiempojec(k,i);
    end

end

%%%%% calculo de tiempo supuesto
m=length(TTF);
tejtsup=zeros(3,1);
for k=1:enlaces
    for i=1:m
        tiempojecsup(k,i)=TTF(i)/funaptitud(k);
        tejtsup(k)=tejt(k)+tiempojec(k,i);
    end

end

end

tejtsuptotal=tejt+tejtsup;
[c,b]=min(tejtsuptotal);
%%%%% asignación de tareas faltante
for k=1:enlaces
    for i=1:m
        if k==b

            tanda(b,n+i)=TTF(i);

        else
            tanda(k,n+i)=0;
        end
    end
end
end
%%%%% gráfica

for r=1:3
    te(f)=te(f)+tejtsuptotal(r);
end

plot(numareas(f),te(f),'r*');

```

```
pause(0.5)

end
plot(numtareas,te)
hold off
A=[numtareas' te]
xlabel('Tráfico (Tareas)')
ylabel('Tiempo de Ejecución (Seg)')
title('Estático Vs Dinámico');
```

ANEXO “E”

Curriculum Vitae Autor

- **Nombre:**

Maria Andreina Planas González

- **Cédula de Identidad:**

13.603.513

- **Estudios Realizados:**

* Maestría en Redes de Computación. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

* Diplomado en Software Libre. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

* Diplomado en Capacitación Pedagógica. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

* Ingeniero en Computación. Universidad “Fermín Toro”.

* Bachiller en Ciencias. Colegio “Inmaculada Concepción”.

- **Cursos Realizados:**

* Programa Desarrolladores de Software. IBM.

* I Jornada de Gestión de Recursos Humanos. Venamcham.

* Curso de Redes para Soluciones Cisco. CEDEI.

* IV Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Escuela de Computación. Universidad “Fermín Toro”.

* I Ciclo de Conferencias de Gerencia. Universidad “Fermín Toro”.

* Ingles Nivel básico. Westminster School.