

PRÁCTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO “QoS” EN REDES IP

DANIEL JOSE DE LEON BOLAÑO

RICARDO JOSE DAZA PAEZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.

2008

PRÁCTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO “QoS” EN REDES IP

DANIEL JOSE DE LEON BOLAÑO
RICARDO JOSE DAZA PAEZ

Trabajo de monografía presentado como requisito para obtener el certificado del
Minor en Telecomunicaciones.

DIRECTOR
ING. GONZALO LOPEZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.

2008

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABLAS	VII
2 INTRODUCCIÓN	8
3 JUSTIFICACION	10
4 OBJETIVOS	11
4.1 GENERAL	11
4.2 ESPECÍFICOS.....	11
5 MARCO TEORICO	12
5.1 CALIDAD DE SERVICIO (QoS).....	12
5.2 SERVICIOS DIFERENCIADOS.....	14
5.3 MERCADO DE PAQUETES.....	15
6 MikroTik RouterOS™	21
6.1 Requerimientos del PC.....	22
6.2 Entrada a Microtik Router	22
6.2.1 Pantalla de Bienvenida y comando del prompt	24
6.3 Comandos	25
6.4 Resumen de comandos de Ejecución y Menús de Navegación	27
6.5 Tareas Básicas de Configuración.....	28
6.5.1 Administración de Interfaces	28
6.5.2 El comando Setup.....	30
6.5.3 Configuración de dirección IP en el router utilizando el comando setup.....	31
6.6 winbox.....	32
7 PRACTICAS DE LABORATORIO	34
7.1 CONFIGURACION DE MIKROTIK RouterOS.....	34
7.2 CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE EL MERCADO DE PAQUETES POR DIRECCION IP	37
7.3 CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE LA DIFERENCIACION DE SERVICIOS.....	40
7.4 REPARTO EQUITATIVO DE ANCHO DE BANDA ENTRE UN NUMERO DETERMINADO DE USUARIOS EN UNA RED IP	43
7.5 BALANCEO DE CARGA POR TIPO DE TRAFICO	46

8	SOLUCIÓN PRÁCTICAS DE LABORATORIO (GUIAS DEL PROFESOR).....	49
8.1	CONFIGURACION DE MIKROTIK RouterOS.....	49
8.2	CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE EL MARCADO DE PAQUETES POR DIRECCION IP	57
8.3	CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE LA DIFERENCIACION DE SERVICIOS.....	66
8.4	REPARTO EQUITATIVO DE ANCHO DE BANDA ENTRE UN NUMERO DETERMINADO DE USUARIOS EN UNA RED IP	75
8.5	BALANCEO DE CARGA POR TIPO DE TRAFICO	84
9	CONCLUSIONES	93
10	RECOMENDACIONES	95
11	BIBLIOGRAFÍA.....	96

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1: rendimiento de una red en función de la carga o tráfico ofrecido	13
Figura 2: servicios diferenciados, basado en routers frontera y routers internos	14
Figura 3: Características de los servicios de DSCP	16
Figura 4: marcado en capa 2 utilizando 802.1Q, con 3 bits para prioridad en las tramas	16
Figura 5: gestión de colas según su clasificación (DSCP) en la interfaz de salida	17
Figura 6. Cuadro de ingreso a Winbox	33
Figura 7. Interfaz grafica Winbox	33
Figura 8. Esquema de Conexión para configurar RouterOS	35
Figura 9. Esquema de Conexión para control de ancho de banda mediante marcado de paquetes por dirección ip	38
Figura 10. Esquema de Conexión para control de ancho de banda por diferenciación de servicios	41
Figura 11. Esquema de Conexión para reparto equitativo de ancho de banda	44
Figura 12. Esquema de Conexión para balanceo de carga por tipo de tráfico	47

Figura 13. Esquema de Conexión para configurar RouterOS con sus direcciones IP	50
Figura 14. Esquema de Conexión para control de ancho de banda mediante marcado de paquetes por dirección ip con sus direcciones ip	58
Figura 15. Esquema de Conexión para control de ancho de banda por diferenciación de servicios, con dirección ip	67
Figura 16. Esquema de Conexión para reparto equitativo de ancho de banda, con direcciones ip	76
Figura 17. Esquema de Conexión para balanceo de carga por tipo de tráfico, con direcciones ip	85

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1: valores estandarizados para DSCP	15
Tabla 2: Comandos de Ejecución y Menús de Navegación	27

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo se ha desarrollado con el fin de implementar cinco prácticas de laboratorio para configurar calidad de servicio en una red determinada utilizando información tanto de capa 3-4. Para ello, inicialmente configuraremos en los routers la calidad de servicio o *Quality of Service (QoS)* utilizando información de las capas 3 y 4 (dirección IP, puerto, protocolo, etc), aplicada a los enlaces de menor velocidad, enlaces WAN.

las practicas a desarrollar son: Configuración De Mikrotik RouterOS; Control De Ancho De Banda Mediante El Mercado De Paquetes Por Dirección Ip; Control De Ancho De Banda Mediante La Diferenciación De Servicios; Reparto Equitativo De Ancho De Banda Entre Un Numero Determinado De Usuarios En Una Red Ip; Y Balanceo De Carga Por Tipo De Trafico.

A través de las prácticas ya mencionadas se pudo comprobar la eficiencia de las técnicas de QoS en redes IP, en cuanto a consumo de ancho de banda, transmisión en tiempo real, y envío y recepción de paquetes, así como la ventaja que presenta una red con QoS en contra a una red sin gestión de calidad de servicio. Así como hay ventajas también se encontraron algunas desventajas

como son los requerimientos de los equipos para implementar QoS, y la complejidad de las configuraciones.

Estas Prácticas se implementaron con el objetivo que la Universidad Tecnológica de Bolívar cuente con una base adecuada para la consulta y realización de cualquier laboratorio sobre Calidad de Servicio, así como apoyos para cualquier módulo de QoS que se imparta o pretenda impartir en pregrado, posgrado o educación continuada.

En la actualidad, cada vez aumentan los servicios transmitidos por redes ip, estos hace necesario la implementación de técnicas de calidad de servicio, con el fin de optimizar el flujo de datos en la red, permitiendo mayor flexibilidad a la red y brindando a los usuarios fácil acceso a la información y recursos en tiempo real.

2 JUSTIFICACION

La red de Internet ha crecido a un ritmo muy acelerado, ello ha generado un nuevo tipo de requerimientos en protocolos y tecnologías para soportar las necesidades de los usuarios actuales. Dentro de las demandas más importantes encontramos las concernientes a Calidad de Servicio (QoS) y ancho de banda. Gracias a estas necesidades, se han desarrollado toda una gama de esquemas de solución permitiendo la satisfacción del usuario y un rápido retorno de inversión para los proveedores de servicios.

Esta monografía se realiza con el fin de proporcionarle a la Universidad Tecnológica de Bolívar unas guías de laboratorio en el tema de calidad de servicio en redes IP, debido a que esta no cuenta con este tipo de material para los alumnos que deseen consultar sobre el tema, además cubriendo la necesidad de que cualquier profesor tenga un apoyo para dictar este módulo en un futuro.

3 OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- Diseñar cinco prácticas de laboratorio para el estudio de las diferentes técnicas de calidad de servicio en redes IP, usando equipos genéricos con RouterOS MikroTik, y desarrollar las guías para alumno y docente.

3.2 ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar prácticas de calidad de servicio en redes ip para mejorar el flujo de datos.
- Implementar técnicas de control de ancho de banda, con el fin de mejorar el flujo de datos en una red ip.
- Estudiar la configuración del MikroTik RouterOS como herramienta de gestión de redes, y gestión de QoS.
- Asignar marcación de paquetes según su tipo, de acuerdo a las prioridades de la red.
- Determinar canales con el fin de priorizar un tráfico específico, siguiendo las necesidades de la red.
- Desarrollar las guías de usuario y docente en las cuales se planteen las prácticas y se brinde una solución con MikroTik RouterOS.

4 MARCO TEORICO

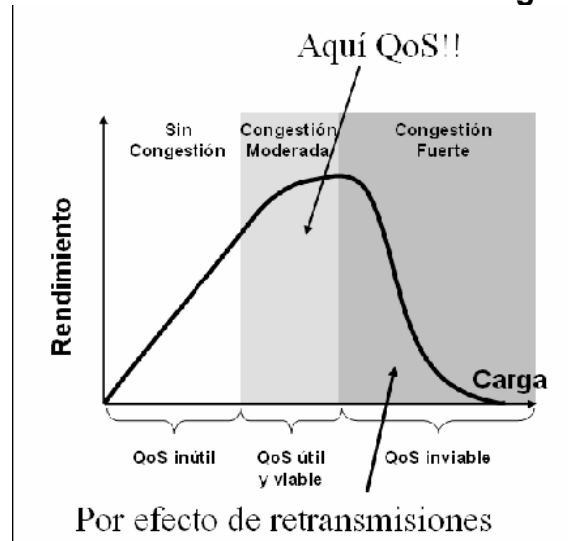
4.1 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

El mecanismo de calidad de servicio se refiere a la habilidad en la red de ofrecer prioridad a unos determinados tipos de tráfico, independientemente de la tecnología de red utilizada. Es por ello, que normalmente se aplica en capa 3-4. Estos mecanismos son inherentemente necesarios a la red cuando esta ofrece servicios de tiempo real: *voz IP, videoconferencia por Internet, video streaming, radio por Internet, etc.* Por ejemplo en el caso de voz IP (VOIP), se necesita una pérdida de paquetes inferior al 1% y un retraso extremo a extremo de 150 msec, prestaciones que no podemos obtener de forma nativa de TCP/IP (Internet), dado que su funcionamiento es *Best Effort*.

Sería muy fácil dar calidad de servicio si las redes nunca se congestionaran, pero para ello habría que sobredimensionar todos los enlaces, cosa no siempre posible. Por tanto, para dar calidad de servicio en gran escala y en redes con posibilidades de congestión, es preciso tener mecanismos que permitan dar al tráfico un trato diferenciado acorde con el SLA (*Service Level Agreement*). De todas formas, aunque el estado de congestión pueda ser una decisión de compromiso entre sobredimensionamiento y saturación, una situación permanente de congestión es inabordable y su única solución es el sobredimensionamiento. Es decir, los

mecanismos de calidad de servicio son inútiles en una red saturada permanentemente, este comportamiento se puede observar en la figura 1.

Figura 1: rendimiento de una red en función de la carga o tráfico ofrecido



En general, todos estos conceptos quedan encajados dentro de lo que llamamos “**ingeniería de tráfico**”, que pretender analizar el tráfico para ofrecer servicios mejores y más predecibles, mediante: *soporte de ancho de banda dedicado, mejorando las características de pérdida de paquetes, evitando y manejando la congestión de la red, organizando y priorizando el tráfico.*

Los parámetros que definen la calidad de un servicio son 4: *ancho de banda, retraso temporal, variación de retraso (o jitter) y probabilidad de error (o pérdida de paquetes o fiabilidad)*. Para poder gestionar estos parámetros de forma eficiente debemos hacer uso de la prioridad y gestión del tráfico por medio de colas. Varias alternativas han existido para abordar esta problemática, los llamados **servicios**

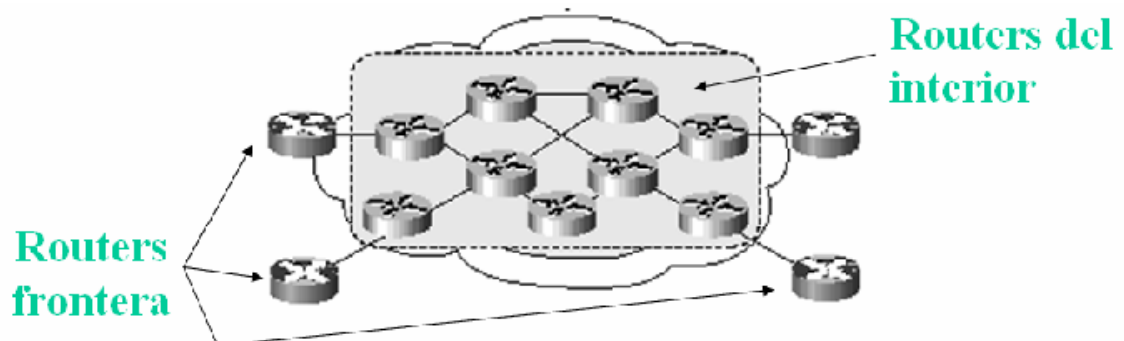
integrados (que definen circuitos por flujos establecidos utilizando para su reserva RSVP (*Resource Reservation Protocol*)) y **servicios diferenciados** (basados en el marcado y clasificación).

4.2 SERVICIOS DIFERENCIADOS

De estos métodos, el más extendido por su escalabilidad y flexibilidad son los servicios diferenciados o *Differentiated Services* (DS) dado que trabaja en base a la clasificación y su posterior marcado del paquete y no a la reserva para los diferentes flujos establecidos, lo cual arrastra problemas de escalabilidad.

En los servicios diferenciados por tanto, vamos a distinguir dos tipos de routers tal como observamos en la figura 2. Los routers frontera que hacen clasificación y marcado del tráfico y los routers internos que se encargan de evitar la congestión.

Figura 2: servicios diferenciados, basado en routers frontera y routers internos



4.3 MARCADO DE PAQUETES

Para realizar el marcado de los paquetes se pueden utilizar varias técnicas, pero la más extendida y estandarizada es utilizar los **DSCP (*Differentiated Service Code Point*)** con la asignación de valores tal como aparece en la tabla 1. Este marcado se puede extender a IPv6, MPLS,

Tabla 1: valores estandarizados para DSCP

111110	<i>Reservado (Routing y control)</i>	011110	<i>Assured clase 3 Preced. Alta</i>
111100	<i>Reservado (Routing y control)</i>	011100	<i>Assured clase 3 Preced. Media</i>
111010	<i>Reservado (Routing y control)</i>	011010	<i>Assured clase 3 Preced. Baja</i>
111000	<i>Reservado (Routing y control)</i>	011000	<i>Configurable por el usuario</i>
110110	<i>Reservado (Routing y control)</i>	010110	<i>Assured clase 2 Preced. Alta</i>
110100	<i>Reservado (Routing y control)</i>	010100	<i>Assured clase 2 Preced. Media</i>
110010	<i>Reservado (Routing y control)</i>	010010	<i>Assured clase 2 Preced. Baja</i>
110000	<i>Reservado (Routing y control)</i>	010000	<i>Configurable por el usuario</i>
101110	<i>Expedited (Premium)</i>	001110	<i>Assured clase 1 Preced. Alta</i>
101100	<i>Configurable por el usuario</i>	001100	<i>Assured clase 1 Preced. Media</i>
101010	<i>Configurable por el usuario</i>	001010	<i>Assured clase 1 Preced. Baja</i>
101000	<i>Configurable por el usuario</i>	001000	<i>Configurable por el usuario</i>
100110	<i>Assured clase 4 Preced. Alta</i>	000110	<i>Configurable por el usuario</i>
100100	<i>Assured clase 4 Preced. Media</i>	000100	<i>Configurable por el usuario</i>
100010	<i>Assured clase 4 Preced. Baja</i>	000010	<i>Configurable por el usuario</i>
100000	<i>Configurable por el usuario</i>	000000	<i>Best Effort (default)</i>

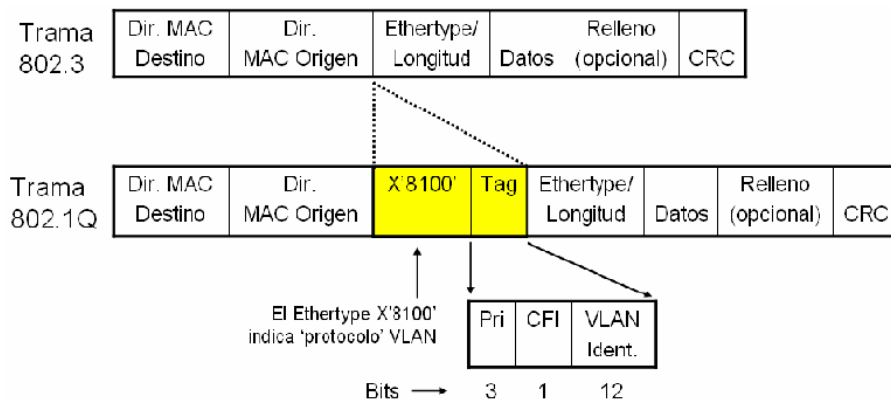
Donde los servicios definidos para cada DSCP corresponden con las siguientes características:

Figura 3: Características de los servicios de DSCP

Servicio	Características
“Expedited Forwarding” o “Premium”	Es el que da más garantías. Equivale a una línea dedicada Garantiza Caudal, tasa de pérdidas, retardo y jitter. Valor 101110 en DSCP
“Assured Forwarding”	Asegura un trato preferente, pero sin fijar garantías (no hay SLA). Se definen cuatro clases y en cada una tres niveles de descarte de paquetes según la precedencia.
“Best Effort’ con prioridad”	Sin garantías, pero obtendrá trato preferente frente a ‘besteffort sin prioridad’
“Best Effort’ sin prioridad”	Ninguna garantía

Como hemos dicho, los métodos de marcado son muy diversos. En capa 2, el marcado se realiza en base a una extensión del 802.1Q tal como podemos ver en la figura 4. El marcado en capa 2 permite asegurar con mayor garantía la calidad de servicio, dado que se produce muy próximo al origen.

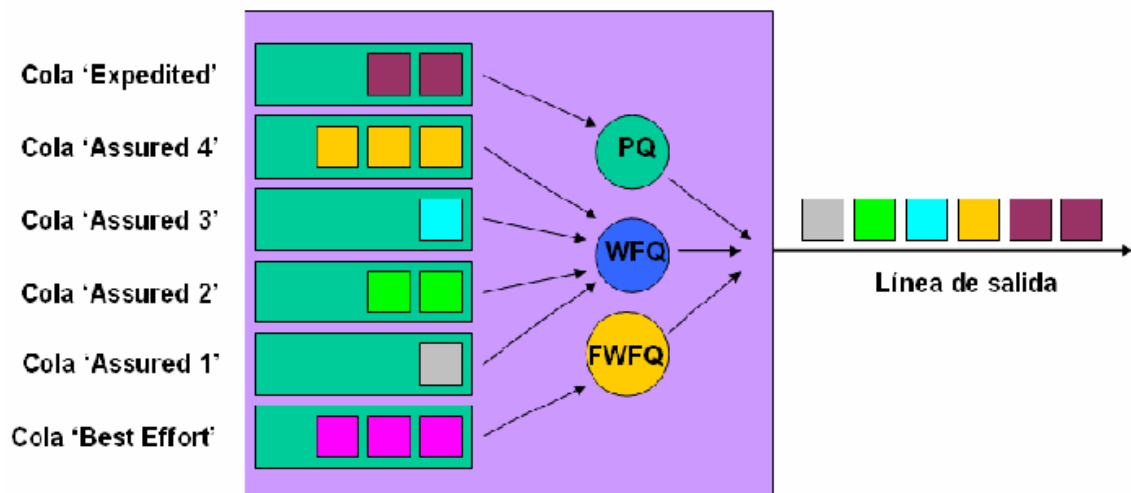
Figura 4: marcado en capa 2 utilizando 802.1Q, con 3 bits para prioridad en las tramas



En la capa 3, el marcado DSCP se realiza en base al RFC 2474 y utiliza un campo de la cabecera IP para definir la prioridad y/o tipo de servicio tal como se muestra en la tabla 3. En este caso el marcado utiliza 6 bits, siendo los 3 primeros bits utilizados para marcar la prioridad y los siguientes para definir estrategias de descarte. Por ejemplo, en la figura 3 los paquetes marcados con EF tienen prioridad 101 (5 en decimal), pero en este caso el resto de bits no se interpretan como descarte, si no que son configurables por el usuario.

Vistos los mecanismos de marcado y clasificación, otro elemento clave es el proceso de priorización y gestión de colas. Las colas son gestionadas en los interfaces de salida tal como se observa en la figura 5, donde podemos ver diferentes disciplinas de servicio que a continuación vamos a detallar.

Figura 5: gestión de colas según su clasificación (DSCP) en la interfaz de salida



En la figura 5, aparecen diferentes colas con diferentes tipos de servicio, asignando a cada cola el tráfico según su marcado. Las colas de los interfaces de salida con velocidad superior a un T1/E1 utilizan disciplina **FIFO (First In First Out)** que se caracteriza por su rapidez ya que realmente no hace nada, dado que los paquetes a medida que llegan, van saliendo. Si la velocidad de salida es inferior a un T1/E1, entonces utiliza **WFQ (Weighed Fair Queueing)**, que consiste en gestionar los diferentes flujos o sesiones en colas independientes, buscando un reparto equitativo o justo (*fair*), priorizando aquellas de menor volumen, las cuales asocia como más sensibles al retardo como VOIP y *Telnet*, y penalizando aquellas sesiones más grandes, dado que no las asocia con aplicaciones de tiempo real, como FTP. WFQ reserva para cada sesión, espacio hasta 64 paquetes y si se excede se descartan y sólo se vuelven a aceptar en el caso que la ocupación descienda al 25%. WFQ se considera una disciplina adaptativa al estado de la red y las características del tráfico. WFQ no es escalable y por tanto no funciona bien en routers backbone. Una versión de WFQ que sí es escalable es CB-WFQ (*Class Based WFQ*) que consiste en atender por clases según el marcado y en cada clase utilizando WFQ, que es el mecanismo central de la figura 5.

Existen otras disciplinas de servicio objetivamente menos flexibles y adaptativas que WFQ que permiten especificar con mayor rigor el reparto del ancho de banda, de forma manual, utilizando dos criterios, con prioridades o con reparto *Round Robin*:

- **PQ (Priority Queueing)** que se caracteriza por definir 4 tipos de colas con prioridad *high*, *medium*, *normal* y *low*, de forma que mientras queden paquetes en la cola *high* no se atienden los paquetes de *medium* y así sucesivamente. En ocasiones esta configuración puede crear inanición, debido a que el tráfico de VOIP clasificado como PQ *high* puede llegar a consumir todo el ancho de banda disponible. Además, cabe resaltar que su disciplina es estática y no se adapta a los cambios en la red. Los tamaños respectivamente de las diferentes colas por defecto son 20, 40, 60 y 80 paquetes respectivamente y la cola por defecto para tráfico no clasificado (o marcado) es nivel *normal*. El modo de configuración en los routers es *priority-list*, haciendo clasificación en base al protocolo (y puertos, ej *priority-list 41 protocol ip medium TCP 23*) o a la interfaz de entrada (ej, *priority-list 4 interface fa0/0 high*). En la figura 5, esta disciplina de servicio también recibe el nombre de **LLQ (Low Latency Queueing)** cuando va acompañada de CB-WFQ y generalmente es utilizada por los protocolos de tiempo real.
- **CQ (Custom Queueing)** que se caracteriza por definir hasta 17 colas (la cola 0 está asociada sólo a funciones del sistema (routing, keepalives,...) y se atiende siempre primero) que se atienden según *Round Robin*, con quantos definidos en bytes y que por defecto queda definido en 1500 bytes. La cola por defecto para tráfico no marcado es la 1. El modo de

configuración en los routers es *queue-list*, haciendo clasificación en base al protocolo (y puertos, ej *queue-list 4 protocol ip 1 TCP 232*) o a la interfaz de entrada (ej, *queue-list 4 nterface fa0/0 2*). El tamaño de cada una de estas colas es de 20 paquetes, pero se puede modificar.

5 MikroTik RouterOS™

Mikrotik Router es un sistema operativo independiente basado en linux para IA-32 routers y thinrouters. Este no requiere ningunos componentes adicionales y no tiene Requerimientos de software. Este fue diseñado para un uso sencillo mientras que su poderosa interface permite un administrador de red para el uso de estructuras y funciones red. Es importante resaltar que la versión gratuita de mikrotik es solo por 24 horas, después de esto el programa se vuelve inservible y necesita ser reinstalado.

Mikrotik RouterOS™ integra un computador pc estándar en un poderoso router de red. Solo con agregar tarjetas de red se expande las capacidades de un router. Este software provee la aplicación de control remoto de tiempo real de windows (WinBox) además de:

- Control de calidad de servicio avanzado con soporte de tráfico
- Funciones de puente STP Capacidades de filtrado
- Características WDS y AP virtual
- Hostspot para acceso plug and play
- Protocolos de enrutamiento RIP, OSPF y BGP
- Gigabit Ethernet

- Soporte síncrono V.35, X.21, T1/E1
- Async PPP con RADUIS AAA
- Telefonía IP
- Administración via pc telnet/ssh/serial
- Configuración y monitoreo de tiempo real
- Cortafuego stateful con filtrado por el protocolo P2P, IPsec y tunnels

5.1 Requerimientos del PC

- **Board:** se requiere como mínimo una board 4th generacion avanzada con frecuencia de 100 MHZ o más. En el caso de la 5th generacion que sea Intel Pentium, Cyrix 6X86, AMD K5 o compatible. O el uniprosesador Intel IA-32 (i386) compatible.
- **Ram:** se requiere una RAM minima de 64 MB y máxima de 1 GB.
- **Disco duro:** Disco con controlador de interface estándar ATA, con un espacio disponible de 64 MB.

5.2 Entrada a Mikrotik Router

Normalmente se conecta a un router por dirección ip via Telnet o SSH software. También se puede utilizar la herramienta de configuración grafica

winbox en el caso de windows, que consiste en entrar al router a través del navegador web y descargar el ejecutable winbox.exe. O wine en el caso de linux.

El programa MAC-telnet, es usado para conectarse al router, remotamente cuando no tiene dirección ip o en el caso de misconfigured firewall. Mac telnet solo puede ser usado el mismo dominio de broadcast como algún router con las interfaces habilitadas, es decir no se puede conectar para deshabilitar las interfaces, este programa a hace parte neighbor wiewer que se puede descargar de la pagina www.mikrotik.com. Es importante resaltar que winbox también se puede realizar a través de mac address.

Otra forma de conectarse al router es usando el cable serial estándar DB9 desde cualquier pc. La configuración por defecto del router es 9600 bits/s, para la board serie 500 es 115200 bits/s. 8 bits de datos, un 1bit de parada o bit stop y sin paridad. Hardware (RTS/CTS) de control de flujo. Se usan los programas de emulación como HyperTerminal o SecureCRT en el caso de windows. Y Minicom en UNIX/Linux para conectarse al router.

Cuando se entra al router vía consola, se usa admin Para el login y donde dice password se presiona enter, la primera vez. Como se muestra a continuación:

```
MikroTik v2.9
Login: admin.
Password:
```

El password puede ser cambiado con el comando password a si:

```
[admin@MikroTik] > password
old password:
new password: *****
retype new password: *****
[admin@MikroTik]>
```

5.2.1 Pantalla de Bienvenida y comando del prompt

Después de entrar al router se muestra la siguiente pantalla de bienvenida

```
MMM      MMM      KKK      TTTTTTTTTTTT      KKK
MMMM     MMMM     KKK      TTTTTTTTTTTT      KKK
MMM MMMM MMM III  KKK  KKK  RRRRRR      OOOOOO      TTT      III  KKK  KKK
MMM  MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR  OOO  OOO      TTT      III  KKKKK
MMM      MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR      OOO  OOO      TTT      III  KKK  KKK
MMM      MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR      OOOOOO      TTT      III  KKK  KKK
```

```
MikroTik RouterOS 2.9 (c) 1999-2004      http://www.mikrotik.com/
```

```
Terminal xterm detected, using multiline input mode
[admin@Mikrotik]>
```

El comando prompt muestra el nombre del router y el nivel actual por ejemplo:

```
[admin@MikroTik] >
```



```
[admin@MikroTik] interface>  
[admin@MikroTik] ip address>
```

5.3 Comandos

La lista de comandos validos se obtiene escribiendo el símbolos '?' Y luego pulsando la tecla enter por ejemplo:

```
[admin@MikroTik] >  
  
log/ -- System logs  
quit -- Quit console  
radius/ -- Radius client settings  
certificate/ -- Certificate management  
special-login/ -- Special login users  
redo -- Redo previously undone action  
driver/ -- Driver management  
ping -- Send ICMP Echo packets  
setup -- Do basic setup of system  
interface/ -- Interface configuration  
password -- Change password  
undo -- Undo previous action  
port/ -- Serial ports  
import -- Run exported configuration script  
snmp/ -- SNMP settings  
user/ -- User management  
file/ -- Local router file storage.  
system/ -- System information and utilities  
queue/ -- Bandwidth management  
    ip/ -- IP options  
tool/ -- Diagnostics tools  
ppp/ -- Point to Point Protocol  
routing/ -- Various routing protocol settings  
export --  
[admin@MikroTik] >  
[admin@MikroTik] ip>  
  
.. -- go up to root  
service/ -- IP services  
socks/ -- SOCKS version 4 proxy  
arp/ -- ARP entries management  
upnp/ -- Universal Plug and Play  
dns/ -- DNS settings  
address/ -- Address management  
accounting/ -- Traffic accounting  
the-proxy/ --  
[admin@MikroTik] >  
[admin@MikroTik] ip>  
  
.. -- go up to root
```

```

service/ -- IP services
socks/ -- SOCKS version 4 proxy
arp/ -- ARP entries management
upnp/ -- Universal Plug and Play
dns/ -- DNS settings

address/ -- Address management
accounting/ -- Traffic accounting
the-proxy/ --
vrrp/ -- Virtual Router Redundancy Protocol
pool/ -- IP address pools
packing/ -- Packet packing settings
neighbor/ -- Neighbors
route/ -- Route management
firewall/ -- Firewall management
dhcp-client/ -- DHCP client settings
dhcp-relay/ -- DHCP relay settings
dhcp-server/ -- DHCP server settings
hotspot/ -- HotSpot management
ipsec/ -- IP security
web-proxy/ -- HTTP proxy
export --

[admin@MikroTik] ip>

```

La lista de menus y comandos validos tienen una corta descripción para los siguientes items. Se puede mover el nivel de menu deseado, escribiendo el nombre y pulsando enter por ejemplo:

[admin@MikroTik] >	Base level menu
[admin@MikroTik] > driver	Enter 'driver' to move to the driver
	level menu
[admin@MikroTik] driver> /	Enter '/' to move to the base level menu
	from any level
[admin@MikroTik] > interface	Enter 'interface' to move to the
	interface level menu
[admin@MikroTik] interface> /ip	Enter '/ip' to move to the IP level menu
	from any level
[admin@MikroTik] ip>	

Un comando o argumento no necesita ser completado, si este no es ambiguo. Por ejemplo, en cambio de escribir interface se puede escribir solo in o int. Para complementar el comando se usa la tecla [TAB].

Téngase en cuenta que la complementación es opcional y se puede utilizar comandos cortos y nombres de parámetros.

Los comandos pueden ser invocados desde el nivel de menú donde se encuentran escribiendo su nombre. Si el comando es uno diferente al nivel de menú actual, entonces el comando se debe invocar usando su nombre completo o su dirección relativa. Por ejemplo:

```
admin@MikroTik] ip route> print | Prints the routing table
[admin@MikroTik] ip route> .. address print | Prints the IP address table
[admin@MikroTik] ip route> /ip address print | Prints the IP address table
```

Los comandos podrían tener argumentos. Los argumentos tienen sus nombres y valores. Algunos comandos, podrían tener un requerimiento de argumentos que no tienen nombre.

5.4 Resumen de comandos de Ejecución y Menús de Navegación

Tabla 2: Comandos de Ejecución y Menús de Navegación

Command	Acción
command [Enter]	Ejecuta el comando
[?]	Muestra la lista de todos lo comandos validos
command [?]	Muestra la lista sobre el comando y la lista de argumentos
command argument [?]	Muestra la ayuda sobre el argumento del comando
[Tab]	Completa la palabra del comando. Si este no

	es ambiguo, un segundo [TAB], da las posibles opciones
/	Mueve hacia el nivel base
/command	Ejecuta el comando de nivel base
..	Mueve hacia un nivel
" "	Especifica un string vacío
"word1 word2"	Especifica un string de dos palabras que contienen un espacio

Es posible abreviar los nombres de niveles, comandos y argumentos, Para el caso de la configuración de la dirección ip, en cambio del uso de argumentos de dirección y mascarar de red, en muchos casos se puede especificar la dirección junto con el numero de bits de verdad de la máscara de red i.e, En la configuración no es necesario especificar la máscara de red independientemente. De manera que, las siguientes dos entradas son equivalentes:

```
/ip address add address 10.0.0.1/24 interface ether1
/ip address add address 10.0.0.1 netmask 255.255.255.0 interface ether1
```

Nota: Se debe especificar el tamaño del argumento de dirección de mascara de red, incluso si es una subred de 32 bit, se usa **10.0.0.1/32** para ipaddress=10.0.0.1 y mascara de red netmask=255.255.255.255

5.5 Tareas Básicas de Configuración

5.5.1 Administración de Interfaces

Antes de realizar la configuración de direcciones ip en el router, es necesario verificar, con en el menú **interface**, la lista de interfaces

disponibles. Si se han conectado las tarjetas de red, es muy probable que los drivers de los dispositivos hayan sido cargados automáticamente y revelen las interfaces que aparecen en la lista **/interface print** por ejemplo:

```
[admin@MikroTik] interface> print
Flags: X - disabled, D - dynamic, R - running
#  NAME                TYPE          RX-RATE  TX-RATE  MTU
0  R ether1             ether         0        0        1500
1  R ether2             ether         0        0        1500
2  X wavelan1           wavelan      0        0        1500
3  X prism1             wlan          0        0        1500
[admin@MikroTik] interface>
```

Las interfaces necesitan ser habilitadas, para poder ser usadas por las comunicaciones, por lo cual se usa el comando **/interface enable name** para habilitar la interface con un número o nombre dado, por ejemplo:

```
[admin@MikroTik] interface> print
Flags: X - disabled, D - dynamic, R - running
#  NAME                TYPE          RX-RATE  TX-RATE  MTU
0  X ether1             ether         0        0        1500
1  X ether2             ether         0        0        1500
[admin@MikroTik] interface> enable 0
[admin@MikroTik] interface> enable ether2
[admin@MikroTik] interface> print
Flags: X - disabled, D - dynamic, R - running
#  NAME                TYPE          RX-RATE  TX-RATE  MTU
0  R ether1             ether         0        0        1500
1  R ether2             ether         0        0        1500
[admin@MikroTik] interface>
```

El nombre de interface puede ser cambiado de forma más descriptiva usando el comando **/interface set**:

```
[admin@MikroTik] interface> set 0 name=Local; set 1 name=Public
[admin@MikroTik] interface> print
Flags: X - disabled, D - dynamic, R - running
#  NAME                TYPE          RX-RATE  TX-RATE  MTU
0  R Local             ether         0        0        1500
1  R Public            ether         0        0        1500
[admin@MikroTik] interface>
```

Nota

Los drivers de los dispositivos para NE2000 compatibles con las tarjetas ISA necesitan ser cargado usando el comando **add** bajo los /drivers menu. Por ejemplo para cargar el driver para la tarjeta con IO address 0x280 y IRQ 5, lo cual es suficiente con este comando realizándose de la siguiente manera:

```
[admin@MikroTik] driver> add name=ne2k-isa io=0x280
[admin@MikroTik] driver> print
Flags: I - invalid, D - dynamic
#   DRIVER                               IRQ IO      MEMORY    ISDN-PROTOCOL
0 D RealTek 8139
1 D Intel EtherExpressPro
2 D PCI NE2000
3   ISA NE2000                           280
4   Moxa C101 Synchronous                  C8000
[admin@MikroTik] driver>
```

Algunos otros drivers deben agregados manualmente.

5.5.2 El comando Setup

La configuración inicial del router puede ser hecha usando el comando **/setup**, el cual ofrece la siguiente configuración:

- Reset toda la configuración del router
- Carga del driver de interface
- Configuración de dirección ip y Gateway
- Configuración cliente Dhcp
- Configuración servidor Dhcp
- Configuración cliente pppoe

- Configuración cliente pptp

5.5.3 Configuración de dirección IP en el router utilizando el comando setup

Ejecute el comando **/setup** desde la línea de comandos:

```
[admin@MikroTik] > setup
Setup uses Safe Mode. It means that all changes that are made during setup
are reverted in case of error, or if [Ctrl]+[C] is used to abort setup. To keep
changes exit setup using the [X] key.

[Safe Mode taken]
Choose options by pressing one of the letters in the left column, before
dash. Pressing [X] will exit current menu, pressing Enter key will
select the
entry that is marked by an '*'. You can abort setup at any time by pressing
[Ctrl]+[C].
Entries marked by '+' are already configured.
Entries marked by '-' cannot be used yet.
Entries marked by 'X' cannot be used without installing additional packages.
  r - reset all router configuration
+ l - load interface driver
* a - configure ip address and gateway
  d - setup dhcp client
  s - setup dhcp server
  p - setup pppoe client
  t - setup pptp client
  x - exit menu
your choice [press Enter to configure ip address and gateway]: a
```

Para configurar la dirección ip y el gateway, se presiona **a** o [Enter], si la opción **a** es escogida esta se marca con el símbolo asterisco (**!*!**).

```
* a - add ip address
- g - setup default gateway
  x - exit menu
your choice [press Enter to add ip address]: a
```

Escoja la opción a para agregar la dirección ip, la primera vez en la configuración se pregunta a cual interface se le se será asignada la dirección ip. Si la configuración ofrece una interface no deseada, borre la opción escogida y presione la tecla [Tab] dos veces para ver todas las interfaces disponibles. Después de escoger la interface asígnele dirección ip y mascara de red a si:

```
your choice: a
enable interface:
ether1 ether2 wlan1
enable interface: ether1
ip address/netmask: 10.1.0.66/24
#Enabling interface
/interface enable ether1
#Adding IP address
/ip address add address=10.1.0.66/24 interface=ether1 comment="added by setup"
+ a - add ip address
* g - setup default gateway
  x - exit menu
your choice: x
```

5.6 winbox

Winbox es una herramienta para la administración de RouterOS mediante Windows, con una interfaz grafica fácil de usar, que nos permite manipular todas las características del RouterOS de una manera práctica y sencilla. Para utilizar Winbox solo hay que descargar el archivo Winbox.exe y ejecutarlo, luego se ingresa la dirección ip del router, con el usuario y la contraseña, que Por defecto son:

Login: admin

Password: (no se ingresa nada)

Figura 6. Cuadro de ingreso a Winbox

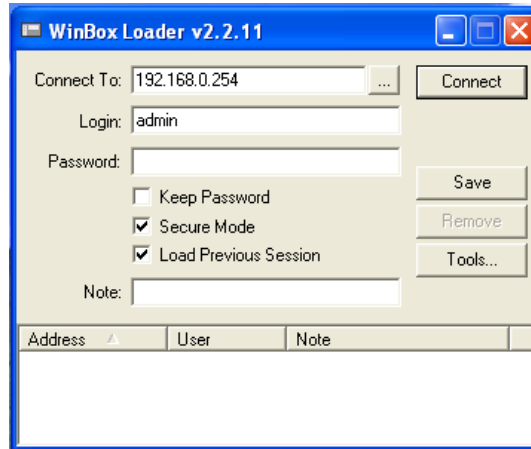
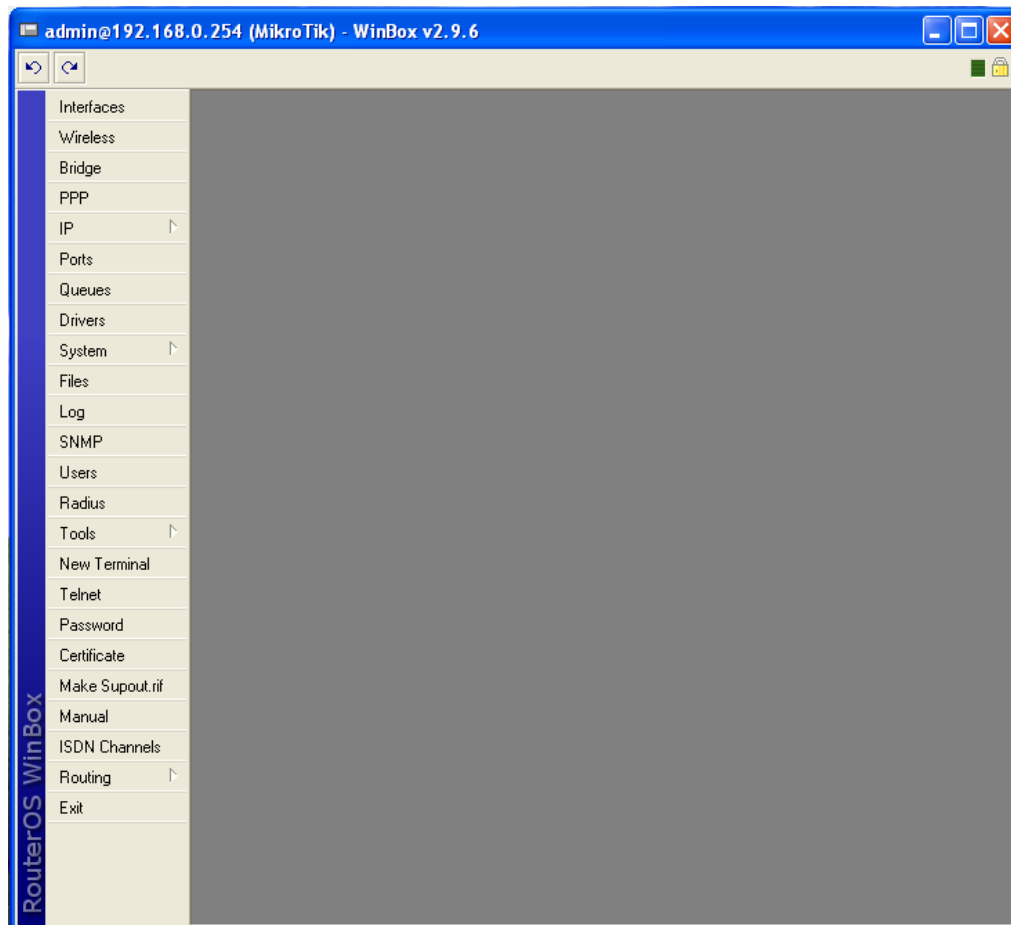


Figura 7. Interfaz grafica Winbox



6 PRACTICAS DE LABORATORIO

6.1 CONFIGURACION DE MIKROTIK RouterOS

OBJETIVOS

- Realizar la configuración del software RouterOS de MikroTik, y familiarizarse con el mismo.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar las distintas interfaces del router dentro de una o varias redes.

INVESTIGACIÓN PREVIA

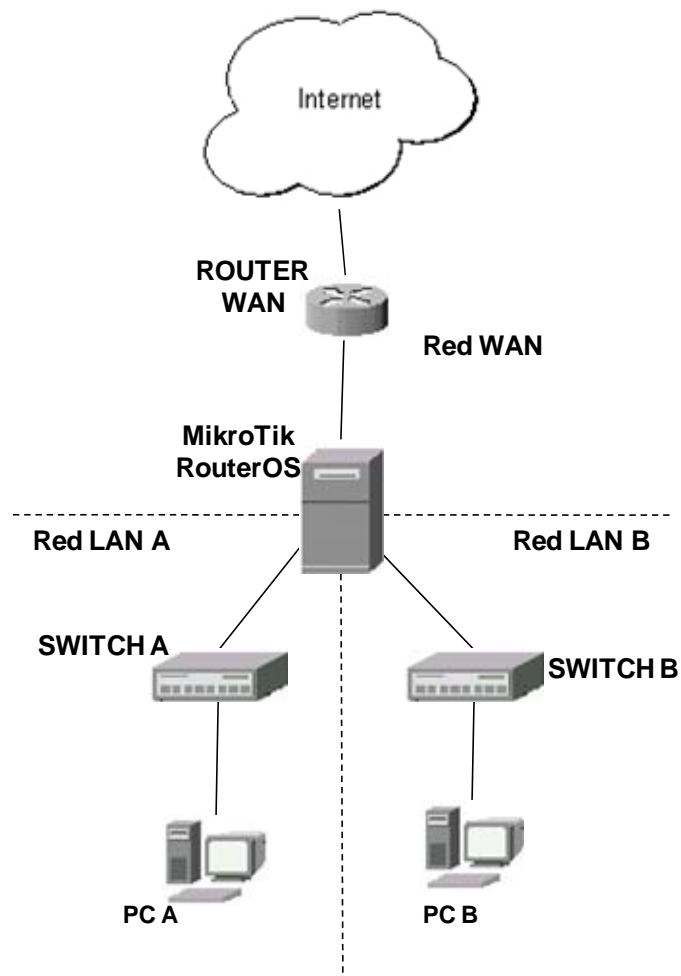
- ¿Características de RouterOS?
- ¿Funciones de un Router en una Red IP?

REQUERIMIENTOS

- Un computador AMD o INTEL, con 1GB de disco, 256MB RAM, múltiples puertos PCI
- Tres tarjetas PCI de Red 100Mbps con chipset Realtek.
- Dos computadores con Windows XP
- Dos Switches 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 8. Esquema de Conexión para configurar RouterOS



- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 8, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A: 192.168.0.1/24

DIRECCION IP PC B: 169.254.0.1/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 1 RED LAN B: 169.254.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24

- 2) Asignar los nombres de las interfaces del MikroTik RouterOS.
- 3) Comprobar la comunicación haciendo ping entre el PC y la interfaz del router perteneciente a la misma red.
- 4) Configurar la tabla de ruteo del router. Para establecer comunicación entre las redes LAN A, LAN B y WAN.
- 5) Hacer ping entre los PC's A y B.
- 6) Configurar el router como Gateway de las redes conectadas a este, para tener conectividad hacia la red WAN.
- 7) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

6.2 CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE EL MARCADO DE PAQUETES POR DIRECCION IP

OBJETIVOS

- Realizar marcado de paquetes mediante la dirección IP de cada host, para controlar el ancho de banda de la red
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar scripts para realizar el marcado de paquetes.

INVESTIGACIÓN PREVIA

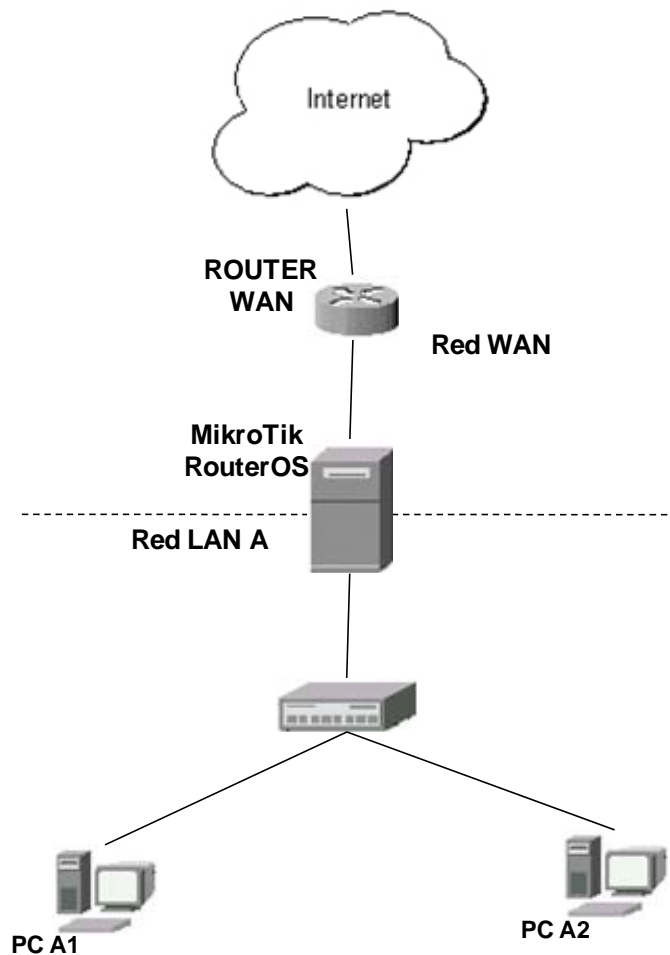
- ¿Por qué se implementa control de ancho de banda en una red IP?
- ¿En qué consiste el marcado de paquetes mediante la dirección IP?

REQUERIMIENTOS

- MikroTik RouterOS funcional
- Dos computadores con Windows XP
- Un Switch 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 9. Esquema de Conexión para control de ancho de banda mediante marcado de paquetes por dirección ip



- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 9, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

DIRECCION IP PC A2: 192.168.0.2/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24

- 2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.
- 3) Realizar una descarga idéntica y simultanea en ambos computadores y verificar el comportamiento de ambas descargas.
- 4) Establecer scripts para upload y download
- 5) Configurar el tipo de cola para activar el proceso de división de ancho de banda por grupo o categoría.
- 6) Crear la cola principal por donde van a salir los paquetes hacia la WAN, asignando mayor ancho de banda al tráfico proveniente del PCA1.
- 7) Realizar las mismas descargas efectuadas antes de implementar el control de ancho de banda en ambos equipos, y verificar su comportamiento.
- 8) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

6.3 CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE LA DIFERENCIACION DE SERVICIOS

OBJETIVOS

- Realizar control de ancho de banda en la red diferenciando tres tipos de servicios, http, p2p (person to person), y el resto de tráfico separado.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar el router para diferenciar los tres tipos de tráfico que se van a controlar.

INVESTIGACIÓN PREVIA

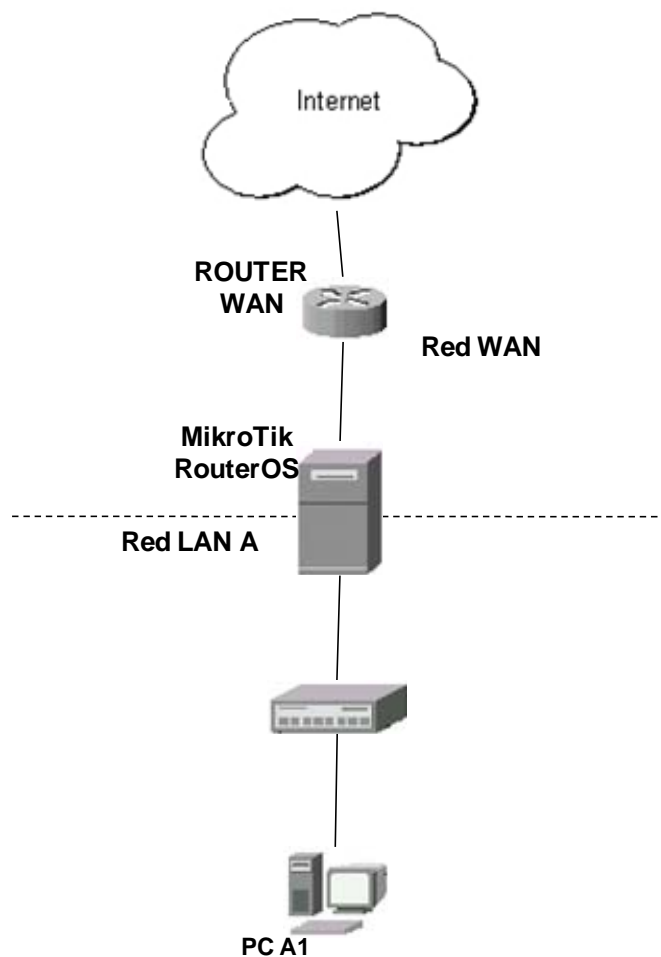
- ¿En qué consiste la diferenciación de servicios?
- ¿Cuáles son los tipos de servicios más comunes en una red IP?

REQUERIMIENTOS

- MikroTik RouterOS funcional
- Un computadores con Windows XP
- Un Switch 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 10. Esquema de Conexión para control de ancho de banda por diferenciación de servicios



- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 10, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24

- 2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.
- 3) Realizar simultáneamente una descarga por http y una por p2p (Ares), y verificar el comportamiento de ambas descargas.
- 4) Establecer el marcado de paquetes para servicio http.
- 5) Establecer el marcado de paquetes para servicio p2p y resto de tráfico.
- 6) Implementar una cola que limite todo el tráfico que sale y entra al PC, e implementar las subcolas para los diferentes tipos de servicios.
- 7) Realizar las mismas descargas efectuadas antes de implementar el control de ancho de banda por diferenciación de servicios, y verificar su comportamiento.
- 8) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

6.4 REPARTO EQUITATIVO DE ANCHO DE BANDA ENTRE UN NUMERO DETERMINADO DE USUARIOS EN UNA RED IP

OBJETIVOS

- Dividir equitativamente entre un número determinado de usuarios, el ancho de banda en una red.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar el router para dividir equitativamente el ancho de banda en una red.

INVESTIGACIÓN PREVIA

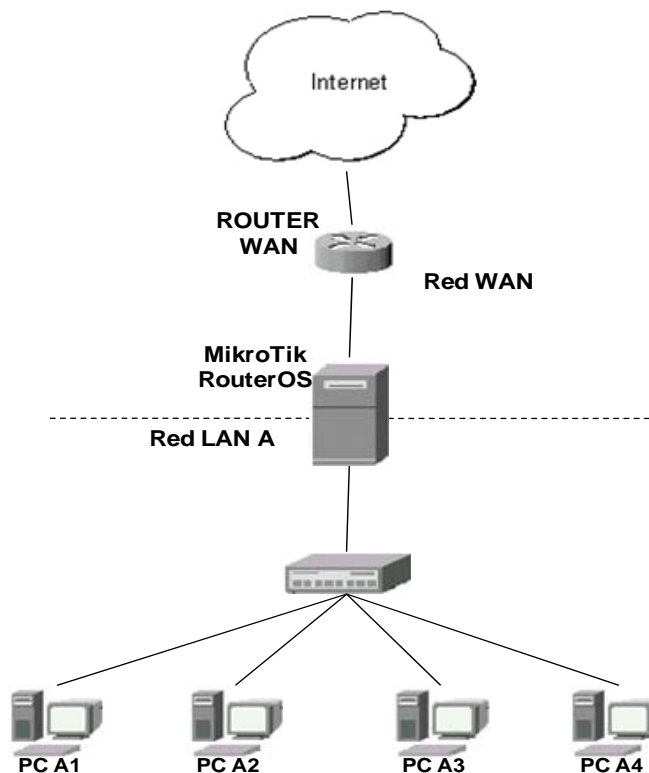
- ¿Qué ventajas ofrece el reparto equitativo de ancho de banda?
- ¿Cuál es el mejor método para repartir equitativamente el ancho de banda?

REQUERIMIENTOS

- MikroTik RouterOS funcional
- Cuatro computadores con Windows XP
- Un Switch 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 11. Esquema de Conexión para reparto equitativo de ancho de banda.



- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 11, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

DIRECCION IP PC A2: 192.168.0.2/24

DIRECCION IP PC A3: 192.168.0.3/24

DIRECCION IP PC A4: 192.168.0.4/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24

- 2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.
- 3) Realizar simultáneamente una descarga en todos los computadores, y verificar el comportamiento de ambas descargas.
- 4) Establecer el marcado de todos los paquetes que entran al router.
- 5) Establecer dos tipos de colas, una para upload y otra para download, estableciendo velocidades límite de upload 8kbps y download 16kbps para cada equipo.
- 6) Implementar reglas para las colas de upload y download que limite todo el tráfico que sale y entra al PC.
- 7) Realizar las mismas descargas efectuadas antes de implementar el control de ancho de banda, y verificar su comportamiento.
- 8) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

6.5 BALANCEO DE CARGA POR TIPO DE TRAFICO

OBJETIVOS

- Balancear la carga de salida de la red dependiendo del tipo de trafico que circule por esta.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar el router para balancear la carga por el tipo de tráfico.

INVESTIGACIÓN PREVIA

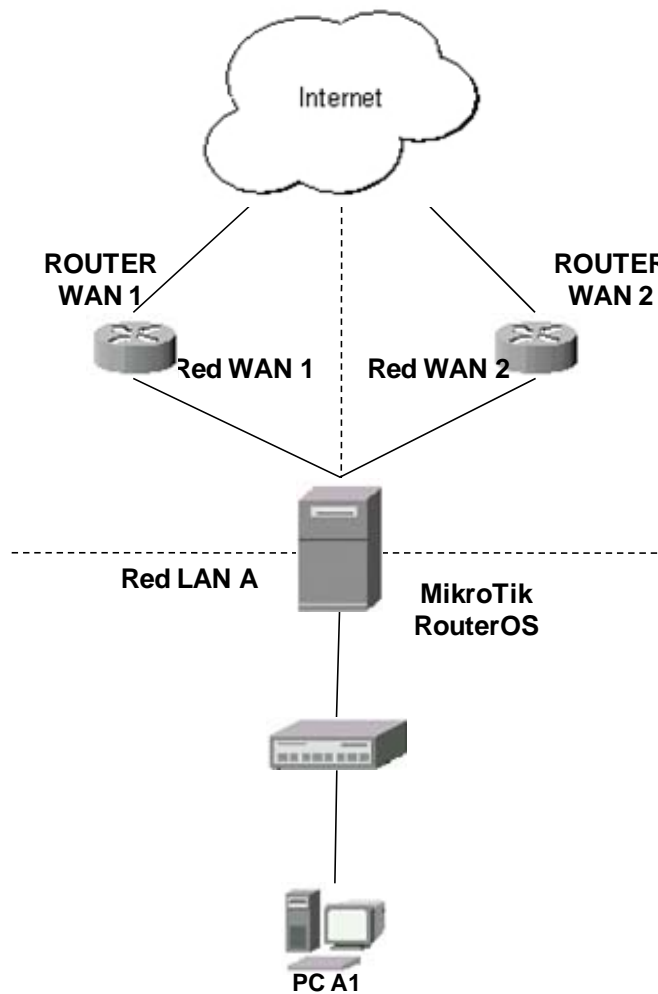
- ¿En qué consiste el balanceo de carga?
- ¿Cuáles son los tipos de tráfico que se pueden separar?

REQUERIMIENTOS

- MikroTik RouterOS funcional
- Un computador con Windows XP
- Un Switch 100Mbps
- Dos canales de salida a internet

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 12. Esquema de Conexión para balanceo de carga por tipo de tráfico



- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 12, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 1 RED WAN 1: 10.1.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN 2: 10.2.0.254/24

- 2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.
- 3) Con el comando tracert, verificar la ruta que toman los paquetes al dirigirse a una pagina web.
- 4) Marcar los tipos de trafico que van a circular en la red.
- 5) Establecer tablas de ruteo para forzar el trafico por una determinada conexión WAN.
- 6) Ejecutar nuevamente el comando tracert, y verificar la ruta que toman los paquetes al dirigirse a una página web.
- 7) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

7 SOLUCIÓN PRÁCTICAS DE LABORATORIO (GUIAS DEL PROFESOR)

7.1 CONFIGURACION DE MIKROTIK RouterOS

OBJETIVOS

- Realizar la configuración del software RouterOS de MikroTik, y familiarizarse con el mismo.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar las distintas interfaces del router dentro de una o varias redes.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- ¿Características de RouterOS?

Mikrotik RouterOS™ es un sistema operativo y software con el que se convierte a un PC o una placa Mikrotik RouterBOARD™ en un router dedicado. Realiza todo lo que un router propietario por un coste muy inferior, brindando flexibilidad de actualización, facilidad en la administración y mantenimiento.

- ¿Funciones de un Router en una Red IP?

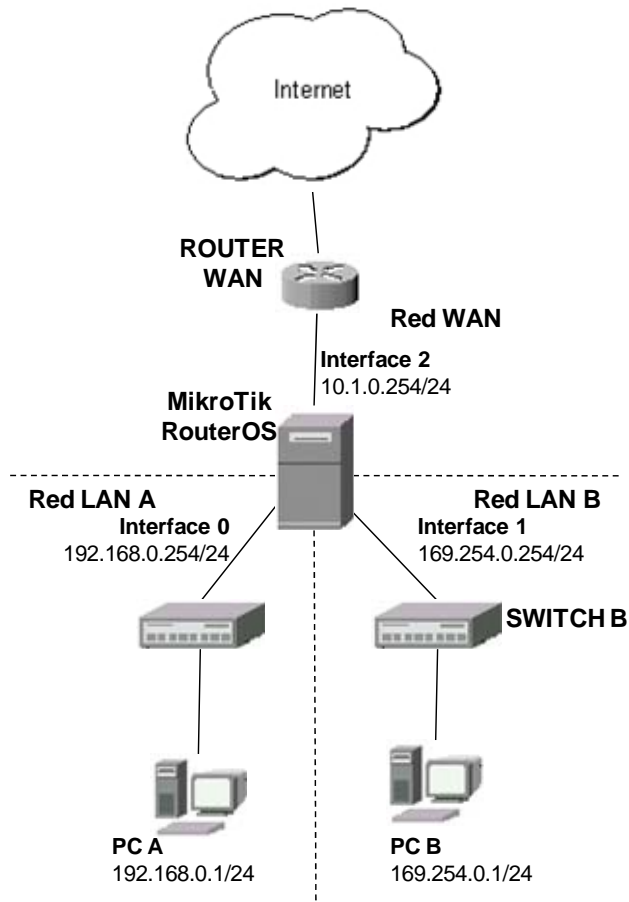
Los routers constituyen los nodos de interconexión de datos en las redes IP.

REQUERIMIENTOS

- Un computador AMD o INTEL, con 1GB de disco, 256MB RAM, múltiples puertos PCI
- Tres tarjetas PCI de Red 100Mbps con chipset Realtek.
- Dos computadores con Windows XP
- Dos Switches 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 13. Esquema de Conexión para configurar RouterOS con sus direcciones IP.



- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 6, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

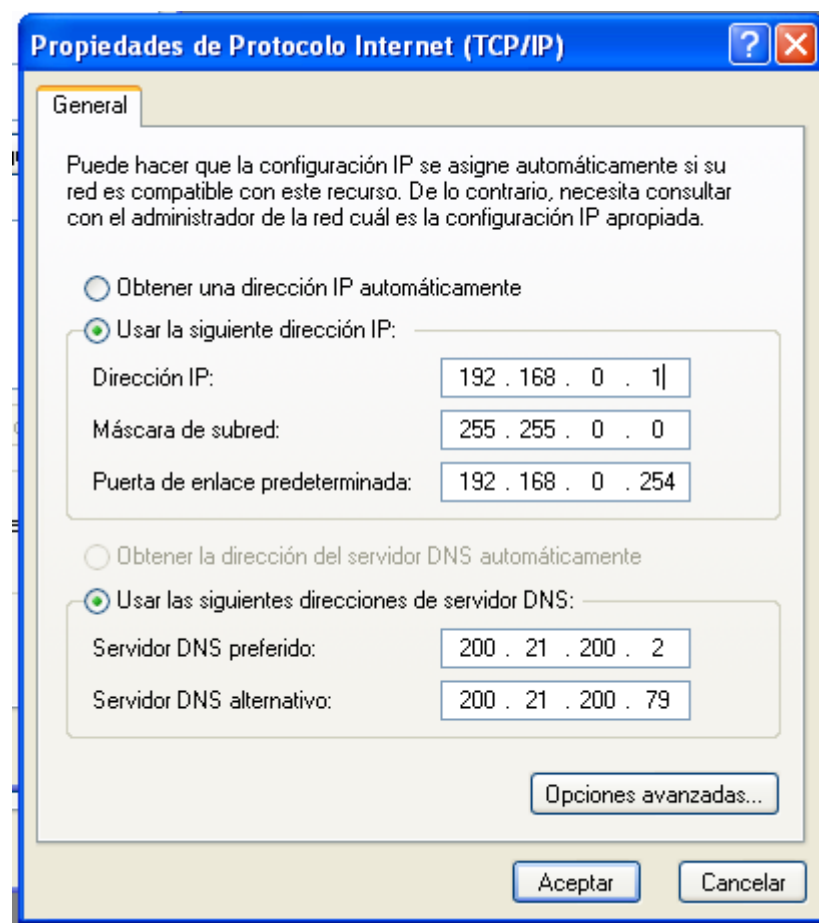
DIRECCION IP PC A: 192.168.0.1/24

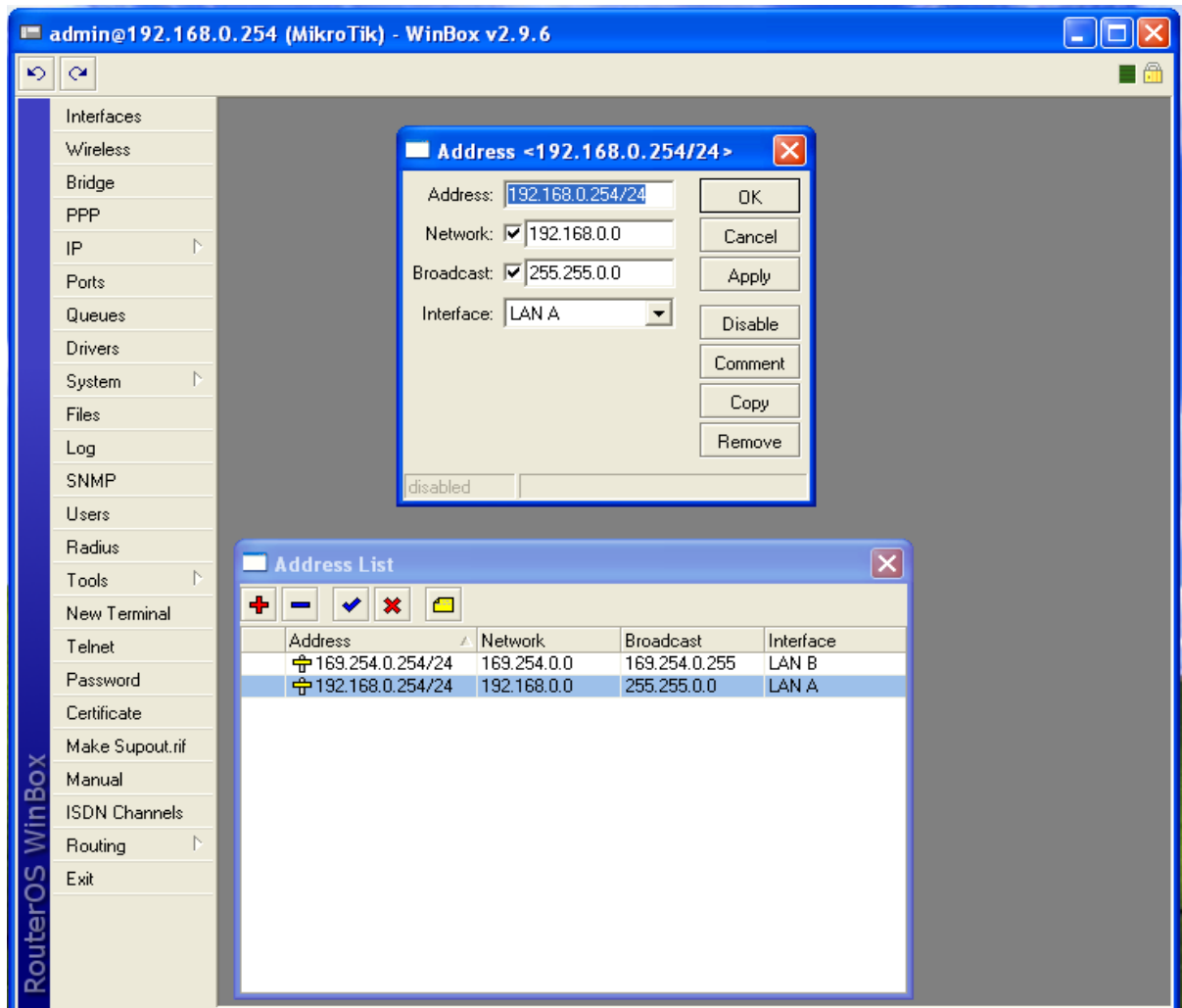
DIRECCION IP PC B: 169.254.0.1/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

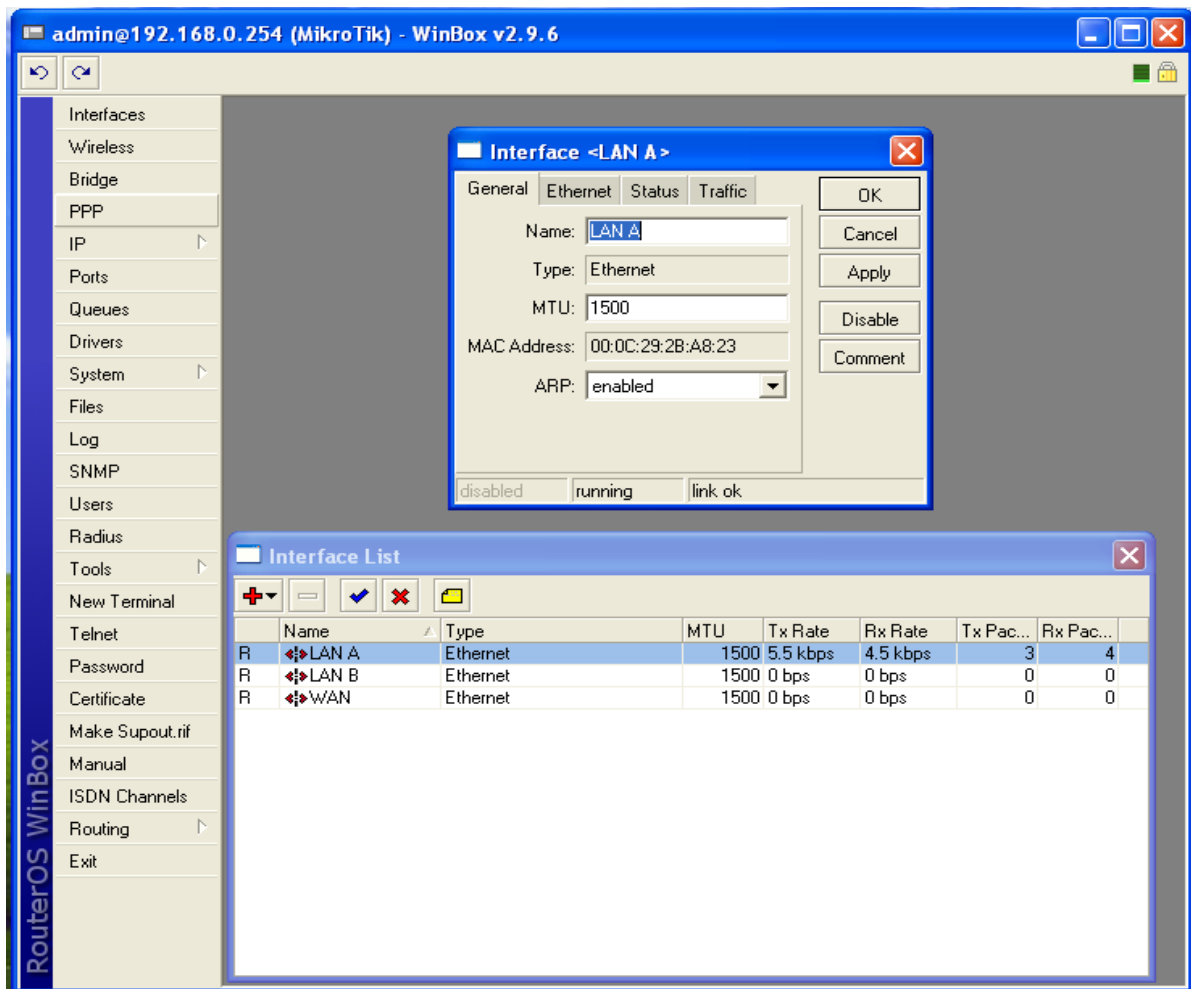
DIRECCION IP INTERFACE 1 RED LAN B: 169.254.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24





2) Asignar los nombres de las interfaces del MikroTik RouterOS.



- 3) Comprobar la comunicación haciendo ping entre el PC y la interfaz del router perteneciente a la misma red.

```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 192.168.0.254

Haciendo ping a 192.168.0.254 con 32 bytes de datos:

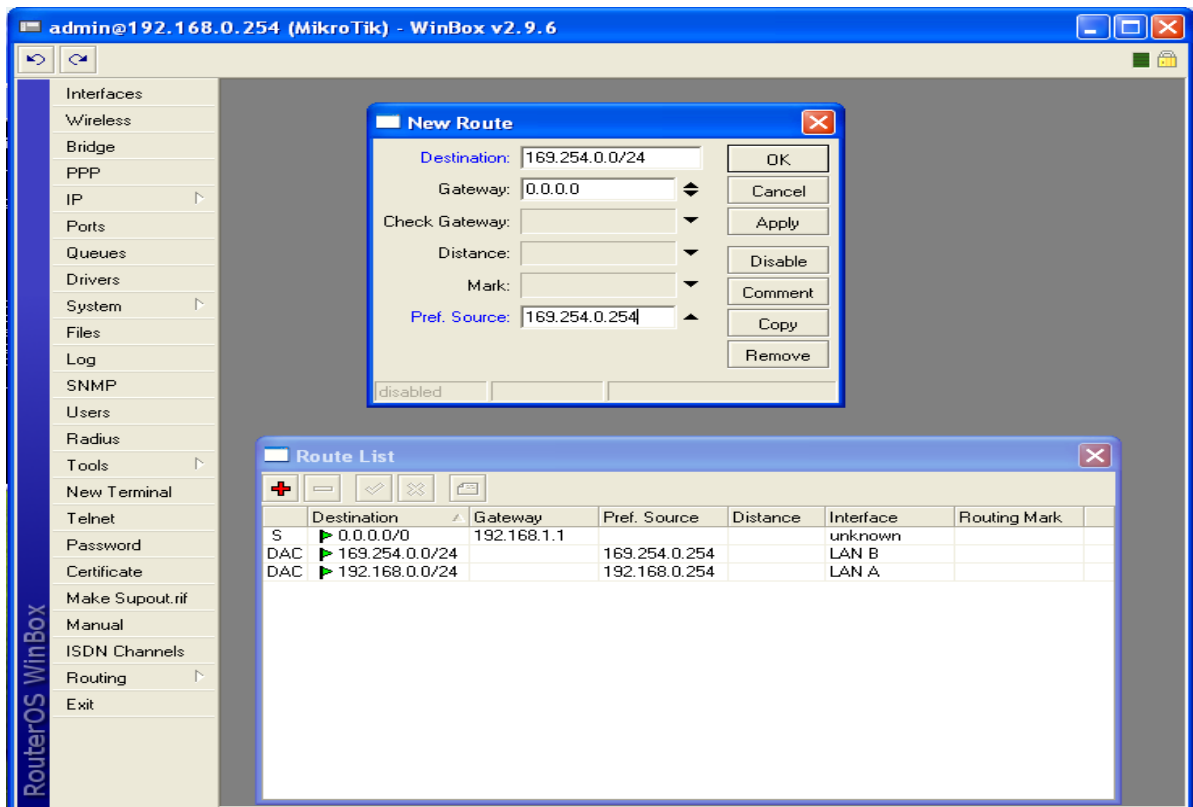
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo=9ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.0.254:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 9ms, Media = 2ms

C:\Documents and Settings\Administrador>_

```

- 4) Configurar la tabla de ruteo del router. Para establecer comunicación entre las redes LAN A, LAN B y WAN.



- 5) Hacer ping entre los PC's A y B.

```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127

Estadísticas de ping para 192.168.0.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 192.168.0.1

Haciendo ping a 192.168.0.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo=95ms TTL=127
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127
Respuesta desde 192.168.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127

Estadísticas de ping para 192.168.0.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 95ms, Media = 23ms
  
```

```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
Respuesta desde 169.254.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127
Respuesta desde 169.254.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127

Estadísticas de ping para 169.254.0.1:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
  (0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 169.254.0.1

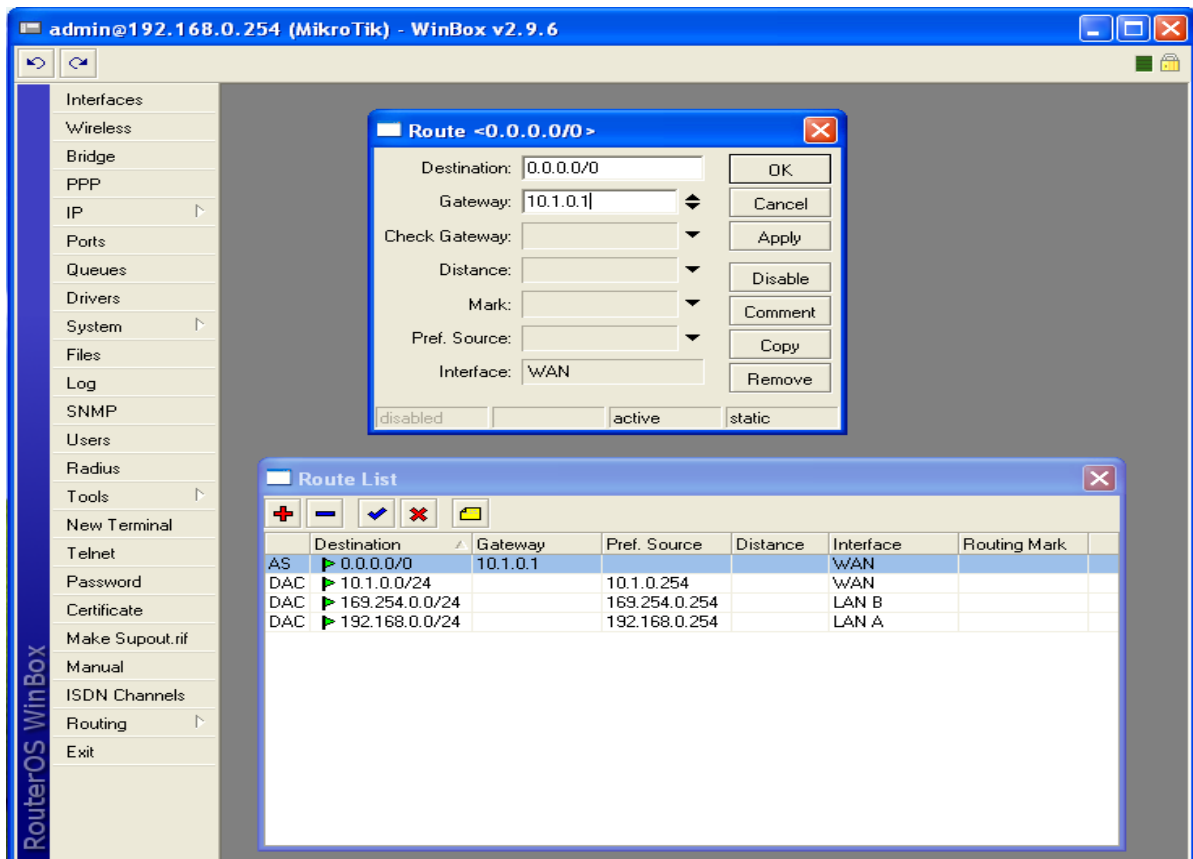
Haciendo ping a 169.254.0.1 con 32 bytes de datos:

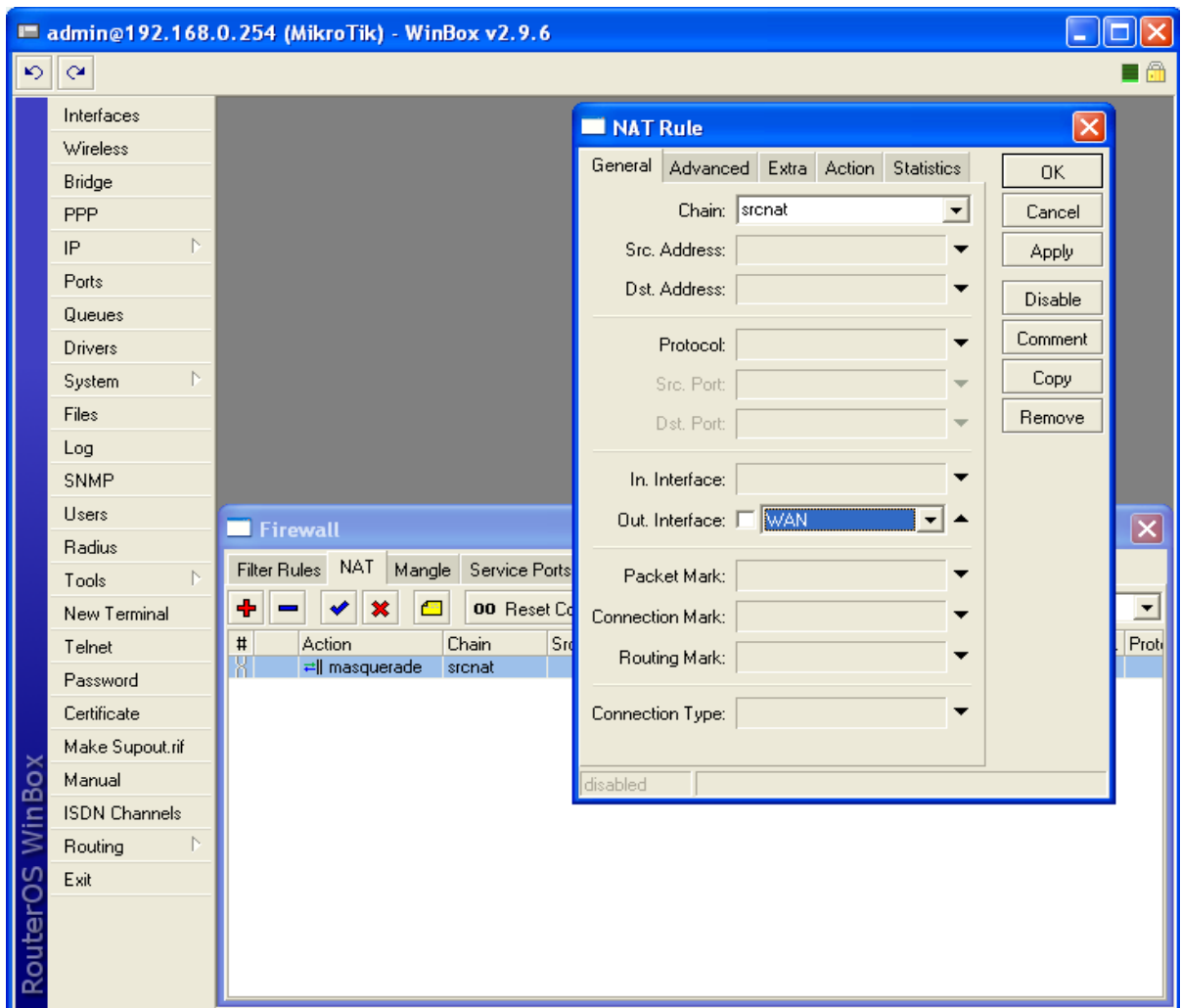
Respuesta desde 169.254.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=127
Respuesta desde 169.254.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127
Respuesta desde 169.254.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127
Respuesta desde 169.254.0.1: bytes=32 tiempo<1m TTL=127

Estadísticas de ping para 169.254.0.1:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
  (0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

```

6) Configurar el router como Gateway de las redes conectadas a este, para tener conectividad hacia la red WAN.





7) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

En la primera parte de la práctica, se pudo observar que los computadores estaban conectados al router y a su vez a otros computadores pertenecientes a diferentes redes mediante las rutas que se definieron en la configuración del router.

7.2 CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE EL MARCADO DE PAQUETES POR DIRECCION IP

OBJETIVOS

- Realizar marcado de paquetes mediante la dirección IP de cada host, para controlar el ancho de banda de la red
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar scripts para realizar el marcado de paquetes.

INVESTIGACIÓN PREVIA

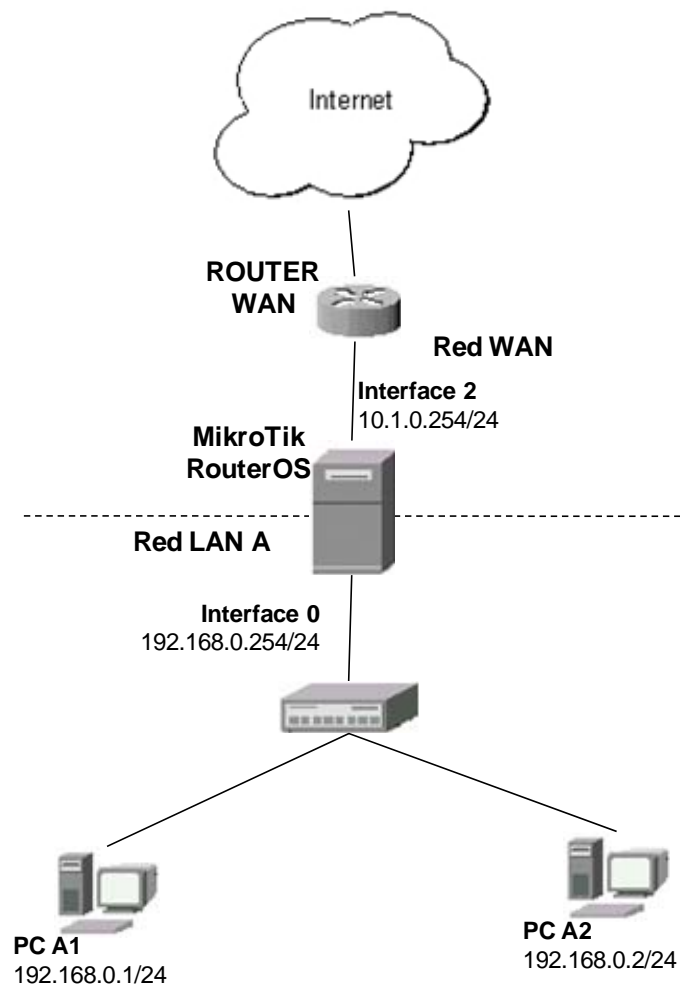
- ¿Por qué se implementa control de ancho de banda en una red IP?
El control de ancho de banda es un elemento esencial en una red IP, dado que de esta manera se garantiza un tráfico libre de congestiones en la red, y se adapta a las necesidades de la misma, ya sea para priorizar tráfico de VoIP o restringir descargas P2P.
- ¿En qué consiste el marcado de paquetes mediante la dirección IP?
El marcado de paquetes mediante la dirección IP, consiste en agregar un encabezado a cada paquete IP, para que el equipo reconozca su prioridad, y según esta, definir el ancho de banda necesario para su tráfico en la red.

REQUERIMIENTOS

- Mikrotik RouterOS funcional
- Dos computadores con Windows XP
- Un Switch 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 14. Esquema de Conexión para control de ancho de banda mediante marcado de paquetes por dirección ip con sus direcciones ip



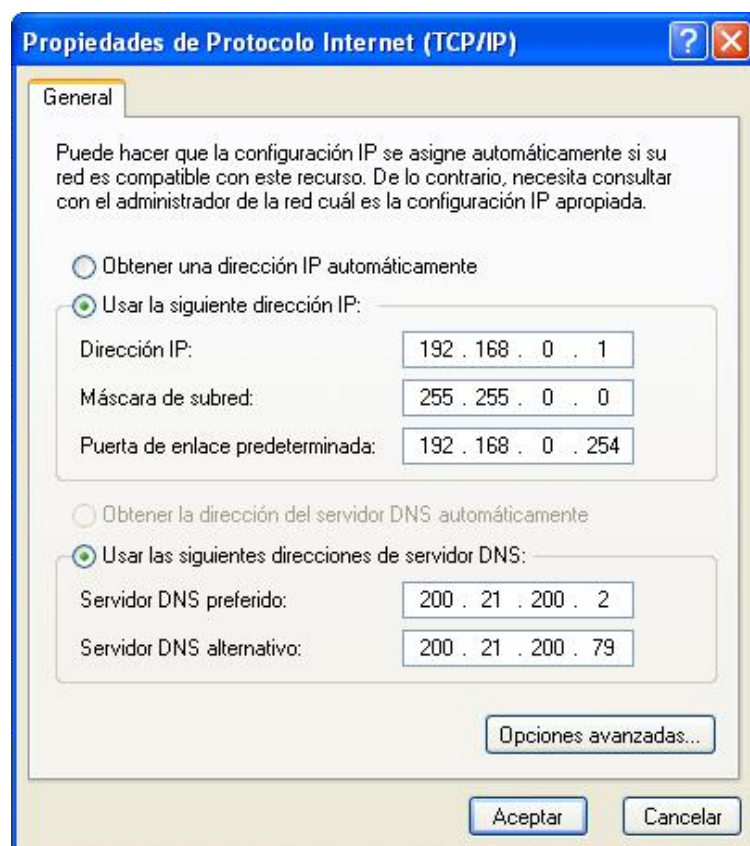
- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 6, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

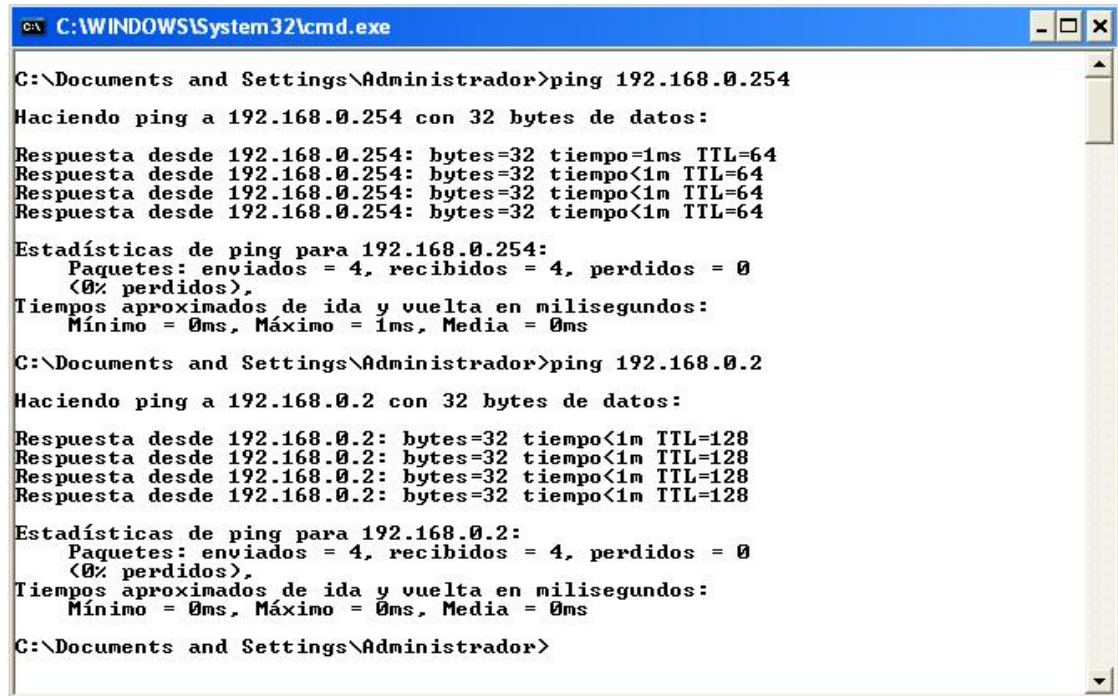
DIRECCION IP PC A2: 192.168.0.2/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24



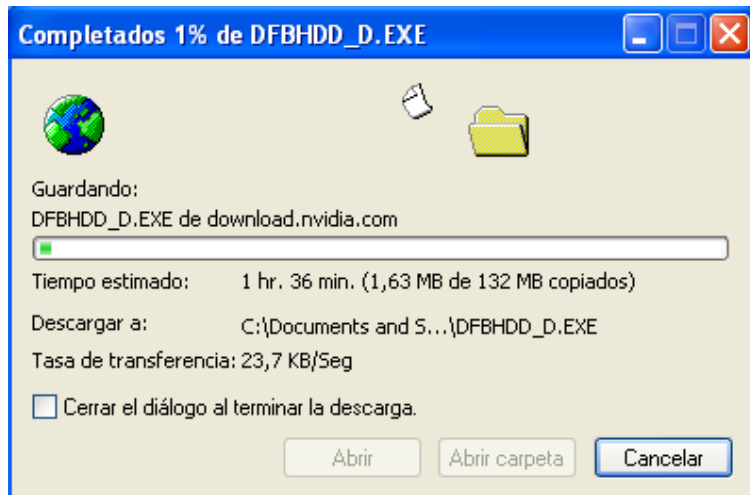
- 2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.



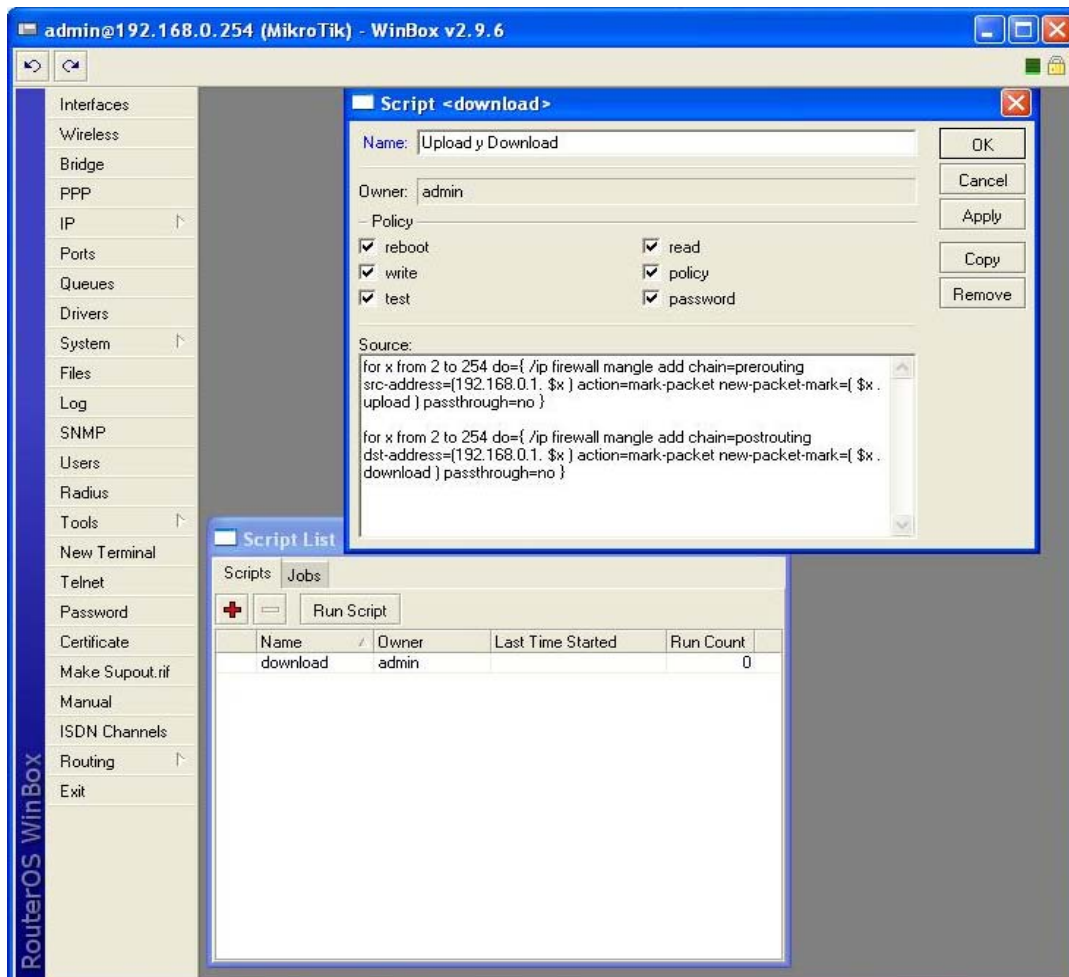
```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrador>ping 192.168.0.254
Haciendo ping a 192.168.0.254 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.0.254:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms
C:\Documents and Settings\Administrador>ping 192.168.0.2
Haciendo ping a 192.168.0.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.2: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Estadísticas de ping para 192.168.0.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
C:\Documents and Settings\Administrador>
```

- 3) Realizar una descarga idéntica y simultanea en ambos computadores y verificar el comportamiento de ambas descargas.





4) Establecer scripts para upload y download.



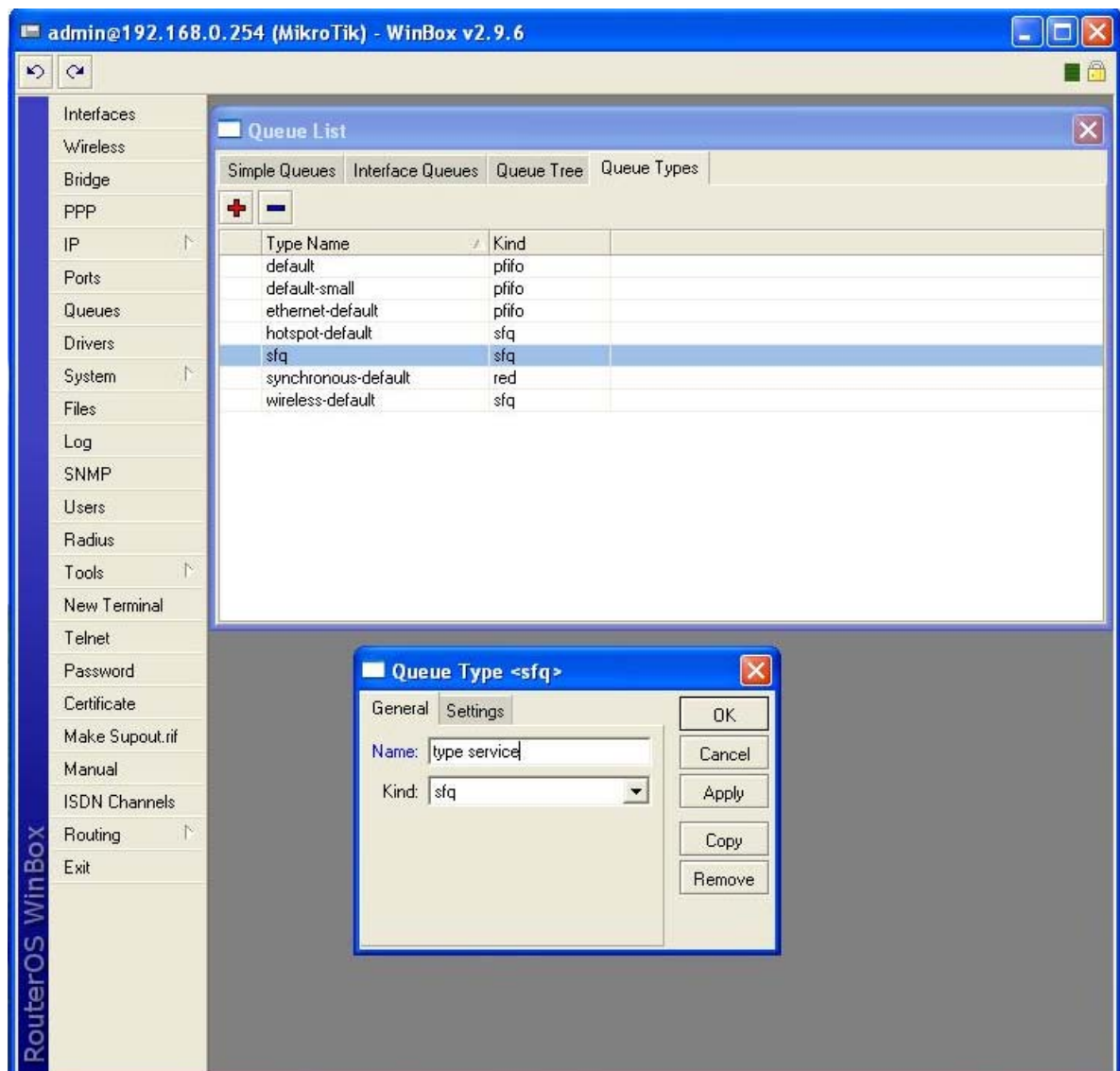
Script de upload:

```
for x from 2 to 254 do={ /ip firewall mangle add  
chain=prerouting src-address=(192.168.0.1 $x ) action=mark-  
packet new-packet-mark=( $x . upload ) passthrough=no }
```

Script de download:

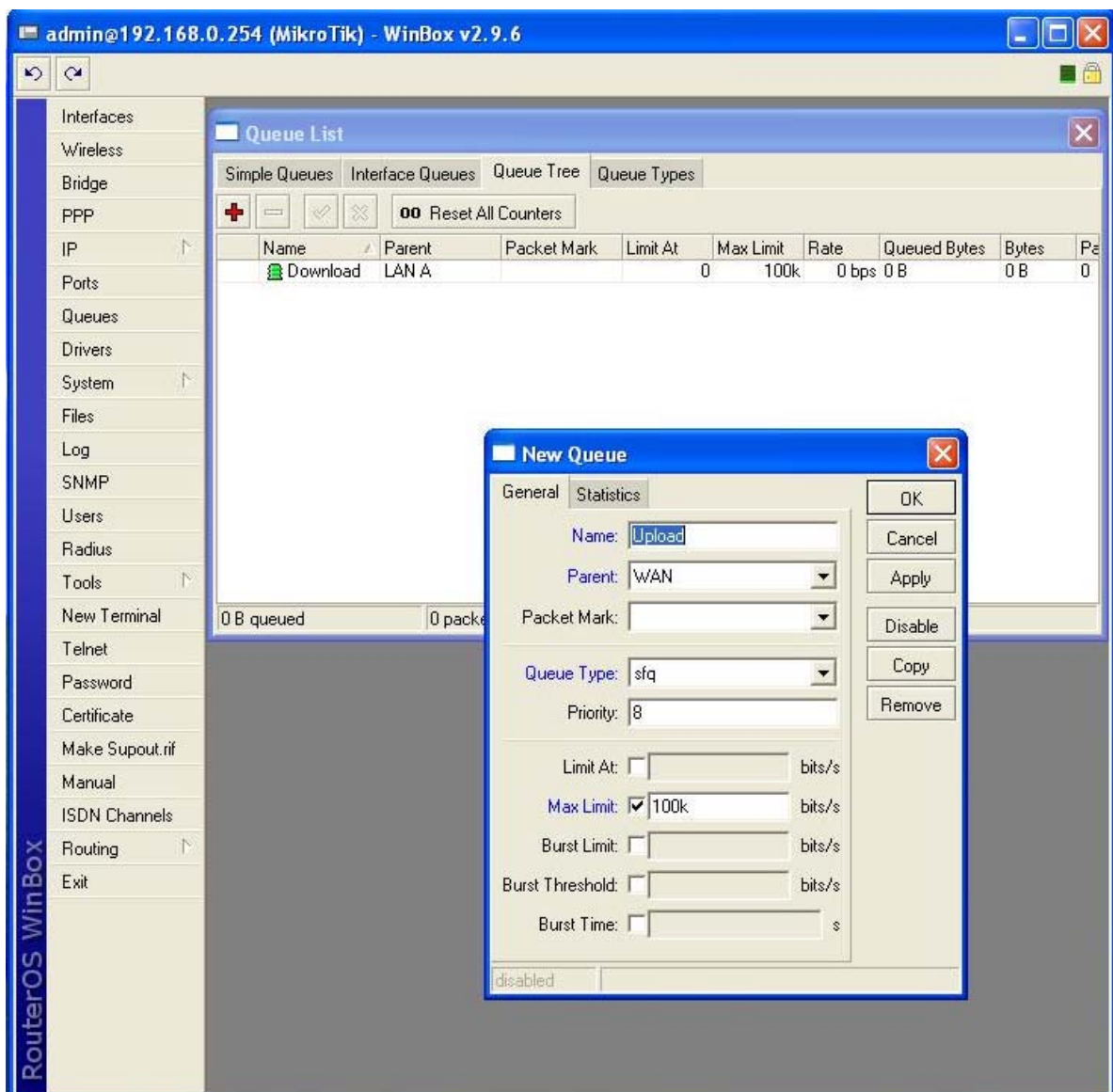
```
for x from 2 to 254 do={ /ip firewall mangle add  
chain=postrouting dst-address=(192.168.0.1 $x ) action=mark-  
packet new-packet-mark=( $x . download ) passthrough=no }
```

- 5) Configurar el tipo de cola para activar el proceso de división de ancho de banda por grupo o categoría.



Tipo de cola
name="sfq"
kind=sfq
perturb=5
allot=1514

- 6) Crear la cola principal por donde van a salir los paquetes hacia la WAN, asignando mayor ancho de banda al tráfico proveniente del PCA1.



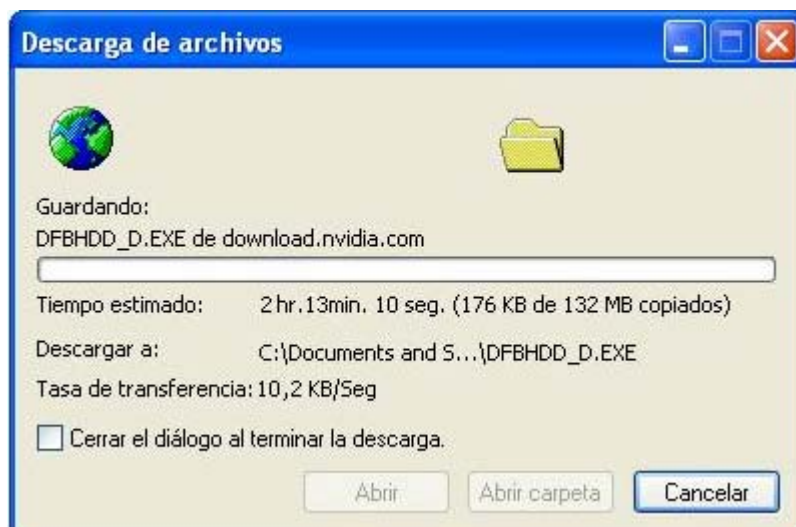
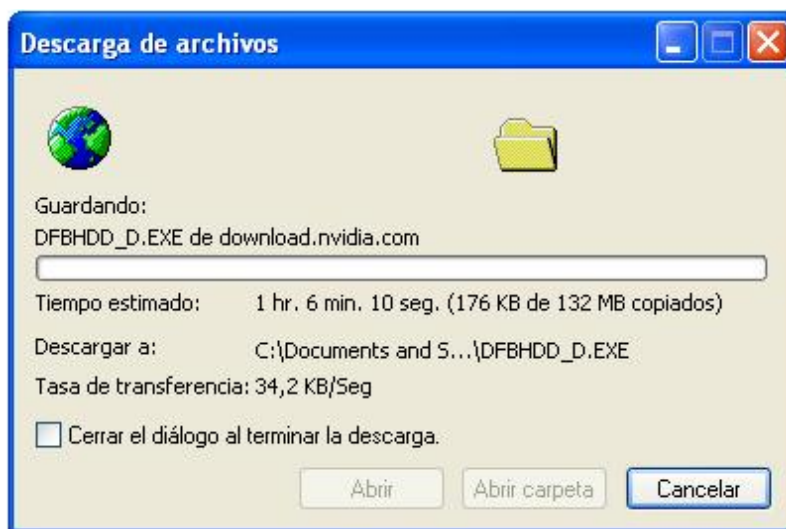
Cola Principal de Download:

```
queue tree  
name="Download"  
parent=LanA  
queue=sfq  
max-limit=100kb/s
```

Cola Principal de Upload:

```
queue tree  
name="Upload"  
parent=WAN  
queue=sfq  
max-limit=100kb/s
```

7) Realizar las mismas descargas efectuadas antes de implementar el control de ancho de banda en ambos equipos, y verificar su comportamiento.



8) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

En el desarrollo de la práctica, se pudo observar la eficiencia del método de control de ancho de banda por marcado de paquetes, ya que al momento de agregar los scripts y definir las colas, se garantizó un ancho de banda para el PCA1 mucho mayor que para el PCA2, y realizando la misma descarga en ambos equipos se notó la diferencia en la velocidad de download.

7.3 CONTROL DE ANCHO DE BANDA MEDIANTE LA DIFERENCIACION DE SERVICIOS

OBJETIVOS

- Realizar control de ancho de banda en la red diferenciando tres tipos de servicios, http, p2p (person to person), y el resto de tráfico separado.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar el router para diferenciar los tres tipos de tráfico que se van a controlar.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- ¿En qué consiste la diferenciación de servicios?

La diferenciación de servicios (diffserv) consiste en priorizar el tráfico de acuerdo al tipo de servicio que se ejecute, con el objetivo de garantizar el ancho de banda necesario, de acuerdo a las necesidades de la red.

- ¿Cuáles son los tipos de servicios más comunes en una red IP?

Son http (Hypertext Transfer Protocol), ftp (File Transfer Protocol), p2p (person to person) y VoIP (Voice over IP) entre otros.

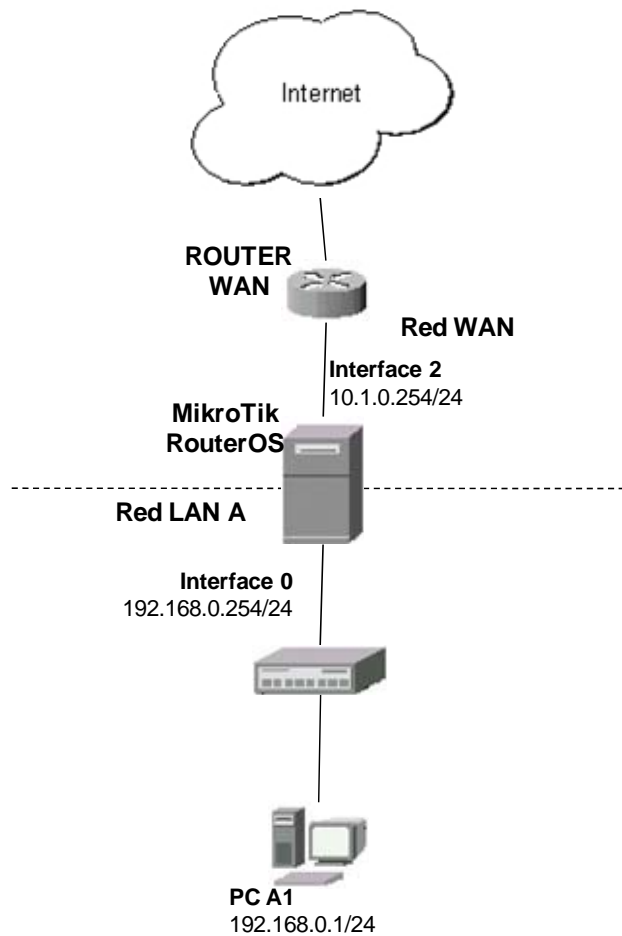
REQUERIMIENTOS

- Mikrotik RouterOS funcional
- Un computadores con Windows XP

- Un Switch 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 15. Esquema de Conexión para control de ancho de banda por diferenciación de servicios, con dirección ip

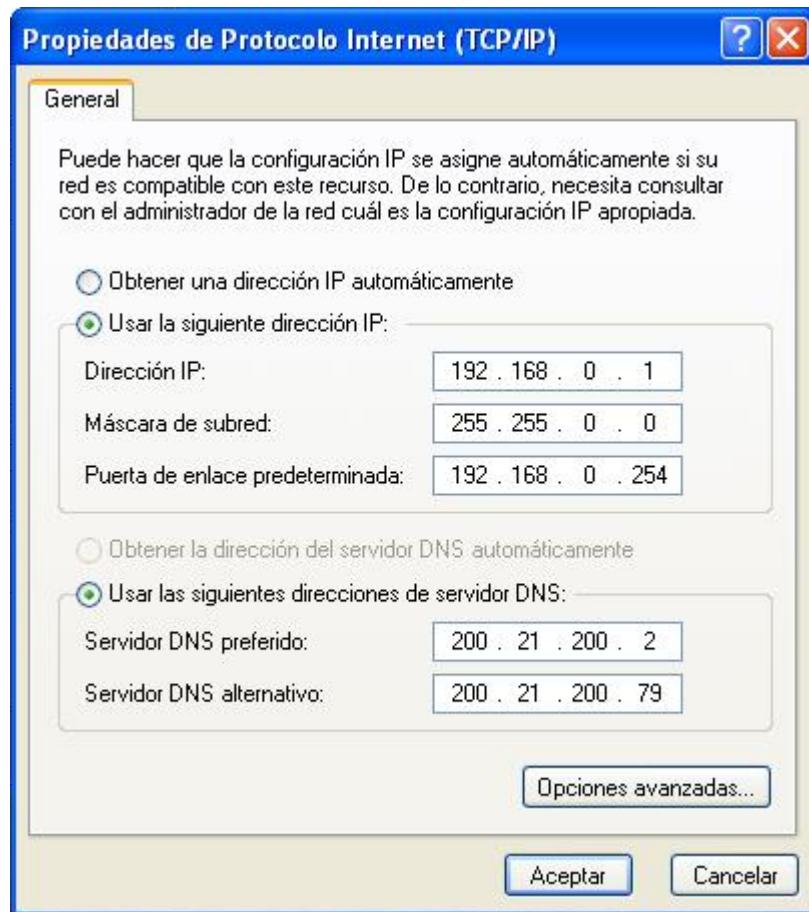


- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 6, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

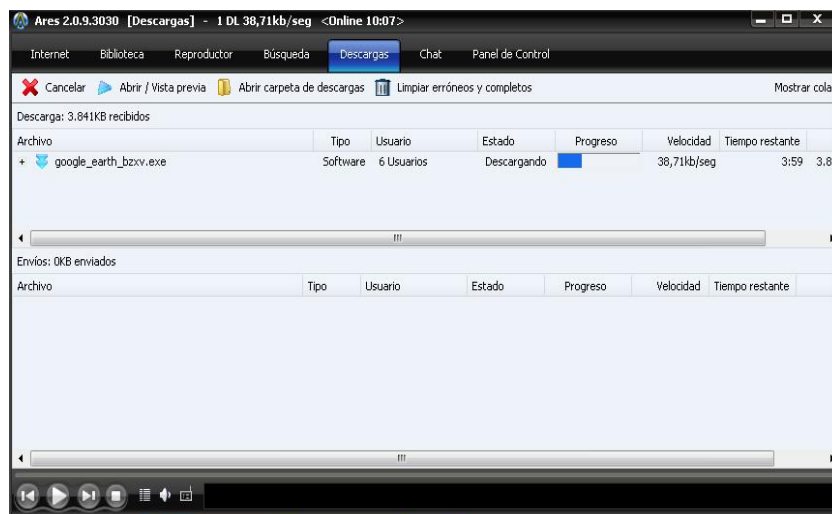
DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24



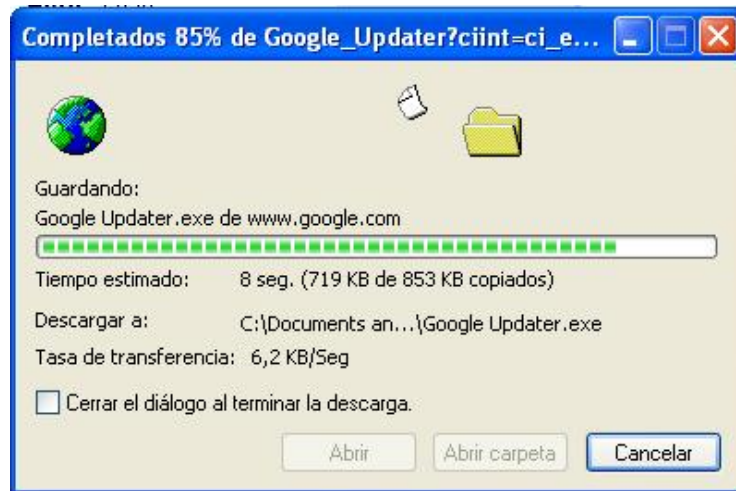
- 2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.

```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
Haciendo ping a 192.168.0.254 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo=31ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.0.254:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
  (<0% perdidos),
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 0ms, Máximo = 31ms, Media = 7ms
C:\Documents and Settings\Administrador>ping 10.1.0.1
Haciendo ping a 10.1.0.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=8ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Estadísticas de ping para 10.1.0.1:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
  (<0% perdidos),
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 8ms, Media = 2ms
```

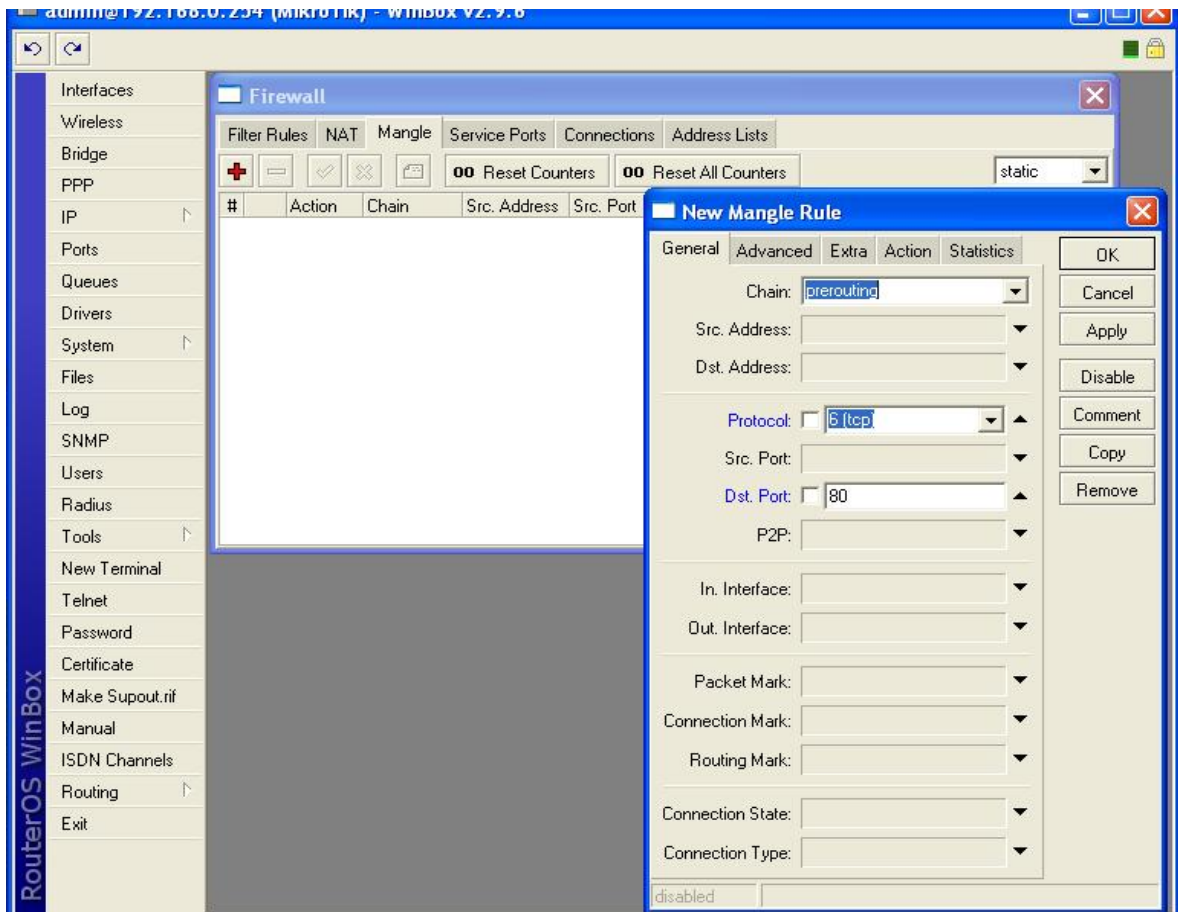
3) Realizar simultáneamente una descarga por http y una por p2p (Ares), y verificar el comportamiento de ambas descargas.



Velocidad
38,71kb/seg

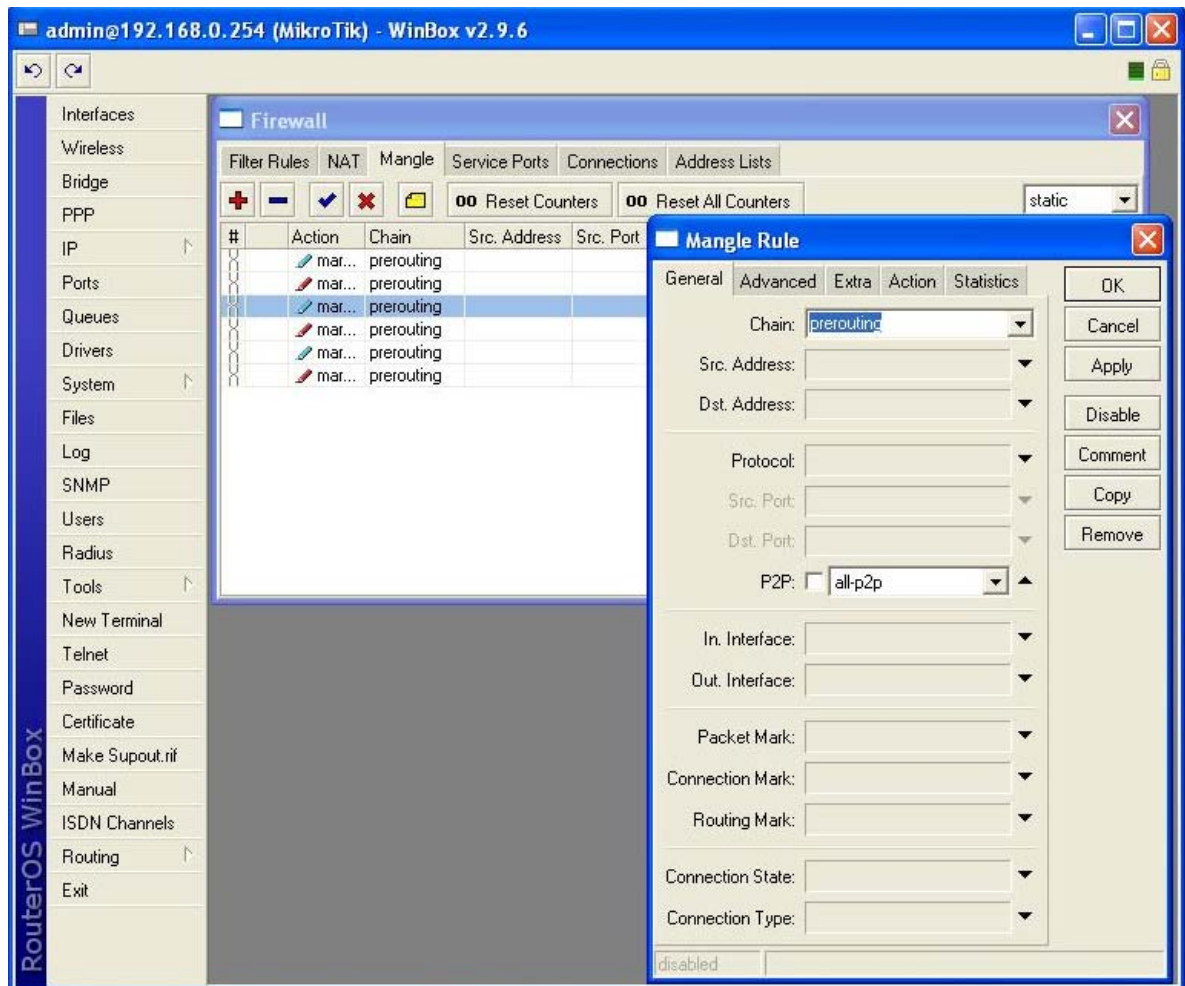


4) Establecer el marcado de paquetes para servicio http.



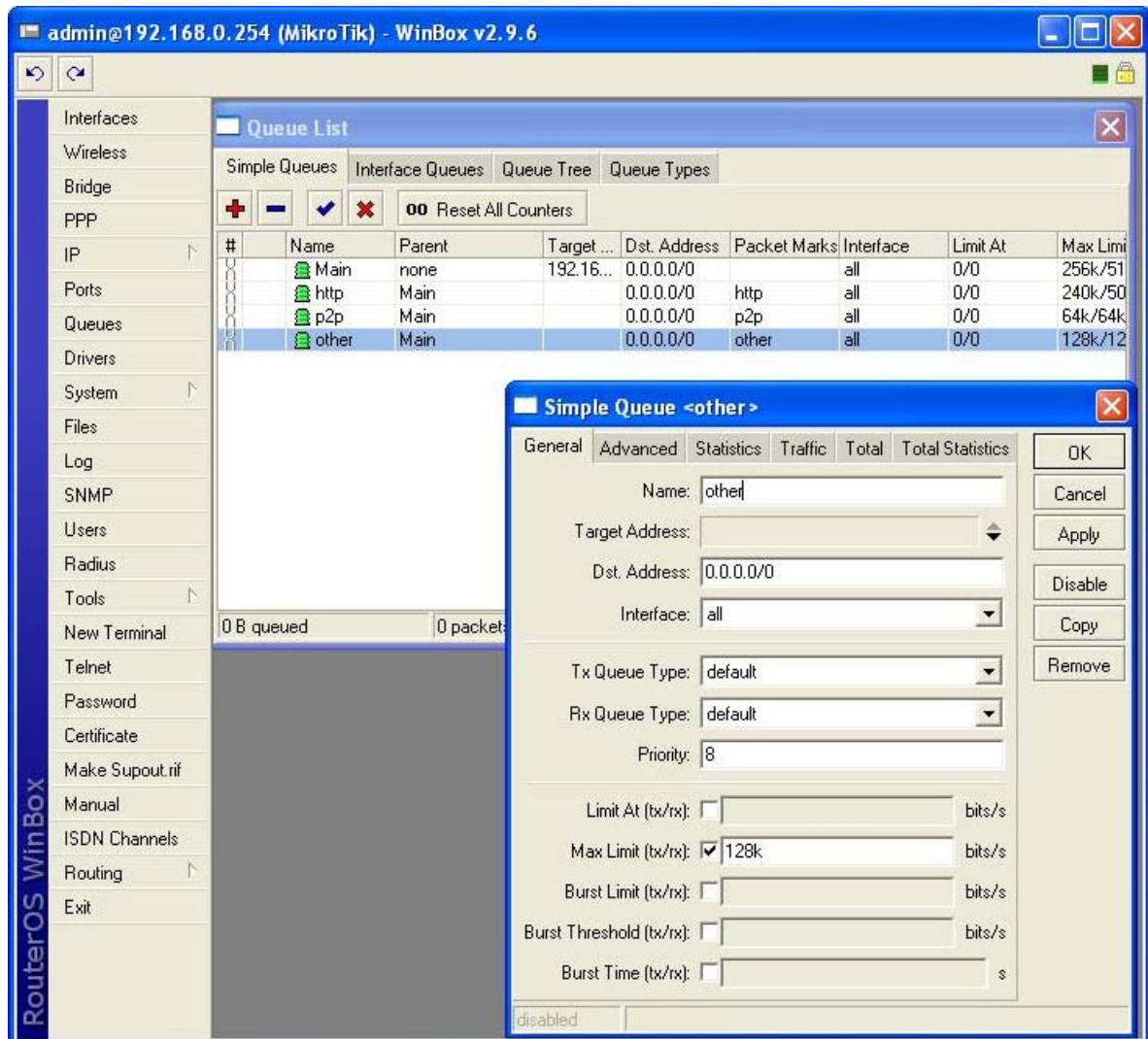
Todo el tráfico destinado al puerto TCP 80 es probable que sea el tráfico HTTP y, por tanto, se está marcado con la marca de paquetes de http.

5) Establecer el marcado de paquetes para servicio p2p y resto de tráfico.



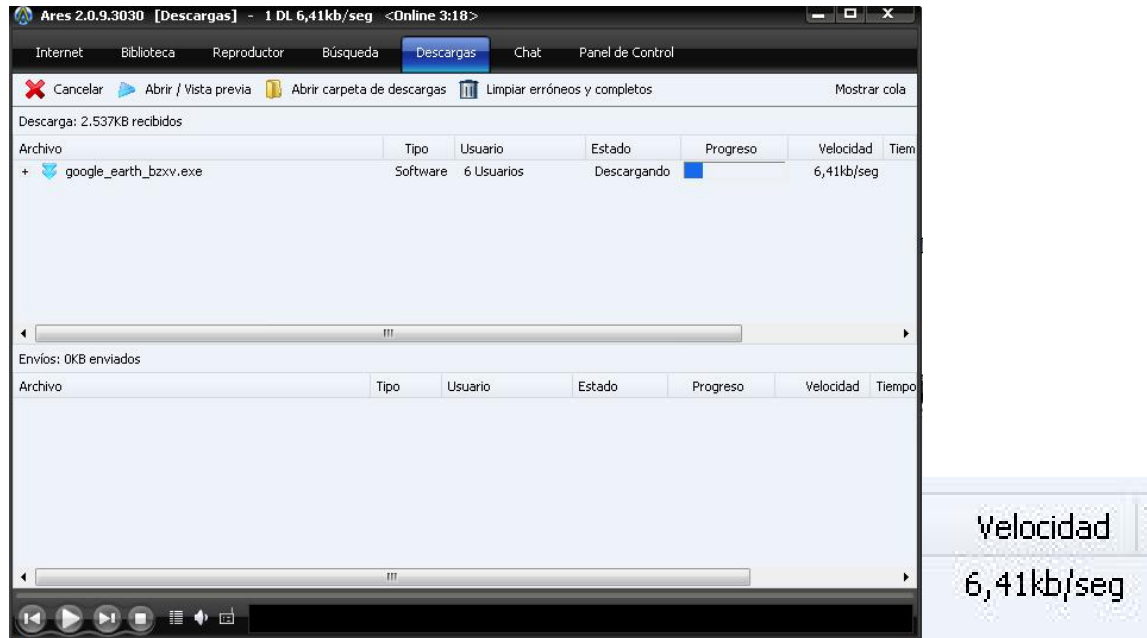
Igual que el anterior, el tráfico P2P está marcado con la marca de paquetes p2p y el resto de tráfico está marcado con la marca de paquetes de otros.

- 6) Implementar una cola que limite todo el tráfico que sale y entra al PC, e implementar las subcolas para los diferentes tipos de servicios.



Creamos una cola que limita todo el tráfico va hacia y desde el a 256k upload y 512k download. Todas las sub-colas se rigen por la cola principal, con lo que la tasa global de los datos no puede superar los límites especificados en la cola, la cola ser servicio http tiene mayor prioridad que otras colas, lo que significa que se priorizan las descargas HTTP

- 7) Realizar las mismas descargas efectuadas antes de implementar el control de ancho de banda por diferenciación de servicios, y verificar su comportamiento.



- 8) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

En el desarrollo de la práctica, se pudo observar la eficiencia del método de control de ancho de banda por diferenciación de servicios, dado que al momento de asignar las colas de tráfico en el router, se controla el servicio

deseado, en este caso, se disminuyó el ancho de banda de las descargas p2p a 7kb/s, evitando de esta manera la saturación de la red que se presenta al momento de realizar este tipo de descargas, antes de implementar la diferenciación de servicios, se observó que la descarga p2p absorbe casi la totalidad del ancho de banda, saturando la red y restringiendo el tráfico de otro tipo de servicios.

7.4 REPARTO EQUITATIVO DE ANCHO DE BANDA ENTRE UN NUMERO DETERMINADO DE USUARIOS EN UNA RED IP

OBJETIVOS

- Dividir equitativamente entre un número determinado de usuarios, el ancho de banda en una red.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar el router para dividir equitativamente el ancho de banda en una red.

INVESTIGACIÓN PREVIA

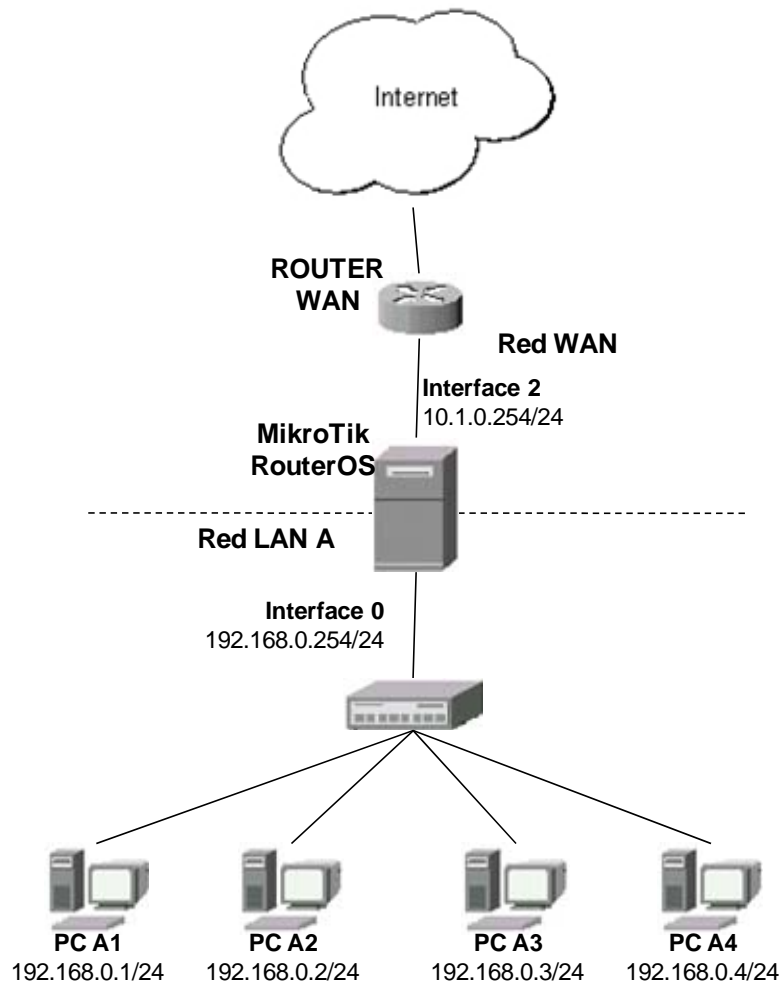
- ¿Qué ventajas ofrece el reparto equitativo de ancho de banda?
Este tipo de control de ancho de banda se implementa en sitios donde se debe garantizar la misma velocidad de descarga para todos los equipos, evitando que se sature la red y optimizando el tráfico en la misma.
- ¿Cuál es el mejor método para repartir equitativamente el ancho de banda?
Estableciendo tipos de colas por cada tipo de tráfico, upload y download, y limitando todo el tráfico que entra y sale al router.

REQUERIMIENTOS

- Mikrotik RouterOS funcional
- Cuatro computadores con Windows XP
- Un Switch 100Mbps

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 16. Esquema de Conexión para reparto equitativo de ancho de banda, con direcciones ip.



- 1) Realizar el montaje mostrado en la figura 11, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

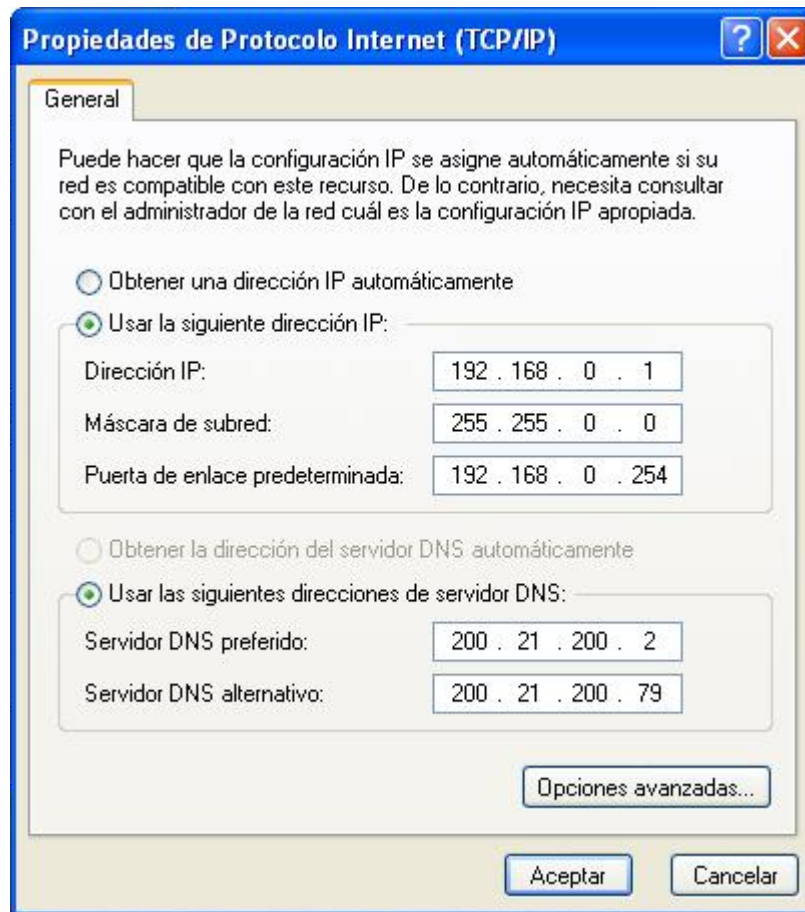
DIRECCION IP PC A2: 192.168.0.2/24

DIRECCION IP PC A3: 192.168.0.3/24

DIRECCION IP PC A4: 192.168.0.4/24

DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN: 10.1.0.254/24



2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.

```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
Haciendo ping a 192.168.0.254 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo=31ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 192.168.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.0.254:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
  (0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 0ms, Máximo = 31ms, Media = 7ms
C:\Documents and Settings\Administrador>ping 10.1.0.1
Haciendo ping a 10.1.0.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=8ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Estadísticas de ping para 10.1.0.1:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
  (0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
  Mínimo = 1ms, Máximo = 8ms, Media = 2ms
C:\Documents and Settings\Administrador>
```

3) Realizar simultáneamente una descarga en todos los computadores, y verificar el comportamiento de ambas descargas.



Descarga PCA1



Descarga PCA2

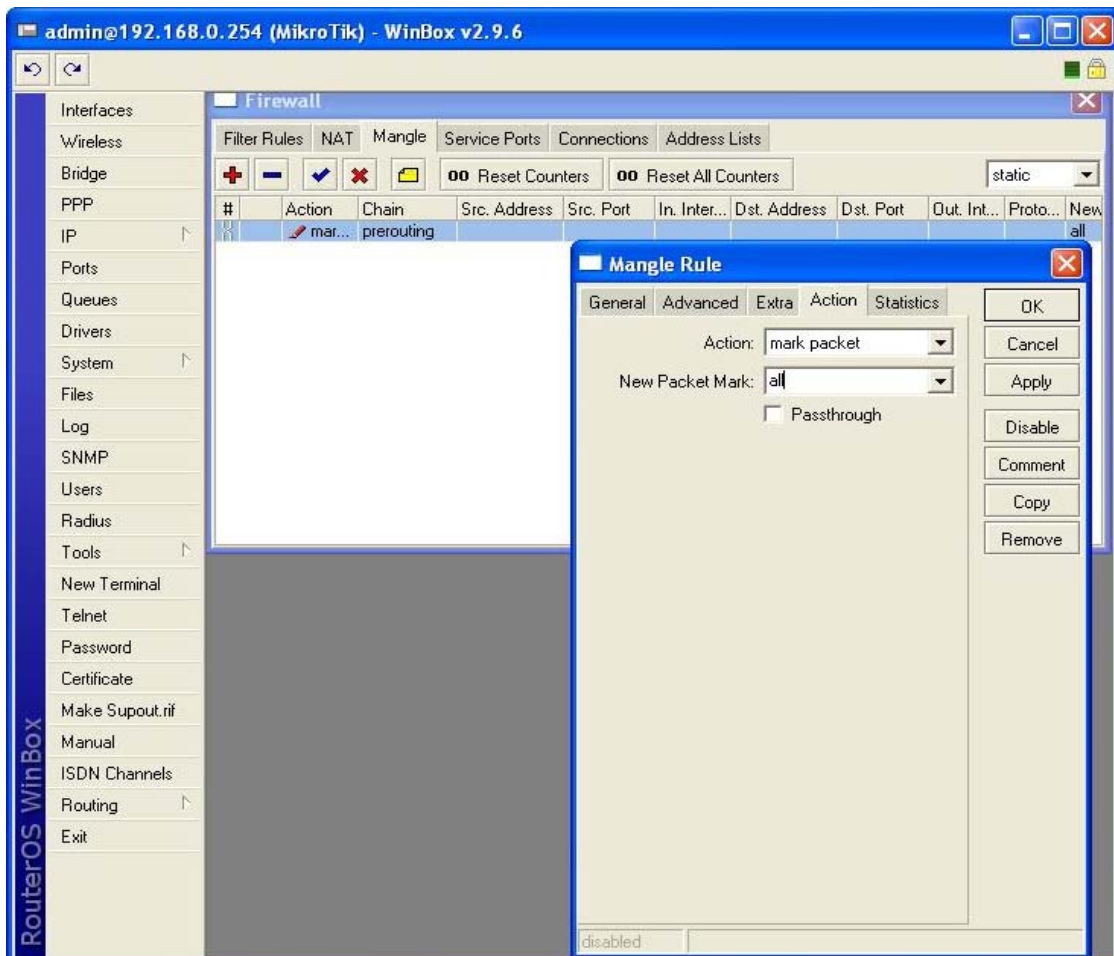


Descarga PCA3



Descarga PCA4

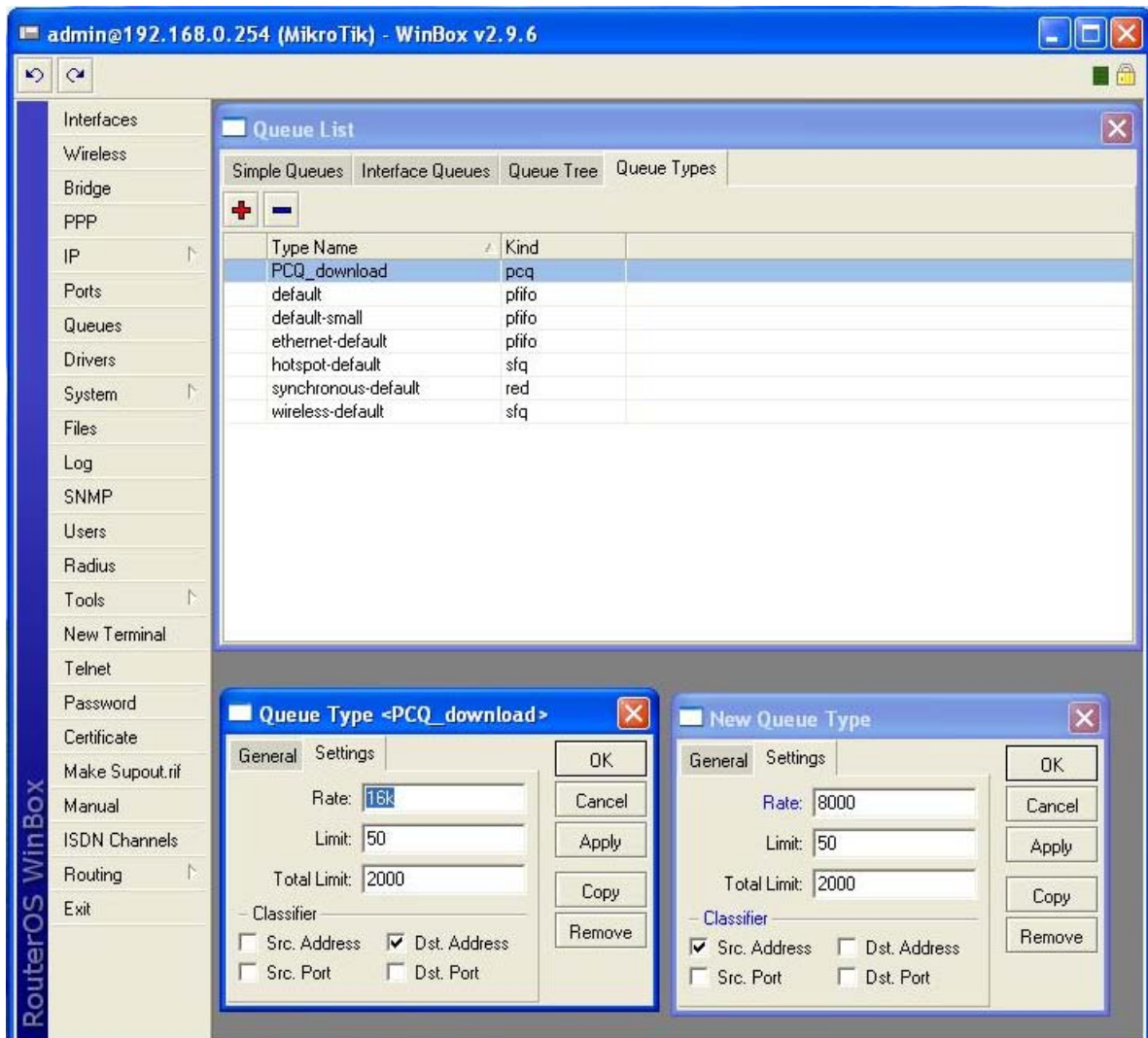
4) Establecer el marcado de todos los paquetes que entran al router.



Marcado de paquetes: (mangle)

```
chain=prerouting
action=mark-packet
new-packet-mark=all
passthrough=no
kind=sfq
```

- 5) Definir dos tipos de colas, una para upload y otra para download, estableciendo velocidades límite de upload 8kbps y download 16kbps para cada equipo.



Cola Principal de Download:
name=PCQ_download
kind=pcq
pcq-rate=16000
pcq-classifier=dst-
address

Cola Principal de Upload:
name=PCQ_upload
kind=pcq
pcq-rate=8000
pcq-classifier=src-
address

- 6) Implementar reglas para las colas de upload y download que limite todo el tráfico que sale y entra al PC.

The screenshot displays the Mikrotik WinBox v2.9.6 interface. The main window is titled "Queue List" and shows a table of queues. Below it, two configuration windows are open: "Queue <download>" and "Queue <upload>".

Name	Parent	Packet Mark	Limit At	Max Limit	Rate	Queued Bytes	Bytes	Pa
download	global-in	all	0	0	1144 bps	0 B	7.1 KiB	72
upload	global-out	all	0	0	0 bps	0 B	0 B	0

The "Queue <download>" window shows the following configuration:

- Name: download
- Parent: global-in
- Packet Mark: all
- Queue Type: PCQ_download
- Priority: 8
- Limit At: bits/s
- Max Limit: bits/s
- Burst Limit: bits/s
- Burst Threshold: bits/s
- Burst Time: s

The "Queue <upload>" window shows the following configuration:

- Name: upload
- Parent: global-out
- Packet Mark: all
- Queue Type: PCQ_upload
- Priority: 8
- Limit At: bits/s
- Max Limit: bits/s
- Burst Limit: bits/s
- Burst Threshold: bits/s
- Burst Time: s

Regla de Cola Download:
parent=global-in
queue=PCQ_download
packet-mark=all

Regla de Cola Upload:
parent=global-out
queue=PCQ_upload
packet-mark=all

7) Realizar las mismas descargas efectuadas antes de implementar el control de ancho de banda, y verificar su comportamiento.



Descarga PCA1



Descarga PCA2



Descarga PCA3



Descarga PCA4

8) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

En el desarrollo de la práctica, se pudo observar la efectividad de la división equitativa de ancho de banda, dado que en las primeras descargas las velocidades son muy diferentes entre sí, se muestran velocidades de 3k hasta 42k, mientras que en las descargas realizadas después de aplicar el control de ancho de banda se observan todas las velocidades alrededor de 16kb/s.

7.5 BALANCEO DE CARGA POR TIPO DE TRAFICO

OBJETIVOS

- Balancear la carga de salida de la red dependiendo del tipo de tráfico que circule por esta.
- Implementar una práctica en la cual el estudiante pueda configurar el router para balancear la carga por el tipo de tráfico.

INVESTIGACIÓN PREVIA

- ¿En qué consiste el balanceo de carga?

El balanceo de carga, consiste en optimizar el flujo de paquetes que salen de la red, utilizando dos canales de salida, se puede equilibrar el tráfico entre estos, lo que nos permite aprovechar las ventajas de cada canal, dado que todos los ISP tienen fortalezas y debilidades, y de esta manera se complementan entre sí.

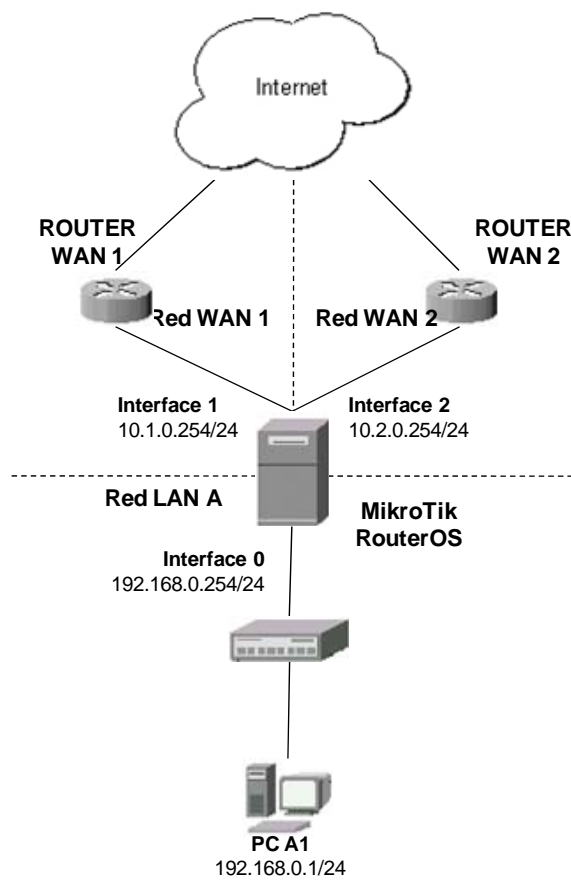
- ¿Cuáles son los tipos de tráfico que se pueden separar?
 - HTTP tráfico (port 80)
 - SMTP tráfico (port 25)
 - SSL tráfico (port 443)
 - P2P tráfico (varios puertos)
 - POP3 tráfico (port 110)
 - Unknown tráfico (varios puertos)

REQUERIMIENTOS

- MikroTik RouterOS funcional
- Un computador con Windows XP
- Un Switch 100Mbps
- Dos canales de salida a internet

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Figura 17. Esquema de Conexión para balanceo de carga por tipo de tráfico, con direcciones ip.



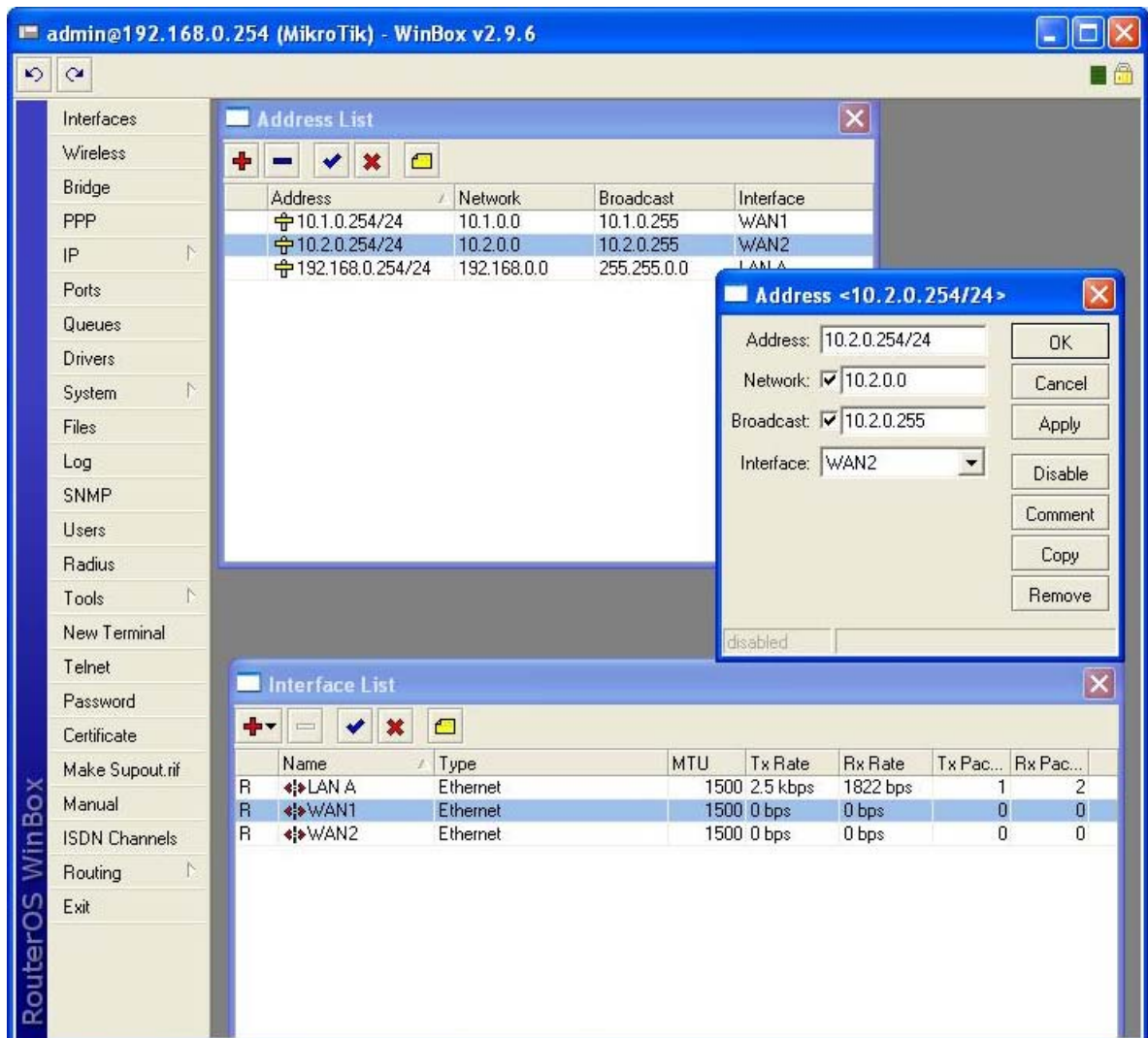
1) Realizar el montaje mostrado en la figura 12, donde se le asignaran las siguientes direcciones IP al computador y a las interfaces del MikroTik RouterOS.

DIRECCION IP PC A1: 192.168.0.1/24

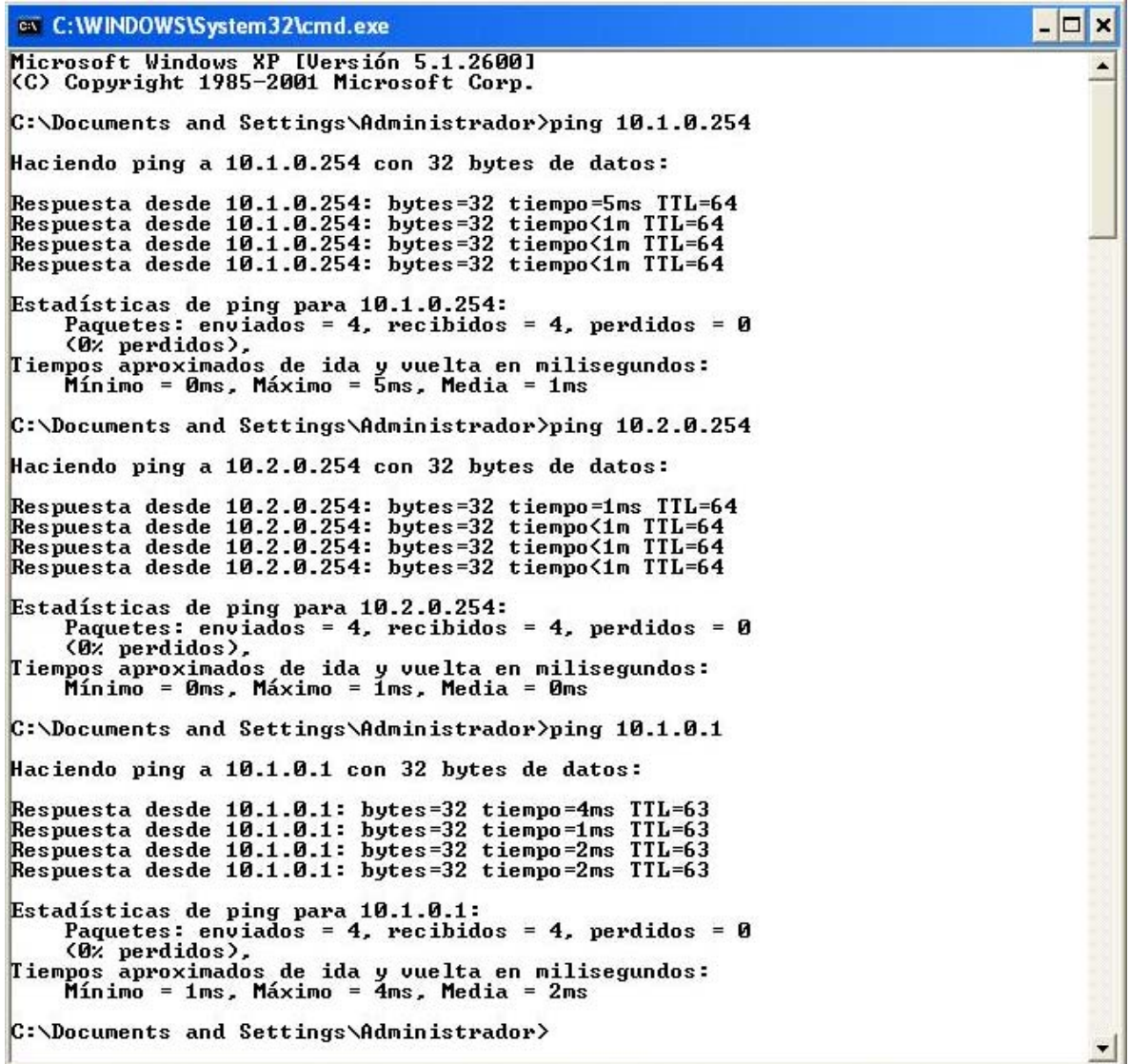
DIRECCION IP INTERFACE 0 RED LAN A: 192.168.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 1 RED WAN 1: 10.1.0.254/24

DIRECCION IP INTERFACE 2 RED WAN 2: 10.2.0.254/24



- 2) Realizar la configuración de tablas de ruteo y Gateway establecidas en la practica 6.1, y verificarlas realizando ping.



```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 10.1.0.254

Haciendo ping a 10.1.0.254 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 10.1.0.254: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64
Respuesta desde 10.1.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 10.1.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 10.1.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 10.1.0.254:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 5ms, Media = 1ms

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 10.2.0.254

Haciendo ping a 10.2.0.254 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 10.2.0.254: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 10.2.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 10.2.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64
Respuesta desde 10.2.0.254: bytes=32 tiempo<1m TTL=64

Estadísticas de ping para 10.2.0.254:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 10.1.0.1

Haciendo ping a 10.1.0.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=4ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=63
Respuesta desde 10.1.0.1: bytes=32 tiempo=2ms TTL=63

Estadísticas de ping para 10.1.0.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 4ms, Media = 2ms

C:\Documents and Settings\Administrador>
```

- 3) Con el comando tracert, verificar la ruta que toman los paquetes al dirigirse a una página web.

Comando: `Tracert www.google.com.co`


```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrador>tracert www.google.com.co

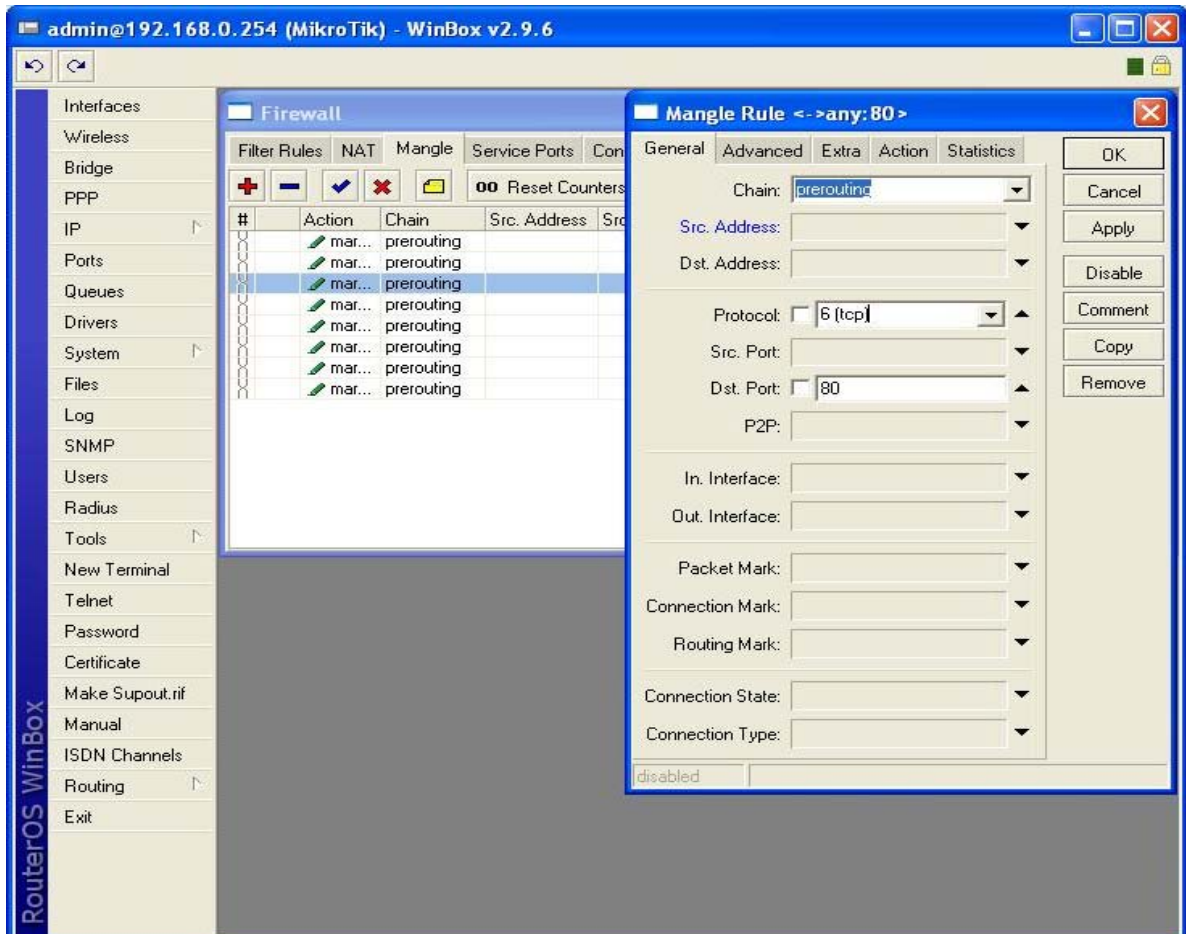
Traza a la dirección www.l.google.com [74.125.45.99]
sobre un máximo de 30 saltos:

 1      2 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.0.254
 2      3 ms    1 ms     1 ms     10.1.0.1
 3     39 ms   46 ms    44 ms    10.0.3.27
 4      *      *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
 5      *      *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
 6      *      *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
 7    125 ms  113 ms   119 ms   So2-3-0-0-grtmiana1.red.telefonica-wholesale.net
[84.16.8.221]
 8    117 ms  126 ms   122 ms   GE7-3-1-0-grtmiana2.red.telefonica-wholesale.net
[213.140.38.186]
 9    145 ms  170 ms   170 ms   So6-2-0-0-grtwaseq2.red.telefonica-wholesale.net
.12.16.84.in-addr.arpa [84.16.12.181]
10     *      *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
11    166 ms  165 ms   150 ms   209.85.130.12
12    296 ms  185 ms   161 ms   72.14.238.138
13    160 ms  163 ms   158 ms   72.14.232.213
14    168 ms  176 ms   171 ms   209.85.253.145
15    242 ms  159 ms   162 ms   yx-in-f99.google.com [74.125.45.99]

Traza completa.

```

4) Marcar los tipos de trafico que van a circular en la red.



Marcado de paquetes

```
WAN1: chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="WAN1 "  src-address-list="WAN1 "
      passthrough=no

WAN2: chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="WAN2 "  src-address-list="WAN2 "
      passthrough=no

HTTP: chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="HTTP Trafico"  passthrough=no
      dst-port=80                  protocol=tcp

SSL:  chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="POP3 Trafico"  passthrough=no
      dst-port=110                  protocol=tcp

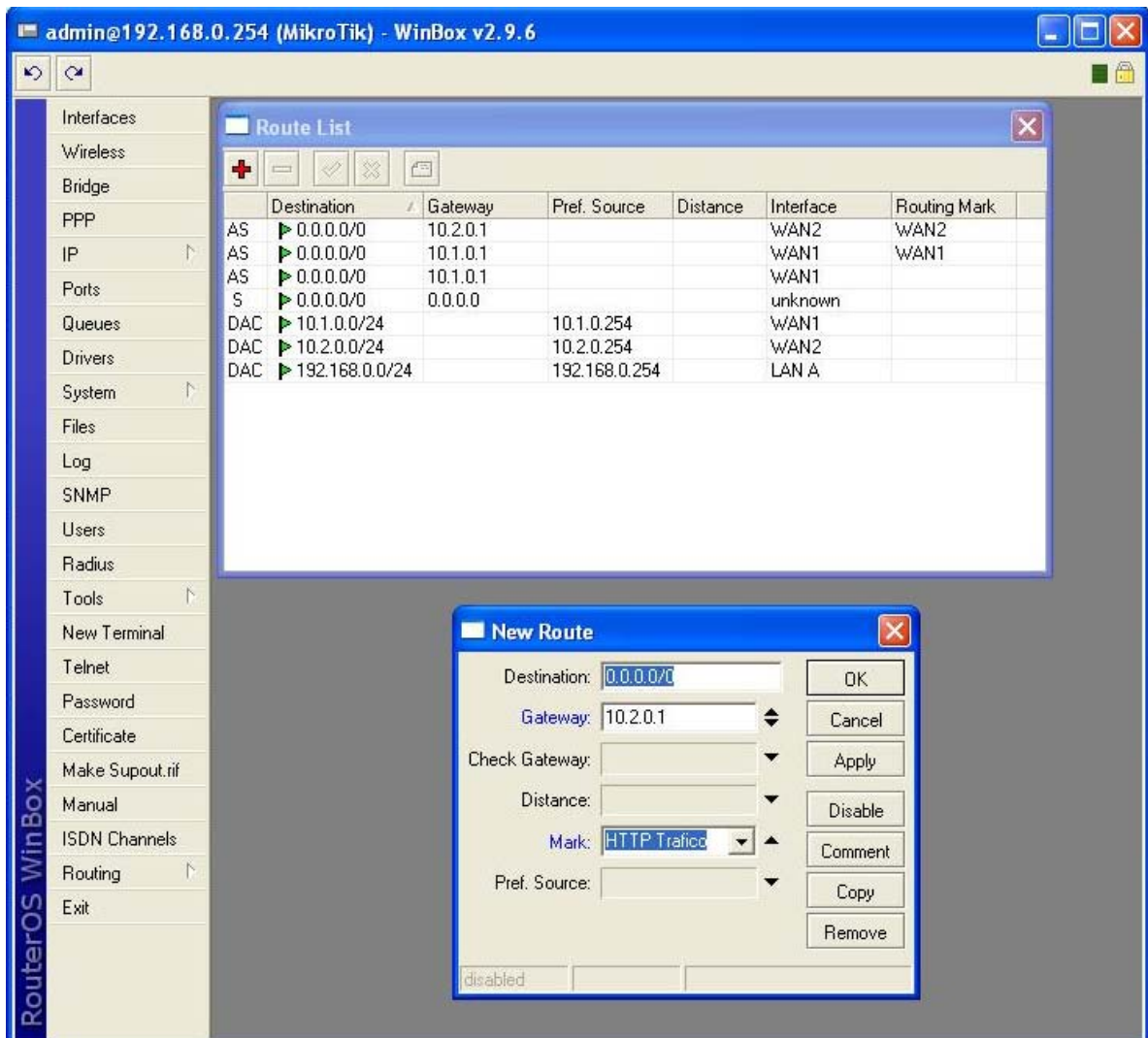
POP3: chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="SSL Trafico"    passthrough=no
      dst-port=443                  protocol=tcp

SMTP: chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="SSL Trafico"    passthrough=no
      dst-port=25                   protocol=tcp

P2P:  chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="P2P Trafico"    passthrough=no
      p2p=all-p2p

Resto: chain=prerouting          action=mark-routing
      new-routing-mark="Unknow Trafico" passthrough=no
```

- 5) Establecer tablas de ruteo para forzar el trafico por una determinada conexión WAN.



Tablas de ruteo

dst-address=0.0.0.0/0
routing-mark="WAN1"

gateway=10.1.0.1

dst-address=0.0.0.0/0
routing-mark="WAN2"

gateway=10.2.0.1

dst-address=0.0.0.0/0
routing-mark="HTTP Trafico"

gateway=10.2.0.1

dst-address=0.0.0.0/0
routing-mark="SSL Trafico"

gateway=10.2.0.1

```
dst-address=0.0.0.0/0          gateway=10.2.0.1
routing-mark="POP3 Trafico"
```

```
dst-address=0.0.0.0/0          gateway=10.1.0.1
routing-mark="SMTP Trafico"
```

```
dst-address=0.0.0.0/0          gateway=10.1.0.1
routing-mark="P2P Trafico"
```

- 6) Ejecutar nuevamente el comando tracert, y verificar la ruta que toman los paquetes al dirigirse a una página web.



```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrador>tracert www.google.com.co

Traza a la dirección www.l.google.com [74.125.45.99]
sobre un máximo de 30 saltos:

 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    192.168.0.254
 2  2 ms     1 ms     <1 ms    10.2.0.1
 3  43 ms    37 ms    50 ms    195.130.7.49
 4  *        *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
 5  *        *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
 6  *        *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
 7  112 ms   120 ms   116 ms   So2-3-0-0-grtmiana1.red.telefonica-wholesale.net
 [84.16.8.221]
 8  115 ms   104 ms   116 ms   GE7-3-1-0-grtmiana2.red.telefonica-wholesale.net
 [213.140.38.186]
 9  147 ms   143 ms   142 ms   So5-2-0-0-grtwaseq2.red.telefonica-wholesale.net
 [84.16.12.177]
10  *        *        *        Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
11  150 ms   149 ms   140 ms   209.85.130.16
12  161 ms   163 ms   166 ms   72.14.238.138
13  167 ms   154 ms   162 ms   209.85.254.241
14  162 ms   161 ms   164 ms   209.85.253.133
15  155 ms   161 ms   165 ms   yx-in-f99.google.com [74.125.45.99]

Traza completa.
C:\Documents and Settings\Administrador>
```

- 7) Conclusiones acerca de las configuraciones realizadas.

En el desarrollo de la práctica, se pudo observar la efectividad del balanceo de carga por tipo de tráfico, dado que se aprovechan las ventajas de cada ISP, y sus debilidades son complementadas con las fortalezas de los otros proveedores, algunos ISP tienen buena tasa de transferencia primordial para

descargas, pero pueden tener mucho jitter y retardo, que es fatal para las comunicaciones en tiempo real, como son video en streaming y VoIP, este método es muy potente a la hora de optimizar el tráfico en oficinas, pequeños comercios, universidades y grandes redes, en la practica solo se listaron un numero pequeño del tipo de tráfico, pero se puede aplicar para todo tipo.

8 CONCLUSIONES

A través de las prácticas de laboratorio presentadas en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- Se observó el funcionamiento del MikroTik RouterOS, se pudo observar que los computadores estaban conectados al router y a su vez a otros computadores pertenecientes a diferentes redes mediante las rutas que se definieron en la configuración del router.
- Se comprobó la eficiencia del método de control de ancho de banda por marcado de paquetes, ya que al momento de agregar los scripts y definir las colas, se garantizó un ancho de banda para el PCA1 mucho mayor que para el PCA2, y realizando la misma descarga en ambos equipos se notó la diferencia en la velocidad de download.
- Verificamos la efectividad del método de control de ancho de banda por diferenciación de servicios, dado que al momento de asignar las colas de tráfico en el router, se controló el servicio deseado, en este caso, se disminuyó el ancho de banda de las descargas p2p a 7kb/s, evitando de esta manera la saturación de la red que se presenta al momento de realizar

este tipo de descargas. Antes de implementar la diferenciación de servicios, se observó que la descarga p2p absorbe casi la totalidad del ancho de banda, saturando la red y restringiendo el tráfico de otro tipo de servicios.

- Observamos la aplicabilidad de la división equitativa de ancho de banda, dado que en las primeras descargas las velocidades son muy diferentes entre sí, se muestran velocidades de 3k hasta 42k, mientras que en las descargas realizadas después de aplicar el control de ancho de banda se observan todas las velocidades alrededor de 16kb/s.
- Comprobamos las ventajas que ofrece de del balanceo del carga por tipo de tráfico, dado que se aprovechan las cualidades de cada ISP, y sus debilidades son complementadas con las fortalezas de los otros proveedores, algunos ISP tienen buena tasa de transferencia primordial para descargas, pero pueden tener mucho jitter y retardo, que es fatal para las comunicaciones en tiempo real, como son video en streaming y VoIP, este método es muy potente a la hora de optimizar el tráfico en oficinas, pequeños comercios, universidades y grandes redes, en la práctica solo se listaron un número pequeño del tipo de tráfico, pero se puede aplicar para todo tipo.

9 RECOMENDACIONES

- Las prácticas de laboratorios desarrolladas en este trabajo se realizaron con equipos genéricos, funcionando con MikroTik RouterOS, que es un sistema operativo que ejecuta las aplicaciones que un router Cisco de gama alta, y por este motivo las guías y soluciones mostradas son exclusivamente con estos equipos, para la utilización de otros equipos se recomienda consultar la configuración de los mismos con el brochure proporcionado por el fabricante.
- Se recomienda para realización eficiente de cada una de las prácticas y para el montaje de redes en un espacio real, conservar un número de usuarios acorde con el ancho de banda de la conexión, ya que con esto se garantiza mayor velocidad para cada usuario.
- Recomendamos que para la mayor eficiencia en la red se utilice el control de ancho de banda por marcado de paquetes, ya que este método se puede combinar con otros para brindar un mayor nivel de QoS en la red.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Vilho Raisenen, Implementing Service Quality in IP Networks, Wiley, 2003
- Gary A. Donahue, Network Warrior, O'Reilly, 2007
- Rubio R Jaime H, "Diseño e Implantación de Calidad de Servicio QOS en Redes IP", Módulos I y II, Julio del 2007.
- Abhay K.Parekh, and Robert G.Gallager, "A generalized processor sharing approach to flow control in integrated services networks: the single-node case", IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 1, no. 3 (1993).
- Mario Marchese, QOS Over Heterogeneous Networks, Wiley, 2007
- Cisco, Advanced Traffic Management (QOS) Concepts, 1998
- Michael E. Flannagan, CCNA, CCDA, Administering Cisco Qos Inip Networks, Syngress, 2005
- <http://www.mikrotik.com/basic.htm>
- <http://wiki.mikrotik.com/wiki/Category:QoS>
- <http://www.cyberbajt.com/cyber.php?get=raport,334,90,335>
- <http://www.mikrotikrouters.com/doku.php?id=bandwidth>
- http://wiki.mikrotik.com/wiki/PCQ_Examples
- http://wiki.mikrotik.com/wiki/Per-Traffic_Load_Balancing