

Redes de Computadores - Asignación 2

María V. Jorge y Jorge Marcano

June 1, 2016

1 Introducción

La red de clínicas Salud-Caracas ha decidido comenzar a ofrecerle a los habitantes de la Gran Caracas asistencias a precios solidarios. Es por esto que en el siguiente informe se presentarán las decisiones tomadas desde el punto de vista más básico de un especialista en el área de enrutamiento para aprovechar al máximo los recursos suministrados por Salud-Caracas, y así poder ofrecerles el mejor servicio posible a los habitantes de la región.

Primero se analizarán los requisitos solicitados por Salud-Caracas para implementar una red de área metropolitana (MAN por sus siglas en inglés), tomando en cuenta la ubicación geográfica de las cuatro sedes: El Paraíso, San Antonio de los Altos, Guarenas y Maiquetía. La topología a utilizar, producto del análisis de los requisitos, será planteada en la sección 2 del presente informe.

Luego de haber definido la configuración física de la red, se presentará el presupuesto de los equipos de interconexión y tarjetas de red necesario para la instalación de la misma. Esto será presentado en la sección 3.

En la sección 4 se incluirá todo lo relacionado al ámbito de direcciones de red. Allí se presentarán las direcciones respectivas para cada subred, direcciones de difusión, y rango de direcciones disponibles para el uso de cada sede de la red metropolitana.

Finalmente, en la sección 5 se presentarán todas las justificaciones referentes a los algoritmos de enrutamiento utilizados, así como la selección de configuraciones de los dispositivos de interconexiones y de los *hosts*.

2 Configuración Física de la Red

En esta sección se expondrán las decisiones tomadas para la elección de la configuración de la red.

La configuración física de la red se encuentra ilustrada en la figura 1. Para la conexión de los enrutadores se usará la técnica de redundancia, que permitirá prevenir problemas en la comunicación entre enrutadores, en caso que alguno de ellos falle. Sin embargo, esto no resuelve el problema de aislamiento de la

subred conectada al enrutador que falle. En ese caso la subred es inalcanzable.

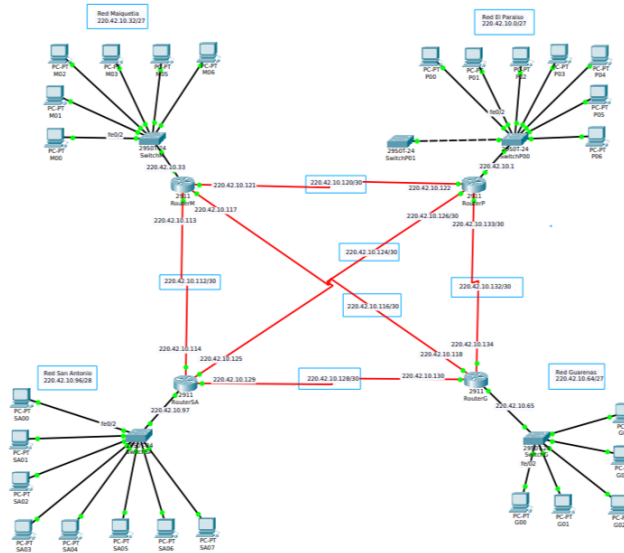


Figure 1: Topología de la red

En la figura 1 se muestra la topología de la red. En físico, cada una de las subredes mostradas sería instalada en la edificación asociada a la sede de la clínica dada. En cada una habría un closet con su respectivo enrutador y conmutador, que a su vez estarían conectados con los computadores del lugar. Los cables seriales que conectan los enrutadores serían subterráneos para atravesar las largas distancias entre cada lugar, y al llegar a la edificación correspondiente, se conectan con el enrutador de la misma en el closet mencionado anteriormente. Las conexiones que salen de cada conmutador son realizadas con cables par trenzado.

Además, se puede observar que la subred de la sede de El Paraíso tiene dos conmutadores, aunque uno por los momentos se encuentra inactivo. Esto se debe a que los requisitos actuales de esa red son 7 *hosts*, pero dentro de la posibilidad de crecimiento se incluyen al menos 20 *hosts* adicionales, superando la capacidad máxima del conmutador seleccionado. Por esta razón, cumpliendo con los requerimientos del cliente se incluye ese dispositivo adicional, para que el crecimiento planificado de la red no sea un problema por falta de material para manejarlo. En las otras redes, aún contando con el crecimiento planteado no se supera la capacidad máxima del conmutador, es por esto que solo se incluyó un dispositivo adicional para El Paraíso.

Otro aspecto importante de la topología creada es la ubicación de los Proveedores de Internet (ISP, por sus siglas en inglés). Los enrutadores de Maquetía y Guarenas son los que poseen conexión directa con el ISP. Esto se traduce en que los enrutadores de El Paraíso y San Antonio de los Altos deben necesariamente conectarse a los otros dos para acceder a la internet.

Por último, el algoritmo de enrutamiento a utilizar en los enrutadores será RIP. Esta decisión será justificada más adelante en la sección de Justificaciones.

3 Presupuesto

En esta sección se presentará la información de los modelos proporcionados por *Packet Tracer* para los dispositivos de interconexión (enrutadores y conmutadores). Dependiendo de las características de cada uno y de su relación calidad-precio se plantearán los dispositivos seleccionados para la implantación de la red. Los precios de todos los dispositivos presentados fueron tomados como referencia de páginas web como Amazon, Server Supply y AllHDD. En la sección de referencias se encuentran los enlaces electrónicos a los dispositivos seleccionados en el presupuesto final.

3.1 Enrutadores

Packet Tracer proporciona ocho modelos distintos de enrutadores de la marca *Cisco*. En la tabla 1 se presentan las características más importantes de cada uno de ellos.

Modelo	Precio (\$)	Puertos
1841	400	2 10/100 Fast Ethernet
1941	505	2 10/100/1000 Ethernet
2620XM	669	1 10/100 Fast Ethernet
2621XM	900	2 10/100 Fast Ethernet
2811	800	2 10/100 Fast Ethernet
2901	605	2 10/100/1000 Ethernet
2911	475	3 10/100/1000 Ethernet
819	750	4 10/100 Fast Ethernet + 1 10/100/1000 Ethernet + 1 Mini USB for 3G port Provisioning + 1 Serial

Table 1: Enrutadores Cisco

3.2 Conmutadores

En la tabla 2 se presentan las características más importantes de los tres modelos de conmutadores presentes en *Packet Tracer*.

Modelo	Precio (\$)	Puertos
2950-24	300	24 10/100
2950T-24	250	24 10/100 + 2 10/100/1000
2960-24TT	700	24 10/100/1000

Table 2: Conmutadores Cisco

3.3 Total

Tomando estos precios y características en cuenta, se propone utilizar 4 enrutadores de modelo 2911, uno para cada localización. Se eligió este modelo de enrutador, ya que posee la capacidad de aceptar dos tarjetas de red HWIC-2T, que permiten tener la cantidad de puertos seriales necesarios para realizar las conexiones con cada conmutador y las redundancias entre enrutadores para la prevención de fallas. Cada una de estas tarjetas cuenta con dos puertos seriales. Otra razón para la elección de este enrutador es la capacidad de transmisión de sus puertos. Todos los puertos Ethernet del enrutador seleccionado son 10/100/1000, es decir, pueden manejar desde 10 hasta 1000mbps.

Además, se propone adquirir 5 conmutadores modelo 2950T-24, de los cuales 3 son para las localidades de Guarenas, San Antonio de los Altos y Maiquetía y 2 para la localidad de El Paraíso. Esta decisión fue tomada debido a que aunque la cantidad de *hosts* actuales de la sede de El Paraíso puede ser manejada con un solo conmutador, el crecimiento a futuro que se planteó para esa subred superaría la capacidad del conmutador. Este escenario no ocurre con el crecimiento a futuro de las otras subredes, por eso es la única subred que cuenta con un enrutador adicional, aunque hasta que el crecimiento no se haga efectivo se encontrará inactivo.

El presupuesto total propuesto, dividido por ítems, se encuentra en la tabla 3.

Dispositivo	Cantidad	Precio c/u (\$)	Precio total (\$)
2911	4	475	1900
HWIC-2T	8	215	1720
2950T-24	5	250	1250
			Total: 4870

Table 3: Presupuesto total

4 Direccionamiento IP

Se decidió utilizar máscaras de longitud variable para optimizar la asignación de las direcciones IP, debido a que el número de *hosts* requeridos por cada una de las subredes, contando con el posible crecimiento futuro de las mismas, es variado. Dentro de la cantidad de *hosts* solicitados por cada sede se agregaron los correspondientes al posible crecimiento futuro para asegurarnos que la red es capaz de manejar la demanda de los usuarios de cada subred y que Salud-Caracas no tenga que hacer cambios grandes o limitar su crecimiento como consecuencia de la configuración actual.

En la tabla 4 se especifica para cada subred su dirección, la máscara, dirección de difusión, y el rango de direcciones asignadas. Luego, en la tabla 5 se encuentra el rango de direcciones libres para cada subred.

Por limitaciones de espacio se usaron las siguientes abreviaciones para referirnos a las subredes originadas por las conexiones entre los enrutadores:

- R(M-SA): subred ubicada entre los enrutadores de Maiquetía y San Antonio de los Altos.
- R(M-G): subred ubicada entre los enrutadores de Maiquetía y Guarenas.
- R(M-P): subred ubicada entre los enrutadores de Maiquetía y El Paraíso.
- R(SA-P): subred ubicada entre los enrutadores de San Antonio de los Altos y El Paraíso.
- R(G-P): subred ubicada entre los enrutadores de Guarenas y El Paraíso.

Subred	Dir Subred	Máscara	Dir Difusión	Disponibles
El Paraíso	220.42.10.0	255.255.255.224	220.42.10.31	220.42.10.1 - 220.42.10.30
Maiquetía	220.42.10.32	255.255.255.224	220.42.10.63	220.42.10.33 - 220.42.10.62
Guarenas	220.42.10.64	255.255.255.224	220.42.10.95	220.42.10.65 - 220.42.10.94
San Antonio	220.42.10.96	255.255.255.240	220.42.10.111	220.42.10.97 - 220.42.10.110
R(M-SA)	220.42.10.112	255.255.255.252	220.42.10.115	220.42.10.113 - 220.42.10.114
R(M-G)	220.42.10.116	255.255.255.252	220.42.10.119	220.42.10.117 - 220.42.10.118
R(M-P)	220.42.10.120	255.255.255.252	220.42.10.123	220.42.10.121 - 220.42.10.122
R(SA-P)	220.42.10.124	255.255.255.252	220.42.10.127	220.42.10.125 - 220.42.10.126
R(SA-G)	220.42.10.128	255.255.255.252	220.42.10.131	220.42.10.129 - 220.42.10.130
R(G-P)	220.42.10.132	255.255.255.252	220.42.10.135	220.42.10.133 - 220.42.10.134

Table 4: Esquema de direccionamiento

Subred	Direcciones IP Libres
El Paraíso	220.42.10.11 - 220.42.10.30
Maiquetía	220.42.10.42 - 220.42.10.62
Guarenas	220.42.10.74 - 220.42.10.94
San Antonio	220.42.10.108 - 220.42.10.110

Table 5: Direcciones IP libres por subred

Para el cálculo de las direcciones IP libres, presentadas en la tabla 5 no se contaron los *hosts* que se planean tener en un futuro, puesto que Salud-Caracas aún no dispone de estos equipos y no se encuentran activos en la red. Sin embargo, puede observarse que la distribución de las direcciones IP para cada subred logra cubrir la demanda actual de *hosts* que tiene cada localidad, además de contar con un bloque de direcciones libres que permite manejar el crecimiento esperado por Salud-Caracas.

Se decidió hacer uso de un servicio de DHCP para asignar las direcciones IP de los rangos mostrados anteriormente a las máquinas de cada localización. Dicho servicio de DHCP fue configurado en cada uno de los enrutadores de manera que el enrutador de cada zona le asigne las direcciones IP a los equipos de la misma. En la siguiente sección se entrará más en detalle respecto a este tema.

5 Justificación

En esta sección se explicarán y justificarán cada una de las decisiones tomadas en el proceso de creación de esta topología de red.

En cuanto a la configuración de la red, decidimos utilizar 4 enrutadores, uno para cada subred (localización). Cada uno de estos está conectado a los otros 3, creando así redundancia en las conexiones para prevención de errores. Para conectar estos routers se utilizó cable de tipo serial TCE. Tuvimos la opción de utilizar fibra óptica, pero los modelos de enrutadores que *Packet Tracer* proporciona no pueden tener más de dos puertos de fibra óptica cada uno, es decir, la utilización de fibra óptica resultaría en una pérdida de la redundancia presente en estas conexiones, y por lo tanto la red sería más propensa a errores en caso de fallas en un enrutador. Debido a que la red que estamos creando es para un hospital, no se pueden permitir fallas de este tipo, incluso si eso significa una conexión un poco más lenta.

En principio, la decisión de utilizar enrutadores de modelo 2911 se debió a que el precio de estos es intermedio en comparación con los otros proporcionados por *Packet Tracer*, sin que esto signifique una desmejora en el desempeño del dispositivo. Además, permite que se le agreguen tarjetas de red adicionales para tener suficientes puertos seriales para cumplir con las necesidades de nuestra red, e incluso dejando un puerto libre en caso de crecimiento futuro no planificado.

Para elegir el modelo de conmutador a utilizar, nos guiamos por la cantidad de puertos que estos poseen y el precio en el mercado. Elegimos el más barato que cumplía con nuestros requerimientos de 24 puertos. Este tiene la ventaja sobre los otros dos de poseer dos puertos ethernet 10/100/1000, uno está siendo utilizado para conectarse con el enrutador de la subred donde se encuentra el conmutador y el otro podría utilizarse para algún *host* de la subred que requiera mayor velocidad de transmisión (por ejemplo un servidor).

Teniendo ya en cuenta la topología física, los enrutadores y conmutadores a utilizar, procedimos a definir el modelo de direccionamiento IP por medio de

Máscaras de Subred de Tamaño Variable de manera de tener la menor cantidad de direcciones IP libres sin utilizar. Debido a la posibilidad de crecimiento en cada subred, tuvimos que agregar rangos de direcciones más grandes a las 4 subredes principales para tener suficientes direcciones libres en caso de que el crecimiento se presente.

Adicionalmente, se decidió utilizar RIP como algoritmo de enrutamiento. Esto se debe a que RIP es mejor en redes que poseen redundancia como la nuestra, y además sirve como prevención en caso de que haya más crecimiento en la red. Si utilizamos un método de enrutamiento estático, es necesario definir las rutas para cada enrutador manualmente, y en caso de que se agregue una nueva subred habrá que modificar los enrutadores anteriores para que la tomen en cuenta, lo cual representa un trabajo mayor. Consideramos que es preferible utilizar RIP para ahorrar trabajo y estar preparados en caso de mayor crecimiento en la red. Para la configuración del algoritmo RIP se utilizaron los siguientes comandos en las terminales de cada uno de los enrutadores presentes en la red :

```
# enable
# config terminal
# router rip
# network (Dirección IP de la red conectada al puerto serial 0/0/0)
# network (Dirección IP de la red conectada al puerto serial 0/0/1)
# network (Dirección IP de la red conectada al puerto serial 0/1/0)
# network (Dirección IP de la red conectada al puerto Gigabit Ethernet 0/1)
# exit
```

En cuanto al servicio de DHCP, se decidió hacer uso de este en vez de asignar direcciones IP estáticas para poder automatizar el proceso de asignar direcciones IP los computadores, esto garantiza que siempre y cuando existan direcciones IP libres en el rango asignado a cada zona, se podrán seguir agregando equipos y asignándoles direcciones sin mayor problema ni consumo de tiempo. Se decidió utilizar los enrutadores como servidores DHCP para ahorrar dinero y trabajo, ya que cada servidor cuesta un mínimo de 500\$, lo cual significa que sería necesario invertir al menos 2000\$ adicionales en compra de servidores para proceder después a configurarlos y asignarles una dirección IP adicional para obtener el servicio de DHCP del mismo. En vez de esto, preferimos ahorrar tiempo y dinero aprovechando la funcionalidad de los enrutadores como servidores DHCP. Para hacer esto se usaron los siguientes comandos en cada enrutador :

```
# enable
# configure terminal
# ip dhcp pool LAN-Maiquetia
# network (Dirección IP de la subred de la zona) (Máscara de subred de la subred de la zona)
# default-router (Dirección IP del gateway por defecto de la zona)
# exit
```

6 Posibilidad de fallas

Como se explicó anteriormente, se utiliza redundancia en las conexiones entre los enrutadores para asegurar que si un enlace falla, la comunicación entre enrutadores se mantenga. A pesar de esto, cabe destacar que aún existen fallas posibles con la topología presentada, las explicaremos a continuación.

La primera y más obvia de las fallas es que si uno de los enrutadores para de funcionar debido a alguna falla, la subred asociada a éste no se podrá comunicar con los demás. Esto podría ser solucionado colocando más enrutadores que conecten cada subred con las otras, pero esto representaría una inversión aún mayor de dinero en comprar por lo menos 4 enrutadores adicionales que solo se usarían en dicha situación. Consideramos que es preferible que los administradores de red en cada zona se hagan cargo de asegurar que cada enrutador funcione, y en caso de fallas, reportarlas o arreglarlas lo más pronto posible.

Debido a que solo Maiquetía y Guarenas tienen acceso a un proveedor de internet, significa que si llegasen a fallar ambos enrutadores de estas zonas, las 4 subredes terminarían sin acceso a internet. Esto podría ser solucionado obteniendo más enrutadores que se conecten con el proveedor en esas dos localidades, pero esto representa un gasto mayor para una posibilidad bastante pequeña que es que ambos enrutadores fallen a la vez. Nótese que si solo uno de ellos falla, el tráfico hacia la internet podría pasar por el enrutador funcional, y el problema volvería a ser que una zona se quede sin acceso a las demás (y por ende sin acceso a internet también).

Estas dos no son las únicas posibles fallas, pero consideramos que son las de mayor relevancia y las que se pueden solucionar. Otras fallas posibles incluyen fallas en el servicio de internet del proveedor, lo cual solo se puede solucionar contratando más compañías que provean internet a la red para tener una de respaldo, fallas en los conmutadores o fallas en los enlaces que conectan los conmutadores con los enrutadores, lo cual, de nuevo, resultaría en que la zona afectada pierda conexión con las demás.

7 Conclusiones

En este documento hemos presentado todos los detalles de la implementación de la red para la red de clínicas Salud-Caracas, desde la topología de la red, la disposición física de la misma, detalles de presupuesto y gastos a realizar y el proceso de asignación de direcciones IP, algoritmo de enrutamiento y servicio de DHCP.

Consideramos que la red propuesta es de una calidad suficientemente buena para la red de Clínicas, pero podría mejorarse. Hubiese sido ideal que el programa Packet Tracer nos diera más opciones de dispositivos de enrutamiento y conmutación para utilizar de manera que tuviéramos más variedad de dispositivos que nos permitieran mantener la calidad del servicio ofrecido pero generando menos gastos para Salud-Caracas.

A pesar de lo antes mencionado, la red cuenta con redundancia para evitar fallas, puertos libres en los enrutadores en caso de que se deseen agregar más dispositivos a la red, un conmutador libre en la red de El Paraíso para estar preparados en caso de que se de el crecimiento esperado, un algoritmo RIP para automatizar el proceso de enrutamiento y evitar tener que establecer las tablas de enrutamiento manualmente, y un servicio de DHCP para automatizar la asignación de direcciones IP a cada subred.

Por último solo queda decir que la red configurada fue probada por medio de la utilización del comando ping, enviando paquetes ICMP de una subred a otra y asegurándonos que los paquetes se envíen con éxito. Debe notarse que en Packet Tracer parece ser común el hecho de que al enviar un paquete de tipo ICMP de un computador a otro, el primer envío falle, y el resto de los paquetes si sean enviados de manera satisfactoria, esto es una característica de Packet Tracer y no algo que ocurre en la realidad. También se probó el servidor DHCP y nos aseguramos que las direcciones IP están siendo asignadas de manera correcta.

Referencias

- [1] www.cnet.com.
- [2] www.amazon.com.
- [3] www.serversupply.com
- [4] www.allhdd.com
- [5] Andrew S. Tanenbaum - Computer Networks - 4th Edition.