

# Examen de Redes de Datos

## Solución

### Plan 97

#### **Pregunta 1**

- a) Dada la dirección IP 192.168.1.1 con máscara de 24 bits (/24), indicar dirección de red que identifica el bloque, dirección de broadcast y máscara de red en notación decimal separada por puntos.
- b) Dada la dirección IP 10.1.1.35 y máscara 255.255.255.248, indicar el rango de direcciones IP que pertenecen a su LAN.
- c) ¿Es posible sumarizar en un solo rango los siguientes bloques de direcciones IP: 200.40.0.0/20, 200.40.16.0/21, 200.40.24.0/21, 200.40.32.0/19, 200.40.64.0/18 y 200.40.128.0/17, en un solo rango con notación A.B.C.D/M? En caso afirmativo, halle A, B, C, D y M.
- d) En una red utilizando IP, explicar:
- i) ¿Qué función cumple la tabla de ruteo?
  - ii) ¿Qué campos contienen las entradas de una tabla de ruteo?
  - iii) ¿Cómo se realiza la búsqueda en la tabla de ruteo?

#### **Respuesta a Pregunta 1**

- a) Dirección IP: 192.168.1.1/24  
 Dirección de red: 192.168.1.0  
 Dirección de broadcast: 192.168.1.255  
 Máscara de red: 255.255.255.0

Breve explicación: El hecho que la máscara de red sea de 24 bits, indica que de los 32 bits que comprenden la dirección IP, los primeros 24 corresponden a la porción de red, mientras que los últimos 8 al host.

Para hallar la dirección de red de una determinada IP se realiza la operación AND entre la IP, y la dirección que comienza por tantos "1" como bits tenga la máscara, y luego completada por "0". De esta manera, en el ejemplo, se realiza la operación AND entre 192.168.1.1 y 255.255.255.0, que corresponde a "24 unos y 8 ceros", llegando al resultado indicado.

La dirección de broadcast se forma con la porción de red de la IP, y completando con "1" todos los bits correspondientes a la porción de host, llegando así a lo más arriba indicado.

- b) Dirección IP: 10.1.1.35/29  
 Máscara de red: 255.255.255.248  
 Dirección de red: 10.1.1.32  
 Dirección de broadcast: 10.1.1.39
- c) Sí es posible sumarizar las 6 direcciones antes indicadas, en la dirección: 200.40.0.0/16, o sea, A=200, B=40, C=0, D=0 y M=16.

- d)
- i. La tabla de ruteo es utilizada por todas las entidades de la red (hosts y enrutadores por ejemplo), para decidir, el siguiente salto al que deben enviar cualquier paquete que por ellos pase (o se origine). Comparando la dirección IP a la que deben enviar el paquete con las entradas en la tabla de ruteo, los equipos averiguan si la dirección pertenece o no a su red, y en caso que no, averiguan el próximo salto.
  - ii. Contienen: red destino, y próximo salto. Como ejemplo: una entrada en una tabla de red cualquiera podría ser:

Red	Próximo salto
192.168.2.0/24	10.1.0.10

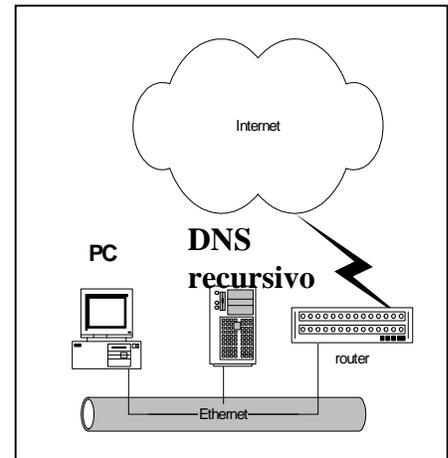
- iii. Las tablas de ruteo están ordenadas comenzando por las rutas más específicas y siguiendo con las menos específicas. Una entrada A será más específica que otra B si la máscara de red de A contiene más bits que la de B.

### Pregunta 2

- a) Explique con un ejemplo como se realiza una consulta recursiva y como una iterativa.
- b) En la figura, el servidor DNS recursivo realizó una consulta por el registro A de [www.fing.edu.uy](http://www.fing.edu.uy) e inmediatamente después el equipo PC le consulta por la IP de [www.enba.edu.uy](http://www.enba.edu.uy). Enumere las consultas realizadas por el servidor para responder la solicitud de PC.

Suponga que todos los servidores de DNS (excepto el recursivo de la figura) no responden consultas recursivas.

Suponga que el TTL de cualquier registro es 3600 seg.



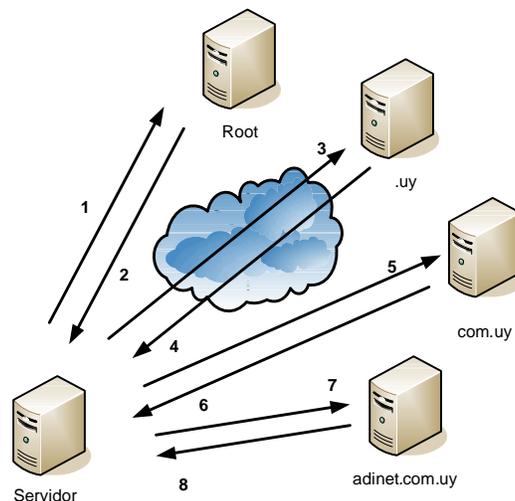
### Respuesta a Pregunta 2

a)

- **Consulta Iterativa.**

Una consulta iterativa se caracteriza por el hecho de que para poder obtener el resultado final, se necesita realizar varias consultas intermedias. En el peor de los casos es cuando tengo que recorrer todo el árbol hasta llegar al servidor de nombres autoritativos del dominio deseado.

Ejemplo: [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy)



1. El servidor pregunta por el registro A de [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy).
2. Como los root servers no aceptan consultas recursivas. El root server responde con el NS del .uy. (además hay que obtener la dirección IP del servidor)
3. Con la dirección IP del servidor de nombres autoritativo del ".uy", vuelvo a preguntar por el registro A de [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy).

4. El servidor de nombres autoritativo del “.uy”, responde con el NS del “com.uy” (además hay que obtener la dirección IP del servidor)
5. Con la dirección IP del “com.uy”, vuelvo a preguntar por el registro A de [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy).
6. El servidor de nombres autoritativo del “com.uy”, responde con el NS del “adinet.com.uy” (además hay que obtener la dirección IP del servidor)
7. Con la dirección IP del servidor de nombres autoritativos del “adinet.com.uy”, vuelvo a preguntar por el registro A de [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy)
8. Como esta dentro de la zona de autoridad el servidor tiene que tener la respuesta. La respuesta es la dirección IP buscada.

#### Observaciones:

- ¿Porque pregunto siempre por [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy)?  
Que pasa si el mismo servidor que es autoritativo del “com.uy”, también lo es del dominio “adinet.com.uy”. Realizo una consulta menos.
- Un servidor se dice que no acepta consultas recursivas (o no es recursivo) si para responder la consulta que le realizaron, él no tiene que salir a realizar consultas.

En general se responde con la mejor respuesta posible, como ejemplo veamos que cuando preguntamos al “.uy” responde cuál es el servidor de nombres autoritativos del “com.uy”, me acerca al destino deseado. Podría ser que pregunte al autoritativo del “.uy” sobre empresa.com, como no esta en su zona de autoridad nos responde o bien con la lista de autoritativos del “com” o bien con la lista de los root servers.

- La respuesta a una consulta iterativa es normalmente o el resultado final o el registro NS (nombre de una maquina) del siguiente domino a preguntar.

Surge un problema al momento de obtener la dirección IP de ese servidor. Pueden ocurrir dos casos. El primero es que el servidor de nombre este bajo mi dominio, ejemplo cuando le preguntamos al “com.uy” quien es el autoritativo de “adinet.com.uy” y responde “ns1.anteldata.com.uy”. ¿Cómo obtengo esta dirección IP para poder hacer la consulta vía protocolo UDP y puerto destino 53? Normalmente en esto casos además del registro NS se devuelve los registros A asociados a los registros NS, esto se hace para que se pueda continuar la búsqueda. El segundo caso es que el servidor de nombres autoritativo del dominio este bajo otra zona de autoridad, por ejemplo si me responden que el NS de “com.uy” es “otro.net”. Para poder continuar con la consulta debo obtener el registro A de “otro.net”, esto me implica tener que salir a realizar otras consultas. No es posible que me entreguen la dirección IP de ese servidor de nombres ya que viola la estructura del DNS.

- **Consulta recursiva.**

Una consulta recursiva es aquella consulta en la cual el servidor de nombre sale a consultar y obtener el resultado por nosotros. Debemos aclarar la diferencia entre consulta recursiva y un servidor que acepte consultas recursivas.

Un servidor acepta consultas recursivas, si en el caso de que hagamos la consulta recursiva, sale a obtener los resultados intermedios y nos responde el resultado final directamente.

Ejemplo [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy) , responde con 200.40.30.218.

Un servidor recursivo, al cual no le realizan la consulta de forma recursiva responde lo mejor que pueda basándose en la información de su cache o desde sus archivos de zona. La respuesta dependerá de lo que ya este en su cache.

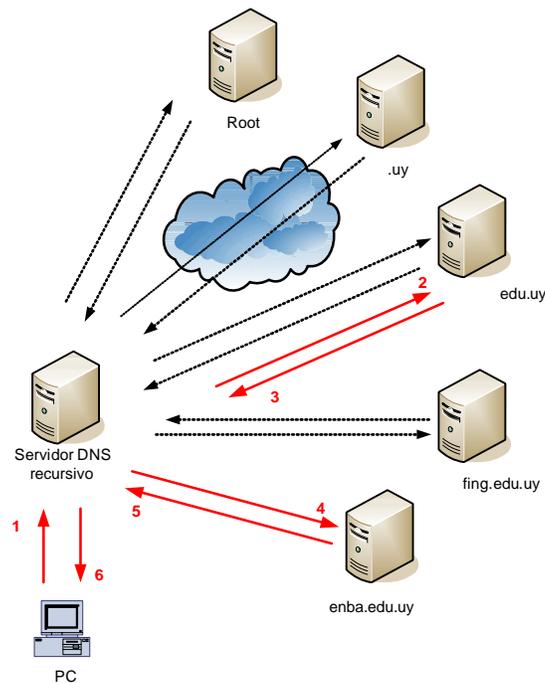
Ejemplo a [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy), puede responder con: los root servers, los NS e IP del “.uy”, los NS e IP del “com.uy”, los NS e IP del “adinet.com.uy” o el A de [www.adinet.com.uy](http://www.adinet.com.uy). Dependerá de que es lo que se encuentre en el cache. La diferencia se encuentra en que el valor de TTL que se retorna es diferente.

Un servidor que no es recursivo, solo responde sobre los registros sobre los cuales es autoritativo, independientemente de cómo se realice la consulta.

Observaciones:

- Formalmente la recursividad de una consulta esta dada por un flag en el encabezado de DNS en la capa de aplicación. Un servidor utiliza otra flag para avisarle al originador de la consulta si acepta o no consultas recursivas.
- Un servidor autoritativo utiliza un fln del encabezado de DNS para avisar que el es autoritativo del registro. Las respuestas que se contestan desde un cache de DNS (normalmente cuando le consulto a un servidor que acepta consultas recursivas), no tienen prendido este flag. Si bien obtengo una respuesta sé que no es el origen más confiable.

b)



1. Consulto por el registro A de [www.enba.edu.uy](http://www.enba.edu.uy).
2. Como el servidor de nombres ya tiene el cache los NS autoritativos de “edu.uy” (por la consulta previa), acorto distancia. Voy a preguntar a los servidores del “edu.uy” por [www.enba.edu.uy](http://www.enba.edu.uy).
3. El servidor de nombres autoritativo de “edu.uy”, responde con los NS del “enba.edu.uy” (además de su dirección IP)
4. Vuelvo a consultar por [www.enba.edu.uy](http://www.enba.edu.uy) al servidor de nombres autoritativo del “enba.edu.uy”.
5. Como esta dentro de su zona de autoridad me responde por el registro A.
6. Ahora el servidor de nombres recursivo puede responder con el registro A de [www.enba.edu.uy](http://www.enba.edu.uy) a la PC.

### Pregunta 3

Explique las bases del mecanismo de detección de errores mediante códigos de redundancia cíclica o CRC. En particular explique:

- i) cómo se generan los bits de redundancia en el transmisor.
- ii) cómo se verifica la integridad de la trama recibida en el receptor.
- iii) cómo afecta la presencia de errores en el canal y cómo el mecanismo es capaz de detectarlos.

### Respuesta a Pregunta 3

Los métodos de detección de errores mediante CRC se basan en tratar las cadenas de bits como polinomios cuyos coeficientes serán 0 o 1. Un marco con  $k$  bits corresponde a los coeficientes de un polinomio e grado  $k-1$  que van desde  $x^{k-1}$  hasta  $x^0$ . Por ejemplo 1101 corresponde al polinomio  $x^3 + x^2 + 1$ . Para utilizar este método tanto el transmisor deben ponerse de acuerdo en un polinomio generador  $G(x)$ . Dicho polinomio deberá cumplir algunas condiciones, algunas de las cuáles se mencionarán después. Por ejemplo,  $G(x)$  deberá tener el primero y el último de sus coeficientes en 1.

- i. Supongamos que el marco que se quiere transmitir corresponde al polinomio  $M(x)$ . El marco deberá ser más largo que el polinomio generador. Lo que se hace es agregar una suma de comprobación al final del marco, de manera que el polinomio representado sea divisible por  $G(x)$ . El procedimiento es el siguiente:
  - Sea  $r$  el grado de  $G(x)$ . Se anexan  $r$  bits al final del marco, con lo que tendrá  $m+r$  bits y corresponderá al polinomio:  $x^r M(x)$ .
  - Se divide la cadena de bits que corresponde a  $x^r M(x)$  entre la que corresponde a  $G(x)$ , usando división módulo 2.
  - Se resta el residuo (que tendrá  $r$  o menos bits) a la cadena de bits correspondiente a  $x^r M(x)$ , usando resta módulo 2. Llamemos a este polinomio  $T(x)$

$T(x)$  será divisible entre  $G(x)$ , y es el marco que será transmitido.

- ii. y iii. En el receptor se recibirá una trama que corresponderá a un polinomio  $R(x)=T(x)+E(x)$ , representando  $E(x)$  al error ocurrido en el canal. Se divide  $R(x)$  entre  $G(x)$  y se toma el resto de la división. Como  $T(x)$  es divisible por  $G(x)$ , el resto total será simplemente el resto de la división  $E(x)/G(x)$ . Por lo tanto, si la división tiene un resto diferente a cero se habrá detectado la existencia de error(es) en el canal. El único caso en que no se detectarían los errores, es cuando  $E(x)$  es divisible entre  $G(x)$ , pero para cubrirse frente a este tipo de problemas se elige  $G(x)$  de manera especial.

Como ejemplo, todos los errores simples siempre serán detectados, ya que se tratarán de casos en que  $E(x)=x^i$ , que nunca será divisible entre un polinomio  $G(x)$  que contenga al término  $x^0$ .

Los errores dobles llevarán a polinomios  $E(x)$  de la forma  $x^i+x^j$  ( $i>j$ ) que es representable como  $x^j(x^{i-j}+1)$ . Por lo tanto una manera de detectar todo los los errores dobles es que  $G(x)$  no divida a polinomios de la forma  $x^k+1$  para ninguna  $k$  hasta la longitud máxima del marco. Existen polinomios de bajo grado que no dividen a polinomios de la forma  $x^k+1$  para valores muy altos de  $k$ .

De esa manera se han estandarizado algunos valore de  $G(x)$  para tener en cuenta lo anteriores y varias otras cosas más.

Se puede encontrar más referencia a este tema en el Libro:

**“Redes de Computadores” de Andrew Tanenbaum – Sección 3.2 (tercera edición).**

Nota: La resta módulo 2 es equivalente a la operación XOR.

### **Pregunta 4**

- a) Explique la necesidad de los números de secuencia para el establecimiento de conexiones de transporte.
- b) Explique el mecanismo de establecimiento de conexión en tres vías utilizado en TCP.

### **Respuesta a Pregunta 4**

**a)** Dado que la capa de transporte en general no conoce nada sobre la red sobre la que viajarán los establecimientos de conexión, es necesario asegurarse que no aparezcan problemas cuando se pierdan, dupliquen o almacenen paquetes. Puede ocurrir que debido a congestiones en la subred muchos de los paquetes de demoren, den timeout en el transmisor y deban ser retransmitidos. Luego podrían llegar al receptor ambos duplicados, y será necesario un mecanismo para que el receptor se de cuenta de este hecho.

Para esto se utilizan los números de secuencia, al establecer una conexión, el host elige un número de secuencia y lo envía al receptor. Luego el receptor siempre sabrá que número de secuencia es el siguiente que espera, y podrá fácilmente descartar duplicados.

La elección los números de secuencia no es sencilla, y hay varias cosas que deben tener en cuenta. Dado que el campo que los hosts utilizan para los números de secuencia es finito, llegará el momento en que deberán recomenzar. Cada host al utilizar un número determinado, deberá estar seguro que no existan paquetes viejos que tengan números de secuencia válidos. También hay consideraciones a tener en cuenta ante la caída de hosts, y la elección de números al inicio.

Por más información, dirigirse a la sección 6.2 del libro:

**“Redes de Computadores” de Andrew Tanenbaum – (tercera edición).**

**b)** El establecimiento de conexión se realiza mediante el procedimiento conocido como "establecimiento de 3 vías" ya que consta de tres intercambios de paquetes. Supongamos que el host A desea iniciar una conexión con el host B. Se intercambian entonces los siguientes mensajes: (en cada mensaje se indica el transmisor y receptor, así como el valor de las banderas significativas para el establecimiento de conexión).

1. **A->B: SYN=1, SEQ=x, FlagACK=0;** mensaje que indica el deseo de A de iniciar una conexión indicando el número de secuencia que usará (**x**).
2. **B->A: SYN=1, SEQ=y, FlagACK=1, ACK=x+1;** mensaje que indica que B acepta la conexión mediante SYN=1, que utilizará el número de secuencia y. Además reconoce el número de secuencia que usará A al acusar con el campo ACK=x+1. Cuando A reciba este mensaje considera la conexión establecida.
3. **A->B: SYN=0, SEQ=x+1, FlagACK=1, ACK=y+1;** mensaje que indica que A completó el procedimiento (reconoce la secuencia de B, ACK=y+1). A partir de aquí B también se considera conectado.

Por una descripción más detallada, así como más información del tema, dirigirse a la sección 6.4 del libro:

**“Redes de Computadores” de Andrew Tanenbaum – (tercera edición) o al RFC 793.**