

Universidad de León

Examen EX1 de Arquitectura, Diseño y Gestión de Redes de Computadores

1 [1,5]. Calculad la latencia de la transferencia de un paquete de 12000 bits de un host A a un host B conectados a través de un switch *store-and-forward Ethernet de 100Mbps*. Cada enlace introduce un retardo de propagación de (*propagation delay*) de $10 \mu\text{s}$ y el switch comienza a transmitir inmediatamente después de terminar de recibir el paquete. Razonad el procedimiento de cálculo.

Tiempo total = Tiempo_{A->Switch} + Tiempo_{Switch->B}

en este caso, ambos tiempos son iguales puesto que la velocidad de transmisión y el tiempo de propagación es el mismo en ambos tramos

Calculemos Tiempo_{A->Switch} y multipliquémoslo por 2:

$$\text{Tiempo}_{A \rightarrow \text{Switch}} = T_{\text{prop}} + T_{\text{transm}} = 10 \cdot 10^{-6} + 12000 \cdot 1/100 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 130 \cdot 10^{-6} \text{ sec}$$

$$\text{Tiempo total} = 2 \cdot 130 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 260 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 260 \mu\text{s}$$

2 [1,5]. El contexto de este ejercicio es igual al anterior: A → switch → B y el switch tiene las mismas características. En este caso, os pedimos que calculéis el producto retardo x ancho de banda (*delay x bandwidth*), para ello, considerad el retardo de ida (*one-way delay*) medido desde el primer bit enviado por A hasta el primer bit recibido por B. El tamaño de paquete es de 12000 bits.

$$\text{Retardo (One-way delay)} \times \text{ancho de banda} = (T_1 + T_{\text{transm1bit}} + T_p) \cdot \text{ancho de banda} = (130 \cdot 10^{-6} + 1/100 \cdot 10^{-6} + 10 \cdot 10^{-6}) \cdot 100 \cdot 10^6 = 140,01 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 10^6 = 14001 \text{ bits}$$

3. [0,5] ¿Qué es la *interfaz de servicio* de una capa cualquiera? Cap. 1 del libro de texto (P&D)

Contexto para las preguntas 4, 5, 6 y 7: Dos hosts A y B se conectan a través de un canal lógico que ofrece un ancho de banda efectivo (Bandwidth) de 1Mbps con un RTT efectivo de 150 ms. El host A transmite a una velocidad de 128 Kbps (transmission speed) un cierto fichero. Responded a las siguientes cuestiones (4, 5, 6 y 7):

4 [0,25] El enlace lógico se está aprovechando al máximo:

- Cierto
- Falso

5. [0,25] De las magnitudes mencionadas, solo podéis mejorar una de ellas. Si el fichero es muy pequeño (1 Byte) qué haríais para mejorar la latencia de la transferencia del fichero. Razonad vuestra respuesta.

Puesto que el tamaño es de 8 bits, el tiempo de transmission será pequeño y, entonces, el peso del tiempo de propagación será importante, por tanto, en principio propondríamos mejorar el tiempo de propagación:

$$T_{\text{total}} = T_{\text{prop}} + T_{\text{transm}} \cdot 8 \text{ bits} = 75 \cdot 10^{-3} \text{ sec} + 8 \cdot 10^{-6} \text{ sec/bit} = 0,075008 \text{ sec}$$

El peso del tiempo de propagación sobre el total es: $T_p/T_{\text{total}} \cdot 100 = 99,99\%$, por tanto, una mejora del tiempo de propagación se traduce en una mejora global mayor, mejoraríamos T_{prop} .

6. [0,25] De las magnitudes mencionadas, solo podéis mejorar una de ellas. Si el fichero es muy grande (1000 GB) qué haríais para mejorar la latencia de la transferencia del fichero. Razonad vuestra respuesta.

En este caso, al contrario que en el caso anterior, mejoraríamos el tiempo de transmission que es el que supone un mayor peso en el tiempo total:

$$T_{total} = T_p + T_{transm\ 1000GB} = 0,0750625\ sec + 67,1093 \cdot 10^6\ sec$$

7. [0,5] Ahora, podéis mejorar todas las magnitudes mencionadas, pero, en este caso estamos interesados en aprovechar al máximo los recursos ofrecidos por la red, es decir, queremos hacer el máximo de utilización de la red ¿Qué magnitud (Mencionada o derivada) optimizaríais? Razonad vuestra respuesta.

Propondríamos trnsmitir a la velocidad maxima, es decir, utilizar todo el ancho de banda de transmission y así llenar producto (retardo x ancho de banda) que en este caso sería:

$$(\text{retardo} \times \text{ancho de banda}) = 150 \times 10^3\ \text{bits}$$

8. [0,5] Señalad las capas OSI que están implementadas en un encaminador ip (*IP router*):

- Enlace (Link)
- Sesión (Session)
- Transporte (Transport)
- Red (Network)

9. [0,5] En la arquitectura de Internet explicada, un paquete IP encapsula:

- Un *payload* del protocolo inmediatamente inferior y un cabecero IP (IP header)
- Un *payload* del protocolo inmediatamente superior y un cabecero IP (IP header)
- Una unidad de datos de protocolo cualquiera
- Un datagrama UDP o un segmento TCP más el cabecero IP

10. [0,75] Indicad a qué capa OSI corresponden los siguientes protocolos:

A: IP, B: TCP, C: Ethernet, D: UDP, E: http, F: ssh, G: ftp

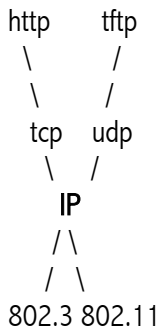
- Físico: Ethernet
- Red: IP
- Enlace: Ethernet
- Transporte: TCP, UDP
- Aplicación: http, ssh, ftp
- Sesión: _____

11. [1] En la arquitectura OSI no se puede cambiar la implementación de un protocolo porque eso afectaría al resto de protocolos. Discutid la veracidad de esta afirmacion brevemente.

Es falsa porque la arquitectura OSI prescribe que no se pueden alterar ni la interface de servicio ni la interface peer-to-peer de un protocolo, pero, sí su realización, es decir sus mecanismos de implementación.

12. [0,5] ¿Por qué decimos que la Arquitectura de Internet (*Internet Architecture*) tiene forma de reloj de arena (*hourglass*)? Ilustrad vuestra respuesta con un pequeño grafo de protocolos de ejemplo (*Protocol graph*).

En la arquitectura TCP/IP solo existe un protocolo en la capa de red: IP



13. Prácticas [1] Explicad el propósito de las clases DatagramPacket y DatagramSocket, incluid algún código de ejemplo.

Consultad los APIs correspondientes en la práctica 1 de CN 2013

14. Prácticas [1] Explicad brevemente qué función cumplen los comandos ping, traceroute, ifconfig y netstat

Consultad las primeras prácticas de CN 2013

Universidad de León

Examen nº 2 de Redes de Computadores
25 de abril de 2013

1. [1] Un adaptador de red Ethernet ha incurrido 5 colisiones en su intento de transmitir una trama ¿Con qué probabilidad realizará el nuevo intento de transmisión en un tiempo mayor que $768\mu\text{s}$?

$N_{\text{coll}} = 5$ el multiplicador aleatorio se escogerá entre: $2^5 = 32$, $\{0,1,2,3\dots(32-1)\}$, siendo el tiempo base en Ethernet de $51,2\mu\text{s}$ calculemos el multiplicador que cumple con el enunciado: $N_{\text{real}} \times 51,2 \mu\text{s} > 768\mu\text{s}$, $N_{\text{real}} > 15$, es decir, N_{real} tendrá que ser $N_{\text{real}} \geq 16$, o sea, tendremos Casos favorables= $\{16,17,\dots,31\}$ un total de 16, y los casos posibles seran 32, por tanto la probabilidad de que el próximo intento tenga lugar en un tiempo mayor de $768\mu\text{s}$ sera: $P_{>768\mu\text{s}} = 16/32 = 50\%$

2. [0,5] Una red Ethernet CSMA/CD basada en cable coaxial 10BASE5 cuya longitud es de 2500m (La máxima admisible) tiene un RTT de $51.2 \mu\text{s}$ y la velocidad transmisión es de 10 Mbps. Calculad la longitud mínima de trama que garantiza que un host A separado a la máxima distancia (2500 m) de otro B puede detectar colisiones producidas por una transmisión procedente de B.

Calculemos el producto $BW \times \text{Delay}(\text{RTT})$ en este caso $= 51,2 \cdot 10^{-6} \text{ sec} \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ bps} = 512 \text{ bits}$, este sera el número mínimo de bits que garantizarán que el medio contendrá señal (portadora) en toda su longitud de forma que cualquier otro nodo ejecutando CSMA/CD se apercebirá de la presencia de esta señal y cesará su posible intento de transmission.

3. [1] En la red anterior (Ej. 3), un tercer host C, el cual se encuentra conectado al cable coaxial en el punto medio de los 2500 m de longitud, inicia la transmisión de una trama de 1000 bits de longitud: explicad cuántos de esos bits son vulnerables a una colisión de A o de B.

A y B se encuentran separados por una distancia de 2500m y C se encuentra en el punto medio de los dos, si el RTT = $51,2\mu\text{s}$ entonces, una trama transmitida por C sera vulnerable durante $51,2/4 \mu\text{s}$, por tanto el número de bits vulnerables (La ventana de vulnerabilidad) será la correspondiente al número de bits que se pueden transmitir en ese tiempo:
 $10 \cdot 10^6 \text{ bits/sec} \cdot 12,8 \cdot 10^{-6} \text{ sec} = 128 \text{ bits}$

4. [0,5] En una red Ethernet/IEEE802.3, una colisión es un error y, como tal, será detectado por al comprobar el CRC.
- Verdadero
 - Falso
 - Indecidible

5. [2] Dos hosts A y B, conectados a una Ethernet, están intentando transmitir sendas tramas. Cada uno de ellos tiene una cola de tramas listas para ser transmitidas; las tramas de A las nombraremos A_1, A_2 , etc. y el mismo esquema para las tramas de B. Sea $T = 51.2 \mu\text{s}$ la unidad de tiempo base del algoritmo *exponential backoff*. Suponed que A y B intentan transmitir la trama 1 simultáneamente y que, entonces, después de la colisión, escogen tiempos de *backoff* de $0 \times T$ y de $1 \times T$, respectivamente, lo cual, significa que A gana y transmite A_1 , mientras B espera. Al final de esta transmisión, B intentará retransmitir B_1 mientras A intentará transmitir A_2 . En este intento se produce otra colisión, pero,

ahora A hace backoff por 0 x T o por 1 x T, mientras B hace backoff por 0 x T, 1 x T, 2 x T o 3 x T.

Calculad la probabilidad de que A pierda este segundo backoff, el cual tiene lugar inmediatamente después de la primera colisión.

$$N_{collA} = 1, 2^1 = 2 \{0,1\} \text{ o sea } \{0, 51.2\}$$

$$N_{collB} = 2, 2^2 = 4 \{0,1,2,3\} \text{ o sea } \{0, 51.2, 102.4, 153.6\}$$

$$\text{Casos posibles} = 2 \times 4 = 8$$

$$\text{Casos favorables (A pierde)} = 1 \text{ (Caso en que A escoge 1(51.2) y B escoge 0)}$$

$$\text{Prob} = 1/8 = 12,5\%$$

6. [1] Suponed que un NIC HDLC recibe el bloque de bits de datos siguiente después de recibir el flag de inicio de trama: 110101111101011110010111110110 ¿Qué bloque de datos resulta una vez aplicado el mecanismo de transparencia del protocolo HDLC?

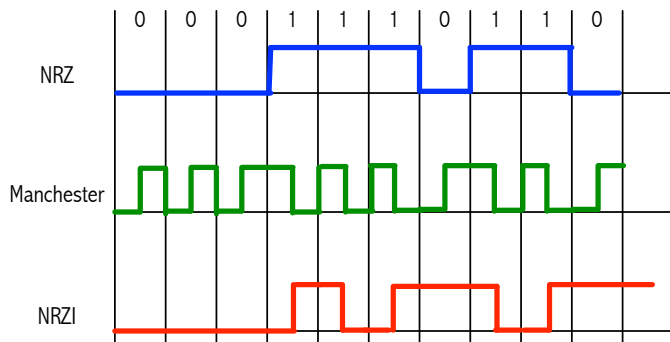
110101111101011110010111110110 = 11010111110111110101111110

No se ha detectado ningún error

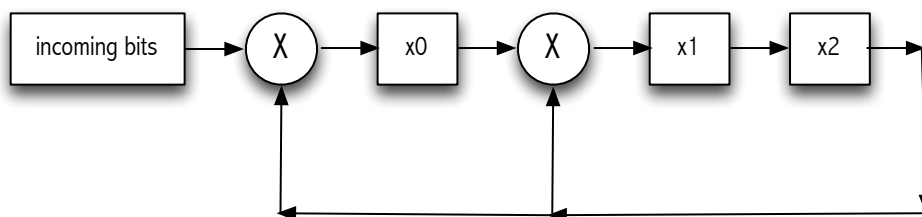
7. [0,5] La capacidad de Shannon de un canal afectado por ruido Gaussiano es de 50 Mbps ¿Es posible que un adaptador de red conectado a ese canal transmita a 1 Gbps de velocidad de datos? Razonad vuestra respuesta.

El adaptador de red puede transmitir a esa velocidad (1 Gbps) si su electrónica se lo permite; el teorema de Shannon limita la capacidad de detección de información en el receptor con probabilidad de error limitada, pero, no impide al receptor intentar la recepción a la velocidad indicada, en cuyo caso incurriría un alto número de bits con error.

8. [1] Codificad el siguiente bloque de datos en NRZ, Manchester y NRZI: 0001110110



9. [1,5] Un protocolo de nivel 2 usa tramas que incluyen un CRC basado en el generador $C(x) = 1 + x + x^3$. Calculad el CRC si el mensaje $M(x) = x^3 + x^2 + 1$. ¿Cómo lleva a cabo el receptor la comprobación del CRC?



| | | | |
|-------|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| Crc = | 1 | 0 | 0 |

(Comprobación del CRC: Cap. 2)

Prácticas

10. [0,5] Describid los diferentes tipos de direcciones MAC (Ethernet).

Unicast, Broadcast, Multicast (Ved descripción en Cap. 2)

11. [0,5] Dos HUBs A y B se encuentran conectados mediante un cable TP (Twisted Pair), cada uno de ellos contiene 7 estaciones (hosts) ¿Cuántas redes Ethernet existen en este esquema? ¿Cuántos dominios de broadcast existen? ¿Cuántos dominios de colisiones?

- Una red
- Un dominio de broadcast
- Un dominio de colisiones

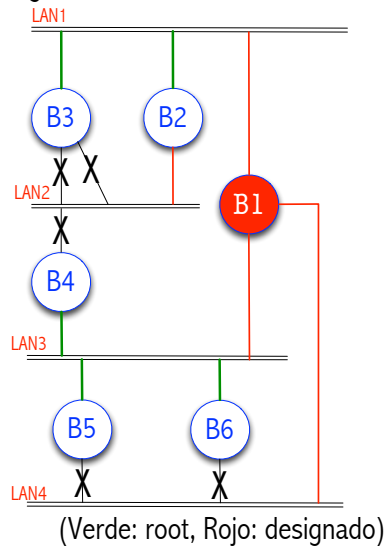
Universidad de León

Examen nº 3 de Redes de Computadores

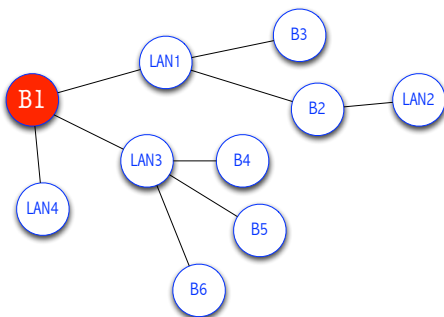
9 de mayo de 2013

Teoría

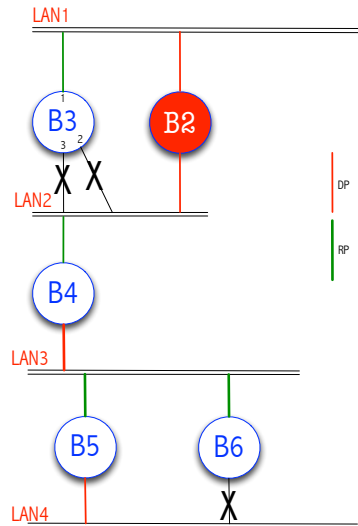
1. [2] La fig. 1 representa una red LAN extendida, cada uno de los dispositivos Bn es un bridge que ejecuta el algoritmo Spanning Tree (ST), explicad los pasos de ejecución de este algoritmo, indicad claramente cuál es el estado final de cada enlace.



1. ROOT. Nodo B1
 2. Root port de cada switch: Menor distancia al root, empates por etiqueta menor siguiente switch, número de Puerto
 3. Puerto designado de cada LAN: Menor distancia al root, empates por etiqueta switch menor y número de puerto
2. [1] Dibujad el árbol de expansión (ST) resultante de la pregunta anterior. Explicad cómo lo construís.



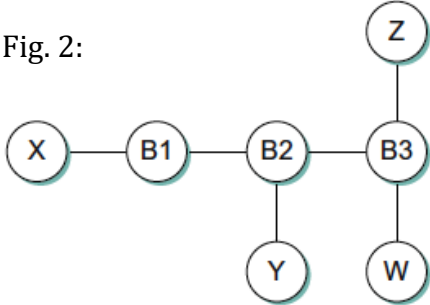
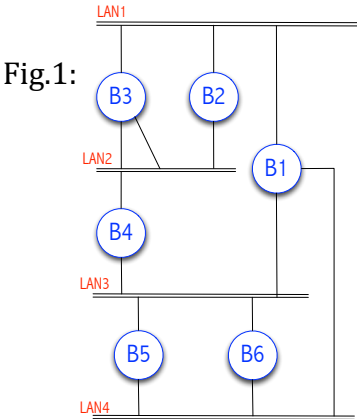
3. [1] Asumid que el ST ha convergido en la red de la fig. 1 y que la red está ya operativa, en ese momento el bridge B1 se apaga, explicad qué ocurre ahora. Al dejar B1 de enviar BPDUs, el resto de switches ejecutan de nuevo el STA de lo cual resulta el siguiente ST:



4. [2] En la Fig. 2, considerad los hosts X, Y, Z, W y los puentes (Learning Bridges) B1, B2, B3. Sus tablas de encaminamiento (Forwarding tables, station caches) están inicialmente vacías. Responded a las siguientes cuestiones:
- X envía una trama a W. ¿Qué bridges aprenden dónde se encuentra X? ¿La interfaz de red de Y ve esta trama?
Todos aprenden X. Y ve esa trama.
 - Z envía a X ¿Qué bridges aprenden dónde está Z? ¿La estación Y ve esta trama?
Todos aprenden Z. Y no ve esa trama.
 - Y envía a X ¿Qué bridges aprenden dónde está Y? ¿La estación Z ve esta trama?
B2 y B1 aprenden Y. Z no ve esa trama.
 - W envía a Y ¿Qué bridges aprenden dónde está W? ¿La estación Z ve esta trama?
B3 y B2 aprenden W. Z sí ve esa trama.
5. [1,5] Explicad qué se entiende por transmisión fiable (Reliable transmission), detallad sus mecanismos y las diferentes formas que cobra, particularmente, explicad el algoritmo stop-and-wait y cuál es el principal problema que presenta.
Libro de texto, cap 2. S/W solo una trama en cada RTT, bajo rendimiento. ACKs, timeouts, retransmits, nums. secuencia (ARQ).
6. [0,5] Explicad con detalle los casos en los que un learning bridge hace flooding (inundación) y por qué lo hace.
Dirección MAC de estación desconocida, trama dirigida a dirección de broadcast

Prácticas

7. [1] Explicad el proceso que tiene lugar cuando una estación perteneciente a una LAN necesita enviar una trama Ethernet a otra estación perteneciente a esa misma LAN y no conoce su dirección MAC.
1. ARP para esa dirección
 2. Esperar ARP conteniendo la MAC de la estación
 3. Transmitir la trama usando la MAC recién descubierta
8. [1] Explicad el propósito de los protocolos ICMP y DHCP, sus mensajes principales y el significado de los mismos: Libro de texto cap. 3.



Universidad de León

Exam no. 4 of Computer Networks
30/May/2013

Theory

1. [0,25] The designers of IP decided that fragmentation should always happen on 8-byte boundaries, discuss briefly the possible reasons for this decision.

If the contents of the 13-bit offset field specified a byte-boundary, the maximum offset would be $2^{13} = 8192$ BYTES which is rather small, thus the designers specified an 8-byte boundary for the offset field which amounts to $8192 \text{ WORD-64} = 65536$ BYTES which constitutes an acceptable IP packet size

2. [0,5] What is an IP router?

Layer-3 device

- a. Forwarding
- b. Switching
- c. Routing
- d. DHCP, filtering, tunneling, other functions

3. [0,5] Which actions carried out by an IP router belong to the control plane and which belong to the data plane?

Control plane: Routing

Data plane: forwarding and switching

4. [0,5] Briefly contrast the concept of IP routing table and forwarding table. Provide a short example of each

Routing: Build the routing tables by using dynamic routing protocols

Forwarding: Consult the forwarding tables for calculating the next hop for an IP packet

Switching: Transfer-to and transmit an IP packet over a directly connected interface

Example routing table entry: Net prefix + next-hop

Example forwarding table entry: Net prefix + if + MAC address

5. [0,5] Consider a RIP (The Routing Information Protocol is based on the Bellman-Ford algorithm) domain comprised of a number routers, make a list of the conditions that cause any router to advertise its DV. Which routers receive that DV?

After computing a new DV (Better than previous one)

After T elapses (The periodic advertisement)

When a node's keep-alive message is not received

6. [0,5] Regarding the previous question, a decrease in cost always causes the counting to infinity problem (Mark only one):
 - True
 - False
 - Sometimes true, sometimes false

7. [0,5] The OSPF routing protocol is based on Dijkstra's Shortest Path algorithm:
 - a. What is the name of its protocol data unit (PDU)?
LSP (Link State Packet)
 - b. Are the OSPF PDUs sent to a router's neighbors only? Explain briefly.
They are sent to all network nodes (The whole OSPF domain) by using a reliable flooding mechanism
 - c. What do those PDUs basically transport?
LSP or LSA: Transports the state of every link of a given router, the router's 32-bit ID, LSA's sequence number, checksum, ...

8. [0,5] Explain the IPFA algorithm used by routers today which understand CIDR/VLSM?

Upon reception of a new IP packet, the router consults its routing table (RT) by using the Longest Prefix Matching which means that the IP is applied each CIDR prefix in the RT and then it is compared to the IP included in the entry, if there are several matches, the one with longest CIDR prefix is selected

9. [0,25] Does the IP address 193.146.101.46 belong to CIDR block 193.146.96.0/20? Explain.

193.146.101.46 & ff.ff.f0.00 = 193.146.96.0
 193.146.96.0/20 = 193.146.96.0 therefore:
 193.146.101.46 does belong to 193.146.101.46/20

10. [1] Suppose a packet arrives at a router and is to be forwarded to an X.25 network having an MTU of 576 bytes. The packet has an IP header of 20 bytes and a data part of 1484 bytes. Perform fragmentation and include the pertinent values of the IP header of the original packet and of each fragments.

- a. MTU = HDR(20B) + Payload Data(556B)
- b. Packet 1: MF 1, Ident x, Offset = 0, Total size = 572
- c. Packet 2: MF 1, Ident x, Offset = 69, Total size = 572
- d. Packet 3: MF 0, Ident x, Offset = 138, Total size = 400

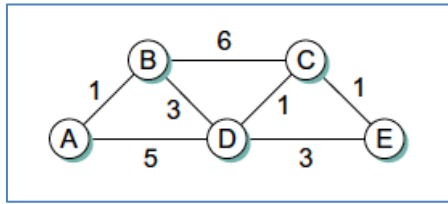
11. [1] The following table is a routing table using CIDR. Address bytes are in hexadecimal. State to what next hop the following IP packets with the specified destination addresses will be delivered. What algorithm are you *executing*?

- (a) C4.4B.31.2E
- (b) C4.5E.05.09
- (c) C4.4D.31.2E
- (d) C4.5E.03.87
- (e) C4.5E.7F.12
- (f) C4.5E.D1.02

| Net/MaskLength | NextHop |
|----------------|---------|
| C4.5E.2.0/23 | A |
| C4.5E.4.0/22 | B |
| C4.5E.C0.0/19 | C |
| C4.5E.40.0/18 | D |
| C4.4C.0.0/14 | E |
| C0.0.0.0/2 | F |
| 80.0.0.0/1 | G |

a/F, b/B, c/E, d/A, e/D, f/C (See textbook exercise no. 73 and its solution)

12. [1] Give the steps in the Dijkstra's Forward Search Algorithm as it builds the routing database for node A in the following network diagram:



(Dijkstra alg)

| {P} | {T} |
|----------|------------------------------|
| A(A,0,0) | B(A,1,1) D(A,5,5) |
| B(A,1,1) | D(B,3,4) C(B,6,7) |
| D(B,3,4) | C(D,1,5) E(D,3,7) |
| C(D,1,5) | E(C,1,6) |
| E(C,1,6) | |

(Routing Table at node A)

| Router | Next-hop | Cost |
|--------|----------|------|
| B | B | 1 |
| D | B | 4 |
| C | B | 5 |
| E | B | 6 |

You must also draw the resulting minimum spanning tree

13. [1] Regarding the previous question, provide the routing table for node E once the algorithm has converged and is stable.

We will compute the RT and ST at node E by applying the Dijkstra's algorithm like in the previous question, in this case we will assume it's node E that executes the algorithm

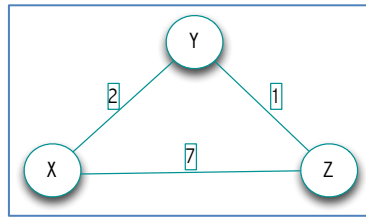
(Dijkstra alg)

| {P} | {T} |
|----------|------------------------------|
| E(E,0,0) | C(E,1,1) D(E,3,3) |
| C(E,1,1) | D(C,1,2) B(C,6,7) |
| D(C,1,2) | B(D,3,5) A(D,5,7) |
| B(D,3,5) | A(B,1,6) |
| A(B,1,6) | |

(Routing Table at node E)

| Router | Next-hop | Cost |
|--------|----------|------|
| C | C | 1 |
| D | C | 2 |
| B | C | 5 |
| A | C | 6 |

14. [1] The following IP internetwork executes the RIP protocol, by applying the Bellman-Ford formula, calculate the final DV's at each of the network nodes.



This is the resulting global cost matrix, this matrix is non existent at any single node but it is a convenient representation for the final costs once the algorithm converges. In the exam you must provide a sufficient number of neighboring-node DV transmissions that will prove that the algorithm converges (See our chapter 4 presentation number 2 for an illustrating BF process of convergence)

| | | | |
|---|---|---|---|
| | X | Y | Z |
| X | 0 | 2 | 3 |
| Y | 2 | 0 | 1 |
| Z | 3 | 1 | 0 |

Laboratory Exercises

15. [1] An organization has been assigned the prefix 212.1.1/24 and wants to form subnets for four departments, with hosts as follows:

- Dept. A: 75 hosts
- Dept. B: 35 hosts
- Dept. C: 20 hosts
- Dept. D: 18 hosts

- a. Perform a partitioning of the ip space assigned according to the required subnet sizes. For each resulting IP space, specify its network number, its network mask and its broadcast address.

$$/24 = /25 + /26 + /27 + /27$$

$$/25 = [212.1.1.0, 212.1.1.127]$$

$$/26 = [212.1.1.128, 212.1.1.191]$$

$$/27 = [212.1.1.192, 212.1.1.223]$$

$$/27 = [212.1.1.224, 212.1.1.255]$$

- Check: 212.1.1.0/24 | not(ff.ff.00) = 212.1.1.255 ✓

Network design:

- b. Devise a simple network design for the resulting internetwork and draw its network diagram.

A simple IP-based design like that used in our laboratory exercises will suffice

Universidad de León

Exam no. 5 of Computer Networks

13/June/2013

Theory

1. [0,5] Applications that run over UDP can not offer any reliability guarantees to the end user, tick each true assertion:
 - a. Always true
 - b. Always false
 - c. The application can offer whatever reliability level it wants to the end user whichever underlying transport it chooses to use
 - d. True, the application should use TCP
2. [0,25] A C/S (Client/server) application that runs over UDP can not send at a very high speed due to the inherent unreliable nature of UDP
 - a. False, UDP will adapt to the speed negotiated in the initial connection setup
 - b. False, the application can itself implement flow control
 - c. True
3. [0,5] A UDP datagram is delivered to the UDP module of a Unix system, its Destination Port is closed, tick each true assertion:
 - a. The datagram is delivered to the application that created the UDP socket
 - b. The datagram's payload is enqueued at the socket's input buffer
 - c. The datagram is discarded
 - d. The datagram is enqueued at a special-purpose discard system queue
 - e. An ICMP Port Unreachable is sent back to the originating system
 - f. The datagram is sent back to the originating system port encapsulated into an ICMP Port Unreachable message
4. [0,5] An application has opened a UDP socket and wants to receive a message enqueued by UDP on the socket's input queue but, now the queue is empty, thus: (Tick only one)
 - a. The invoked method (Or function) will block forever
 - b. The invoked method (Or function) will block until a new message becomes available
 - c. The invoked method (Or function) will return immediately a null message
5. [0,5] The Java Socket API is provided by the TCP module belonging to the operating system
 - a. No, it is always provided by the JVM in collaboration with the TCP module's service interface
 - b. No, it is always provided by the JVM's built-in TCP module
 - c. No, it is always provided by the JVM in collaboration with the TCP module's peer-to-peer interface
6. [0,5] The TCP/IP architecture offers two protocols, UDP and TCP, both use exactly the same demultiplexing mechanism at layer 4:
 - a. Always true
 - b. Always false
 - c. Undecidable with the information provided

7. [0,25] The UDP and TCP, both allow the transfer of information between hosts, not between applications threads since they both lack a mechanism for identifying those applications
- False
 - True

8. [0,5] Explain the TCP/IP protocols that improve the IP Service Model and what specific improvements they provide, a UDP socket is an abstraction of an IP address/UDP port combination that can send and receive datagrams

UDP adds a basic demultiplexing mechanism to IP based on the destination UDP port
 TCP adds a connection oriented, process-to-process reliable communication model with flow control and congestion control, a TCP socket is an abstraction of a TCP connection <Src IP, Dst IP, Src Port, Dst Port>

9. [0,5] Explain what is the end-to-end argument and provide an example

Functions implemented on the lower levels of the layered architecture may be implemented there only if they can be *functionally complete* on those levels

10. [0,5] All the state of a TCP connection is maintained in the client and in the server, therefore, no change in the network will ever cause the connection to be disrupted
- Always true
 - Always false
 - False if NAT is used, for example

11. [0,5] Explain the connection setup phase of TCP with detail, specifically we want to know what processes take place from the closed state in the client and in the server, use the proper terminology.

In this question we must identify the three-way handshake with the correct states on the TCP state diagram, specifically: Server does a passive open, client does an active open and sends SYN to server, server responds with ACK and SYN, client receives ACK and SYN and responds to server with ACK, then the connection is established and data communication proceeds.

12. [0,5] The TCP state diagram provides information about:
- The service interface semantics
 - The peer-to-peer interface semantics
 - The service interface syntax
 - The peer-to-peer interface syntax

13. [0,5] A connection is in the established state, in the client (A) and in the server (B), now (B) sends a segment to (A) with the following fields values, provide an explanation of the fields values
- ACK flag set, Acknowledgement 1024, SequenceNum 1023, AdvertisedWindow 588, DstPort (48001), SrcPort (80)

Since ACK flag is set, the ACK Number field is significant
 (B) acknowledges all bytes received up to (Including) 1023
 (B) Sends information within this segment's payload which byte sequence number is 1023

B's (receiver) window size is 588 bytes
 The destination port for this segment is 48001, source port is 80

14. [0,5] Hosts (A) and (B) have a TCP connection in the established state, (A) sends a segment to (B) with an AdvertisedWindow field value of 1000, accordingly, B must have an incoming buffer size of at least 1000 bytes
 - a. True
 - b. False
 - c. Undecidable with the data provided

15. [0,5] Hosts (A) and (B) have a TCP connection, (B) sends a segment to (A) with an AdvertisedWindow field value of 1000, tick all the true statements:
 - a. A cannot send more than 1000 TCP segments to B
 - b. A cannot send more than 1000 bytes of unacknowledged data to B
 - c. A cannot send more than 1000 unacknowledged segments data to B
 - d. A cannot send more than 1000 bytes of unacknowledged data to B over that specific connection
 - e. A cannot send more than 1000 unacknowledged segments to B over that specific connection

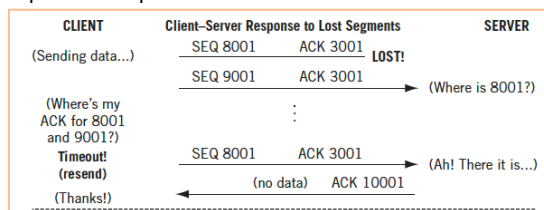
16. [0,25] Host (B) of the previous question now sends a segment to (A) over the same TCP connection with an AdvertisedWindow of 0, what does this mean? Explain what happens now.

No more buffer space is available at (B), (A) will send periodic Window Size Probe segments that cause (B) to eventually update its window size, (B) responds with Window Updates which have the ACK bit set and contain no data and are not reliably delivered by TCP thereby requiring (A) to send periodic probes so (A) and (B) do not reach a deadlock state

17. [0,25] Hosts A and B have two different TCP connections established, discuss whether it might be possible that A on connection 1 has the window closed and A on connection B has a window size of 1000, provide an example of a plausible cause for this situation.

This is a very common situation across different connections from (A) to (B), one of the parties in one of the connections might be unable to consume bytes from the socket's queue causing it to close its advertised window, and the other application might have plenty of space in its socket due to an undersubscribed application, for example

18. [0,25] Explain the following TCP connection message interchange by highlighting the most important aspects of TCP manifested in it



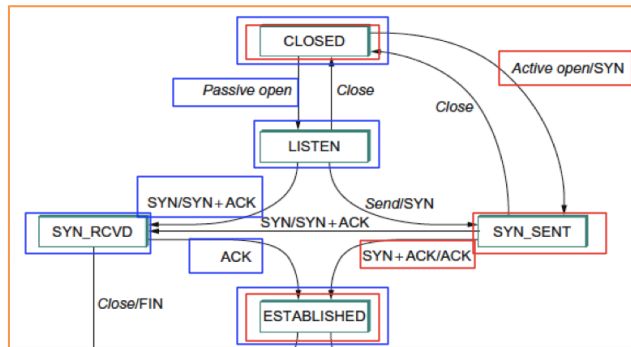
The diagram illustrates the accumulated, positive-ACK, data/ACK piggyback nature of TCP

19. [0,25] What is the Required Window Size for a Gigabit Ethernet with an RTT=100 ms so the pipe is kept full?
 Calculate the BW x RTT product for the connection (See textbook pg. 413)

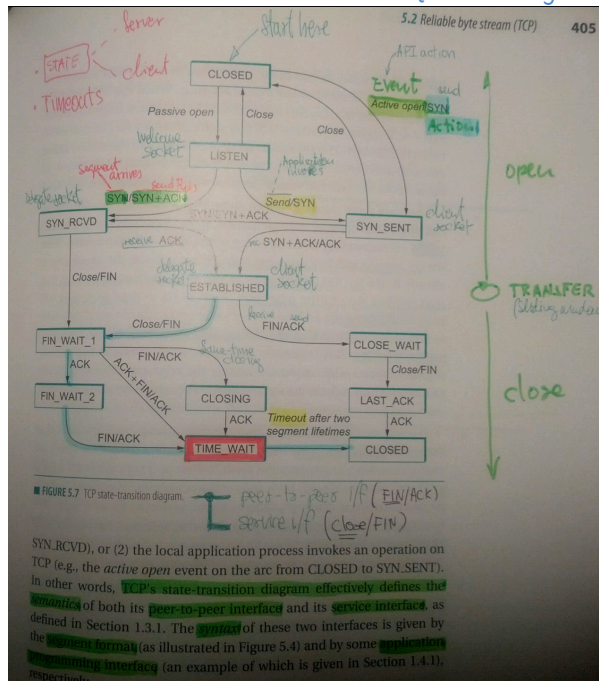
Laboratory Exercises

20. [2] Assume you are writing a C/S Java Sockets application, explain the states and transitions framed in red and in blue on the following TCP state diagram partial view as the connection progresses from their initial states to the established states, explain aspects of the Java API, TCP service interface, peer-to-peer interface.

Use your textbook (P&D) to study the highlighted TCP state diagram next to the figure included with the exam question, try to compose a short explanation of the whole diagram.



Question diagram



Textbook diagram with highlights