

Tarea 2

1. Let A and B be two stations attempting to transmit on an Ethernet. Each has a steady queue of frames ready to send; A's frames will be numbered A1, A2, and so on, and B's similarly. Let $T = 51.2\mu s$ be the exponential backoff base unit. Suppose A and B simultaneously attempt to send frame 1, collide, and happen to choose backoff times of $0 \times T$ and $1 \times T$, respectively, meaning A wins the race and transmits A1 while B waits. At the end of this transmission, B will attempt to retransmit B1 while A will attempt to transmit A2. These first attempts will collide, but now A backs off for either $0 \times T$ or $1 \times T$, while B backs off for time equal to one of $0 \times T, \dots, 3 \times T$.
 - a. Give the probability that A wins this second backoff race immediately after this first collision; that is A's first choice of backoff time $k \times 51.2$ is less than B's.

$$\begin{aligned}
 P[A \text{ wins}] &= P[k_A(2) < k_B(2)] \\
 &= P[k_A(2) = 0] \times P[k_B(2) > 0] + P[k_A(2) = 1] \times P[k_B(2) > 1] \\
 &= \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{2}{4} \\
 &= \frac{5}{8}
 \end{aligned}$$

Para el segundo backoff race, A elige $k_A(2)$ con dos posibles valores (0 o 1) de igual probabilidad, esto significa $\frac{1}{2}$ para cualquier caso. En cambio, B elige $k_B(2)$ puede tener valores (0, 1, 2, 3), esto significa $\frac{1}{4}$ para cada elección. Por tanto, A gana el backoff race en el caso de que $P[k_A(2) < k_B(2)]$

- b. Suppose A wins this second backoff race. A transmits A3, and when it is finished, A and B collide again as A tries to transmit A4 and B tries once more to transmit B1. Give the probability that A wins this third backoff race immediately after the first collision.

$$\begin{aligned}
 P[A \text{ wins}] &= P[k_A(3) < k_B(2)] \\
 &= P[k_A(3) = 0] \times P[k_B(3) > 0] + P[k_A(3) = 1] \times P[k_B(3) > 1] \\
 &= \frac{1}{2} \times \frac{7}{8} + \frac{1}{2} \times \frac{6}{8} \\
 &= \frac{13}{16}
 \end{aligned}$$

A elige $k_A(3)$ con dos posibles valores (0 o 1) de igual probabilidad, esto significa $\frac{1}{2}$ para cualquier caso. En cambio, B elige $k_B(3)$ puede tener valores (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), esto significa $\frac{1}{8}$ para cada elección.

c. Give a reasonable lower bound for the probability that A wins all the remaining backoff races.

La probabilidad de que A gane las 13 backoff races restantes de las veces que ya intento B será la siguiente:

$$P[A \text{ wins}] = \prod_{i=4}^{16} P[A \text{ wins } i | A \text{ wins } i - 1]$$

$$P[A \text{ wins } i + 1 | A \text{ wins } i] = P[k_A(i + 1) < k_B(i + 1)]$$

En el caso presentado A gana el anterior backoff, $k_A(i)$ que posee dos valores posibles de 0 o 1. En el caso de $k_B(i)$ debido a las veces que intento tiene valores posibles dentro del rango de $0 \dots 2^i - 1$.

Por tanto, para el rango de $1 \leq i \leq 9$:

$$\begin{aligned} P[k_A(i) < k_B(i)] &= P[k_A(i) = 0] \times P[k_B(i) > 0] + P[k_A(i) = 1] \times P[k_B(i) > 1] \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{2^i - 1}{2^i} + \frac{1}{2} \times \frac{2^i - 2}{2^i} \\ &= \frac{2^{i+1} - 3}{2^{i+1}} \end{aligned}$$

Y para el rango de $10 \leq i \leq 16$:

$$\begin{aligned} P[k_A(i) < k_B(i)] &= P[k_A(i) = 0] \times P[k_B(i) > 0] + P[k_A(i) = 1] \times P[k_B(i) > 1] \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{2^{10} - 1}{2^{10}} + \frac{1}{2} \times \frac{2^{10} - 2}{2^{10}} \\ &= \frac{2045}{2048} \end{aligned}$$

Implementando en la fórmula anterior:

$$P[A \text{ wins}] = \prod_{i=4}^{16} P[A \text{ wins } i | A \text{ wins } i - 1]$$

$$\begin{aligned}
&> \prod_{i=4}^{16} P[k_A(i) < k_B(i)] \\
&= \prod_{i=4}^9 P[k_A(i) < k_B(i)] \cdot \prod_{i=10}^{16} P[k_A(i) < k_B(i)] \\
&= \prod_{i=4}^9 \frac{2^{i+1} - 3}{2^{i+1}} \cdot \prod_{i=10}^{16} \frac{2045}{2048} \\
&\approx 0.82
\end{aligned}$$

Finalmente, la aproximación del límite inferior (no ajustado) es de 0.82.

d. What then happens to the frame B1?

El frame B1 se descartaría y B va a intentar con el siguiente frame disponible, es decir, B2. A este procedimiento se lo denomina como ‘efecto captura de Ethernet’.

2. Suppose Ethernet physical addresses are chosen at random (using true random bits).

a. What is the probability that on a 1024-host network, two addresses will be the same?

Como las direcciones no pueden ser iguales, se utiliza el esquema de direcciones de Ethernet el cual contiene hasta 248 direcciones MAC. Por tanto, la probabilidad de la red para 1024 host sería:

$$\begin{aligned}
P &= 1 - \frac{(1 + 2 + 3 + \dots + 1023)}{2^{48}} \\
P &= 1 - \frac{(523776)}{2^{48}} \\
P &\approx 1.86 \times 10^{-9}
\end{aligned}$$

b. What is the probability that the above event will occur on some one or more of 2^{20} networks?

$$P = \text{two same addres} \times \text{number of networks}$$

$$P = 1.86 \times 10^{-9} \cdot 2^{20}$$

$$P = 1.95 \times 10^{-3}$$

c. What is the probability that of the 2^{30} hosts in all the network of (b), some pair has the same address?

$$P = 1 - \frac{(1 + 2 + 3 + \dots + (20 - 1))}{2^{30}}$$

$$P = 1 - \frac{190}{2^{30}}$$

$$P \approx 0.9999$$

3. Why might a mesh topology be superior to a base station topology for communications in a natural disaster?

Para muchas comunicaciones inalámbricas se implementa una red de malla inalámbrica que se compone de tres o más puntos de acceso inalámbrico y se lo conoce como red ad-hoc. En este tipo de topología cada uno de los nodos están conectados entre sí, los datos se pueden reenviar utilizando los nodos pares y que cada nodo conectado se encuentre dentro del alcance del nodo anterior.

Las estaciones en una red inalámbrica usan un protocolo de enrutamiento de múltiples saltos que se usa para decidir la topología de la red y enviar mensajes al destino. La topología de malla también proporciona tolerancia a fallas al proporcionar varios caminos entre los dos nodos. Por lo tanto, si se pierde alguna conexión debido a un desastre natural, los nodos tienen la posibilidad de tomar otra ruta para entregar el mensaje. La topología de malla ayudaría a cada nodo a aprovechar los nodos recientes.

En un escenario de desastre natural, la infraestructura de comunicación se interrumpe severamente, dejando a las personas sin acceso a canales de comunicación seguros y confiables. Una topología de malla inalámbrica podría ser una opción preeminente para las comunicaciones debido a sus ventajas inherentes sobre una topología de estación base.

La naturaleza descentralizada de una topología de malla inalámbrica la hace ideal para escenarios de desastres naturales donde se interrumpe la infraestructura de comunicación. En tales situaciones, las estaciones base tienen la posibilidad de dañarse o destruirse, provocando una interrupción completa de la comunicación. Por otro lado, una red de malla inalámbrica puede progresar a medida que ciertos nodos se vuelven operativos, incluso si ciertos nodos permanecen afectados o eliminados.

En resumen, una topología de malla inalámbrica es superior a una topología de estación base para comunicaciones en un desastre natural debido a su naturaleza descentralizada, adaptabilidad, escalabilidad, resiliencia y rentabilidad. Una red de malla inalámbrica puede continuar funcionando incluso si algunos nodos están dañados o destruidos, puede implementarse y ampliarse rápidamente, puede proporcionar una mejor cobertura y puede configurarse a un costo menor.

4. Suppose an IP packet is fragmented into 10 fragments, each with a 1% (independent) probability of loss. To a reasonable approximation, this means there is a 10% chance of

losing the whole packet due to loss of a fragment. What is the probability of net loss of the whole packet if the packet is transmitted twice.

a. Assuming all fragments received must have been part of the same transmission?

Como todos los paquetes son parte de la misma transmisión, se debe determinar que es lo necesario a realizar packet:

$$P(\text{loss a packet}) = \frac{1}{10}$$

$$P = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10}$$

$$P = \frac{1}{100}$$

$$P = 1\%$$

b. Assuming any given fragment may have been part of either transmission?

En este caso se escoge los fragmentos de una de las transmisiones, ya sea un fragmento 1 o fragmento 2:

$$P(\text{loss fragment 1}) = \frac{1}{100}$$

$$P = \frac{1}{100} \times \frac{1}{100}$$

$$P = \frac{1}{10^4}$$

$$P(\text{loss a packet}) = \frac{1}{10}$$

$$P = \frac{1}{10^4} \times 10$$

$$P = \frac{1}{10^3}$$

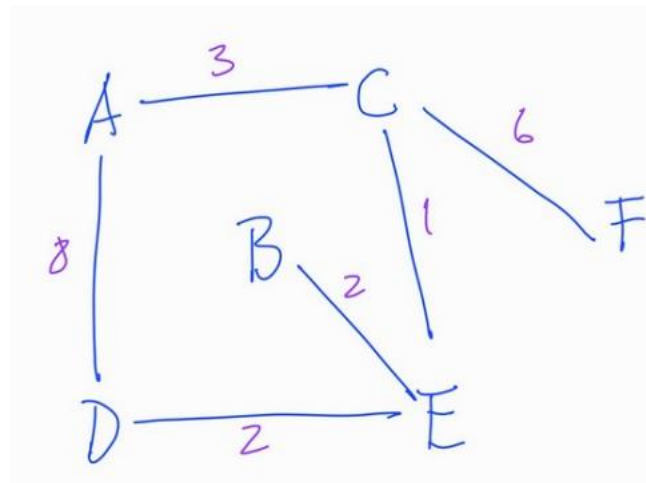
$$P = 0.1\%$$

c. Explain how use of the ident field might be applicable here.

El remitente usa el mismo ident field para así identificar cada fragmento, así cuando los fragmentos llegan a su lugar de destino el receptor acepta todos los fragmentos y verifica si

ident field. Si este campo es el que se tiene registrado avanza sin problema, en caso de que falte algún paquete ya no se puede reformar.

5. For the network given in the figure below, give the datagram forwarding table for each node. The links are labeled with relative costs; your tables should forward each packet via the lowest cost path to its destination.



Nodo A	
Nodo Destino	Salta A
A	-
B	C
C	C
D	C
E	C
F	C

Nodo B	
Nodo Destino	Salta A
A	E
B	-
C	E
D	E
E	E
F	E

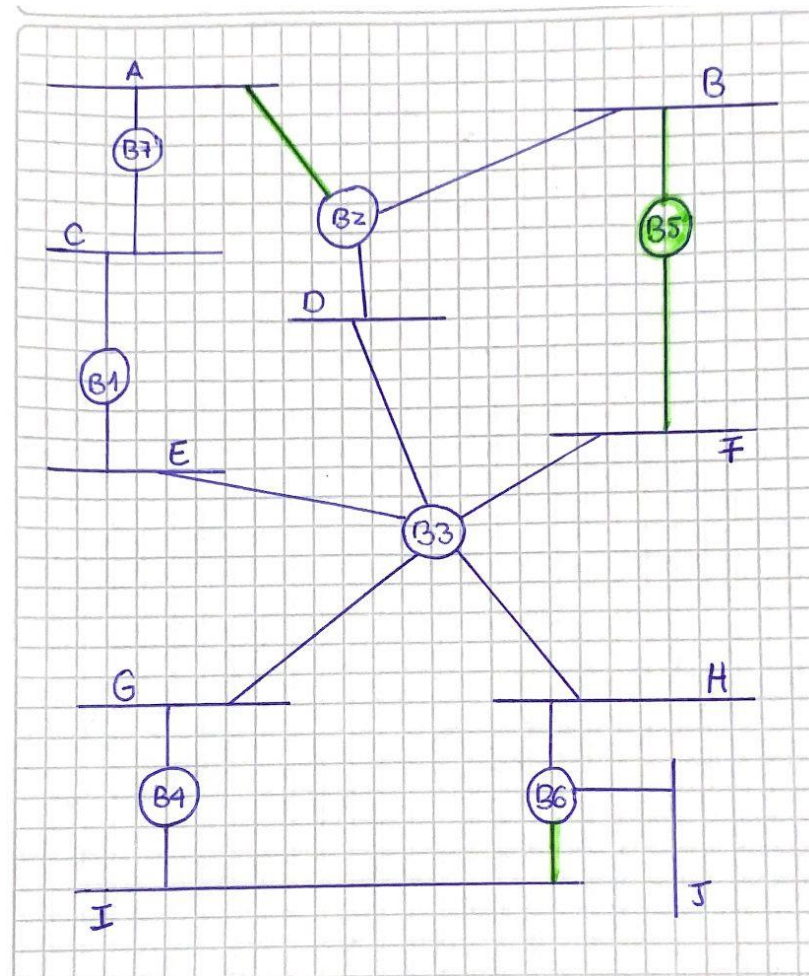
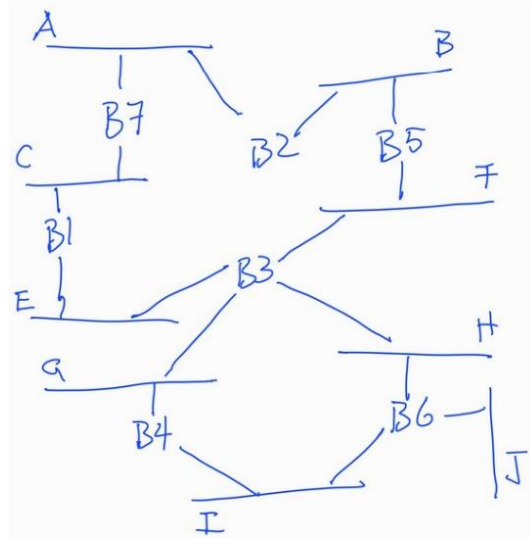
Nodo C	
Nodo Destino	Salta A
A	A
B	E
C	-
D	E
E	E
F	F

Nodo D	
Nodo Destino	Salta A
A	E
B	E
C	E
D	-
E	E
F	E

Nodo E	
Nodo Destino	Salta A
A	C
B	B
C	C
D	D
E	-
F	C

Nodo E	
Nodo Destino	Salta A
A	C
B	C
C	C
D	C
E	C
F	-

6. Given the extended LAN shown in the figure below, indicate which posts are not selected by the spanning tree algorithm.



Los puertos que unen B2 (A y D), de igual manera aquellos que unen B5 (B y F). Finalmente, I y J que unen B6.

7. Use the Unix tool traceroute (Windows tracert) to determine how many hops it is from your host to other hosts on the internet (usfq.edu.ec, google.com, amazon.com, etc). How many routers do you traverse to get out of your local site? Read the documentation of this tool and explain how it is implemented.

El comando de "tracert" se utiliza para encontrar la ruta y mostrar el retraso de tránsito de los paquetes a través de una red.

usfq.edu.ec:

```
PS C:\Users\pamel> tracert usfq.edu.ec

Tracing route to usfq.edu.ec [192.188.53.110]
over a maximum of 30 hops:

  1  *          *          *          Request timed out.
  2  78 ms     71 ms     71 ms     172.20.21.254
  3  75 ms     79 ms     74 ms     172.20.22.3
  4  72 ms     75 ms     70 ms     172.16.2.2
  5  *          *          *          Request timed out.
  6  *          *          *          Request timed out.
  7  *          *          *          Request timed out.
  8  73 ms     72 ms     79 ms     unn-212-102-61-157.cdn77.com [212.102.61.157]
  9  78 ms     71 ms     73 ms     vl203.mia-eq1-core-1.cdn77.com [185.156.45.244]
 10  76 ms     74 ms     79 ms     cwc-mia.cdn77.com [37.19.192.1]
 11  90 ms     93 ms     100 ms    ae0.brx-mx2020-1.boca-raton.fl.usa.cwc.com [69.79.100.0]
 12  130 ms    180 ms    205 ms    69.79.101.67
 13  165 ms    203 ms    201 ms    corp-190-12-7-250.uio.puntonet.ec [190.12.7.250]
 14  *          *          *          Request timed out.
 15  *          *          *          Request timed out.

 16  400 ms    200 ms    202 ms    192.188.53.214
 17  *          *          *          Request timed out.
 18  *          *          *          Request timed out.
 19  *          *          *          Request timed out.
 20  *          *          *          Request timed out.
 21  *          *          *          Request timed out.
 22  *          *          *          Request timed out.
 23  *          *          *          Request timed out.
 24  *          *          *          Request timed out.
 25  *          *          *          Request timed out.
 26  *          *          *          Request timed out.
 27  *          *          *          Request timed out.
 28  *          *          *          Request timed out.
 29  *          *          *          Request timed out.
 30  *          *          *          Request timed out.

Trace complete.
```

El resultado anterior muestra que hay un total de 30 saltos, es decir, hay 30 puertas entre nuestra máquina local y usfq.edu.ec. Si embargo, no todos los saltos poseen una dirección ip de entrada, el primer salto para salir de nuestro sitio local es 172.20.21.254 que es del enrutador local y así sigue hasta llegar al destino.

amazon.com:

```
PS C:\Users\pamel> tracert amazon.com

Tracing route to amazon.com [92.249.37.12]
over a maximum of 30 hops:

  1  *          *          *          Request timed out.
  2  76 ms      72 ms      72 ms      172.20.21.254
  3  82 ms      74 ms      70 ms      172.20.22.3
  4  97 ms      74 ms      72 ms      172.16.2.2
  5  *          *          *          Request timed out.
  6  *          *          *          Request timed out.
  7  *          *          *          Request timed out.
  8  78 ms      80 ms      86 ms      unn-212-102-61-156.cdn77.com [212.102.61.156]
  9  73 ms      72 ms      71 ms      vl201.mia-eq1-core-1.cdn77.com [185.156.45.240]
 10  73 ms      75 ms      71 ms      92.249.37.12

Trace complete.
```

En este caso, hay un total de 10 saltos. Es decir, hay 10 puertas entre nuestra máquina local y amazon.com. Se necesitan 9 saltos para salir de nuestro sitio local ya que la primera entrada es 172.20.21.254.

- 8. An ISP with a class B address is working with a new company to allocate it a portion of address space based on CIDR. The new company needs IP addresses for machines in three divisions of its corporate network: Engineering, Marketing, and Sales. These divisions plan to grow as follows: Engineering has 5 machines as of the start of year 1 and intends to add 1 machine every week; Marketing will never need more than 16 machines; and Sales needs 1 machine for every two clients. As of the start of year 1, the company has no clients, but the sales model indicates that by the start of year 2, the company will have six clients and each week thereafter gets one new client with probability 60%, loses one client with probability 20%, or maintains the same number with probability 20%.**
- a. What address range would be required to support the company's growth plans for at least seven years if marketing uses all 16 of its addresses and the sales and engineering plans behave as expected?**

El número total de máquinas para el departamento de Ingeniería luego de 7 años sería:

$$Total = 5 + \left(\frac{7 \times 365}{7} \right)$$

$$Total = 370$$

Con un total de 370 máquinas se necesita una subred con 512 direcciones.

En el caso del departamento de Marketing solo requieren de 16 direcciones debido al máximo de computadoras requeridas serán de 16.

Para el departamento de Ventas por cada 2 clientes existentes se requiere de 1 computadora. Luego de un año se tendrán 6 clientes y partir de eso, cada semana se espera un cliente nuevo (60% probabilidad); en caso de perder un cliente representa el 20% de probabilidad. Es por tal razón, luego de 7 años se necesitará:

$$Total = \frac{1}{2} \left(6 + \left(\frac{6}{10} - \frac{2}{10} \right) \times \frac{6 \times 365}{7} \right)$$

$$Total = 63$$

Para este total de 63 computadoras se necesita una subred de 64 direcciones, y en su totalidad 622 direcciones.

b. How long would this address assignment last? At the time when the company runs out of address space, how would the addresses be assigned to the three groups?

Se estima que la asignación de direcciones dura hasta el momento en que la empresa se quede sin espacio disponible para nuevas direcciones, ya que máximo puede tomar hasta 512 direcciones. Una vez terminado este espacio de debe volver a reestructurar el modelo de la subred para aumentar su capacidad, o de lo contrario se puede agregar una subred más nueva separada.

c. If CIDR addressing were not available for the 7-year plan, what options would the new company have in terms of getting address space?

En el caso que la empresa implemente un direccionamiento de clase antiguo, toda la clase de direcciones B se necesitará asignar a todos los departamentos. Esto significa que el número de direcciones deberá aumentar y en el caso de la implementación de 370 direcciones, proporciona un bloque de 65.536 direcciones lo que es una capacidad grande.