

Deber #2: James León

①

a) En la segunda carrera A toma $K_A(2)$ 0 o 1 con probabilidad $\frac{1}{2}$ cada una. B toma $K_B(2)$ de $\{0, 1, 2, 3\}$ con $\frac{1}{4}$ de probabilidad cada una. A gana si $K_A(2) < K_B(2)$

$$P[A \text{ gana}] = P[K_A(2) < K_B(2)] = P[K_A(2)=0] \cdot P[K_B(2)>0] + P[K_A(2)=1] \cdot P[K_B(2)>1] = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \times \frac{2}{4} = \frac{5}{8}$$

b) A toma $K_A(3)$ 0 o 1 con $\frac{1}{2}$ prob. B toma $K_B(3)$ de $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ con $\frac{1}{8}$ prob.

$$P[A \text{ gana}] = P[K_A(3) < K_B(3)] = P[K_A(3)=0] \cdot P[K_B(3)>0] + P[K_A(3)=1] \cdot P[K_B(3)>1] = \frac{1}{2} \times \frac{7}{8} + \frac{1}{2} \times \frac{6}{8} = \frac{13}{16}$$

c) Normalmente, B reintenta 16 veces antes de rendirse. En suma, cuando elija K entre 0 y $2^n - 1$, n llega a 10

$$\begin{aligned} P[A \text{ gana 13 carreras}] &= \prod_{i=4}^{16} P[A \text{ gana}_i | A \text{ gana}_{i-1}] = P[K_A(i)+1 < K_B(i)] \cdot 1 + P[K_A(i)+1 \geq K_B(i)] \cdot P[K_A(i+1) < K_B(i+1)] \\ &\geq P[K_A(i)+1 < K_B(i)] \cdot P[K_A(i+1) < K_B(i+1)] + P[K_A(i)+1 \geq K_B(i)] \cdot P[K_A(i+1) < K_B(i+1)] \\ &= (P[K_A(i)+1 < K_B(i)] + P[K_A(i)+1 \geq K_B(i)]) \cdot P[K_A(i+1) < K_B(i+1)] \\ &= P[K_A(i+1) < K_B(i+1)] \end{aligned}$$

Como K_B 2^i para $i < 10$; para $1 \leq i \leq 9$:

$$P[K_A(i) < K_B(i)] = P[K_A(i)=0] \cdot P[K_B(i)>0] + P[K_A(i)=1] \cdot P[K_B(i)>1] = \frac{1}{2} \times \frac{2^i-1}{2^i} + \frac{1}{2} \times \frac{2^i-3}{2^i} = \frac{2^{i+1}-3}{2^{i+1}}$$

→ Para $10 \leq i \leq 16$ (K_B en $\{0, 2^n\}$)

$$P[K_A(i) < K_B(i)] = P[K_A(i)=0] \cdot P[K_B(i)>0] + P[K_A(i)=1] \cdot P[K_B(i)>1] = \frac{1}{2} \times \frac{2^{10}-1}{2^{10}} + \frac{1}{2} \times \frac{2^{10}-3}{2^{10}} = \frac{2045}{2048}$$

$$P[A \text{ gana las carreras restantes}] = \prod_{i=4}^9 \frac{2^{i+1}-3}{2^{i+1}} \cdot \prod_{i=10}^{16} \frac{2045}{2048} \approx 0.82$$

d) B_1 será desechado y B probará con B_2 .

② Las direcciones MAC tienen 48 bits. Hay 2^{48} direcciones únicas posibles.

$$a) \text{ Para } H_1 \text{ hay } 2^{48}, H_2 \text{ tiene } 2^{48}-1, \text{ etc } \rightarrow P[\text{MAC}_{\text{única}}] = \left(\frac{2^{48}}{2^{48}}\right) \times \left(\frac{2^{48}-1}{2^{48}}\right) \times \left(\frac{2^{48}-2}{2^{48}}\right) \times \dots \times \left(\frac{2^{48}-1023}{2^{48}}\right)$$

$$P(\text{colisión}) = 1 - P(\text{MAC}_{\text{única}}) \approx 1.77 \times 10^{-9}$$

$$b) P(\text{Nocolisión}) = (1 - P(\text{colisión}))^{2^{20}} \therefore P(\text{colisión en al menos con}) = 1 - P(\text{Nocolisión}) \approx 1.77 \times 10^{-3}$$

$$c) P(\text{MAC}_{\text{única}}) = \left(\frac{2^{48}}{2^{48}}\right) \times \left(\frac{2^{48}-1}{2^{48}}\right) \times \left(\frac{2^{48}-2}{2^{48}}\right) \times \dots \times \left(\frac{2^{48}-1023}{2^{48}}\right) \rightarrow P(\text{colisión}) = 1 - P(\text{MAC}_{\text{única}}) \rightarrow \text{fuera de rango de aprox.}$$

Sería superior debido a varias razones: resiliencia, autonomía, escalabilidad, menos dependencia en infraestructura, entre otros. En general, al tener un nodo conectado a múltiples nodos permite que la red continúe trabajando si alguno se vuelve inaccesible durante un desastre natural. Por otra parte, con una estación base, si la base pierde funcionalidad la red completa se cae. Además, una red mesh puede reconfigurarse a sí misma y encontrar caminos alternativos. Así también, se puede expandir fácilmente al solo necesitar conectarse a más nodos que pueden ser útiles en un desastre natural para agregar recursos de conexión adicionales. En una red de estación central existen cuellos de botella al ser el único punto de comunicación. De manera que una infraestructura fuertemente arreglada es necesaria para que esta se mantenga en pie en situaciones como desastres naturales.

- 4) a) Con al menos un fragmento perdido en cada transmisión, primero hallamos la prob. de que todos lleguen.
 $P(\text{éxito}) = (1 - 0.01)^{10} \approx 0.904$
 $\hookrightarrow P(\text{Al menos un paquete se pierde}) = 1 - P(\text{éxito}) \approx 0.0956$

Como la prob es independiente: $P(\text{Pérdida en ambas}) = P(\text{Al menos uno se pierde}) \times P(\text{al menos uno se pierde})$
 $= 0.0956 \times 0.0956 \approx 0.0091 = 0.91\%$

b) Ahora cada fragmento tiene 1% de prob de perderse, pero ahora hay dos oportunidades de recibirlo.

$$P(\text{no recibí un fragmento en ambas transmisiones}) = 0.01 \times 0.01 = 0.0001$$

$$\hookrightarrow \text{Como hay 10 fragmentos: } P(\text{pérdida en el paquete al menos 1 fragmento}) = 1 - P(\text{Recibí todo})$$

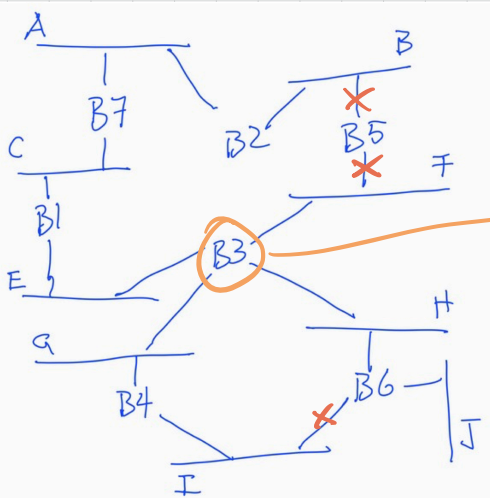
$$= 1 - [1 - P(\text{No recibir un fragmento en ambas})]^{10} \approx 1 - (1 - 0.0001)^{10} \approx 0.0010 = 0.10\%$$

- c) El campo "ident" en un paquete IP se utiliza para la fragmentación y reensamblaje. Cuando un paquete IP se fragmenta, cada fragmento tiene el mismo valor de "ident". El host receptor utiliza este campo para identificar a qué paquete original pertenecen los fragmentos y juntarlos. En el contexto de este problema, el campo "ident" sirve para distinguir entre fragmentos de la primera o segunda transmisión. Al usarlo, es posible determinar a qué transmisión pertenece cada fragmento recibido y así se puede mejorar el reensamblaje evitando la pérdida neta del paquete completo.

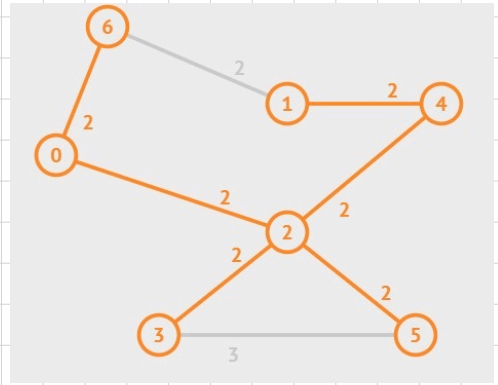
| Origen | Destino | Next Hop | Costo | Origen | Destino | Next Hop | Costo | Origen | Destino | Next Hop | Costo |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|----------|---------|--------|---------|----------|--------|
| A: | B | → A | 3+12=6 | B: | A | → E | 2+8=10 | C: | A | → A | 3 |
| | C | → C | 3 | | C | → E | 2+1=3 | | B | → E | 1+2=3 |
| | D | → D | 8 | | D | → E | 2+2=4 | | D | → A | 3+8=11 |
| | E | → D | 8+2=10 | | E | → E | 2 | | E | → E | 1 |
| | F | → C | 3+6=9 | | F | → E | 2+1+6=9 | | F | → F | 6 |

| Origen | Destino | Next Hop | Costo | Origen | Destino | Next Hop | Costo | Origen | Destino | Next Hop | Costo |
|--------|---------|----------|---------|--------|---------|----------|--------|--------|---------|----------|----------|
| D: | A | → A | 8 | E: | A | → D | 2+8=10 | F: | A | → C | 6+3=9 |
| | B | → E | 2+2=4 | | B | → B | 2 | | B | → C | 6+1+2=9 |
| | C | → A | 8+3=11 | | C | → C | 1 | | C | → C | 6 |
| | E | → E | 2 | | D | → D | 2 | | D | → C | 6+1+8=15 |
| | F | → E | 2+1+6=9 | | F | → C | 1+6=7 | | E | → C | 6+1=7 |

6



- Grafo resultante:



7

Traceroute se implementa con paquetes ICMP (Protocolo de mensajes de control de internet) o UDP (Protocolo de datagrama de usuario) con valores TTL incrementales. El principio básico es enviar paquetes TTL que crecen desde 1 al host destino. Cuando un enrutador recibe un paquete con TTL 1, disminuye en 1 y se vuelve 0, por lo que se descarta y se envía un mensaje ICMP Time Exceeded al remitente. Así se identifica el enrutador en ese salto. Cuando el host destino recibe el paquete envía un paquete ICMP Echo Reply al remitente. Traceroute registra el tiempo que toma cada salto a lo largo del camino. Es importante recordar que algunos enrutador es o cortafuegos pueden bloquear paquetes ICMP, UDP o TTL, dando resultados incompletos o inexactos.

Los resultados para los casos propuestos son los siguientes (se consideran solo los saltos más informativos, puesto que muchos saltos se dieron en blanco (***)):

```
(base) jamesleon@jamesgod ~ % traceroute usfq.edu.ec
traceroute to usfq.edu.ec (192.188.53.110), 64 hops max, 52 byte packets
 1 192.168.0.1 (192.168.0.1) 30.253 ms 8.619 ms 27.835 ms
 2 ***
 3 185.218.uio.satnet.net (200.63.218.185) 90.716 ms 18.815 ms 32.786 ms
 4 200.69.177.217 (200.69.177.217) 20.266 ms 45.547 ms 29.125 ms
 5 ***
 6 corp-190-12-7-250.uio.puntonet.ec (190.12.7.250) 21.958 ms 57.093 ms 21.014 ms
 7 ***
 8 ***
 9 192.188.53.214 (192.188.53.214) 54.013 ms 67.326 ms 25.099 ms

(base) jamesleon@jamesgod ~ % traceroute google.com
traceroute to google.com (172.217.28.110), 64 hops max, 52 byte packets
 1 192.168.0.1 (192.168.0.1) 15.377 ms 15.304 ms 10.898 ms
 2 ***
 3 * 185.218.uio.satnet.net (200.63.218.185) 27.707 ms 14.282 ms
 4 200.69.177.121 (200.69.177.121) 21.887 ms 17.350 ms 50.884 ms
 5 126.177.uio.satnet.net (200.69.177.126) 53.336 ms 50.869 ms 35.301 ms
 6 142.250.172.196 (142.250.172.196) 35.699 ms 41.891 ms 38.374 ms
 7 ***
 8 142.250.210.126 (142.250.210.126) 80.981 ms
 9 216.239.48.172 (216.239.48.172) 117.056 ms 52.737 ms
 10 74.125.252.61 (74.125.252.61) 39.062 ms 64.084 ms
 11 216.239.56.245 (216.239.56.245) 37.110 ms
 12 bog02s07-in-f14.1e100.net (172.217.28.110) 50.125 ms 47.726 ms 40.214 ms

(base) jamesleon@jamesgod ~ % traceroute amazon.com
traceroute: Warning: amazon.com has multiple addresses; using 205.251.242.103
traceroute to amazon.com (205.251.242.103), 64 hops max, 52 byte packets
 1 192.168.0.1 (192.168.0.1) 8.194 ms 19.053 ms 4.663 ms
 2 ***
 3 ***
 4 ***
 5 128.63.61.190.ufinet.com.co (190.61.63.128) 114.178 ms 88.207 ms 104.997 ms
 6 138.0.42.135 (138.0.42.135) 99.410 ms 88.885 ms 125.988 ms
 7 138.0.42.134 (138.0.42.134) 167.422 ms 103.908 ms 146.843 ms
 8 200.16.69.62 (200.16.69.62) 112.060 ms 95.441 ms
 9 200.16.69.60 (200.16.69.60) 90.794 ms
 10 200.16.69.64 (200.16.69.64) 104.472 ms 115.032 ms 176.775 ms
 11 138.0.41.114 (138.0.41.114) 76.110 ms *
 12 * 52.93.37.101 (52.93.37.101) 121.301 ms
```

- Para usfq.edu.ec: el tráfico abandona la red local en el salto 3, donde la IP cambia significativamente de 185.218.uio.satnet.net a 200.64.328.285. Esto quiere decir que se atraviesan 2 routers.
- Para Google.com: el tráfico abandona la red local en el salto 3 también y son 2 routers.
- Para Amazon.com: el tráfico abandona la red local en el salto 5 y atraviesa 4 routers.

8

a) $\left[-\frac{20}{100} + \frac{60}{100} \right] = \frac{40}{100} \Rightarrow 0.4$ Una máquina: $\frac{0.4}{2} = 0.2$ $\left| \frac{52 \text{ sem}}{1 \text{ yr}} \right| = 10.4$ Ingeniería: $\left[5 + (52 \times 7) \right] + [10.4(6) + 3] + 16$
 $23 \text{ QOR} = 512 \text{ h}$ $\text{rec. s} = 450.4 \approx 451 \text{ direcciones} = 23 \text{ cior}$

aumento en 7 años
ventas
mkt

b) Si $x = \text{años}$

$$[(5 + 52x) + ((10.4)(x-1) + 3)] + 16 = 13.96 + 62.4x \rightarrow x = \frac{\overset{\text{direcciones}}{\uparrow} 512 - 13.96}{62.4} = 7.98 \approx 8$$

$$\text{Ingeniería} = 5 + 52(7.98) \approx 420, \quad \text{Ventas} = [(10.4)(7.98 - 1) + 3] = 75.6 \approx 76$$

c) Clase B puede soportar 65534 direcciones y clase C 254. Entonces, si CIDR no está disponible, podemos usar ISP con clase B.