



سوال ۲

فرض شود که W حالتی باشد که لینک i کار می کند. در این صورت لینک سالمی برای ارتباط اگر رابطه ی زیر را داشته باشیم یافت می شود.

$$(W_1 W_2 \cup W_3 W_4) W_5 = W_1 W_2 W_5 \cup W_3 W_4 W_5$$

در این صورت احتمال برابر زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} P(W_1 W_2 W_5 \cup W_3 W_4 W_5) &= P(W_1 W_2 W_5) + P(W_3 W_4 W_5) - P(W_1 W_2 W_5 \cap W_3 W_4 W_5) \\ &= P(W_1 W_2 W_3) + P(W_3 W_4 W_5) - P(W_1 W_2 W_3 W_4 W_5) \\ &= (1 - p)^3 + (1 - p)^3 - (1 - p)^5. \end{aligned}$$

سوال ۳

$$1. \quad d_{prop} = \frac{2m}{v_s}$$

$$2. \quad d_{trans} = \frac{L}{R}$$

$$3. \quad d_{end-to-end} = \frac{2m}{v_s} + \frac{L}{R}$$

4. بسته در همان لحظه A را ترک می کند.

5. اولین بیت بسته داخل لینک است و هنوز به B نرسیده است.

6. اولین بیت بسته به B رسیده است.

$$7. \quad \frac{2m}{v_s} = \frac{L}{R} \rightarrow \text{Put the number inside this equation and find the value of } m$$

سوال ۴

الف) پهنای باند مؤثر همان 10 Mbps است که فرستنده می تواند داده را به صورت مداوم با این نرخ ارسال کند و هرگز منتظر پیام ACK نمی مانیم و switch ها مستقیماً آنرا به صورت stream ارسال کنند.

$$\text{ب) تأخیر (انتشار و انتقال) ارسال } 5000 \text{ بیت از سه سوئیچ و چهار لینک برابر } 4 \times \left(\frac{5000 \text{ bit}}{10 \text{ Mbps}} + 10 \mu s \right) = 2.04 \text{ ms}$$

$$\text{تأخیر ارسال ack برابر } 4 \times \left(\frac{50 \text{ B} = 400 \text{ bit}}{10 \text{ Mbps}} + 10 \mu s \right) = 0.2 \text{ ms}$$

$$\text{بیت جمع این دو است. پهنای باند مؤثر برابر } \frac{5000 \times 10^{-6} \text{ Mb}}{2.24 \times 10^{-3} \text{ s}} = 2.23 \text{ Mbps}$$

پ)

$$\frac{100 \times 650 \times 8 \text{ Mb}}{12 \times 3600 \text{ s}} = 12 \text{ Mbps}$$

سوال ۵

آ) در circuit sw اول یک بسته ی ۱ کیلوبایتی ارسال و دریافت می شود. ولی در pkt sw هر ۱۰۰۰ بایت تبدیل به ۱۰۲۴ بایت می شود، یعنی هر بایت به ۱.۰۲۴ بایت تبدیل می شود. برای اینکه سربار pkt sw بیشتر باشد داریم:

$$n \times 1.024 > 2 \times 1024 + n$$



$$n > \frac{2048}{0.024} \approx 8534$$

ب) اولین بسته از پنج سوئیچ و ۶ لینک می گذرد و بقیه ی بسته ها pi pel i ne می شوند و فقط تأخیر انتشاری آنها روی ارتباط آخر محاسبه می شود:

$$delay_{pkt} = delay_{firstPkt} + \left(\frac{n}{1000} - 1\right) \times delay_{trans}$$

$$delay_{firstPkt} = 6delay_{trans} + 6delay_{prop} + 5delay_{proc}$$

$$\begin{aligned} delay_{pkt} &= 6 \left(\frac{1024 \times 8 \text{ bit}}{4 \times 10^6 \text{ bps}} \right) + 6(2 \times 10^{-3} \text{ s}) + 5(10^{-3}) + \left(\frac{n}{1000} - 1 \right) \times \left(\frac{1024 \times 8 \text{ bit}}{4 \times 10^6 \text{ bps}} \right) \\ &= 0.0122 + 0.012 + 0.005 + 2.048 \times 10^{-6} \times n - 2.048 \times 10^{-6} \\ &= 0.029 + 0.000002048 \times n \end{aligned}$$

برای حالت circuit داریم:

$$delay_{circuit} = 2delay_{firstPkt} + 6delay_{prop} + delay_{trans}$$

$$\begin{aligned} delay_{circuit} &= 2(0.012288 + 0.012 + 0.005) + 6(2 \times 10^{-3}) + \frac{8n \text{ bit}}{4 \times 10^6 \text{ bps}} \\ &= 0.07 + 0.000002 \times n \end{aligned}$$

$$0.07 + 0.000002n < 0.029 + 0.000002048n$$

$$4.8 \times 10^{-8}n > 0.041$$

$$n > 854166$$

مؤثر است. n از فرمول ها مشخص است که نسبت سر بار به کل پیغام بر مقدار

سوال ۶

$$8 \times 30 = 240$$

$$240 \times 10^3 \times 0.2 = 48 \times 10^3$$

$$\frac{48 \times 10^3}{bandwidth} = \frac{80}{100}$$

$$bandwidth = 6 \times 10^4$$