Subject: Date: Day: Time:

96101302 علی باقری

(a) ①

سایز دیلی‌ها: $K(D)$ فرستادن آخرین بیت: $\frac{L}{R}$ S: setup

circuit switch delay $= K(D) + S + \frac{L}{R}$

تعداد بیت = طول پکت × تعداد پکت → $x = \frac{L(P+H)}{P}$

چون که تعداد ارسال پکت در طول hob برابر میباشد با $(k-1)\left(\frac{P+H+RS}{R}\right)$ بنابراین دیلی آن برابر است با:

$$\frac{x}{R} + (k-1)\left(\frac{P+H+RS}{R}\right) + k(D)$$

چون که زمان packet از circuit کمتره پس

$$\frac{x-L}{R} < S - (k-1)\left(\frac{P+H+RS}{R}\right)$$

$x = L + \frac{LH}{P}$ → $\frac{LH}{PR} < S - \frac{RS+P+H}{R}(k-1)$

$$\Rightarrow \boxed{S > \frac{LH}{PR} + \frac{k-1}{R}(P+H+RS)}$$

Subject: Date: Day: Time:

b) تعداد بیت:

$$x = \underbrace{\frac{100}{p}(p+8)}_{\text{تعداد بیت}} = 100 + \frac{800}{p}$$

$$t = \frac{x}{R} + KD + \frac{k-1}{R}(p + H + R\delta)$$

$$= \frac{p+8}{560p} + \frac{p+8}{28000} + 5.3 \text{ msec}$$

$$= (p+8)\left(\frac{1}{560p} + \frac{1}{28000}\right) + 5.3 \text{ msec}$$

$$= (p+8)\frac{50+p}{28000p} + 5.3 \text{ msec}$$

$$\boxed{t = \frac{(p+8)(p+50)}{28000p} + 5.3 \text{ msec}}$$

DATE / / SUBJECT :

(a) ② پایه استقراء: $k=1 \leftarrow W_1=\begin{bmatrix}1 & 1\\1 & -1\end{bmatrix} \leftarrow S=\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix},\ T=\begin{bmatrix}1\\-1\end{bmatrix}$

$S.S=\frac{1}{2}(1+1)=1 \qquad T.T=\frac{1}{2}(1+1)=1 \qquad S.T=1-1=0$ ✓

فرض استقراء: $k-1$

$$W_{k-1}=\begin{bmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1\,2^{k-1}} \\ w_{21} & \ddots & \\ \vdots & & \\ w_{2^{k-1}1} & & w_{2^{k-1}2^{k-1}} \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{2^{k-1}}\sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij}^2 = 1 \quad (\text{for } j=1,2,3,\dots,2^{k-1})$$

$$\sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij}\, w_{il} = 0 \quad (\text{for } j\,\&\,l=1,\dots,2^{k-1})$$

حکم استقراء: k

$$W_k=\begin{bmatrix} w_{11} & \cdots & w_{1\,2^{k-1}} & w_{11} & \cdots & w_{1\,2^{k-1}} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{2^{k-1}1} & & w_{2^{k-1}2^{k-1}} & w_{2^{k-1}1} & & w_{2^{k-1}2^{k-1}} \\ w_{11} & \cdots & w_{1\,2^{k-1}} & -w_{11} & \cdots & -w_{1\,2^{k-1}} \\ \vdots & \ddots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{2^{k-1}1} & & w_{2^{k-1}2^{k-1}} & -w_{2^{k-1}1} & & -w_{2^{k-1}2^{k-1}} \end{bmatrix}$$

حال باید ثابت کنیم ضرب یک ستون در خودش تقسیم بر 2^k برابر 1 میشود:

حالت ۱: از 2^{k-1} ستون باشد: (یعنی برای $1 \le j \le 2^{k-1}$)

$$S.S = \frac{1}{2^k}\left[\sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij}^2 + \sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij}^2\right]$$

طبق فرض استقراء

$$= \frac{1}{2^k}\left(2^{k-1} + 2^{k-1}\right) = 1$$

حالت 2: از 2^{k-1} ستون بعدی باشد (یعنی $2^{k-1}+1 \le j \le 2^k$):

$$S.S = \frac{1}{2^k}\left[\sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij}^2 + \sum_{i=1}^{2^{k-1}} (-w_{ij})(-w_{ij})\right]$$

$$= \frac{1}{2^k}\left[2^{k-1} + 2^{k-1}\right] = 1 \quad \checkmark$$

حال ثابت میکنیم ضرب دو ستون مختلف صفر است:

حالت ۱: هر دو ستون از 2^{k-1} ستون اول باشند ($1 \le j \le 2^{k-1}$, $1 \le l \le 2^{k-1}$)

$$S.T = \underbrace{\sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij} w_{il}}_{\text{طبق فرض صفره}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij} w_{il}}_{\text{طبق فرض صفره}} = 0 + 0 = 0$$

حالت 2: هر دو ستون از 2^{k-1} ستون دوم باشند ($2^{k-1}+1 \le l , j \le 2^k$)

$$S.T = \sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij} w_{il} + \sum_{i=1}^{2^{k-1}} (-w_{ij})(-w_{il})$$

$$= \sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij} w_{il} + \sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij} w_{il} \xrightarrow[\text{استقراء}]{\text{طبق فرض}} 0 + 0 = 0$$

حالت 3 : یکی از 2^{k-1} ستون اول یکی از 2^{k-1} ستون دوم $\left(1 \le j \le 2^{k-1}\right.$ و $\left.2^{k-1}+1 \le l \le 2^k\right)$

$$S.T = \sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij}\, w_{il} + \sum_{i=1}^{2^{k-1}} w_{ij} \left(-w_{il}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{2^{k-1}} \left(w_{ij}\, w_{il} - w_{ij}\, w_{il}\right) = \sum_{i=1}^{2^{k-1}} 0 = 0 \quad \checkmark$$

پس حکم استقراء ثابت شد پس مسأله ثابت شده است.

(b)

$$W_2 = \begin{bmatrix} W_1 & W_1 \\ W_1 & -W_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$W_3 = \begin{bmatrix} W_2 & W_2 \\ W_2 & -W_2 \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \\ \begin{matrix} \underbrace{}_{s_1} & \underbrace{}_{s_2} & \underbrace{}_{s_3} & \underbrace{}_{s_4} & \underbrace{}_{s_5} & \underbrace{}_{s_6} & \underbrace{}_{s_7} & \underbrace{}_{s_8} \end{matrix} \end{array}$$

$$W_k' = \begin{bmatrix} W_{k-1} & -W_{k-1} \\ W_{k-1} & W_{k-1} \end{bmatrix}$$ ب (c)

$$W_3' = \begin{array}{c} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \\ \begin{matrix} S_1' & S_2' & S_3' & S_4' & S_5' & S_6' & S_7' & S_8' \end{matrix} \end{array}$$

(d)

S_1	Silent	0	[0,0,0,0,0,0,0,0]
S_2	0	-1	[-1,1,-1,1,-1,1,-1,1]
S_3	1	1	[1,1,-1,-1,1,1,-1,-1]
S_4	Silent	0	[0,0,0,0,0,0,0,0]
S_5	Silent	0	[0,0,0,0,0,0,0,0]
S_6	Silent	0	[0,0,0,0,0,0,0,0]
S_7	Silent	0	[0,0,0,0,0,0,0,0]
S_8	Silent	0	[0,0,0,0,0,0,0,0]

$\xrightarrow{\text{aggregate}}$ $[0, 2, -2, 0, 0, 2, -2, 0]$

S_1 detection: $\frac{1}{8} S_1 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = 0$

S_2 detection: $\frac{1}{8} S_2 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = \frac{-8}{8} = -1$

S_3 detection: $\frac{1}{8} S_3 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = \frac{8}{8} = 1$

S_4 detection: $\frac{1}{8} S_4 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = 0$

S_5 detection: $\frac{1}{8} S_5 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = 0$

S_6 detection: $\frac{1}{8} S_6 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = 0$

S_7 detection: $\frac{1}{8} S_7 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = 0$

S_8 detection: $\frac{1}{8} S_8 \cdot [0,2,-2,0,0,2,-2,0] = 0$

$\rightarrow$ پس دومی ۰ و سومی ۱ است و بقیه silent هستند

DATE / / SUBJECT :

transmission loss = 2 dB/km $\quad N_0 = 4\times10^{-21}$ (a) 3

Bandwidth = W = 200 kHz $\quad t = \frac{RTT}{2} = \frac{750\mu}{2} = 375\mu$

$v = 2\times10^{8}$

$\rightarrow d =$ فاصله بین دو کامپیوتر $= vt = 2\times10^{8}\times 375\mu = 75000\ m$

$P_{noise} = N_0 W = 4\times10^{-21}\times 200k = 8\times10^{-16}$

$Loss = d \times \text{transmission loss} = 75\times2 = 150$

$SNR = \frac{P_s}{8\times10^{-16}} \geq 10^{3} \rightarrow P_s \geq 8\times10^{-15}$

$\Rightarrow 10\log(100\,mW) - 150\,dB + 10\times m \geq 10\log(8\times10^{-15})$

$m \geq 1.9 \rightarrow \boxed{\min(m) = 2}$

Subject: Date: Day: Time:

$C = W \log_2 (1 + SNR)$ (b) 3 طبق رابطه شانون

درگیر نده

$SNR = \dfrac{S_{receive}}{P_{noise}}$ $P_{noise} = N_0 W = 8 \times 10^{-16}$

$S_{recieive} = S_{transmit} \times A_{attenuation}$ → Lx loss/km

$L = C \times \dfrac{\text{trip time}}{2} = 75\ km$

$A_{attenuation} = -150\,dB$

$= 10^{-15}$

$\rightarrow S_{receive} = 0.1 \times 10^{-15} = 10^{-16}$

$\rightarrow SNR = \dfrac{10^{-16}}{8 \times 10^{-16}} = \dfrac{1}{8}$

$C = 200^k \log_2 \left(\dfrac{9}{8}\right) = 33985$

$A'_{attenuation} = -150 + 2 \times 10\,dB = -130\,dB$: m = 2 ب

$= 10^{-13}$

Subject: Date: Day: Time:

→ $S_{receive} = 0.1 \times 10^{-13} = 10^{-14}$

→ $SNR = \frac{10^{-14}}{8 \times 10^{-16}} = 12.5$

→ $C = 200k \log_2 (13.5) = 750977.5$

DATE / / SUBJECT :

(4) (a) واضح است که در چهار مربع باید چهار گروه فرکانسی مختلف نسبت داده شود (زیرا در یک راس مشترک اند) پس

B	C
A	D

خواهد شد. حال اگر همین مربع تکرار شود هیچ یال یا راس مشترکی نخواهیم داشت. پس داریم:

B	C	B	C	B	C	B	C
A	D	A	D	A	D	A	D
B	C	B	C	B	C	B	C
A	D	A	D	A	D	A	D
B	C	B	C	B	C	B	C
A	D	A	D	A	D	A	D

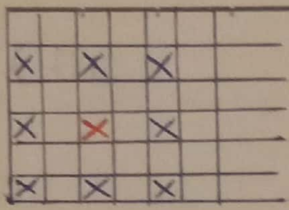
$\hookrightarrow \frac{840}{4} = 210$

لذا در هر دسته 210 باند فرکانسی خواهیم داشت.

بنابراین در هر سلول نیز 210 باند فرکانسی

گروه A یا B یا C یا D را خواهیم داشت

چون هر کریر T1 ، 24 کانال دارد پس حداکثر $\underbrace{210 \times 24}_{= 5040 \text{ تا}}$ کانال را هر cell میتواند سرویس بدهد.



(b) بخش 1

$S=\frac{kP_t}{d_1^4}$ $\qquad I=kP_t\sum\frac{1}{d_2^4}$

$d_1=d\frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow S=\frac{4P_tk}{d^4}$

d_2: یکی $\frac{3d\sqrt{2}}{2}$ ، یکی $\frac{5d\sqrt{2}}{2}$ ، دوتا $\sqrt{(\frac{5d}{2})^2+(\frac{d}{2})^2}$ ، دوتا $\sqrt{(\frac{5d}{2})^2+(\frac{3d}{2})^2}$ ، دوتا $\sqrt{(\frac{d}{2})^2+(\frac{3d}{2})^2}$

$$\hookrightarrow I=\frac{kP_t}{d^4}\left(\frac{16}{100}+\frac{16}{100}+\frac{16}{1156}+\frac{16}{1156}+\frac{16}{676}+\frac{16}{676}+\frac{4}{625}+\frac{4}{81}\right)$$

$$=0.45\frac{kP_t}{d^4}$$

$$\rightarrow 10\log_{10}\left(\frac{S}{I}\right)=10\log_{10}(8.89)=9.49 \text{ dB}$$

بخش 2

$d_1=\frac{d}{2}$ ، d_2: دوتا $d\sqrt{\frac{17}{4}}$ ، یکی $\frac{3d}{2}$ ، 3تا $\frac{5d}{2}$ ، دوتا $\frac{\sqrt{41}}{2}$

$$\hookrightarrow S=\frac{16P_tk}{d^4} \qquad \hookrightarrow I=\frac{kP_t}{d^4}\left(2\times\frac{16}{289}+\frac{16}{81}+\frac{16\times3}{625}+\frac{16\times2}{1681}\right)=0.4\frac{kP_t}{d^4}$$

$$\Rightarrow 10\log_{10}\left(\frac{S}{I}\right)=10\log_{10}\left(\frac{16}{0.4}\right)=16.02 \text{ dB}$$

(c) دومی بزرگتر است. انتظارمان نیز همین بود زیرا در دومی به BTS اصلی نزدیکتر است پس مقدار S بزرگتر میشود و مقدار I هم با توجه به فاصله زیاد از بقیه‌ی BTS ها تغییر چندانی نمیکند بنابراین طبعا باید $\frac{S}{I}$ دومی بزرگتر باشد. از آنجا که در اولی دورترین نقطه ممکن است بنابراین بدترین $\frac{S}{I}$ را میدهد که برابر 9.5 dB (یا 8.9) میباشد.

چون $9.5<18$ پس hexagonal بهتره (از نظر $\frac{S}{I}$ کمتر مربع بهتره)

5) (a) روش **Manchester** : در این روش به ازای هر بیت 0 | 1 یک سیگنال با تغییر سطح

0 | A به 0
1 | 0 به A

ارسال میشود. پس به احتمال بستگی ندارد و توانش برابر با :

$$P=\frac{1}{2}(0^2+A^2)=\frac{A^2}{2}$$

روش **NRZ** : چون احتمال صفر $\frac{4}{5}$ و یک $\frac{1}{5}$ است پس $P_0=0.8$, $P_1=0.2$ میباشد. همچنین در این روش برای 0 | 1 سیگنالی با سطح 0 | A میباشد. پس:

$$P=P_0\times Power_0+P_1\times Power\,1$$

$$=\frac{4}{5}\times 0+\frac{1}{5}\times A^2=0.2A^2$$

روش **NRZI** : بیت 0 | 1 ≡ تغییر سطح نداریم | A به 0 یا 0 به A ← بنابراین داریم:

$$Power\,0=Power\,1=\frac{1}{2}(0^2+A^2)=\frac{A^2}{2}$$

$$P=P_0\times Power_0+P_1\times Power_1=0.8\times\frac{A^2}{2}+0.2\times\frac{A^2}{2}=\frac{A^2}{2}=0.5A^2$$

روش **AMI** : بیت 0 | 1 ≡ صفر | -A یا +A بنابراین :

$$Power_0=0\,,\ Power_1=A^2$$

$$\hookrightarrow P=P_0\times Power_0+P_1\times Power_1=0.8\times 0+0.2\times A^2=0.2A^2$$

5 (b) برای manchester رشته طولانی 0 یا 1

مشکلی ایجاد نمیکند زیرا همیشه یا و یا را تولید میکند پس رشته نهایی یا به صورت میباشد یا به صورت ← قابل تشخیص است (کلاک در manchester هم کلاک ارسال میشود هم کد برای همین مشکلی ایجاد نمیشود) ← حتی یکی از دلایل ساخت manchester نیز همین بوده

AMI و NRZI

$\boxed{\text{1 متوالی}}$: مثلا به manchester به صورت میباشد و مشکلی ندارد

$\boxed{\text{0 متوالی}}$: مشکل ایجاد میشود زیرا ~~...~~ خط صاف صفر دریافت میشود.

NRZ: هم برای 1 متوالی هم صفر متوالی مشکل دارد زیرا همیشه یا 1 میماند یا 0 و مشکل ایجاد میشود

	1 متوالی	صفر متوالی
Manchester	✓	✓
AMI	✓	✗
NRZI	✓	✗
NRZ	✗	✗

Subject: Date: Day: Time:

سوال Bonus

(a) صحیح - زیرا سرویس مجموعه خدماتیست که یک لایه به لایه بالاتر میدهد پس k+1 امین لایه باید عوض شود ولی k-1 امین لایه نیازی نیست عوض شود.

(b) صحیح - در اسلایدها دقیقا همین مورد گفته شد.

(c) غلط - $10 > 8$

(d) غلط - زیرا شاید نویزهای دیگری هم باشد

(e) غلط - $c = \lambda f \rightarrow 3\times10^8 = \lambda f \rightarrow f = 30{,}000\ GHz$

(f) غلط $\frac{10+2.8+2.4+4+5.5}{5} = 4.94$

(g) صحیح - در اسلاید های درس همین مورد را دیدیم