

1. 8800 byte (character) = 8800×8 bits

data rate는 3600 bps

- a) asynchronous transmission 방식을 사용할 경우,
start, stop bit를 사용한다.

한 character당 start, stop bit는 overhead에 해당한다.

한 character당 총 3bit의 overhead 발생하므로,

$$8800 \times 3 = 26400 \text{ bits} \text{ 의 bit overhead가 발생한다.}$$

그리고 time(sec)로 overhead를 나누면

$$26400 \text{ bits} / 3600 \text{ bps} = 7.33333 \text{ sec} \text{ 이다.}$$

- b) Synchronous transmission 방식을 사용할 경우,
타이머가 frame 단위로 전송된다.

$$\frac{8800 \text{ characters}}{400 \text{ characters}} = 22$$

22개의 frame들이 필요할 것이다. control bits가 frame당
36 bits이다. 이것으로 overhead를 계산한다.

$$22 \times 36 = 792 \text{ bits. 의 bit overhead가 발생한다.}$$

$$\text{그리고 } 792 \text{ bits} / 3600 \text{ bps} = 0.22 \text{ sec 이 time으로 나누면 overhead 0.2}$$

- c) 3600 characters로 된 파일이면 위 계산 과정에서 8800을 3600으로
바꿔 계산해 주지만, 그러면 된다.

a) bit: $3600 \times 3 = 10800 \text{ bits.}$

time: $10800 / 3600 \text{ bps} = 3 \text{ sec. }$

b) bit: $3600 \text{ char} / 400 \text{ char} = 9 \text{ (frame)} , 9 \times 36 = 324 \text{ bits}$

time: $324 \text{ bits} / 3600 \text{ bps} = 0.09 \text{ sec. }$

간격은 모두 등:

2. data source가 7-bit 문자를 생성한다.
maximum effective data rate와 전체 테이터에의 overhead를 배제한 결과이다. (전송 '들'이므로 비율로 계산한다)

- a. 전체 비트길이는 $7+1+1+1.5 = 10.5$ bits 이다.
이중 7bits 만이 overhead를 제외한 것이다.

$$\frac{7 \text{ bits}}{10.5 \text{ bits}} = 0.66667$$

그렇다면 전체의 0.66667 bit가 sec 당 유효하다.

따라서 x -bps 일때

maximum effective data rate

$$= x * 0.66667 = 0.66667 \times \text{bps} \text{ 이다.}$$

- b. frame의 크기는 228 bits ($36+192$) 이다.
 $\frac{192 \text{ bit}}{8 \text{ bit}} = 24$ character 등이 있다.

이중에서 control bit와, information bit 중에 parity를 포함한 것이 overhead이다.

$$\frac{192 \text{ bit}}{8 \text{ bit}} = 24 \text{ character 등이 있다.}$$

그렇다면 frame의 총 parity 수는 24bit가 되 것이다.

$$\frac{(228-36-24) \text{ bit}}{228 \text{ bits}} = 0.73684$$

위의 a)와 마찬가지로, 전체의 0.73684 bit가 sec당 유효하다.

따라서 x -bps 일때 maximum effective data rate는

$$x * 0.73684 = 0.73684 x \text{ bps 이다.}$$

3.

① NRZ-L

② NRZI

③ Bipolar ARZ

④ Pseudoternary

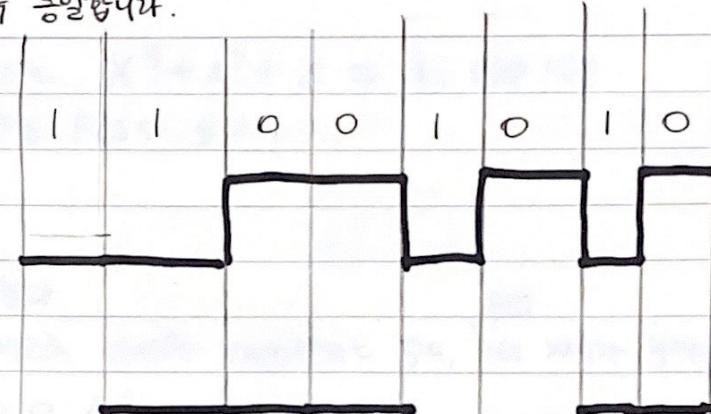
⑤ Manchester

⑥ Differential Manchester

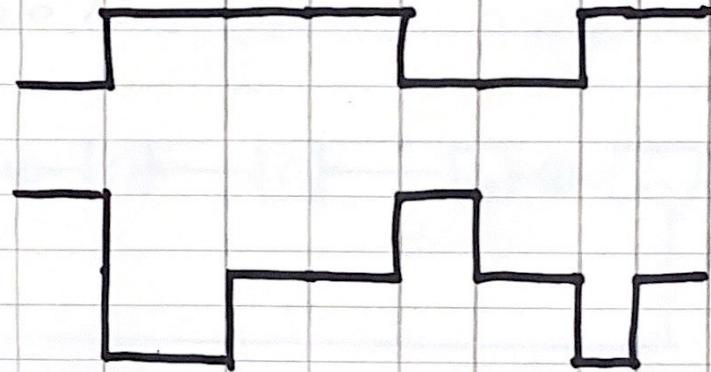
간격은 모두 동일합니까.

③.

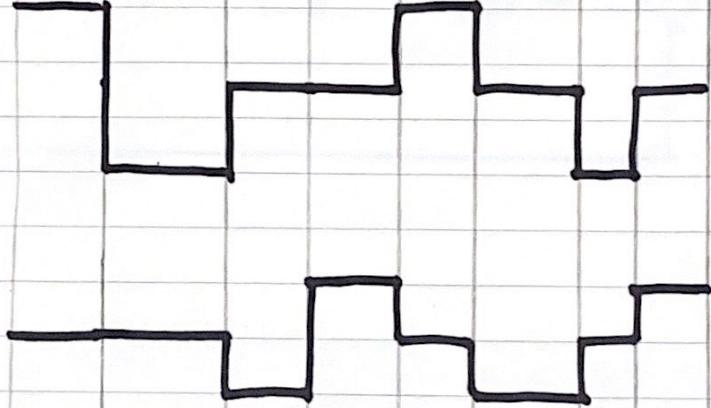
① NRZ-L



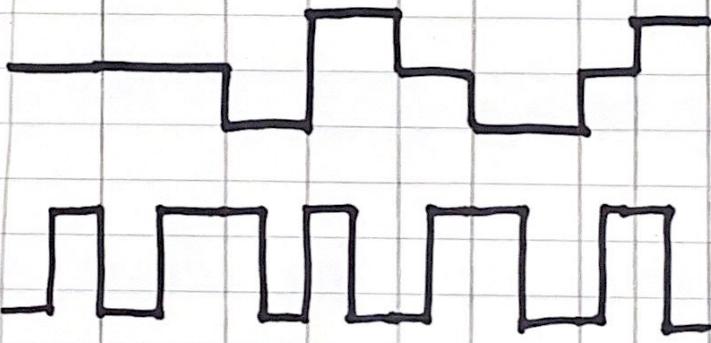
② NRZI



③ Bipolar-AMI



④ Pseudoternary



⑤ Manchester



⑥ Differential Manchester



$$4. P = 110011$$

$$D = 11100011$$

modulo-2)

P가 6자리니까 D의 뒤에 0 5개를 붙이고, 연산해줄까.

$$\begin{array}{r} 10110110 \\ \hline 110011 | 11100011000000 \\ 110011 \\ \hline 101111 \\ 110011 \\ \hline 111000 \\ 110011 \\ \hline 101100 \\ 110011 \\ \hline 111110 \end{array}$$

동일하게, P 뒤에 X^5 를 더하고 연산해줄까.

FCS는 11010이다

$$\text{polynomial) } P = X^7 + X^6 + X^5 + X + 1, \quad P = X^5 + X^4 + X + 1$$

$$\begin{array}{r} X^5 + X^4 + X + 1 | X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^6 + X^5 \\ X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 \\ \hline X^8 + X^7 + X^6 + X^5 \\ X^{10} + X^8 + X^7 + X^6 + X^5 \\ X^{10} + X^9 + X^6 + X^5 \\ \hline X^9 + X^8 + X^7 \\ X^9 + X^8 + X^5 + X^4 \\ \hline X^7 + X^5 + X^4 \\ X^7 + X^6 + X^5 + X^4 \\ \hline X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 \\ X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 \\ \hline X^4 + X^3 + X \end{array}$$

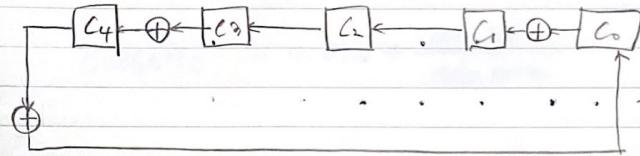
그리므로 FCS는 $X^4 + X^3 + X \Rightarrow 11010$ 이다.

두 방식에서 구한 FCS는 같다.

논리회로를 구현하라.

P가 6bit 이므로 shift register는 5비트이며 247가 474이므로 374이다.

$$P = 110011$$



5) 같은 위치에서 1로 다른 bit의 경우를 셈다.
센 값을 합한 것의 hamming distance이다
각각 hamming distance는 다음과 같다.

a. $d(000000, 010101) = 3$

$d(000000, 101010) = 3$

$d(000000, 110110) = 4$

$d(010101, 101010) = 6$

$d(010101, 110110) = 7$

$d(101010, 110110) = 7$

b. $d(1000110, 0001100) = 7$

$d(1000110, 0110011) = 5$

$d(1000110, 1100110) = 1$

$d(1000110, 0101010) = 4$

$d(0001100, 0110011) = 6$

$d(0001100, 1100110) = 4$

$d(0001100, 0101010) = 3$

$d(0110011, 1100110) = 4$

$d(0110011, 0101010) = 3$

$d(1100110, 0101010) = 3$

6.

Stop-and-wait 방식의 link utilization을 구하기 위한

공식은 $\frac{1}{2a+1} = \frac{1}{\frac{2tp}{tf} + 1}$ (tp : propagation delay
 tf : frame time)이다.

주어진 값들을 위 공식에 대입하여 frame 길이의 범위를 구한다.

$$\frac{1}{\frac{2tp}{tf} + 1} \geq \frac{1}{2} \dots (50\% \text{ 이상의 link utilization})$$

위 부등식을 정리하면

$$2 \geq \frac{2tp}{tf} + 1$$

$$tf \geq 2tp \text{ 이다.}$$

하지만 propagation delay가 10ms, data rate가 10Kbps임이 주어졌다.

tf (frame time) = frame size / data rate이다.

$$\frac{\text{frame size}}{10 \text{ Kbps}} \geq 2 \cdot 10 \text{ ms}$$

단위를 정리하면

$$\frac{\text{frame size}}{10000 \text{ bps}} \geq 20 \text{ ms}$$

$$\text{frame size} \geq \frac{20 \text{ ms} \cdot 10000 \text{ bit}}{\text{sec}} = \frac{20 \text{ ms} \cdot 10000 \text{ bit}}{1000 \text{ ms}} = 200 \text{ bit}$$

$\therefore \text{frame size } 200 \text{ bit} = 25 \text{ byte 이상이어야 한다. } 50$

7.

a. Stop-and-wait flow control의 경우, link utilization은

$$\frac{1}{1+2a} \quad (a = t_{\text{prop}} / t_{\text{frame}}) \text{ 를 } \text{구할 수 있다}$$

$$t_{\text{prop}} = 180 \text{ ms}$$

$$t_{\text{frame}} = \frac{1000 \text{ bit}}{2 \text{ Mbps}} = \frac{1000 \text{ bit}}{2,000,000 \text{ bit}} \cdot \text{sec}$$

$$= 0.0005 \text{ s} =$$

$$a = \frac{180 \text{ ms}}{0.5 \text{ ms}} = 360$$

$$\therefore \frac{1}{1+2 \cdot 360} = 0.00139$$

b. continuous flow control의 경우, $W \geq 2a+1$ 일 경우 link utilization이 1이

된다.

하지만 b-d는
모두 이에 해당되지는
않는다.

$\frac{W}{1+2a}$ 공식을 이용한다. a는 위 a번에서 구한 값을 이용한다. 이하 b-d의
풀이 과정은 통일하다.

$$(W=7, \quad \frac{7}{1+2a} = \frac{7}{1+2 \cdot 360} \approx 0.00971)$$

$$\therefore 0.00971$$

$$c. W=127, \quad \frac{127}{1+2a} \approx 0.17614$$

$$\therefore 0.17614$$

= 200bit

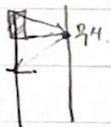
$$d. W=255, \quad \frac{255}{1+2a} \approx 0.35368$$

$$\therefore 0.35368$$

8.

노드 B의 버퍼가 넘치지 않기 위해, A→B frame과 B→C frame의 평균 속수가 동일해야 함을 이용한다.

ACK frame이 걸리는 무리하기 때문에, propagation time으로 간주한다. A와 B의 사이는 Sliding-window protocol ($W=3$)을 이용한다.



한 frame을 보내고, ACK까지 받으려면

$$t_p + t_p + t_f = 2t_p + t_f \text{의 시간이 필요하다.}$$

정리하면,

$$\begin{aligned} & 2 \cdot \frac{5 \times 10^{-6} \text{ s}}{1 \text{ km}} \times 4000 \text{ km} + \frac{1000 \text{ bit}}{100 \times 10^3 \text{ bit}} \times \text{sec} \\ & = 0.05 \text{ s} \end{aligned}$$

A와 B 사이는 Sliding-window protocol이므로,

$$\text{frame 평균 속수 } \frac{3 \text{ frame}}{0.05 \text{ s}} = 60 \text{ frame/s}$$

초당 60 frame이 보내진다. B의 버퍼가 넘치지 않으려면 B에서 C로 나가는 frame 수도 같아야 한다.

B와 C 사이는 Stop-and-wait을 이용한다. ($W=1$)

그렇다면,

$$\begin{aligned} & 2 \cdot \frac{5 \times 10^{-6} \text{ s}}{1 \text{ km}} \times 1000 \text{ km} + \frac{1000 \text{ bit}}{\text{data rate}(R)} \\ & = 0.01 \text{ s} + \frac{1000 \text{ bit}}{\text{data rate}} \end{aligned}$$

이제 A-B, B-C의 주간 값을 비교한다.

하나는 두 평균 A(약 6 frame의 평균 A)가 같은 때인 것이다.

$$\frac{60 \text{ frame}}{\text{sec}} = 0.01s + \frac{1000 \text{ bit}}{\text{data rate}}$$

$$\frac{60 \text{ frame}}{\text{sec}} \Rightarrow 1 \text{ sec} \text{당 } 0.01667 \text{ frame}$$

$$\frac{0.01667 \text{ sec}}{0.01667 \text{ s}} = 0.01s + \frac{1000 \text{ bit}}{\text{data rate}}$$

$$\therefore \frac{1000 \text{ bit}}{\text{data rate}} = 0.00667 \text{ s}$$

$$\text{data rate} = \frac{1000 \text{ bit}}{0.00667 \text{ s}} = 149925.03748 \text{ bit/sec}$$

Bet C 사이의 data rate는 149925.03748 bit/sec

9.

- data rate이 1Kbps, propagation delay가 0.2s/km,
distance가 30km, 고정 frame의 크기는 500bit이다.

maximum utilization 상태이기 때문에, $W \geq 2a+1$ 이다

이때 최소 절차를 했을 것이기 때문에, $\frac{W}{2a+1} = 1$ 이라 놓고
문제를 해결해 볼 것이다.

$$\frac{W}{2a+1} = \frac{W}{\frac{2t_p}{t_f} + 1} = 1$$

$$t_f = \frac{500 \text{ bit}}{1,000 \text{ bps}} = \frac{1 \text{ bit}}{2 \text{ bps}} = \frac{1 \text{ bit}}{2 \text{ bit/sec}} = \frac{1}{2} \text{ sec}$$

1km당 0.2s가 소요되는것이니, km/sec로 변환하면 5km/sec이다.

$$t_p = \frac{30 \text{ km}}{5 \text{ km/sec}} = 6 \text{ s}$$

$$\therefore \frac{W}{2 \cdot \frac{6 \text{ sec}}{\frac{1}{2} \text{ sec}}} = \frac{W}{24} = 1 \quad \therefore W = 24$$

$W=24$ 일 때 maximum utilization 상태를 만족한다.

그렇다면, 이때 maximum window size = $2^k - 1 = 24$

$$2^k = 25,$$

$$k = \log_2 25 \approx \lceil 4.64389 \dots \rceil = 5$$

최소 sequence field의 길이는 5이다.

$$\therefore 5$$

10.

3-bit의 sequence number를 가지고, Window size가 5이다.
3bit window 때문에 sequence number는 0~7이다.

