

# 题目1

香农容量： $C = W \log_2(1 + \text{SNR})$ ，已知  $W = 3100 \text{ Hz}$ ，初始最大速率  $C_1 = 35 \text{ kbit/s}$ 。

1. 先求初始  $\text{SNR}_1$

$$\log_2(1 + \text{SNR}_1) = \frac{C_1}{W} = \frac{35000}{3100} \approx 11.2903 \Rightarrow 1 + \text{SNR}_1 = 2^{11.2903} \approx 2504.53$$

$\therefore \text{SNR}_1 \approx 2503.53$ 。

把最大速率提升 60%： $C_2 = 1.6C_1 \Rightarrow \log_2(1 + \text{SNR}_2) = 1.6 \times 11.2903 = 18.0645$

$$1 + \text{SNR}_2 = 2^{18.0645} \approx 274132.93 \Rightarrow \text{SNR}_2 \approx 274131.93$$

所需信噪比倍率： $\frac{\text{SNR}_2}{\text{SNR}_1} \approx \frac{274132}{2503.5} \approx 109.5$ （约提升 109.5 倍，即增加约  $10 \log_{10}(109.5) \approx 20.39 \text{ dB}$ ）。

2. 若在此基础上再把 S/N 再增大 10 倍，速率能否再增加 20%？

容量比：

$$\frac{C_3}{C_2} = \frac{\log_2(1 + 10 \text{SNR}_2)}{\log_2(1 + \text{SNR}_2)} \approx \frac{\log_2(10) + \log_2(\text{SNR}_2)}{\log_2(\text{SNR}_2)} = 1 + \frac{\log_2(10)}{\log_2(\text{SNR}_2)}$$

$\log_2(\text{SNR}_2) \approx 18.0645$ ， $\log_2(10) \approx 3.3219$ ，

$\Rightarrow C_3/C_2 \approx 1 + 3.3219/18.0645 \approx 1.184 < 1.20$ 。

**结论：**不能再提升到 20%，大约只能提升 **18.4%** 左右。

# 题目2

(1)  $[k, k+1, k+2, k+3]$

(2)  $k-1$

# 题目3

已知：总数据 20K，分组 1K/个，序号 0...19。B 初始缓冲 6K  $\Rightarrow$  初始  $X = 6$ 。下述均以发送端描述。

初始：发送窗口大小  $X = 6$ ，窗口覆盖  $[0..5]$ 。

**(1) A 发送了 3K**（分组 0,1,2）

- 窗口： $[0..5]$
- 已发已确： $\emptyset$
- 已发未确： $[0..2]$
- 可发送： $[3..5]$
- 不可发送： $[6..19]$

**(2) A 又发送了 2K**（分组 3,4）

- 窗口： $[0..5]$
- 已发已确： $\emptyset$
- 已发未确： $[0..4]$
- 可发送： $[5..5]$
- 不可发送： $[6..19]$

**(3) B 收到 5K，其中 2K–3K 出错（即分组 2 出错）；B 被系统收回 3K 缓冲，改为 3K；B 向 A 发送 NACK 2，buf=3K；A 收到**

- 窗口： $[2..4]$
- 已发已确： $[0..1,3..4]$
- 已发未确： $\emptyset$
- 可发送： $\emptyset$
- 不可发送： $[5..19]$

**(4) A 发送完此时缓冲区中需要发送的所有数据**（根据 NACK 重传 2）

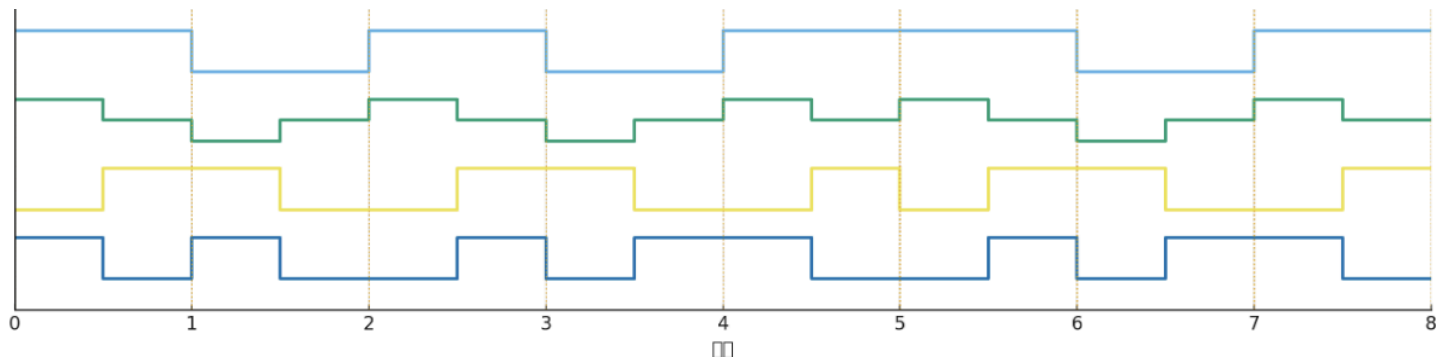
- 窗口： $[2..4]$
- 已发已确： $[0..1,3..4]$
- 已发未确： $[2]$
- 可发送： $\emptyset$
- 不可发送： $[5..19]$

**(5) B 正确收到了上述数据，并额外申请 1K，向 A 发送 ACK；A 收到**

- 窗口： $[5..8]$
- 已发已确： $[0..4]$
- 已发未确： $\emptyset$ （都已确认）
- 可发送： $[5..8]$
- 不可发送： $[9..19]$

## 题目4

从上到下依次为：不归零制、归零制、曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码



- **不归零制 (NRZ):** 每位在整个比特周期保持恒定电平，1 为高、0 为低。
- **归零制 (RZ):** 每位前半周期为极性电平（1 高/0 低），后半周期回到零电平。
- **曼彻斯特编码 (MPE):** 每位中点必有一次跳变，**用跳变方向表示比特**（本题采用 0：高→低，1：低→高）。
- **差分曼彻斯特编码 (DME):** 每位中点总有跳变，**用位起始是否跳变表示比特**（0：位起始跳变，1：位起始不跳变）。