

# 作业1



## ■ 1、叫码元速率？什么叫信息速率？两者的关系如何？

码元速率，即码元传输速率，又称波特率，表示单位时间内信号波形的变换次数，即单位时间通过信道传输的码元个数。单位为“波特”(Baud)，即 码元/秒

信息速率，即信息传输速率，又称比特率，表示在二进制数字通信系统中每秒传输的二进制符号数，即单位时间内传输的比特数。单位为 比特/秒

两者的关系：若码元状态数为  $N$ ，则信息速率 = 码元速率  $\times \log_2 N$

若 1 个码元携带  $n \text{ bit}$  的信息量，则信息速率 =  $n \times$  码元速率

**题目 6.** 数据率为 10Mb/s 的以太网在物理媒体上的码元传输速率是多少码元每秒？

以太网发送的数据都是用曼彻斯特编码，发送的每一位都有两个信号周期，因此码元传输速率为以太网数据率的 2 倍，即  $10 \times 2 = 20 \text{ Mbaud}$ 。

# 作业1



- 2、电视信道的带宽为6MHZ，如果全使用4个电平的数字信号，每秒种能发送多少比特？

根据奈式准则，理想低通信道的最高码元传输速率为  $2W \text{ Baud} = 12M \text{ 码元/秒}$

每秒最多能发送  $\log_2 4 \times 12M \text{ bit} = 24M \text{ bit}$

# 作业1



- 3、一个二进制信号经过信噪比为30dB的3kHz信道传送，问最大可达到的数据传输率是多少？

由于信噪比  $= 10 \log_{10}(S/N) \text{ (dB)}$ ，即  $30 = 10 \log_{10}(S/N)$ ，因此  $S/N = 10^{30/10} = 1000$ 。

由香农公式，最大可达到的数据传输率  $C = W \log_2(1+S/N) = 3 \times 10^3 \times \log_2(1+1000) = 29.90 \text{ kbit/s}$ 。

# 作业1



- 4、若要在一条50KHZ的信道上传输1.544Mbps的T1载波，信噪比至少要多大？

解：由香农公式

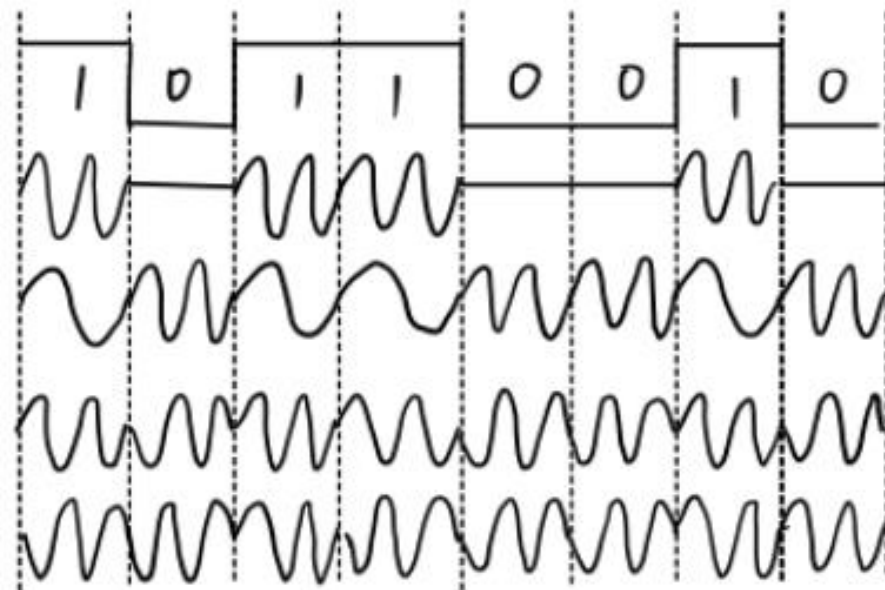
$$C = W \times \log_2(1 + S/N)$$
$$\therefore S/N = 2^{C/W} - 1 = 2^{1.544 \times 10^6 / 50 \times 10^3} - 1$$
$$\text{信噪比} = 10 \log_{10}(S/N)$$
$$= 10 \log_{10}(2^{1.544 \times 10^6 / 50 \times 10^3} - 1) \text{ (dB)}$$
$$= 92.958 \text{ dB}$$

# 作业1



- 5、画出传输10110010时，采用AM、FM、绝对PM、相对PM不同的调制方式时的信号波形图(二元制)。

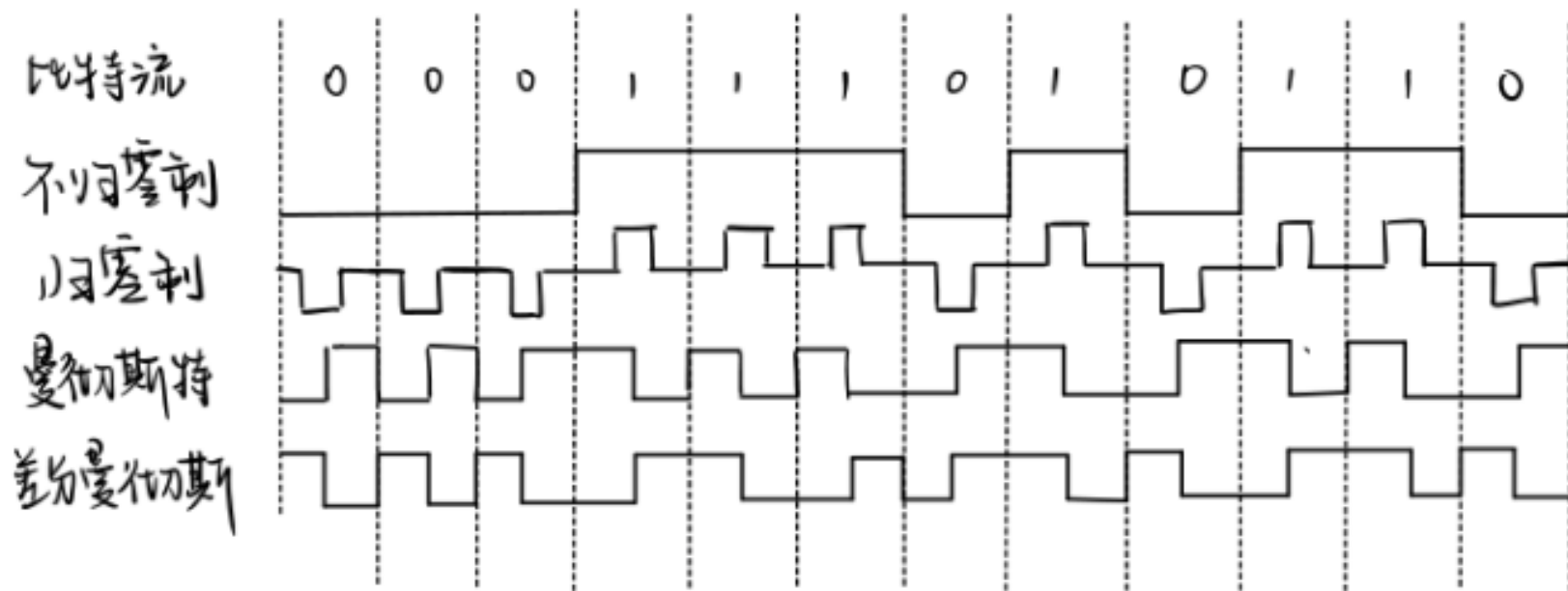
基带信号  
调幅: (AM)  
调频: (FM)  
绝对PM  
相对PM



# 作业1



- 6、试画出比特流000111010110的不归零编码（NRZ）、不归零码反转（NRZI）、曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码的波形？



# 作业1



题目 8. 收发两端之间的传输距离为 1000km，信号在媒体上的传播速率为  $2.0 \times 10^8$  m/s。试计算以下两种情况的发送时延和传播时延：

(1) 数据长度为  $10^7$  bit，数据发送速率为 100kb/s；

(2) 数据长度为  $10^3$  bit，数据发送速率为 1Gb/s；

从以上计算结果可得出什么结论？

(1) 发送时延为  $10^7 / (100 \times 10^3) = 100$  s，传播时延为  $1000 \times 10^3 / (2.0 \times 10^8) = 5 \times 10^{-3}$  s。

(2) 发送时延为  $10^3 / (1 \times 10^9) = 10^{-6}$  s，传播时延为  $1000 \times 10^3 / (2.0 \times 10^8) = 5 \times 10^{-3}$  s。

从以上计算结果可得出，发送时延与传播时延二者本质不同。发送时延只与数据长度和数据发送速率有关，而传播时延只与传输距离和信号在媒体上的传播速率有关。

发送时延与传播时延都有可能占据总时延的主导地位，若数据长度大、数据发送速率低时，则发送时延较大、往往占据总时延的主导地位；若数据长度短、数据发送速率高时，则发送时延较小，传播时延往往占据总时延的主导地位。

# 作业1



9、共有4个站进行码分多址CDMA通信。4个站的码片序列为：

A:  $(-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)$

B:  $(-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)$

C:  $(-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)$

D:  $(-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1)$

现在收到这样的码片序列： $(-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)$ 。问哪个站发送了数据？发送数据的站发送的是 1 还是 0？

$$S \cdot A = (-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1) \cdot (-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)/8 = (1 -1 +3 +1 -1 +3 +1 +1)/8 = 1, A \text{ 发送 } 1$$

$$S \cdot B = (-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1) \cdot (-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)/8 = (1 -1 -3 -1 -1 -3 +1 -1)/8 = -1, B \text{ 发送 } 0$$

$$S \cdot C = (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1) \cdot (-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)/8 = (1 +1 +3 +1 -1 -3 -1 -1)/8 = 0, C \text{ 无发送}$$

$$S \cdot D = (-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1) \cdot (-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)/8 = (1 +1 +3 -1 +1 +3 +1 -1)/8 = 1, D \text{ 发送 } 1$$



# 作业1



10. 【P37, 1-19】长度为100字节的应用层数据交给运输层传送，需加上20字节的TCP首部。再交给网络层传送，需加上20字节的IP首部。最后交给数据链路层的以太网传送，加上首部和尾部共18字节。试求数据的传输效率。数据的传输效率是指发送的应用层数据除以所发送的总数据（即应用数据加上各种首部和尾部的额外开销）。

若应用层数据长度为1000字节，数据的传输效率是多少？

应用层数据长度100字节时：

$$\text{传输效率} = 100 / (100 + 20 + 20 + 18) * 100 = 63.29\%$$

应用层数据长度1000字节时：

$$\text{传输效率} = 1000 / (1000 + 20 + 20 + 18) * 100 = 94.52\%$$

# 作业1



**题目 11.** 假定某信道受奈氏准则限制的最高码元速率为 20000 码元/秒。如果采用振幅调制，把码元的振幅划分为 16 个不同等级来传送，那么可以获得多高的数据率 (bit/s)?

比特率  $S = B \times \log_2(N)$ ，其中  $B$  为码元速率， $N$  为码元状态数。

若采用振幅调制，把码元的振幅划分为 16 个不同等级来传送，则码元状态数为 16，码元速率为 20000 码元/秒，因此代入公式可得  $S = 20000 \times \log_2 16 = 20000 \times 4 = 80000 \text{ bit/s}$ 。