

网络分成局域网、城域网和广域网。

覆盖全世界的计算机网络就是 Internet, Internet 是由世界范围内众多计算机网络(包括各种局域网、城域网和广域网)连接汇合而成的一个网络集合体,它是全球最大的、开放的计算机互联网。Internet 的基础与核心是 TCP/IP 协议。

数据通信网是计算机网络中的通信子网,提供计算机之间的传输与交换。

10. 数据通信技术的标准化组织主要包括:国际标准化组织(ISO)、国际电信联盟(ITU)、电气与电子工程师学会(IEEE)、电子工业协会(EIA)、美国国家标准学会(ANSI)、欧洲电信标准学会(ETSI)、亚洲与泛太平洋电信标准化协会(ASTAP)和联邦通信委员会(FCC)等。

习 题

1-1 什么是数据通信? 说明数据通信系统的基本构成。

1-2 什么是数据电路? 它的主要功能是什么?

1-3 异步传输中,假设停止位为 1 位,数据位为 8 位,无奇偶校验,求传输效率。

1-4 什么是单工、半双工、全双工数据传输?

$$\eta = \frac{8}{8+1+1} = 80\%$$

1-5 设数据信号码元时间长度为 $833 \times 10^{-6} \text{ s}$, 如采用 8 电平传输, 试求数据传信速率和调制速率。

$$1200 \text{ Bd}$$

$$3600 \text{ bit/s}$$

1-6 在 9 600 bit/s 的线路上, 进行 1 小时的连续传输, 测试结果为有 150 bit 的差错, 求该数据通信系统的误码率。

$$\frac{150}{3600 \times 9600} = 4.34 \times 10^{-6}$$

1-7 设带宽为 3 000 Hz 的模拟信道, 只存在加性高斯白噪声, 如信号噪声功率比为 30 dB, 试求这一信道的信道容量。

$$\therefore 10 \lg \frac{S}{N} = 30 \text{ dB} \quad \therefore \frac{S}{N} = 1000$$

1-8 常用的多路复用方法有哪几种?

$$C = B \log_2 (1 + S/N)$$

1-9 数据通信网的硬件构成有哪些?

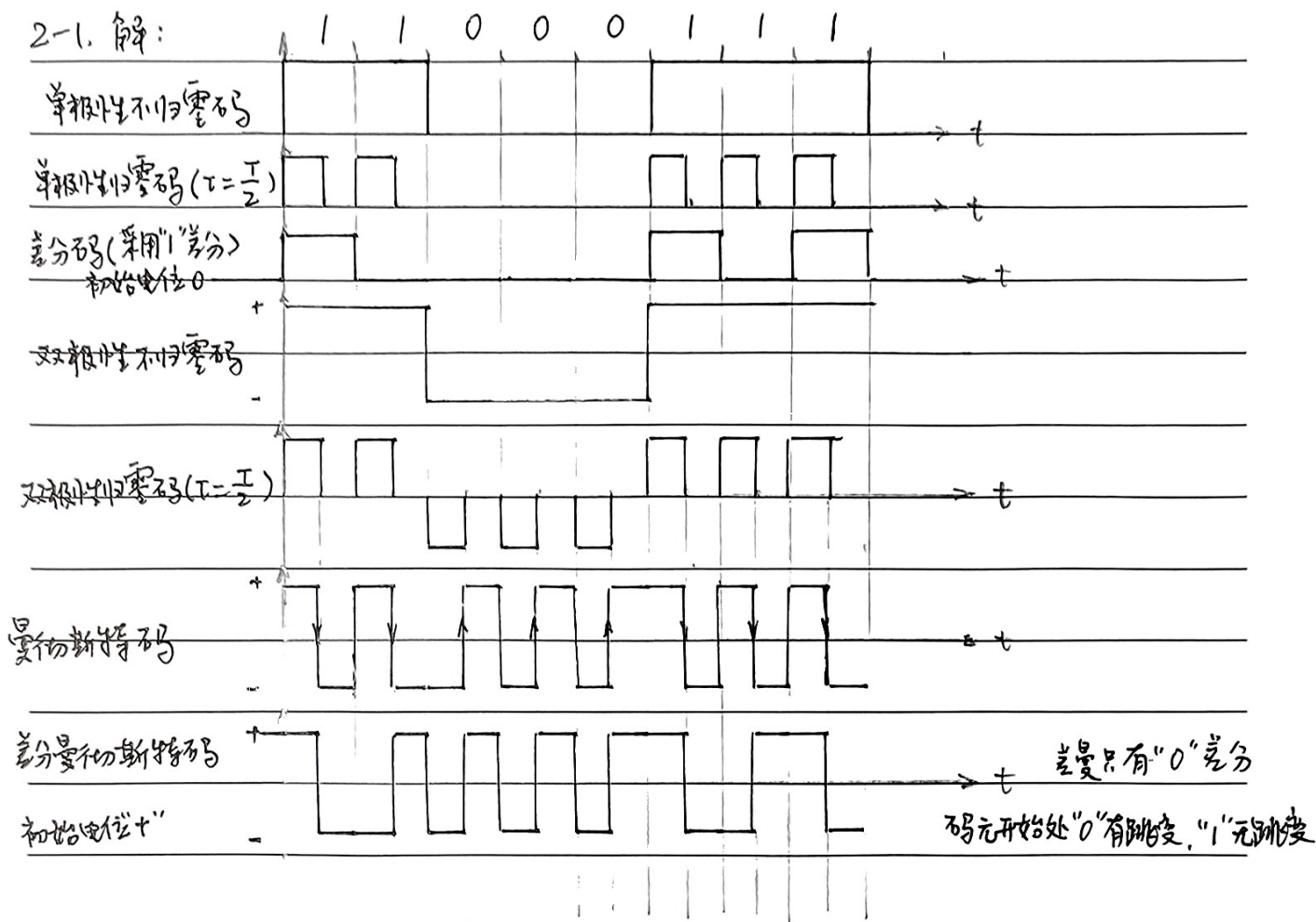
1-10 数据通信网按网络拓扑结构分类有哪几种?

$$= 3000 \times \log_2 1001 \approx 29902 \text{ bit/s}$$

1-11 Internet 的概念是什么?

第二章 习题

2-1. 解:



2-2. 解:

$$(1) f_N = 2600 + \frac{3200 - 2600}{2} = 2900 \text{ Hz}$$

$$(2) \alpha = \frac{f_d}{f_N} = \frac{300}{2900} \approx 0.1$$

$$(3) N_{Bd} = f_s = 2f_N = 5800 \text{ Bd}$$

$$(4) R = N_{Bd} \log_2 4 = 5800 \times 2 = 11600 \text{ bit/s}$$

$$(5) \eta = \frac{R}{B} = \frac{11600}{3200} = 3.625 \text{ bit/s} \text{ 或 } \eta = \frac{2}{1+\alpha} = \frac{2}{1.1} = 1.82 \text{ Bd/Hz}$$

2-3. 解:

$$(1) f_N = 1600 + \frac{2400 - 1600}{2} = 2000 \text{ Hz}$$

$$\therefore N_{Bd} = f_s = 2f_N = 4000 \text{ Bd}$$

$$(2) R = N_{Bd} \log_2 4 = 8000 \text{ bit/s}$$

$$(3) \eta = R/B = 8000/2400 = 3.33 \text{ bit/(s} \cdot \text{Hz)}$$

$$\eta = \frac{N_{Bd}}{(1+\alpha) \times 2000} = \frac{2}{1+\alpha} = \frac{2}{1.2} = 1.67 \text{ Bd/Hz}$$

2-4. 解: 抽头数为 $2N+1$ 个. \therefore 有三抽 C_{-1}, C_0, C_1 . $\therefore N=1$

$$\therefore y_n = \sum_{k=-N}^N C_k x_{n-k} = \sum_{k=-1}^1 C_k x_{n-k}$$

$$\therefore \begin{cases} y_{-1} = C_{-1}x_0 + C_0x_1 + C_1x_{-2} = -\frac{1}{3} \times 1 + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} \times \frac{1}{8} = -0.031 \\ y_0 = C_{-1}x_1 + C_0x_0 + C_1x_{-1} = -\frac{1}{3} \times \frac{1}{4} + 1 - \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} = 0.833 \\ y_1 = C_{-1}x_2 + C_0x_1 + C_1x_0 = -\frac{1}{3} \times \frac{1}{16} + \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \times 1 = -0.02 \end{cases}$$

2-5 解: $B_{2ASK} = 2B_{\text{基}} = 2 \times \frac{1}{T} = 2f_s = 2400 \text{ Hz}$ (\because 双极性不归零码与功率谱

$\therefore f_s = 1200 \text{ Bd}$ 的第一个零点为 $\frac{1}{T}$. 见 P32 图 2-5a)

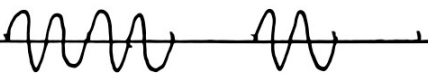
$$\eta_{2ASK} = f_s/B = 1200/2400 = 0.5 \text{ Bd/Hz}$$


2-6 解: $B = 2f_s + |f_1 - f_0| = 600 + 200 = 800 \text{ Hz}$

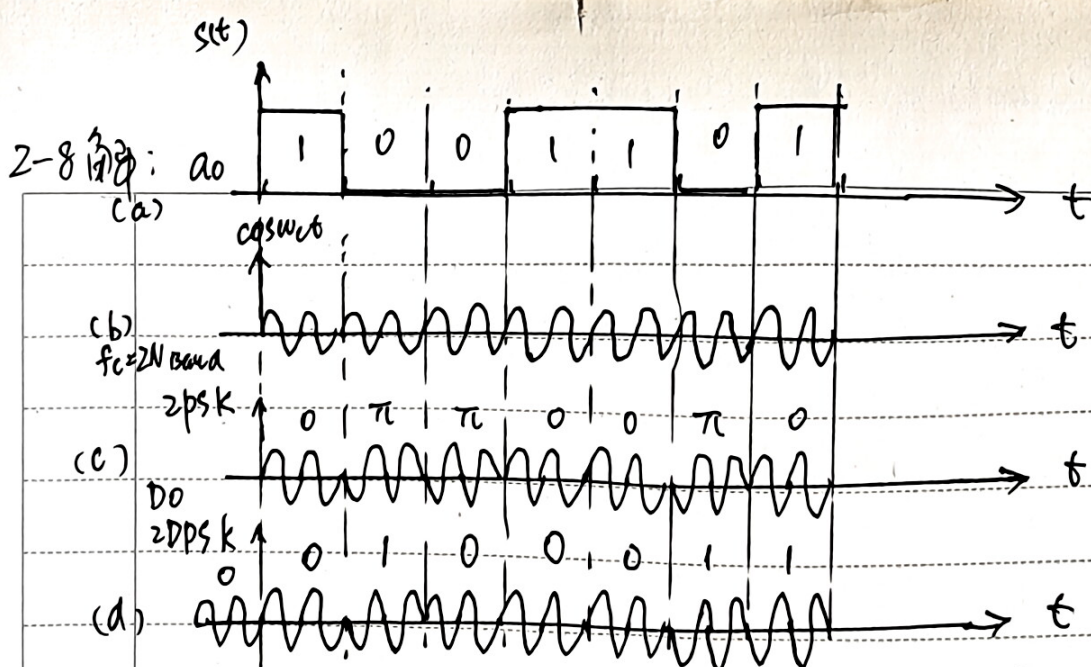
$$h = |f_1 - f_0|/f_s = 200/300 = 0.667$$

2-7. 解: 0 1 1 0 1 0

$\cos \omega_c t$ 

非抑制载波的 2ASK 

抑制载波的 2ASK 



- $\because f_c = 2N \text{ Band}$ \therefore 在一个码元周期中要画 2 个载波表示
 - 在此, 2PSK 是绝对调制; "1" 码调制载波 0, "0" 码调制载波 π
 - 根据题意, 在此 2DPSK 采用 "0" 差分.
- \therefore 在本题中相对码与绝对码的关系是:

$$D_n = a_n \oplus D_{n-1} \oplus 1$$

2-9. 解: $M=16$ 每路电平数为 $M^{1/2} = \sqrt{16} = 4$

$$B = 2(1+\alpha)f_N = 2(1+1)f_N = 2400 \text{ Hz} \quad \therefore f_N = 600 \text{ Hz}$$

$$N_{bd} = f_s = 2f_N = 2 \times 600 = 1200 \text{ Bd} \quad \text{总比特率 } R = f_b = f_s \log_2 M = 1200 \times \log_2 16$$

$$= 4800 \text{ bit/s} \quad \eta = \log_2 M / (1+\alpha) = \log_2 16 / 2 = 2 \text{ bit/(s} \cdot \text{Hz)}$$

2-10. 解: $B = 3000 - 600 = 2400 \text{ Hz} \quad f_N = B / [2(1+\alpha)] = 2400 / 3 = 800 \text{ Hz}$

$$N_{bd} = 2f_N = 1600 \text{ Bd} \quad R = N_{bd} \log_2 M \rightarrow \log_2 M = R / N_{bd} = 4800 / 1600 = 3$$

$$\therefore M = 2^3 = 8$$

2-11. 解: $B = 3000 - 600 = 2400 \text{ Hz}$

$$f_N = B / [2(1+\alpha)] = 2400 / 3 = 800 \text{ Hz}$$

$$\therefore R = N_{bd} \log_2 M = 1600 \times \log_2 16 = 6400 \text{ bps}$$

2-12 解:

基带数据信号	00	01	11	00	10
相位(设初相=0°)	$5\pi/4$	0	$\pi/4$	$3\pi/2$	$5\pi/4$
矢量图	↙	→	↗	↓	↘

习 题

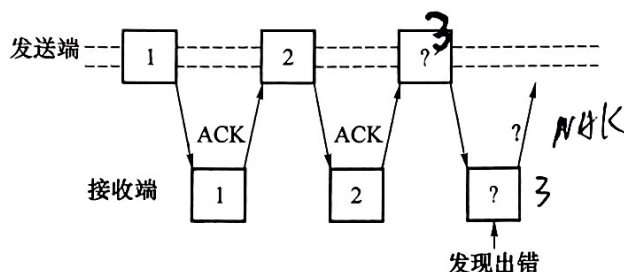
3-1 已知发送数据序列和接收数据序列如下,求差错序列。

发送数据序列: 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 1

接收数据序列: 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0

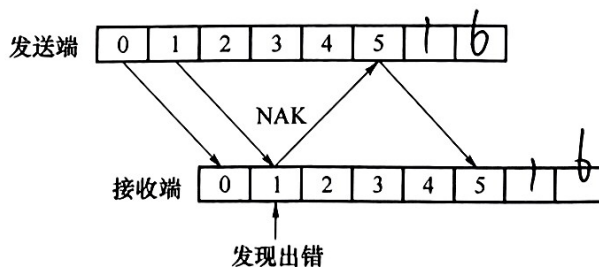
3-2 差错控制方式有哪几种类型? 比较它们的主要优缺点。

3-3 某数据通信系统采用停发等候重发的差错控制方式,请在题图 3-1 的“?”处填入 ACK、NAK 或码组号。



题图 3-1

3-4 某数据通信系统采用选择重发的差错控制方式,发送端要向接收端发送 7 个码组 (序号 0~6),其中 1 号码组出错,请在题图 3-2 中的空格里填入正确的码组号。



题图 3-2

3-5 已知线性分组码的 8 个码组为 000000, 001110, 010101, 011011, 100011, 101101, 110110, 111000, 求该码组的最小码距。 $d_{min}=3$

3-6 上题给出的码组若用于检错,能检出几位错码? 若用于纠错能纠正几位错码? 若用于

122 3.6. 答: $d_{min}=3$. ① 用于检错时, $d_{min} \geq e+1$. $\therefore e=2$ 检 2 位

② 用于纠错时, $d_{min} \geq t+1$. $\therefore t \leq \frac{3-1}{2} = 1$. \therefore 纠 1 位

③ 用于检错时, $d_{min} \geq e+1$ ($e > t$) 即 $3 \geq e+1$ ($e > 1$) 当 $e=1$ 时, $e=t$ 为 2. \therefore 不能用于纠错.

同时用于检错与纠错,问纠错、检错的性能如何?

3-7 某系统采用水平奇监督码,其信息码元如下表,试填上监督码元,并写出发送的数据序列。

信息码元										监督码元
1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0

3-8 某系统采用水平垂直奇监督码,其信息码元如下表,试填上监督码元,并写出发送的数据序列(按行发送)。

	信息码元								监督码元
	1	1	0	0	1	1	1	0	0
	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	0	1	1	0	0	0	1	1	1
	1	0	1	1	0	0	0	1	1
监督码元	0	1	1	1	1	0	1	0	0

3-9 某系统采用水平垂直偶校验码,试填出下列矩阵中 5 个空白码位。

0	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	(1)
0	0	0	(0)	1	1	0	0
1	0	(1)	1	1	1	0	1
0	0	0	0	(1)	0	1	(0)

(3-10) 如信息位为 7 位,要构成能纠正 1 位错码的汉明码,至少要加几位监督码? 其编码效率为多少? $k=7$ $2^r-1 \geq n=k+r=7+r$ $2^r \geq 8+r$ 估计 $r=4$
 $r = \frac{k}{n} = \frac{7}{7+4} = 63.6\%$
 已知信息码为 1101,求所对应的(7,4)汉明码。

3-12 接收端收到某(7,4)汉明码为 1001010,此(7,4)汉明码是否有错? 错码位置为何? $p92$ 例 3-1

3-13 已知(7,3)循环码的一个许用码组,试将所有其余的许用码组填入下表。

信息位			监督位				信息位			监督位			
a_6	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0	a_6	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0
1	1	1	0	0	1	0							

P100 例3-5

3-14 接上题,求上表循环码的典型的生成矩阵 G , 设信息码为 101, 求整个码组。

3-15 已知循环码的生成多项式为 $g(x) = x^3 + x + 1$, 当信息位为 1000 时, 写出它的监督位和整个码组。

3-16 某 (n, k, N) 卷积码, 设约束长度为 35, $N=5$, 监督位 $r=3$, 求此卷积码的编码效率。

$nN = 5n = 35 \Rightarrow n=7$ $R = \frac{k}{n} = \frac{7-3}{7} = \frac{4}{7}$

3-17 交织技术的概念是什么?

3-18 简述连续 ARQ 协议的原理。

3-15

$g(x) = x^3 + x + 1$ 最高幂次为 x^{n-k}
 $k=4 \quad n=7 \quad r=3$ 是 $(7, 4)$ 循环码

生成矩阵

$$G(x) = \begin{bmatrix} x^3 g(x) \\ x^2 g(x) \\ x g(x) \\ g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^6 + x^4 + x^3 \\ x^5 + x^3 + x^2 \\ x^4 + x^2 + x \\ x^3 + x + 1 \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

②+④ → ②
 ①+③+④ → ①

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$k=1000$, 则监督位 = 101 整个码组 = 1000101

16个许用码组:

1	0000	000	1000	101	9
2	0001	011	1001	110	10
3	0010	110	1010	011	11
4	0011	101	1011	000	12
5	0100	111	1100	010	13
6	0101	100	1101	001	14
7	0110	001	1110	100	15
8	0111	010	1111	111	16

第2个码组为生成多项式

有两个个循环码:

①: 2 → 3 → 6 → 12 → 7 → 13 → 9 → 2

②: 4 → 8 → 15 → 14 → 11 → 5 → 10 → 4

说明: $(7, 4)$ 循环码可以用 $x^3 + x + 1$ 或 $x^3 + x^2 + 1$ 作为生成多项式, 但只有一个生成多项式, 除了全0码和全1码外, 构成两个个循环码。