

Chapter 3

1. A bit string, 011110111110111110, needs to be transmitted at the data link layer. What is the string actually transmitted after bit stuffing?

Solution:

011110111110111110
011110111110011111010
 ↑ ↑
 stuffed bits

故输出为：011110111110011111010

2. What is the remainder obtained by dividing $x^7 + x^5 + 1$ by the generator polynomial $x^3 + 1$? (注： x^7 表示 x 的 7 次方，其它表述方式相同)

Solution:

用循环冗余校验码的方式进行计算。

帧：10100001

生成多项式：1001

生成多项式的阶为 3，故在帧的低位端加上 3 个 0 位，利用模 2 除法和模 2 减法

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cccccccc}
 & & & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\
 100 & | & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & \\
 \hline
 & & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 & & \hline
 & & 1 & 0 & 0 & & & & & & \\
 & & \hline
 & & 0 & 1 & 1 & 0 & & & & & \\
 & & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & \\
 & & \hline
 & & 1 & 1 & 0 & 0 & & & & & \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & \\
 & & \hline
 & & 1 & 0 & 1 & 0 & & & & & \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & \\
 & & \hline
 & & 0 & 1 & 1 & 1 & & & & & \\
 & & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & \\
 & & \hline
 & & 1 & 1 & 1 & 0 & & & & & \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & \\
 & & \hline
 & & 1 & 1 & 1 & 0 & & & & & \\
 & & 1 & 0 & 0 & 1 & & & & & \\
 & & \hline
 & & 1 & 1 & 1 & & & & & &
 \end{array}
 \end{array}$$

得出余数为 111，即 x^2+x+1

3 Data link protocols almost always put the CRC in a trailer rather than in a header. Why?

因为如果把CRC放在帧的头部，需要在发送之前处理一遍所有的字节来计算循环冗余校验码，在发送时又要再处理一遍所有的字节，这样算下来就相当于对所有的字节处理了两次。但是如果把CRC放在帧的尾部，在发送时就已经对所有的字节处理了一次，当传送完最后一位字节数据，即可把CRC发出，减少了一次对于所有字节的处理，减少了处理时间。

4. Frames of 1000 bits are sent over a 1-Mbps channel using a

geostationary satellite whose propagation time from the earth is 270 msec. Acknowledgements are always piggybacked onto data frames. The headers are very short. Three-bit sequence numbers are used. What is the maximum achievable channel utilization for

- (a) Stop-and-wait.
- (b) Protocol 5
- (c) Protocol 6

Solution:

(a) Stop-and-wait协议的窗口大小为1，(b)Protocol 5协议的窗口大小为7，(c)Protocol 6协议的窗口大小为4

1000位的帧传送时间为 $1000\text{bit}/(1\text{Mb/s})=1\text{ms}$

各个时间点具体如下：

$t=0$ 时，传输开始

$t=1\text{ms}$ 时，第一帧发送完毕

$t=271\text{ms}$ 时，该帧完全到达接收方

$t=272\text{ms}$ 时，对该帧的确认帧发送完毕

$t=542\text{ms}$ 时，确认帧完全到达发送方

综上可以得出一个发送周期为542ms，因此信息利用率为 $k \cdot 1/542 = k/542$ ，故（a）最大信道利用率为 $1/542=0.18\%$ ，

（b）最大信道利用率为 $7/542=1.29\%$ ，（c）最大信道利用率为 $4/542=0.74\%$

5. What is the minimum overhead to send an IP packet using PPP?
Count only the overhead introduced by PPP itself, not the IP header overhead.

Solution:

PPP 帧的格式为: 帧开始处为标记字节, 标记字节后为 Address (1 个字节) 和 Control 字段 (1 个字节), 第四个字段为 Protocol 字段 (1 个或 2 个字节), 第五个字段为 Payload 字段, Payload 字段后为 Checknum 字段 (2 或 4 个字节), 最后为一个标记字节。其中 Address 字段和 Control 字段在通信双方同意省略这两个字段时可以去掉。故最小的载荷为 $1+1+2+1=5$ 。