4、比特填充编码每5个1后填充1个0，

收到的数据为：

0110 0111 1100 1111 0111 1101

解码后的数据为：

0110 0111 1101 1110 1111 1

25、待传串为：11100110

生成多项式：x^4+x^3+1，即 11001

```
            10110110
11001 ) 11100110 0000
        11001
        01011
        00000
         10111
         11001
          11100
          11001
           01010
           00000
            10100
            11001
             11010
             11001
              00110
              00000
               0110
```

余数为 0110

即实际传输的比特串为：1110 0110 0110

若左边第三位反转，则接收到 1100 0110 0110

```
            1000 1011
11001 ) 1100 0110 0110
        11001
         00011
         00000
          00111
          00000
           01110
           00000
            11100
            11001
             01011
             00000
              10111
              11001
               11100
               11001
                0101
```

余数为 0101

不等于0

则说明发生了错误！

当左边第3、10、12位同时反转，则也能除尽，无法检测出错。

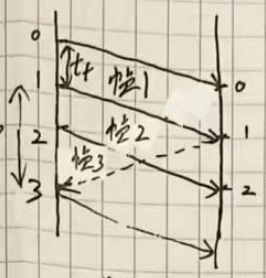
```
            1000 1011
11001 ) 1100 0110 0011
        11001
         11110 0
         11001
          10101
          11001
           11001
           11001
              0000
```

31. $t_f = \frac{3000b}{50kb} = 6ms$

效率：$\frac{t_f}{t_f+2t_T} = 60\%$ 解得 $t_T = 2ms$

即单向传播时延为2ms

33、窗口大小为3，且其带宽效率达100%



当第3个发送完后，刚好收到第0帧的确认帧

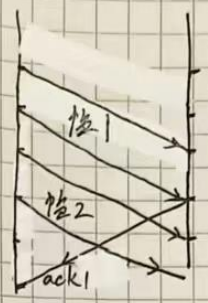
$t_f = \frac{1000b}{250kb/s} = 4ms$

若忽略ack帧发送时延，则有

$3t_f = t_f + 2t_p$

有 $t_p = t_f = 4ms$

当带宽升级为500kb/s时 $t_f' = \frac{1000b}{500kb/s} = 2ms$



效率为：$\frac{3t_f'}{t_f'+2t_p}$

$= \frac{3\times2}{2+8} = 60\%$

35、T1中继线传输速率：1.544Mbps

传输一帧 $t_f = \frac{64B}{1.544Mbps} \approx 0.33ms$

单向传播时延：$t_p = 3000\times6 = 18ms$

正确收到一帧ack帧的时延为：

（若假设ack采用捎带发送的方式）

$t = 2t_p + t_f + t_f = 36.66ms$

为保持不断有帧发送，窗口应大于 $\frac{t}{t_f} = 111$

即需 $\lceil \log_2 111 \rceil = 7$

即窗口序号应有7位。

44、$t_f = \frac{1000b}{1Mb/s} = 1ms$

$t_p = 270ms$

一个发送周期：$t = 2t_f + 2t_p = 542ms$

期间若发送了k帧，则信道利用率为 $\frac{k}{542}$

(a) 停等协议：$k=1$ $\frac{1}{542}\times100\% \approx 0.18\%$

(b) 协议5：$k=2^3-1=7$ $\frac{7}{542}\times100\% \approx 1.29\%$

(c) 协议6：$k=2^3-1=4$ $\frac{4}{542}\times100\% \approx 0.74\%$

49、

F	A	C	协议	IP数据包	FCS	F
1	1	1	1或2		2或4	1

协商可压缩

最小开销：1字节首部标志，1字节协议，2字节FCS，1字节尾部标志，共5字节

最大开销：1+1+1+2+4+1 = 10字节