4-4

此信道的传输函数为 $H(\omega)=\dfrac{R}{R+j\omega L}=\dfrac{1}{1+j\omega L/R}$

幅频特性：$|H(\omega)|==\dfrac{1}{\sqrt{1+(\omega L/R)^2}}$，不为常数，有幅频失真；

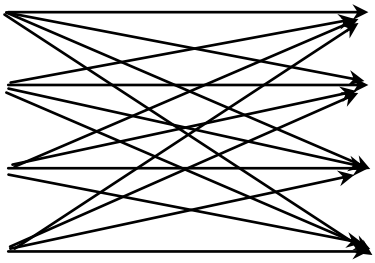
相频特性：$\phi(\omega)=-\arctan(\omega L/R)$

群时延：$\tau(\omega)=\dfrac{L/R}{1+(\omega L/R)^2}$，不为常数，有群时延失真

4-6

此信道的转移概率矩阵为：

$$P=\begin{bmatrix} \frac{1021}{1024} & \frac{1}{1024} & \frac{1}{1024} & \frac{1}{1024} \\ \frac{1}{1024} & \frac{1021}{1024} & \frac{1}{1024} & \frac{1}{1024} \\ \frac{1}{1024} & \frac{1}{1024} & \frac{1021}{1024} & \frac{1}{1024} \\ \frac{1}{1024} & \frac{1}{1024} & \frac{1}{1024} & \frac{1021}{1024} \end{bmatrix}$$



因此为对称信道，对于对称信道，当信源符号等概时互信息量最大，即为信道容量 C。

$$H(x)=-\sum_{i=1}^{n}P(x_i)\log_2 P(x_i)==-\left[\frac{1}{4}\log_2\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\log_2\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\log_2\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\log_2\frac{1}{4}\right]=2\ \text{（b/符号）}$$

$H(x/y)=-\sum_{j=1}^{4}P(y_j)\sum_{i=1}^{4}P(x_i/y_j)\log_2 P(x_i/y_j)$，

其中，$P(y_1)=P(y_2)=P(y_3)=P(y_4)=\dfrac{1}{4}$

$$P(x_i/y_j)=\begin{cases}\dfrac{1021}{1024} & (i=j)\\ \dfrac{1}{1024} & (i\neq j)\end{cases}$$

所以，$H(x/y)=-\sum_{j=1}^{4}P(y_j)\sum_{i=1}^{4}P(x_i/y_j)\log_2 P(x_i/y_j)=0.033$（b/符号）

信道容量：$C=2-0.033=1.967(b/\text{符号})$

4-7

每个二进制码元的传输时间为 0.5ms，两个二进制码元表示一个符号，因此，符号的传输时间为 1ms，即码元速率为 1000（B）：

$$C_t = r \cdot C = 1000C = 1967(b/s)$$

4-8

由香农公式，信道的最大信息传输速率为：

$$C_t = B \cdot \log_2\left(1+\frac{S}{N}\right) = 3000 \times \log_2(1+100) \approx 19.96(kb/s)$$

而一幅黑白数字像片所含的信息量为：

$$I = 4 \times 10^6 \times \log_2 16 = 16M(bit)$$

所以，需要的传输时间 t 为：

$$t = \frac{I}{C_t} = \frac{16Mbit}{19.96kb/s} = \frac{1.6 \times 10^7}{1.996 \times 10^4} = 801.6(s) = 13.36(\min)$$