

院/系
专业
年级
姓名

- $u(t) = \frac{1}{2} A \sin(4\pi t)$; $v(t) = \frac{1}{2} A \cos(4\pi t)$;
C. 0 ; $\frac{1}{2} A^2 \sin(4\pi t)$; 不是... D. 0 ; $\frac{1}{2} A^2 \cos(4\pi t)$; 不是
- 3、为抵抗多径效应的影响，可选择的方法是... (C.)
A. 提高信息传输速率... B. 使传输信号带宽大于信道相关带宽
C. 可以降低码元传输速率... D. 可以增加收发双方的相对运动速率
- 4、信道无失真传输的条件，描述正确的是... (C.)
... A. 信道对不同频率分量，延时可以不同... B. 对所有频率分量，衰减可以不同
... C. 信道相位响应与频率呈线性关系... D. 群延迟可以不同
- 5、小信噪比时，有用信号淹没在噪声中，这时输出信噪比不是按比例地随着输入信噪比下降，而是急剧恶化，这种现象称为... (A.)
... A. 门限效应... B. 倒π现象
... C. 加性噪声... D. 阴影效应
- 6、以下哪一个系统频带利用率最高？... (B.)
... A. 信息率 2000bit/s，信道所需带宽 2000Hz;
... B. 信息率 1500bit/s，信道所需带宽 1000Hz;
... C. 波特率 1000baud/s，每个符号携带 2bit 信息，信道所需带宽 2000Hz;
... D. 无法确定以上哪个系统频带利用率最高。

...C. 信道相位响应与频率呈线性关系... D. 群延迟可以不同.

5、小信噪比时, 有用信号淹没在噪声中, 这时输出信噪比不是按比例地随着输入信噪比下降, 而是急剧恶化, 这种现象称为_____。(A.)

...A. 门限效应... B. 倒π现象...
...C. 加性噪声... D. 阴影效应.

6、以下哪一个系统频带利用率最高? _____。(B.)

...A. 信息率 2000bit/s, 信道所需带宽 2000Hz;
...B. 信息率 1500bit/s, 信道所需带宽 1000Hz;
...C. 波特率 1000baud/s, 每个符号携带 2bit 信息, 信道所需带宽 2000Hz;
...D. 无法确定以上哪个系统频带利用率最高.

AM 中:
 $E(t) = A_0[1 + m \cos \omega_m t] \cos \omega_c t$
↓
噪声

非线性失真
↓
信号

…D. 随机变量 X 与 Y 具有:

D. 样本均值和自相关函数, 可以作为过随机过程的均值和自相关函数.

D. 能量信号的互相关函数与功率谱密度构成一对傅里叶变换。

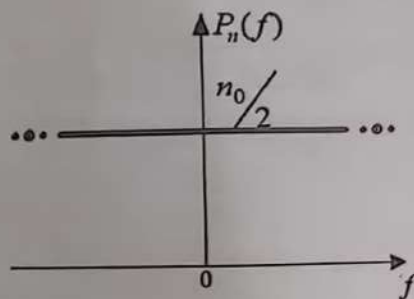
得分	
----	--

二、简答题（共30分）

得分

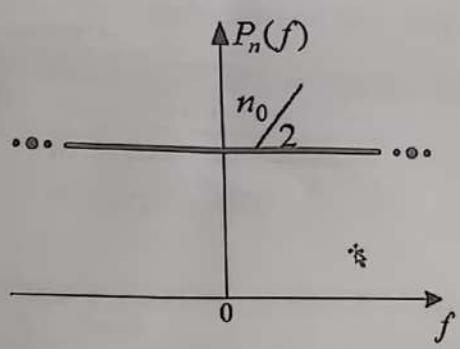
- 11、加性高斯白噪声 AWGN 的双边功率谱密度为 $n_0/2$ ，画出其功率谱密度函数（注：横轴纵轴含义需明确标注），此噪声通过一个带宽为 B 的带通滤波器，滤波之后的噪声，其功率如何计算？

答：功率谱密度



功率如何计算？

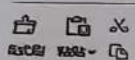
答：功率谱密度



.. (3 分)

经过带宽为 B 的带通滤波器后，噪声功率为 $2 \cdot (n_0/2) \cdot B = n_0 B$ 。.. (3 分)

12、描述能量信号的 Parseval 定理。



12、描述能量信号的 Parseval 定理。

第 2 页 共 6 页

答：能量信号 $s(t)$ ，其时域计算所得的能量，与频域计算所得能量相同，也即在时域-频域能量守恒。(4)

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} |S(f)|^2 df \quad (2)$$



$$E = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} |S(f)|^2 df \quad (2) \quad df = d\frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} d\omega$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |S(\omega)|^2 d\omega$$

13、在具有 3000Hz 通频带的语音信道中以 120kb/s 的速率传输信息。当信噪比为 11.76dB 时，是否可以达到无差错传输？若不能，提出可能的改进方案。

...答：信噪比为..... $\frac{S}{N} = 10^{1.176} \approx 15$ (1分)。

由香农公式可知，在带宽为 3000Hz 和信噪比为 15 的信道上实现无差错传输，信息速率的极限为：

$$C_{\max} = 12 \quad R_{\max} = C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad R_{\max} = 3000 \times 4 = 12 (kb/s)$$

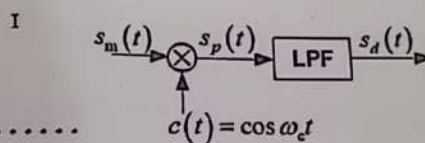
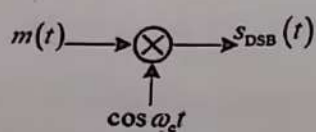
因此，不可能实现无差错传输。..... (3分)。

改进方案：提高信噪比；增加传输信号的进制数；增加通频带宽等。.. (3分)。

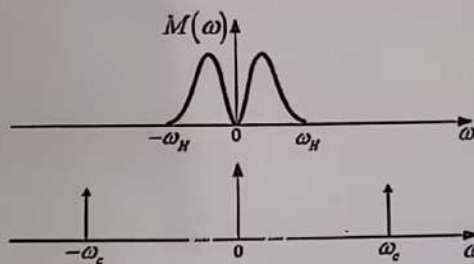
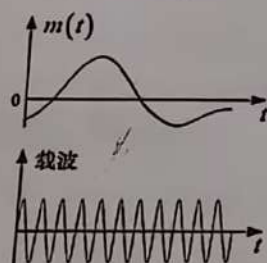
14、DSB 调制的调制效率是多少？ $R_b f = R_c \log_2 M$ 画出模拟调制中的 DSB 调制、相干解调原理图，并画出 DSB 调制中输入信号、载波、已调信号频谱示意图。

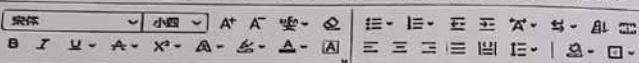
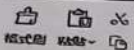
14、DSB 调制的调制效率是多少？画出模拟调制中的 DSB 调制、相干解调原理图，并画出 DSB 调制中输入信号、载波、已调信号频谱示意图。

答：调制效率为 100%。..... (2 分) .



调制原理图 (2 分) 解调原理图 (2 分) .

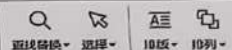




正文

标题 1

标题 2



15、一离散信源由字母 A、B、C、D、E 组成，每一符号独立出现，出现概率分别为 1/4、1/8、1/8、3/16、5/16。每秒传输 1000 个符号，求：

(1) 该信源符号的平均信息量；..... (2 分)。

(2) 1 小时内传输的平均信息量；(3 分)。

(3) 如果信源等概发送各个符号，求 1 小时内传输的信息量。..... (5 分)。

(4) 在上述等概传输时 1 小时内，发现错误了 36 个符号，那么传输的误符号率是多少？(5 分)。

解：...

(1) 平均信息量(熵)：

$$\dots H(x) = -\sum_{i=1}^M P(x_i) \log_2 P(x_i) \dots \dots \dots (1 \text{ 分})$$

$$\dots = -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{3}{16} \log_2 \frac{3}{16} - \frac{5}{16} \log_2 \frac{5}{16} = 2.23 (b/\text{符号}) \dots (1 \text{ 分})$$

(2) 平均信息速率：

$$\dots R_b = R_B \cdot H = 1000 \times 2.23 = 2.23 \times 10^3 (b/s) \dots \dots \dots (1 \text{ 分})$$

所以，1h 传送的平均信息量：

$$I = R_b \cdot t = 2.23 \times 10^3 \times 3600 = 8.028 \times 10^6 (bit) \dots \dots \dots (2 \text{ 分})$$

带入: $N_s=36$, 得 $P_s = \frac{1}{N_s} = \frac{1}{3.6 \times 10^6} = 10^{-7}$ 1分.

16、黑白电视机图像每幅含有 3×10^5 个像素, 每个像素有 16 个等概率出现的亮度等级。要求每秒种传输 30 帧图像。若信道输出 $C=30\text{dB}$, 计算传输该黑白电视图像所要求信道的最小带宽。

解: 每个像元 x 的平均信息量

因为 $P(x_i) = \frac{1}{16}, i=1, 2, \dots, 16$

所以 $H(x) = -\sum_{i=1}^{16} P(x_i) \log_2 P(x_i) = -\sum_{i=1}^{16} P(x_i) \log_2 P(x_i) = \log_2 16 = 4$ (1分)

一帧图片的平均信息量

$I_{\text{图片}} = 3 \times 10^5 \times 4 = 1.2 \times 10^6 \text{ bit} \cdot (1 \text{ 分})$

由上可知: $R_b = 3.6 \times 10^7 \text{ bps}$ (1分)

由于信道容量 $C \geq R_b$, 故信道带宽:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \text{ (2分)}$$

$$B = \frac{C}{\log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)} \geq \frac{R_b}{\log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)} = \frac{3.6 \times 10^7}{\log_2 (1 + 1000)} = 3.612 \times 10^6 \text{ Hz}$$

其中: $30\text{dB} \sim 1000 \dots$ 所以要求信道的最小带宽为: $3.612 \times 10^6 \text{ Hz}$

eg. $\cos \omega t \leftrightarrow \frac{1}{2} [\delta(\omega + \omega_0) + \delta(\omega - \omega_0)]$
 $\delta(\omega) = \delta(2\pi f) = \frac{1}{2\pi} \delta(f)$
 $P_X(\omega) = \frac{1}{2\pi} P_X(f)$

17、若 $X(t)$ 是均值为 a 、自相关函数为 $R_X(\tau)$ 的平稳随机过程, 它通过某一线性系统的输出为: $Y(t) = X(t) + X(t-T)$ (T 为延迟时间)。

(1) 画出该线性系统的框图; (3分)

(2) 设输入随机过程的功率谱密度为 $P_X(\omega)$, 求 $Y(t)$ 的自相关函数和功率谱密度。

(共 12 分)

$$R_Y(\tau) = E[Y(t)Y(t+\tau)]$$

$$\begin{aligned} &= E[(X(t) + X(t-T)) (X(t+\tau) + X(t+\tau-T))] \\ &= E[X(t)X(t+\tau) + X(t)X(t+\tau-T) + X(t-T)X(t+\tau) + X(t-T)X(t+\tau-T)] \\ &= R_X(\tau) + R_X(\tau)e^{-j\omega T} + R_X(\tau)e^{+j\omega T} + R_X(\tau) \\ &= 2R_X(\tau) + 2R_X(\tau) \cos \omega T = 2(1 + \cos \omega T) R_X(\tau) \rightarrow P_Y(\omega) \end{aligned}$$