

学号

姓名

专业班级

西安邮电大学课程考试试题（期中）

（ 2020 ——2021 学年 第 二 学期）

课程名称：通信原理 B

考试专业、年级：通工 19 级、电科 19 级、广电 19 级、信工 19 级

考核方式：（闭卷） 可使用计算器（否）

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	总分
得分										
评卷人										

得分：_____ **第一题 选择题（每题 1 分，共 20 分）**

- 1、期中考试卷面成绩占最终总成绩的：（ ）
A. 10% B. 12% C. 15% D. 20%
- 2、半双工通信是（ ）
A. 双向不同时通信 B. 双向通信 C. 双向同时通信 D. 不确定
- 3、消息中所含的信息量由什么确定：（ ）
A. 消息的不确定性 B. 消息的形式 C. 消息的大小 D. 消息的确定性
- 4、信号是消息的（ ）
A. 表现形式 B. 内涵 C. 电磁传输载体 D. 大小
- 5、1 奈特信息量是 1.44 比特，那 1 比特信息量是多少奈特：（ ）
A. 0.301 B. 0.4343 C. 0.694 D. 2.303
- 6、描述随机过程波动中心的数学量是：（ ）
A. 自相关函数 B. 方差 C. 数学期望 D. 功率谱密度函数
- 7、窄带过程包络的统计规律为（ ）
A. $\frac{a_\xi}{\sigma_\xi^2} e^{-\frac{a_\xi^2}{2\sigma_\xi^2}}, a_\xi \geq 0$ B. $\frac{a_\xi}{\sigma_\xi^2} e^{-\frac{a_\xi^2}{2\sigma_\xi^2}}$ C. $\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$ D. $\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-a)^2}{\sigma^2}}$
- 8、0 均值高斯窄带过程 $\xi(t) = \xi_c(t) \cos \omega_o t - \xi_s(t) \sin \omega_o t$ ，关于方差哪个说法正确？（ ）
A. $\sigma_c^2 = \sigma_s^2 = \sigma_\xi^2$ B. $\sigma_c^2 = \sigma_s^2 < \sigma_\xi^2$ C. $\sigma_c^2 \neq \sigma_s^2$ D. 不确定

9、平稳过程过线性系统 $H(\omega)$ ，输出过程的功率谱密度函数为（ ）

- A. $P_{out}(\omega) = P_{in}(\omega)|H(\omega)|$ B. $P_{out}(\omega) = P_{in}(\omega)|H(\omega)|^2$
C. $P_{out}(\omega) = P_{in}(\omega)H(\omega)$ D. $P_{out}(\omega) = P_{in}(\omega)H(\omega)^2$

10、白噪声的双边功率谱密度为 $\frac{n_o}{2}$ ，其自相关函数为（ ）

- A. $\frac{n_o}{2}$ B. $\frac{n_o}{2} \delta(\tau)$ C. $\frac{n_o}{2} \delta(t)$ D. $n_o \delta(\tau)$

11、信号通过三条路径传输时延为 τ_1, τ_2, τ_3 ，时延差为 $\tau_{12}, \tau_{32}, \tau_{13}$ ，则该信道的相关带宽为（ ）

- A. $\frac{1}{\tau_3}$ B. $\frac{1}{\tau_2}$ C. $\frac{1}{\tau_1}$ D. $\frac{1}{\max(\tau_{12}, \tau_{32}, \tau_{13})}$

12、发送功率 $S_i=20W$ ，经传输衰减了 6dB，则接收功率 S_o 为（ ）

- A. 40W B. 20W C. 10 W D. 5W

13、信道带宽趋于无穷大时，信道容量：（ ）

- A. 趋于无限值 B. 趋于有限值 C. 不变 D. 不确定

14、为保证 $12 \times 10^3 b/s$ 的信道容量，如果信道带宽分别为 3KHz/4KHz，那么信噪比分别为（ ）

- A. 7/15 B. 15/7 C. 5/3 D. 7/3

15、模拟调制的制度增益从高到低排序是（ ）

- A. AM, VSB, SSB, FM B. FM, DSB, VSB, SSB
C. AM, VSB, DSB, FM D. SSB, VSB, AM, FM

16、调制信号最高频率为 f_H ，AM 调制要使已调信号无失真传输，AM 调制系统的传输带宽（ ）

- A. f_H B. $2f_H$ C. $3f_H$ D. $4f_H$

17、下列哪个是非线性调制信号（ ）

- A. AM 信号 B. FM 信号 C. DSB 信号 D. SSB 信号

18、下列哪个已调信号可以进行包络检波（ ）

- A. SSB B. VSB C. AM D. DSB

19、输入信噪比下列哪种条件下，AM 信号的包络解调性能近似等于相干解调性能。（ ）

- A. 小信噪比 B. 中信噪比 C. 大信噪比 D. 任何值

20、调频信号 $20 \cos[2 \times 10^6 \pi t + 8 \cos(4000 \pi t)]$ ，最大频偏为（ ）

- A. 4KHz B. 8KHz C. 16KHz D. 32KHz

学号

姓名

专业班级

得分：_____ **第二题 判断题 (每题 1 分, 共 8 分)**

- 1、传输数字信号的通信系统是数字通信系统, 因此数字通信系统只能传输数字信号。 (☒)
- 2、多进制误信率大于误码率。 (☒)
- 3、正弦加窄带噪声过程的包络符合瑞利分布。 (☒)
- 4、高斯过程即使平稳, 但不一定严平稳。 (☒)
- 5、信号通过理想信道不产生幅度失真的条件是信道的相频特性在整个信号通带里是常数。 (☒)
- 6、带宽为 1MHz 的信号通过两条时延分别为 $1\mu s$ 和 $3\mu s$ 的路径到达接收端, 不会产生频率选择性衰落。 (☒)
- 7、SSB 的调制制度是 1, DSB 的调制制度是 2, 因此 DSB 的抗噪声性能优于 SSB 系统。 (☒)
- 8、残余边带滤波器的传递函数在载频处满足奇对称。 (☒)

得分：_____ **第三题 简答题 (每题 3 分, 共 12 分)**

得分：_____ 1. 简述数字通信的优点:

答: 抗干扰能力强, 且噪声不积累; 传输差错可控; 便于处理、变换、存储; 便于将来自不同信源的信号综合传输; 易于集成; 易于加密。

得分：_____ 2. 试写出平稳随机过程 $\xi(t)$ 的自相关函数的 6 个性质:

答: $R(0) = E[\xi^2(t)]$; $R(\infty) = a^2(t)$; $\sigma^2 = R(0) - R(\infty)$; $|R(\tau)| \leq R(0)$; $R(-\tau) = R(\tau)$; $R(\tau) \Leftrightarrow P(\omega)$

得分：_____ 3. 简述随参信道的特性。

答: 衰减随时间变化; 时延随时间变化; 多径传播。

得分：_____ 4. 简述载波调制的概念;

答: 用调制信号控制载波的参数。

得分：_____ **第四 计算题 (10 分)**

某数字信源符号集为 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 每一符号独立出现, 其出现的概率分别为 p_1, p_2, \dots, p_n , 信源以 R_B 码率传输信息, 每 h 小时, 传输 e_b 个错误比特, 用带宽为 B 的信道传输数字信息。试求:

- (1) 传信率 R_b ?
- (2) 1 小时传输的最大信息量为多少?
- (3) 误比特率 P_{eb} ?
- (4) 该传输系统的频带利用率?

解: (1) 信源熵 H 为: $H = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i}$ (2 分) ,

传信率 $R_b = R_B H = R_B \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i}$ (1 分)

(2) 最大信源熵 H_{\max} 为: $H_{\max} = \log_2 n$ (1 分) ,

1 小时传输的最大信息量 I_{\max} : $I_{\max} = 3600 R_{b \max} = 3600 R_B \log_2 n$ (2 分)

(3) 误比特率 P_{eb} : $P_{eb} = \frac{e_b}{3600 h R_b} = \frac{e_b}{3600 h R_B \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i}}$ (2 分)

(4) 传输系统的频带利用率: $\eta_B = \frac{R_B}{B}$, $\eta_b = \frac{R_b}{B} = \frac{R_B \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \frac{1}{p_i}}{B}$ (2 分)

学号

姓名

专业班级

得分: _____ **第五题 计算题 (10 分)**

一幅图含 2.25×10^6 像素, 每像素 12 个亮度电平, 且等概率出现。若线路带宽 3KHz, 信噪比 30dB, 求该传输一幅图片的最小传输时间。

解: 每个像素的信息量: $I_i = \log_2 \frac{1}{P(x_i)} = \log_2 12 = 3.58 \text{ bit}$ (2 分)

一幅图片的信息量: $I_F = 2.25 \times 10^6 \times I_i = 8.055 \text{ Mbit}$ (2 分)

系统的无失真最高传信率: $C = B \log_2(1 + \frac{S}{N}) = 3 \times 10^3 \times \log_2(1 + 10^3) = 29902 \text{ b/s}$ (4 分)

传输所需的最小时间: $t_{\min} = \frac{I}{C} = 269.4 \text{ s}$ (2 分)

得分: _____ **第六题 计算题 (10 分)**

某信道 0 均值高斯白噪声 $\mathbf{n}(t)$, 单边功率谱密度 $n_o (W/Hz)$, 接收滤波器为截止频率为 f_c 的理想低通滤波器, 求接收滤波器输出噪声 $\mathbf{X}_0(t)$ 的自相关函数 $\mathbf{R}_0(\tau)$, 若以 $2f_c$ 的速率对 $\mathbf{X}_0(t)$ 抽样, 求样值的一维概率密度函数, 并判断样值间是否统计独立。

解: $\mathbf{n}(t)$ 经过 LP 输出过程成为低通型白噪声, 其自相关函数为: $R_0(\tau) = n_o f_c \text{Sa}(2\pi f_c \tau)$ (2 分)

高斯过程抽得的样值仍为高斯变量, 其均值为 0, 方差为: $\sigma^2 = R_0(0) = n_o f_c$ (2 分)

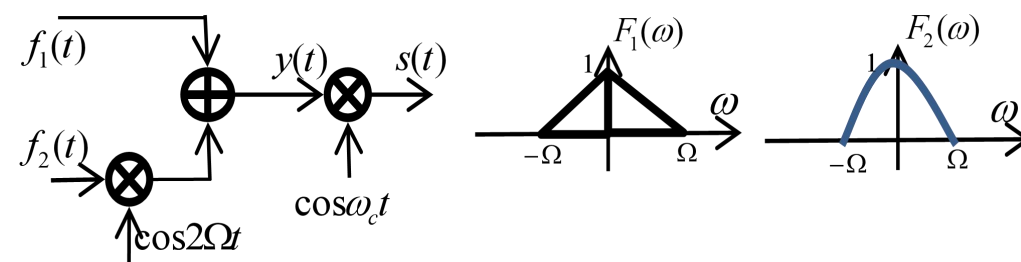
因此, 样值的一维概率密度函数为: $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi n_o f_c}} e^{-\frac{x^2}{2n_o f_c}}$ (3 分)

由于: $R_0(\frac{1}{2f_c}) = n_o f_c \text{Sa}(2\pi f_c \cdot \frac{1}{2f_c}) = 0$, 所以各样值是高斯变量, 样值间之间不相关且统计独立。 (3 分)

得分: _____ **第七题 计算题 (15 分)**

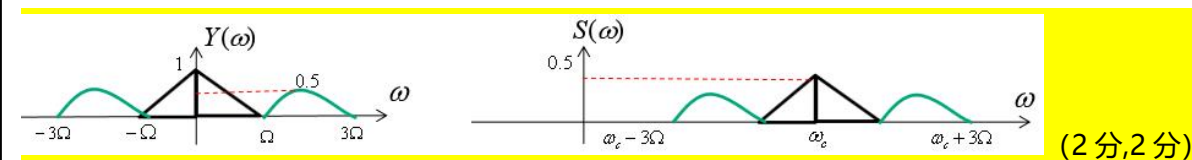
通信系统发送部分结构和调制信号 $f_1(t)$ 、 $f_2(t)$ 频谱如图 1 所示。求:

- (1) $y(t)$ 和 $s(t)$ 频谱表达式并画图;
- (2) 画解调系统框图, 并画出所用滤波器的特性。

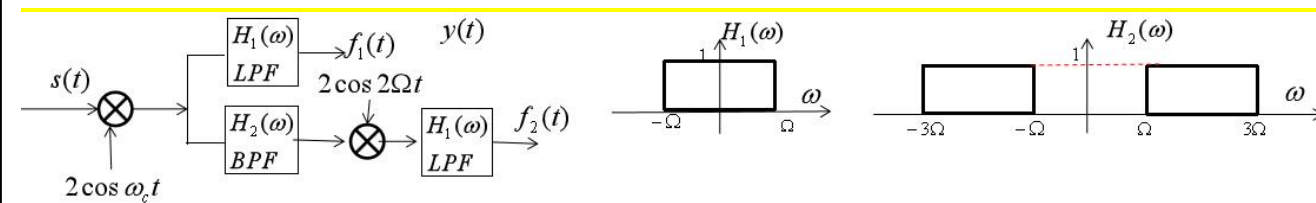


解: (1) $Y(\omega) = F_1(\omega) + \frac{1}{2} F_2(\omega - 2\Omega) + \frac{1}{2} F_2(\omega + 2\Omega)$ (2 分)

$S(\omega) = \frac{1}{2} Y(\omega + \omega_c) + \frac{1}{2} Y(\omega - \omega_c) = \frac{1}{2} [F_1(\omega + \omega_c) + \frac{1}{2} F_2(\omega + \omega_c - 2\Omega) + \frac{1}{2} F_2(\omega + \omega_c + 2\Omega)] + \frac{1}{2} [F_1(\omega - \omega_c) + \frac{1}{2} F_2(\omega - \omega_c - 2\Omega) + \frac{1}{2} F_2(\omega - \omega_c + 2\Omega)]$ (2 分)



(2)



(3 分, 2 分, 2 分)

学号

姓名

专业班级

得分：_____ **第八题计算题 (15 分)**

发端消息 $f(t)$ 幅度 $A_m=1V$ ，频率 $f_m=10kHz$ 。分别用 $m=1$ 的 AM、DSB、SSB 传信息。已知信道衰减 $K=-40dB$ ，接收器输入端的白噪声单边功率谱密度 $n_0=10^{-10}W/Hz$ 。求：

- (1) 各制式接收输入端信噪比；
- (2) 各解调输出信噪比；
- (3) 各解调制度增益。

解：(1) $20\lg(A_m/A_{mt})=-40dB$ ，所以，接收 $A_m=0.01V$ ， $m=A_m/A_0=1$ ， $A_0=A_m/m=0.01V$ **(3 分)**

$S_{i,AM} = A_o^2 / 2 + \overline{m^2(t)} / 2 = A_o^2 / 2 + A_m^2 / 4 = 75\mu W$ ， $N_{i,AM} = n_o B_{AM} = 2n_o f_m = 2\mu W$ ，

$\frac{S_{i,AM}}{N_{i,AM}} = \frac{75 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = 37.5$ **(2 分)**

$S_{i,DSB} = \overline{m^2(t)} / 2 = A_m^2 / 4 = 25\mu W$ ， $N_{i,DSB} = n_o B_{DSB} = 2n_o f_m = 2\mu W$ ， $\frac{S_{i,DSB}}{N_{i,DSB}} = \frac{25 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = 12.5$ ， **(2 分)**

$S_{i,SSB} = \overline{m^2(t)} / 4 = A_m^2 / 8 = 12.5\mu W$ ， $N_{i,SSB} = n_o B_{SSB} = n_o f_m = 1\mu W$ ， $\frac{S_{i,SSB}}{N_{i,SSB}} = \frac{12.5 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-6}} = 12.5$ ， **(2 分)**

(2) $S_{o,AM} = \overline{m^2(t)} / 4 = 12.5\mu W$ ， $N_{o,AM} = N_{i,AM} / 4 = 0.5\mu W$ ， $\frac{S_{o,AM}}{N_{o,AM}} = \frac{12.5 \times 10^{-6}}{0.5 \times 10^{-6}} = 25$ **(2 分)**

$S_{o,DSB} = \overline{m^2(t)} / 4 = 12.5\mu W$ ， $N_{o,DSB} = N_{i,AM} / 4 = 0.5\mu W$ ， $\frac{S_{o,DSB}}{N_{o,DSB}} = \frac{12.5 \times 10^{-6}}{0.5 \times 10^{-6}} = 25$ **(2 分)**

$S_{o,SSB} = \overline{m^2(t)} / 16 = 6.25\mu W$ ， $N_{o,SSB} = N_{i,AM} / 4 = 0.5\mu W$ ， $\frac{S_{o,SSB}}{N_{o,SSB}} = \frac{6.25 \times 10^{-6}}{0.5 \times 10^{-6}} = 12.5$ **(2 分)**

(3) $G_{AM}=2/3$ ， $G_{DSB}=2$ ， $G_{SSB}=1$