

2009 年军事通信学硕士研究生入学考试

《通信原理》辅导

一、基本概念、基本知识部分

- 1-1 什么是通信？常见的通信方式有哪些？
- 1-2 通信系统是如何分类的？
- 1-3 何谓数字通信？数字通信的优缺点是什么？
- 1-4 试画出模拟通信系统的模型，并简要说明各部分的作用。
- 1-5 试画出数字通信系统的一般模型，并简要说明各部分的作用。
- 1-6 衡量通信系统的主要性能指标是什么？对于数字通信具体用什么来表述？
- 1-7 何谓码元速率？何谓信息速率？它们之间的关系如何？
- 2-1 什么是狭义信道？什么是广义信道？
- 2-2 在广义信道中，什么是调制信道？什么是编码信道？
- 2-3 信道无失真传输的条件是什么？
- 2-4 恒参信道的主要特性有哪些？对所传信号有何影响？如何改善？
- 2-5 随参信道的主要特性有哪些？对所传信号有何影响？如何改善？
- 2-6 什么是相关带宽？相关带宽对于随参信道信号传输具有什么意义？
- 2-7 什么是分集接收？常见的几种分集方式有哪些？
- 2-8 根据噪声的性质来分类，噪声可以分为哪几类？
- 2-9 什么是高斯型白噪声？它的概率密度函数，功率谱密度函数如何表示？
- 2-10 什么是窄带高斯噪声？它在波形上有什么特点？它的包络和相位各服从什么分布？
- 2-11 信道容量是如何定义的？香农公式有何意义？
- 3-1 什么是线性调制？常见的线性调制有哪些？
- 3-2 SSB 信号的产生方法有哪些？
- 3-3 DSB 调制系统和 SSB 调制系统的抗噪性能是否相同？为什么？
- 4-1 研究数字基带信号功率谱的目的是什么？信号带宽怎么确定？
- 4-2 什么叫码间串扰？它是怎样产生的？对通信质量有什么影响？
- 4-3 为了消除码间串扰，基带传输系统的传输函数应满足什么条件？
- 4-4 什么是奈奎斯特间隔和奈奎斯特速率？
- 5-1 什么是 2ASK 调制？2ASK 信号调制和解调方式有哪些？其工作原理如何？
- 5-2 2ASK 信号的功率谱有什么特点？
- 5-3 试比较相干检测 2ASK 系统和包络检测 2ASK 系统的性能及特点。
- 5-4 什么是 2FSK 调制？2FSK 信号调制和解调方式有哪些？其工作原理如何？
- 5-5 画出频率键控法产生 2FSK 信号和包络检测法解调 2FSK 信号时系统的方框图。
- 5-6 2FSK 信号的功率谱有什么特点？
- 5-7 试比较相干检测 2FSK 系统和包络检测 2FSK 系统的性能和特点。
- 5-8 试比较 2ASK 信号、2FSK 信号、2PSK 信号和 2DPSK 信号的功率谱密度和带宽之间的相同与不同点。
- 5-9 试比较 2ASK 信号、2FSK 信号、2PSK 信号和 2DPSK 信号的抗噪声性能。
- 5-10 简述振幅键控、频移键控和相移键控三种调制方式各自的主要优点和缺点。
- 5-11 简述多进制数字调制的原理，与二进制数字调制比较，多进制数字调制有哪些优点。
- 6-1 什么是低通型信号的抽样定理？
- 6-2 什么叫做量化和量化噪声？为什么要进行量化？

6-3 什么是均匀量化?它的主要缺点是什么?

二、综合应用部分

【题 1-1】设英文字母 E 出现的概率为 0.105, x 出现的概率为 0.002。试求 E 及 x 的信息量。

【题 1-2】某信息源的符号集由 A,B,C,D 和 E 组成, 设每一符号独立出现, 其出现概率分别为 $1/4, 1/8, 1/8, 3/16$ 和 $5/16$ 。试求该信息源符号的平均信息量。

【题 1-3】设有 4 个消息 A、B、C 和 D 分别以概率 $p_A = \frac{1}{4}, p_B = \frac{1}{8}, p_C = \frac{1}{8}, p_D = \frac{1}{2}$ 传输, 每个消息的出现是相互独立的, 试计算其平均消息量。

【题 1-4】一个由字母 A,B,C,D 组成的字, 对于传输的每一个字母用二进制脉冲编码, 00 代替 A, 01 代替 B, 10 代替 C, 11 代替 D, 每个脉冲宽度为 5ms:

1) 不同的字母是等可能出现时, 试计算传输的平均信息速率;

2) 若每个字母出现的可能性分别为 $p_A = \frac{1}{5}, p_B = \frac{1}{4}, p_C = \frac{1}{4}, p_D = \frac{3}{10}$, 试计算传输的平均信息速率。

【题 1-5】设一信息源的输出由 128 个不同符号组成, 其中 16 个出现的概率为 $1/32$, 其余 112 个出现的概率为 $1/224$ 。信息源每秒发出 1000 个符号, 且每个符号彼此独立。试计算该信息源的平均信息速率。

【题 1-6】设一数字传输系统传送二进制码元的速率为 1200Baud, 试求该系统的信息速率; 若该系统改为传送十六进制信号码元, 码元速率为 2400Baud, 则这时的系统信息速率为多少?

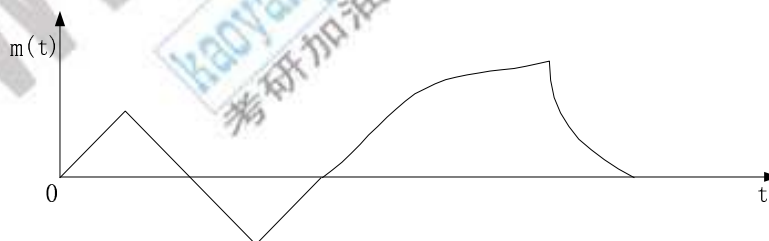
【题 3-1】已知线性调制信号表示式如下:

$$(1) \cos \Omega t \cos w_c t$$

$$(2) (1 + 0.5 \sin \Omega t) \cos w_c t$$

式中, $w_c = 6\Omega$ 。试分别画出它们的波形图和频谱图。

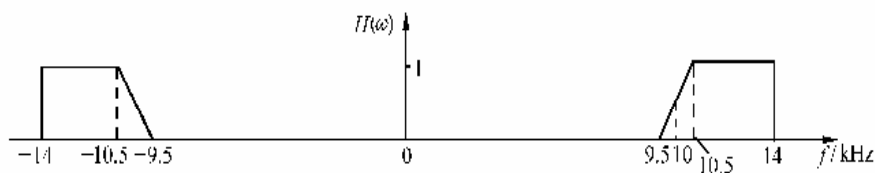
【题 3-2】根据下图所示的调制信号波形, 试画出 DSB 及 AM 信号的波形图, 并比较它们分别通过包络检波器后的波形差别。



【题 3-3】已知调制信号 $m(t) = \cos(2000\pi t) + \cos(4000\pi t)$ 载波为 $\cos 10^4 \pi t$, 进行单边带调制, 试确定单边带信号的表达式, 并画出频谱图。

【题 3-4】将调幅波通过残留边带滤波器产生残留边带信号。若此滤波器的传输函数 $H(\omega)$ 如下图所示(斜线段为直线)。当调制信号为 $m(t) = A[\sin 100\pi t + \sin 6000\pi t]$ 时,

试确定所得残留边带信号的表示式。



【题 3-5】已知 $m(t)$ 的频谱如图(a)所示, 某系统调制部分方框图如图(b)所示, $\omega_1 = \omega_2$, $\omega_1 > \omega_H$, 且理想低通滤波器的截至频率为 ω_1 , 求输出信号 $s(t)$, 画出 $s(t)$ 的频谱图。

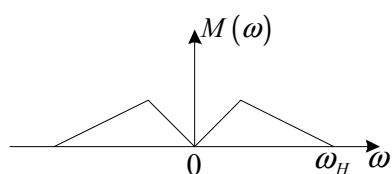


图 (a)

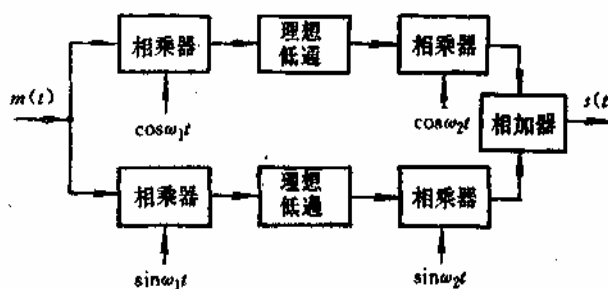
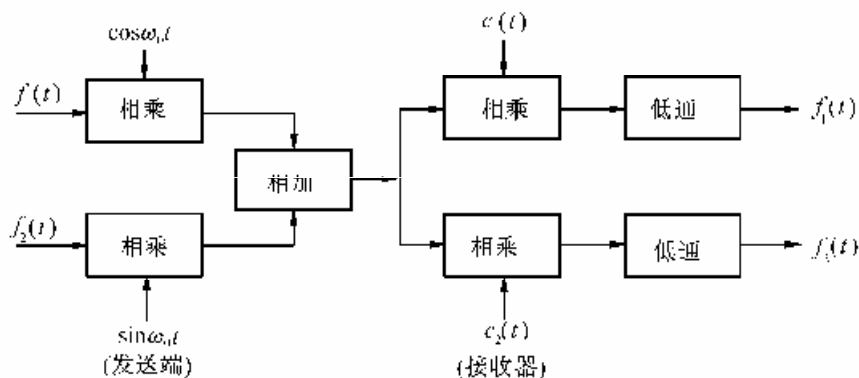


图 (b)

【题 3-6】某调制系统如下图所示。为了在输出端同时分别得到 $f_1(t)$ 及 $f_2(t)$, 试确定接收端的 $c_1(t)$ 及 $c_2(t)$ 。



【题 3-7】设某信道具有均匀的双边噪声功率谱密度只 $p_n(f) = 0.5 \times 10^{-3} \text{ W / HZ}$ 在该信道中传输抑制载波的双边带信号, 并设调制信号 $m(t)$ 的频带限制在 5kHz, 而载波为 100kHz, 已调信号的功率为 10kw。若接收机的输入信号在加至解调器之前, 先经过带宽为 10kHz 的一理想带通滤波器滤波, 试问:

- 1) 该理想带通滤波器中心频率为多大?
- 2) 解调器输入端的信噪功率比为多少?

3) 解调器输出端的信噪功率比为多少?

【题 3-9】某线性调制系统的输出信噪比为 20dB, 输出噪声功率为 10^{-9} W 输出端到解调器输入端之间总的传输损耗为 100dB, 试求:

- 1) DSB / SC 时的发射机输出功率?
- 2) SSB / SC 时的发射机输出功率?

【题 3-10】设调制信号 $m(t)$ 的功率谱密度 $p_m(f) = \begin{cases} \frac{n_m |f|}{2f_m} & |f| \leq f_m \\ 0 & \text{else} \end{cases}$, 若用 SSB 调制方式

进行传输 (忽略信道的影响), 试求:

- 1) 接收机的输入信号功率;
- 2) 接收机的输出信号功率;

3) 若叠加于 SSB 信号的白噪声的双边功率谱密度为 $\frac{n_0}{2}$, 设调制器的输出端接有截止频率为 f_m Hz 的理想低通滤波器, 那么, 输出信噪功率比为多少?

- 4) 该系统的调制制度增益 G 为多少?

【题 3-11】试证明: 当 AM 信号采用同步检测法进行解调时, 其制度增益 G 与公式

$$G = \frac{S_0 / N_0}{S_i / N_i} = \frac{\overline{2m^2(t)}}{A^2 + \overline{m^2(t)}}$$
 的结果相同。

【题 3-12】已知话音信号的频率范围限制在 0~4000Hz, 其双边带调制信号的时域表达式为 $S_m(t) = m(t) \cos \omega_c t$, 接收端采用相干解调,

- 1) 画出接收端解调的原理框图;
- 2) 当接收端的输入信噪比为 20dB 时, 计算解调的输出信噪比。

【题 3-13】设一宽带频率调制系统, 载波振幅为 100V, 频率为 100MHz, 调制信号 $m(t)$ 的频带限制于 5kHz, $\overline{m^2(t)} = 5000\text{V}^2$, $k_f = 500\pi \text{ rad} \cdot (\text{s} \cdot \text{V})^{-1}$, 最大频偏 $\Delta f = 75 \text{ kHz}$,

并设信道中噪声功率谱密度是均匀的, 其 $P_n(f) = 10^{-3} \text{ W/Hz}$ (单边带), 试求:

- 1) 接收机输入端理想带通滤波器的传输特性 $H(\omega)$;
- 2) 解调器输出端的新造功率比;
- 3) 解调器输出端的新造功率比;

4) 若 $m(t)$ 以振幅调制方法传输, 并以包络检波, 试比较在输出信噪功率比和所需带宽方面与频率调制有和不同?

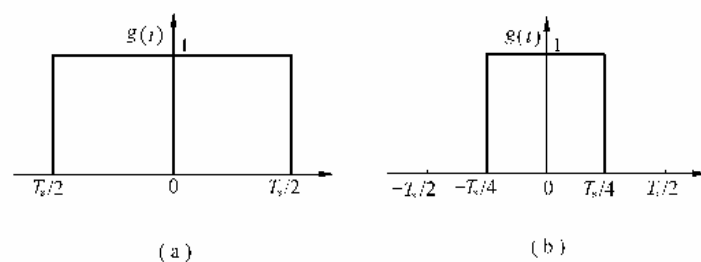
【题 4-1】设二进制符号序列为 110010001110, 试以矩形脉冲为例, 分别画出相应的单极性码型, 双极性码波形, 单极性归零码波形, 双极性归零码波形, 二进制差分码波形。

【题 4-2】设随机二进制序列中的 0 和 1 分别由 $g(t)$ 和 $-g(t)$ 组成, 其出现概率分别为 p 和 $(1-p)$:

1) 求其功率谱密度及功率;

2) 若 $g(t)$ 为图 (a) 所示的波形, T_s 为码元宽度, 问该序列存在离散分量 $f = 1/T_s$ 否?

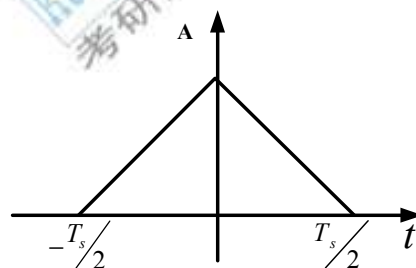
3) 若 $g(t)$ 改为图 (b) 所示的波形, 问该序列存在离散分量 $f = 1/T_s$ 否?



【题 4-3】设二进制数字基带信号的基本脉冲序列为三角形脉冲, 如下图所示。图中 T_s 为码元宽度, 数字信息 1 和 0 分别用 $g(t)$ 的有无表示, 且 1 和 0 出现的概率相等:

1) 求数字基带信号的功率谱密度;

2) 能否重该数字基带信号中提取同步所需的频率 $f_s = 1/T_s$ 的分量? 若能, 计算该分量的功率。

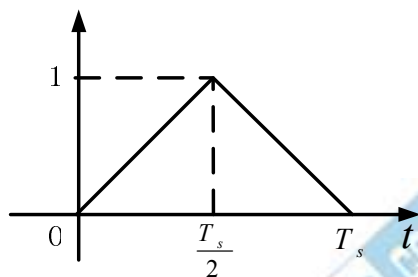


【题 4-4】某基带传输系统接收滤波器输出信号的基带脉冲如下图所示的三角形脉冲:

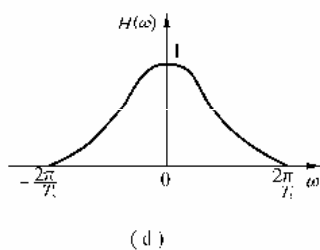
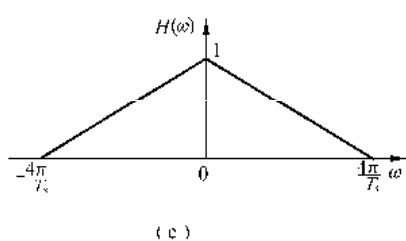
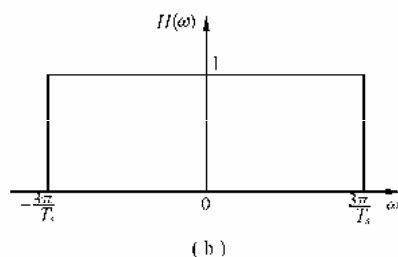
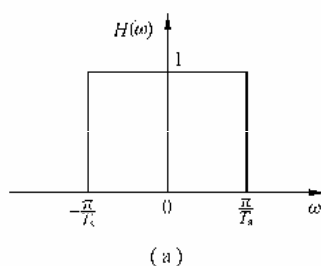
1) 求该基带传输系统的传输函数 $H(\omega)$;

2) 假设信道的传输函数 $C(\omega) = 1$ ，发送滤波器和接收滤波器具有相同的传输函数，

即 $G_T(\omega) = G_R(\omega)$ ，求 $G_T(\omega)$ 和 $G_R(\omega)$ 的表达式。

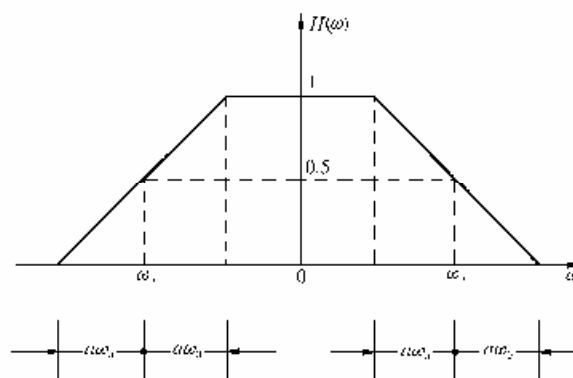


【题 4-5】设基带传输系统的发送滤波器，信道及接收滤波器组成总特性为 $H(\omega)$ ，若要求以 $T_s/2$ 波特的滤波进行数据传输，试检验下图各种 $H(\omega)$ 满足消除抽样点码间干扰的条件否？



【题 4-6】设某个基带传输的传输特性 $H(\omega)$ 如下图所示。其中 α 为某个常数 ($0 \leq \alpha \leq 1$)；

- 1) 试检验该系统能否实现无码间干扰传输？
- 2) 试求改系统的最大码元传输速率为多少？这时的系统频带利用率为多大？



【题 4-7】某二进制数字基带系统所传输的单极性基带信号，数字信号的 0 和 1 出现概率相等。

1) 若数字信息为 1 时，接受滤波器输出信号在抽样判决时刻的值为 $A=1V$ ，且接收滤波器输出噪声的均值为 0，方差为 $0.2V$ 的高斯白噪声，求误码率？

1) 若要误码率小于 10^{-5} ，试确定 A 至少应为多大？

【题 5-1】设发送数字信息为 011011100010，试分别画出 2ASK、2FSK、2PSK 及 2DPSK 信号的波形示意图。

【题 5-2】已知某 2ASK 系统的码元传输速率为 10^3Band ，所用的载波信号为 $A \cos(4\pi \times 10^6)$ 。

1) 设所传送的数字信息为 011001，试画出相应的 2ASK 信号波形示意图； 2) 求 2ASK 信号的带宽。

【题 5-3】设某 2FSK 调制系统的码元传输速率为 1000Baud ，已调信号的载频为 1000Hz 或 2000Hz 。

1) 若发送数字信息为 011010，试画出相应的 2FSK 信号波形；

2) 试讨论这时的 2FSK 信号应选择怎样的解调器解调？

3) 若发送数字信息是等可能的，试画出它的功率谱密度草图。

【题 5-4】假设在某 2DPSK 系统中，载波频率为 2400Hz ，码元速率为 1200Band ，已知相对码序列为 1100010111。

1) 试画出 2DPSK 信号波形（注：相对偏移 $\Delta\phi$ ，可自行假设）；

2) 若采用差分相干解调法接收该信号时，试画出解调系统的各点波形；

3) 若发送信息符号 0 和 1 的概率分别为 0.6 和 0.4，试求 2DPSK 信号的功率谱密

度。

【题5-5】设载频为1800 Hz，码元速率为 1200 Baud，发送数字信息为 011010。

1) 若相位偏移 $\Delta\varphi = 0^\circ$ 代表“0”、 $\Delta\varphi = 180^\circ$ 代表“1”，试画出这时的2DPSK信号波形；

2) 又若 $\Delta\varphi = 270^\circ$ 代表“0”、 $\Delta\varphi = 90^\circ$ 代表“1”，则这时的2DPSK信号的波形又如何？（注：在画以上波形时，幅度可自行假设。）

【题5-6】若采用 OOK 方式传送二进制数字信息，已知码元传输速率 $R_B = 2 \times 10^6 \text{ B}$ ，接收端解调器输入信号的振幅 $a = 40 \mu\text{V}$ ，信道加性噪声为高斯白噪声，且单边功率谱密度 $n_0 = 6 \times 10^{-18} \text{ W/Hz}$ 。试求：

1) 非相关接收时，系统的误码率；

2) 相关接收时，系统的误码率。

【题5-7】对 OOK 信号进行相干接收，已知发送“1”（有信号）的概率为 P ，发送“0”（无信号）的概率为 $1-P$ ；已知发送信号的峰值振幅为 $5V$ ，带通滤波器输出端得正态噪声功率为 $3 \times 10^{-12} \text{ W}$ ：

1) 若 $P = \frac{1}{2}$ ， $P_e = 10^{-4}$ ，则发送信号传输到解调器输入端时，其衰减多少分贝？这时的最佳门限为多大？

2) 试说明 $P > \frac{1}{2}$ 时的最佳门限比 $P = \frac{1}{2}$ 时的大还是小？

3) 若 $P = \frac{1}{2}$ ， $r = 10 \text{ dB}$ ，求 P_e 。

【题5-8】若某 2FSK 系统的码元传输速率为 $2 \times 10^6 \text{ B}$ ，数字信息为“1”时的频率 $f_1 = 10 \text{ MHz}$ ，数字信息为“0”时的频率为 $f_2 = 10.4 \text{ MHz}$ 。输入接收解调器的信号峰值振幅 $a = 40 \mu\text{V}$ ，信道加性噪声为高斯白噪声，且单边功率谱密度 $n_0 = 6 \times 10^{-18} \text{ W/Hz}$ 。试求：

1) 2FSK 信号的第一零点带宽；

2) 非相关接收时，系统的误码率；

3) 相关接收时，系统的误码率。

【题5-9】若采用 2FSK 方式传送二进制数字信息，已知发送端发出的信号振幅为

5V，输入接收端解调器的高斯噪声功率 $\sigma_n^2 = 3 \times 10^{-12} \text{ W}$ ，今要求误码率 $P_e = 10^{-4}$ 。

试求：

1) 非相干接收时，由发送端到解调器输入端的衰减应为多少？

2) 相干接收时，由发送端到解调器输入端的衰减应为多少？

【题5-11】设发送数字信息序列为01011000110100，试按A方式的要求，分别画出相应的4PSK及4DPSK信号的所有可能波形。

【题5-12】设发送数字信息序列为+1-1-1-1-1+1，试画出MSK信号的相位变化图形。若码元速率为 1000 Band，载频为 3000 Hz，试画出MSK信号的波形。