

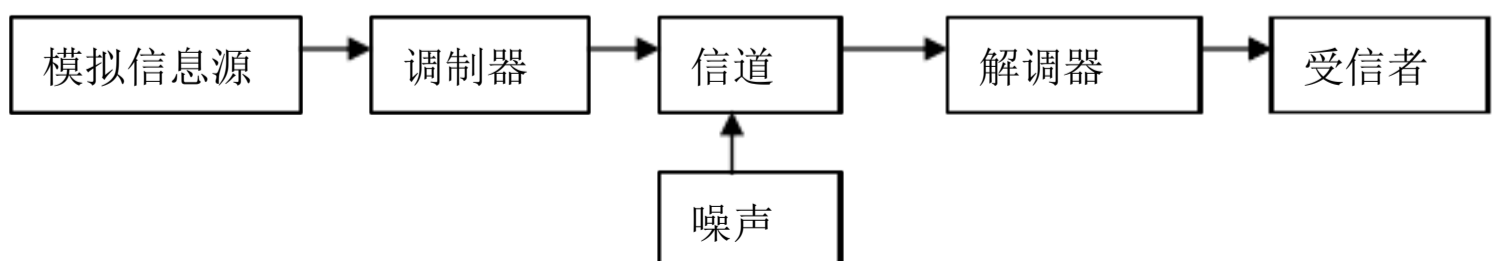
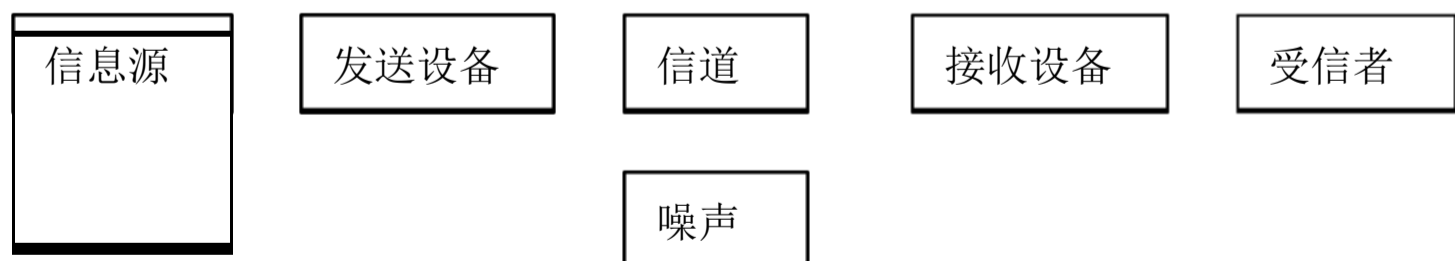
## 通信原理复习试题及答案（一）

### 一、填空题

- 1、抽样是把时间连续、幅值 连续 的信号变换为时间离散，幅值连续 的信号，量化是把幅值连续 的信号变换为幅值离散 的信号。
- 2、非均匀量化的目的是提高小信号的量化 SNR，其代价是减少了大信号的量化 SNR
- 3、与 PCM 比，DPCM 的优点是可以减少码位数/传输速率，其理论基础是利用了模拟信号的相关性。
- 4、对模拟信号进行线性 PCM 编码时，取抽样频率为  $8\text{KHz}$ ，编码为 8 位，则信息传输速率为 64kbit/s
- 5、简单增量调制中所发生的两种量化噪声是 一般量化噪声 和 过载量化噪声。
- 6、若量化电平数为 64 需要的编码位数是 5，若量化电平数为 128，需要的编码位数为 6。
- 7、非均匀量化的对数压缩特性采用折线近似时，A 律对数压缩特性采用 13 折线近似， $\mu$  律对数压缩特性采用 15 折线近似。
- 8、常见信道的复用方式有时分 复用和频分 复用和码分复用。

### 二、画图

1、画出模拟通信系统的一般模型。



### 三、计算题

1、对于二电平数字信号，每秒传输 300 个码元，问此传码率  $R_B$  等于多少？若该数字信号 0 和 1 出现是独立等概率的，那么传信率  $R_b$  等于多少？

$$R_B = 300 \text{ baud} \quad R_b = 300 \text{ bit/s}$$

2、现有一个由 8 个等概符号组成的信源消息符号集，各符号间相互独立，每个符号的宽度为 0.1ms。计算：

(1) 平均信息量；(2) 码元速率和平均信息速率；(3) 该信源工作 2 小时后所获得的信息量；(4) 若把各符号编成二进制比特后再进行传输，在工作 2 小时后发现了 27 个差错比特（若每符号至多出错 1 位），求传输的误比特率和误符号率。

解：(1)  $H = \log_2 M = \log_2 8 = 3(\text{bit/符号})$

(2)  $T_s = 0.1\text{ms}$ ，所以  $R_B = \frac{1}{T_s} = 10000\text{Baud}$

$$R_b = R_B \cdot H = 10000 \times 3 = 30\text{kbit/s}$$

(3)  $I = R_b \cdot t = 30 \times 10^3 \times 2 \times 3600 = 216\text{Mbit/s}$

(4) 误比特率  $P_b = \frac{27}{216 \times 10^6} = 1.25 \times 10^{-5}$

2 小时传送的码元数为  $N = R_B t = 10000 \times 2 \times 3600 = 7.2 \times 10^7$

误码率为： $P_e = \frac{27}{7.2 \times 10^6} = 3.75 \times 10^{-5}$

3、(8 分) 某消息源的符号集由 32 个等概的符号组成，每符号宽度为 2ms，编为 5 位。设该消息源以编组方式发送消息，每组 30 个符号，再间歇 15ms，然后再发送下一组，试：

(1)、求信息传输速率；(2)、若传输 1 小时后发现有 72 个符号出错。若每符号至多

出错 1 位，且间歇期无差错，求误信率和误码率。

解：(1) 由于 32 个符号等概，因而每一个符号的信息量  $I_1 = \log_2 32 = 5 \text{ bit}$

每组信息量  $I = 30I_1 = 150 \text{ bit}$ ,

每组占用时间  $T = 30T_s + 15 = 75 \text{ ms}$   $\therefore R_b = \frac{I}{T} = \frac{150}{75 \times 10^{-3}} = 2 \text{ Kbit/s}$

(2) 1 小时传送的信息量为  $I' = R_b \cdot t = 2000 \times 3600 = 7.2 \times 10^6 \text{ bit}$

误信率  $P_b = \frac{72}{7.2 \times 10^6} = 10^{-5}$

码元速率为  $R_B = R_b / 5 = 2000 / 5 = 400 \text{ Baud}$

误码率为  $P_e = \frac{72}{400 \times 3600} = 5 \times 10^{-5}$

4、已知四进制离散等概信源 (0, 1, 2, 3)，求发送每一符号时所传送的信息量？

若每一个符号的宽度为 1ms，求相应的码元速率  $R_B$ 。信息速率  $R_b$ 。

解：每一符号出现的概率为： $P(x) = \frac{1}{4}$ ,

每一符号所含的信息量为  $I = \log_2 4 = 2(\text{bit})$

$T=1\text{ms}$ ，所以码元速率为： $R_{B4} = \frac{1}{T} = 1000 \text{ Baud}$

信息速率为： $R_b = R_{B4} \cdot I = 1000 \times 2 = 2000 (\text{bit/s})$

5、某信息源由 64 个不同的符号所组成，各个符号间相互独立，其中 32 个符号的出现概率均为 1/128，16 个符号的出现概率均为 1/64，其余 16 个符号的出现概率均为 1/32。现在该信息源以每秒 2000 个符号的速率发送信息，试求：

(1)、每个符号的平均信息量和信息源发出的平均信息速率；

(2)、当各符号出现概率满足什么条件时，信息源发出的平均信息速率最高？最高信息速率是多少？

解：(1) 每个符号的平均信息量为：

$$H(x) = \sum_i P_i \log_2 \frac{1}{P_i} = 32 \times \frac{1}{128} \log_2 128 + 16 \times \frac{1}{64} \log_2 64 + 16 \times \frac{1}{32} \log_2 32$$

$$= 5.75(\text{bit / 符号})$$

平均信息速率为:  $R_b = R_B \cdot H = 2000 \times 5.75 = 11.5(\text{kbit/s})$

(2) 当个符号等概出现时, 信息源发出的平均信息速率最高。

$$H_{\max} = \log_2 M = \log_2 64 = 6(\text{bit / 符号})$$

$$R_{b\max} = R_B \cdot H_{\max} = 2000 \times 6 = 12(\text{kbit/s})$$

6、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) 不同字母是等概出现的, 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:  $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/8$ 、 $1/2$ , 计算传输的平均信息速率。

解: 每个符号所含信息量为  $H = \log_2 4 = 2(\text{bit / 符号})$

所以码元速率为:  $R_B = \frac{1}{5 \times 10^{-3}} = 200 \text{ Baud}$

$$R_b = R_B \cdot H = 200 \times 2 = 400(\text{bit/s})$$

$$(2) H = \sum_i P_i \log_2 \frac{1}{P_i} = \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{2} \log_2 2 = 1.75(\text{bit})$$

$$R_b = R_B \cdot H = 200 \times 1.75 = 350(\text{bit/s})$$

7、如果二进制等概信号, 码元宽度为 0.5ms, 求  $R_B$  和  $R_b$ ; 有四进制信号, 码元宽度为 0.5ms, 求传码率  $R_B$  和独立等概时的传信率  $R_b$

解: 二进制码元速率为  $R_B = \frac{1}{0.5 \times 10^{-3}} = 2000 \text{ B}$

信息速率为  $R_b = R_B \log_2 2 = 2000 \text{ bit/s}$

四进制码元速率为  $R_B = \frac{1}{0.5 \times 10^{-3}} = 2000B$

信息速率为  $R_b = R_B \log_2 4 = 4000 \text{ bit/s}$

## 2020-2021 学期-通信原理复习题及答案（二）

### 一填空题

- 1、窄带随机过程可表示为  $\alpha_{\xi}(t) \cos[\omega_c t + \varphi_{\xi}(t)]$  和  $\xi_c(t) \cos \omega_c t - \xi_s(t) \sin \omega_c t$ 。
- 2、广义平均随机过程的数学期望、方差与时间无关，自相关函数只与时间间隔有关。
- 3、随机过程的基本特征是：它是 时间 的函数，但是在 某一时刻 上的值却是不确定的，是一个随机变量。
- 4、随机过程的统计特征可通过它的分布特征或数字特征来描述。
- 5、一个均值为零方差为  $\sigma_n^2$  的窄带平稳高斯过程，它的同相分量和正交分量均是平稳高斯过程。而且均值为 0，方差为  $\sigma_n^2$ 。
- 6、一个均值为零方差为  $\sigma_n^2$  的窄带平稳高斯过程，其包络的一维分布服从瑞利分布，相位的一维分布服从均匀分布。
- 7、平稳随机过程各态历经性可以把统计平均简化为时间平均，从而大大简化了运算。

### 二简答题

通信系统中的信道噪声常简化为平稳的加性高斯白噪声，试解释平稳、加性、高斯、白这四个术语的含义。

答案：平稳：统计特性与时间起点无关；

加性：以叠加到信号上去的形式出现；

高斯：噪声的概率密度函数为高斯分布；

白：噪声的功率谱密度为均匀（常数）

## 2020-2021 学期-通信原理复习题及答案（三）

### 一填空题

1、在随参信道中，发生瑞利衰落的原因是 多径传播，发生频率选择性衰落的原因是 多径传播。

2、当无信号时，加性噪声是否存在？ 是 乘性噪声是否存在？ 否

3、香农公式应用的条件是：信号的概率密度函数为高斯或正态分布，信道噪声为加性高斯白噪声。

4、随参信道的传输媒质具有三个特点是对信号的衰耗随时间变化、传输的时延随时间变化、多径传播。

5、狭义信道是指 传输媒质。

6、广义信道按照它包含的功能可分为：调制信道 和 编码信道。调制信道是指从 调制器输出 到 解调器输入 的部分。

7、根据乘性干扰的特性，调制信道可分为 恒参信道 和 随参 信道，其中，光纤信道（无线电视距中继、卫星中继信道）是一种 恒参 信道，短波电离层反射信道（对流层散射信道）是一种 随参 信道。

8、信道容量是指：信道传输信息的速率的最大值，香农公式给出了在一定条件下，理论上信道单位时间内可能传输的信息量的极限值。

9、香农公式给出了在高斯白噪声背景条件下，当 B、S/N、给定时，无码间干扰传输

时，信息速率的理论极限值表示为：
$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

10、调制信道的范围是从 调制输出 端到 解调器输入 端，它通常是一种 模拟 信道。

11、“加性高斯白噪声”中的“加”是指与信号相加的形式出现，“高斯”是指概率密度分布为正态分布，“白”是指功率谱均匀。

12、简答：随参信道传输媒质的特点？

答：对信号的衰减随时间变化、 传输的时延随时间变化、 多径传播

## 2020-2021 学期-通信原理复习题及答（四）

### 一填空题

- 1、某调频波  $s(t) = 20 \cos[2 \times 10^8 \pi t + 8 \cos 4000 \pi t]$ ，已调信号的功率为 200W，调制指数为 8 最大偏频为 16KHz 信号带宽为 36KHz。
- 2、在 AM、DSB、SSB、FM 中，SSB 的有效性最好，FM 的可靠性最好，AM 与 DSB 的有效性相同，SSB 与 DSB 的可靠性相同。
- 3、包络检波器因解调的 非线性，而存在 门限 效应，为克服之，要求在检波器输入端满足 大信噪比 条件。
- 4、在 AM 广播系统中，规定每个电台的标准带宽为  $9\text{KHz}$ 。这意味着其音频信号最高频率是 4.5KHz 在 FM 广播系统中，规定每个电台的标准带宽为  $180\text{KHz}$  调频指数为 5。这意味着其音频信号最高频率为：15KHz。
- 5、解调系统的门限效应是指：当 包络检波器的输入信噪比 降低到一个特定值以下时，检波器的 输出信噪比 出现急剧下降的现象。
- 6、若调制信号为单频余弦信号，则 AM 调制的调制效率最大为 1/3，DSB-SC 调制的调制效率为 1。
- 7、抑制载波的双边带幅度调制相干解调的信噪比增益为 2，单边带幅度调制相干解调的信噪比增益为 1。
- 8、对最高频率为  $f_H$  的调制信号  $m(t)$  分别进行 AM、DSB、SSB 和 FM 调制，相应已调信号的带宽分别为  $2f_H$ 、 $2f_H$ 、 $f_H$  和  $2(1+m_a)f_H$ 。
- 9、设调制信号为  $f(t)$  载波为  $\cos \omega_c t$ ，则抑制载波双边带调幅信号的时域表达式为

$$\underline{\underline{f(t) \cos \omega_c t}}, \text{ 频域表达式为 } \underline{\underline{\frac{1}{2}[F(\omega + \omega_c) + F(\omega - \omega_c)]}}.$$

10、设调制信号为  $f(t)$  载波经调制信号调制后的表达式为：

$$s(t) = A(t) \cos[\omega_c t + \varphi(t) + \theta_0]$$

其中  $\omega_c$  为载波角频率， $\theta_0$  为载波初相位。若  $\varphi(t)$  为

常数， $A(t)$  随  $f(t)$  成比例变化，则称为幅度调制；若  $A(t)$  为常数， $\varphi(t)$  随  $f(t)$

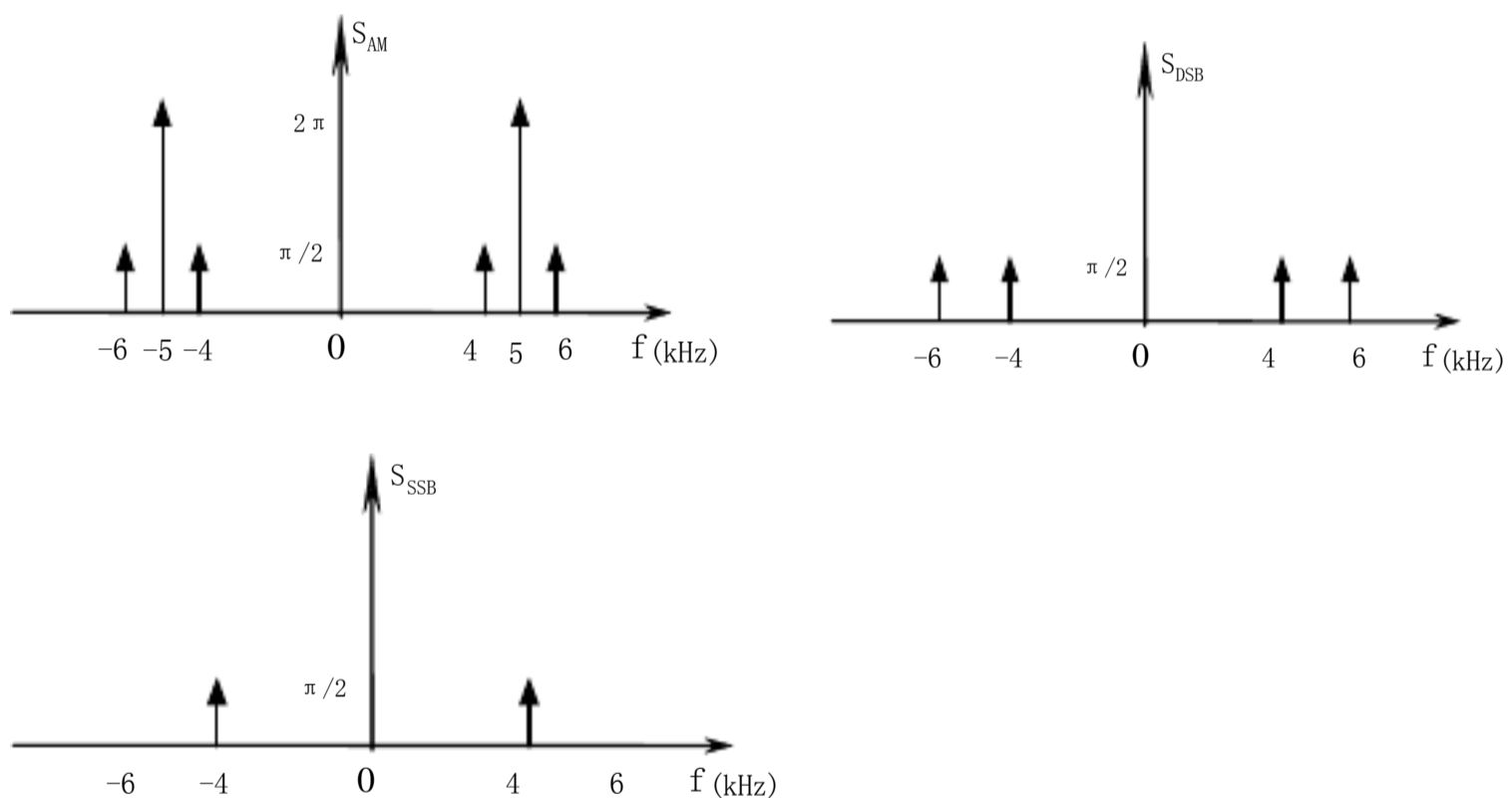
成比例变化，则称为相位调制；若  $A(t)$  为常数， $\varphi(t)$  的导数随  $f(t)$  成比例变

化，则称为频率调制。

二作图题

1、已知调制信号  $m(t) = \cos(2000\pi t)$  载波为  $2\cos 10^4\pi t$ ，分别画出 AM、DSB、SSB

(下边带) 信号的频谱。



2、某低通信号的频谱如图 1 所示

画出 AM、DSB 和 SSB (上边带) 信号的频谱。(载波频率为  $\omega_c$ ，且  $\omega_c > \omega_0$ )。



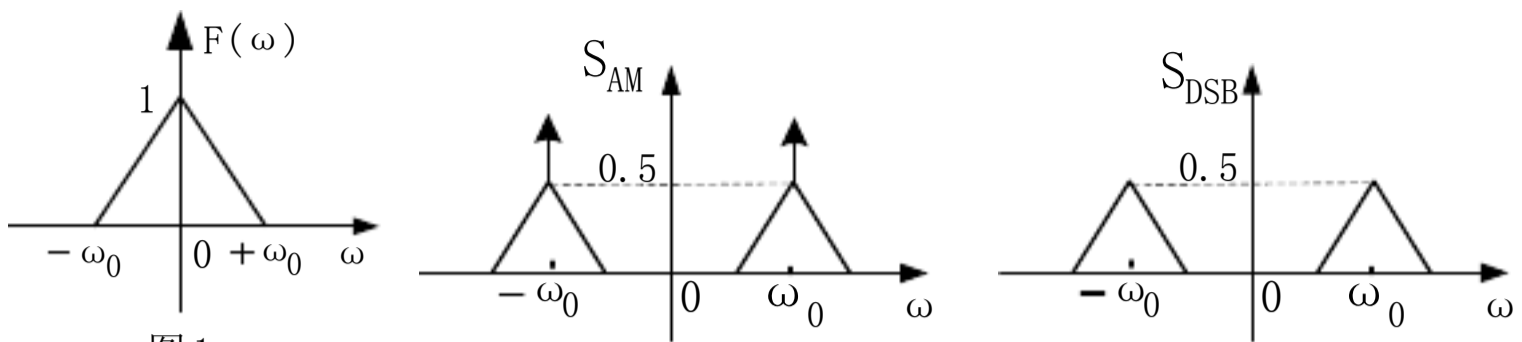
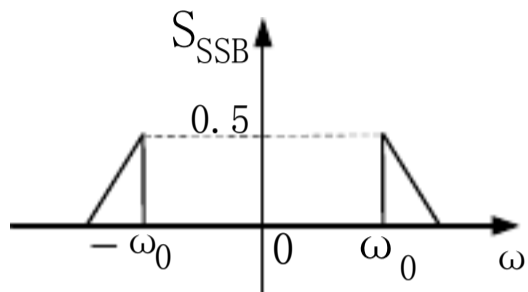


图1



### 三、简答题：

简述常规幅度调制（AM）、抑制载波双边带调制（DSB）和单边带调制（SSB）的优点与缺点。

AM 优点：利用包络检波法解调时，设备较简单；

缺点：调制效率低，频带利用率低

DSB 优点：调制效率高

缺点：频带利用率低，相干解调设备复杂。

SSB 优点：频带利用率高；

缺点：利用滤波法产生调制信号时，对滤波器要求较高，甚至难以实现，解调设备复杂。

### 四、计算题。

1 设某信道具有均匀的双边噪声功率谱密度  $P_n(f) = 0.5 \times 10^{-3} \text{ W / Hz}$  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  $5 \text{ KHz}$ ，而载波为  $100 \text{ KHz}$ ，已调信号的功率为  $10 \text{ KW}$ 。若接收机的输入信号在加至解调器之前，先经过带宽为  $10 \text{ KHz}$  的理想带通滤波器滤波，试问：

(1) 该理想带通滤波器中心频率多大？ (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？（4）求出解调器输出端的噪声功率谱密度。

解：（1）带通滤波器的中心频率为  $f_0=100\text{kHz}$

（2）信号带宽为  $B=2 \times 5\text{kHz}=10\text{kHz}$

输入信号噪声功率  $N_i=2P_n(f) \times B=10\text{W}$

已知  $S_i=10\text{kW}$ ，所以  $\frac{S_i}{N_i} = \frac{10 \times 10^3}{10} = 1000$

（3）双边带调制系统的制度增益为  $G=2$ ，所以  $\frac{S_o}{N_o} = 2 \times \frac{S_i}{N_i} = 2000$

（4）  $N_o = \frac{1}{4} N_i = \frac{1}{4} \times 2 \times P_n(f) \times 2 \times f_H = f_H P_n(f)$

又  $N_o = 2P_n(f) \cdot f_H$  所以  $P_{n0}(f) = \frac{N_o}{2f_H} = \frac{1}{2} P_n(f) = 0.25 \times 10^{-3} \text{W/Hz}$

2、若对某一信号用 DSB 进行传输，设加至接收机的调制信号  $m(t)$  之功率谱密度为：

$$P_m(f) = \begin{cases} \frac{n}{2} \cdot \frac{|f|}{f_m} & |f| \leq f_m \\ 0 & |f| > f_m \end{cases} \quad \text{试求：}$$

（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 DSB 信号的白噪声具有双边功率谱密度为  $n_0/2$ ，设解调器的输出端接有截止频率为  $f_m$  的理想低通滤波器，那么，输出信噪功率比为多少？

$$\text{解：（1） } S_i = \frac{1}{2} \overline{m^2(t)} = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{+\infty} P_m(f) df = \frac{1}{2} \times 2 \times \int_0^{f_m} \frac{n}{2} \frac{f}{f_m} df = \frac{n}{4} f_m$$

（2）相干解调之后，接收机的输出信号  $m_o(t) = \frac{1}{2} m(t)$

因此，输出信号功率  $S_o = \overline{m_o^2(t)} = \frac{1}{4} \overline{m^2(t)} = \frac{1}{8} n f_m$

（3）解调器输入噪声功率为  $N_i = n_0 B = 2n_0 f_m$

对于相干解调，解调器输出噪声功率  $N_o = \frac{1}{4} N_i = \frac{1}{2} n_0 f_m$

因此，输出信号功率比  $\frac{S_0}{N_0} = \frac{n f / 8}{n f / 2} = \frac{n}{4n}$

3、设某信道具有均匀的双边噪声功率谱密度  $P_n(f) = 0.5 \times 10^{-3} \text{ W / Hz}$  在该信道中传输抑制载波的单边带（上边带）信号，并设调制信号  $m(t)$  的频带限制在  $5 \text{ KHz}$ ，而载波为  $100 \text{ KHz}$ ，已调信号的功率为  $10 \text{ kW}$ 。若接收机的输入信号在加至解调器之前，先经过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？

解：(1) 单边带信号的载频为  $100 \text{ kHz}$ ，带宽  $B = 5 \text{ kHz}$ ，为使信号顺利通过，理想带通滤波器的中心频率为  $f_0 = 100 + \frac{1}{2} \times 5 = 102.5 \text{ (kHz)}$

(2) 解调器输入端的噪声与已调信号信号的带宽相同，

$$N_i = 2 \times P_n(f) \times B = 2 \times 0.5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^3 = 5 \text{ W}$$

已知  $S_i = 10 \text{ kW}$ ，所以  $\frac{S_i}{N_i} = \frac{10 \times 10^3}{5} = 2000$

(3) 由于单边带调制系统的制度增益为  $G = 1$ ，因此解调器输出端的信噪比

$$\frac{S_0}{N_0} = \frac{S_i}{N_i} = 2000$$

4 设调制信号  $m(t)$  之功率谱密度为：
$$P_m(f) = \begin{cases} \frac{n_m}{2} \cdot \frac{|f|}{f_m} & |f| \leq f_m \\ 0 & |f| > f_m \end{cases}$$
 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  $n_0/2$ ，设解调器的输出端接有截止频率为  $f_m$  的理想低通滤波器，那么，输出信噪功率比为多少？

解：(1) 设 SSB 已调信号  $S_{SSB}(t) = \frac{1}{2} m(t) \cos \omega_c t \pm \frac{1}{2} \hat{m}(t) \sin \omega_c t$

则接收机输入信号功率  $s_i = \frac{1}{4} \overline{m^2(t)} = \frac{1}{4} 2 \int_0^{\infty} \frac{n f}{2f_m} df = \frac{n f}{\delta}$

(2) 相干解调后, 接收机的输出信号  $m_0(t) = \frac{1}{4} m(t)$

因此:  $s_0 = \overline{m_0^2(t)} = \frac{1}{16} \overline{m^2(t)} = \frac{n f}{32}$

(3) 相干解调时, 输出噪声功率:  $N_0 = \frac{1}{4} N_i = \frac{1}{4} n f$

因此, 输出信噪比:  $\frac{S_0}{N_0} = \frac{n f / 32}{n f / 4} = \frac{f}{8n}$

5 设某信道具有均匀的双边噪声功率谱密度  $P_n(f) = 0.5 \times 10^{-3} W / H_z$  在该信道中传输振幅调制信号, 并设调制信号  $m(t)$  的频带限制在  $5K H_z$ , 而载频为  $100 K H_z$ , 边带功率为  $10KW$ , 载波功率为  $40KW$ 。若接收机的输入信号先经过一个合适的理想带通滤波器, 然后再加至包络检波器进行解调。试求:

- (1) 解调器输入端的信噪功率比为多少? (2) 解调器输出端的信噪功率比为多少?  
(3) 制度增益  $G$ ?

解: (1) 设振幅调制信号为  $S_{AM}(t) = [A + m(t)] \cos \omega_c t$  则已调信号功率为:

$$S_i = \frac{A^2}{2} + \frac{1}{2} \overline{m^2(t)} = P_c + P_s$$

根据题意:  $P_c = \frac{1}{2} A^2 = 40KW$      $P_s = \frac{1}{2} \overline{m^2(t)} = 10KW$

所以,  $S_i = P_c + P_s = 50KW$

输出端噪声功率  $N_i = 2P_n(f) \cdot B = 2 \times 0.5 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^3 \times 2 = 10W$

故有输入信噪比  $\frac{S_i}{N_i} = \frac{50 \times 10^3}{10} = 5000$

(2) 在大信噪比条件下, 包络检波器输出为:  $e(t) = A + m(t) + n_c(t)$

$$S_0 = \overline{m^2(t)} = 2 \times 10 \text{KW} = 20 \text{KW} \quad N_0 = \overline{n_c^2(t)} = N_i = 10 \text{W}$$

所以:  $\frac{S_0}{N_0} = 2000$

$$(3) G = \frac{S_0 / N_0}{S_i / N_i} = \frac{2}{5}$$

6 设被接收的调幅信号为:  $s_m(t) = [A + m(t)] \cos \omega_c t$ , 采用包络检波法解调, 其中

$$m(t) \text{ 的功率密度为 } P_m(f) = \begin{cases} \frac{n_m}{2} \cdot \frac{|f|}{f_m} & |f| \leq f_m \\ 0 & |f| > f_m \end{cases}, \text{ 若一双边功率谱密度为 } n_0/2 \text{ 的噪声}$$

叠加于已调信号, 试求解调器输入端的信噪功率比为多少?

解: 在大信噪比条件下, 包络检波器输出为:  $e(t) = A + m(t) + n_c(t)$

其中  $m(t)$  为有用信号, 噪声分量  $n_c(t)$  是解调器输入噪声的同相分量, 有

$$S_0 = \overline{m^2(t)} = 2 \int_0^{\infty} f \frac{n_m}{2} df = \frac{n_m f_m}{2}$$

$$N_0 = \overline{n_c^2(t)} = \overline{n_i^2(t)} = n_0 B = 2n_0 f_m$$

所以:  $\frac{S_0}{N_0} = \frac{n_m f_m / 2}{2n_0 f_m} = \frac{n_m}{4n_0}$

7、设一宽带频率调制系统, 载波振幅为 100V, 频率为 100MHz, 调制信号  $m(t)$  的频带限制在 5KHz,  $\overline{m^2(t)} = 5000 \text{V}^2$ ,  $K_f = 500\pi \text{ rad/(sV)}$ , 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  $P_n(f) = 0.5 \times 10^{-3} \text{W/Hz}$  (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?

解: (1) 根据题意可知:  $m_f = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{75}{5} = 15$

调频信号带宽为  $B = 2(m_f + 1)f_m = 2 \times (15 + 1) \times 5 = 160 \text{ KHz}$

信号所处频率范围为  $100 \text{ MHz} \pm \frac{0.16}{2} \text{ MHz}$  因此有

$$H(\omega) = \begin{cases} k & 99.92 \text{ MHz} < |f| < 100.08 \text{ MHz} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

(2) 设解调器输入端信号为:  $S_{FM}(t) = A \cos \left[ \omega_c t + \int_{-\infty}^t K_f m(\tau) d\tau \right]$

所以:  $S_i = \frac{1}{2} A^2 = \frac{100^2}{2} = 5000$        $N_i = P_n \cdot B = 10^{-3} \times 160 \times 10^3 = 160 \text{ W}$

所以:  $\frac{S_i}{N_i} = \frac{5000}{160} = 31.2$

$$(3) \frac{S_o}{N_o} = \frac{3A^2 K_f^2 \overline{m^2(t)}}{8\pi^2 n_0 f_m^3} = 37500$$

8、对模拟调制系统, 已知调制信号频率为  $10 \text{ KHz}$ , 信道噪声单边功率谱密度为  $10^{-10} \text{ W/Hz}$ 。若要求接收机输出信噪比为  $20 \text{ dB}$ , 试求下列情况下的接收机输入信号功率。

1、DSB    2、SSB    3、AM (100%调制)    4、FM ( $\Delta f = 50 \text{ KHz}$ )

解:  $f_m = 10 \text{ KHz}$      $n_0 = 10^{-10} \text{ W/Hz}$ ,     $\frac{S_o}{N_o} = 100$ ,

又  $G = \frac{S_o / N_o}{S_i / N_i}$ , 所以  $S_i = 100 \cdot \frac{N_i}{G}$

(1) DSB  $B = 2f_m$ ,  $N_i = n_0 B = 2n_0 f_m = 2(\mu\text{W})$

$$\text{又 } G = 2, \therefore S_i = 100 \frac{N_i}{G} = 100(\mu W)$$

$$(2) \text{ SSB } B = f_m, N_i = n_0 B = 1(\mu W)$$

$$\text{又 } G = 1, \therefore S_i = 100 \frac{N_i}{G} = 100(\mu W)$$

$$(3) \text{ AM } (m_\alpha = 1) \text{ 对单音频调制 } G = \frac{2m_\alpha^2}{2+m_\alpha^2} = \frac{2}{3}$$

$$N_i \text{ 与 DSB 相同 } \therefore S_i = 100 \frac{N_i}{G} = 300(\mu W)$$

$$(4) \text{ FM } (\Delta f = 50 \text{ kHz}) \quad m_f = \frac{\Delta f}{f_m} = 5$$

$$B = 2(m_f + 1)f_m = 120 \text{ kHz}, \quad N_i = n_0 B = 12 \mu W$$

$$\text{对单音频调制: } G = 3m_f^2(m_f + 1) = 450$$

$$\therefore S_i = 100 \frac{N_i}{G} = 2.67(\mu W)$$

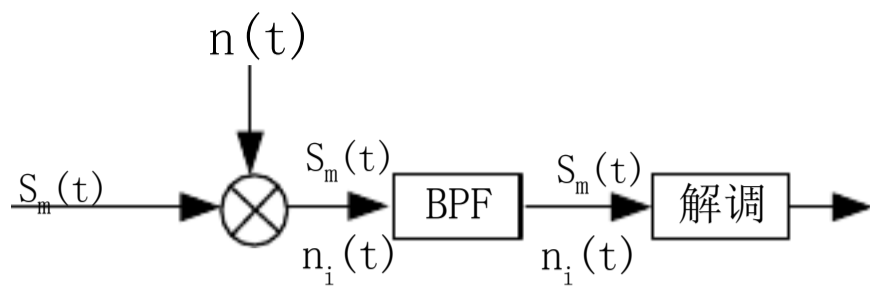
9 设模拟调制系统信道和接收模型如下图。已知信道噪声  $n(t)$  为加性高斯白噪声，单边功率密度为  $n_0 = 10^{-6} \text{ W/Hz}$ ； $s_m(t)$  为已调信号，载波频率  $f_c = 1 \text{ MHz}$ ，对应的调制信号  $m(t)$  的最高频率为  $f_H = 5 \text{ kHz}$  带通滤波器为理想，试分别计算 DSB ( $S_i = 1 \text{ kW}$ ，相干解调)、USB ( $S_i = 1 \text{ kW}$ ，相干解调)、AM (两边带功率  $P_f = 10 \text{ kW}$ ，载波功率  $P_c = 4 \text{ kW}$ ，包络检波) 三种情况的下列参数：

(1) 带通滤波器的中心频率  $f_0$ 、带宽  $B$ ；

(2) 解调器输入端信噪比  $S_i/N_i$ ；

(3) 调制制度增益  $G$ ；

(4) 解调器输入端信噪比  $S_0/N_0$ 。



解: DSB (1)  $f_0 = f_c = 1\text{MHz}$ ,  $B = 2f_H = 10\text{kHz}$

$$(2) N_i = n_0 B = 10^{-6} \times 10 \times 10^3 = 10(\text{mW}) \quad \frac{S_i}{N_i} = \frac{1 \times 10^3}{10^{-2}} = 10^5$$

$$(3) G = 2$$

$$(4) \frac{S_0}{N_0} = G \cdot \frac{S_i}{N_i} = 2 \times 10^5$$

USB (1)  $f_0 = f_c + \frac{1}{2}f_H = 1.0025\text{MHz}$ ,  $B = f_H = 5\text{kHz}$

$$(2) N_i = n_0 B = 5(\text{mW}) \quad \frac{S_i}{N_i} = \frac{1 \times 10^3}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^5$$

$$(3) G = 1$$

$$(4) \frac{S_0}{N_0} = G \cdot \frac{S_i}{N_i} = 2 \times 10^5$$

AM: (1)  $f_0 = f_c = 1\text{MHz}$ ,  $B = 2f_H = 10\text{kHz}$

$$(2) N_i = n_0 B = 10^{-6} \times 10 \times 10^3 = 10(\text{mW}) \quad S_i = P_c + P_f = 5\text{kW}$$

$$\frac{S_i}{N_i} = \frac{5 \times 10^3}{10 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^5$$

$$(3) \eta_{AM} = \frac{P_f}{P_c + P_f} = \frac{1}{4+1} = 0.2 \quad G_{AM} = 2\eta_{AM} = 0.4$$

$$(4) \frac{S_0}{N_0} = G \cdot \frac{S_i}{N_i} = 0.4 \times 5 \times 10^5 = 2 \times 10^5$$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/378020057121006051>