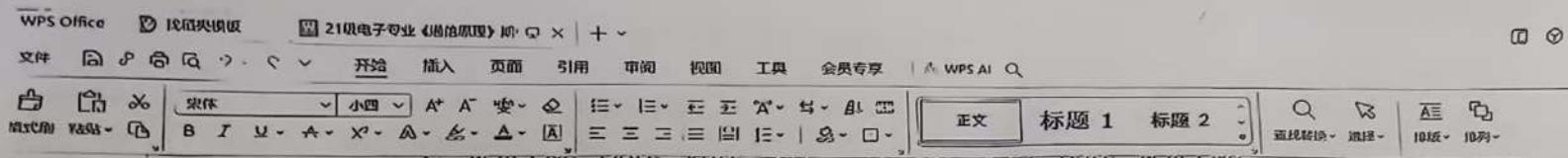


- AM中:
 $E(t) = P(t) + [A_0 + m(t)] \cos \omega t$
非线性解调
失真
噪声
信号
1. 信道相位响应与频率呈线性关系.....
2. 群延迟可以不同.....
3. 小信噪比时, 有用信号淹没在噪声中, 这时输出信噪比不是按比例地随着输入信噪比下降, 而是急剧恶化, 这种现象称为_____。(A.)
A. 门限效应.....
B. 倒π现象.....
C. 加性噪声.....
D. 阴影效应.....
6. 以下哪一个系统频带利用率最高? _____。(B.)
A. 信息率 2000bit/s, 信道所需带宽 2000Hz;
B. 信息率 1500bit/s, 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。

第1页共6页



8、相关与独立的描述正确的是_____。(B..)

- ...A.·随机变量 X 与 Y 不相关，则 $E(XY)=0$.
- ...B.·随机变量 X 与 Y 不相关，则 $E(XY)=E(X)E(Y)$.
- ...C.·随机变量 X 与 Y 不相关，则 X 与 Y 相互独立.
- ...D.·随机变量 X 与 Y 具有:

9、对广义平稳随机过程的描述，正确的是_____。(C.)

- A.·均值是时间的函数.....
- B.·自相关函数是时间的函数.....
- C.·均值与时间无关.....
- 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.

10、信号自相关函数的描述，正确的是_____.(A..)

- A.·一个函数的自相关函数是偶函数.....
- B.·自相关函数衡量一个函数与其他函数的相关性.....
- C.·两个信号的互相关函数是偶函数.....
- 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.

能量.

二、简答题 (共 30 分)

得分

WPS Office 21级电子专业《通信原理》

文件 开始 插入 页面 引用 审阅 设计 工具 会员专享 | WPS AI

正文 标题1 标题2

二、简答题（共30分）

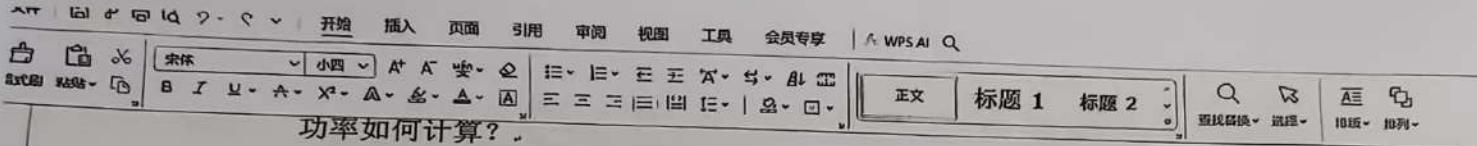
11. 加性高斯白噪声 AWGN 的双边功率谱密度为 $n_0/2$, 画出其功率谱密度函数 (注: 横轴纵轴含义需明确标注), 此噪声通过一个带宽为 B 的带通滤波器, 滤波之后的噪声, 其功率如何计算?

答: 功率谱密度.

$\Delta P_n(f)$

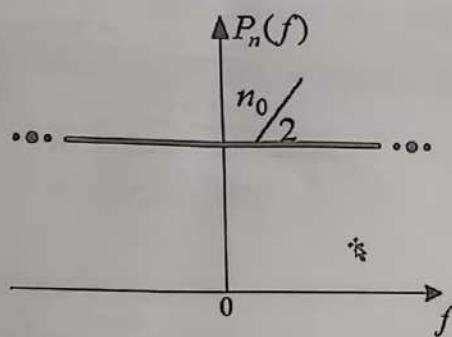
$n_0/2$

f



功率如何计算？

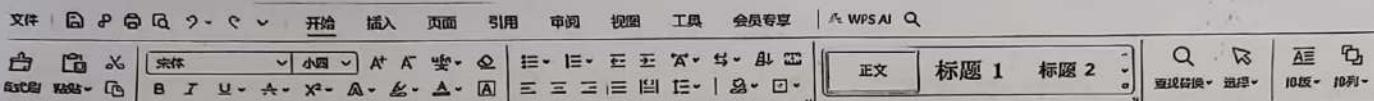
答：功率谱密度。



.. (3 分)

经过带宽为 B 的带通滤波器后，噪声功率为 $2*(n_0/2)*B=n_0B$ 。 .. (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）

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

WPS Office 21级电子专业《通信原理》

文件 开始 插入 页面 引用 审阅 视图 工具 会员专享 WPS AI

字体 宋体 小四 A A 增加 缩减 正文 标题1 标题2

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

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} |S(w)|^2 dw$$

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 $\frac{S}{N} = 10^{11.76} \approx 15$ (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： $R = C = 3000 \times 4 = 12(kb/s)$

$$C_m = 12 \quad R_{max} = C = B \log_2(1 + \frac{S}{N})$$

Q13 $R_{max} = 3000 \times 4 = 12(kb/s)$

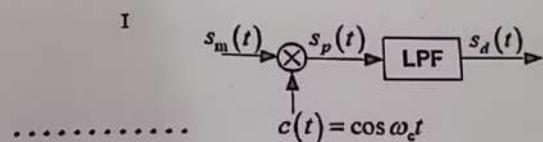
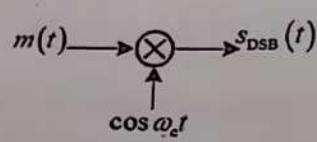
因此，不可能实现无差错传输。 (3 分)

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)

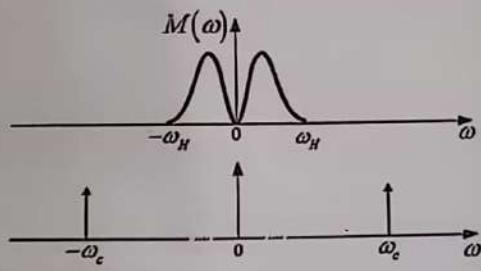
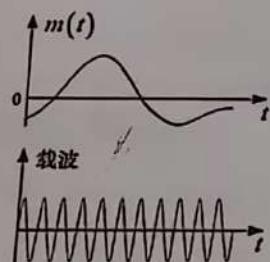
14、DSB 调制的调制效率是多少？画出模拟调制中的 DSB 调制、相干解调原理图，并画出 DSB 调制中输入信号、载波、已调信号频谱示意图。

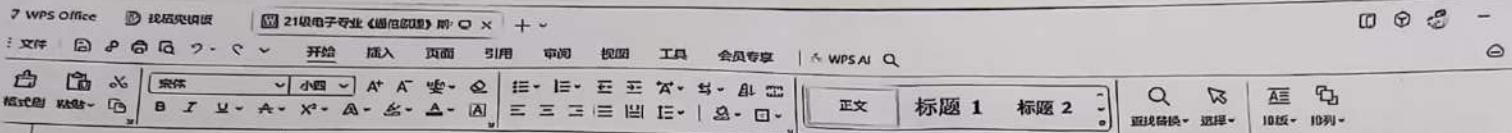
14、DSB 调制的调制效率是多少？画出模拟调制中的 DSB 调制、相干解调原理图，并画出 DSB 调制中输入信号、载波、已调信号频谱示意图。

答：调制效率为 100%。..... (2 分)



调制原理图 (2 分)





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):

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

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

(2) 平均信息速率:

所以，1h 传送的平均信息量：

带入: $N_e = 36$, 得 $P_B = \frac{1}{N_e} = \frac{1}{36*10^6} = 10^{-9}$ 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 $= 30 \text{ dB}$, 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 $P(x_i) = \frac{1}{16}, \quad i=1,2,\dots,16$.

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

一帧图片的平均信息量:

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

第 4 页 ···· 共 6 页

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:

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

$$B = \frac{C}{\log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)} \geq \frac{R_b}{\log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)} = \frac{3.6 \times 10^7}{\log_2 (1 + 1000)} = 3.612 \times 10^6 \text{ Hz} \quad \dots \text{ (3 分)}$$

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

$$w = 2\pi f$$

$$g_j \cos w t \leftrightarrow \frac{1}{2} [f(w + w_0) + f(w - w_0)]$$

$$\frac{1}{2} [f(f + f_0) + f(f - f_0)]$$

$$\frac{1}{2} [f(f + f_0) + f(f - f_0)]$$

$$e_j f(w) = f(2\pi f) \quad \text{f}(2\pi f)$$

$$= \frac{1}{2\pi} f(f)$$

$$P_x(w) = \frac{1}{2\pi} P_x(f)$$

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.

$$(共 12 分). \quad R_{Y(t)}(t, t+T) = E[Y(t)Y(t+T)]$$

$$R_{Y(t)}(t) = E[Y(t)Y(t+T)]$$

$$= E[(X(t) + X(t-T))(X(t+T) + X(t+T-T))]$$

$$= E[X(t)X(t+T) + X(t)X(t+T-T) + X(t-T)X(t+T) + X(t-T)X(t+T-T)]$$

$$= R_x(t) + R_x(t)e^{-j\omega T} + R_x(t)e^{j\omega T} + R_x(t)$$

$$= 2R_x(t) + 2R_x(t) \cos \omega T = 2[1 + \cos \omega T] R_x(t) \rightarrow P_y(\omega)$$