

HW 20250507

1. 已知随机过程 $z(t) = m(t) \cos(\omega_c t + \theta)$ ，其中 $m(t)$ 是广义平稳过程，且其自相关函数为：

$$R_m(\tau) = \begin{cases} 1 + \tau, & -1 < \tau < 0 \\ 1 - \tau, & 0 \leq \tau < 1 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

随机变量 θ 在 $[0, 2\pi]$ 上服从均匀分布，且与 $m(t)$ 彼此独立。

- (1) 证明 $z(t)$ 是广义平稳过程。
- (2) 求 $z(t)$ 的自相关函数 $R_z(\tau)$ 。
- (3) 求 $z(t)$ 的功率谱密度 $P_z(f)$ 以及功率。

2. 一张黑白图像含有 4×10^5 像素，每个像素有 12 个等概率出现的亮度等级。

- (1) 求每张黑白图像的平均信息量。
- (2) 若每秒传输 24 张黑白图像，此时信息速率为多少？
- (3) 在 (2) 的条件下，若输入信道的信噪比为 30dB，计算此时传输黑白图像需要的信道最小带宽。

3. 已知 AM 信号的表达式为

$$s_{AM}(t) = [5 + 2 \cos(10^3 \pi t)] \cos(6\pi \times 10^6 t)$$

试确定：

- (1) 未调载波与调制信号。
- (2) 载波频率、调制频率和调幅系数。
- (3) 载波功率、边带功率及其关系。
- (4) 调制效率和满调幅时的调制效率。
- (5) 能否采用包络检测法解调该 AM 信号？为什么？

4. 设 FM 信号为（单位：V）：

$$s_{FM} = 1000 \cos[2\pi \times 10^8 t + 3 \sin(10^4 \pi t)]$$

该信号将被送至 50Ω 的天线中发送，试确定：

- (1) 发射功率。
- (2) 载波频率和调制频率。
- (3) 调频指数。
- (4) 峰值频偏和信号带宽。
- (5) 若调频灵敏度为 $K_f = 300\text{Hz/V}$ ，试写出调制信号 $m(t)$ 表达式。

5. 若采用 2FSK 方式传输二进制信息，发射信号振幅 A 为 5V，接收端带通滤波器输出噪声功率 $\sigma_n^2 = 3 \times 10^{12} \text{ W}$ ，如果系统要求误码率满足 $P_e \leq 10^{-4}$ ，求：

- (1) 非相干接收时，从发送端到解调器输入端信号的容许衰减量 (dB)。

(2) 相干接收时，从发送端到解调器输入端信号的容许衰减量 (dB)。

6. 在二进制数字调制系统中，已知码元速率 $R_b = 10^6 \text{ Baud}$ ，信道白噪声的单边功率谱密度

$n_0 = 4 \times 10^{-16} \text{ W/Hz}$ ，若要求系统误码率满足 $P_e \leq 10^{-4}$ ，试求：

(1) 相干 2ASK/2FSK/2PSK/2DPSK 系统的解调器输入信号功率。

(2) 非相干 2ASK/2FSK/2DPSK 系统的解调器输入信号功率。

7. 已知模拟信号 $m(t)$ 的频谱函数为

$$M(f) = \begin{cases} 1 - \frac{|f|}{200} & |f| < 200 \text{ Hz} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

若用宽度为 τ 、幅度为 1、周期为奈奎斯特间隔 T_s 的矩形窄脉冲序列 $p(t)$ 对 $m(t)$ 进行如下抽样：

(1) 自然抽样；

(2) 平顶抽样。

试确定已抽样信号及其频谱的表达式，并分析接收端恢复信号的方案。

8. 已知 3 级线性反馈移存器的原始状态为 111，试写出两种 m 序列的输出序列。