

A 卷**清华大学本科生考试试题专用纸**

姓名: _____ 学号: _____ 班号: _____ 《信号与系统》2012 年 6 月 15 日

一、填空题 (共 46 分)

1. (4 分)若分别用四种调制方式 AM、SSB、VSB 和 FM 传输相同的基带信号, 则按带宽需求从低到高排序为_____。
2. (6 分) $\sin t$ 的自相关函数 $R(\tau)=$ _____, 功率谱 $\mathcal{P}(\omega)=$ _____。
3. (6 分)欲接收信号 $e(t)=[\sin(2\pi t)+\cos(2\pi t)][u(t)-u(t-1)]$, 则因果可实现的匹配滤波器的冲激响应 $h(t)=$ _____, 滤波器的输出 $r(t)=$ _____。
4. (4 分)当离散时间 LTI 系统的单位样值响应 $h(n)$ 满足_____条件时, 该系统具有如下特点: 若输入序列 $x(n)$ 对任意 $n \geq 8$ 有 $x(n)=0$, 则输出序列 $y(n)$ 对任意 $n \geq 16$ 有 $y(n)=0$ 。
5. (6 分)某数字低通滤波器的单位样值响应 $h_1(n)$, 系统函数 $H_1(z)$ 。另有一个滤波器的单位样值响应 $h_2(n)=(-1)^n h_1(n)$, 则该滤波器是_____ (低通、高通、带通、带阻) 滤波器, 系统函数 $H_2(z)=$ _____ (用 $H_1(z)$ 表示)。
6. (6 分)若模拟滤波器的传递函数 $H_1(s)=\frac{s+a}{(s+a)^2+(2\pi/T)^2}$, 则用冲激响应不变法设计对应的数字滤波器的频率响应 $H(e^{j\omega})=$ _____ (采样周期为 T)。
7. (6 分)离散时间系统 H_1 的单位样值响应 $h_1(n)=\delta(n)+\delta(n-1)-0.5\delta(n-2)+0.375\delta(n-3)$, 另一系统 H_2 和 H_1 的幅频特性相同且相移最小, 则 H_2 的单位样值响应 $h_2(n)=$ _____。
8. (8 分)已知状态方程和输出方程如下, 判断该系统的是否可观? _____。是否可控? _____。

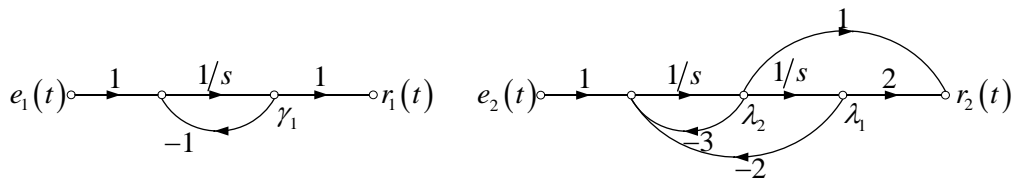
$$\dot{\lambda}(t)=\begin{bmatrix} -2 & 2 & -1 \\ 0 & -2 & 0 \\ 1 & -4 & 0 \end{bmatrix}\lambda(t)+\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}e(t) \quad r(t)=[1 \ 0 \ 0]\lambda(t)$$

二、(共 14 分) 已知某因果系统的差分方程为

$$y(n)-y(n-1)+0.5y(n-2)=x(n-1)$$

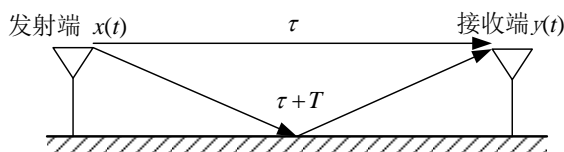
- (1) (4 分) 绘出两种系统实现框图;
- (2) (4 分) 求系统函数 $H(z)$, 画出其零极点图;
- (3) (3 分) 求单位样值响应 $h(n)$;
- (4) (3 分) 已知激励 $x(n)=5\cos(n\pi)$, 求系统的稳态响应 $y_{ss}(n)$ 。

三、(共 12 分) 两个连续时间系统 S_1 和 S_2 的信号流图如下所示 (左图表示 S_1):

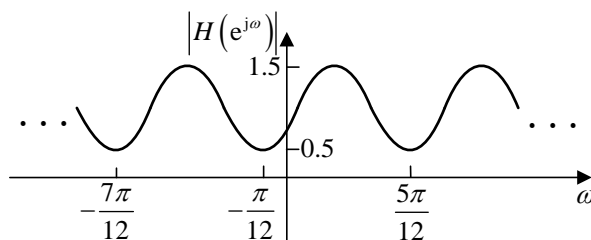


- (1) (4 分) 以图中状态变量 ($\gamma(t)$ 或 $\lambda(t)$), 分别写出两个系统的状态方程和输出方程;
- (2) (4 分) 分别写出两个系统的微分方程和传递函数;
- (3) (4 分) 解释说明两个系统有何异同。

四、(共 16 分) 一个简单的二径通信系统如下图所示, 信道由直达路径和反射路径两部分组成, 反射路径引入衰减 (衰减系数 $0 < \alpha \leq 1$) 和相移 ϕ , 即 $y(t) = x(t - \tau) + \alpha e^{j\phi} x(t - \tau - T)$ 。现研究其离散化系统。



- (1) (6 分) 假设采样间隔 $T_s = \frac{\tau}{4}$, $T = \tau$, 写出接收信号 $y(n)$ 和发射信号 $x(n)$ 的差分方程, 求单位样值响应 $h(n)$ 和系统函数 $H(z)$;
- (2) (6 分) 在问题 1 的条件下, 若系统幅频响应如下图所示, 求 $\alpha = ?$ $\phi = ?$



- (3) (4 分) 可以将接收信号 $y(n)$ 通过一个 LTI 系统 $H_1(z)$ 以消除或减弱多径效应的影响, 请问在问题 2 的条件下, 是否存在 $H_1(z)$, 使得从 $y(n)$ 中能精确恢复 $x(n)$ (不考虑延时)? 若存在, 写出 $H_1(z)$ 表达式; 若不存在, 请说明原因。

五、(共 12 分) 已知 δ 序列激励源 $\delta_T(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$, 其中 $T \leq T_s$, T_s 为奈奎斯特间隔。可

用此激励源及基本运算单元 (相加器、延时器、积分器和乘法器) 构成系统, 对频带有限的低通信号 $f(t)$ 实现下述抽样:

- (1) 零阶抽样保持 $f_{s1}(t)$;
- (2) 一阶抽样保持 $f_{s2}(t)$;
- (3) 自然抽样 $f_{s3}(t)$ (提示: 矩形序列与 $f(t)$ 直接相乘)。

请依次绘出实现上述抽样的系统方框图 (仅限使用题示激励源和基本运算单元), 并对各种抽样方式简略说明为在接收端正确恢复原始信号 $f(t)$, 应做何处理? (三小题分别为 5 分、4 分和 3 分)