机密★启用前

青岛理工大学 2009 年硕士研究生入学试题

考试科目代码：820

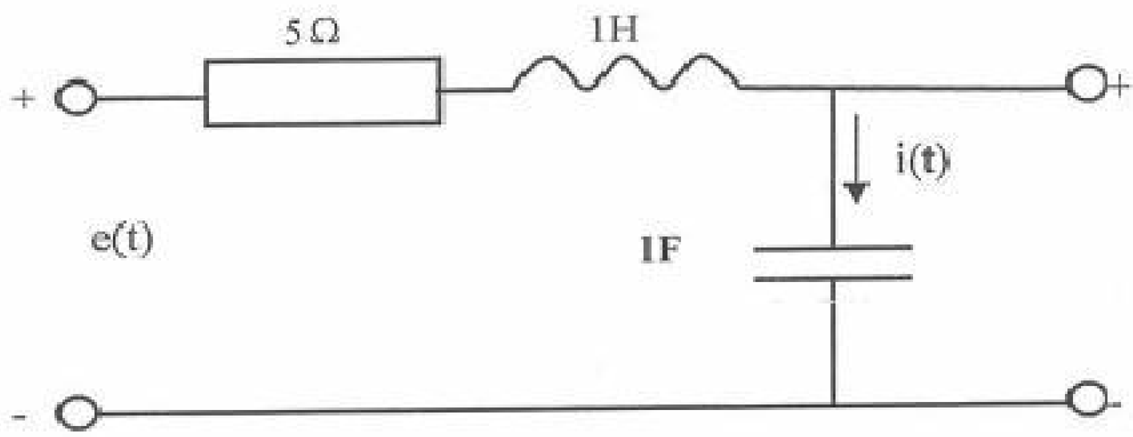
考试科目名称：综合（信号与系统、数字信号处理）

考生注意：1. 答题必须写清题号，所有答案均须写在答题纸（本）上，写在试题、草稿纸上的答案无效；2. 考毕时将试题和答题纸（本）一同上交。

一、计算题（40 分，每题 5 分）

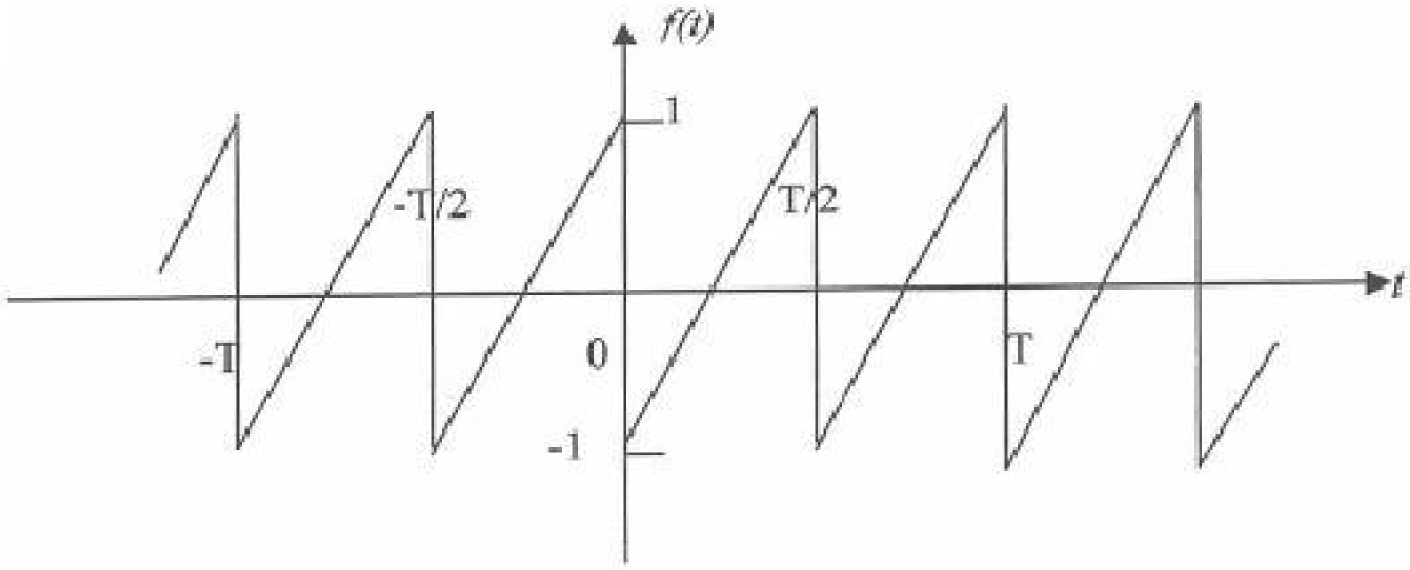
1. 判断 $r(t)=e(2+t)$ 系统的时不变性和因果性。

2. 已知电路如下图所示，列写求电流 $i(t)$ 的系统函数。



3. 计算 $[(1+e^{-2t})\delta(t)]*[1+3t+t^2]$。

4. 分析下图中信号所含的谐波分量并说明。



5. 若已知某因果线性系统的微分方程表示为

$$\frac{d^2}{dt^2}r(t)+(7+k)\frac{d}{dt}r(t)+10r(t)=e(t)$$

判断并说明当 k 取何值时系统是稳定的，临界稳定的、不稳定的？

6. 若已知某因果线性系统的微分方程表示为 $\frac{d^2}{dt^2}r(t)+10r(t)=7\frac{d}{dt}e(t)+10e(t)$，用三种基本运算单元画出其对应的模拟仿真框图。

7. 若已知某因果线性系统的微分方程表示为

$$\frac{d^2}{dt^2}r(t)+101\frac{d}{dt}r(t)+100r(t)=e(t)$$

求系统的频响特性，根据系统的零极点特性粗略画出幅频特性曲线，说明其具有怎样的滤波特性。

8. 若已知 LTI 因果系统的系统函数表示为 $H(s)=\dfrac{s+2}{s^2+4s+3}$。求系统的固有（自然）频率。

二、(15 分）若已知某因果 LTI 系统的微分方程表示为

$$\frac{d^2}{dt^2}r(t)+3\frac{d}{dt}r(t)+2r(t)=\frac{d}{dt}e(t)$$

1. 若系统的初始条件为 $r(0_-)=1, r'(0_-)=1$，求系统的零输入响应。(5 分）

2. 若输入为 $e(t)=\delta(t)$，求系统的零状态响应。(5 分）

3. 若系统的初始条件为 $r(0_-)=1, r'(0_-)=1$，输入为 $e(t)=\delta(t)$，根据上面两问，写出系统的完全响应，并指出系统的稳态响应，瞬态响应，自由响应、强迫响应。(5 分）

三、(10 分）若已知某因果稳定 LTI 系统的微分方程表示为

$$\frac{d^2}{dt^2}r(t)+K\frac{d}{dt}r(t)+10r(t)=2\frac{d^2}{dt^2}e(t)-14\frac{d}{dt}e(t)+20e(t)$$，K 为常数。

1. 为使系统为全通系统，试确定 K 的取值？（5 分）
2. 此时系统为无失真传输系统吗？，为什么？（5 分）

四、(10 分）若已知信号 $f_1(t)=sa(100\pi t)$，$f_2(t)=\cos(100\pi t)$，$f(t)=f_1(t)f_2(t)$，

对 $f(t)$ 进行理想抽样，抽样信号 $p(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-nT_s)$，

（注：$sa(\omega_c t) \leftrightarrow \frac{1}{\omega_c}[u(\omega+\omega_c)-u(\omega-\omega_c)]$）

1. 若要无失真地恢服出原信号 $f(t)$，最小抽样频率应取多少？（5 分）

2. 试画出以二倍最小抽样频率进行采样后信号的幅值谱。（5 分）

五、（12 分）判断系统 $y(n)=ax+b$（a, b 为常数）的：（1）线性性；（2）移变性；（3）因果性；（4）稳定性。

六、（10 分）已知 $x(n)$ 的傅立叶变换为 $X(e^{j\omega})$，用 $X(e^{j\omega})$ 表示信号 $x_1(n)=x(1-n)+x(-1-n)$ 的付里叶变换。

七、（20 分） 已知 $X(z)=\frac{z}{1-2.5z^{-1}+z^{-2}}$，求：

（1）标明收敛域的三种情况，并画出零极点图；

（2）逆 z 变换并判断系统的稳定性和因果性。

八、（20 分）用级联型结构实现系统函数：$\mathrm{H(z)}=\frac{5(1-z^{-1})(1-2z^{-1}+2z^{-2})}{(1-0.5z^{-1})(1+2z^{-1}+5z^{-2})}$，

(1) 画出 H(z) 的级联型网络结构；

(2) 根据已画出的流图写出其状态方程和输出方程。

九、（13 分）利用窗函数法设计一线性相位 FIR 数字低通滤波器，理想滤波特性为：

$$\mathrm{H_d}(\omega)=\begin{cases}1 & 0\le|\omega|\le\omega_c\\ 0 & \omega_c\langle\omega\le\pi\end{cases}$$

截止频率 $\omega_c=0.4\pi$，过度带宽度 $\Delta\omega\langle 0.3\pi$，阻带衰减 $\mathrm{A_s}\rangle 40\mathrm{dB}$ 。

附录 1　窗函数的主要性能

窗函数	窗谱性能指标		加窗后滤波器性能指标	
	旁瓣峰值衰减（dB）	主瓣宽度 $/(2\pi/N)$	过渡带宽 $\Delta\omega/(2\pi/N)$	阻带最小衰减（dB）
矩形窗	-13	2	0.9	-21
三角形窗	-25	4	2.1	-25
汉宁窗	-31	4	3.1	-44
汉明窗	-41	4	3.3	-53
布莱克曼窗	-57	6	5.5	-74

附录 2　窗函数表达式

窗函数	表达式
矩形窗	$w(n)=R_N(N)$
三角形窗	$w(n)=\begin{cases}\dfrac{2n}{N-1}, & 0\le n\le\dfrac{N-1}{2}\\ 2-\dfrac{2n}{N-1}, & \dfrac{N-1}{2}\le n\le N-1\end{cases}$
汉宁窗	$w(n)=\dfrac{1}{2}\left[1-\cos(\dfrac{2\pi n}{N-1})\right]R_N(N)$
汉明窗	$w(n)=\left[0.54-0.46\cos(\dfrac{2\pi n}{N-1})\right]R_N(N)$
布莱克曼窗	$w(n)=\left[0.42-0.5\cos(\dfrac{2\pi n}{N-1})+0.08\cos(\dfrac{4\pi n}{N-1})\right]R_N(N)$