A卷　　2015—2016 学年第 二 学期

南京大学　电子科学与工程学院　全日制统招本科生

《数字信号处理》期末考试试卷　闭 卷

任课教师姓名：李 晨　庄建军

考试日期：2016.6.25　　考试时长：2 小时____分钟

考生年级__________考生专业___________考生学号____________考生姓名______________

题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							

一.（共 40 分。前 4 题每空 1 分，其余每空 2 分，）填空：

本题得分	

（1）序列 $x(n)=2\cos(\frac{11p}{3}n-\frac{p}{3})+3\sin(\frac{12p}{5}n-\frac{p}{3})$ 的周期是 30

（2）用窗函数法设计线性相位 FIR 滤波器，通常由 阻带最小衰减的要求 来选择窗 $w(n)$的形状，由 过渡带宽 来选择窗的长度 N。

（3）判断离散时间系统 $y(n)=\sum_{m=-\infty}^{n}x(m)$ 的性质：线性（ √ ），移不变（ √ ），因果（ √ ）

且该系统的单位抽样响应：$h(n)$ = $u(n)$

（4）两个有限长序列为 $x(n)$ ={5,2,4,-1,2；n=0,1,2,3,4}，$h(n)$ ={-3,2,-1；n=0,1,2}

计算线性卷积 $x(n)$ * $h(n)$={ -15,4,-13,9,-12,5,-2 }

计算 6 点的圆周卷积 $x(n)$ ⑥ $h(n)$ ={ -17,4,-13,9,-12,5 }

计算 8 点的圆周卷积 $x(n)$ ⑧ $h(n)$ ={ -15,4,-13,9,-12,5,-2,0 }

（5）用采样频率 $f_s=100Hz$ 对模拟信号 $x(t)=3\cos(80pt)+2\cos(280pt)$ 理想采样，得到

序列 $x(n)$ = $5\cos(\frac{4p}{5}n)$ ；若 $x(n)$通过截止频率 $f_c=50Hz$ 的理想低通滤波器，恢复出的模拟信号 $y(t)$ = $5\cos(80pt)$ 。

（6）设长度为 N 的序列 $x(n)$的傅里叶变换为 $X(e^{jw})$，定义一个新序列

$y(n)=\begin{cases} x(n), & n\text{为偶数} \\ 0, & n\text{为奇数} \end{cases}$，则 $Y(e^{jw})=DTFT[y(n)]=$ $\underline{\dfrac{1}{2}[X(e^{jw})+X(-e^{jw})]}$

（7）以 20KHz 的采样频率对最高频率为 10KHz 的模拟信号 $x(t)$ 采样得到序列 $x(n)$，然后计算 N =1000 的 $X(k)$=DFT[$x(n)$]，则 k =150 对应的模拟频率是 ___3KHz___

（8）一个长度为 8 的序列 $x(n)$ 在 $0\le n\le 7$ 之外为零，其 8 点的 DFT 为

$$X(k)=1-4\sin(\frac{2pk}{8})+3\sin(\frac{4pk}{8})+2\cos(\frac{6pk}{8}),$$

则 $x(n)$ = { ___1，-2j，1.5j，1，0，1，-1.5j，2j___ }

（9）数字理想高通滤波器的频率响应是 $H(e^{jw})=\begin{cases} 0 & 0\le|w|<0.4p \\ e^{-j5w} & 0.4p\le|w|<p \end{cases}$，

其单位抽样响应 $h(n)$ = $\underline{d(n-5)-0.4Sa[0.4p(n-5)]}$

（10）一个 N 点时域序列的实部和虚部的 DFT 分别是圆周共轭对称和共轭反对称。

该判断正确吗？　（　×　）

（11）已知 LTI 系统的频率响应为 $H(e^{jw})=\dfrac{1+e^{-j3w}}{1+0.5e^{-j6w}}$，输入信号为

$x(n)=\sin(\dfrac{pn}{6}),\quad -\infty<n<\infty$。则系统的稳态输出信号 $y(n)$ = $\underline{2\sqrt{2}\sin(\dfrac{p}{6}n-\dfrac{p}{4})}$　。

（12）线性相位 FIR 的系统函数 $H(z)$ 中的 3 个零点分别为 -1，0.5，1-j，该系统阶数 N 至少为___8___，一定不会是___高通___滤波器（低通、高通、带通、带阻）

（13）已知 $X(z)=\dfrac{z^{-1}}{1-z^{-5}}$，$|z|>1$，反变换 $x(n)$ = $\underline{\sum_{m=0}^{\infty}d(n-1-5m)}$　。

（14）已知 $x(n)$ 是 4 点的纯虚序列，并且已知 $X(k)$ = DFT[$x(n)$]的前 3 个值为：6j，-2-2j，6j。则 $X(3)$ = ___2-2j___

（15）有限长序列 $x(n)$= {2,3,1,4,−3,−1,1,1,0,6; n = 0,1,...,9}，且有 10 点的 $X(k)$=DFT[$x(n)$]。

计算：　$X(5)$ = ___−12___，$\sum_{k=0}^{9}X(k)=$ ___20___

（16）已知 N 点有限长序列 $x(n)$，$0\le n\le N-1$，N 为偶数，且 $X(k)$ = DFT[$x(n)$]。若 $y(n)=(-1)^n x(n)$，用 $X(k)$ 表示 $y(n)$ 的 DFT：　$Y(k)$ = $\underline{X((k\pm\dfrac{N}{2}))_N R_N(k)}$

本题得分	

二.（10 分）已知 $X(k)=\begin{cases}3 & k=0\\ 1 & 1\le k\le 9\end{cases}$ 求其 10 点的 IDFT，并

画出 $x(n)$的波形。

解： $X(k)$可以表示为

$$X(k)=1+2d(k)\qquad 0\le k\le 9$$

因为

$$d(n)\xrightarrow{DFT}1$$

$$1\xrightarrow{DFT}Nd(k)$$

所以

$$x(n)=\frac{1}{5}+d(n)$$ …………………………8

波形: …………………………2

本题得分	

三.（16 分）已知离散时间系统函数 $H(z)=\dfrac{z^2}{(4-z)(z-0.5)}$

（1）写出对应的差分方程，并画出直接 II 型结构（典范型）流图。

（2）求所有可能的收敛区以及对应的单位抽样响应，并判断系统的因果性和稳定性。

解： $H(z)=\dfrac{z^2}{(4-z)(z-0.5)}=\dfrac{-z^2}{z^2-4.5z+2}=\dfrac{1}{7}(\dfrac{-8z}{z-4}+\dfrac{z}{z-0.5})$

差分方程: $y(n)-4.5y(n-1)+2y(n-2)=-x(x)$ …………………………2

流图: …………………………2

ROC 讨论: …………………………4×3

$|z|>4$　　$h(n)=\dfrac{1}{7}[(0.5)^n-8\cdot 4^n]u(n)$　　因果不稳定

$0.5<|z|<4$　　$h(n)=\dfrac{1}{7}[(0.5)^n u(n)+8\cdot 4^n u(-n-1)]$　　因果且稳定

$|z|<0.5$　　$h(n)=\dfrac{1}{7}[-(0.5)^n+8\cdot 4^n]u(-n-1)$　　非因果且不稳定

本题得分	

四.（14 分）已知两个序列长度分别为 5 和 10： $x_1(n)=R_5(n)$，

$$x_2(n)=\begin{cases}1, & 0\le n\le 4\\ 0, & 5\le n\le 9\end{cases}$$，且 $X_1(e^{jw})=DTFT[x_1(n)]$， $X_2(e^{jw})=DTFT[x_2(n)]$

（1）请问 $X_1(e^{jw})$ 和 $X_2(e^{jw})$ 相等吗？并画出 $X_2(e^{jw})$ 的幅度频谱和相位频谱的大致波形。

（2）计算 DFT：5 点的 $X_1(k)=DFT[x_1(n)]$，10 点的 $X_2(k)=DFT[x_2(n)]$。

（3）上述 $X_1(k)$和 $X_2(k)$中有数值相等的吗？如有，写出那些相等的点和数值。

解：（1）　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　…………………………1+3+2

$$X_1(e^{jw})=X_2(e^{jw})=e^{-j2w}\frac{\sin(\frac{5w}{2})}{\sin(\frac{w}{2})}$$

（2）DFT　　　　　　　　…………………………2+2

$$X_1(k)=X_1(e^{jw})\Big|_{w=k\frac{2p}{5}}=e^{-j\frac{4kp}{5}}\frac{\sin(kp)}{\sin(\frac{kp}{5})}=\{5,0,0,0,0\}$$

$$X_2(k)=X_2(e^{jw})\Big|_{w=k\frac{2p}{10}}=e^{-j\frac{4kp}{5}}\frac{\sin(\frac{kp}{2})}{\sin(\frac{kp}{10})}$$

（3）等值点　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　…………………………4

$X_1(0)=X_2(0)=5$　　　$X_1(1)=X_1(2)=X_1(3)=X_1(4)=X_2(2)=X_2(4)=X_2(6)=X_2(8)=0$

本题得分	

五.（10 分）画出按频率抽取（DIF）的 4 点基 2 FFT 的信号流图。

并直接利用流图计算出序列 $x(n)=\{\,2,1,3,4;\ \ n=0,1,2,3\,\}$ 的

$X(k)$ = DFT[$x(n)$]的数值。

解：流图　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　…………………………6

$X(k)$={ 10, -1+3j, 0, -1-3j}　　　　　　　　　　…………………………4

本题得分	

六.（10 分）设有一 *FIR* 数字滤波器，其单位冲激响应

$h(n)=\{\,2,1,0,-1,-2;\ \ n=0,1,2,3,4\,\}$。求：

（1）该系统的频率响应 $H(e^{jw})$；

（2）如果记 $H(e^{jw})=H(w)e^{jj(w)}$，其中 $H(w)$ 为幅度函数（实函数），$j(w)$ 为相位函数，

试求 $H(w)$ 与 $j(w)$；

（3）该 *FIR* 系统适合做何种类型的线性相位数字滤波器？（低通、高通、带通、带阻），说明判断依据；

（4）画出该 *FIR* 系统的**线性相位型**结构流图。

解：（1） ……………………………2

$$H(e^{jw})=\sum_{n=0}^{4}h(n)e^{-jwn}=h(0)+h(1)e^{-jw}+h(2)e^{-j2w}+h(3)e^{-j3w}+h(4)e^{-j4w}$$

$$=2+e^{-jw}-e^{-j3w}-2e^{-j4w}=2e^{-j2w}(e^{j2w}-e^{-j2w})+e^{-j2w}(e^{jw}-e^{-jw})$$
$$=je^{-j2w}[4\sin(2w)+2\sin(w)]$$

（2） $H(w)=4\sin(2w)+2\sin(w)$， $j(w)=\dfrac{p}{2}-2w$ ……………………………4

（3）$\mathbf{Q}\,H(0)=H(p)=0$

适合做**线性相位带通滤波器**。 ……………………………2

（4）线性相位结构流图 ……………………………2