学院__________姓名 __________ 学号____________任课老师_________考场教室__________选课号/座位号__________

………密………封………线………以………内………答………题………无………效……

# 电子科技大学 2011 -2012 学年第 2 学期期 末 考试 A 卷

**课程名称：数字信号处理 考试形式：闭卷 考试日期：** 2012 **年** 6 **月** 20 **日 考试时长：**120 **分钟**

**课程成绩构成：平时** 10 %， **期中** ____%， **实验** 20 %， **期末** 70 %

**本试卷试题由 十 部分构成，共 七 页。**

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 十 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 得分 | | | | | | | | | | | |

**（注：本卷面成绩满分为** 100 **分。将在折算后记入最终的期末成绩）**

| 得 分 |
|---|
| |

**一、判断下列每个序列是否是周期性的；若是周期性的，试确定其最小周期：（共 6 分）**

（1） $x(n)=e^{j(\frac{n}{4}-p)}$

（2） $x(n)=2\cos(\frac{np}{4}-1)+3\cos(\frac{np}{8}+2)$

| 得 分 |
|---|
| |

**二、判断系统 $y[n]=C\cdot x[n]+D$ 是否是(1)线性,(2)移不变，(3）稳定的？（共 6 分）**

**（注：$x[n]$ 和 $y[n]$ 分别为系统的输入和输出，$C$、$D$ 为常数。请给出具体判断过程。）**

| 得 分 |
| --- |
| |

**三、利用<u>基于 DFT/IDFT 的方法</u>计算下面两个序列的 4 点<u>圆周卷积</u>。要求有具体的计算过程。**

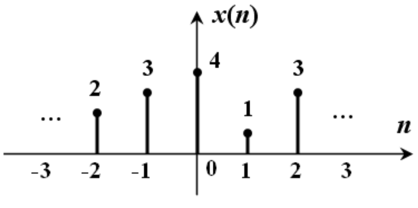
$g[n]=\{\underset{\uparrow}{1}\quad 0\quad 1\}$ $\qquad h[n]=\{\underset{\uparrow}{2}\quad 0\quad 1\quad 1\}$ **（有关公式参见附录）（10 分）**

| 得 分 |
| --- |
| |

**四、计算第三题中两个序列的线性卷积。（可用任何方法。要求有计算过程）（6 分）**

| 得 分 |
| --- |
| |

**五、离散序列信号 $x(n)$如下图所示，请在下图右边画出离散信号 $x(1-n)$并给以标注。（5 分）**



| 得 分 |
|---|
| |

**六、IIR 数字滤波器的传输函数 H(z)如下，画出结构流图：(1）典范直接 II 型；(2）级联型。**

$$H(z)=\frac{0.5634(1+z^{-1})(1-1.10166z^{-1}+z^{-2})}{(1-0.683z^{-1})(1-1.4461z^{-1}+0.7957z^{-2})}.$$

**(10 分)**

| 得 分 |
|---|
| |

**七、利用窗函数法设计一个满足如下指标的线性相位 FIR 低通滤波器：** (8 分)

**抽样频率** $f_{sam}$=20k(Hz)**，通带截止频率** $f_p$=2k(Hz)**，阻带起始频率** $f_s$=4k(Hz)**，阻带衰减**>40*dB*。

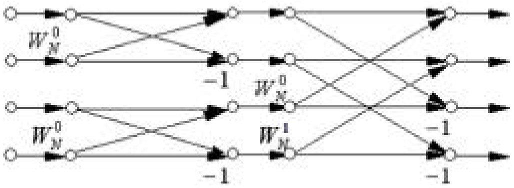
**已知：**FIR **低通滤波器的单位抽样响应为** $h(n)=\dfrac{\sin(w_c(n-a))}{p(n-a)}w(n)$**，其中** $w(n)$ **为窗函数，**

$w_c$ **为低通滤波器的数字截止频率，** $a=(N-1)/2$**，** $N$ **为窗函数的宽度。**

**(不同窗函数的定义及特性对比可参见本试卷最后一页的附录)**

| 得 分 |
| --- |
| |

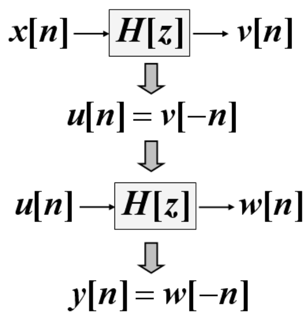
**八、利用下面的基**-2 **时间抽取** FFT **的蝶形图计算** 4 **点序列** $x$(n)={ 1, 2, -1, 3 }, n=0,1,2,3 **的** DFT**。（要求有具体的计算过程，给出各级的结果及最终的结果）** (8 **分**)




**注：**$W_N^{kn} = e^{-j\frac{2p}{N}nk} = \cos(\frac{2p}{N}kn) - j\sin(\frac{2p}{N}kn)$

| 得 分 |
| --- |
| |

**九、设** $\mathrm{DTFT}\{x[n]\} = X(e^{j?})$**，则有** $\mathrm{DTFT}\{x^*[-n]\} = X^*(e^{j?})$**，其中“ * ”表示共轭。据此证明通过下面的处理可以实现对输入信号的零相位滤波（其中：**H(Z)**为滤波器的传输函数，**$x$[n]**、**$y$[n]**分别为输入和输出）。 （**6 **分）**



| 得 分 |
| --- |
| |

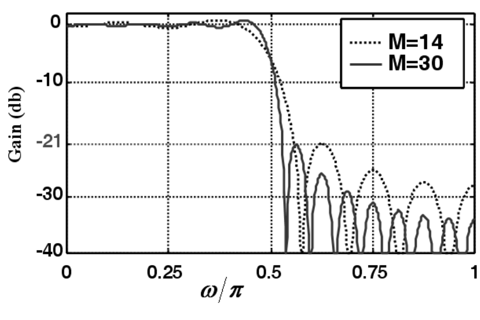
十、简答与论述题：（共 35 分）

1、请从 LTI 系统的线性和时不变性的角度解释“任何离散时间信号可以看成是由若干个离散时间单位脉冲构成的”。 （4 分）

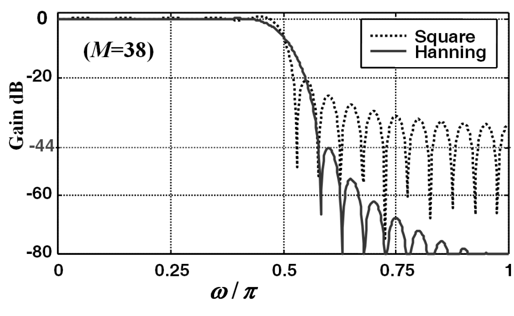
2、为什么可以用基于 DFT/IDFT 的方法计算两个序列的线性卷积？（4 分）

3、为什么可以通过自相关运算近似求取被随机噪声污染的周期信号的周期？（3 分）

4、下面两幅图为用窗函数设计法得到的截止频率为 0.5p 的 FIR 滤波器的幅度响应（分贝图）。请分别对两个图中的幅度响应曲线进行对比分析。（注：M 表示滤波器的半宽度） （6 分）

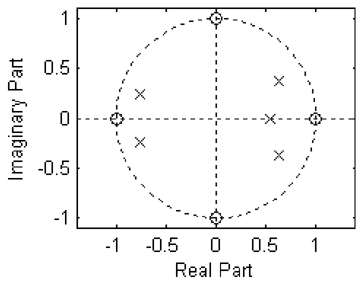



（1）用 Square 窗设计的 FIR 滤波器幅度响应




（2）用 Square 和 Hanning 窗设计的滤波器幅度响应

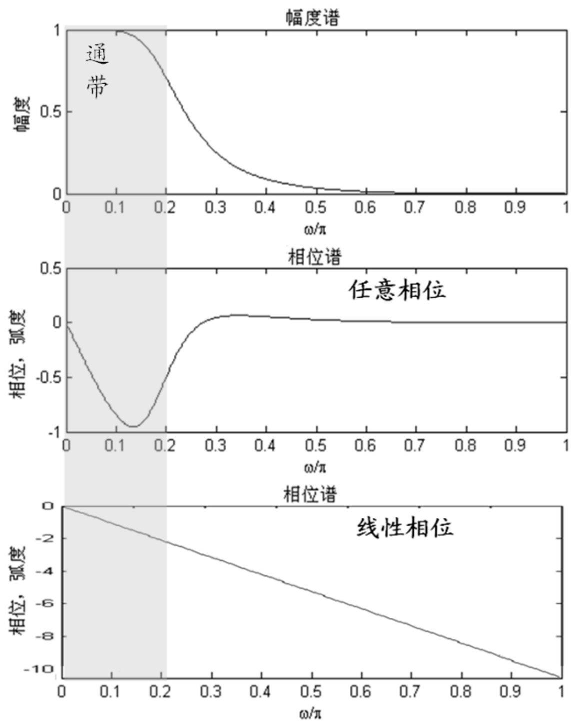
5、**某个滤波器的零点(圆圈)和极点(×号)图如下，请画出该滤波器的幅度谱在(0~2p)的基本形状。（4 分）。**




6、**在基于窗函数方法设计 FIR 滤波器时，用 Hanning、Hamming、Bartlett 等窗函数替代矩形窗的利、弊各有哪些？（5 分）**

7、**请描述基-2 时间抽取 FFT 算法的基本思想。（4 分）**

8、**右图分别展示了一个滤波器的幅度谱和可能的相位谱（任意相位或线性相位）。请参照右图解释滤波器的任意相位或线性相位特性对滤波结果的影响。（5 分）**



# 附录：

**1、（1）DFT 的矩阵形式：**

$$\begin{bmatrix} X(0) \\ X(1) \\ \vdots \\ X(N-1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_N^{0\times0} & W_N^{0\times1} & \vdots & W_N^{0\times(N-1)} \\ W_N^{1\times0} & W_N^{1\times1} & \vdots & W_N^{1\times(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_N^{(N-1)\times0} & W_N^{(N-1)\times1} & \vdots & W_N^{(N-1)\times(N-1)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x(0) \\ x(1) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{bmatrix}$$

**，其中** $W_N = e^{-j\frac{2\pi}{N}}$

**（2）IDFT 的矩阵形式：**

$$\begin{bmatrix} x(0) \\ x(1) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{bmatrix} = \frac{1}{N} \begin{bmatrix} W_N^{-0\times0} & W_N^{-0\times1} & \vdots & W_N^{-0\times(N-1)} \\ W_N^{-1\times0} & W_N^{-1\times1} & \vdots & W_N^{-1\times(N-1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_N^{-(N-1)\times0} & W_N^{-(N-1)\times1} & \vdots & W_N^{-(N-1)\times(N-1)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X(0) \\ X(1) \\ \vdots \\ X(N-1) \end{bmatrix}$$

**2、各种窗函数的定义如下：**

（1）**矩形窗：** $w(n) = R_N(n)$

（2）**三角形窗**（Bartlett **窗**）**：** $w(n) = \begin{cases} \dfrac{2n}{N-1} & 0 \le n \le \dfrac{1}{2}(N-1) \\ 2 - \dfrac{2n}{N-1} & \dfrac{1}{2}(N-1) < n \le N-1 \end{cases}$

（3）**汉宁**（Hanning）**窗：** $w(n) = \dfrac{1}{2}[1 - \cos(\dfrac{2\pi n}{N-1})] \quad 0 \le n \le N-1$

（4）**海明**（Hamming）**窗：** $w(n) = \left[0.54 - 0.46\cos(\dfrac{2\pi n}{N-1})\right] \quad 0 \le n \le N-1$

（5）**布莱克曼**（Blackman）**窗：** $w(n) = [0.42 - 0.5\cos\dfrac{2\pi n}{N-1} + 0.08\cos\dfrac{4\pi n}{N-1}] \quad 0 \le n \le N-1$

**3、各种窗函数的特性比较：**

| Type of windows | Main lobe width | Relative sidelobe level | Minimum stopband attenuation | Transition bandwidth |
|---|---|---|---|---|
| Rectangular | 4π/(2M+1) | 13.3dB | 20.9dB | 0.92π/M |
| **Bartlett** | **4π/(2M+1)** | **26.5 dB** | **25.0 dB** | **3.05π/M** |
| Hann | 8π/(2M+1) | 31.5dB | 43.9dB | 3.11π/M |
| Hamming | 8π/(2M+1) | 42.7dB | 54.5dB | 3.32π/M |
| Blackman | 12π/(2M+1) | 58.1dB | 75.3dB | 5.56π/M |

**注：** $N = 2M + 1$，$N$ **为窗函数的宽度。**