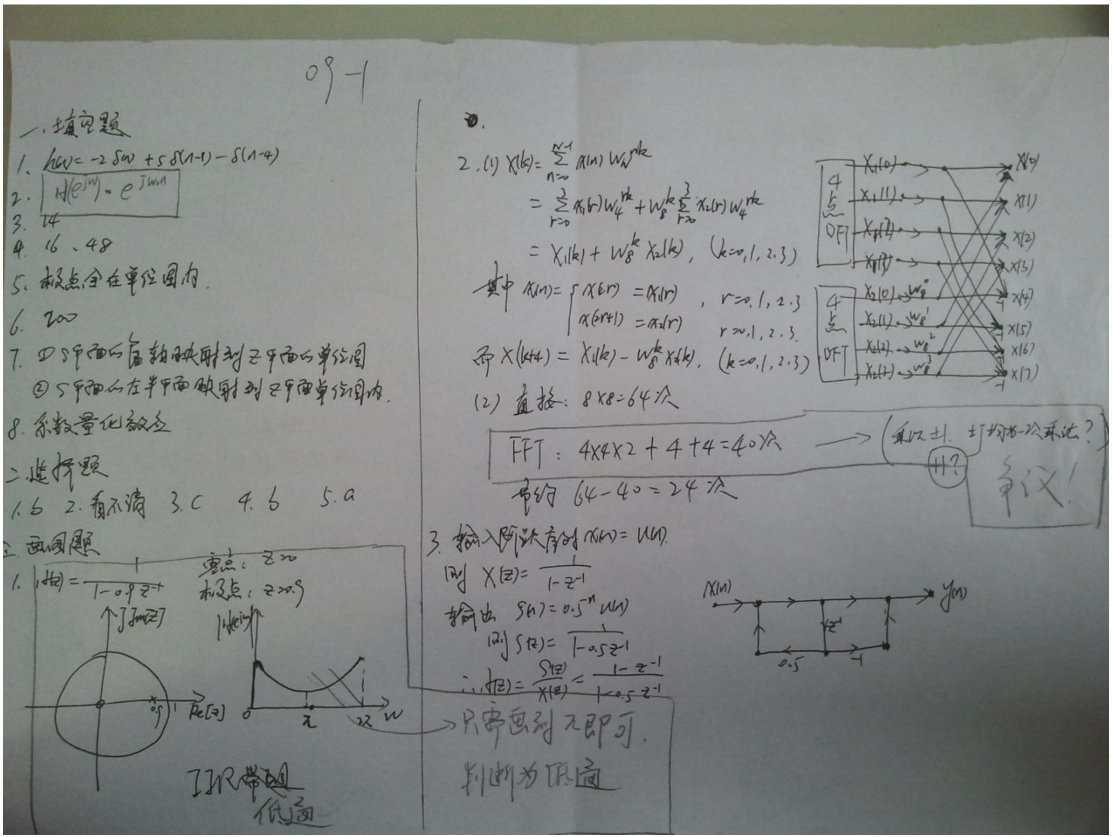


09-1

一、填空题

1. $h(n)=-2\delta(n)+5\delta(n-1)-\delta(n-4)$

2. $\boxed{H(e^{j\omega})=e^{j\omega_0 n}}$

3. 14

4. 16、48

5. 极点全在单位圆内.

6. 200

7. ① S平面的虚轴映射到Z平面的单位圆
② S平面的左半平面映射到Z平面单位圆内.

8. 系数量化效应

二、选择题

1. b 2. 看不清 3. c 4. b 5. a

三、画图题

1. $H(z)=\frac{1}{1-0.9z^{-1}}$ 零点：z=0 极点：z=0.9

Im[z]
0.9
1
Re[z]
|H(e^{jω})|
0
π
2π
ω

IIR ~~带通~~ 低通

→ 只需画到π即可.
判断为低通

2.(1) $X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_N^{nk}$

$=\sum_{r=0}^{3}x_1(r)W_4^{rk}+W_8^k\sum_{r=0}^{3}x_2(r)W_4^{rk}$

$=X_1(k)+W_8^kX_2(k)$, $(k=0,1,2,3)$

其中 $x(n)=\begin{cases}x(2r)=x_1(r), & r=0,1,2,3\\ x(2r+1)=x_2(r) & r=0,1,2,3.\end{cases}$

而 $X(k+4)=X_1(k)-W_8^kX_2(k)$, $(k=0,1,2,3)$

4点DFT
X₁(0)
X₁(1)
X₁(2)
X₁(3)
4点DFT
X₂(0)
X₂(1)
X₂(2)
X₂(3)
W₈⁰
W₈¹
W₈²
W₈³
-1
X(0)
X(1)
X(2)
X(3)
X(4)
X(5)
X(6)
X(7)

(2) 直接：8×8=64次

$\boxed{\text{FFT：}4\times4\times2+4+4=40\text{次}}$ → (乘以±1、±j均为一次乘法？ ±1? 争议!

节约 64−40=24次

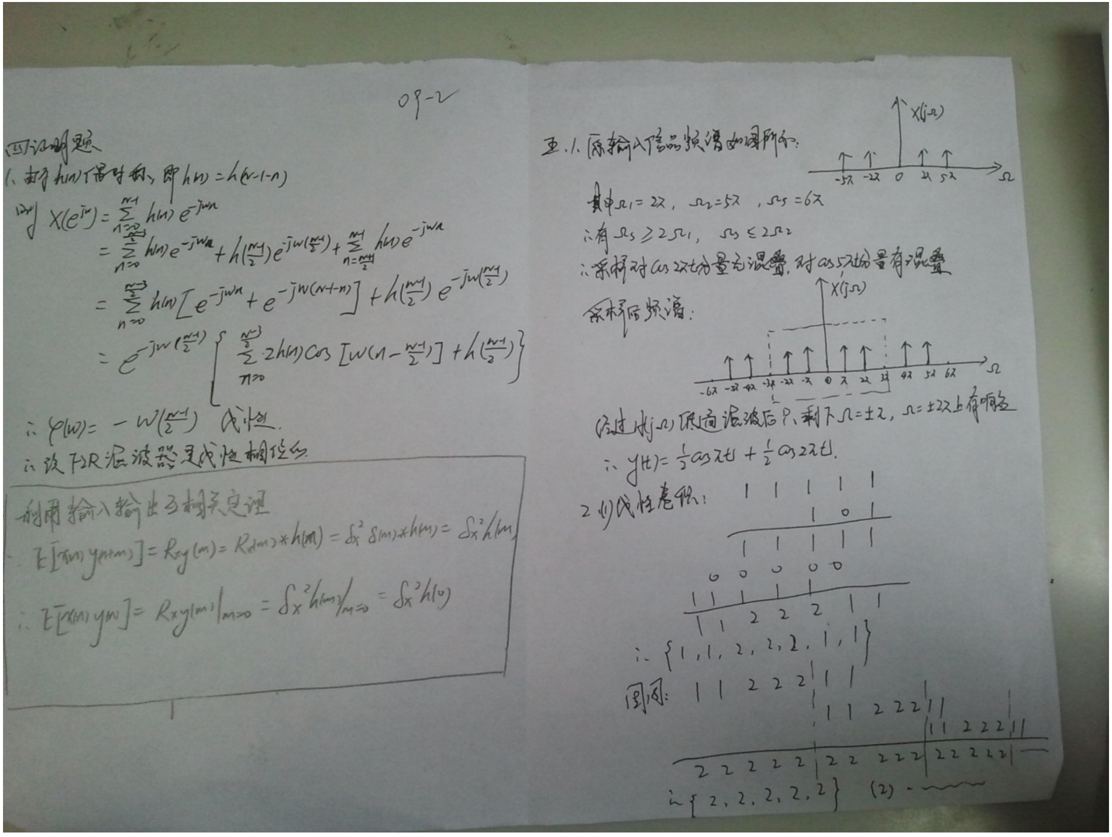
3. 输入阶跃序列 $x(n)=u(n)$.

则 $X(z)=\frac{1}{1-z^{-1}}$

输出 $s(n)=0.5^{n}u(n)$

则 $S(z)=\frac{1}{1-0.5z^{-1}}$

$\therefore H(z)=\frac{S(z)}{X(z)}=\frac{1-z^{-1}}{1-0.5z^{-1}}$



09-2

四、证明题

1. 由于h(n)偶对称，即 $h(n)=h(N-1-n)$

则 $X(e^{j\omega})=\sum_{n=0}^{N-1}h(n)e^{-j\omega n}$

$=\sum_{n=0}^{\frac{N-3}{2}}h(n)e^{-j\omega n}+h(\frac{N-1}{2})e^{-j\omega(\frac{N-1}{2})}+\sum_{n=\frac{N+1}{2}}^{N-1}h(n)e^{-j\omega n}$

$=\sum_{n=0}^{\frac{N-3}{2}}h(n)[e^{-j\omega n}+e^{-j\omega(N-1-n)}]+h(\frac{N-1}{2})e^{-j\omega(\frac{N-1}{2})}$

$=e^{-j\omega(\frac{N-1}{2})}\left\{\sum_{n=0}^{\frac{N-3}{2}}2h(n)\cos[\omega(n-\frac{N-1}{2})]+h(\frac{N-1}{2})\right\}$

$\therefore \varphi(\omega)=-\omega(\frac{N-1}{2})$ 线性.

∴ 该FIR滤波器是线性相位的

利用输入输出互相关定理

$\because E[x(n)y(n+m)]=R_{xy}(m)=R_x(m)*h(m)=\sigma_x^2\delta(m)*h(m)=\sigma_x^2h(m)$

$\therefore E[x(n)y(n)]=R_{xy}(m)|_{m=0}=\sigma_x^2h(m)|_{m=0}=\sigma_x^2h(0)$

五、1. 原输入信号频谱如图所示:

X(jΩ)
-5π
-2π
0
2π
5π
Ω

其中 $\Omega_1=2\pi$, $\Omega_2=5\pi$, $\Omega_s=6\pi$

∴有 $\Omega_s\geq2\Omega_1$, $\Omega_s\leq2\Omega_2$

∴采样对cos2πt分量无混叠，对cos5πt分量有混叠

采样后频谱：

X(jΩ)
-6π
-5π
-4π
-3π
-2π
-π
0
π
2π
3π
4π
5π
6π
Ω

经过H(jΩ)低通滤波后只剩下Ω=±π，Ω=±2π上有响应

$\therefore y(t)=\frac{1}{2}\cos\pi t+\frac{1}{2}\cos2\pi t$.

2.(1) 线性卷积：

1 1 1 1 1
1 0 1
1 1 1 1 1
0 0 0 0 0
1 1 1 1 1
1 1 2 2 2 1 1

∴ {1, 1, 2, 2, 2, 1, 1}

圆周：1 1 2 2 2 | 1 1
1 1 2 2 2 | 1 1
| 1 1 2 2 2 | 1 1
2 2 2 2 2 | 2 2 2 2 2 | 2 2 2 2 2 | —

∴ {2, 2, 2, 2, 2} (2)·

09-3

4.(1) $X(z)=\frac{1}{1-0.7z^{-1}}$

$Y(z)=\frac{1}{1-0.7z^{-1}}+\frac{1}{1-0.5z^{-1}}$

$\therefore H(z)=\frac{Y(z)}{X(z)}=\frac{2-1.2z^{-1}}{1-0.5z^{-1}}$

$=\frac{2}{1-0.5z^{-1}}-1.2\times\frac{z^{-1}}{1-0.5z^{-1}}$

$\therefore h(n)=2\cdot\left(\frac{1}{2}\right)^{n}u(n)-1.2\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}u(n-1)$

(2) 此时 $Y_1(z)=\frac{1}{1-0.5z^{-1}}$

$\therefore X_1(z)=\frac{Y_1(z)}{H(z)}=\frac{1}{2-1.2z^{-1}}=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{1-0.6z^{-1}}$

$\therefore x_1(n)=\frac{1}{2}\cdot(0.6)^{n}u(n)$

5. $\mathrm{DFT}[x_N^*(N-n)R_N(n)]=\sum_{n=0}^{N-1}x_N^*(N-n)R_N(n)W_N^{nk}$

令 $N-n=m \Rightarrow n=N-m$

则原式 $=\sum_{m=0}^{N-1}x_N^*(m)R_N(m)W_N^{(N-m)k}$

$=\left[\sum_{m=0}^{N-1}x_N(m)R_N(m)W_N^{mk}\right]^*=X(k)^*$

$\therefore \mathrm{DFT}[x_e(n)]=\frac{1}{2}\left\{\mathrm{DFT}[x(n)]+\mathrm{DFT}[x_N^*(N-n)R_N(n)]\right\}$

$=\frac{1}{2}[X(k)+X^*(k)]=\mathrm{Re}[X(k)]$

同理：$\mathrm{DFT}[x_o(n)]=\frac{1}{2}[X(k)-X^*(k)]=j\,\mathrm{Im}[X(k)]$

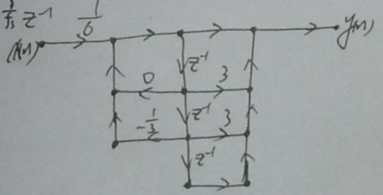
六、设计题

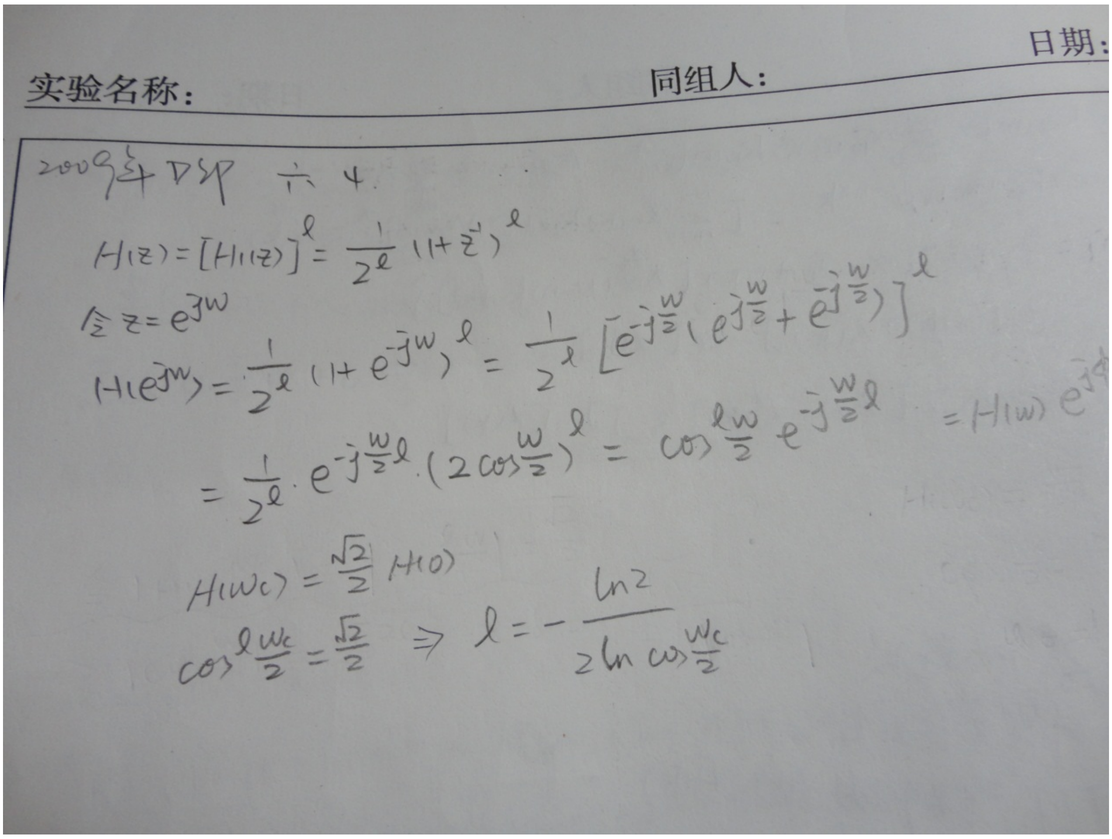
1. - - 略.

2. $H(z)=\frac{T}{1-e^{T}z^{-1}}-\frac{T}{1-e^{-3T}z^{-1}}$

$=\frac{T}{1-e^{-\frac{1}{f_s}}z^{-1}}-\frac{1}{1-e^{-\frac{3}{f_s}}z^{-1}}$

3(1) $H(z)=\frac{1+3z^{-1}+3z^{-2}+z^{-3}}{2(3+z^{-2})}$





日期：

实验名称：　　　　同组人：

2009年 DSP 六 4.

$H(z) = [H_1(z)]^l = \frac{1}{2^l}(1+z^{-1})^l$

令 $z = e^{jw}$

$H(e^{jw}) = \frac{1}{2^l}(1+e^{-jw})^l = \frac{1}{2^l}\left[e^{-j\frac{w}{2}}(e^{j\frac{w}{2}} + e^{-j\frac{w}{2}})\right]^l$

$= \frac{1}{2^l} \cdot e^{-j\frac{w}{2}l} \cdot (2\cos\frac{w}{2})^l = \cos^l\frac{w}{2}\, e^{-j\frac{w}{2}l}$　$= H(w)\, e^{-j}$

$H(w_c) = \frac{\sqrt{2}}{2} H(0)$

$\cos^l\frac{w_c}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow l = -\frac{\ln 2}{2\ln\cos\frac{w_c}{2}}$