第 16 次作业：

补充作业 1　设一个 FIR 滤波器的一个零点为：$2+2j$，求其对应的另外 3 个零点。

与之共轭的零点：$2-2j$

共轭对称的零点：　$(2+2j)^2 = 8$

故另外两个零点为 $\frac{2+2j}{8} = \frac{1}{4}+\frac{1}{4}j$

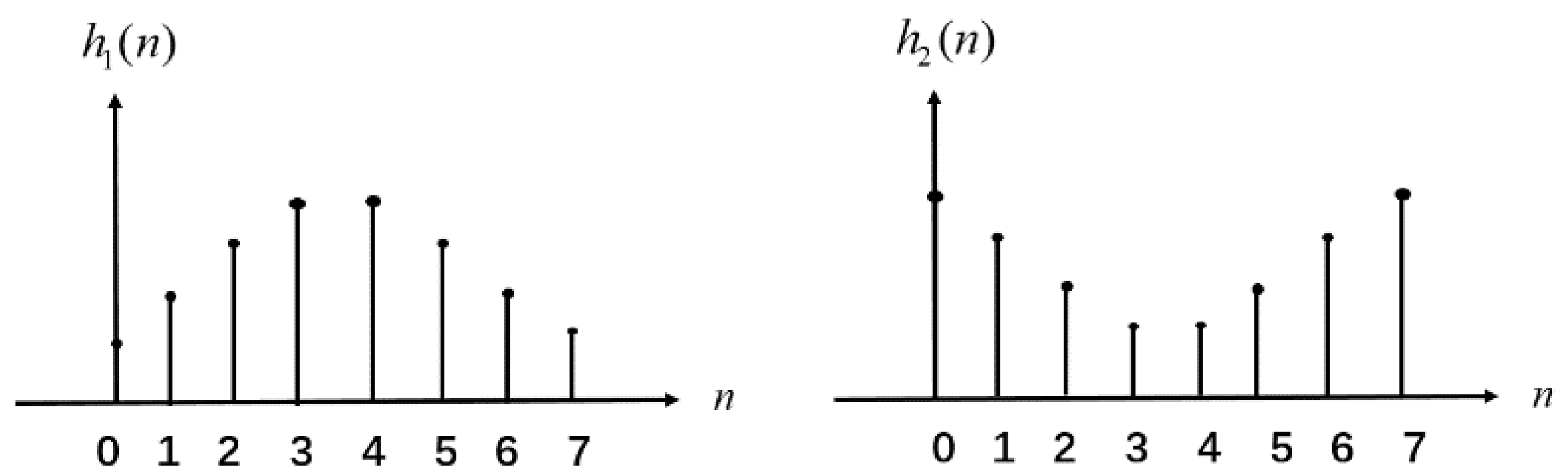
$\frac{2-2j}{8} = \frac{1}{4}-\frac{1}{4}j$

7.12　图(a)所示，$h_1(n)$ 是一个偶对称序列，N=8。图(b)所示，$h_2(n)$ 是 $h_1(n)$ 的圆周移位后的序列。设：

$$H_1(k) = DFT\left[h_1(n)\right] = \left|H_1(k)\right| e^{j\theta_1(k)},\ H_2(k) = DFT\left[h_2(n)\right] = \left|H_2(k)\right| e^{j\theta_2(k)}。$$

（1）问 $\left|H_1(k)\right| = \left|H_2(k)\right|$ 成立否？$\theta_1(k)$ 和 $\theta_2(k)$ 有什么关系？

（2）$h_1(n)$ 和 $h_2(n)$ 各构成一个低通滤波器，试问他们是否是线性相位滤波器？群延时是多少？



(a)　　　　(b)

(1) $h_2((n))_8 = h_1((n-4))_8$

$$H_2(k) = \sum_{n=0}^{7} h_1((n-4))_8 W_8^{nk} R_8(n) \xlongequal{i=n-4} \sum_{i=-4}^{3} \tilde{h}_1(i) W_8^{ki} W_8^{4k} = W_8^{4k} \sum_{i=0}^{7} \tilde{h}_1(i) W_8^{ki} = H_1(k) W_8^{4k}$$

$|H_2(k)| = |H_1(k)|$　　　　$\theta_2(k) = \theta_1(k) - \frac{2\pi}{8}\cdot 4k = \theta_1(k) - k\pi$

(2)　都满足偶对称　∴ 都是线性相位的.　　延迟 $\tau = \frac{N-1}{2} = \frac{7}{2} = 3.5$