

### 三、5.9问人

#### 清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 信号与系统 (A 卷) 2019 年 6 月 17 日  
 姓名 陈奕凡 班级 自74 学号 2017011621

试卷共有七道题目

#### 1. 不定项选择题答案表格 1:

1. <u>D</u>	2. <u>C</u>	3. <u>AC</u>	4. <u>C</u>	5. <u>A</u>
6. <u>C</u>	7. <u>B</u>	8. <u>C</u>	9. <u>D</u>	10. <u>C</u>
11. <u>AB</u>	12. <u>AC</u>	13. <u>A</u>	14. <u>C</u>	15. <u>AB</u>

#### 2. 判断对错题答案表格 2:

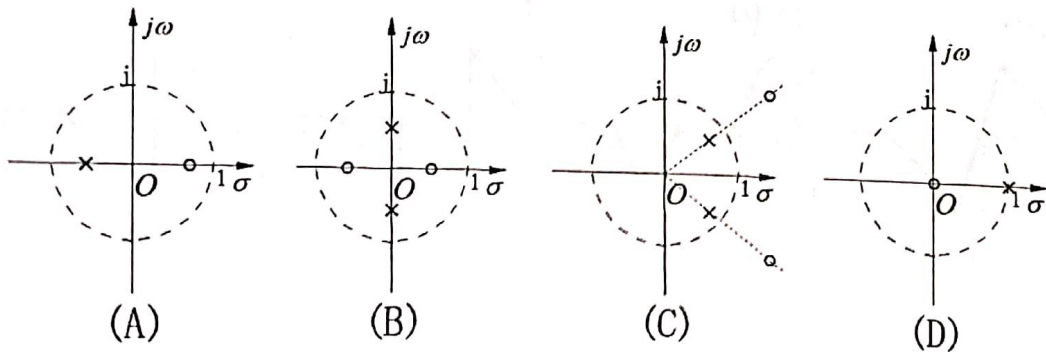
1. <u>X</u>	2. <u>X</u>	3. <u>✓</u>	4. <u>✓</u>	5. <u>X</u>
6. <u>X</u>	7. <u>✓</u>	8. <u>X</u>	9. <u>X</u>	10. <u>X</u>

一、不定项选择题: (15×1=15 分, 将答案写在试卷前面的答案表格 1 中)

1. 已知信号  $f(t)$  的拉普拉斯变换为  $F(s) = \frac{s}{s^4 + 1}$ , 信号终值  $f(\infty) = ?$

- A. 0;  
 B. 1;  
 C. 0.5;  
 D. 不存在

2. 已知离散时间 LTI 系统的系统函数  $H(z)$  的零极点分布如下图所示, 其中幅频特性为全通系统的是:



AC

3. 已知系统的输入输出关系如下面表达式所示。其中  $x(t), y(t)$  分别是连续时间系统的输入和输出,  $y(0_-)$  为初始状态;  $x[k], y[k]$  为离散时间系统的输入和输出,  $y[0_-]$  为系统的初始状态。下面系统是增量线性系统包括: ( )

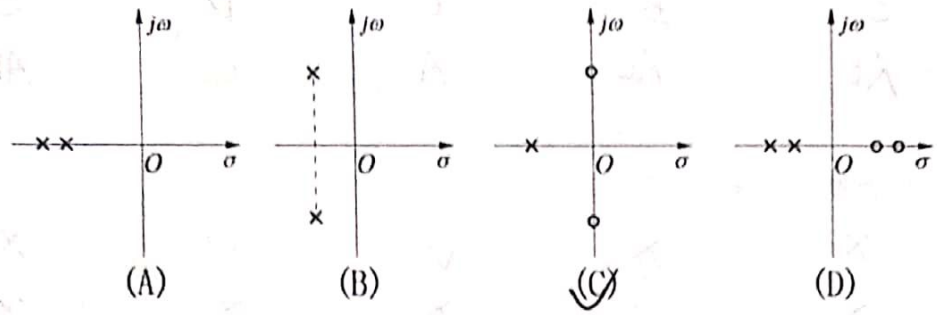
☒ A.  $y(t) = y(0_-)x(t) + 2x(t);$

☐ B.  $y(t) = 2y(0_-) + x(t) \frac{dx(t)}{dt}$

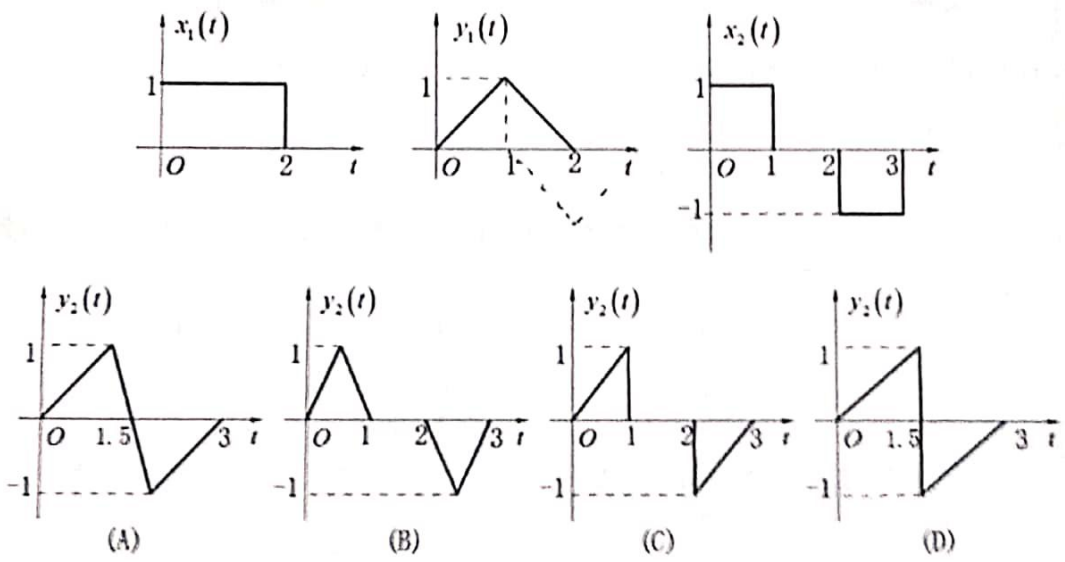
☒ C.  $y[k] = y^2[0_-] + kx[k];$

D.  $y[k] = k \cdot y[0_-] + \sum_{i=0}^k x[i]$

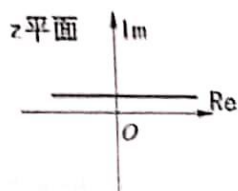
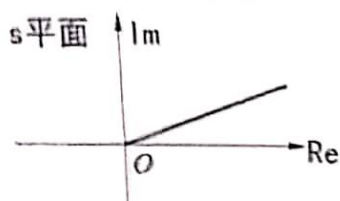
C 4. 下面各图中 LTI 系统函数的零极点分布, 所描述的幅频特性为带阻系统为:



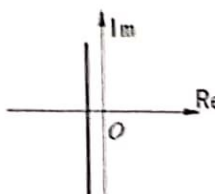
A 5. 已知 LTI 系统在  $x_1(t)$  作用下系统零状态输出为  $y_1(t)$ 。那么在  $x_2(t)$  作用下, 系统的零状态输出为:



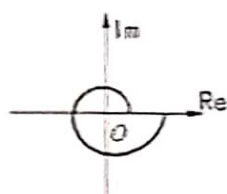
6、下面 s 平面上过原点的射线，对应 z 平面的图像为：



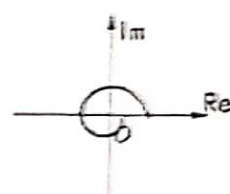
A.



B.



C.



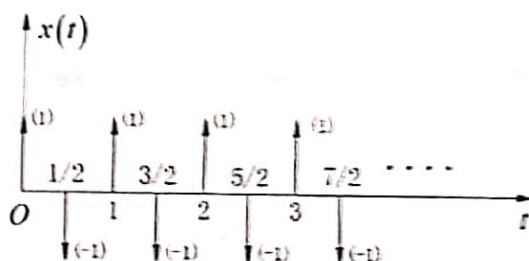
D.

7、已知  $x[n]$  的 z 变换为  $X(z)$ ， $x_1[n] = x[2n]$ ，那么  $x_1[n]$  的 z 变换为：

A.  $X_1(z) = X(z^2)$ ;     ☒ B.  $X_1(z) = \frac{X(\frac{1}{z}) + X(-\frac{1}{z})}{2}$ ;

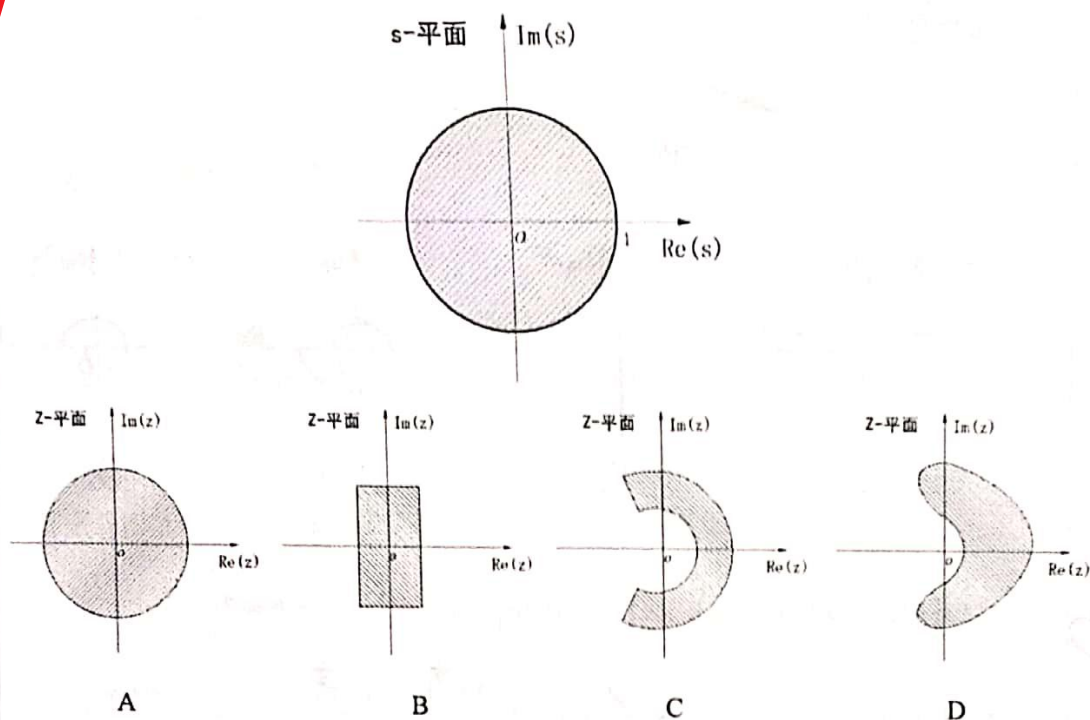
C.  $X_1(z) = X\left(z^{\frac{1}{2}}\right)$ ;     D.  $X_1(z) = X\left(\frac{1}{z}\right)$

8、下面半边周期冲激序列的拉普拉斯变换为：



A.  $\frac{1}{1+e^{\frac{s}{2}}}$ ;     B.  $\frac{1}{1-e^{\frac{s}{2}}}$ ;     ☒ C.  $\frac{1}{1+e^{-\frac{s}{2}}}$ ;     D.  $\frac{1}{1-e^{-\frac{s}{2}}}$

9. 可能与下面 s 平面区域对应的 z 平面区域为 ( ):



10. 已知信号  $x(t)$  的最高频率为  $f_m$ 。在下面信号中，哪一个信号的奈奎斯特频率最大？

A.  $x\left(\frac{t}{4}\right)$ ; B.  $x^2(t)$ ; C.  $x(t) * x(t)$ ; D.  $x(t) \cdot x\left(\frac{t}{4}\right)$

*Handwritten notes below the options:*  
 A:  $\frac{1}{4}f_m$   
 B:  $f_m$   
 C:  $2f_m$   
 D:  $\frac{1}{4}f_m$

11. 下面连续时间 LTI 系统中，无失真传输系统包括有：

A.  $H(j\omega) = 2$ ;

B.  $H(j\omega) = 3e^{-j2\pi t_0 \omega}$

C.  $H(j\omega) = \begin{cases} 2e^{-j2\pi t_0 \omega} & |\omega| \leq \omega_c \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$ ;

D.  $H(j\omega) = 3e^{-j(2\pi t_0 \omega + \pi)}$

12. 下面因果连续时间 LTI 系统的系统函数  $H(s)$  所描述的系统是稳定系统包括有：

A.  $H(s) = \frac{100}{s+100}$

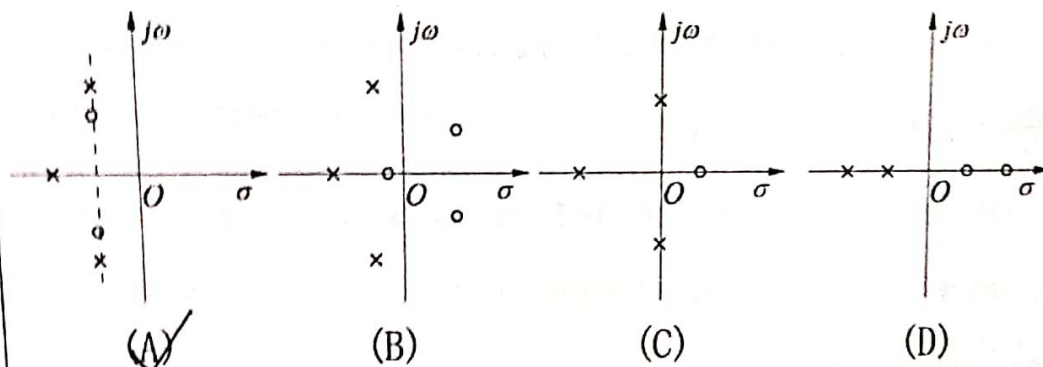
B.  $H(s) = \frac{8}{s-5}$

C.  $H(s) = \frac{s-10}{s^2+4s+29}$

D.  $H(s) = \frac{1}{s^2+16}$

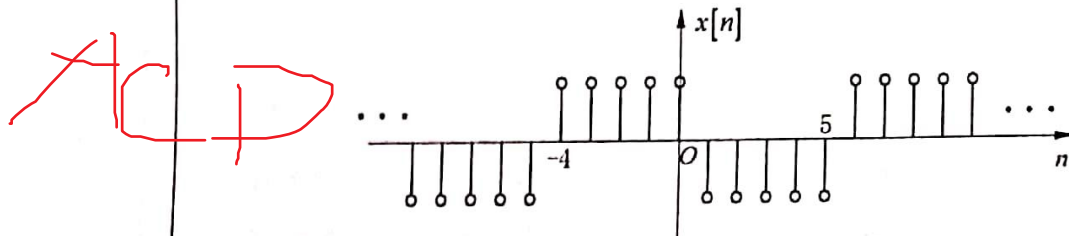
A

13、已知连续时间 LTI 系统函数  $H(s)$  的零极点分布如下图所示，属于最小相位系统包括有：



C

14、对于实数周期序列  $x[n]$ ，周期  $N=10$ 。它的傅里叶级数系数为  $X[k]$ 。下面关于  $X[k]$  叙述正确的包括：



☒ A.  $X[k] = X[k+10]$

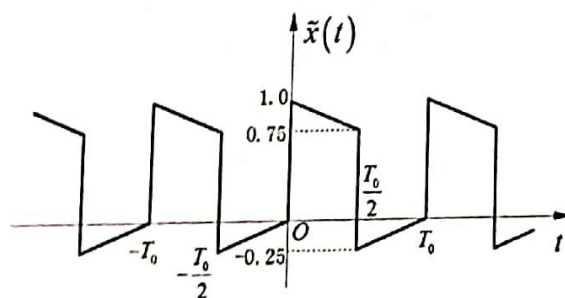
B.  $X[k] = X[-k]$

☒ C.  $X[0] = 0$

D.  $X[k]e^{j(\frac{2\pi}{5})k}$  对于所有  $k$  此式取值为实数。

AB

15、下面周期信号中的频率成分包括有：



☒ A. 直流分量； ☒ B. 奇次谐波； C. 偶次谐波； D. 有限个谐波

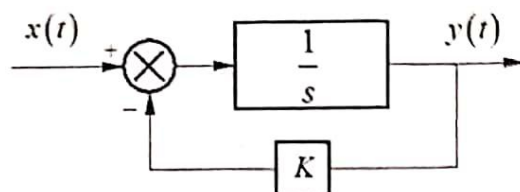


二、判断对错题：(10×1=10 分，正确画√，错误画×，结果写在试卷前面的答案表格 2 中)

- 1、两个非因果系统串联一定是非因果系统。 ☒
- 2、已知连续时间 LTI 系统的单位阶跃响应为  $g(t)$ ，输入信号为  $x(t)$ ，则系统的零状态输出为： $y_{zs}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x'(\tau)g(t-\tau)d\tau$ 。 ☒
- 3、已知连续时间 LTI 系统的单位冲激响应等于  $h(t) = e^{-t} \sin(\omega_0 t)$ ，则系统是稳定系统。 ☒
- 4、对于连续时间信号如果它的拉普拉斯变换存在  $H(s)$ ，且收敛域包括虚轴，那么它对应的傅里叶变换为  $H(j\omega)$ 。 ☒
- 5、如果 LTI 系统的幅频特性在整个频率范围内是常量，那么系统是无失真传输系统。 ☒
- 6、存在信号本身与它的频谱都是有限长的信号。 ☒
- 7、任何 LTI 系统函数为有理分式的系统都可以分解成一个最小相位系统和一个全通系统的串联。 ☒
- 8、如果一个系统输入  $e^{j\omega t}$ ，它的稳态输出为  $\cos(\omega t)$ ，该系统为线性时不变系统。 ☒
- 9、对于离散时间系统的系统函数所有的零极点都位于单位圆内，该系统为因果系统。 ☒
- 10、如果稳定的 LTI 系统函数具有一个靠近虚轴的极点，那么在极点对应虚轴所在的频率附近，系统的幅频特性有一个谷点，相位呈现上升趋势。 ☒

三、填空题：(10×2=20 分，将答案写在题目中空线上)

- 1、下面系统中为了保证系统是稳定的，参数 K 取值范围是：  $(0, +\infty)$ 。

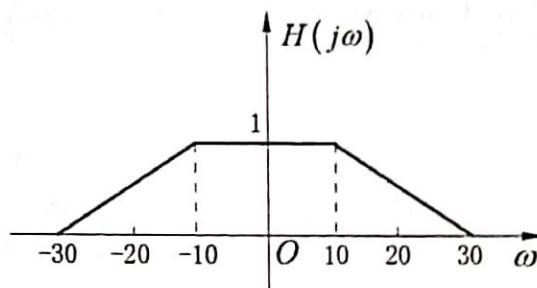


2、已知序列  $x[k] = \{2, 1, -1, 0, 3, 2, 0, -3, -4\}$ ，第一个数字对应  $k=0$ 。它对应的离散序列傅里叶变换(DTFT)是  $X(e^{j\omega})$ ，那么  $X(e^{j\pi}) = \underline{0}$ 。  $\sum \text{偶} - \sum \text{奇}$   
 $0 - 0$

3、已知序列  $x[n]$  对应的 Z 变换为  $X(z)$ ，那么它的抽点三倍压缩序列信号  $x_1[n] = x\left[\frac{n}{3}\right]$  对应的 Z 变换为  $\underline{X(z^3)}$ 。

4、已知连续时间 LTI 系统在激励函数  $u(t)$  作用下，系统的零状态输出为  $y(t) = e^{-t}u(t)$ 。那么系统的系统函数为：  $\underline{H(s) = \frac{s}{s+1}}$ 。

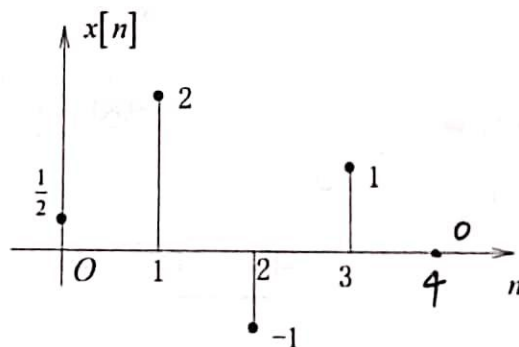
5、已知某 LTI 系统的频谱响应如下图所示：



如果系统输入信号为：  $x(t) = 4 + 4\cos(10t) + 2\cos(20t) + \cos(30t) + \sin(40t)$

那么系统的稳态响应  $y_{ss}(t) = \underline{4 + 4\cos(10t) + \cos(20t)}$ 。

6、已知序列长度为  $N=4$ ，如下图所示：



$$y[n] = x[n] \otimes_5 x[n]$$

则  $y[3] = \underline{-3}$ 。(其中  $\otimes_5$  是长度为 5 的圆卷积)

7、理想  $90^\circ$  相移器的频率响应  $H(j\omega)$  定义为:  $H(j\omega) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi}{2}} & \omega > 0 \\ e^{j\frac{\pi}{2}} & \omega < 0 \end{cases}$ 。输入信号为

$x(t) = \sin(t)$ ,  $-\infty < t < \infty$ , 则系统的零状态输出  $y_{zs}(t) = -\cos(\omega t)$ 。

8、已知  $X(z) = \frac{z^3}{(z-1)(z-0.25)(z-0.5)}$ , 则  $x[0] = 1$ ,  $x[\infty] = 2.67$ 。

9、已知信号  $x(t)$  的拉普拉斯变换为  $X(s) = \frac{2s^2+1}{s(s+2)}$ ,  $\text{Re}(s) > 0$ , 则信号的初值

$x(0_+) = -4$ , 信号的终值  $x(+\infty) = 0.5$ 。

10、已知离散时间信号  $x[n] = u[n] * (-1)^n u[n]$ ,  $x[n]$  的 z 变换  $X(z) = \frac{z^2}{z^2-1}$ 。

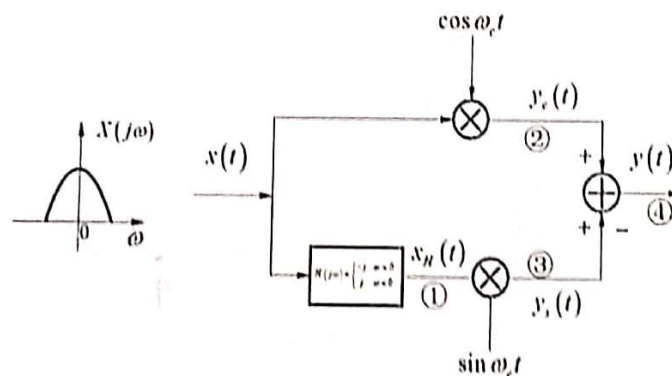
四、简答题: (3+3+4=10 分, 将答案写在答题纸上, 注明题目标号)

1、简单叙述使用 DFT 分析连续时间信号的频谱过程中, 可能产生的频谱误差以及相应的解决方法。

2、简要叙述序列的 ZT, DTFT, DFT, FFT 之间的关系。

3、下图(A)显示了使用移相方法实现单边带调幅的系统框图。输入信号  $x(t)$  是调制信号,

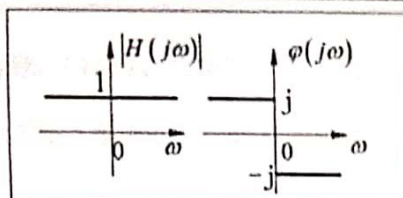
$\sin \omega_c t, \cos \omega_c t$  是载波信号。系统  $H(j\omega)$  是移相系统, 也称 Hilbert 变换器, 它频率特性如图 (B) 所示,



(A)

注: 4 处的综合器下面支路的极性, 可以选择是加号, 也可以选择是减号。只要按照一种极性进行分析即可。





$$H(j\omega) = \begin{cases} -j & (\omega > 0) \\ j & (\omega < 0) \end{cases}$$

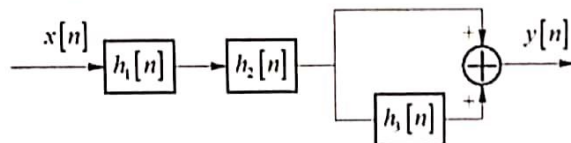
(B)

请绘制系统中 1,2,3,4 处的频谱。

五、计算题：(5×5=25 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号)

1、已知信号  $f(t)$  的频谱  $F(\omega) = \text{Im} \left\{ e^{-j3\omega} \frac{1}{j\omega + 2} \right\}$ ，求信号  $f(t)$  的表达式

2、已知离散时间 LTI 系统结构如下图所示，其中各子系统的单位冲击响应序列分别为：



$$h_1[n] = 2\delta[n-1]$$

$$h_2[n] = 0.5^n u[n]$$

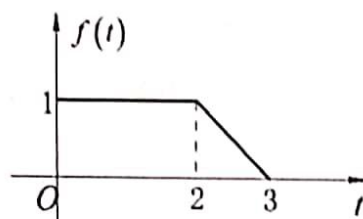
$$h_3[n] = 3u[n]$$

求系统的单位冲激响应序列  $h[n]$ 。

3、已知某一  $z$  变换的象函数  $X(z) = \frac{z^2}{(z-0.5)(z-1)}$ ，收敛域为  $0.5 < |z| < 1$ ，求出原序列。

4、求下面两个信号的拉普拉斯变换：

(1) 信号的波形如下图所示：



(2)  $f(t) = te^{-2t} \cos(\omega_0 t) \cdot u(t)$

5、已知有限长序列  $x[k]$  的 DTFT 为  $X(e^{j\omega})$ ，对  $X(e^{j\omega})$  在一个周期  $[0, 2\pi]$  内进行  $N$  点的抽样得到离散频谱  $X[m]$ ，即  $X[m] = X(e^{j\omega}) \Big|_{\omega = \frac{2\pi}{N}m}$ 。如果  $x[k]$  取值如下，是确定  $X[m]$  进行 DFT 反变换后对应的序列  $y[k]$ 。这里取  $N = 5$ 。

(1)  $x[k] = \{1, 2, 3, 4\}$

(2)  $x[k] = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

六、系统分析题：(10 分，将答案写在答题纸上)

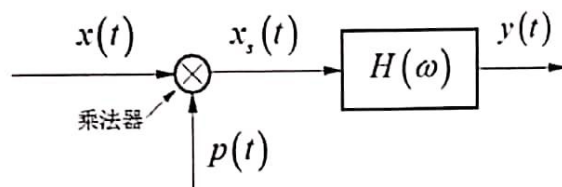
在下图所示的系统(图 A)中， $x(t)$  的频谱为  $X(\omega)$ ，如图(C)所示。信号  $p(t)$  是一个周期矩形脉冲信号，如图(B)所示。两者相乘之后，得到信号  $x_s(t)$ 。系统  $H(\omega)$  是一个低通滤波器。

(1) 写出信号  $p(t)$  的频谱  $P(\omega)$ ；

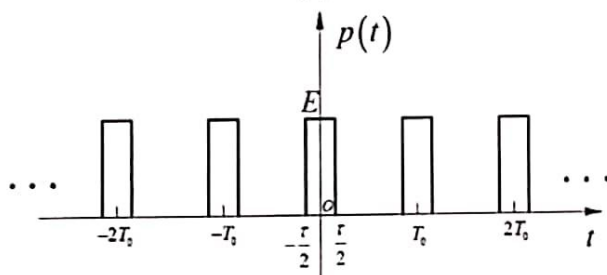
(2) 写出信号  $x_s(t)$  的频谱  $X_s(\omega)$ ；(注：使用  $X(\omega)$  表示。)

(3) 如果  $x(t)$  的最高频率为  $\omega_m$ ，那么为了使得  $x_s(t)$  的频谱  $X_s(\omega)$  频谱不混叠， $T_0$  最大可取多大？

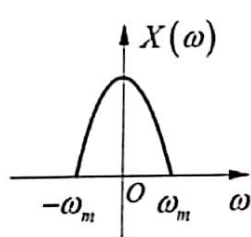
(4) 如果使得低通滤波器的输出等于  $x(t)$ ，那么滤波器的截止频率  $\omega_p$  和通带增益  $M$  应该取多大？



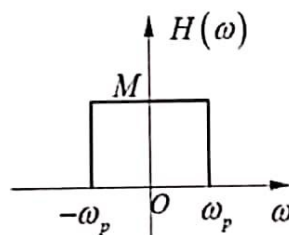
(A)



(B)



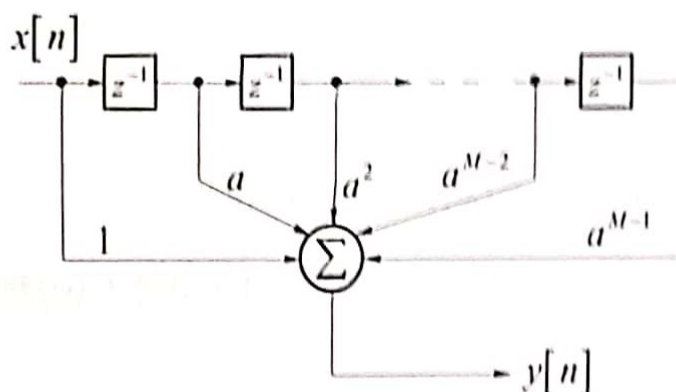
(C)



(D)

七、系统分析题：（10 分，将答案写在答题纸上，注明题目标号）

已知横向数字滤波器的结构如下图所示。试以  $M=8$ ,  $a>1$  为例，



- (1) 写出差分方程；
- (2) 求系统函数  $H(z)$ ；
- (3) 求单位样值响应  $h[n]$ ；
- (4) 画出  $H(z)$  的零极点图；
- (5) 粗略画出系统的幅度响应；（可以假设  $a=1.25$ ）