第一章　课后习题汇总

《第一次课后作业》

3　对下列每一个信号求 P_∞ 和 E_∞：

(a) $x_1(t)=e^{-2t}u(t)$　　(b) $x_2(t)=e^{j(2t+\pi/4)}$　　(c) $x_3(t)=\cos(t)$

(d) $x_1[n]=(\frac{1}{2})^n u[n]$　　(e) $x_2[n]=e^{j(\pi/2n+\pi/8)}$　　(f) $x_3[n]=\cos(\frac{\pi}{4}n)$

4　设 $x[n]=0$， $n<-2$，和 $n>4$，对以下每个信号确定其值保证为零的 n 值。

(a) $x[n-3]$　(b) $x[n+4]$　(c) $x[-n]$　(d) $x[-n+2]$　(e) $x[-n-2]$

5　设 $x(t)=0$， $t<3$，对以下每个信号确定其值保证为零的 t 值。

(a) $x(1-t)$　(b) $x(1-t)+x(2-t)$　(c) $x(1-t)x(2-t)$　(d) $x(3t)$　(e) $x(t/3)$

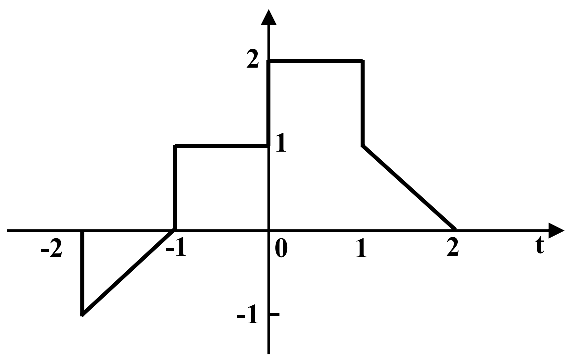
12 考虑离散时间信号

$$x[n]=1-\sum_{k=3}^{\infty}\delta[n-1-k]$$

试确定整数 M 和 n_0 的值，以使得 $x[n]$ 可以表示为

$$x[n]=u[Mn-n_0]$$

21　一个连续时间信号 $x(t)$，如下图所示，请画出下列信号并给以标注。



(c) $x(2t+1)$　(d) $x(4-t/2)$　(e) $[x(t)+x(-t)]u(t)$

《第二次课后作业》

15　考虑一个系统 S，其输入为 $x[n]$，输出为 $y[n]$，这个系统是经由系统 S_1 和 S_2 级联后得到的，S_1 和 S_2 的输入-输出关系为

S_1： $y_1[n]=2x_1[n]+4x_1[n-1]$

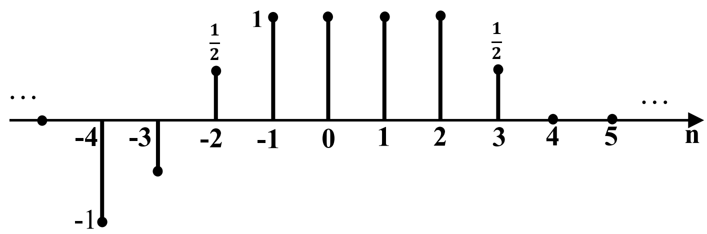
S_2： $y_2[n] = x_2[n-2] + \frac{1}{2}x_2[n-3]$

这里 $x_1[n]$ 和 $x_2[n]$ 都为输入信号。

(a) 求系统 S 的输入-输出关系。

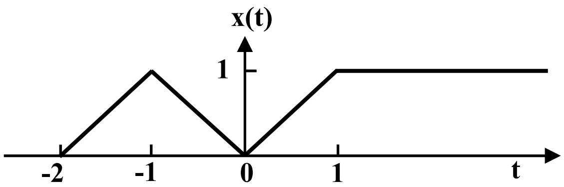
(b) 若 S_1 和 S_2 的级联次序颠倒的话（也即 S_1 在后），系统 S 的输入-输出关系改变吗？

22 一个离散时间信号 $x[n]$，如下图所示，请画出下列信号并给以标注。



(b) $x[3-n]$ (d) $x[3n+1]$ (g) $\frac{1}{2}x[n] + \frac{1}{2}(-1)^n x[n]$ (h) $x[(n-1)^2]$

23 确定并画出下图所示信号的奇部和偶部，并给以标注。

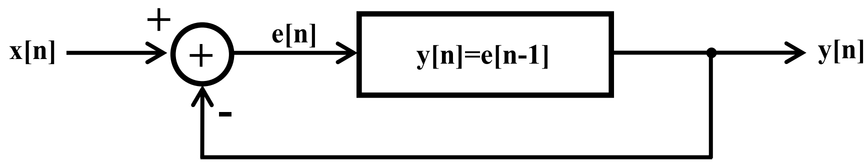


26 判定下列离散时间信号的周期性；若是周期的，确定它的基波周期。

(a) $x[n] = \sin(\frac{6\pi}{7}n+1)$ (b) $x[n] = \cos(\frac{n}{8}-\pi)$ (c) $x[n] = \cos(\frac{\pi}{8}n^2)$

(d) $x[n] = \cos(\frac{\pi}{2}n)\cos(\frac{\pi}{4}n)$ (e) $x[n] = 2\cos(\frac{\pi}{4}n) + \sin(\frac{\pi}{8}n) - 2\cos(\frac{\pi}{2}n + \frac{\pi}{6})$

46 考虑如下图所示的反馈系统，假设 $n<0$， $y[n]=0$



(a) 当 $x[n] = \delta[n]$ 时，画出输出图形。

(b) 当 $x[n] = u[n]$ 时，画出输出图形。

《第三次课后作业》

16 考虑一个离散时间系统，其输入为 $x[n]$，输出为 $y[n]$，系统的输入-输出关系为 $y[n] = x[n]x[n-2]$，

(a) 系统是无记忆的吗？

(b) 当输入为 $A\delta[n]$， A 为任意实数或复数，求系统输出。

(c) 系统是可逆的吗？

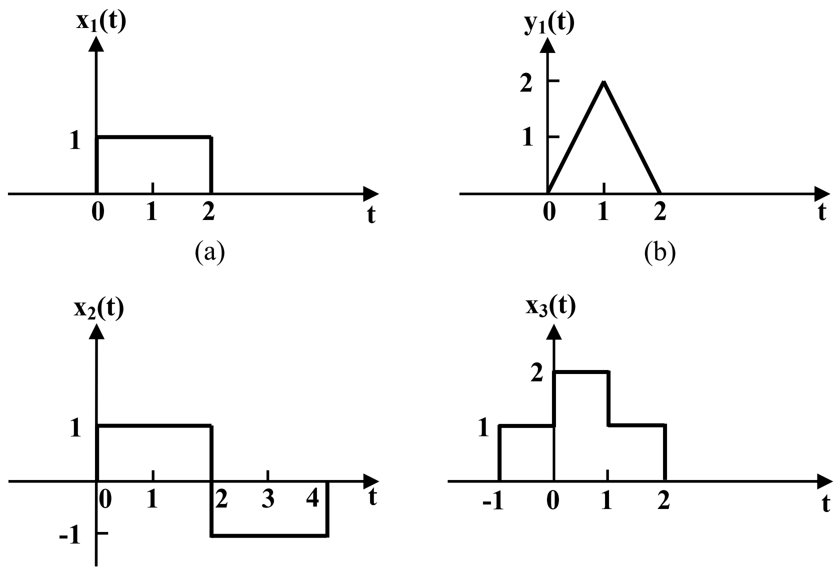
28 系统的一般性质主要包括：（1）无记忆；（2）时不变；（3）线性；（4）因果；（5）稳定。对以下离散时间系统，确定上述性质哪些成立，哪些不成立，并陈述你的理由。其中 $y[n]$ 和 $x[n]$ 分别记作系统的输出和输入。

(a) $y[n]=x[-n]$ (c) $y[n]=nx[n]$ (e) $y[n]=\begin{cases} x[n], & n\ge 1 \\ 0, & n=0 \\ x[n+1], & n\le 1 \end{cases}$ (g) $y[n]=x[4n+1]$

31 线性时不变性质的一个重要结果就是一旦知道了一个线性系统或线性时不变（LTI）系统对某一输入的响应，或者对若干个输入的响应，就能直接计算出对许多其他输入信号的响应，据此试分析如下问题：

(i) 考虑一个 LTI 系统，它对示于图(a)中的信号 $x_1(t)$ 的响应为 $y_1(t)$，如图(b)所示，确定并画出该系统对示于图(c)的信号 $x_2(t)$ 的响应。

(ii) 确定并画出上述系统对示于图(d)的信号 $x_3(t)$ 的响应。



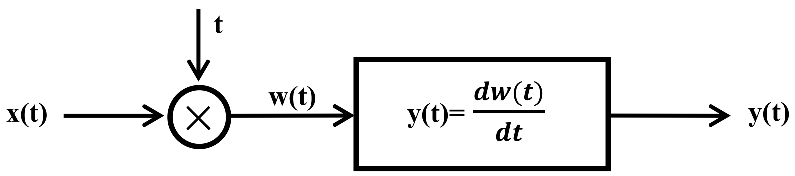
47 下面哪个系统是增量线性的？为什么？如果某一系统是增量线性的，请将线性系统和零输入响应 $y_0[n]$ 或 $y_0(t)$ 鉴别出来，并将其表示成极坐标形式。

(a) $y[n]=n+x[n]+2x[n+4]$

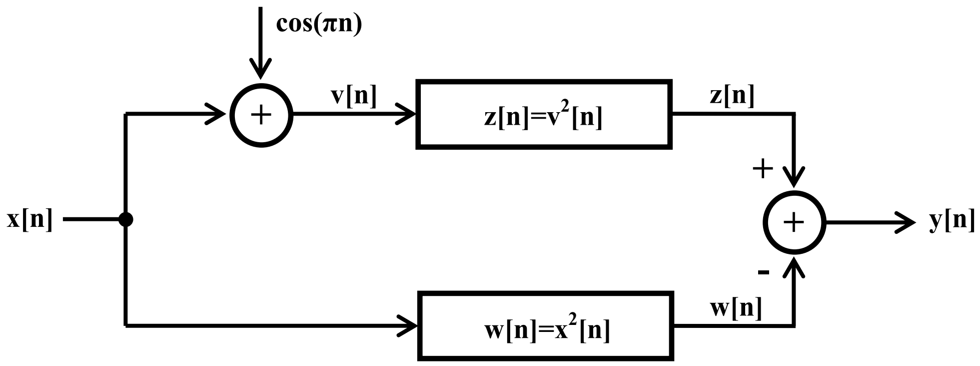
(b) $y[n]=\begin{cases} n/2, & n\text{ 为偶} \\ (n-1)/2+\sum\limits_{k=-\infty}^{(n-1)/2} x[k], & n\text{ 为奇} \end{cases}$

(c) $y[n]=\begin{cases} x[n]-x[n-1]+3, & \text{若 } x[0]\ge 0 \\ x[n]-x[n-1]-3, & \text{若 } x[0]<0 \end{cases}$

(d) 系统如下图所示：



(e) 系统如下图所示：



本章习题内容校对

1、题 22 所提供的图中，离散信号 $x[n]$ 在 $n=-3$ 处的函数值应为 $-\frac{1}{2}$。在本章的《第二次课后作业》中已做纠正。

2、题 28 中的第（g）子问题，表达式中的 $g[n]$ 应该为 $y[n]$。在本章的《第三次课后作业》中已作纠正。

第二章　课后习题汇总

《第一次课后作业》

1　设 $x[n]=\delta[n]+2\delta[n-1]-\delta[n-3]$ 和 $h[n]=2\delta[n+1]+2\delta[n-1]$，计算并画出下列各卷积：

(a) $y_1[n]=x[n]*h[n]$　　(b) $y_2[n]=x[n+2]*h[n]$　　(c) $y_3[n]=x[n]*h[n+2]$

5　设　$x[n]=\begin{cases}1, & 0\le n\le 9\\ 0, & 其余\ n\end{cases}$ 和 $h[n]=\begin{cases}1, & 0\le n\le N\\ 0, & 其余\ n\end{cases}$

式中 $N\le 9$ 是一个整数。已知 $y[n]=x[n]*h[n]$　和　$y[4]=5$，$y[14]=0$，

试求 N 为多少。

21 计算下列各对信号的卷积 $y[n]=x[n]*h[n]$：

(a) $\left.\begin{array}{l}x[n]=\alpha^n u[n]\\ h[n]=\beta^n u[n]\end{array}\right\}\alpha\ne\beta$　　(c) $x[n]=(-\frac{1}{2})^n u[n-4],\ h[n]=4^n u[2-n]$

11 令　　$x(t)=u(t-3)-u(t-5)$ 和 $h(t)=e^{-3t}u(t)$

(a) 求 $y(t)=x(t)*h(t)$　　(b) 求 $g(t)=(dx(t)/dt)*h(t)$　　(c) $g(t)$ 与 $y(t)$ 是何关系？

16 对下列说法，判断是对或是错：

(a) 若 $n<N_1$，$x[n]=0$ 和 $n<N_2$，$h[n]=0$，那么 $n<N_1+N_2$，$x[n]*h[n]=0$

(b) 若 $y[n]=x[n]*h[n]$，则 $y[n-1]=x[n-1]*h[n-1]$

(c) 若 $y(t)=x(t)*h(t)$，则 $y(-t)=x(-t)*h(-t)$

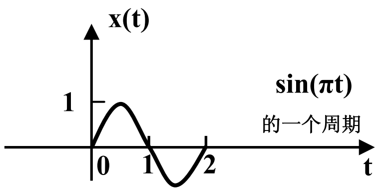
(d) 若 $t>T_1$，$x(t)=0$ 和 $t>T_2$，$h(t)=0$，则 $t>T_1+T_2$，$x(t)*h(t)=0$

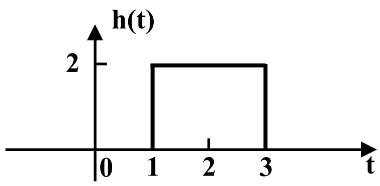
《第二次课后作业》

22 计算单位冲激响应为 $h(t)$ 的 LTI 系统在给定输入为 $x(t)$ 时的响应 $y(t)$，并简要地画出计算结果。

(b) $x(t)=u(t)-2u(t-2)+u(t-5)$，$h(t)=e^{2t}u(1-t)$

(c) $x(t)$ 和 $h(t)$ 如下图所示：





44 (a) 若 $x(t)=0$，$|t|>T_1$ 和 $h(t)=0$，$|t|>T_2$　则 $x(t)*h(t)=0$，$|t|>T_3$，T_3 是某个整数。试用 T_1 和

T_2 来表示 T_3。

(b) 一个离散时间 LTI 系统输入为 $x[n]$，单位脉冲响应为 $h[n]$，输出为 $y[n]$。若已知 $h[n]$ 在 $N_0 \le n \le N_1$ 区间外都是零，同时 $x[n]$ 在 $N_2 \le n \le N_3$ 区间以外都是零，那么输出 $y[n]$ 除了在某一区间 $N_4 \le n \le N_5$ 内，其余地方也都是零。

(i) 利用 N_0，N_1，N_2 和 N_3 来确定 N_4 和 N_5。

(ii) 若间隔 $N_0 \le n \le N_1$ 的长度为 M_h，$N_2 \le n \le N_3$ 的长度为 M_x，同时 $N_4 \le n \le N_5$ 的长度为 M_y，请用 M_h 和 M_x 表示 M_y。

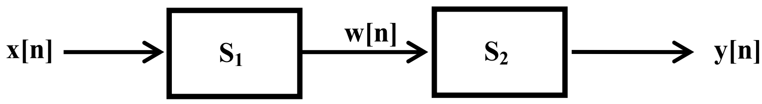
13 考虑一个离散时间系统 S_1，其单位脉冲响应为

$$h[n] = (\frac{1}{5})^n u[n]$$

(a) 确定整数 A 使得 $h[n] - Ah[n-1] = \delta[n]$ 成立。

(b) 利用(a)中的结果，求 S_1 的逆系统 S_2 (LTI)的单位脉冲响应。

19 考虑如下图所示的两个系统 S_1 和 S_2 的级联：



S_1：因果 LTI，$w[n] = \frac{1}{2} w[n-1] + x[n]$；

S_2：因果 LTI，$y[n] = \alpha y[n-1] + \beta w[n]$。

$x[n]$ 与 $y[n]$ 的关系由下面的差分方程给出：$y[n] = -\frac{1}{8} y[n-2] + \frac{3}{4} y[n-1] + x[n]$

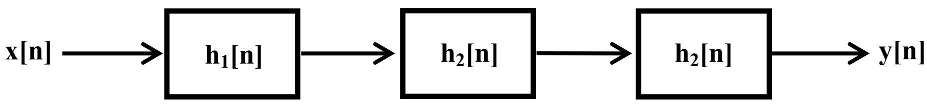
(a) 求 α 和 β。

(b) 给出 S_1 和 S_2 级联后的单位脉冲响应。

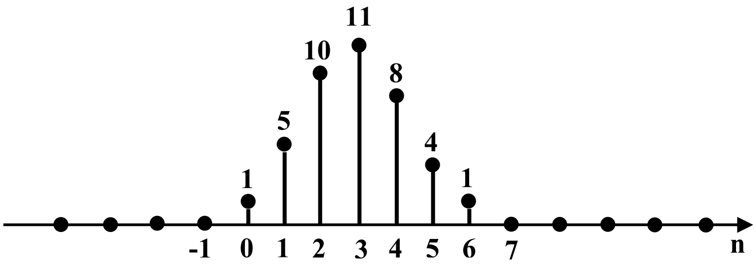
24 考虑图（a）中三个因果 LTI 系统的级联，其中单位脉冲响应 $h_2[n]$ 为

$$h_2[n] = u[n] - u[n-2]$$

整个系统的单位脉冲响应如图（b）所示。



(a)



(b)

(a) 求 $h_1[n]$。　　　　(b) 求整个系统对输入 $x[n]=\delta[n]-\delta[n-1]$ 的响应。

28　下面均为离散时间 LTI 系统的单位脉冲响应，试判定每一系统是否是因果和/或稳定的。陈述理由。

(a) $h[n]=(\frac{1}{5})^n u[n]$　　(c) $h[n]=(\frac{1}{2})^n u[-n]$　　(g) $h[n]=n(\frac{1}{3})^n u[n-1]$

《第三次课后作业》

29　下面均为连续时间 LTI 系统的单位冲激响应，试判定每一系统是否是因果和/或稳定的。陈述理由。

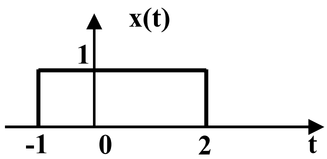
(b) $h(t)=e^{-6t}u(3-t)$　　(d) $h(t)=e^{2t}u(-1-t)$　　(f) $h(t)=te^{-t}u(t)$

40　(a) 考虑一个 LTI 系统，其输入和输出关系由如下方程确定

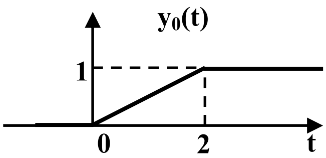
$$y(t)=\int_{-\infty}^{t} e^{-(t-\tau)}x(\tau-2)\mathrm{d}\tau$$

求该系统的单位冲激响应。

(b) 当输入信号如下图所示时，求系统的响应。



47　已知单位冲激响应为 $h_0(t)$ 的某一线性时不变系统，当输入为 $x_0(t)$ 时，输出 $y_0(t)$ 如下图所示。



现在给出下列输入和线性时不变系统的单位冲激响应：

输入 $x(t)$	单位冲激响应 $h(t)$
(a) $x(t)=2x_0(t)$	$h(t)=h_0(t)$
(b) $x(t)=x_0(t)-x_0(t-2)$	$h(t)=h_0(t)$
(c) $x(t)=x_0(t-2)$	$h(t)=h_0(t+1)$

(d) $x(t)=x_0(-t)$ $\qquad h(t)=h_0(t)$

(e) $x(t)=x_0(-t)$ $\qquad h(t)=h_0(-t)$

(f) $x(t)=x_0'(t)$ $\qquad h(t)=h_0'(t)$

[这里 $x_0'(t)$ 和 $h_0'(t)$ 分别为 $x_0(t)$ 和 $h_0(t)$ 的一阶导数]。

在每一种情况下，判断当输入为 $x(t)$、系统的单位冲激响应为 $h(t)$ 时，有无足够的信息来确定输出 $y(t)$。如果有可能确定 $y(t)$，请准确地画出 $y(t)$，并在图上标明数值。

48 判断下面有关 LTI 系统的说法是对或是错，并陈述理由。

(a) 若 $h(t)$ 是一个 LTI 系统的单位冲激响应，并且 $h(t)$ 是周期的且非零，则系统是不稳定的。

(b) 一个因果的 LTI 系统的逆系统总是因果的。

(c) 若 $|h[n]|\le K$（对每一个 n），K 为某已知数，则以 $h[n]$ 作为单位脉冲响应的 LTI 系统是稳定的。

(d) 若一个离散时间 LTI 系统的单位脉冲响应 $h[n]$ 为有限长，则该系统是稳定的。

(e) 若一个 LTI 系统是因果的，它就是稳定的。

(f) 一个非因果的 LTI 系统与一个因果的 LTI 系统级联，必定是非因果的。

(g) 当且仅当一个连续时间 LTI 系统的单位阶跃响应 $s(t)$ 是绝对可积的，即

$$\int_{-\infty}^{+\infty}|s(t)|\,\mathrm{d}t<\infty$$

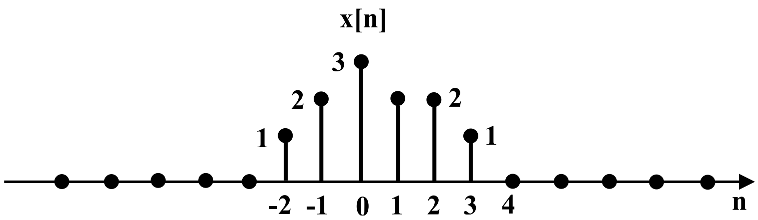
则该系统就是稳定的。

(h) 当且仅当一个离散时间 LTI 系统的单位阶跃响应 $s[n]$ 在 $n<0$ 是零，该系统就是因果的。

31 考虑一个初始松弛的 LTI 系统，其差分方程为

$$y[n]+2y[n-1]=x[n]+2x[n-2]$$

利用递归过程求该系统对下图所示的输入 $x[n]$ 的响应。



本章习题内容校对

1、题 48 的第(h)个子问题中，$s(t)$ 应为 $s[n]$。在本章的《第三次课后作业》中已作纠正。