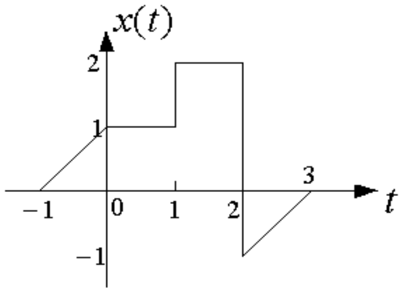
第 1 章 信号与系统(P43)

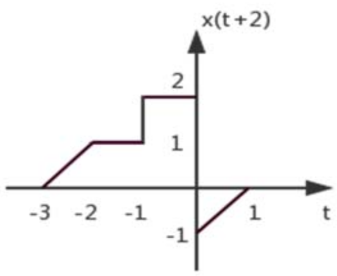
1.1 (1) 已知连续时间信号 $x(t)$ 如图 (a)所示。试画出下列各信号的波形图，并加以标注。

(c) $x(2t+2)$

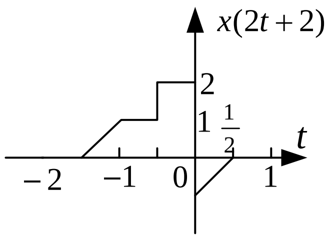


(a)

具体过程：
左移 2 得到:



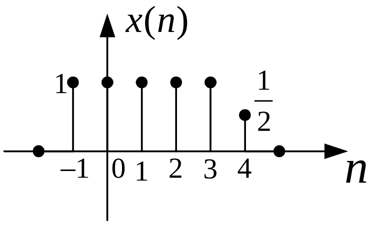
尺度变换得到:



(c)

1.2 (1) 已知离散时间信号 $x(n)$ 如图 (a)所示，试画出下列各信号的波形图，并加以标注。

$$\hat{x}(n)=\begin{cases} x(\frac{n}{3}), & n \\ 0，其他n \end{cases}$$

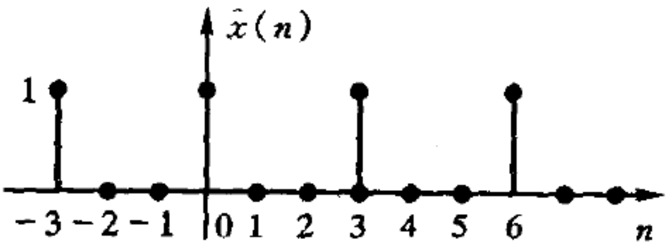


(a)

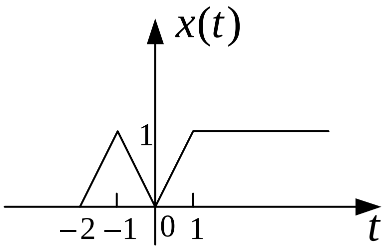
分析：书本 P19 信号的内插

$\hat{x}(n)$ 是通过对 $x(n)$ 两点之间插入两个零点来实现。

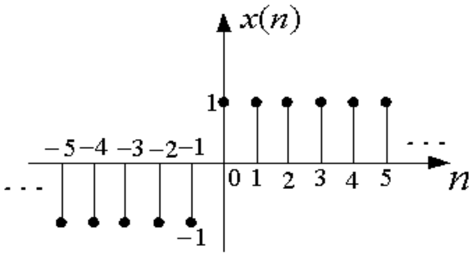
$\hat{x}(n)$ 为



1.3 画出图 P1.3 所给各信号的奇部和偶部。



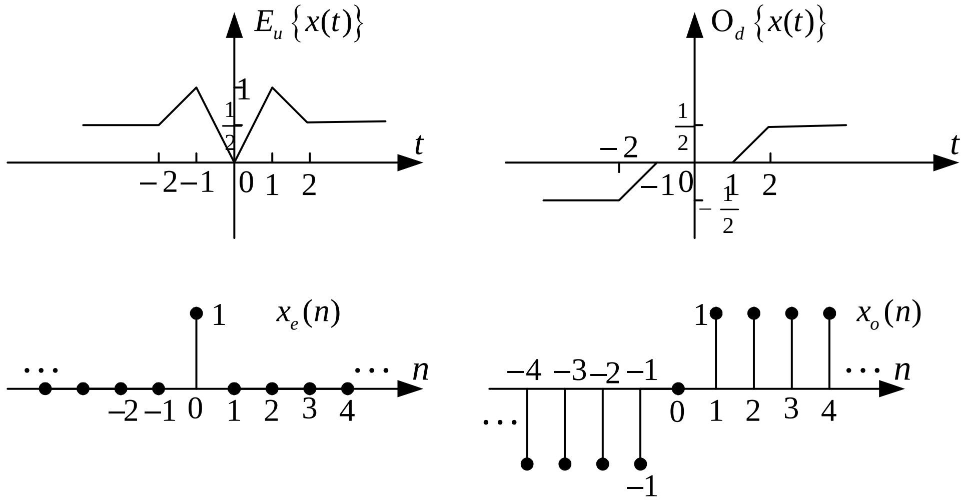
(b)



(c)

分析：书本 P14

$$\begin{cases} E_u\{x(t)\} = \left(x(t)+x(-t)\right)/2 \\ O_d\{x(t)\} = \left(x(t)-x(-t)\right)/2 \end{cases} \qquad \begin{cases} x_e(n) = \left(x(n)+x(-n)\right)/2 \\ x_o(n) = \left(x(n)-x(-n)\right)/2 \end{cases}$$



1.5 判断下列各信号是否是周期信号，如果是周期信号，求出它的基波周期。

(b) $x(n)=\cos(8\pi n/7+2)$

(c) $x(t)=e^{j(\pi t-1)}$

(g) $x(n)=\cos(n/4)\times\cos(n\pi/4)$

分析：书本 P11, P27, P24,

(b) $x(n)=\cos(8\pi n/7+2)$，周期信号，

$\because\ \omega_0=\dfrac{8\pi}{7}$，

$\therefore\ N=m\dfrac{2\pi}{\omega_0}=m\dfrac{2\pi}{8\pi/7}=\dfrac{7}{4}m$;　当$m$=4时基波周期$N_0=7$.　(P27)

验证：$x(n+7k)=\cos(8\pi(n+7k)/7+2)=\cos(8\pi n/7+2)=x(n)$　(P11)

(c) $x(t)=e^{j(\pi t-1)}$，周期信号，$T=2$。

$\because\ \Omega_0=\pi$，

$\therefore\ T=k\dfrac{2\pi}{|\Omega_0|}=k\dfrac{2\pi}{\pi}=2k$;　当$k$=4时基波周期$T_0=2$.　(P24)

(g) $\because\ \cos\dfrac{n}{4}$ 是非周期的，$\therefore\ x(n)$ 是非周期信号。

1.13 根据本章的讨论，一个系统可能是或者不是：①瞬时的；②时不变的；③线性的；④因果的；⑤稳定的。对下列各方程描述的每个系统，判断这些性质中哪些成立，哪些不成立，说明理由。

(a) $y(t)=e^{x(t)}$

(b) $y(n)=x(n)x(n-1)$

(f) $y(n)=nx(n)$

(a) 无记忆（瞬时的）。∵ 输出只决定于当前时刻 t 的输入，与其它时刻的输入无关。(P37)

非线性。∵ $e^{x_1(t)+x_2(t)}=e^{x_1(t)}e^{x_2(t)}=y_1(t)y_2(t)\neq y_1(t)+y_2(t)$ 不满足叠加性(P41)

时不变。∵ $e^{x(t-t_0)}=y(t-t_0)$ (P39)

因果。∵ 无记忆系统必然是因果的。输出只决定于当前时刻 t 的输入以及时刻 t 以前的输入。(P39)

稳定。∵ 当$|x(t)|\leq M$ 时，$|y(t)|=|e^{x(t)}|\leq e^{|x(t)|}\leq e^{M}$。 (P39)

(b) 记忆。∵ 输出不只决定于 n 时刻的输入，还决定于 n-1 时刻的输入。
非线性。∵ 系统不满足叠加性和齐次性。

时不变。∵ $x(n-n_0)x(n-n_0-1)=y(n-n_0)$。

因果。∵ 输出只与当时和以前的输入有关。

稳定。∵ 当 $x(n)$ 有界时，$x(n-1)$ 也有界，从而 $y(n)$ 必有界。

(f) 无记忆。∵ $y(n)$ 只与当时的输入有关。

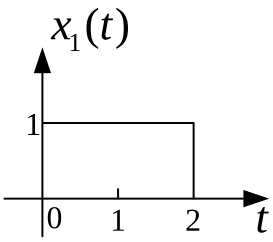
时变。∵ $nx(n-n_0)\neq y(n-n_0)=(n-n_0)x(n-n_0)$。

线性。∵ 系统满足叠加性和齐次性。
因果。∵无记忆系统必定是因果的。

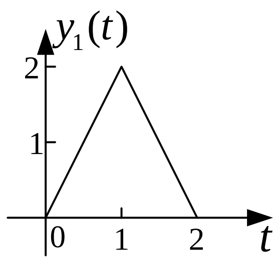
不稳定。∵ $x(n)$ 有界但 $n\to\infty$ 时，$y(n)\to\infty$。

1.16 已知某线性时不变系统对图 P1.16(a)所示信号 $x_1(t)$ 的响应是图 P1.16(b)所示的 $y_1(t)$。

分别确定该系统对图 P1.16(c)和(d)所示输入 $x_2(t)$ 和 $x_3(t)$ 的响应 $y_2(t)$ 和 $y_3(t)$，并画出其波形图。



(a)



(b)

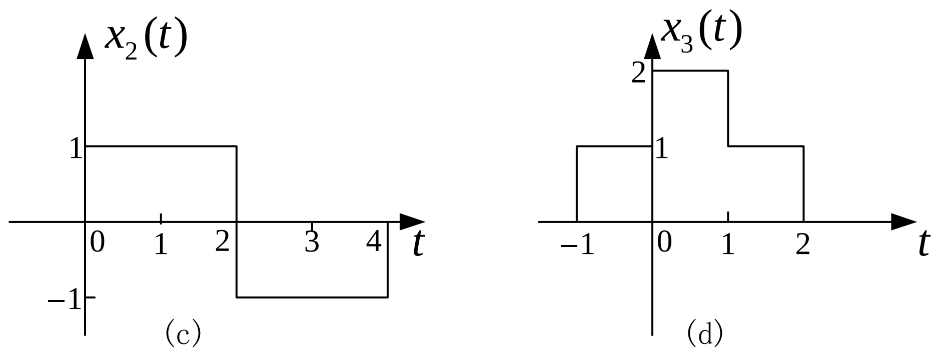


图 P1.16

分析:书本 P40

解： (a) $\because\ x_2(t)=x_1(t)-x_1(t-2)$ $\therefore\ y_2(t)=y_1(t)-y_1(t-2)$ 如图 PS1.16 (a)所示。

(b) $\because\ x_3(t)=x_1(t+1)+x_1(t)$ $\therefore\ y_3(t)=y_1(t+1)+y_1(t)$ 如图 PS1.16 (b)所示。

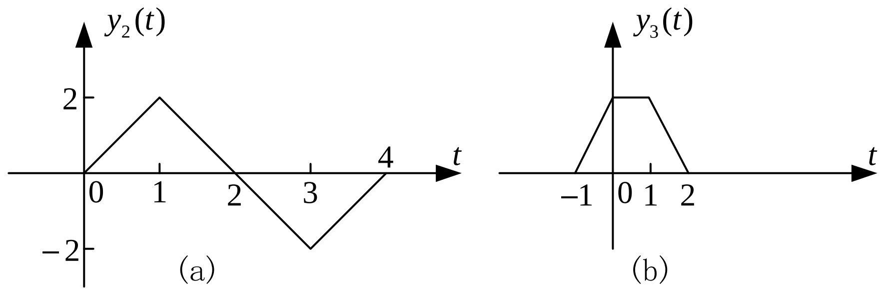
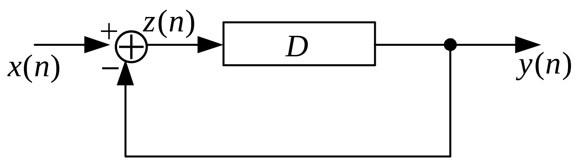


图 PS1.16

1.18 对图所示的反馈系统，假定 $n<0$ 是， $y(n)=0$。

(a) 当 $x_1(n)=\delta(n)$ 时，求输出 $y_1(n)$，并画出其波形图。

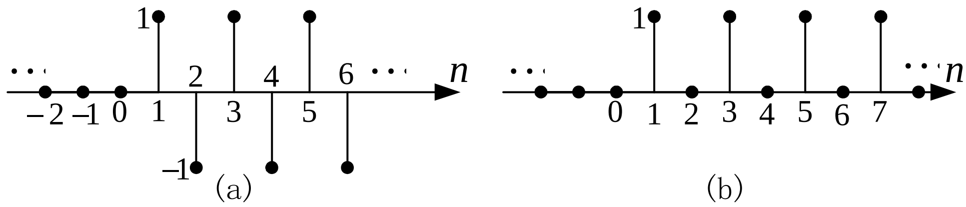
(b) 当 $x_2(n)=u(n)$ 时，求输出 $y_2(n)$，并画出其波形图。



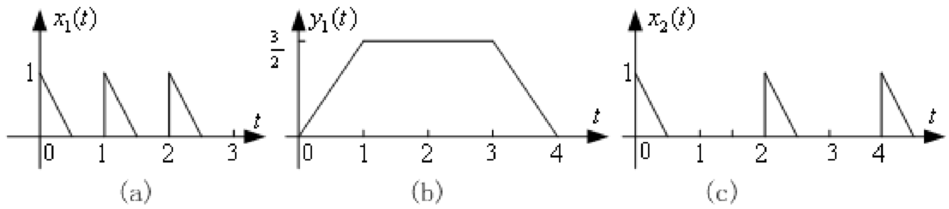
分析:书本 P35

(a) $y_1(n+1)=\delta(n)-y_1(n)\Rightarrow\begin{cases}y_1(0)=\delta(-1)-y_1(-1)=0\\ y_1(1)=\delta(0)-y_1(0)=1\\ y_1(2)=\delta(1)-y_1(1)=-1\\ y_1(3)=\delta(2)-y_1(2)=1\\ \vdots\end{cases}$ (P31)

(b) $y_2(n+1)=u(n)-y_2(n)\Rightarrow\begin{cases}y_2(0)=u(-1)-y_2(-1)=0\\ y_2(1)=u(0)-y_2(0)=1\\ y_2(2)=u(1)-y_2(1)=0\\ y_2(3)=u(2)-y_2(2)=1\\ \vdots\end{cases}$ （P29）



1.19 某线性时不变系统，当输入为图（a)所示的 $x_1(t)$ 时，输出 $y_1(t)$ 如图（b)所示。试求当输入为（c)所示的 $x_2(t)$ 时，系统的输出 $y_2(t)$。



解： 由观察可知 $x_2(t)=x_1(t)-x_1(t-1)+x_2(t-2)$

∵ 当输入为 $x_1(t)$ 时，输出为 $y_1(t)$

∴ 由 LTI 系统性质可知当输入为 $x_2(t)$ 时，输出 $y_2(t)=y_1(t)-y_1(t-1)+y_2(t-2)$。

（P40）