

11911214 杨鸿嘉

信号与系统



基本概念

Ch1 信号系统基本概念 Ch2 卷积与LTI系统

傅里叶变换

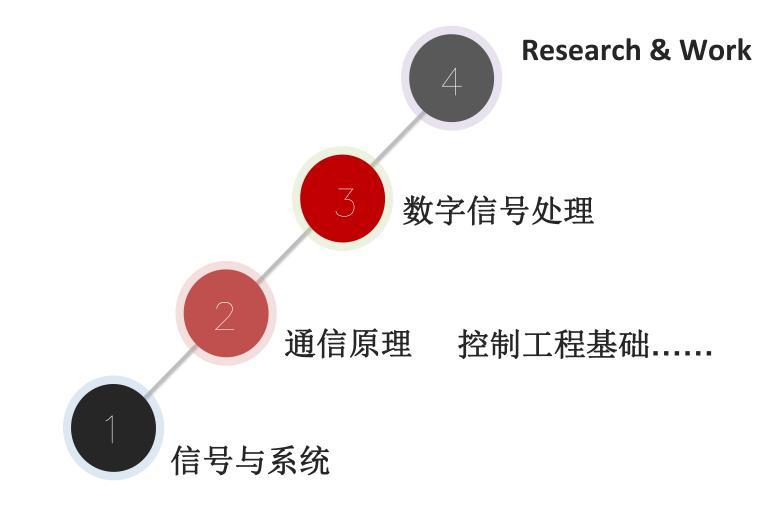
Ch3 周期信号傅里叶级数 Ch4 CT傅里叶变换 Ch5 DT傅里叶变换

信号系统应用

 Ch7 采样

 Ch8 通信系统





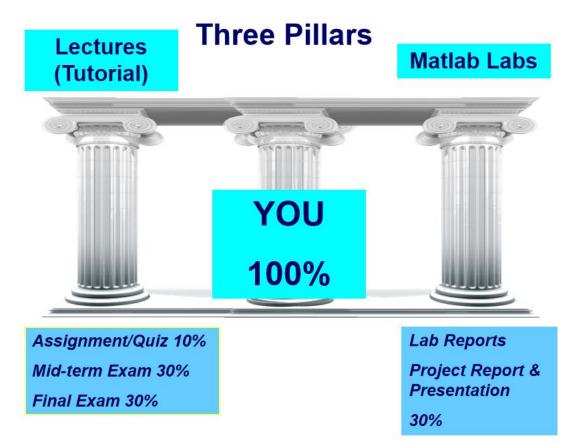
信号与系统

Final Exam 25%

Three Pillars

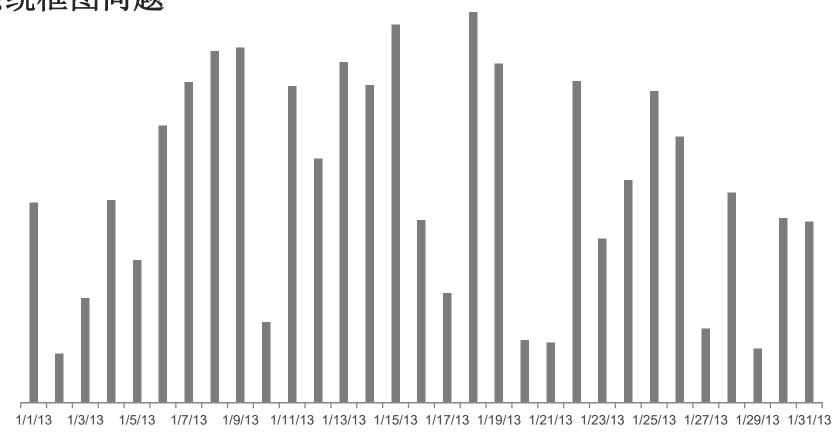


30%



计算题2道(卷积、傅里叶级数、傅里叶变换)

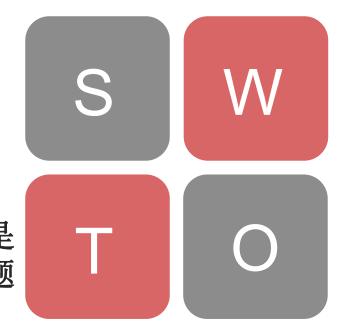
解答题4道 一阶系统框图问题



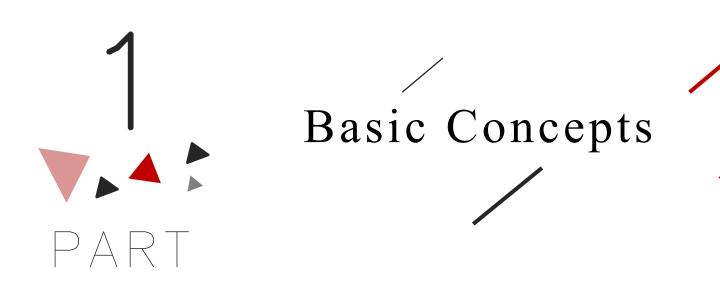
如何复习

作业一定要自己算,不要对着答案写!!!

最好的复习方法就是 重新做一遍作业题 (优先Assignments部分)



整理解题和计算技巧



1信号的分类

Continuous\Discrete-time 连续/离散

x(t)连续信号 x[n]离散信号,n必须是整数

Deterministic\Random Signal 确定/随机

Periodic Aperiodic 周期/非周期

CT x(t) = x(t + mT) T: period m: integer T_0 : Fundamental period: the smallest positive period

DT x[n] = x[n + mN] N: period

N₀: fundamental period: the smallest positive period

信号的分类

Even/Odd Signal 偶/奇信号

Even
$$x(t) = x(-t)$$
 or $x[n] = x[-n]$
Odd $x(t) = -x(-t)$ or $x[n] = -x[-n]$ $x(0) = 0$, and $x[0] = 0$

任意信号都能被拆分为一个偶信号和一个奇信号之和:

$$x(t) = x_{even}(t) + x_{odd}(t)$$
, where:
 $x_{even}(t) = [x(t) + x(-t)]/2$
 $x_{odd}(t) = [x(t) - x(-t)]/2$

Right/Left-Sided Signal

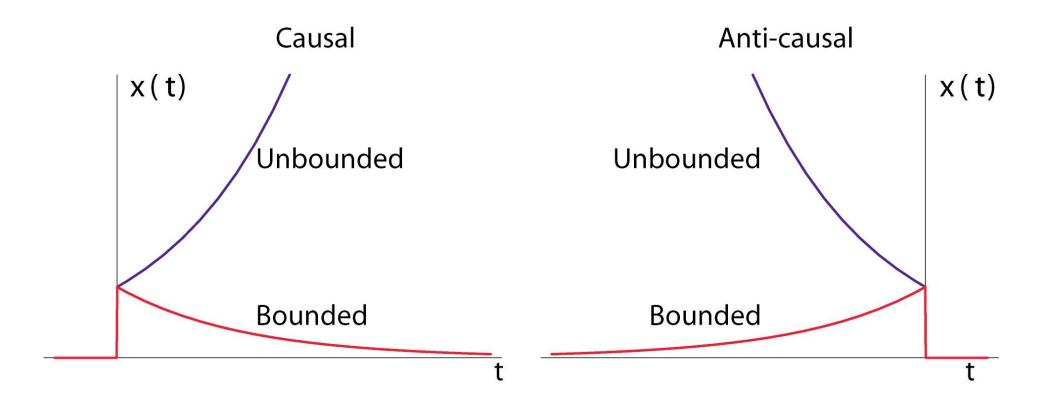
right-sided signal: zero for t < T

left-sided signal: zero for t > T

T可以为正也可以为负

1信号的分类

Bounded/Unbounded Signal



1信号的基本变换

Time Shift时移

$$x(t) \rightarrow x(t - t_0)$$
 , $x[n] \rightarrow x[n - n_0]$

Time Reversal时间反转

$$x(t) \rightarrow x(-t)$$

$$x(t) \to x(-t)$$
 , $x[n] \to x[-n]$

Time Scaling时间尺度转换 $x(t) \rightarrow x(at)$

$$, x[n] \rightarrow ?$$

平移反转问题: 先平移后反转

x(t) $\exists y(ax+b): x(t)----x(x+b)----x(ax+b)$

先由b的值将信号超前或时延

再由a的值将信号反转/线性扩展/线性压缩

反转只改变n前符号: x[n-1]反转: x[-n-1]

x[-n]右移1: x[-(n-1)]=x[1-ny] 平移要给n加括号:

$$x(t) = e^{j\omega t}$$

$$x[n] = e^{j\omega n}$$

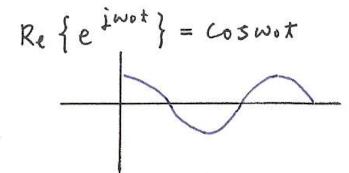
$$e^{i\theta} = \cos(\theta + j \sin \theta)$$
 $j = \sqrt{f}$ $\frac{1}{\sqrt{g}}$ $y \neq \lim_{z \to \infty} |z|$

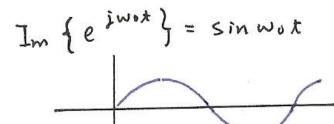
$$= re^{i\theta} \qquad r = |z| = \sqrt{x} + y^2 \qquad \text{if } magnitude$$

$$\theta = \sqrt{z} = \arctan(\frac{y}{x}) \qquad \text{if } phase \text{ angle}$$

$$z^* = x - jy = re^{-j\theta}$$

$$x(t) = e^{j\omega_0 t} = \cos(\omega_0 t) + j\sin(\omega_0 t)$$





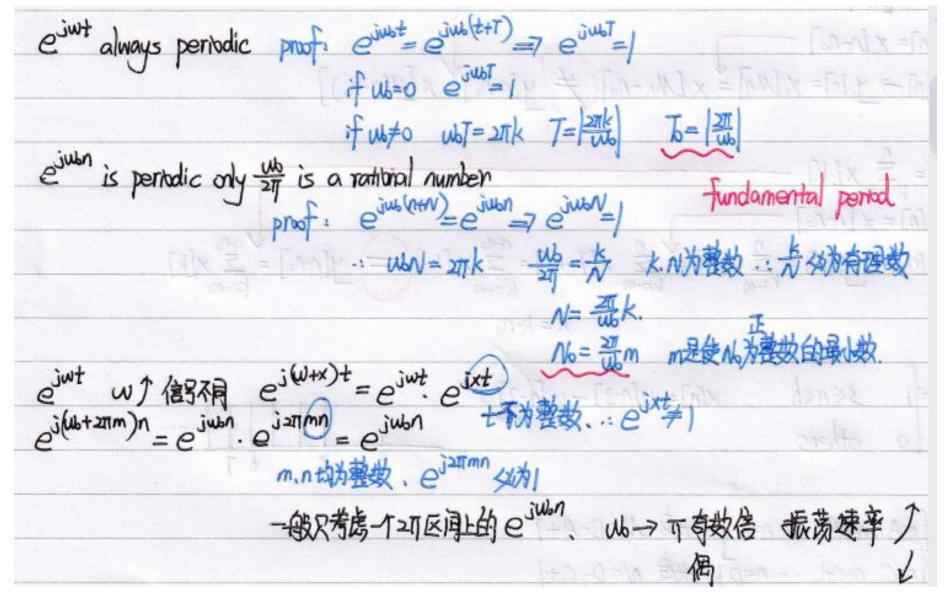


表 1.1 信号 el¹⁰0 ¹和 e¹⁰⁰0 ⁿ的比较

وأس د	e ^{jω} n" 頻率相差 2π 的整倍数,信号相同					
ω_0 不同,信号不同						
对任何 ωο 值都是周期的	仅当 $ω_0 = 2πm/N$ 时才是周期的,这里 $N(>0)$ 和 m 均为整数					
基波频率为 ω ₀	基波频率 * ω_0/m					
基波周期: $\omega_0=0$,无定义 $\omega_0\neq 0$, $2\pi/\omega_0$	$\omega_0 = 0$,无定义 基波周期:" $\omega_0 \neq 0$, $m(\frac{2\pi}{\omega_0})$					

这里假设m和N无任何公共因子。

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) $x[n] = \cos(\frac{\pi}{8}n^2)$

(c)
$$x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{8}n^2\right)$$

解 (a) 因 $\frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{6\pi/7}{2\pi} = \frac{3}{7} = \frac{m}{N}$,故x[n]是周期的,基波周期 N = 7

(b) 因为 $\frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1/8}{2\pi} = \frac{1}{16\pi}$ 不是一个有理数,所以 x[n] 是非周 期的。

(c)
$$x[n+N] = \cos\left[\frac{\pi}{8}(n+N)^2\right] = \cos\left(\frac{\pi}{8}n^2 + \frac{\pi}{4}nN + \frac{\pi}{8}N^2\right)$$

若 $\frac{\pi}{4}nN + \frac{\pi}{8}N^2 = 2k\pi(k)$ 为整数) 对所有的 n 成立,即 2nN +

 $N^2 = 16k$ 对所有 n 成立,则必须有 N^2 和 2N 均为 16 的整数倍,此时 x[n+N] = x[n],故 x[n] 是周期的,基波周期 N=8。

4 成谐波关系的信号集合Harmonically Related Signal Sets

$$\{\phi_k(t) = e^{jk\omega_0 t}, k = 0, \pm 1, \pm 2,\}$$

集合内全部信号都是周期的,公共周期 $T_0 = \frac{2\pi}{w_0}$

每个信号的

Fundamental Frequency $|kw_0|$

Fundamental Period $\left|\frac{2\pi}{kw_0}\right| = \left|\frac{T_0}{k}\right|$

$$\{\phi_k[n] = e^{jk(\frac{2\pi}{N})n}, \quad \mathbf{k} = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \}$$

集合内全部信号都是周期的,公共周期N每个信号的

Fundamental Frequency $|k\frac{2\pi}{N}|$

Fundamental Period $\left|\frac{N}{k}\right|$

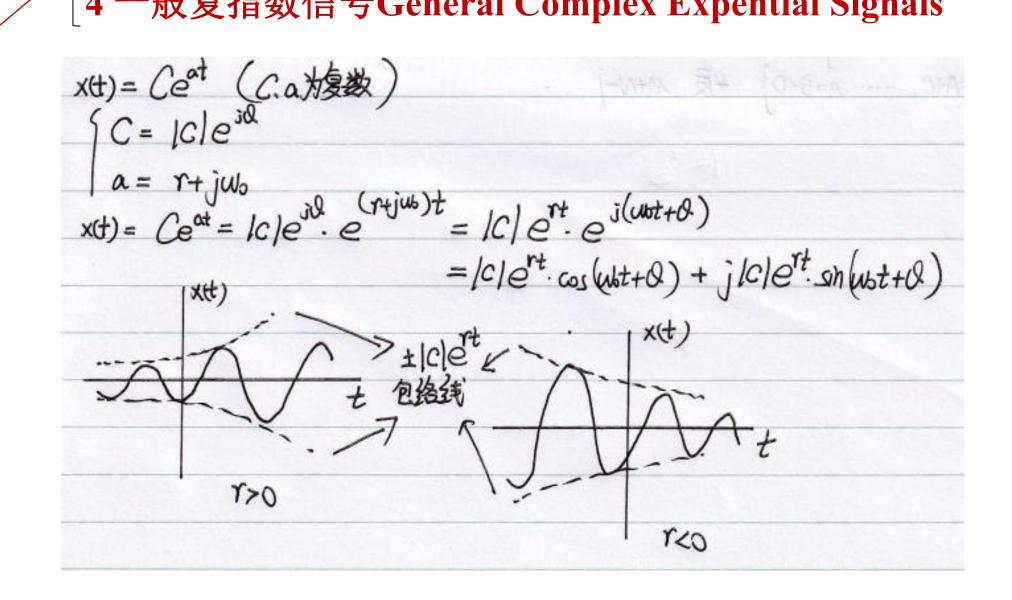
4 成谐波关系的信号集合Harmonically Related Signal Sets

这个集合中只有N个不同的信号 $\{\phi_k[n] = e^{jk(\frac{2\pi}{N})n}$, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ }

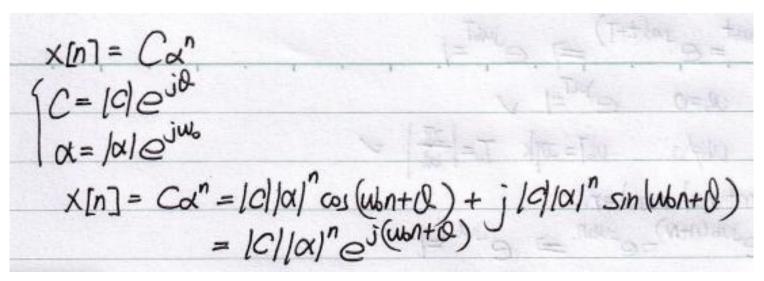
$$\phi_{k+N}[n] = e^{j(k+N)(\frac{2\pi}{N})n} = e^{jk(\frac{2\pi}{N})n} \cdot e^{j2\pi n} = e^{jk(\frac{2\pi}{N})n} = \phi_k[n]$$

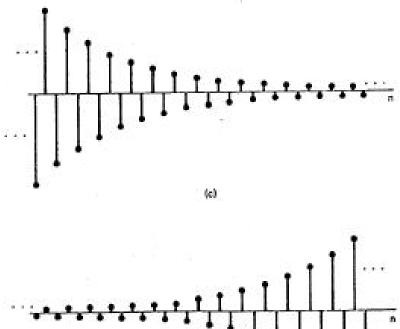
 $\phi_0[n] = 1$, $\phi_1[n] = e^{i2\pi n/N}$, $\phi_2[n] = e^{i4\pi n/N}$, ..., $\phi_{N-1}[n] = e^{i2\pi(N-1)\pi/N}$ (1.62) 是全不相同的, 而任何其它的 $\phi_k[n]$ 都将与上列中的一个相同(例如 $\phi_N[n] = \phi_0[n]$ 和 $\phi_{-1}[n] = \phi_{N-1}[n]$)。

一般复指数信号General Complex Expential Signals



4 一般复指数信号General Complex Expential Signals





最简单的离散时间信号之一就是单位 脉冲(或单位样本),定义为

$$\delta[n] = \begin{cases} 0, & n \neq 0 \\ 1, & n = 0 \end{cases}$$
 (1.63)



 $\delta[n]$

单位冲激的选择性

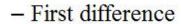
$$x[n] \delta[n] = x[0] \delta[n]$$

$$x[n] \delta[n-n_0] = x[n_0] \delta[n-n_0]$$

第二个基本离散时间信号是离散时间单位阶跃 u[n],定义为

$$u[n] = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 1, & n \geqslant 0 \end{cases}$$

单位阶跃序列如图 1.29 所示。



$$\delta[n] = u[n] - u[n-1]$$

- Running Sum
$$u[n] = \sum_{m=-\infty}^{n} \delta[m] = 0,$$

$$u[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \delta[n-k] = 1,$$

$$n>0$$

注意u[n]在n=0处为1

$$x[n] = \begin{cases} 1 & 3 < n < b \\ 0 & others \end{cases}$$
 $x[n] = u[n-3] - u[n-7]$ $\frac{1}{6} = \frac{1}{6} = \frac{1}{6}$

注意到 $\delta_{\Delta}(t)$ 是一个持续期为 Δ 的短脉冲,而且对任何 Δ 值,其面积都为 1。随着 $\Delta \rightarrow 0$, $\delta_{\Delta}(t)$ 变得愈来愈窄,愈来愈高,但 始终保持单位面积。它的极限形式

$$\delta(t) = \lim_{\Delta \to 0} \delta_{\Delta}(t) \tag{1.74}$$

就能看作 Δ 变成无穷小后,短脉冲 $\delta_{\Delta}(t)$ 的一种理想化的结果。事实上,因为 $\delta(t)$ 没有持续期,但有面积,因此就用图 1.35 的符号,用在 t=0 处箭头指出脉冲的面积是集中在 t=0,用箭头旁边的高度"1"来表示该冲激的面积,称为冲激强度。更为一般地, $k\delta(t)$ 的面积就是 k,因此有

$$\int_{-\infty}^{t} k\delta(\tau) d\tau = ku(t)$$

如图 1.36 所示,箭头的高度选为正比于冲激的面积。

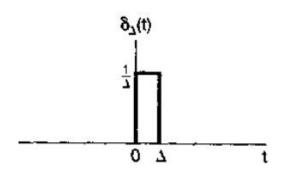


图 1.34 u_A(t)的导数

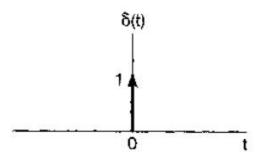


图 1.35 连续时间单位冲激

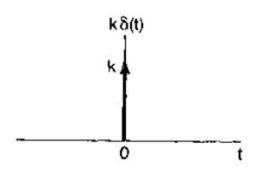
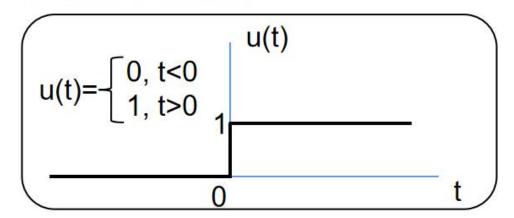
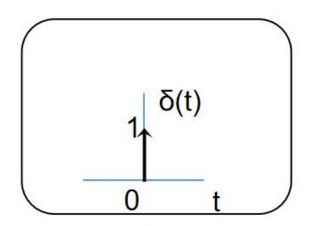


图 1.36 冲激强度为 k 的冲激 $k\delta(t)$

Continuous-time



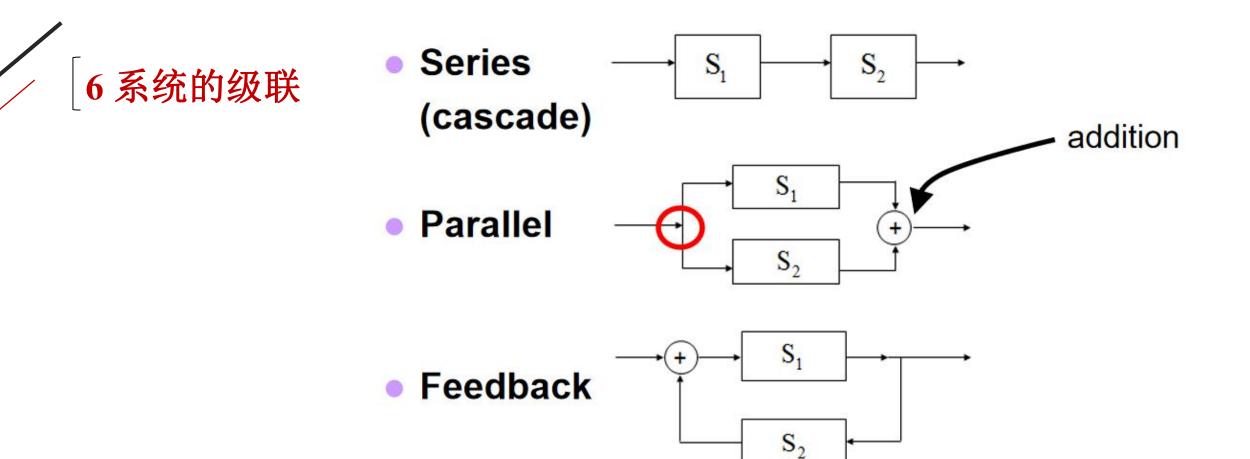


Relation between unit impulse and unit step functions

- First Derivative - Running Integral
$$\delta(t) = \frac{du(t)}{dt}$$

$$u(t) = \int_{-\infty}^{t} \delta(\tau) d\tau$$

u(t)求导后是一个冲激函数,此性质在第四章计算中会用到



红色圆圈处不是把信号一分为二,而是把信号原封不动地分别传给这两个系统

Memoryless/With Memory

Memoryless:一个系统的输出仅取决于该时刻的输入

Invertability

invertible 一个系统在不同输入下导致不同输出证明系统不可逆的方法: 举例系统在不同输入下得到了同样的输出eg: 不可逆系统: y[n]=0 y(t)=x²(t)

Causality

Causal: 一个系统的输出仅取决于现在和过去的输入 Memoryless一定Causal

eg: y(t)=x(t+1)非因果 y(t)=x(t)cos(t+1)因果 只看x这一项,cos(t+1)是常数

Stability

Stable:输入有界且输出有界

Time Invariance(TI)

输出信号产生与输入信号相同的时移

证明TI:严格证明过程

证明非TI:严格证明过程或者举一个反例

$$y[n] = x[mn]$$

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

$$x[n] = x[m] = x[m] = x[m-n_0] \neq y[n-n_0] = x[m(n-n_0)]$$

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]$$

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

$$x[n] = x[n]$$

Time Invariance(TI)

快速判断:如果系统没对n或t操作,就是TI的

TI: y[n]=x[n-1] $y[n]=x^2[n]$

not TI: y[n]=x[2n] y[n]=x[-n] y(t)=x(t/3)

Linear/Nonlinear

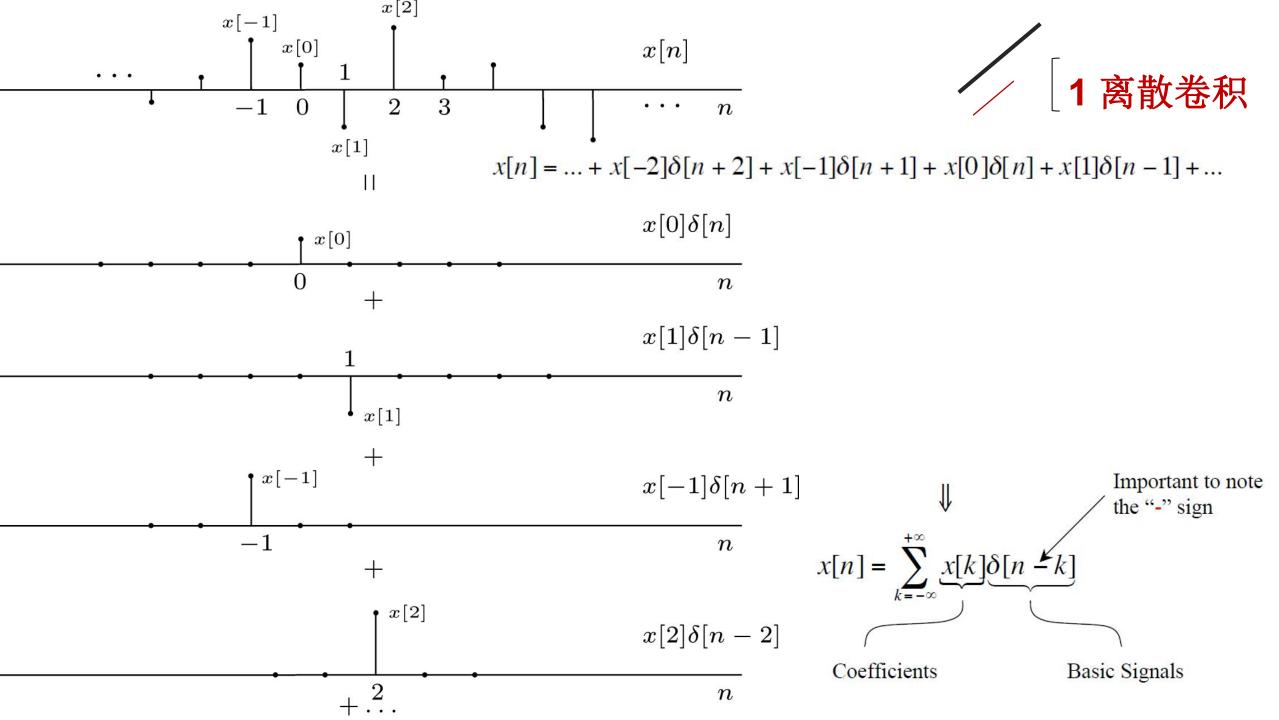
- 1) Have $y_1(t)$ and $y_2(t)$ as output signals to $x_1(t)$ and $x_2(t)$
- 2) Have $y_3(t)$ as output signal to $x_3(t) = a x_1(t) + b x_2(t)$
- 3) Does $y_3(t)$ equal "a $y_1(t)$ + b $y_2(t)$ "?

8 LTI Systems线性时不变系统

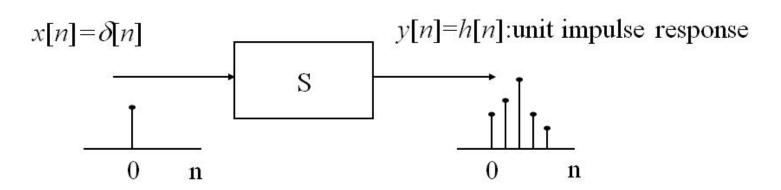
If we know the response of an LTI system to some inputs, we actually know the response to many inputs.



Convolution







From Time-Invariance:

$$\delta[n-k] \longrightarrow h[n-k]$$

From Linearity:

$$x[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] \, \delta[n-k] \longrightarrow y[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] \, h[n-k] = x[n] * h[n]$$

(2.6)式意味着一个很重要的结果; 既然一个 LTI 系统对任意输入的响应可以用系统对单位脉冲的响应来表示, 那么 LTI 系统的单位脉冲响应就完全刻画了系统的特性。

1离散卷积

在此处键入公式。(了解)LTI系统不仅可通过其单位冲激响应完全描述,还可通过 其单位阶跃响应s(t)完全描述

$$\delta[\mathbf{n}] = \mathbf{u}[\mathbf{n}] - \mathbf{u}[\mathbf{n} - \mathbf{1}]$$

$$\delta[n] = ---h[n]$$

$$u[n] = s[n]$$

$$h[n] = s[n] - s[n - 1]$$

2 连续卷积



 Now suppose the system is LTI, and define the unit impulse response h(t):

$$\delta(t) \longrightarrow h(t)$$

 \Downarrow

From Time-Invariance:

$$\delta(t-\tau) \longrightarrow h(t-\tau)$$

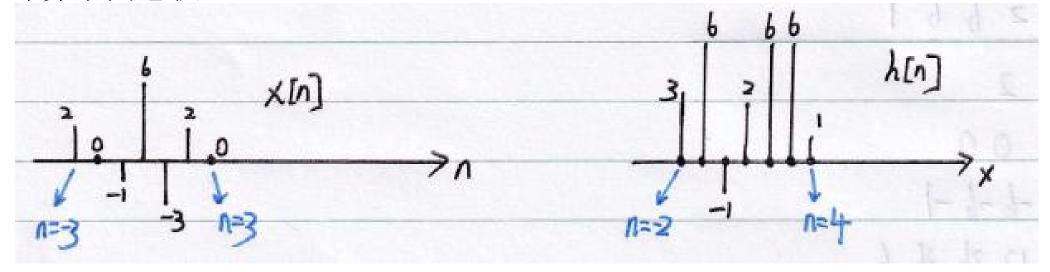
From Linearity:

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \delta(t - \tau) d\tau \longrightarrow y(t) = \underbrace{\int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) h(t - \tau) d\tau}_{Convolution\ Integration} = x(t) * h(t)$$

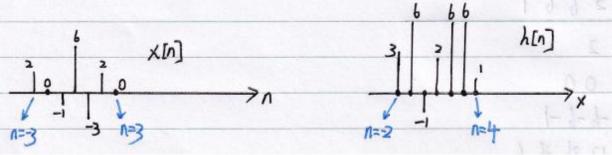
3 卷积计算 列表法 适用题型:离散信号+无规律长片段

有限长离散信号片段卷积后的长度

计算下面卷积:



3 卷积计算

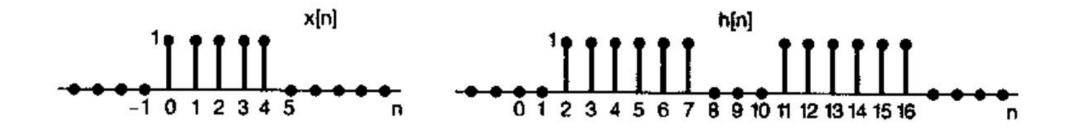


1	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	0312
xIn			2	0	X 7 -	6	-3	2
h[n]		7.0	4	3	6	-1	2	6
	x[3]/[-]	XEJYEJ	XE3]40]	XE3/NJ	राम्रोध्य	XEJYBJ	XE31/4]	700
		x ED LED	XEDYHJ	XE2] NO]	XEIL	XEINI	XE27 K[3]	X[-2] //4]

n	-2	-4	-3	-2	1	0	1	2	3	4	2	6	7	
Mx			2	0	-1	6	-3	2	0					
7[4]				3	6	-	2	6	6	1		1		1
yh)	6	12	-2	4	12	12	2		Į,	K			1	
		0	0	0	0	0	0	0				1		
			-3	-6	1	-2	-6	-6	-1			-		-
				18	36	-6	12	36	36	6				
					-9	-18	3	+	48	48	3			
						6	12	-2	4	12	12	2		
							0	0	0	0	0	0	0	+
y[n]	6	12	-2	16	40	-8	23	22	괴	0	9	2	0	

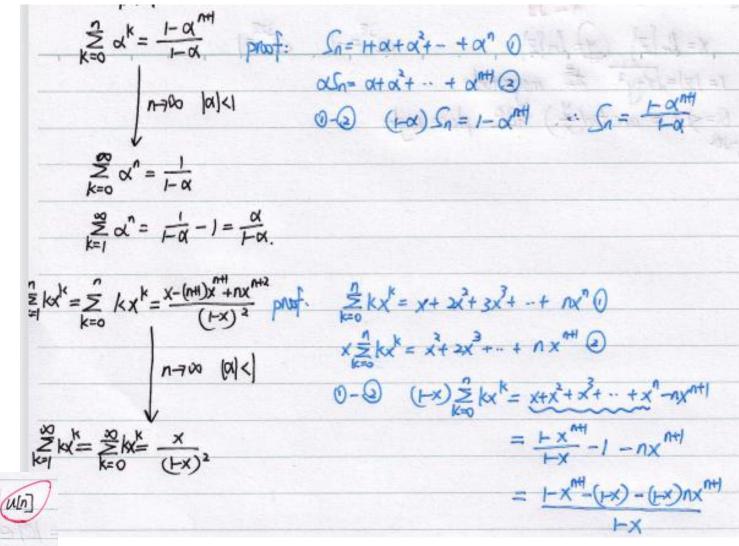
3 卷积计算 列表法 适用题型: 离散信号+无规律有限长片段

(d)x[n]和 h[n]如图 P2.21 所示



[3 卷积计算 画图法 不容易错,但是费时间,推荐先使用此方法 直算法 省时间,离散容易错(边界问题),连续很好用(不用考虑边界)

离散卷积计算的2个重要求和公式:

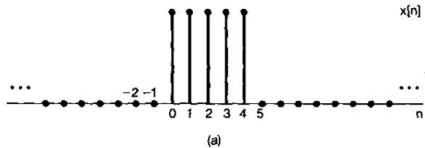


$$y[n] = \sum_{k=0}^{n} (\pm)^k = \left[2 \left[1 - (\pm)^{n+1} \right] \quad n \geqslant 0 = 2 \left[1 - (\pm)^{n+1} \right] \quad u[n]$$
of them

例 2.4 作为一个深入一点的例子,考虑如下两个序列:

$$x[n] = \begin{cases} 1.0 \le n \le 4 \\ 0.$$
 大海 (伯)

对于某个正的 α>1的值,这两个信号如图 2.8 所示。



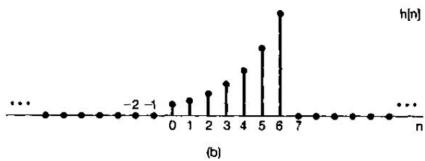
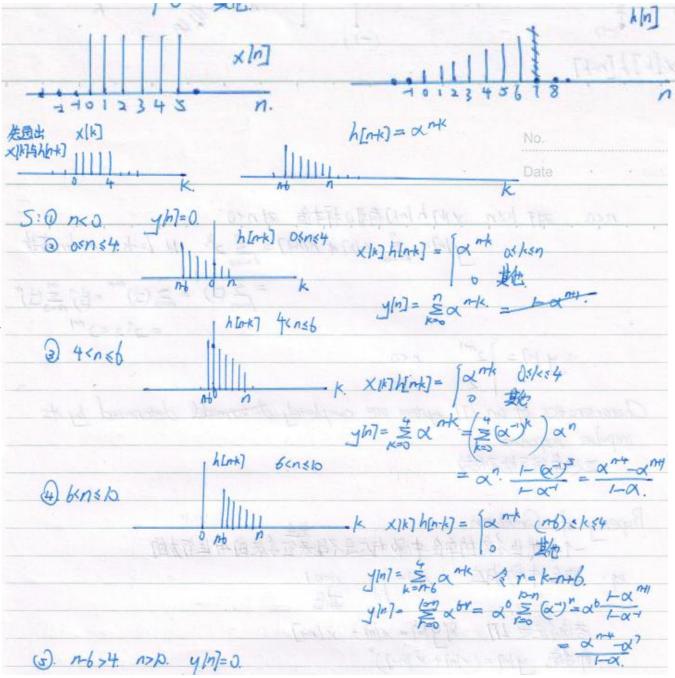


图 2.8 例 2.4 中待卷积的信号



直算法: 先把信号的分段函数用阶跃响应或冲激响应表示,然后直接套用卷积公式相乘 依据阶跃响应相乘后的范围确定积分/求和区间

例 2.4 作为一个深入一点的例子,考虑如下两个序列:

$$x[n] = \begin{cases} 1.0 \le n \le 4 \\ 0.$$
 其余 n 值

对于某个正的 α>1的值,这两个信号如图 2.8 所示。

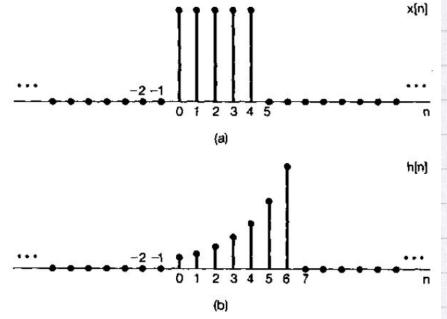


图 2.8 例 2.4 中待卷积的信号

$$x[n] = u[n] - u[n-5] \qquad \lambda[n] = \alpha^{n} (u[n] - u[n-1])$$

$$x[n] * \lambda[n] = \sum_{k=\infty}^{\infty} x[k] h[n+k] = \sum_{k=\infty}^{\infty} (u[k] - u[k-5]) \cdot \alpha^{n+k} (u[n+k] - u[n+k-1])$$

$$= \sum_{k=\infty}^{\infty} \alpha^{n+k} (u[k] u[n+k] - u[k] u[n+k] - u[k+5] u[n+k] + u[k+5] u[n+k-1])$$

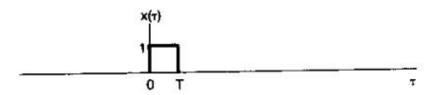
$$= \sum_{k=\infty}^{\infty} \alpha^{n+k} (u[k] u[n+k] - u[k+5] u[n+k] + u[k+5] u[n+k-1])$$

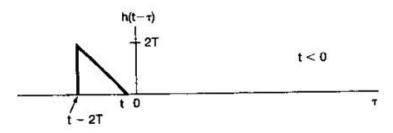
$$= \sum_{k=\infty}^{\infty} \alpha^{n+k} - \sum_{k=\infty}^{\infty} \alpha^{n+k} - \sum_{k=\infty}^{\infty} \alpha^{n+k} + \sum_{k=\infty}^{\infty} \alpha^{n+k} - \sum_{k=\infty}^{\infty} \alpha^$$

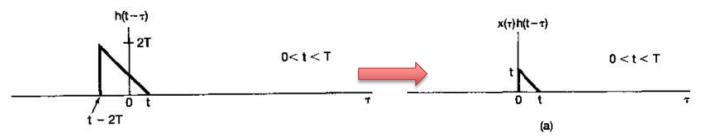
$$\sum_{k=0}^{n} a^{nk} - \sum_{k=0}^{n} a^{nk} - \sum_{k=0$$

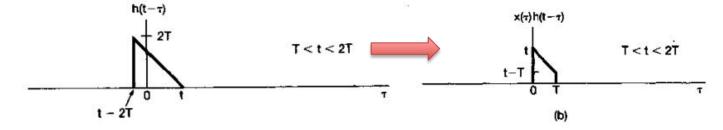
例 2.7 求以下两信号的卷积:

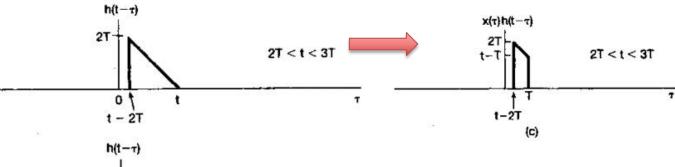
$$x(t) = \begin{cases} 1, 0 < t < T \\ 0, \text{ 其余 } t \text{ 值} \end{cases}$$
$$h(t) = \begin{cases} t, 0 < t < 2T \\ 0, \text{ 其余 } t \text{ 俑} \end{cases}$$

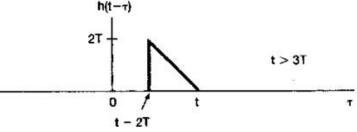












例 2.7 求以下两信号的卷积:

$$x(t) = \begin{cases} 1, 0 < t < T \\ 0, & \text{其余} t \text{ 值} \end{cases}$$
$$h(t) = \begin{cases} t, 0 < t < 2T \\ 0, & \text{其余} t \text{ 俑} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
&= \begin{cases}
t < 0 & 0 \\
0 < t < T & \int_{0}^{t} (t + I) dI = \frac{1}{2} t^{2} \\
T < t < 2T & \int_{0}^{t} (t + I) dI + \int_{t}^{T} (t + I) dI = Tt - \frac{1}{2} t^{2} \\
2T < t < 3T & \int_{0}^{t} (t + I) dI + \int_{t}^{T} (t + I) dI \neq Tt - \frac{1}{2} t^{2} + \frac{3}{2} T^{2} \\
3T < t & \int_{0}^{t} - \int_{0}^{t + I} - \int_{0}^{t + I} + \int_{0}^{t + I} - \int_{0}^{t + I} + \int_{0}^{T} - \int_{0}^{T} = 0
\end{aligned}$$

重要卷积公式

$$x[n] * d[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] d[n-k] = x[n]$$

x[n] * & [nn] = x [n-no]

$$x(t)*\delta(t)=\int_{-\infty}^{+\infty}x(z)\delta(t-z)dz=x(t)$$

$$Z=t$$

$$x(t)*\delta(t-t_0)=x(t-t_0)$$

Commutative

$$y[n] = x[n] * h[n] = h[n] * x[n]$$

$$x[n] \xrightarrow{x[n]} h[n] = \frac{h[n]}{x[n]} \times x[n]$$

$$x(t) * h(t) = h(t) * x(t)$$

Distributive

$$x[n] * \{h_1[n] + h_2[n]\} = x[n] * h_1[n] + x[n] * h_2[n]$$

$$x(t) \longrightarrow h_1(t) + h_2(t) \longrightarrow y(t) = x(t) * [h_1(t) + h_2(t)]$$

 $x(t) \xrightarrow{} h_1(t)$ $y(t) = x(t) * h_1(t) + x(t) * h_2(t)$ $h_2(t)$

Associative

$$x[n]*(h_1[n]*h_2[n]) = (x[n]*h_1[n])*h_2[n]$$

$$x(t) \longrightarrow h_{1}(t) \longrightarrow h_{2}(t) \longrightarrow y(t) = [x(t)*h_{1}(t)]*h_{2}(t)$$

$$x(t) \longrightarrow h_{1}(t)*h_{2}(t) \longrightarrow y(t) = x(t)*[h_{1}(t)*h_{2}(t)]$$

$$(t) \longrightarrow h_{1}(t)*h_{2}(t) \longrightarrow y(t) = x(t)*[h_{1}(t)*h_{2}(t)]$$

$$(t) \longrightarrow h_{2}(t)*h_{1}(t) \longrightarrow y(t) = x(t)*[h_{2}(t)*h_{1}(t)]$$

$$x(t) \longrightarrow h_2(t) \qquad h_1(t) \qquad y(t) = [x(t) * h_2(t)] * h_1(t)$$

Causality

$$h[n] = 0$$

h[n] = 0 for all n < 0

$$h(t) = 0$$
, at $t < 0$

proof

Stability

 $\sum_{k=-\infty}^{+\infty} |h[k]| < \infty$

proof

Stability
$$\Leftrightarrow$$
 $\sum_{k=-\infty}^{\infty} |h(k)| < \infty$

BIBO — Bounded Input \Rightarrow Bounded Outpu. $\int_{-\infty}^{+\infty} |h(\tau)| d\tau < \infty$

proof $|h(\tau)| = \sum_{k=-\infty}^{\infty} |h(t)| < \sum_{k=$

Property: Memory/Memoryless

- A linear, time-invariant, causal system is memoryless only

if
$$h[n] = K\delta[n]$$
 $h(t) = K\delta(t)$
 $y[n] = Kx[n]$ $y(t) = Kx(t)$
 $n \neq 0$ $h[n] = 0$
 $t \neq 0$ $h(t) = 0$

2.3.5 LTI 系统的可逆性

考虑一下冲激响应为 h(t)的连续时间 LTI 系统,根据在 1.6.2 节的讨论,仅当存在一个逆系统,其与原系统级联后所产生的输出等于第一个系统的输入时,这个系统才是可逆的。再者,如果一个LTI 系统是可逆的,那么它就有一个LTI 的逆系统(见习题 2.50)。因此,就有图 2.26 这样的图,给定

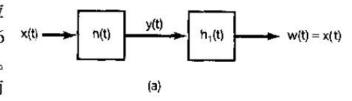
一个系统其冲激响应为 h(t),逆系统的冲激响应是 $h_1(t)$,它的输出是 w(t)=x(t),这样图 2.26 ×(t) —> (a)的级联系统就与图 2.26(b)的恒等系统一样。因为图 2.26(a)的总冲激响应是 $h(t)*h_1(t)$,而 $h_1(t)$ 又必须满足它是逆系统冲激响应的条件,即

$$h(t) * h_1(t) = \delta(t)$$
 (2.66)

同样,在离散时间情况下, 个冲激响应为 h[n] 的 LTI 系统的逆系统的冲激响应 $h_1[n]$ 也必须满足

$$h(n) * h_1(n) = \delta(n) \tag{2.67}$$

下面两个例子用来说明可逆性及其逆系统的构成。



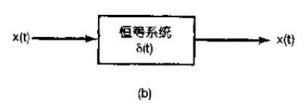


图 2.26 连续时间 LTI 系统的逆系统概念。如果 $h(t)*h_1(t)=\delta(t)$, 冲激响应为 $h_1(t)$ 的系统就是冲激响应为 h(t)的系统的逆系统

5一阶系统框图 (考点)

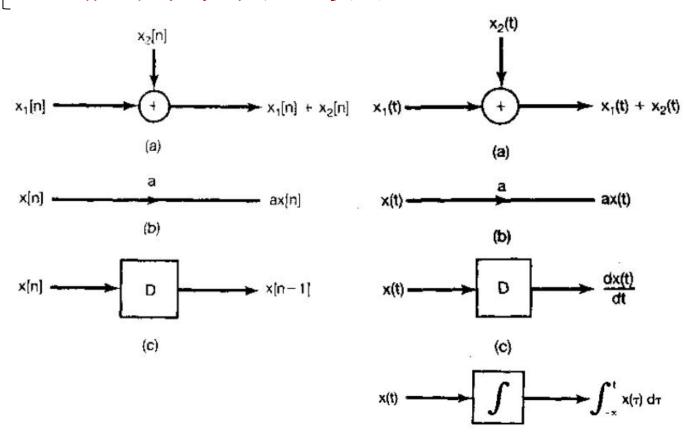
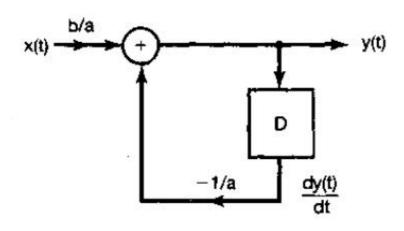


图 2.31 积分器的方框图表示



$$y(t) = -\frac{1}{a} \frac{dy(t)}{dt} + \frac{b}{a}x(t)$$

补充

2.25 令信号

$$y[n] = x[n] * h[n]$$

其中

$$x[n] = 3^n u[-n-1] + (\frac{1}{3})^n u[n] \not = (\frac{1}{4})^n u[n+3]$$

- (a)不利用卷积的分配律性质求 y[n]。
- (b)利用卷积的分配律性质求 y[n]。

211.
$$y(t) = \frac{1}{3} \left[1 - e^{-3(t+3)} \right] u(t+3) - \frac{1}{3} \left[1 - e^{-3(t+5)} \right] u(t+5) \neq \frac{dy(t)}{dt}$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = e^{3(t3)}u(t3) + \frac{1}{3}[-e^{3(t3)}]\delta(t3) - e^{-3(t3)}u(t3) - \frac{1}{3}[-e^{3(t3)}]\delta(t3)$$

2.25.
$$x[n] = 3^n u[-n+] + (\frac{1}{3})^n u[n] = (\frac{1}{3})^{(n)}$$

 $y[n] = x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] h[n-k]$

$$\begin{cases} n < +4 = -4 - 1 < 0 \\ 1 \le (3)^{k} (4)^{nk} = \frac{1}{12} \times (3)^{k} (4)^{nk} = \frac{1}{12} \times (3)^{k} (4)^{nk} = \frac{1}{12} \times (3)^{nk} \times ($$

File = District = File * Cox

$$= (4)^{n} \sum_{k=0}^{n} (\frac{4}{3})^{k} = (4)^{n} \frac{1 - (\frac{4}{3})^{n+4}}{1 - \frac{4}{3}} = -3(4)^{n} + 3(\frac{4}{3})^{n+4} = -3(4)^{n} + 3(\frac{4}{3})^{n} = -3(4$$

$$= \begin{cases} \frac{12^{4}}{71} \cdot 3^{n} & n < -4 \\ \frac{1}{11} \left(\frac{1}{4} \right)^{n} - 3 \left(\frac{1}{4} \right)^{n} + \frac{256}{27} \left(\frac{1}{3} \right)^{n} & -3 < n \end{cases}$$

