

知识点Z1.19

因果与非因果系统

主要内容:

- 1.因果系统的定义
- 2.举例--由LTI系统的性质求响应

基本要求:

- 1.了解因果系统的判定方法
- 2.掌握由线性、时不变性、微积分特性求系统响应



1.4 系统的概念及分类

Z1.19 系统分类：因果系统与非因果系统

1.定义

因果系统是指零状态响应不会出现在激励之前的系统。

如下列系统均为因果系统：

$$y_{zs}(t) = 3f(t-1) \quad y_{zs}(t) = \int_{-\infty}^t f(x)dx$$

而下列系统为非因果系统：

$$(1) y_{zs}(t) = 2f(t+1) \quad \text{令 } t=1 \text{ 时, 有 } y_{zs}(1) = 2f(2)$$

$$(2) y_{zs}(t) = f(2t) \quad \text{令 } t=1 \text{ 时, 有 } y_{zs}(1) = f(2)$$



1.4 系统的概念及分类

例1 某LTI因果连续系统，初始状态为 $\mathbf{x}(0_-)$ 。已知：

当 $\mathbf{x}(0_-)=1$ ，输入因果信号 $f_1(t)$ 时，全响应

$$y_1(t) = e^{-t} + \cos(\pi t), \quad t > 0;$$

当 $\mathbf{x}(0_-)=2$ ，输入信号 $f_2(t)=3f_1(t)$ 时，全响应

$$y_2(t) = -2e^{-t} + 3 \cos(\pi t), \quad t > 0;$$

求输入 $f_3(t)=f_1'(t)+2f_1(t-1)$ 时，系统的零状态响应 $y_{zs3}(t)$ 。

解：

设：初始状态为 $\mathbf{x}(0_-)=1$ ，零输入响应为 $y_{zi1}(t)$

输入因果信号 $f_1(t)$ ，零状态响应为 $y_{zs1}(t)$

则： $\mathbf{x}(0_-)=2$ ，零输入响应 $y_{zi2}(t)=2 y_{zi1}(t)$

输入 $f_2(t)=3f_1(t)$ 时，零状态响应为 $y_{zs2}(t)=3 y_{zs1}(t)$



1.4 系统的概念及分类

$$y_1(t) = y_{zi1}(t) + y_{zs1}(t) = e^{-t} + \cos(\pi t), \quad t > 0 \quad (1)$$

$$y_2(t) = 2y_{zi1}(t) + 3y_{zs1}(t) = -2e^{-t} + 3\cos(\pi t), \quad t > 0 \quad (2)$$

式(2) - 2 × 式(1), 得

$$y_{zs1}(t) = [-4e^{-t} + \cos(\pi t)]\varepsilon(t)$$

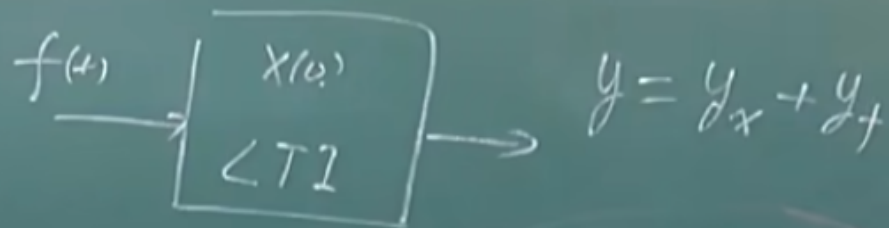
求输入 $f_3(t) = f_1'(t) + 2f_1(t-1)$ 时, 系统的零状态响应 $y_{zs3}(t)$ 。

LTI系统的微分特性

LTI系统的时不变特性

LTI系统的线性特性

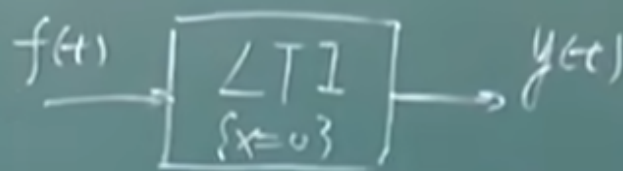




$f_1(t), x(0_-) = 1 \Rightarrow y_1(t) = y_{x1} + y_{f1} = \dots$

$3f_1(t), x(0_-) = 2 \Rightarrow y_2(t) = 2y_{x1} + 3y_{f1} = \dots$

解: y_{x1}, y_{f1}



$f_1(t) \longrightarrow y_{f1}(t)$

$f_1'(t) \longrightarrow y_{f1}'(t)$

$2f_1(t-1) \longrightarrow 2y_{f1}(t-1)$

$f_3 = + \left(\begin{matrix} f_1'(t) \longrightarrow y_{f1}'(t) \\ 2f_1(t-1) \longrightarrow 2y_{f1}(t-1) \end{matrix} \right) \oplus = y_{3f}(t)$

1.4 系统的概念及分类

输入 $f_1(t)$ 的零状态响应为: $y_{zs1}(t) = [-4e^{-t} + \cos(\pi t)]\varepsilon(t)$

输入 $f_3(t)=f_1'(t)+2f_1(t-1)$ 时

根据LTI系统的微分特性:

$$\frac{d f_1(t)}{d t} \rightarrow \frac{d y_{zs1}(t)}{d t} = -3\delta(t) + [4e^{-t} - \pi \sin(\pi t)]\varepsilon(t)$$

根据LTI系统的时不变特性:

$$f_1(t-1) \rightarrow y_{zs1}(t-1) = \{-4e^{-(t-1)} + \cos[\pi(t-1)]\}\varepsilon(t-1)$$

根据LTI系统的线性特性:

$$f_3(t)=f_1'(t)+2f_1(t-1) \rightarrow y_{zs3}(t) = y'_{zs1}(t) + 2y_{zs1}(t-1)$$

$$y_{zs3}(t) = -3\delta(t) + [4e^{-t} - \pi \sin(\pi t)]\varepsilon(t) + 2\{-4e^{-(t-1)} + \cos[\pi(t-1)]\}\varepsilon(t-1)$$

