

知识点Z2.7

响应分类

主要内容:

1. 固有响应和强迫响应
2. 暂态响应和稳态响应

基本要求:

掌握响应分类的判定方法



2.7 响应分类

1. 固有响应和强迫响应

固有响应仅与系统本身的特性有关，而与激励的函数形式无关。

齐次解的函数形式仅与特征方程的根有关，特征方程的根称为系统的“固有频率”，**齐次解**常称为系统的**固有响应或自由响应**。

强迫响应与激励的函数形式有关。

特解的函数形式与激励的函数形式有关，常称为**强迫响应**。



2. 暂态响应和稳态响应

暂态响应是指响应中暂时出现的分量，随着时间的增长，它将消失。

稳态响应是稳定的分量，若存在，通常表现为阶跃函数和周期函数。比如，电路系统中的直流稳态响应和正弦稳态响应。



例1 某系统的微分方程为

$$y''(t) + 5y'(t) + 6y(t) = f(t)$$

在 $t \geq 0$ 接入如下激励，判断各全响应中的固有响应和强迫响应分量，暂态响应和稳态响应分量。

(1) $f_1(t) = 10\cos(t)$ ，全响应为 $y_1(t) = 2e^{-2t} - e^{-3t} + \cos(t - \pi/4)$

(2) $f_2(t) = 2e^{-t}$ ，全响应为 $y_2(t) = 3e^{-2t} - 2e^{-3t} + e^{-t}$

(3) $f_3(t) = \varepsilon(t)$ ，全响应为 $y_3(t) = -e^{-2t} + 3$

解：

$$y''(t) + 5y'(t) + 6y(t) = f(t)$$

其对应特征方程的特征根为-2， -3



特征根为-2, -3

$$(1) f_1(t) = 10\cos(t), \quad y_1(t) = \underbrace{2e^{-2t} - e^{-3t}}_{\text{暂态响应}} + \underbrace{\cos(t - \pi/4)}_{\text{稳态响应}}$$

固有响应 强迫响应

$$(2) f_2(t) = 2e^{-t}, \quad y_2(t) = \underbrace{3e^{-2t} - 2e^{-3t}}_{\text{暂态响应}} + \underbrace{e^{-t}}_{\text{强迫响应}}$$

固有响应 强迫响应

$$(3) f_3(t) = \varepsilon(t), \quad y_3(t) = \underbrace{-e^{-2t}}_{\text{暂态响应}} + \underbrace{3}_{\text{稳态响应}}$$

固有响应 强迫响应

