

3-1 传感器通常由哪几部分组成？为什么说传感器组成的概念还在不断的拓展和延伸？

解：参见教材P43

3-2 传感器的静态特性指标主要有哪些？写出说明及相关表达式。

解：参见教材P54

3-3 用一个时间常数为0.355s的一阶传感器去测量周期分别为1s、2s和3s的正弦信号，问幅值误差为多少？

解： 由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $\tau\omega = \frac{0.71\pi}{T}$ 幅值 $A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\tau\omega)^2}}$

$$\text{当 } T_1 = 1\text{s} \text{ 时, } A(\omega_1) \approx 0.409 \quad A_1\% = \frac{1 - A(\omega_1)}{1} \times 100\% = 59.1\%$$

$$\text{当 } T_2 = 2\text{s} \text{ 时, } A(\omega_2) \approx 0.668 \quad A_2\% = 33.2\%$$

$$\text{当 } T_3 = 3\text{s} \text{ 时, } A(\omega_3) \approx 0.803 \quad A_3\% = 19.7\%$$

3-4 有一个传感器，其微分方程为 $30\frac{dy}{dt} + 3y = 0.15x$ 其中y为输出电压（mV），x为输入温度（℃），写出该传感器的时间常数 τ 和静态灵敏度k，并求阶跃输入时传感器的动态响应曲线。

解：

$$\text{由 } 30\frac{dy}{dt} + 3y = 0.15x$$

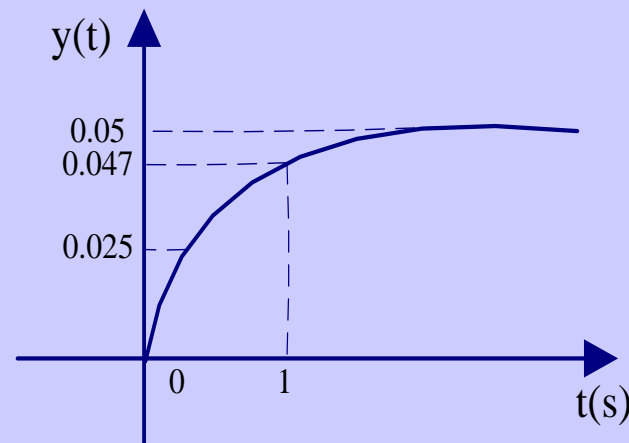
$$\text{可得 } H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{0.15}{30s + 3} = \frac{0.05}{10s + 1}$$

$$\therefore \tau = 10 \quad k = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx} = 0.05$$

$$\text{又 } X(s) = \frac{1}{s}$$

$$\therefore Y(s) = H(s) \cdot X(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{0.05}{10s + 1} = 0.05 \left(\frac{1}{s} - \frac{10}{10s + 1} \right)$$

$$\therefore y(t) = 0.05(1 - e^{-\frac{t}{10}})$$



题3-4图

动态特性曲线如题3-3图所示

3-5?? 已知某二阶系统传感器的自振频率 $f_0 = 20\text{kHz}$ ，阻尼比 $\xi = 0.1$ ，若要求传感器的输出幅值误差小于3%。试确定该传感器的工作频率范围，绘出幅频特性响应曲线。

解：

二阶环节的幅频特性为：

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{[1 - (\frac{\omega}{\omega_n})]^2 + (2\xi \frac{\omega}{\omega_n})^2}}$$

幅频误差限制在3%内 所以有：

$$A(\omega) \geq 97\% \text{ 或 } A(\omega) \leq 1.03\%$$

$$\text{已知 } f_0 = 20\text{kHz} \quad \xi = 0.1$$

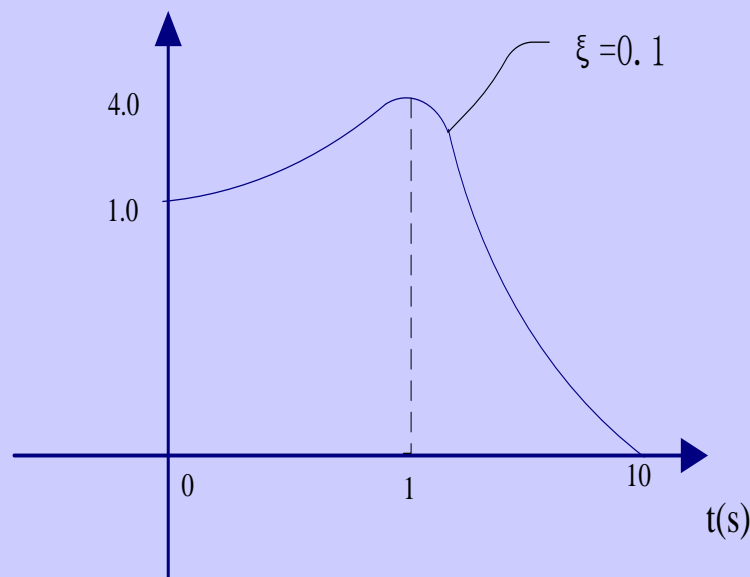
$$\text{可得 } \omega_n = 2\pi f_0 = 40k\pi$$

$$\text{于是由 } 0.97 \leq A(\omega) \leq 1.03$$

$$\text{计算得 } 0 \leq \omega \leq 3.44\omega_n \text{ 或 } 27.78\omega_n \leq \omega \leq 28.2\omega_n$$

∴工作频率范围 $0 \leq f \leq 3.44\text{kHz}$ 或 $27.78\text{kHz} \leq f \leq 28.2\text{kHz}$

幅频特性曲线由 $A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{[1 - (\frac{\omega}{\omega_n})]^2 + (2\xi \frac{\omega}{\omega_n})^2}}$ 可得。如题3-5图所示



题3-5图