

第 2 章习题及解答

1. 判断正误

- (1) 凡频谱是离散的信号必然是周期信号。(X)准周期信号
- (2) 任何周期信号都由频率不同，但成整倍数比的离散的谐波叠加而成。(X)
- (3) 周期信号的频谱是离散的，非周期信号的频谱也是离散的。(X)
- (4) 周期单位脉冲序列的频谱仍为周期单位脉冲序列。(V)
- (5) 非周期变化的信号就是随机信号。(X)准周期信号
- (6) 非周期信号的幅值谱表示的是其幅值谱密度与时间的函数关系。(X)
- (7) 信号在时域上波形有所变化，必然引起频谱的相应变化。(X)
- (8) 各态历经随机过程是平稳随机过程。(V)
- (9) 平稳随机过程的时间平均统计特征等于该过程的集合平均统计特征。(V)
- (10) 非周期信号的频谱都是连续的。(X)准周期信号
- (11) 单位脉冲信号的频谱是无限带宽谱(V)
- (12) 直流信号的频谱是冲击谱(V)

2. 选择正确答案填空

- (1) 描述周期信号的数学工具是 (B)。

A.相关函数 B.傅里叶级数 C.拉普拉斯变换 D.傅里叶变换
- (2) 描述非周期信号的数学工具是 (C)。

A.三角函数 B.拉普拉斯变换 C.傅里叶变换 D.傅里叶级数
- (3) 将时域信号进行时移，则频域信号将会 (D)

A.扩展 B.压缩 C.不变 D.仅有相移

(4) 瞬变信号的傅里叶变换的模的平方的意义为 (C)

A.信号的一个频率分量的能量 B.在 f 处的微小频宽内，频率分量的能量与频宽之比 C.在 f 处单位频宽中所具有的功率

(5) 概率密度函数是在 (C) 域，相关函数是在 (A) 域，功率谱密度函数是在 (D) 域描述随机信号。

A.时间 B.空间 C.幅值 D.频率

(6) 白噪声信号的自相关函数是 (C)

A.相关函数 B.奇函数 C.偶函数 D.不存在

3. 已知方波信号傅里叶级数，请描述式中各常数相的物理意义，并绘出 频谱图。

见书中例题

4. 已知锯齿波信号傅里叶级数，请描述式中各常数相的物理意义，并绘出频谱图。

$$\begin{aligned} f(t) &= A + \frac{A}{2n} \sin 3_0 t + \frac{A}{2n} \sin^2 w_0 t + \frac{A}{3n} \sin^3 w_0 t + \dots \dots \dots \frac{A}{nn} \sin ngt \\ &= \frac{A}{2} \frac{A}{n} \left(\sin 3_0 t + \frac{1}{2} \sin^2 w_0 t + \frac{1}{3} \sin^3 w_0 t + \dots \dots \dots \frac{1}{n} \sin n w_0 t \right) \end{aligned}$$

5. 略

6. 求指数函数的频谱。
见书中例题

7. 略 8 求信号 $x(t) = (e^{\wedge}) @心$ 的傅里叶变换，并绘出频谱图

解：根据傅里叶变换卷积性质

$$\begin{aligned} F(x(t)) &= F(e^{-at}) * F(e^{bt}) \\ &= \frac{1}{a + j\omega} * \frac{1}{b + j\omega} \end{aligned}$$

频谱图略

9. 略

10. 被截断的余弦信号的频谱

可以认为是窗函数和单位余弦信号时域相乘： $f(t) = g(t) \cos \omega_0 t$

窗函数为：

$$g(t) = \begin{cases} A, & 0 \leq t \leq T \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

矩形窗函数的频谱：

$$G(j\omega) = \int_0^T A e^{-j\omega t} dt = \frac{A}{-j\omega} (e^{-j\omega T} - 1) = \frac{A}{\omega} (1 - e^{-j\omega T})$$

$f(t) = g(t) \cos \omega_0 t$ 可以写成： $f(t) = g(t) \frac{e^{j\omega_0 t} + e^{-j\omega_0 t}}{2}$

$$F(j\omega) = \frac{1}{2} [G(j\omega - j\omega_0) + G(j\omega + j\omega_0)]$$

则：

$$F(j\omega) = \frac{AT}{2} \text{sinc}[(\omega - \omega_0)T] + \frac{AT}{2} \text{sinc}[(\omega + \omega_0)T]$$

画出频谱图：（略）

11. 略，参见第五章习题

12. 衰减的正弦振荡信号：

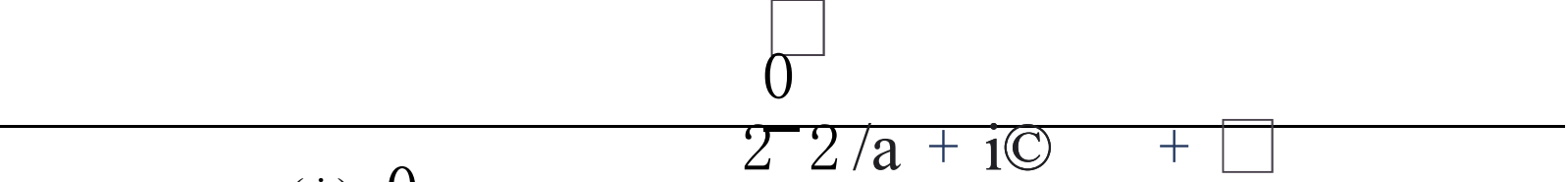
1

单边指数衰减信号的频谱： $F[\text{e}^{-\alpha t}u(t)]$

$f(t) = A \sin \omega t$ 可以写成：
$$f(t) = e^{j\omega t} - e^{-j\omega t}$$

则：

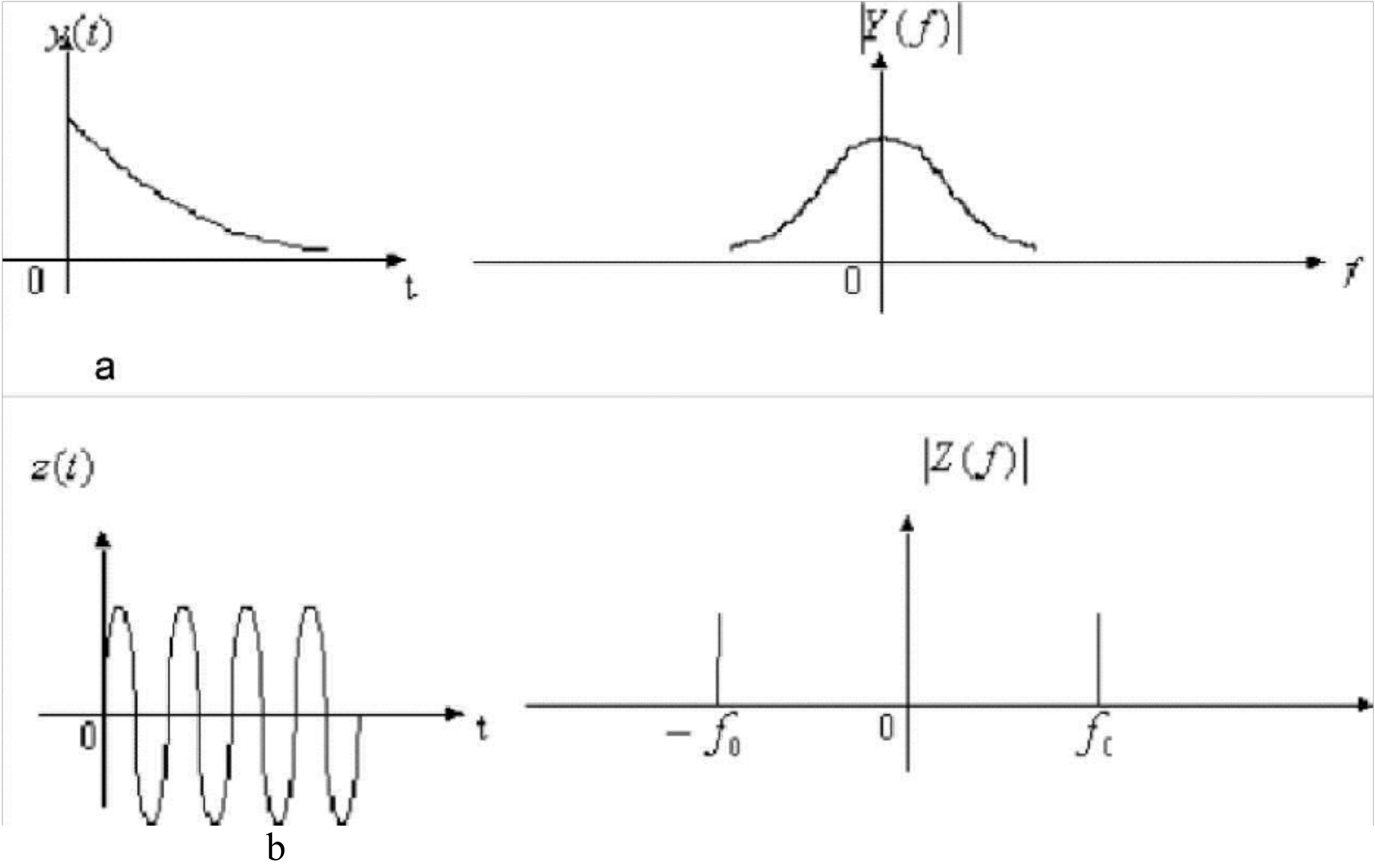
$$F(j\omega) = \frac{A}{2j} \left[\frac{1}{j\omega - j\omega_0} - \frac{1}{j\omega + j\omega_0} \right]$$



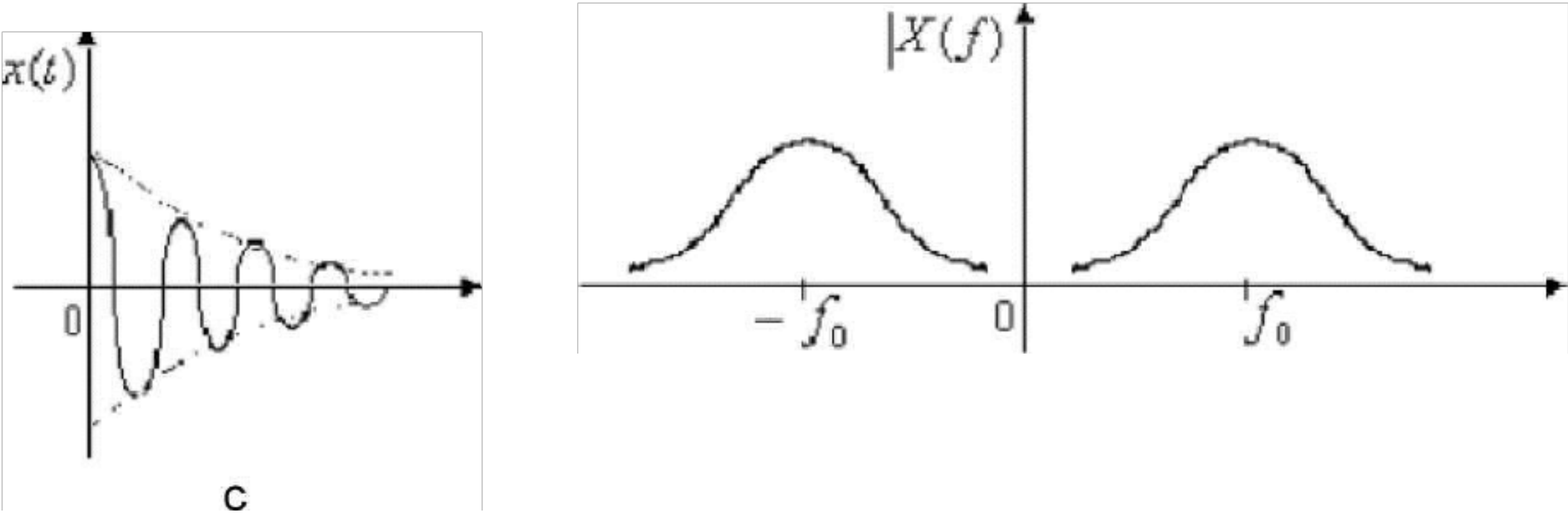
画出频谱图：

$$|F(j\omega)| = \frac{A}{2} \left(\frac{1}{\omega_0} \right)^2$$

其幅值频谱为



b'



题图 信号及其频谱图

以下略

第 3 章习题及解答

1□判断正误

- (13) 惯性式压电加速度传感器的输出电荷正比于质量块的加速度。 (X)
- (14) 系统的不失真测试条件要求测试系统的幅频特性和相频特性均保持恒定。 (X)
- (15) 对于一阶测试装置，其时间常数越小，输出的响应速度就越快。 (
- (16) X-Y 记录仪可记录任何频率的信号。(X)

2□选择正确答案填空

- (7)RC 电路属于(A)
- A. 一阶系统 B.二阶系统 C.高阶系统 D.理想系统
- (8)测试系统的动态技术指标可以通过(动态标定)获得
- A.输入谐波信号 B.静态标定 C.动态标定 D.测量

(9) RLC 电路属于(B)

A. 一阶系统 B.二阶系统 C.高阶系统 D.理想系统

(10) 加速度传感器可以实现速度的测量利用了定常线性系统的（ D ）°

A. 叠加性 B.微分性 C.同频性 D.积分性

(11) 选择二阶装置的阻尼比 $Z=0.707$ ，其目的是（D

A. 阻抗匹配 B.增大输出量 C.减小输出量 D. 接近不失真条件

(12) 传感器能感知的输入变化量越小， 表示传感器的（

A.线性度越好 B.迟滞越小 C.重复性越好 D.分辨力越高

习题 1 （测试环节的串联）9.009mm/MPa, 31.815mm

习题 2 略 习题 3 略

习题 4 已知一阶系统的频率响应为 $H(j\omega)=\frac{1}{1+0.35j\omega}$ ，用该装置去测周期分别为 1S，2S，5S 的

正弦信号，问它们的幅值误差各为多少？

$$|H(j\omega)|=\frac{1}{\sqrt{1+(0.35\omega)^2}}$$

$$T_1=1S, \omega_1=2\pi$$

$$A_1(\omega)=0.4139$$

$$T_2=2S, \omega_2=\pi$$

$$A_2(\omega)=0.6728$$

$$T_3=5S, \omega_3=0.4\pi$$

$$A_3(\omega)=0.9154$$

习题 5 用一阶测量仪器测量 100Hz 的正弦信号，如果要求振幅的测量误差小于 5%，问仪器的时间常数 T 的取值范围。若用该仪器测 50Hz 的正弦信号，相应的 振幅误差和相位滞后是多少？

解：一阶装置，仍有 $H(s)=\frac{1}{Ts+1}$

$$|H(j\omega)|=\frac{1}{\sqrt{1+\omega^2 T^2}}$$

同一 f , T 越大, $H(f)$ 越小.

今 $f=100\text{Hz}$, 测量误差小于 5% ,即 $|H(f)-0.95| < 0.05$, 求出 $T :: 5.23 \times 10^{-3}$ 秒

用该仪器测 50Hz 的正弦信号, 有 $H(f)=0.9868$,

$$G(f) = | \operatorname{arctg}(2 \pi T f) | = 9.32$$

即振幅误差是 1.32%, 相位滞后是 -9.32

习题 6 试证明一阶系统在简谐激励作用下, 输出的相位滞后不大于 90° 度。

证明: $\phi = -\arctan \omega T$, .

一阶系统时间常数为常量, 输入信号频率趋于无穷时, 输出的相位滞后趋于 90° 度

习题 7 一气象气球携带一时间常数为 15s 的一阶温度计并以 5m/s 的速度通过大气层。
设温度随所处的高度按每升高 30m 下降 0.15°C 的规律变化, 气球将温度和 高度的数据用无线电传回地面。在 3000m 处所记录的温度为 -1°C , 问实际出现 -1°C 的真实高度是多少? 在 3000m 处的真实温度是多少?

解: 温度计的传递函数 $H(s) = \frac{1}{1 + sT}$

输入温度信号 $T = T_0 - \frac{0.15}{30} h$ (T_0 为地面温度), $h = vt$

$$T = T_0 - 0.025t \quad (t \geq 0)$$

$$\text{设 } T = X_1(t) + X_2(t)$$

$$\text{则 } x_1(t) = T_0, x_2(t) = -0.025t$$

相应的输出为必(1) $= T_0(1 - e^{-t/T})$ (一阶系统的阶跃输出)

$$y_2(t) = -0.025[t - T(1 - e^{-t/T})] \quad (\text{一阶系统的斜坡阶跃输出})$$

$$y(t) = y_1(t) + y_2(t) \\ = T_0(1 - e^{-t/T}) - 0.025[t - T(1 - e^{-t/T})]$$

3000m 处记录的温度为 -1°C 即记录时间为 $\frac{3000\text{m}}{5\text{m/s}} = 600\text{s}$ 时 $y(t) = -1^\circ\text{C}$, 所以

$$T = T_0(1 - e^{-600/T}) - 0.025[600 - T(1 - e^{-600/T})]$$

$$t_0=13.625\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{因为 } T=t_0+\frac{h}{30}\times 15=13.625+\frac{h}{30}\times 15$$

$$\text{解得： } h=2925\text{m, 实际出现-1}^{\circ}\text{C 的真实高度是 } 2925\text{m}$$

$$T=13.625+\frac{3000}{30}\times 15=-1.375\text{ }^{\circ}\text{C}, \text{在 } 3000\text{m 处的真实温度是 } -1.375\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{习题 8 不失真测量原则，测量系统固有频率已定时，该阻尼比范围内，一定的幅值测量误差范围内可用频率范围最大。}$$

$$\text{习题 9}$$

$$\zeta=0.14, f_n=800\text{Hz}$$

$$\begin{aligned} A(400\text{Hz}) &= \frac{1}{\sqrt{[1-(\frac{400}{800})^2]^2 + 4 \times 0.14^2 (\frac{400}{800})^2}} = 1.31 \\ \varphi(400\text{Hz}) &= -\arctan \frac{2 \times 0.14 (\frac{400}{800})}{1 - (\frac{400}{800})^2} = -10.6^{\circ} \end{aligned}$$

$$\zeta=0.7, f_n=800\text{Hz}$$

$$\begin{aligned} A(400\text{Hz}) &= \frac{1}{\sqrt{[1-(\frac{400}{1200})^2]^2 + 4 \times 0.6^2 (\frac{400}{1200})^2}} = 1.02 \text{ (新} \end{aligned}$$

$$\varphi(400\text{Hz}) \text{ 习题 11}$$

$$\text{3-30 所示方波信号周期为 } 0.02\text{s}, \text{对应频率为 } 50\text{Hz}, \text{ 其傅立叶级数表达式为:}$$

$$\begin{aligned} f_n &= \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02} = 50\text{Hz} \\ \varphi &= -\arctan \frac{3 \times 0.7 (\frac{400}{800})}{1 - (\frac{400}{800})^2} = -43.02^{\circ} \end{aligned}$$

$$\text{习题 10}$$

$$\zeta=0.6, f_n=1200\text{Hz}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/70702111140010012>