

武汉科技大学

2006 年硕士研究生入学考试试题

参考答案

考试科目及代码: 测试技术 共页数: 第 1 页

说明: 1. 适用招生专业: 机械设计及理论、机械电子工程

2. 可使用的常用工具: 计算器

3. 答题内容写在答题纸上, 写在试卷上一律无效。

一、术语解释 (每小题 4 分, 共 20 分)

1、线性度

线性度是指测量装置输出与输入之间保持常值比例关系的程度。

2、幅频特性

定常线性系统在简谐信号的激励下, 其稳态输出信号与稳态输入信号的幅值比被定义为该系统的幅频特性。

3、(信号的) 采样定理

采样频率 f_s 必须大于信号最高频率 f_h 的两倍, 这就是采样定理。

4、相关滤波

应用相关分析原理来消除信号中的噪声干扰、提取有用信息的处理方法叫做相关滤波。它是利用信号互相关函数同频相关、不同频不相关的性质来达到滤波效果的。

二、填空 (每空 2 分, 共 20 分)

1、传感器的线性范围愈宽, 则表明传感器的工作量程 愈大, 传感器的响应特性必须满足 不失真 测试条件;

2、电感式传感器是把被测量, 如 位移 等, 转换为 电感量 变化的一种装置。按照变换方式的不同可分为 自感型 与 互感型 电感式传感器。

3、所谓调制就是使一个信号的某些参数在另一信号的控制下而发生变化的过程。前一信号称为 载波, 一般是 较高 频率的 交变信号。后一信号 (控制信号) 称为 调制信号。最后

的输出是已调制波。最终从已调制波中恢复出调制信号的过程，称为 解调。

4、传感器的分类方法很多。按被测量分类，可分为 位移传感器、力传感器、温度传感器 等；按工作原理分类，可分为 机械式、电气式、光学式、流体式 等。按信号变换特征分类，可分为 物性型 和 结构型 传感器。物性型 传感器敏感元件材料本身物理化学性质的变化来实现信号的变化。

三、叙述题（每小题 10 分，共 50 分）

1、说明：什么是线性测试系统的频率保持特性？它在测试工作中有哪些重要作用？

答：要点：

线性测试系统的频率保持特性是指：若输入为一频率的简谐信号（正弦或余弦函数）信号，则系统的稳态输出必是、也只能是同频率的简谐信号。

线性测试系统的频率保持特性在测试工作中有重要的作用。假如已知系统是线性的和其输入的频率，则可根据频率保持特性，可以认定测得信号中只有与输入频率相同的成份才真正是由该输入引起的输出，而其他的频率成份都是噪声（干扰）。进而根据这一特性，采用相应的滤波技术，即使在很强的噪声干扰下，把有用的信息提取出来。

2、电涡流式传感器的工作原理是什么？它有哪些主要优点？

答：要点：

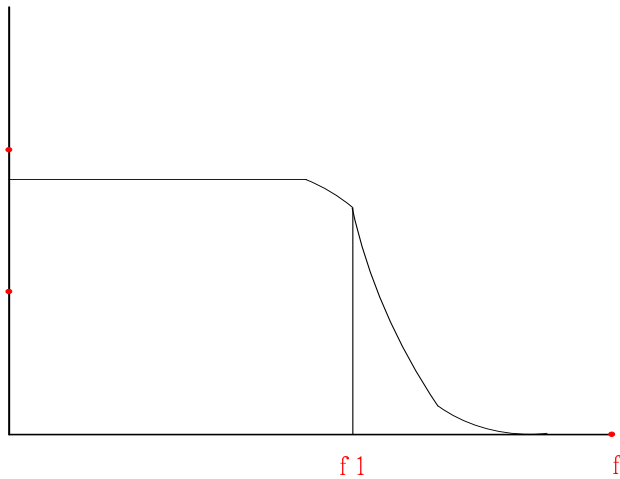
电涡流式传感器的工作原理是利用金属体在交变磁场中的涡电流效应。其主要优点是可实现动态非接触式测量。

3、滤波器的作用是什么？作出低通滤波器的幅频特性图并加以说明。

答：要点：

滤波器是一种选频装置，可以使信号中特定的频率成分通过，而极大地衰减其他频率成分。在测试装置中，利用滤波器的这种选频作用，可以滤除干扰噪声或进行信号分析。

下图示出了低通滤波器的幅频特性。从 $0 \sim f_1$ 频率之间为其通频带，幅频特性平直。它可以使信号中低于 f_1 的频率成分几乎不受衰减地通过，而高于 f_1 的频率成分受到极大地衰减。



4、试述： δ 函数与其他函数的卷积及其重要应用。

答：要点：

任何函数 $x(t)$ 和 δ 函数 $\delta(t)$ 的卷积 $x(t) * \delta(t)$ 是一种最简单的卷积积分 $x(t)$ 。函数 $x(t)$ 和 δ 函数 $\delta(t)$ 的卷积的结果，就是在发生 δ 函数的坐标位置上（以此作为坐标原点）简单地将 $x(t)$ 重新构图。

作图说明（略）

四、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

2、求正弦信号 $x(t) = X_0 \sin \omega t$ 的均值 μ_x 、均方值 ψ_x^2 、有效

值 x_{rms}

解：要点

$$\mu_x = \frac{1}{T} \int_0^T X_0 \sin \omega t dt = 0$$

$$\psi_x^2 = \frac{1}{T} \int_0^T X_0^2 \sin^2 \omega t dt = \frac{X_0^2}{2}$$

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt} = \frac{X_0}{\sqrt{2}}$$

2、一阶测试装置可用微分方程表示为：

$$\tau \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = x(t) \quad \text{式中 } \tau \text{ 为时间常数}$$

试作出其传递函数 $H(S)$ 、幅频特性 $A(\omega)$ 、相频特性 $\varphi(\omega)$ 的表达式

解: 要点:

$$H(S) = \frac{1}{\tau s + 1}$$

$$H(\omega) = \frac{1}{j\tau\omega + 1} = \frac{1}{1 + (\tau\omega)^2} - j \frac{\tau\omega}{1 + (\tau\omega)^2}$$

$$A(\omega) = \dots = \frac{1}{\sqrt{1 + (\tau\omega)^2}}$$

$$\varphi(\omega) = \dots = -\arctg(\tau\omega)$$

3、求正弦信号 $x(t) = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$ 的自相关函数并对其特性进行评述。

解: 要点: $R_x(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t)x(t+\tau)dt$

$$= \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} x_0^2 \sin(\omega t + \varphi) \sin[\omega(t+\tau) + \varphi] dt$$

T_0 : 正弦函数的周期, $T_0 = \frac{2\pi}{\omega}$,

令 $\omega t + \varphi = \theta$, $dt = \frac{d\theta}{\omega}$. 于是

$$R_x(\tau) = \frac{x_0^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin \theta \sin(\theta + \omega\tau) d\theta = \dots = \frac{x_0^2}{2} \cos \omega\tau$$

可见正弦函数的自相关函数是一个余弦函数, 它保留了原正弦信号的幅值和频率信息, 而丢失了初始相位信息。

4、以阻值 $R=120\Omega$ 、灵敏度 $S=2$ 的电阻丝应变片与阻值为 120Ω 的固定电阻组成电桥, 供桥电压为 $3V$, 并假定负载电阻为无穷大, 当应变片的应变为 $2000\mu\varepsilon$ 时, 分别求出单臂、双臂电

桥的输出电压，并比较两种情况下的灵敏度。

解：要点：

$$e_y = A \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} e_0 = A \frac{1}{4} \varepsilon S e_0$$

式中 ε 为应变， S 为电阻丝应变片的灵敏度

A 为工作桥臂数；

对于单臂电桥， $A=1$ ，代入已知数据，则输出电压为：

$$e_{y1} = A \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} e_0 = \frac{1}{4} \varepsilon S e_0 = 3 \times 10^{-3} \quad (\text{V})$$

对于双臂电桥， $A=2$ ，代入已知数据，则输出电压为：

$$e_{y2} = A \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} e_0 = \frac{2}{4} \varepsilon S e_0 = 6 \times 10^{-3} \quad (\text{V})$$

可见双臂电桥较之单臂电桥输出灵敏度提高一倍。

五、综合题（20分）

测试工作的全过程包含着许多环节，请作出一般测试系统的大致框图并加以说明。

要点：



图1 测试系统框图

传感器直接作用于被测量，并能按一定规律将被测量转换成同种或别种量值输出。这种输出通常是电信号。

信号调理环节把来自传感器的信号转换成更适合于进一步传输和处理的形式。这时候的信号转换在多数情况下是电信号之间的转换。

信号处理环节接受来自调理环节的信号，并进行各种运算、滤波、分析，将结果输至显示、记录系统。

显示、记录环节以观察者易于认识的形式来显示测量结果，或者系统将测量结果储存，供必要时使用。

在所有这些环节中，必须遵循的原则是个环节的输出量之间应保持一一对应和尽量不失真的关系，并尽量减少或消除各种干扰。