



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

测试系统的基本特性

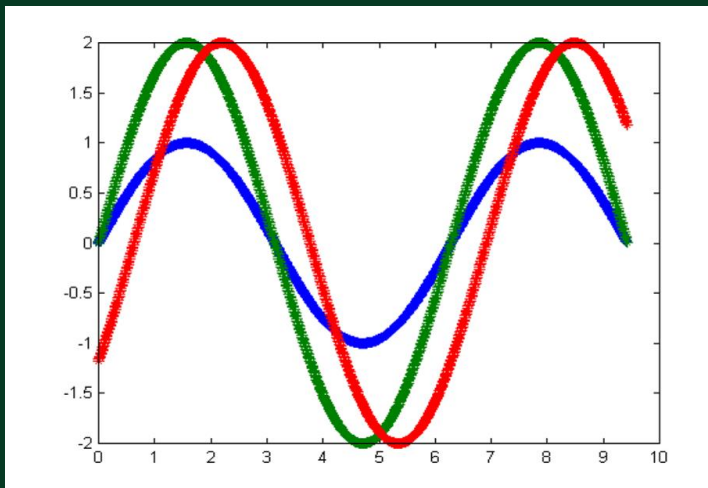
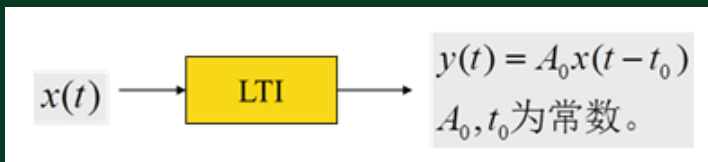
不失真测试条件、
负载效应和干扰

主讲：任彬

目录

- 1 不失真测试的条件
- 2 测试系统的负载效应和干扰

1 不失真测试的条件

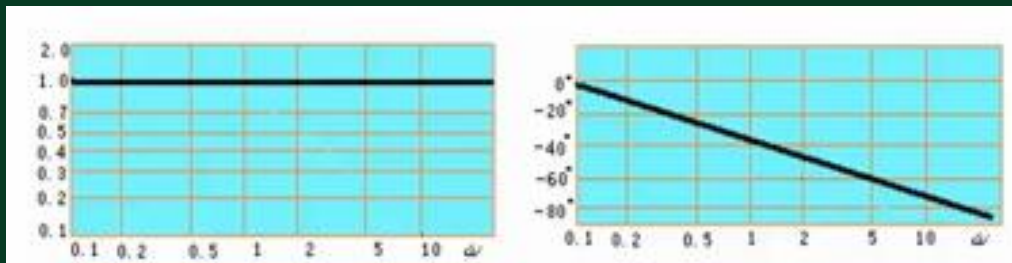


做傅里叶变换得到：

$$Y(\omega) = A_0 e^{-jt_0\omega} X(\omega)$$

不失真测试系统条件的幅频特性和相频特性应分别满足：

$$\begin{cases} A(\omega) = A_0 (\text{常量}) ; \\ \varphi(\omega) = -t_0\omega (\text{与频率成线性关系}) \end{cases}$$



例：输入信号 $x(t) = \cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t$, 则：
不失真输出？

$$\begin{aligned} y(t) &= K \cos \omega_1 (t - t_d) + K \cos \omega_2 (t - t_d) \\ &= K \cos(\omega_1 t - \omega_1 t_d) + K \cos(\omega_2 t - \omega_2 t_d) \end{aligned}$$

各频率分量的幅值比不等于常数时所引起的失真称为幅值失真；

各频率分量的滞后时间不等于常数时所引起的失真称为相位失真。

几点说明：

- 1) 实际测量装置不可能在非常宽的频率范围内满足不失真条件，一般既有幅值失真，又有相位失真；
- 2) 要根据测量目的的不同而选择对测试装置的幅频特性、相频特性的要求。

2 测试系统的负载效应和干扰

(1) 负载效应定义:

实际测量工作中，测量系统和被测对象会产生相互作用。测量装置构成被测对象的负载。彼此间存在能量交换和互相影响，以致系统的传递函数不再是各组成环节传递函数的叠加或连乘。

测试系统连接到被测对象上时，出现两种现象：

- 1) 连接点的状态发生改变，即连接点的物理参数发生变化；
- 2) 不再保持原来的传递函数，而是共同形成一个整体系统的新传递函数，整个测试系统的传输特性将会变化。

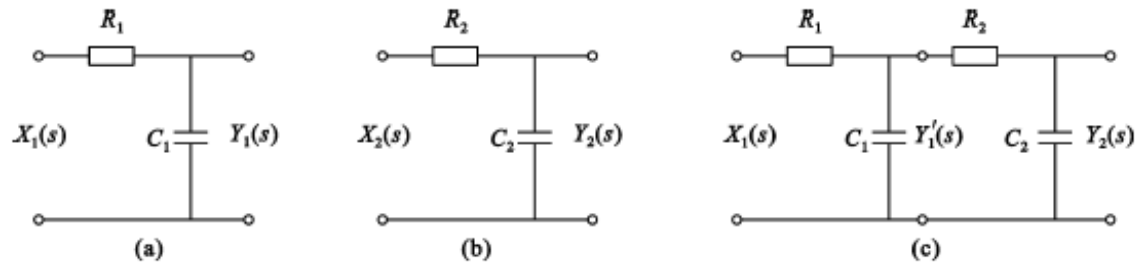


图 3.21 低通滤波器产生负载效应

(a)、(b) 低通滤波器 (c) 两个低通滤波器串联

例 3.10 图 3.21 所示为两个 RC 低通滤波器串联前后的电路。图(a)和图(b)的传递函数分别为

$$H_1(s) = \frac{Y_1(s)}{X_1(s)} = \frac{1}{1 + R_1 C_1 s} = \frac{1}{1 + \tau_1 s}$$

$$H_2(s) = \frac{Y_2(s)}{X_2(s)} = \frac{1}{1 + R_2 C_2 s} = \frac{1}{1 + \tau_2 s}$$

若未加任何隔离措施将两个低通滤波器串联,如图 3.21(c)所示,则传递函数为

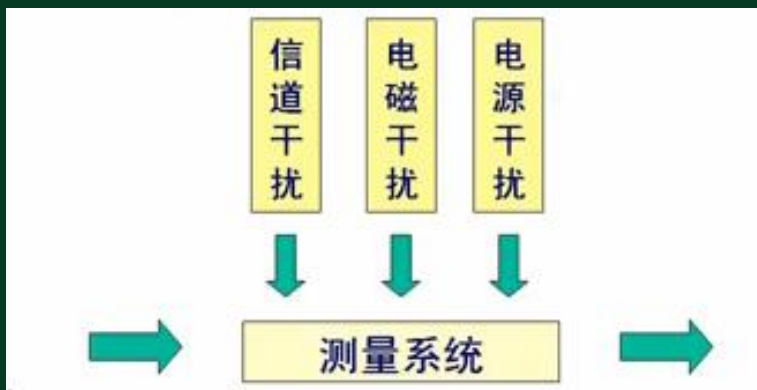
$$H(s) = \frac{Y_2(s)}{X_1(s)} = \frac{Y_2(s) Y_1'(s)}{Y_1'(s) X_1(s)} = \frac{1}{1 + (\tau_1 + \tau_2 + R_1 C_2) s + \tau_1 \tau_2 s^2}$$

理想情况下两个低通滤波器串联后的传递函数为

$$H_1(s) H_2(s) = \frac{1}{(1 + \tau_1 s)(1 + \tau_2 s)} = \frac{1}{1 + (\tau_1 + \tau_2) s + \tau_1 \tau_2 s^2}$$

(2) 测量系统的抗干扰

测量过程中，除待测信号外，各种不可见的、随机的信号可能出现在测量系统中。这些信号与有用信号叠加在一起，严重扭曲测量结果。



- ①电磁干扰：干扰以电磁波辐射方式经空间串入测量系统。
- ②信道干扰：信号在传输过程中，通道中各元件产生的噪声或非线性畸变所造成的干扰。
- ③电源干扰：由于供电电源波动对测量电路引起的干扰。

一般来说，良好的屏蔽及正确的接地可去除大部分的电磁波干扰。使用交流稳压器、隔离稳压器可减小供电电源波动的影响。信道干扰是测量装置内部的干扰，可以在设计时选用低噪声的元器件，印刷电路板设计时元件合理排放等方式来增强信道的抗干扰性。

小结

- (1) 测试系统不失真测试的条件
- (2) 测试系统负载效应及抗干扰技术