



北京化工大学
Beijing University of Chemical Technology

信号与系统

第一章 信号与系统基本概念

主讲教师：袁洪芳

目录

CONTENTS



- 1 信号的定义、分类和典型信号
- 2 信号的基本运算1
- 3 典型信号之奇异信号
- 4 信号的分解
- 5 系统的定义、分类和描述
- 6 应用matlab分析信号的基础

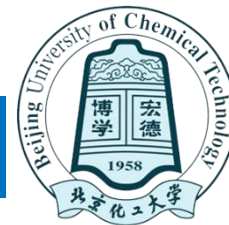




4 信号的分解

- 信号的直交分解
- 信号的奇偶分解
- 信号的虚实分解
- 信号的脉冲分解
- 信号的阶跃分解
- 信号的其它分解





为了便于研究信号的传输和处理问题，往往将信号分解为一些简单(基本)的信号之和，分解角度不同，可以分解为不同的分量

直流分量与交流分量

偶分量与奇分量

脉冲分量

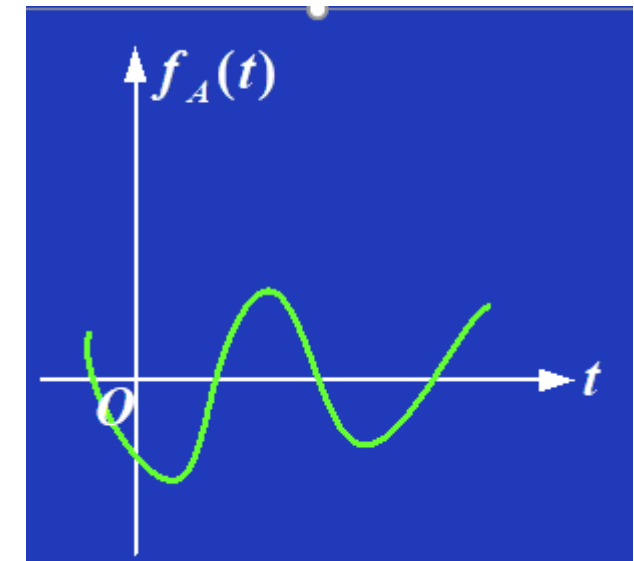
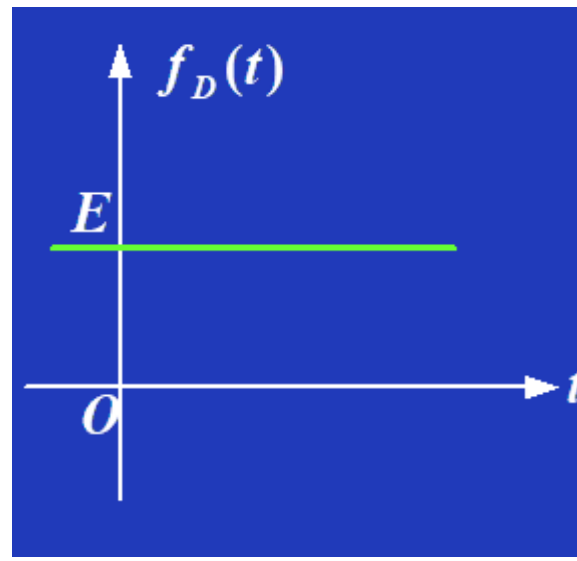
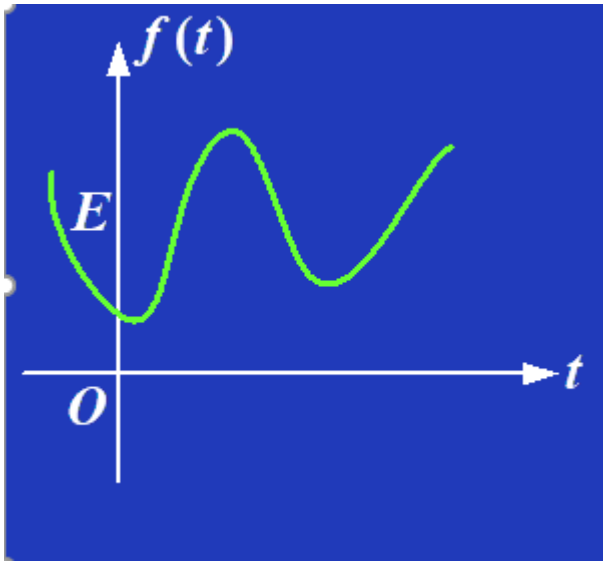
实部分量与虚部分量

正交函数分量



4.1 信号的直交分解

$$f(t) = f_A(t) + f_D(t) \quad \text{信号的直流分量: } f_D(t) = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) dt$$



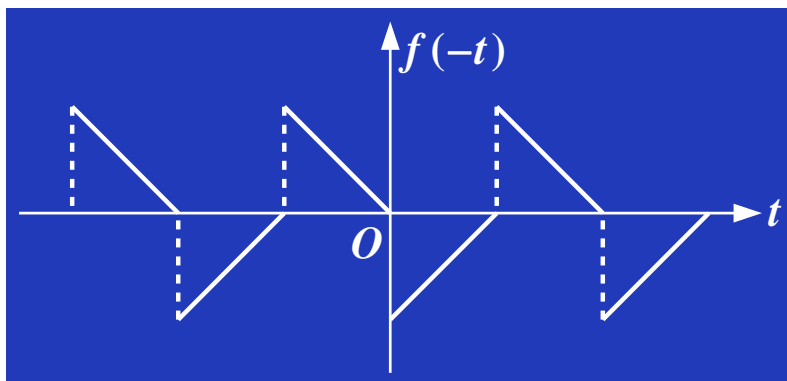
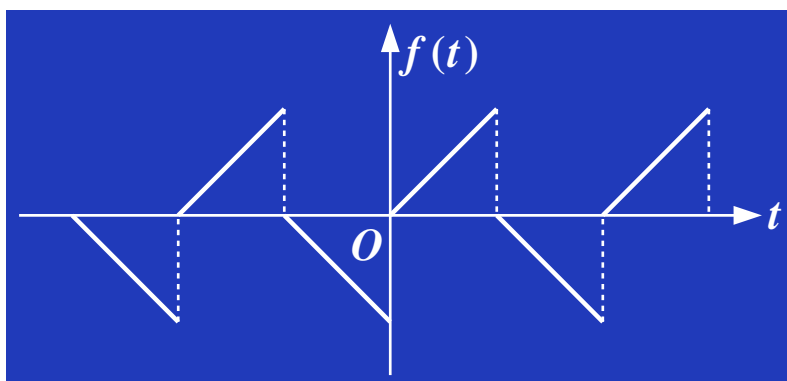
$$P = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f^2(t) dt = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} [f_D(t) + f_A(t)]^2 dt = f_D^2(t) + \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f_A^2(t) dt$$

信号的平均功率 = 信号的直流功率 + 交流功率

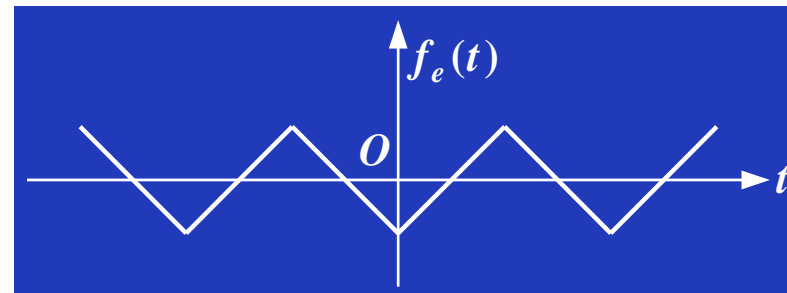
4.2 信号的奇偶分解



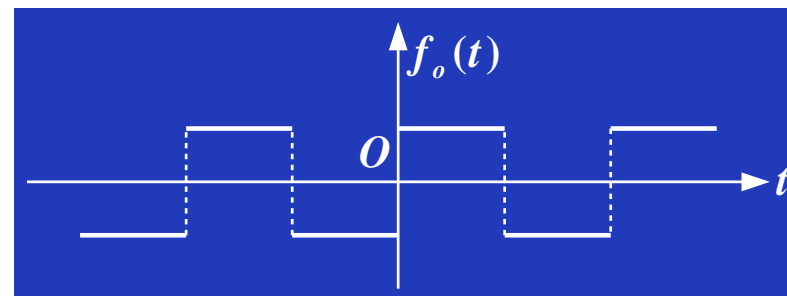
$$f(t) = f_e(t) + f_o(t) \quad \begin{cases} f_e(t) & : \text{偶分量} \\ f_o(t) & : \text{奇分量} \end{cases}$$



$$f_e(t) = \frac{1}{2} [f(t) + f(-t)]$$



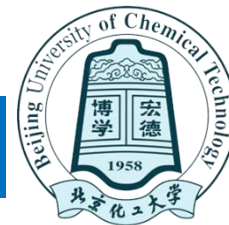
$$f_o(t) = \frac{1}{2} [f(t) - f(-t)]$$



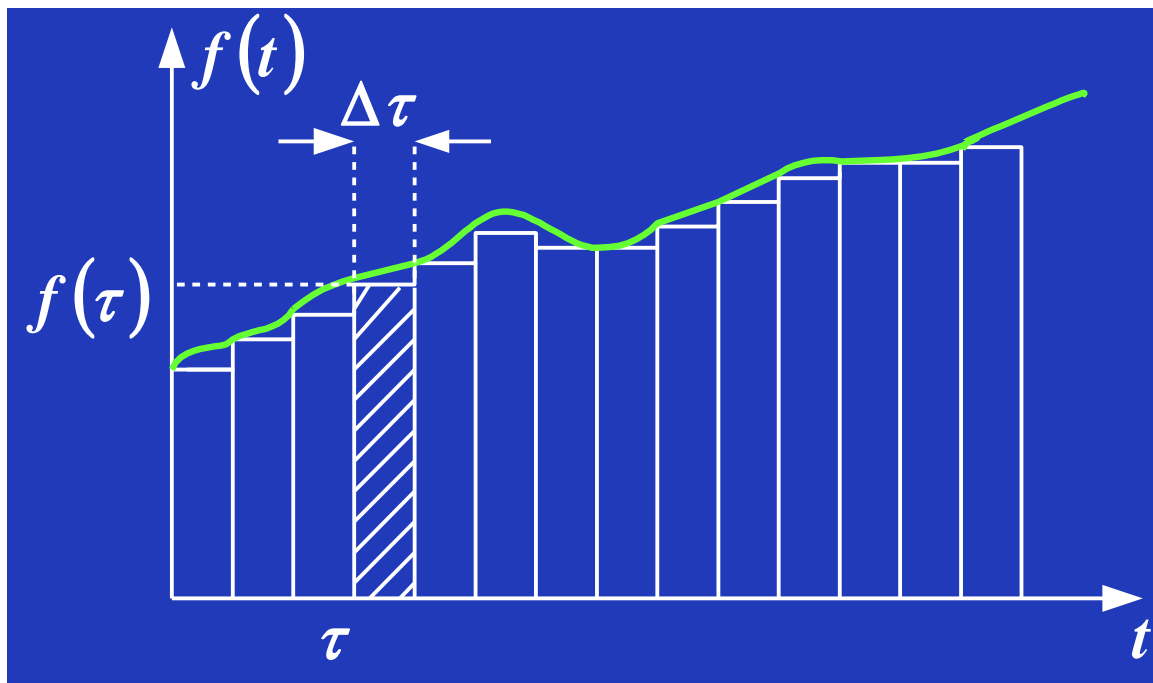
信号的平均功率 = 偶分量功率 + 奇分量功率



4.3 信号脉冲分解



矩形窄脉冲序列



当 $t = \tau$ 脉高: $f(\tau)$, 脉宽: $\Delta\tau$
存在区间: $u(t - \tau) - u(t - \tau - \Delta\tau)$

窄脉冲可表示为:

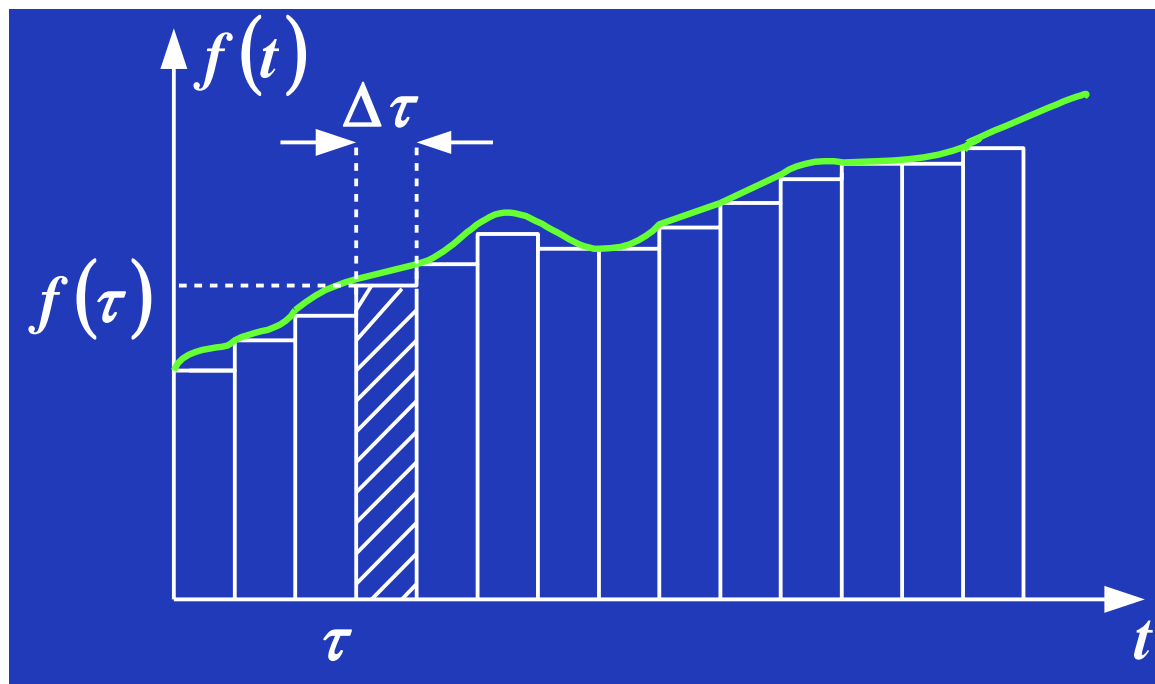
$$f(\tau)[u(t - \tau) - u(t - \tau - \Delta\tau)]$$

$$f(t) = \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} f(\tau)[u(t - \tau) - u(t - \tau - \Delta\tau)]$$
$$= \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} f(\tau) \frac{[u(t - \tau) - u(t - \tau - \Delta\tau)]}{\Delta\tau} \cdot \Delta\tau$$



4.3 信号脉冲分解

矩形窄脉冲序列



当 $t = \tau$ 脉高: $f(\tau)$, 脉宽: $\Delta\tau$
存在区间: $u(t - \tau) - u(t - \tau - \Delta\tau)$

$$\lim_{\Delta\tau \rightarrow 0} \frac{[u(t - \tau) - u(t - \tau - \Delta\tau)]}{\Delta\tau}$$

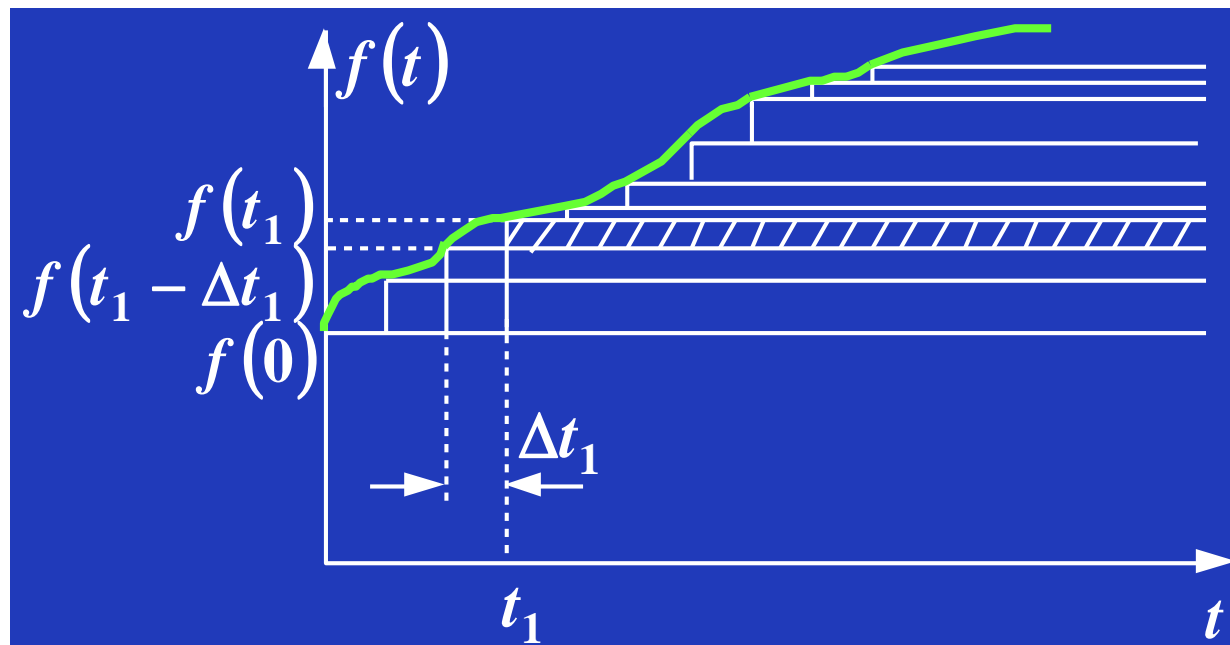
$$= \frac{du(t - \tau)}{dt} = \delta(t - \tau)$$

$$\Delta\tau \rightarrow d\tau, \quad \sum_{\tau=-\infty}^{\infty} \rightarrow \int_{\tau=-\infty}^{\infty}$$

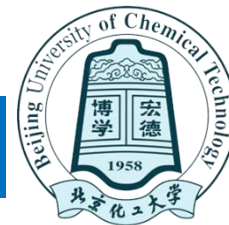
$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) \delta(t - \tau) d\tau$$

信号可表示成不同强度的冲激信号的和

连续阶跃信号之和



$$f(t) = f(0)u(t) + \int_0^t \frac{df(t_1)}{dt_1} u(t - t_1) dt_1$$



瞬时值为复数的信号可分解为实虚部两部分之和

$$f(t) = f_r(t) + jf_i(t)$$

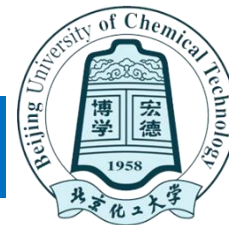
$$jf_i(t) = \frac{1}{2}[f(t) - f^*(t)]$$

$$f^*(t) = f_r(t) - jf_i(t)$$

$$f_r(t) = \frac{1}{2}[f(t) + f^*(t)]$$

实际中产生的信号为实信号，可以借助于复信号来研究实信号。





如果用正交函数集来表示一个信号，那么，组成信号的各分量就是相互正交的。把信号分解为正交函数分量的研究方法在信号与系统理论中占有重要地位，这将是本课程讨论的主要课题。

第三章开始讲述傅里叶变换的频域分析方法。



4.7 本讲小结

