北京交通大学

信号与系统

主讲人：陈后金

电子信息工程学院

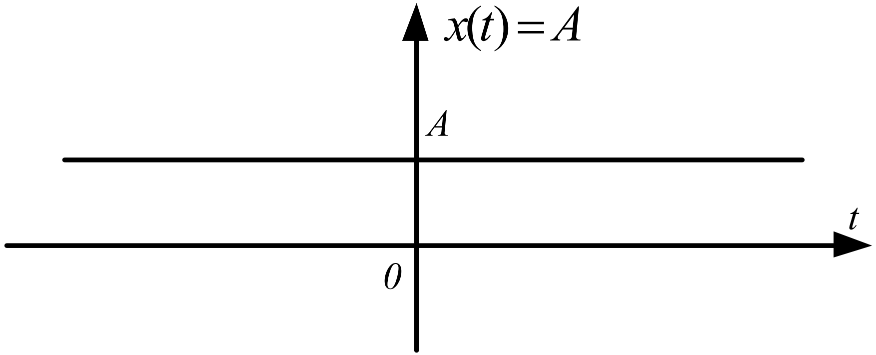
连续时间基本信号

- 普通信号
  - ※ 直流信号
  - ※ 正弦信号
  - ※ 指数类信号
  - ※ 抽样信号

- 奇异信号
  - ※ 阶跃信号
  - ※ 冲激信号
  - ※ 斜坡信号
  - ※ 冲激偶信号

1. 直流信号

$$x(t)=A,\qquad -\infty<t<+\infty$$

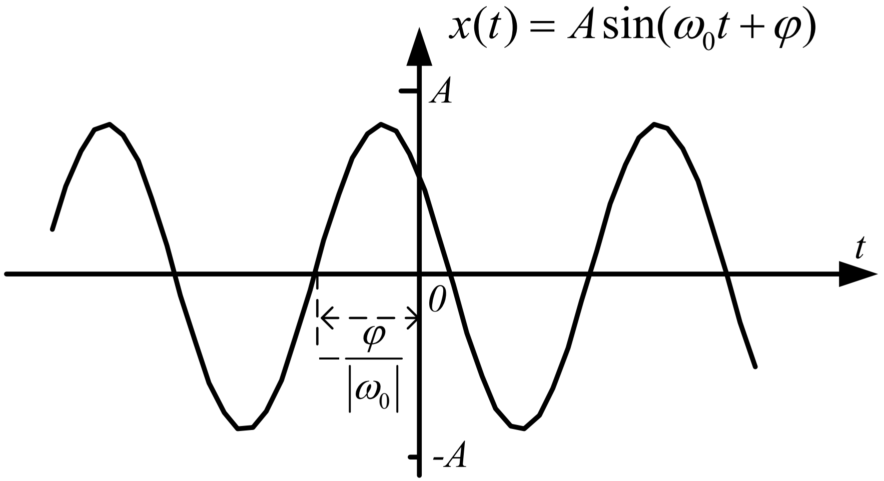


电池

信号源

2. 正弦信号

$$x(t) = A\sin(\omega_0 t + \varphi)$$

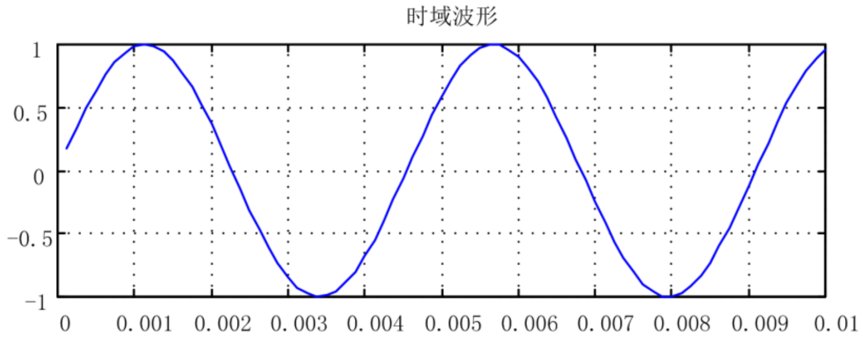


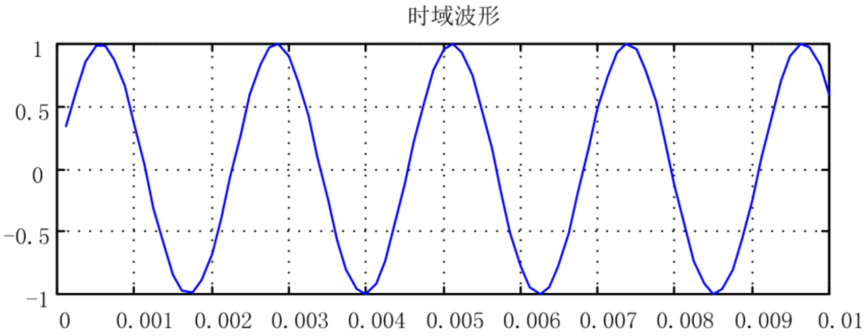
A: 振幅
ω_0: 角频率
φ: 初始相位

周期: $T_0 = \dfrac{2\pi}{|\omega_0|}$ 频率: $f_0 = \dfrac{1}{T_0}$ $\omega_0 = 2\pi f_0$

2. 正弦信号

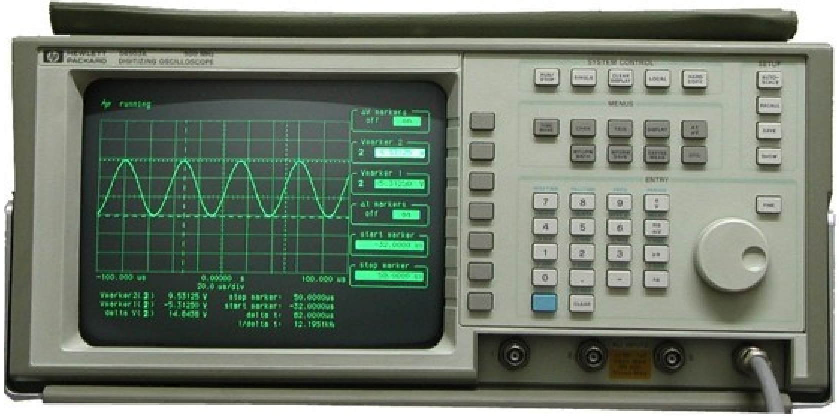
正弦信号 $x_1(t)=\sin(2\pi\cdot 220t), x_2(t)=\sin(2\pi\cdot 440t)$ 的波形



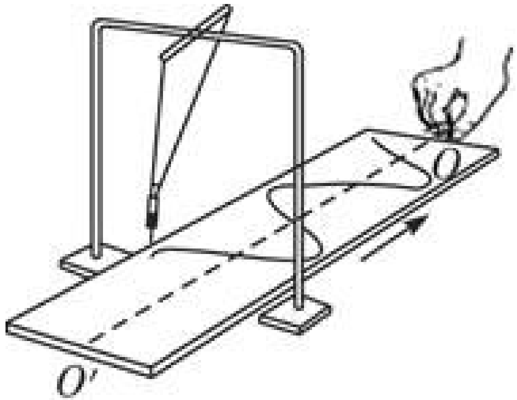


频率越高，
信号振荡越快，
声音越尖锐。

2. 正弦信号



示波器显示正弦波形

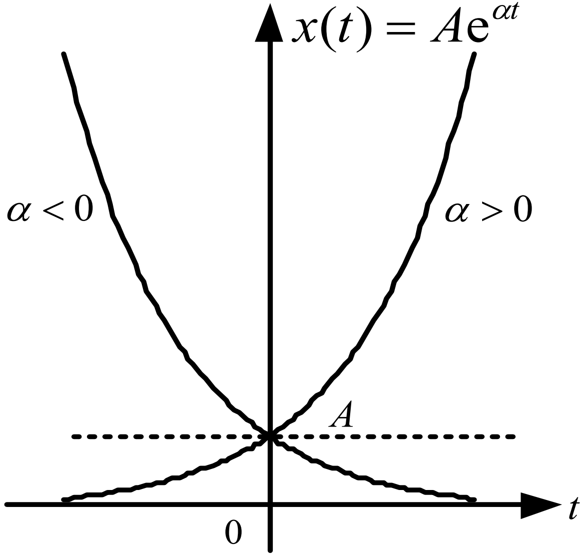


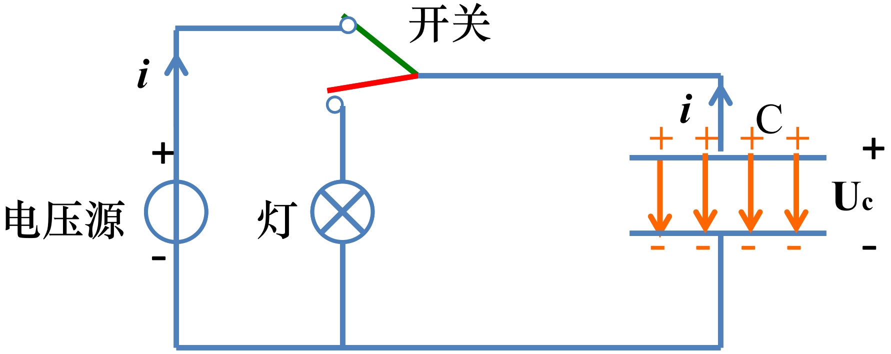
单摆沙漏在沿其垂直方向上

匀速滑动的白纸上留下的轨迹

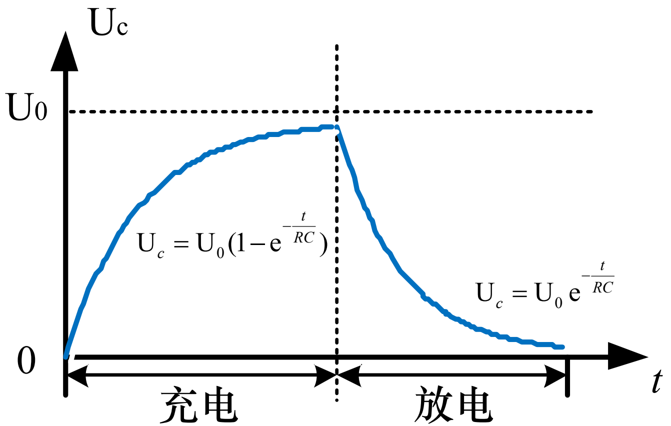
3. 指数类信号

➤ 实指数信号 $x(t) = Ae^{\alpha t}$



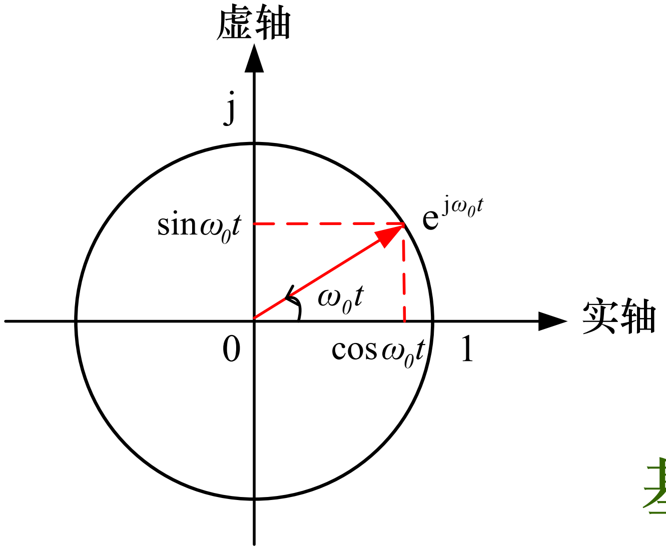


电容充放电过程



3. 指数类信号

➢ 虚指数信号 $x(t)=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t}=\cos\omega_0 t+\mathrm{j}\sin\omega_0 t$



周期性：

$$x(t)=x(t+T_0)$$

$$\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t}=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 (t+T_0)}$$

$$\omega_0 T_0=2\pi n,\ n=\pm1,\pm2\cdots$$

基本周期：

$$T_0=\frac{2\pi}{|\omega_0|}$$

3. 指数类信号

➢ 虚指数信号 $x(t) = \mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t} = \cos\omega_0 \mathrm{t} + \mathrm{j}\sin\omega_0 t$

Euler公式

$$\cos(\omega t) = \frac{1}{2}(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t} + \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t})$$

$$\sin(\omega t) = \frac{1}{2\mathrm{j}}(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega t} - \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega t})$$

Euler公式建立了正、余弦信号与虚指数信号的关系。

莱昂哈德.欧拉（Leonhard, Euler ）

(1707～1783)

瑞士数学家、物理学家，近代数学前驱之一。

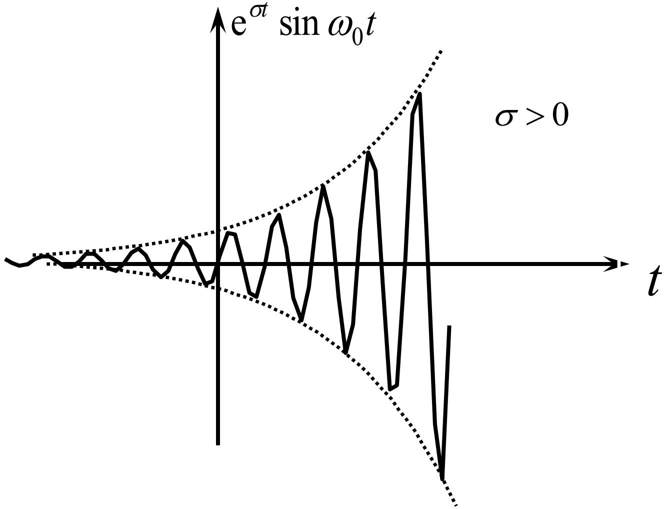
欧拉是数学史上多产的数学家，平均每年写出八百多页的论文，还撰写大量的力学、分析学、几何学、变分法等课本，其中《无穷小分析引论》、《微分学概论》、《积分学原理》等都成为数学界中的经典著作。

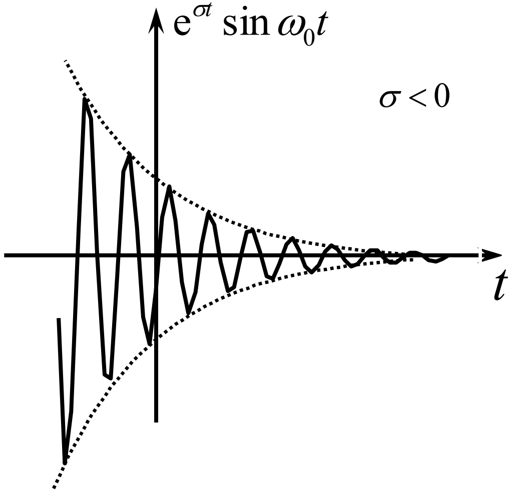
在众多数学的分支中，经常见到以欧拉命名的重要公式和定理，例如数论中的欧拉函数、欧拉公式、流体力学中的欧拉方程等。最著名的是欧拉首次使用“函数”概念来描述包含各种参数的表达式，记为 $f(x)$。

3. 指数类信号

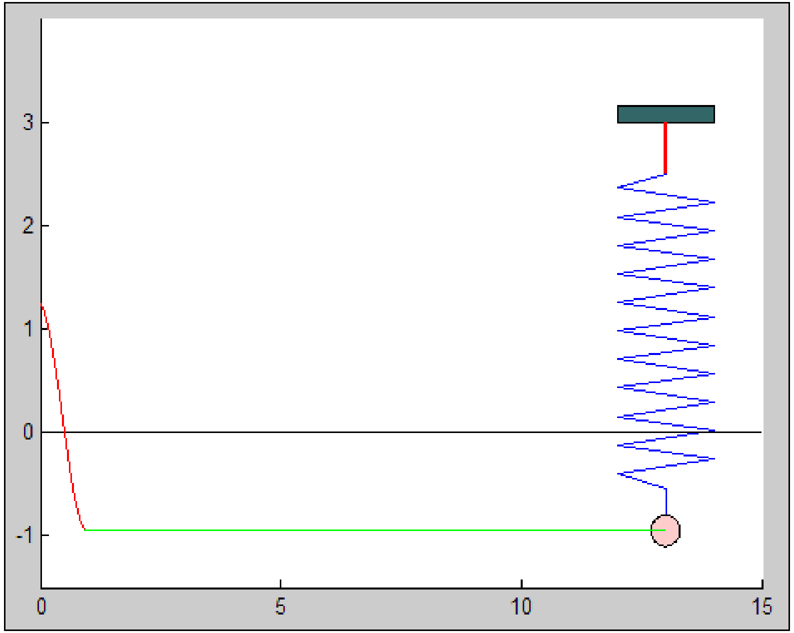
➢ 复指数信号 $x(t) = A\mathrm{e}^{st}$ $\quad s = \sigma + \mathrm{j}\omega_0$

$$x(t) = A\mathrm{e}^{\sigma t}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega_0 t} = A\mathrm{e}^{\sigma t}\cos\omega_0 t + \mathrm{j}A\mathrm{e}^{\sigma t}\sin\omega_0 t$$





3. 指数类信号



模拟弹簧阻尼振动过程

3. 指数类信号

➢ 指数类信号 — 复指数信号　$x(t)=Ae^{st}\quad s=\sigma+\mathrm{j}\omega_0$

当$\sigma\neq0$且$\omega_0\neq0$时，不等幅震荡正弦信号

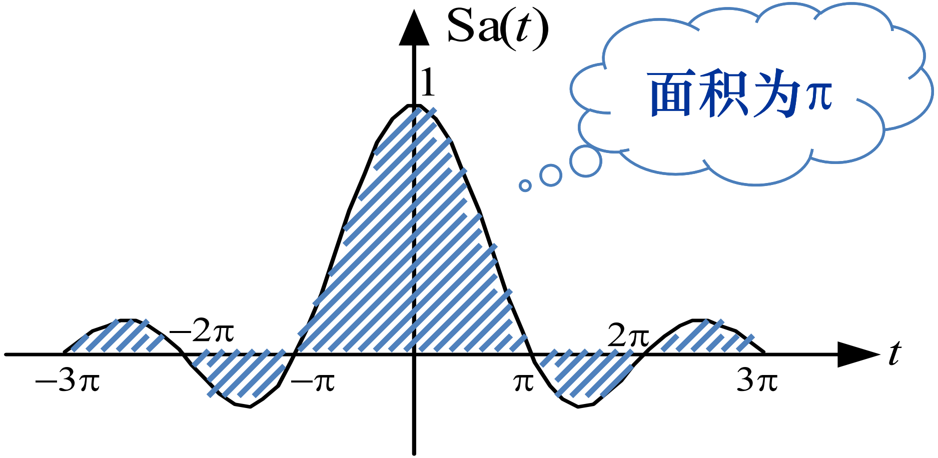
当$\sigma=0$且$\omega_0\neq0$时，等幅震荡正弦信号

当$\sigma\neq0$且$\omega_0=0$时，实指数信号

当$\sigma=0$且$\omega_0=0$时，直流信号

4．抽样信号

$$\mathrm{Sa}(t)=\frac{\sin t}{t}$$



性质:

$$\mathrm{Sa}(0)=1$$

$$\mathrm{Sa}(k\pi)=0,\ k=\pm1,\pm2\cdots$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{Sa}(t)\mathrm{d}t=\pi$$

谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事、同行、朋友的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！