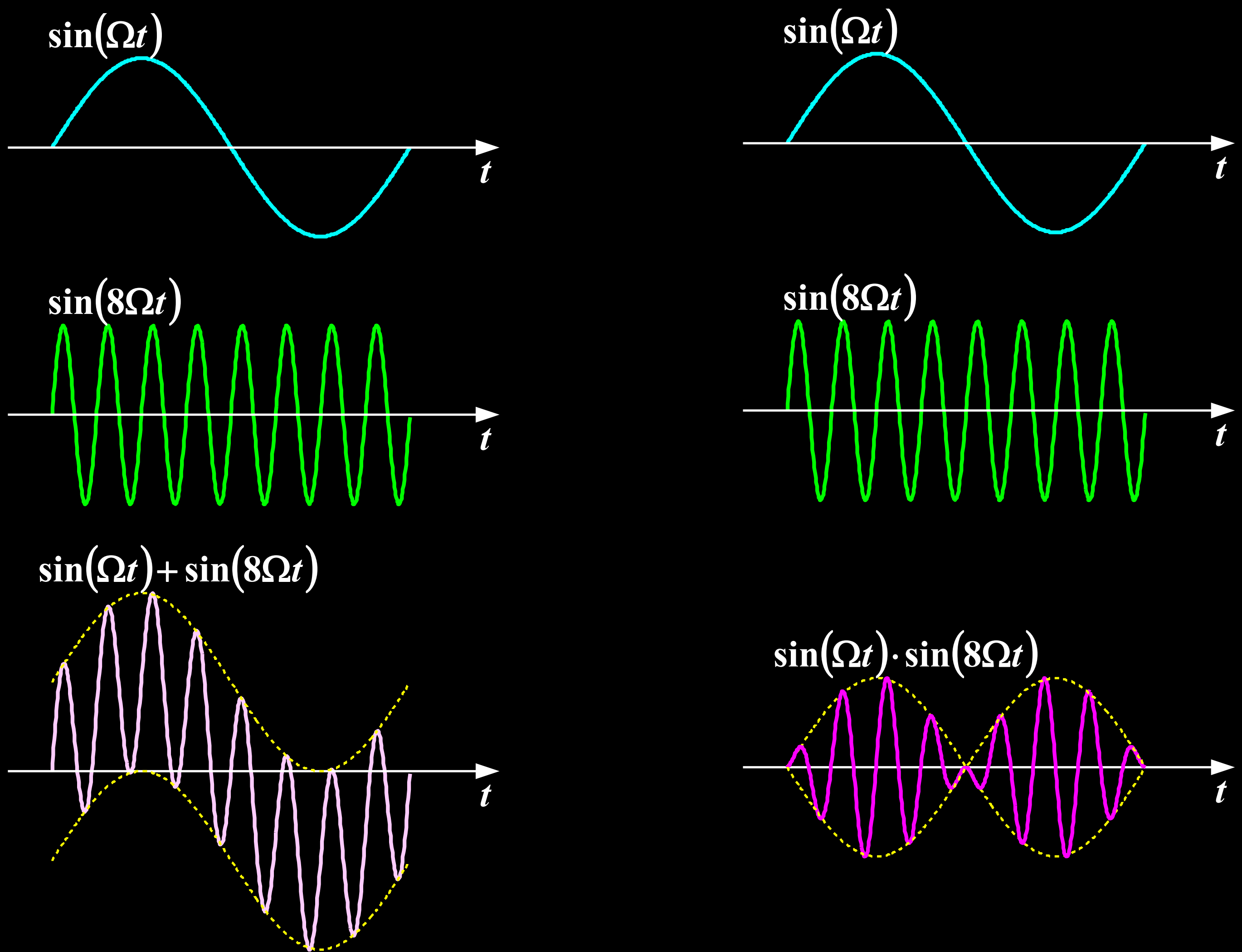
信号的基本运算

- 两信号相加或相乘
- 信号的时间变换
  - 反转
  - 平移
  - 尺度变换
- 信号的微分和积分

一、信号的加法和乘法

同一瞬时两信号对应值相加（相乘）。



离散序列相加、乘

$$f_1(k)=\begin{cases}2,k=-1\\3,\ k=0\\6,\ k=1\\0,k\text{其他}\end{cases}\qquad f_2(k)=\begin{cases}3,\ k=0\\2,\ k=1\\4,\ k=2\\0,k\text{其他}\end{cases}$$

$$f_1(k)+f_2(k)=\begin{cases}2, & k=-1\\6, & k=0\\8, & k=1\\4, & k=2\\0, & k\text{其他}\end{cases}\qquad f_1(k)\times f_2(k)=\begin{cases}9\ ,k=0\\12,\ k=1\\0\ ,k\text{其他}\end{cases}$$

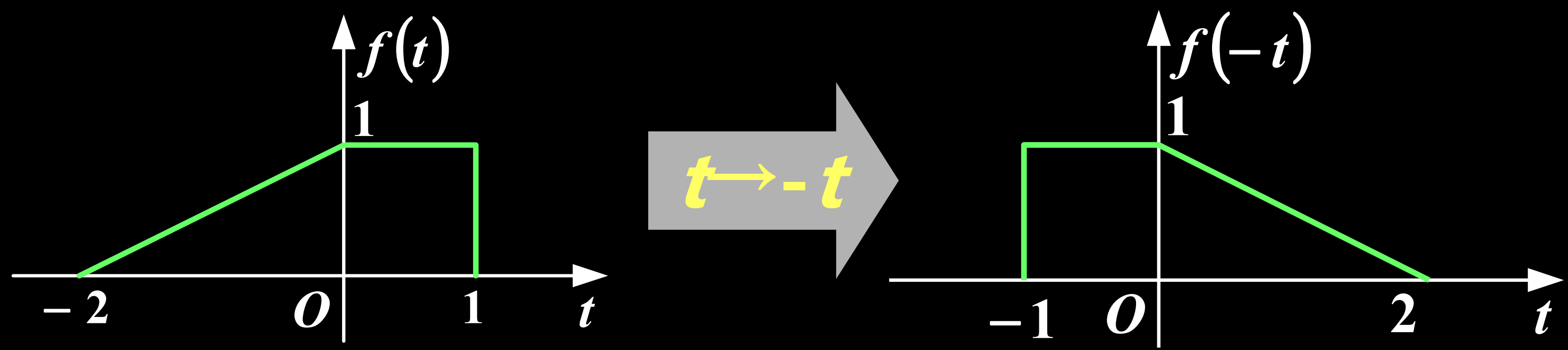
二、信号的时间变换

1.信号的反转
2.信号的平移
3.信号的展缩（尺度变换）
4.混合运算举例

1. 信号反转

将 $f(t) \to f(-t)$ ， $f(k) \to f(-k)$ 称为对信号$f(\cdot)$的反转或反折。

从图形上看是将$f(\cdot)$以纵坐标为轴反转180^o。如

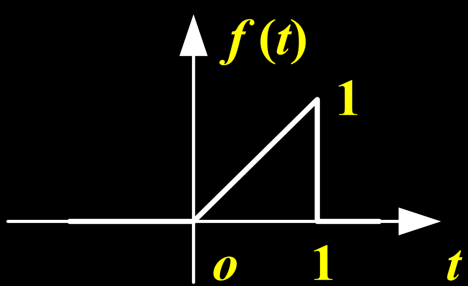


没有可实现此功能的实际器件。数字信号处理中可以实现此概念，例如堆栈中的“后进先出”。

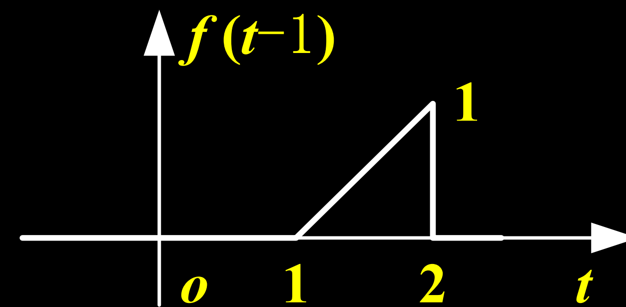
2.信号的平移

将 $f(t) \to f(t-t_0)$，$f(k) \to f(t-k_0)$称为对信号$f(\cdot)$的**平移**或**移位**。若t_0 (或k_0) >0，则将$f(\cdot)$右移；否则左移。

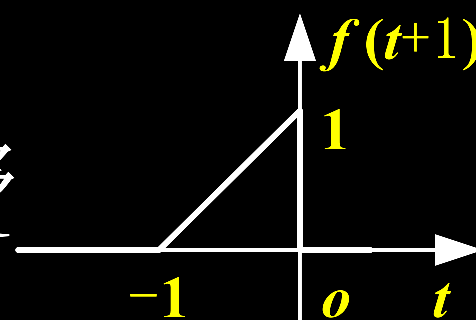
如



$t \to t-1$右移



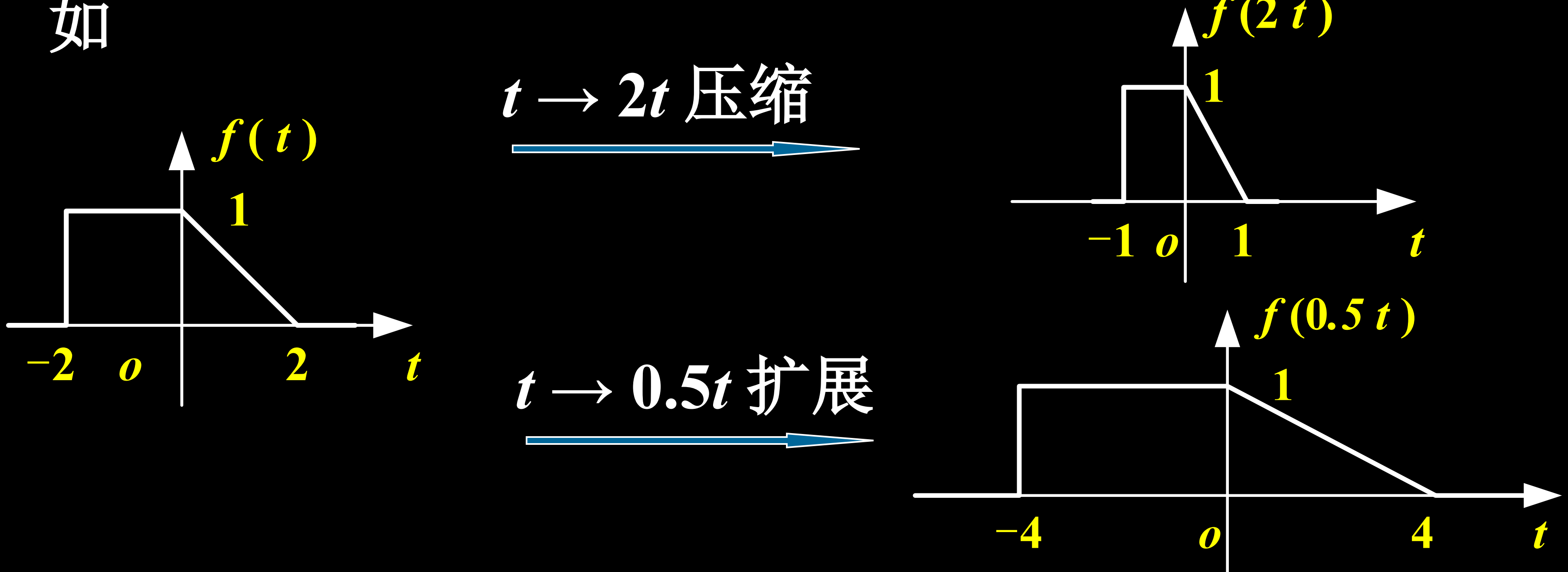
$t \to t+1$左移



雷达接收到的目标回波信号就是平移信号。

3.信号的展缩（尺度变换）

将 $f(t) \to f(a\,t)$， 称为对信号$f\,(t)$的尺度变换。若$a>1$，则波形沿横坐标压缩；若$0< a < 1$，则扩展 。如



对于离散信号，由于 $f(a\,k)$ 仅在为$a\,k$ 为整数时才有意义， 进行尺度变换时可能会使部分信号丢失。因此一般不作波形的尺度变换。

4. 混合运算举例 $f(t) \rightarrow f(at \pm b) = f[a(t \pm b/a)]$

例1 **平移与反转相结合**

例2 **平移与尺度变换相结合**

例3 **平移、反转、尺度变换相结合，正逆运算。**

可以看出：

- 混合运算时，三种运算的次序可任意。但一定要注意**一切变换都是相对t 而言**。
- 通常，对正向运算，先平移，后反转和展缩不易出错；对逆运算，反之。

三. 微分和积分

微分：$f'(t)=\dfrac{\mathrm{d}\,f(t)}{\mathrm{d}\,t}$，　　积分：$\int_{-\infty}^{t} f(\tau)\mathrm{d}\tau$