

## 选择题

1. 下列信号的分类方法不正确的是 ( A ):

- A、数字信号和离散信号
- B、确定信号和随机信号
- C、周期信号和非周期信号
- D、因果信号与反因果信号

2. 下列说法正确的是 ( D ):

- A、两个周期信号  $x(t)$ ,  $y(t)$  的和  $x(t)+y(t)$  一定是周期信号。
- B、两个周期信号  $x(t)$ ,  $y(t)$  的周期分别为 2 和  $\sqrt{2}$ , 则其和信号  $x(t)+y(t)$  是周期信号。
- C、两个周期信号  $x(t)$ ,  $y(t)$  的周期分别为 2 和  $\pi$ , 其和信号  $x(t)+y(t)$  是周期信号。
- D、两个周期信号  $x(t)$ ,  $y(t)$  的周期分别为 2 和 3, 其和信号  $x(t)+y(t)$  是周期信号。

3. 下列说法不正确的是 ( D )。

- A、一般周期信号为功率信号。
- B、时限信号(仅在有限时间区间不为零的非周期信号)为能量信号。
- C、 $\varepsilon(t)$  是功率信号;
- D、 $e^t$  为能量信号;

4. 将信号  $f(t)$  变换为 ( A ) 称为对信号  $f(t)$  的平移或移位。

- A、 $f(t-t_0)$
- B、 $f(k-k_0)$
- C、 $f(at)$
- D、 $f(-t)$

5. 将信号  $f(t)$  变换为 ( A ) 称为对信号  $f(t)$  的尺度变换。

- A、 $f(at)$
- B、 $f(t-k_0)$
- C、 $f(t-t_0)$
- D、 $f(-t)$

6. 下列关于冲激函数性质的表达式不正确的是 ( B )。

- A、 $f(t)\delta(t) = f(0)\delta(t)$
- B、 $\delta(at) = \frac{1}{a}\delta(t)$
- C、 $\int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau = \varepsilon(t)$
- D、 $\delta(-t) = \delta(t)$

7. 下列关于冲激函数性质的表达式不正确的是 ( D )。

- A、 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta'(t) dt = 0$
- B、 $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\delta(t) dt = f(0)$
- C、 $\int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau = \varepsilon(t)$
- D、 $\int_{-\infty}^{\infty} \delta'(t) dt = \delta(t)$

8. 下列关于冲激函数性质的表达式不正确的是 ( B )。

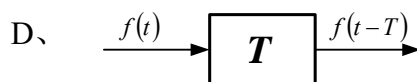
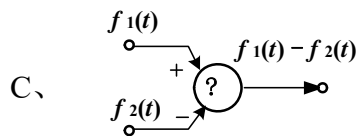
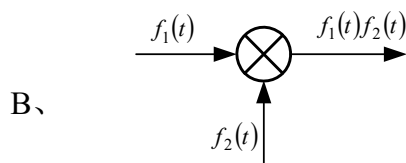
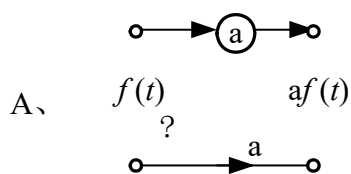
A、  $f(t+1)\delta(t) = f(1)\delta(t)$

B、  $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta'(t)dt = f'(0)$

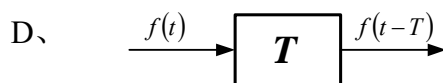
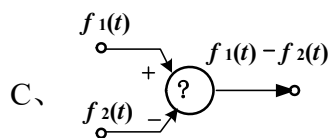
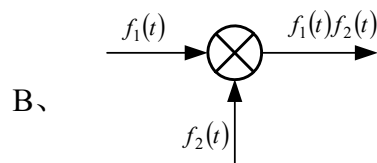
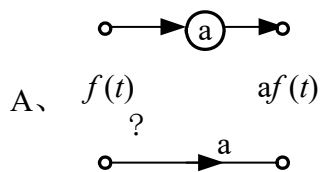
C、  $\int_{-\infty}^t \delta(\tau)d\tau = \varepsilon(t)$

D、  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\delta(t)dt = f(0)$

9. 下列基本单元属于数乘器的是 ( A )。



10. 下列基本单元属于加法器的是 ( C )。



### 思考题：

1、两个周期信号的和是周期信号吗？举例说明。

不一定，反例： $T_1 = 2$ ,  $T_2 = \pi$ ，最小公倍数不存在。

2、什么是因果信号？

满足关系： $y(t) = F(x(t), x(t-\tau))$   $\tau > 0$

3、常数和正弦信号都可以用指数信号来表示吗？

$$a + jb = \sqrt{a^2 + b^2} \left( \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} + j \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) = \sqrt{a^2 + b^2} e^{j \tan^{-1}(\frac{b}{a})}$$

$$\cos \theta = \frac{1}{2}(e^{j\theta} + e^{-j\theta}), \quad \sin \theta = \frac{1}{2j}(e^{j\theta} - e^{-j\theta})$$

4、函数  $x(t)$  反折后为  $x(-t)$ ，其时移方向与  $x(t)$  的时移方向有何区别？

方向相反

5、如何用单位冲激信号  $\delta(t)$  表示任何信号  $x(t)$ ？

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

6、怎样判断系统是满足线性的？

满足线性叠加的性质。

7、系统的单位冲激响应  $h(t)$  的物理意义是什么？

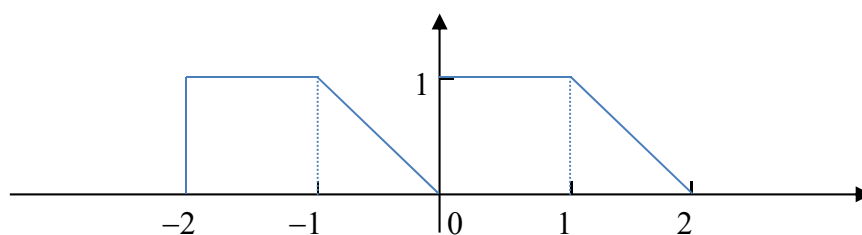
是对单位冲激  $\delta(t)$  作为输入信号时的响应。

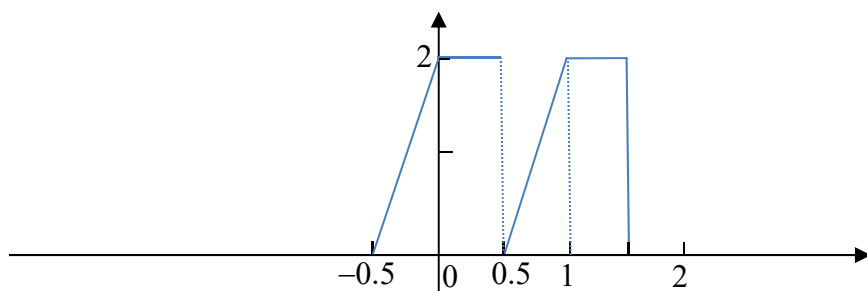
8、线性系统可以是时变的吗？试举例说明。

可以： $y(t) = a(t) \cdot x(t)$

### 练习题：

1、一时间连续信号  $f(t)$  的波形如下：请画出函数  $2f(1-2t)$  的波形。





2、针对下列连续时间信号，判断它们的周期性，并对周期信号确定其基本周期。

(1)  $x(t) = \cos(4t + \frac{\pi}{3})$

(2)  $x(t) = e^{j(\pi t - 1)}$

$4t + 2\pi = 4(t + \frac{\pi}{2}), \quad T = \frac{\pi}{2}$

$\pi t + 2\pi = \pi(t + 2), \quad T = 2$

(3)  $x(t) = [\cos(2t - \frac{\pi}{3})]^2$

(4)  $x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{-(2t-n)}$

$4t + 2\pi, \quad T = \frac{\pi}{2}$

非周期信号

3、连续时间系统可能具有：a) 无记忆性，b) 时不变性，c) 线性，d) 因果性，e) 稳定性。

试判断以下系统具有上述的那些性质？ $y(t)$  是系统的输出， $x(t)$  是系统的输入。

(1)  $y(t) = x(t-2) + x(2-t)$

a) 记忆，b) 时不变，c) 线性，d) 非因果，e) 稳定。

(2)  $y(t) = [\cos(3t)]x(t)$

a) 非记忆，b) 时变，c) 线性，d) 因果，e) 稳定。

(3)  $y(t) = \int_{-\infty}^{2t} x(\tau) d\tau$

a) 记忆，b) 时不变，c) 线性，d) 因果，e) 不一定。

(4)  $y(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ x(t) + x(t-2) & t \geq 0 \end{cases}$

a) 记忆，b) 时不变，c) 线性，d) 因果，e) 稳定。

$$(5) \quad y(t) = x\left(\frac{t}{3}\right), \quad t \geq 0$$

a) 非记忆, b) 时不变, c) 线性, d) 因果, e) 稳定。

4、求下面信号的周期

$$(1) \quad x(t) = 2\cos(10t+1) - \sin(4t-1)$$

$$10t+2\pi = 10\left(t+\frac{\pi}{5}\right), \quad T_1 = \frac{\pi}{5}, \quad 4t+2\pi = 4\left(t+\frac{\pi}{2}\right), \quad T_2 = \frac{\pi}{2}, \quad T = \pi$$

$$(2) \quad x(t) = 5\cos\left(\frac{t}{2}\right) + 2\sin\left(\frac{3}{4}t + \frac{\pi}{6}\right) + \frac{1}{2}\cos\left(2t - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\frac{t}{2} + 2\pi = \frac{1}{2}(t+4\pi), \quad T_1 = 4\pi, \quad \frac{3}{4}t + 2\pi = \frac{3}{4}\left(t + \frac{8\pi}{3}\right), \quad T_2 = \frac{8\pi}{3}, \quad 2t + 2\pi = 2(t+\pi), \quad T_3 = \pi$$

$$T = 8\pi$$

5、设某系统的单位冲激响应为

$$h(t) = e^{2t}u(-t+4) + e^{-2t}u(t-5)$$

试确定常数 A 和 B 使下式成立。

$$h(t-\tau) = \begin{cases} e^{-2(t-\tau)} & \tau < A \\ 0 & A < \tau \leq B \\ e^{2(t-\tau)} & B < \tau \end{cases}$$

$$h(t-\tau) = e^{2(t-\tau)}u(-(t-\tau)+4) + e^{-2(t-\tau)}u((t-\tau)-5)$$

$$e^{-2(t-\tau)} \quad \text{active} \quad u((t-\tau)-5) = u(t-\tau-5) = u(t), \quad \tau+5=0, \quad \tau=-5$$

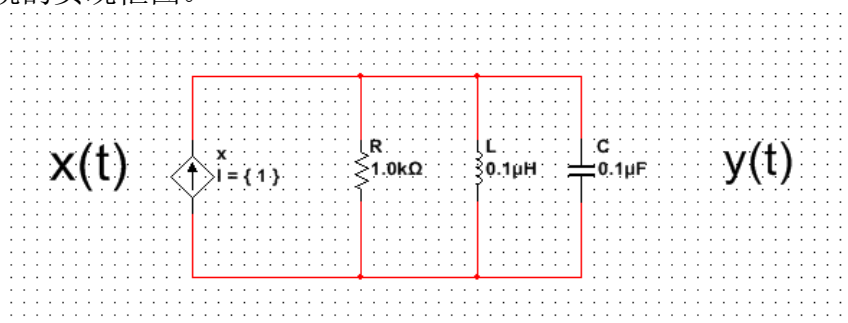
$$e^{2(t-\tau)} \quad \text{active} \quad u(-(t-\tau)+4) = u(-t+\tau+4) = u(-t), \quad \tau+4=0, \quad \tau=-4$$

$$A = t-5$$

$$B = t-4$$

综合题:

- 1、RLC 电路如下图所示，其中输入信号是电流  $x(t)$  输出响应为电容的电压  $y(t)$ 。试用积分器构建系统的实现框图。



$$\begin{aligned}
 v(t) &= i_1(t)R, \quad i_2(t) = C \frac{dv(t)}{dt}, \quad v(t) = L \frac{di_3(t)}{dt} \\
 i_1(t) &= \frac{1}{R} v(t), \quad i_2(t) = C \frac{dv(t)}{dt}, \quad i_3(t) = \frac{1}{L} \int v(t) dt \quad i(t) = i_1(t) + i_2(t) + i_3(t) \\
 \frac{1}{R} v(t) + C \frac{dv(t)}{dt} + \frac{1}{L} \int v(t) dt &= i(t) \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{L} \iint v(t) dt + \frac{1}{R} \int v(t) dt + C \cdot v(t) = \int i(t) dt
 \end{aligned}$$

- 2、设  $x(t)$  是一线性连续时间系统的输入， $y(t)$  是系统的输出信号。如该系统的输入与输出存在以下关系：

$$\begin{aligned}
 x(t) = e^{j2t} &\rightarrow y(t) = e^{j3t} \\
 x(t) = e^{-j2t} &\rightarrow y(t) = e^{-j3t}
 \end{aligned}$$

则当：(1)  $x_1(t) = \cos 2t$   $y_1(t) = ?$

$$y_1(t) = \cos(3t)$$

$$(2) \quad x_2(t) = \cos 2\left(t - \frac{1}{2}\right) \quad y_2(t) = ?$$

$$y_2(t) = \cos 3\left(t - \frac{1}{3}\right)$$

- 3、考虑一个 LTI 系统，输入信号为  $x(t) = 2e^{-3t}u(t-1)$ 。

当输入为  $x(t)$  对应的输出为  $y(t)$ ：

当输入为  $\frac{dx(t)}{dt}$  时，对应的输出为  $-3y(t) + e^{-2t}u(t)$ 。

试求系统的单位冲激响应  $h(t)$ 。

$$x(t) = 2e^{-3t}u(t-1), \quad \frac{dx(t)}{dt} = 2(-3e^{-3t}u(t-1) + e^{-3t}\delta(t-1))$$

$$\begin{aligned} -3y(t) + e^{-2t}u(t) &= \frac{dx(t)}{dt} * h(t) = (-3 \cdot (2e^{-3t}u(t-1)) + 2e^{-3t}\delta(t-1)) * h(t) \\ &= (-3x(t) + 2e^{-3t}\delta(t-1)) * h(t) = -3x(t) * h(t) + 2e^{-3t}\delta(t-1) * h(t) \\ &= -3y(t) + 2e^{-3t}h(t-1) \end{aligned}$$

$$e^{-2t}u(t) = 2e^{-3t}h(t-1)$$

$$h(t) = \frac{e^{3(t+1)}}{2} e^{-2(t+1)} u(t+1) = \frac{1}{2} e^{(t+1)} u(t+1)$$

### 计算机实践：

对某激光切割工具编程，用以切割一块钢板。钢板的长和宽分别为 150mm，90mm。

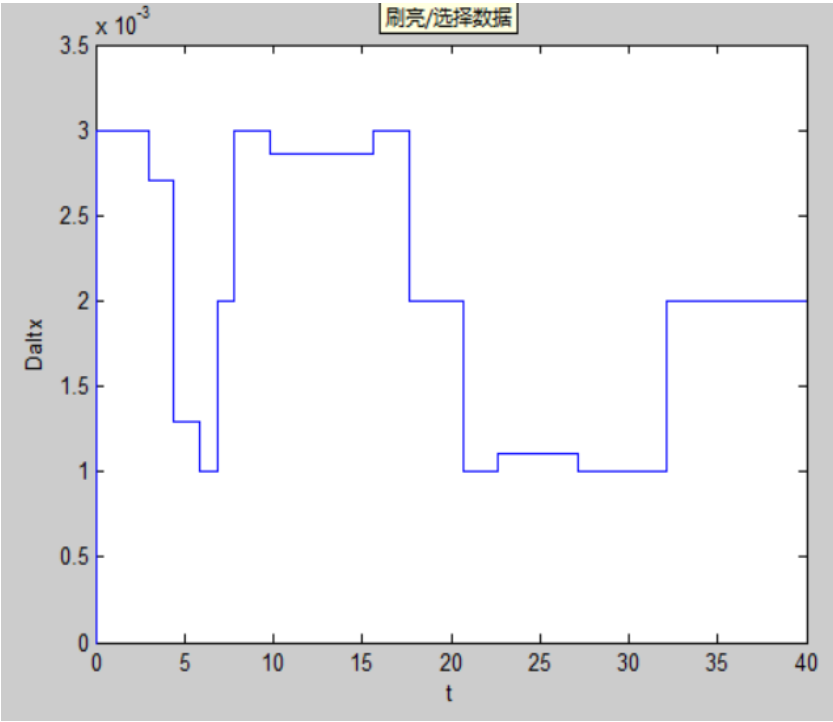
在长度  $x$  和宽度  $y$  方向的运动控制信号为：

$$\begin{aligned} u_x(t) &= 2 + u(t) - 0.293u(t-3) - 1.414u(t-4.414) - 0.293u(t-5.828) \\ &\quad + u(t-6.828) + u(t-7.828) - 0.143u(t-9.828) + 0.143u(t-15.659) \\ &\quad - u(t-17.659) - u(t-20.659) + 0.106u(t-22.659) - 0.106u(t-27.132) \\ &\quad + u(t-32.123) \end{aligned}$$

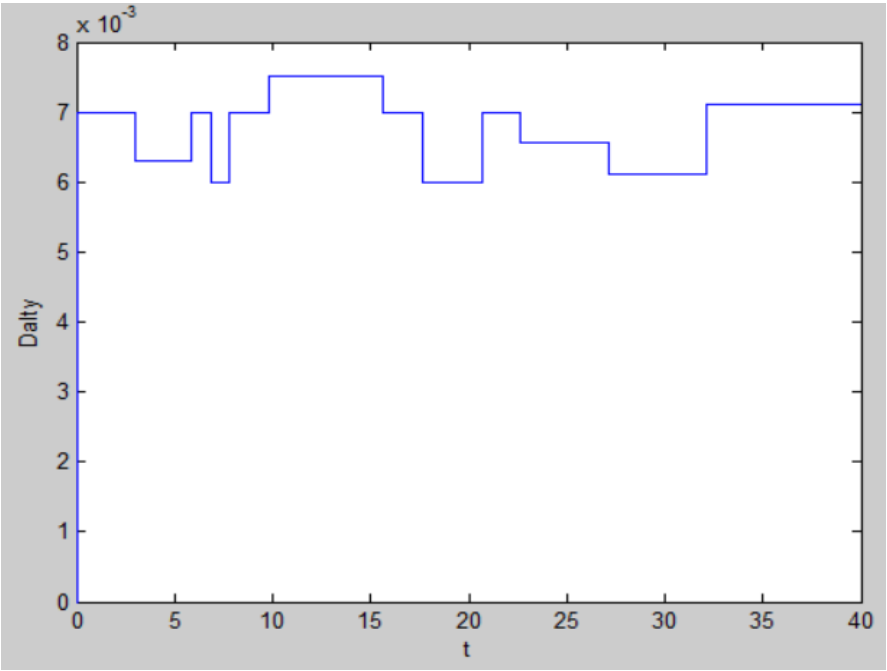
$$\begin{aligned} u_y(t) &= 7 - 0.707u(t-3) + 0.707u(t-5.828) \\ &\quad - u(t-6.828) + u(t-7.828) + 0.515u(t-9.828) - 0.515u(t-15.659) \\ &\quad - u(t-17.659) + u(t-20.659) - 0.447u(t-22.659) - 0.447u(t-27.132) \\ &\quad + u(t-32.123) \end{aligned}$$

- (1) 画出两个信号的波形；
- (2) 画出  $x$ - $y$  的关系曲线。

$u_x(t)$ ,  $u_y(t)$  分别是  $x$ ,  $y$  方向的进给速度，通过 Matlab 变成绘图得到如下结果：

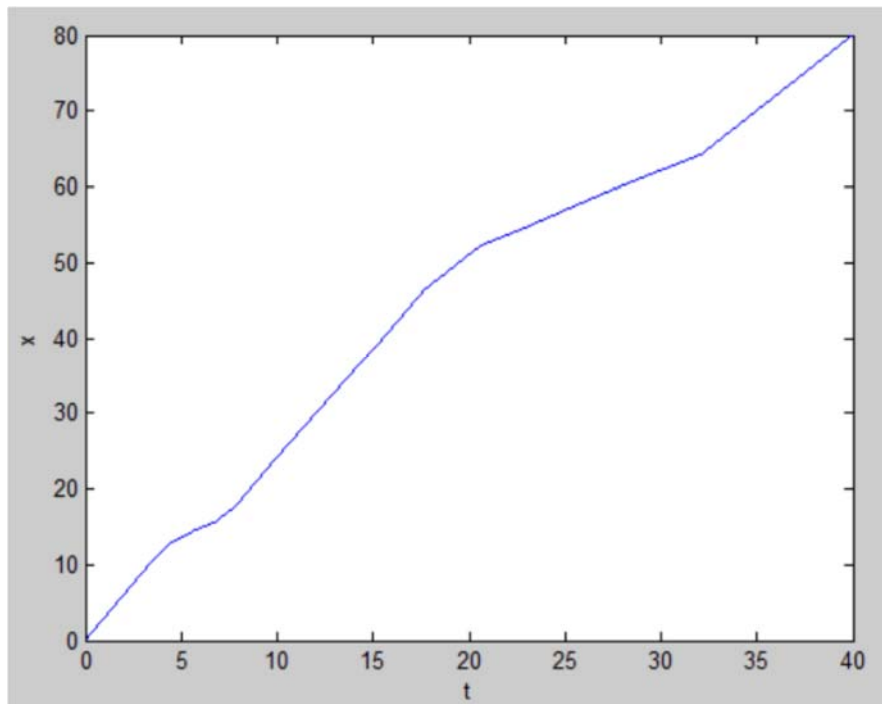


$u_x(t) \leftrightarrow t$

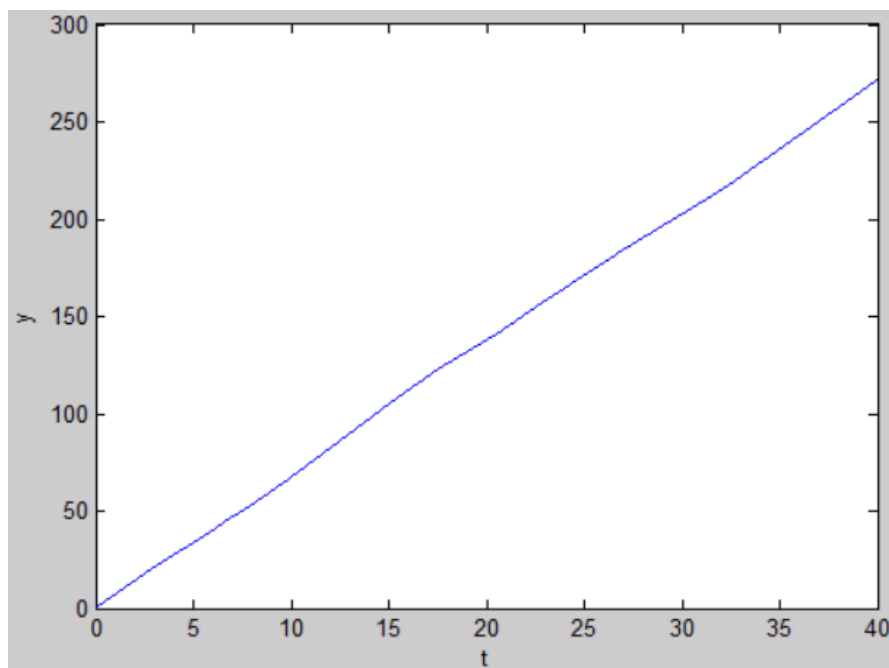


$u_y(t) \leftrightarrow t$

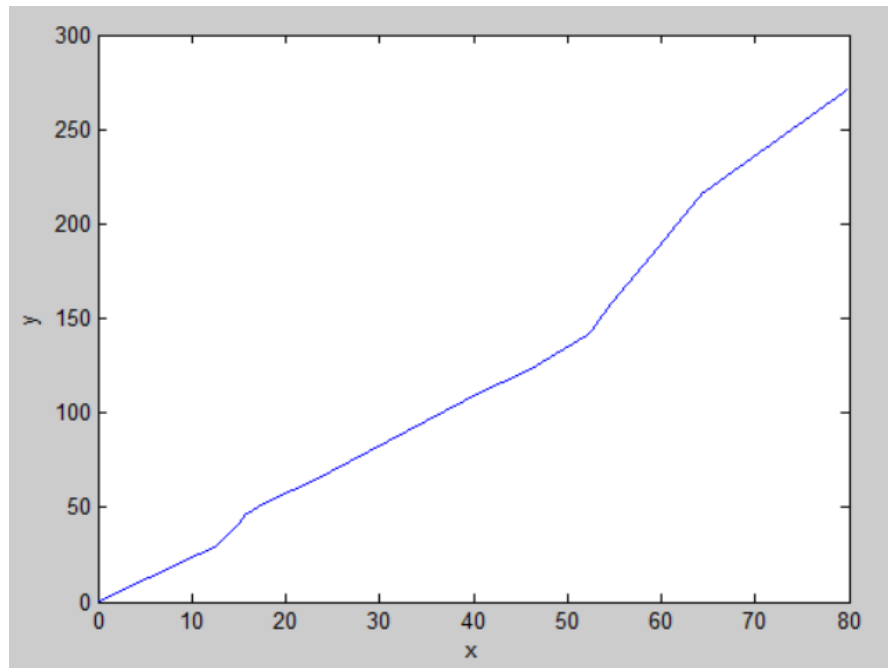




$$x(t) \leftrightarrow t$$



$$y(t) \leftrightarrow t$$



$$x \leftrightarrow y$$