

## 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、 $et$  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 )。

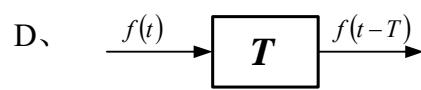
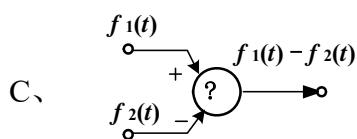
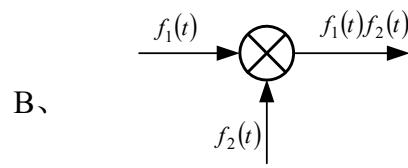
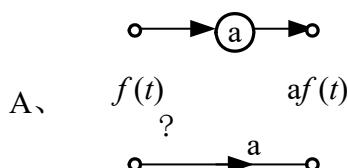
A、  $f(t+1)\delta(t) = f(1)\delta(t)$

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

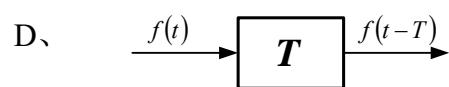
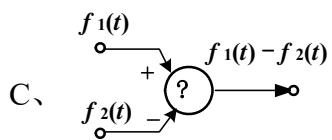
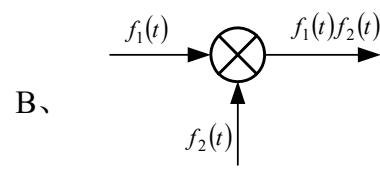
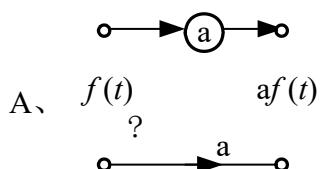
C、  $\int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau = \varepsilon(t)$

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？

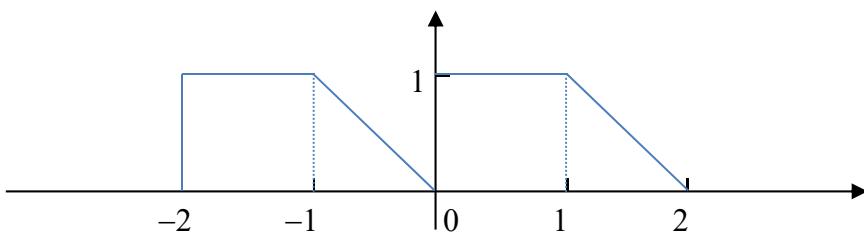
是对单位冲激  $\delta(t)$  作为输入信号时的响应。

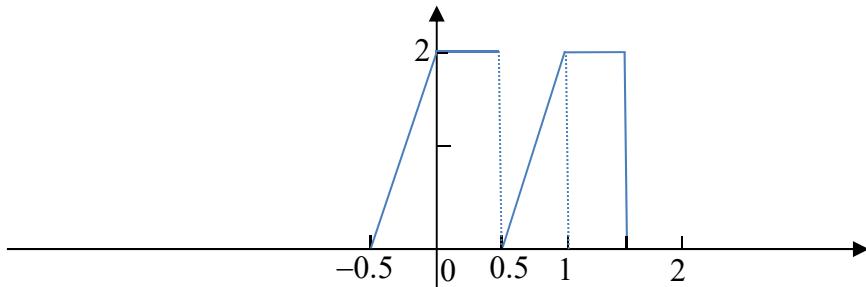
8、线性系统可以是时变的吗？试举例说明。

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。

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

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

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

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

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

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

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

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。

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

a) 记忆，b) 时不变，c) 线性，d) 非因果，e) 稳定。

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

a) 非记忆，b) 时变，c) 线性，d) 因果，e) 稳定。

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

a) 记忆，b) 时不变，c) 线性，d) 因果，e) 不一定。

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

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

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

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

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

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

$$T = 8\pi$$

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。

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

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

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

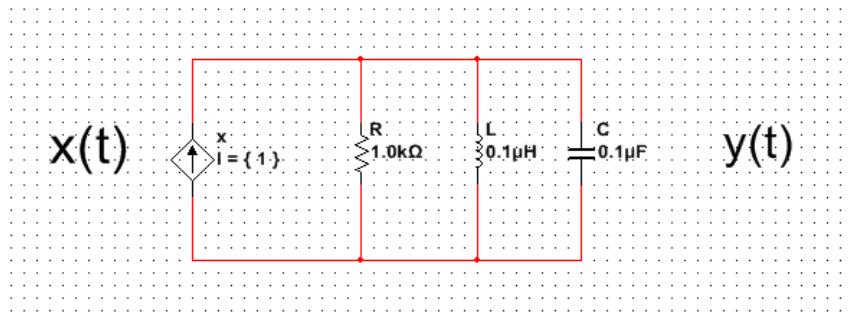
$$e^{2(t-\tau)} \text{ active } u(-(t - \tau) + 4) = u(-t + \tau + 4) = u(-t), \quad \tau + 4 = 0, \quad \tau = -4$$

$$A = t - 5$$

$$B = t - 4$$

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。



$$v(t) = i_1(t)R, \quad i_2(t) = c \frac{dv(t)}{dt}, \quad v(t) = L \frac{di_3(t)}{dt}$$

$$i_1(t) = \frac{1}{R}v(t), \quad i_2(t) = c \frac{dv(t)}{dt}, \quad i_3(t) = \frac{1}{L} \int v(t) dt \quad i(t) = i_1(t) + i_2(t) + i_3(t)$$

$$\frac{1}{R}v(t) + c \frac{dv(t)}{dt} + \frac{1}{L} \int v(t) dt = i(t) \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{L} \int \int v(t) dt + \frac{1}{R} \int v(t) dt + c \cdot v(t) = \int i(t) dt$$

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：

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

$$\text{则当: (1) } x_1(t) = \cos 2t \quad y_1(t) = ?$$

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

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

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

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  $h(t)$ 。

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

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：

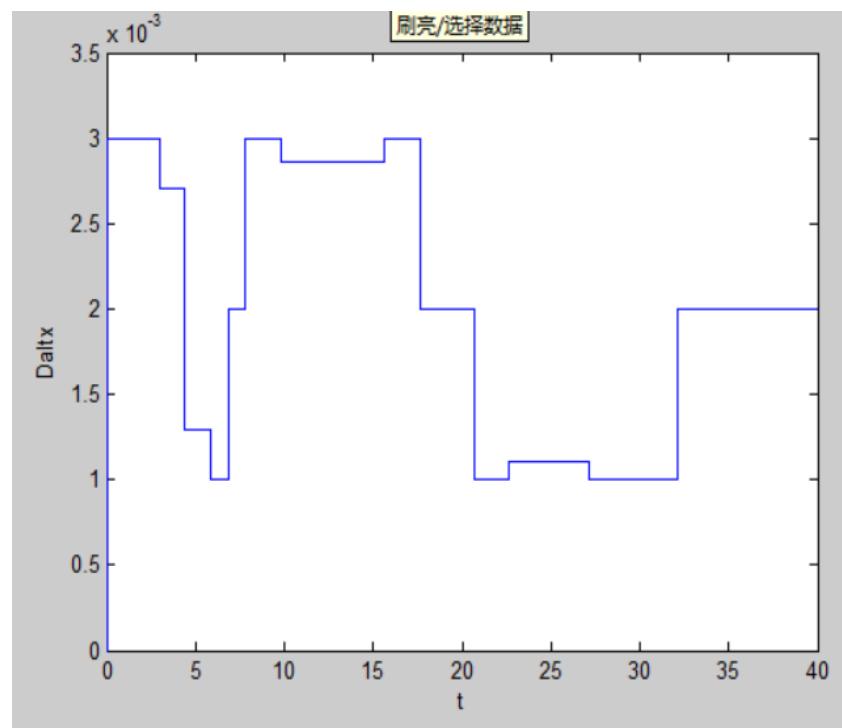
$$\begin{aligned}u_x(t) &= 2 + u(t) - 0.293u(t-3) - 1.414u(t-4.414) - 0.293u(t-5.828) \\&\quad + u(t-6.828) + u(t-7.828) - 0.143u(t-9.828) + 0.143u(t-15.659) \\&\quad - u(t-17.659) - u(t-20.659) + 0.106u(t-22.659) - 0.106u(t-27.132) \\&\quad + u(t-32.123)\end{aligned}$$

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

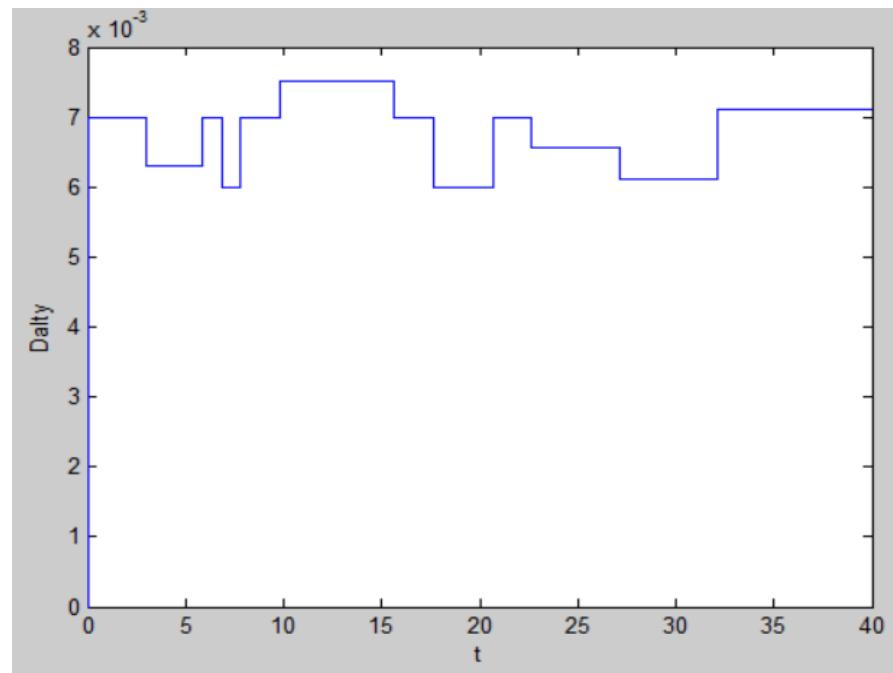
(1) 画出两个信号的波形；

(2) 画出  $x-y$  的关系曲线。

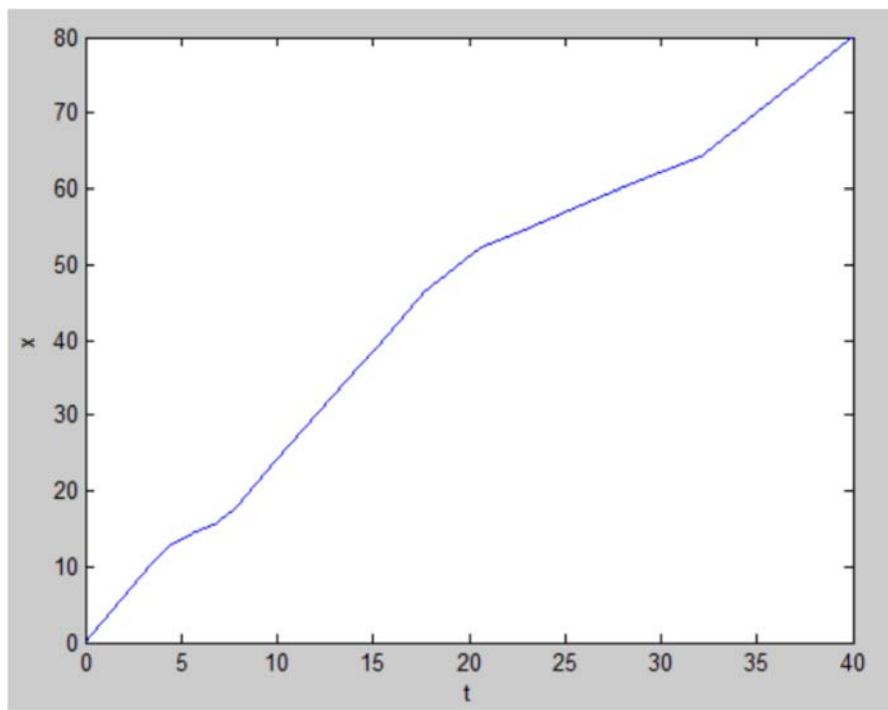
$u_x(t)$ ,  $u_y(t)$  分别是  $x$ ,  $y$  方向的进给速度，通过 Matlab 变成绘图得到如下结果：



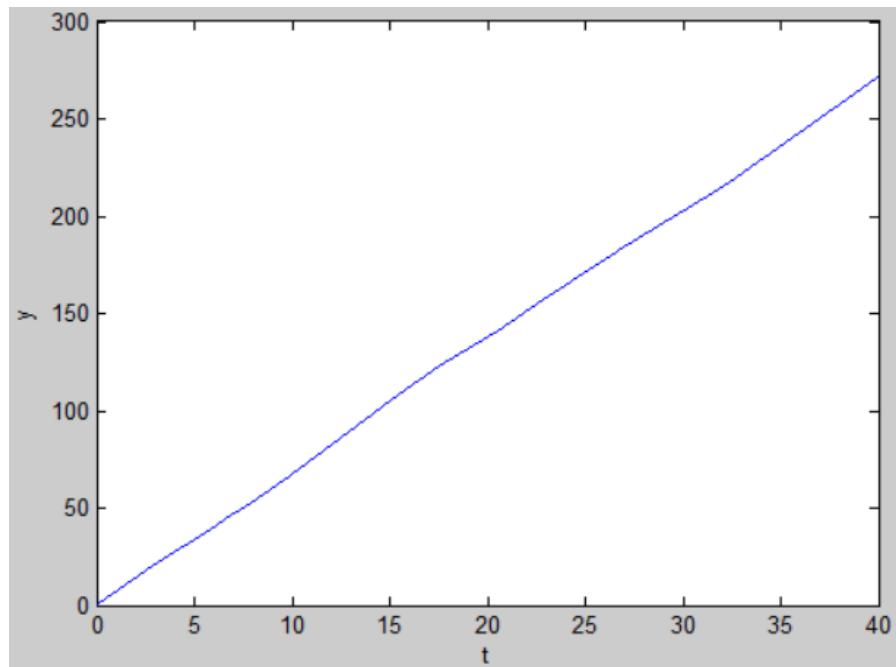
$$u_x(t) \leftrightarrow t$$



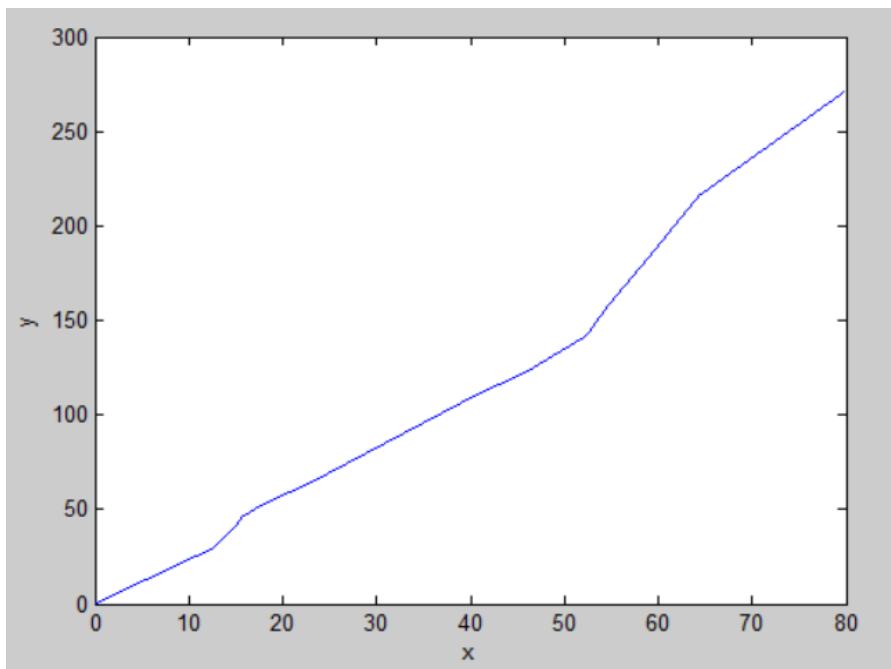
$$u_y(t) \leftrightarrow t$$



$x(t) \leftrightarrow t$



$y(t) \leftrightarrow t$



$x \leftrightarrow y$