

# Sinusoid Response

## Setup

```
clear all;  
close all;  
clc;
```

## Scelta della FDT

```
sys = zpk([0, 0], [-1, -1, -10, -10], 100)
```

```
sys =  
  
      100 s^2  
-----  
(s+1)^2 (s+10)^2  
  
Continuous-time zero/pole/gain model.  
Model Properties
```

```
sys = tf(sys);
```

## Scelta della pulsazione della sinusoide e periodo associato

```
w = 0.1
```

```
w =  
0.1000
```

```
f = w / 2 / pi
```

```
f =  
0.0159
```

```
T = 1 / f
```

```
T =  
62.8319
```

## Calcolo della risposta

### Funzioni custom

#### Variabili simboliche

```
syms u(t) U(s)  
syms y(t) Y(s)
```

### Ingresso

```
u(t) = 10*sin(w*t)
```

$$u(t) =$$

$$10 \sin\left(\frac{t}{10}\right)$$

$$U(s) = \text{laplace}(u)$$

$$U(s) =$$

$$\frac{1}{s^2 + \frac{1}{100}}$$

## Matrici dinamiche

$$[A,B,C,D] = \text{tf2ss}(\text{sys.Numerator}\{1\}, \text{sys.Denominator}\{1\})$$

$$A = 4 \times 4$$

$$\begin{bmatrix} -22 & -141 & -220 & -100 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = 4 \times 1$$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C = 1 \times 4$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 100 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D =$$

$$0$$

$$\text{eig}(A)$$

$$\text{ans} = 4 \times 1 \text{ complex}$$

$$\begin{bmatrix} -10.0000 + 0.0000i \\ -10.0000 - 0.0000i \\ -1.0000 + 0.0000i \\ -1.0000 - 0.0000i \end{bmatrix}$$

## Funzione di trasferimento

$$G(s) = \text{transfer\_function}(A,B,C,D)$$

$$G(s) =$$

$$\frac{100 s^2}{s^4 + 22 s^3 + 141 s^2 + 220 s + 100}$$

## Uscita

$$Y(s) = G(s) * U(s)$$

$$Y(s) =$$

$$\frac{100 s^2}{\left(s^2 + \frac{1}{100}\right) (s^4 + 22 s^3 + 141 s^2 + 220 s + 100)}$$

$$\begin{aligned} y(t) &= \text{simplify}(\text{ilaplace}(Y(s))); \\ \text{disp}(\text{vpa}(y, 2)) \end{aligned}$$

$$0.27 e^{-10.0t} - 0.3 e^{-1.0t} + 0.022 \cos(0.1 t) - 0.097 \sin(0.1 t) + 1.2 t e^{-1.0t} + 1.2 t e^{-10.0t}$$

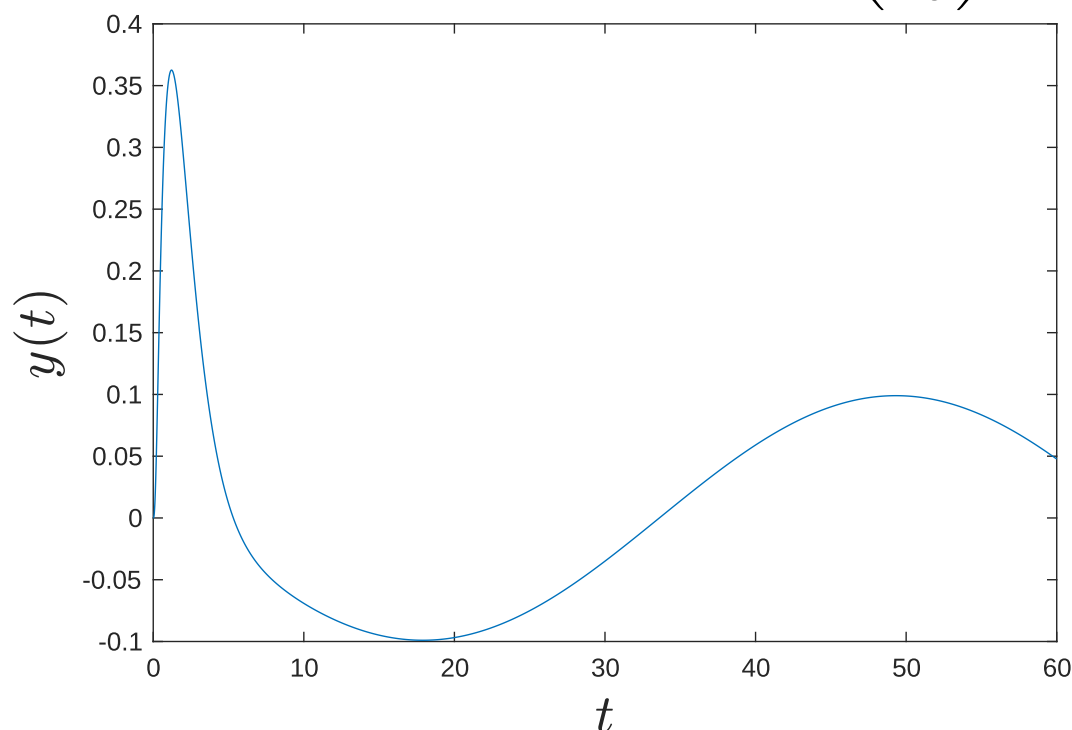
## Grafico

```
% Creare una nuova figura
figure(Name='Evoluzione forzata')

% Tempo limite per il grafico
TF = 60;
% Numero di campioni da graficare
NS = 10000;
% Intervallo di campionamento
TS = TF / NS;
% Definizione dell'asse temporale
tt = linspace(0, TF, NS);

% Grafico
plot(tt, y(tt));
xlim([tt(1) tt(end)])
xlabel('$$t$$', Interpreter='latex', FontSize=20)
ylabel('$$y(t)$$', Interpreter='latex', FontSize=20)
title(['Response to $$u(t)=' \text{latex}(u) '$$'],...
      Interpreter='latex', FontSize=20)
```

Response to  $u(t) = 10 \sin\left(\frac{t}{10}\right)$



## Funzioni built-in di MATLAB

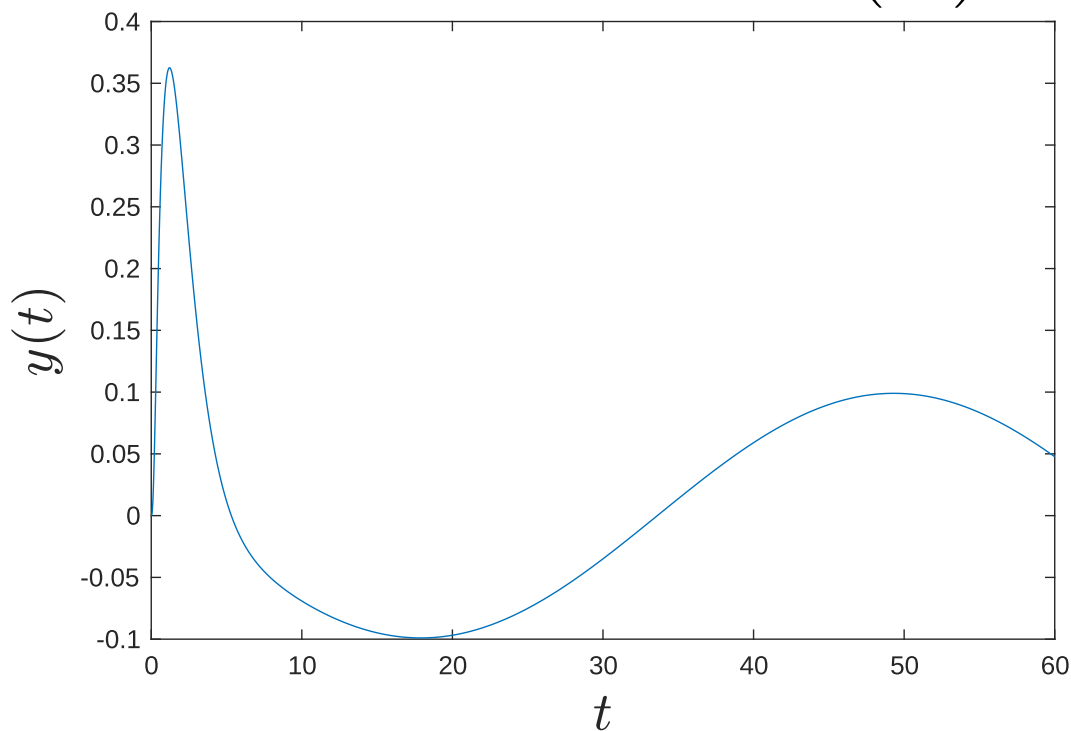
## Definizione dell'ingresso

```
% u(t) = sin(0.1t)
[u, time] = gensig("sine", T, TF, TS);
% u(t) = 10sin(0.1t)
u = 10 * u;
```

## Definizione dell'uscita

```
figure;
[y, time] = lsim(sys, u, time);
plot(time, y');
xlabel('$$$t$$$', Interpreter='latex', FontSize=20)
ylabel('$$y(t)$$', Interpreter='latex', FontSize=20)
title(['Response to $$u(t)=$' latex(10 * sin(w*t)) '$$'],...
      Interpreter='latex', FontSize=20)
```

Response to  $u(t) = 10 \sin\left(\frac{t}{10}\right)$



## Modifica del parametro w

```
w = 100
```

```
w =  
100
```

```
f = w / 2 / pi
```

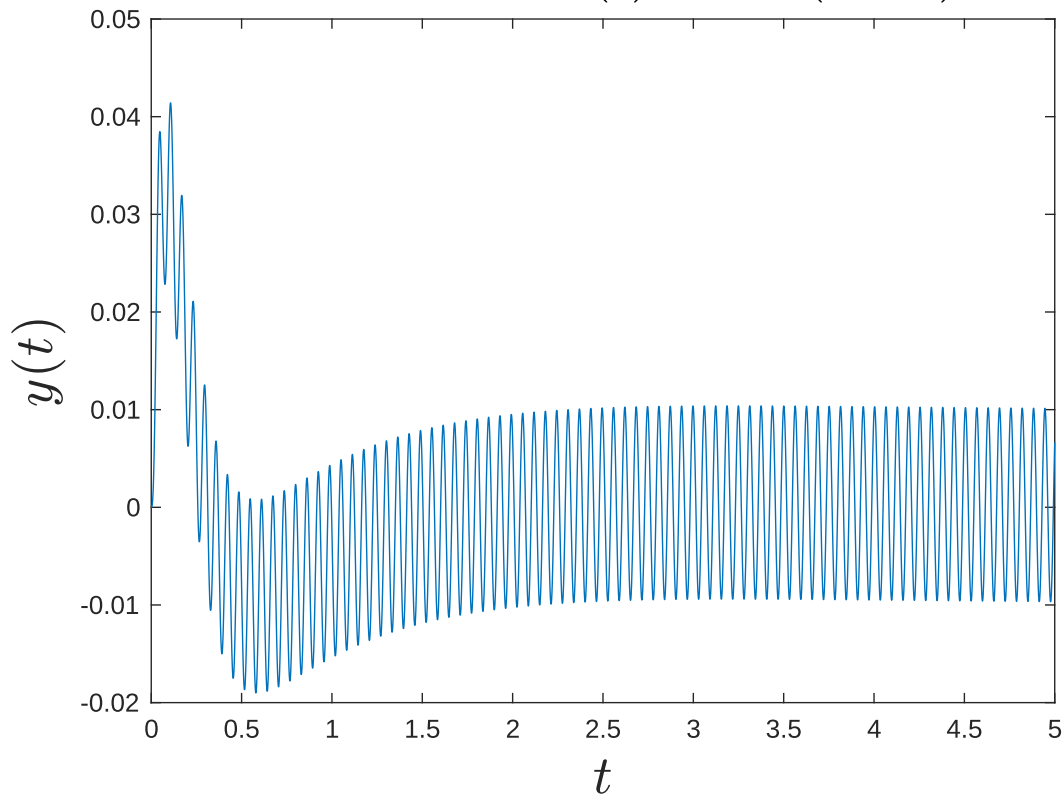
```
f =  
15.9155
```

```
T = 1 / f
```

```
T =  
0.0628
```

```
TF = 5;  
TS = TF / NS;  
[u, time] = gensig("sine", T, TF, TS);  
figure;  
[y, time] = lsim(sys, u, time);  
plot(time, y');  
xlabel('t', Interpreter='latex', FontSize=20)  
ylabel('y(t)', Interpreter='latex', FontSize=20)  
title(['Response to $u(t)=\sin(100t)$'],...  
      Interpreter='latex', FontSize=20)
```

## Response to $u(t) = \sin(100t)$



## Confronto tra più pulsazioni

### Scelta delle pulsazioni

```
ww = [0.1, 1, 5]
```

```
ww = 1×3
```

0.1000      1.0000      5.0000

## Grafico

### Parametri per lo stile del grafico

```
% FontSize
FS = 15;
% LineWidth
LW = 1.75;
```

### Parametri per la simulazione

```
% Tempo di Fine della simulazione
TF = 10; % [s]
% Tempo di campionamento (Sampling)
TS = TF / NS;
```

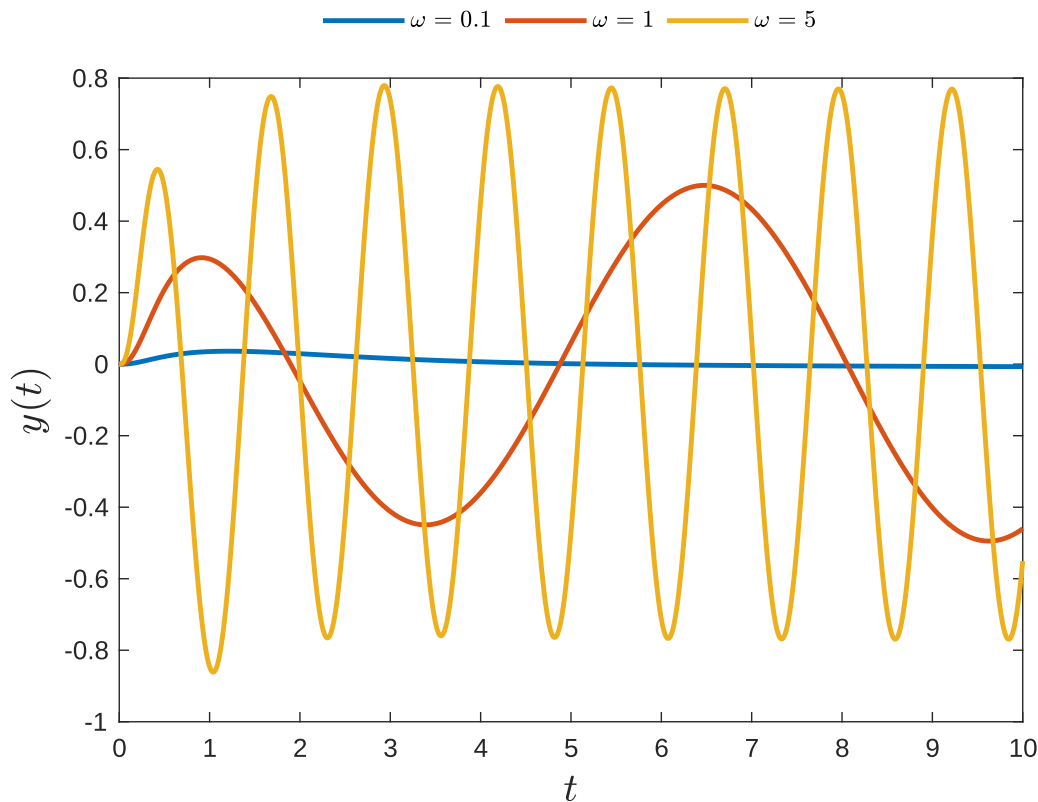
### Grafico delle uscite

```
figure;
legend_names = string(size(ww));
for ii = 1 : length(ww)
    w = ww(ii);
    f = w / 2 / pi;
    T = 1 / f;
    [u, time] = gensig("sine", T, 10, TS);
    [y, time] = lsim(sys, u, time);
    plot(time, y'); hold on;
    xlabel('$\omega$', Interpreter='latex', FontSize=FS)
    ylabel('$y(t)$', Interpreter='latex', FontSize=FS)

    legend_names(ii) = ['$\omega = ' num2str(w), '$'];
    [~, lgd, ~, ~] = legend(legend_names(1:ii), Interpreter='latex',...
        Location='northoutside', Box='off', Orientation='horizontal');
end
```

Warning: Calling legend with multiple outputs will not be supported in a future release.  
Warning: Calling legend with multiple outputs will not be supported in a future release.  
Warning: Calling legend with multiple outputs will not be supported in a future release.

```
set(findall(gcf, Property='FontSize'), FontSize=FS)
set(findall(gcf, Type='Line'), LineWidth=LW)
set(findobj(lgd, Type='Line'), LineWidth=LW)
hold off;
```



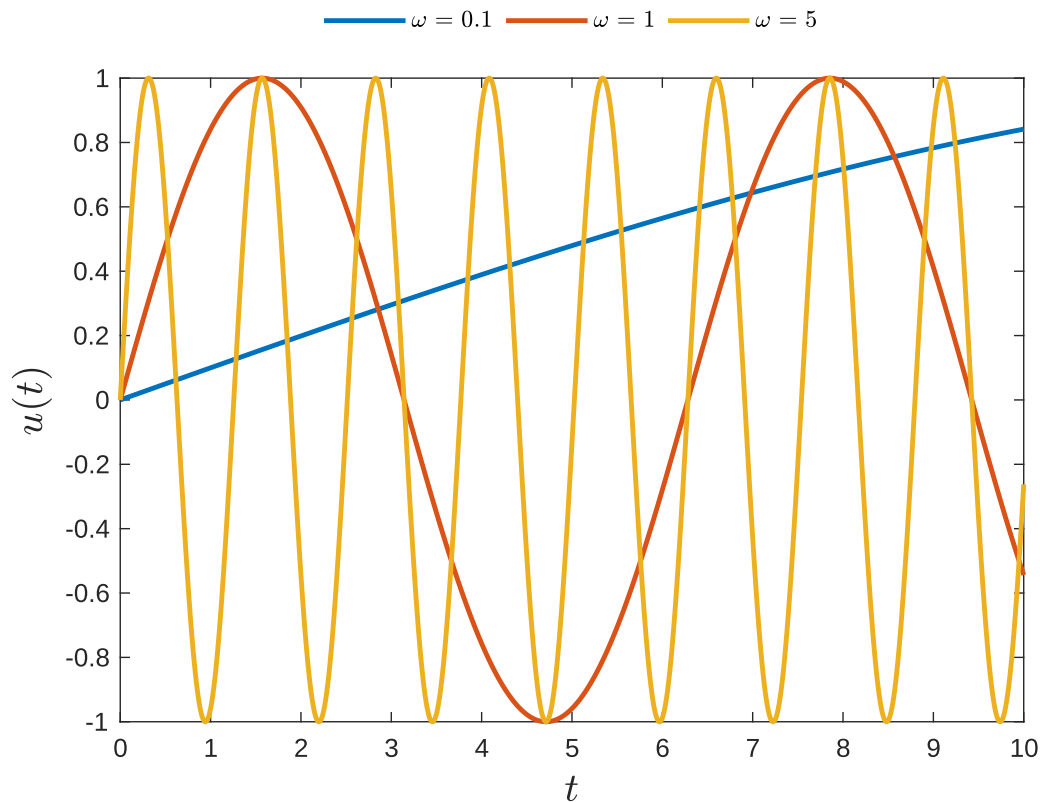
### Grafico degli ingressi

```
figure;
legend_names = string(size(wv));
for ii = 1 : length(wv)
    w = wv(ii);
    f = w / 2 / pi;
    T = 1 / f;
    [u, time] = gensig("sine", T, 10, TS);
    plot(time, u); hold on;
    xlabel('$$t$$', Interpreter='latex', FontSize=FS)
    ylabel('$$u(t)$$', Interpreter='latex', FontSize=FS)

    legend_names(ii) = ['$$\omega = ' num2str(w), '$$'];
    [~, lgd, ~, ~] = legend(legend_names(1:ii), Interpreter='latex',...
        Location='northoutside', Box='off', Orientation='horizontal');
end
```

Warning: Calling legend with multiple outputs will not be supported in a future release.  
 Warning: Calling legend with multiple outputs will not be supported in a future release.  
 Warning: Calling legend with multiple outputs will not be supported in a future release.

```
set(findall(gcf, Property='FontSize'), FontSize=FS)
set(findall(gcf, Type='Line'), LineWidth=LW)
set(findobj(lgd, Type='Line'), LineWidth=LW)
hold off;
```



## Risposta all'onda quadra

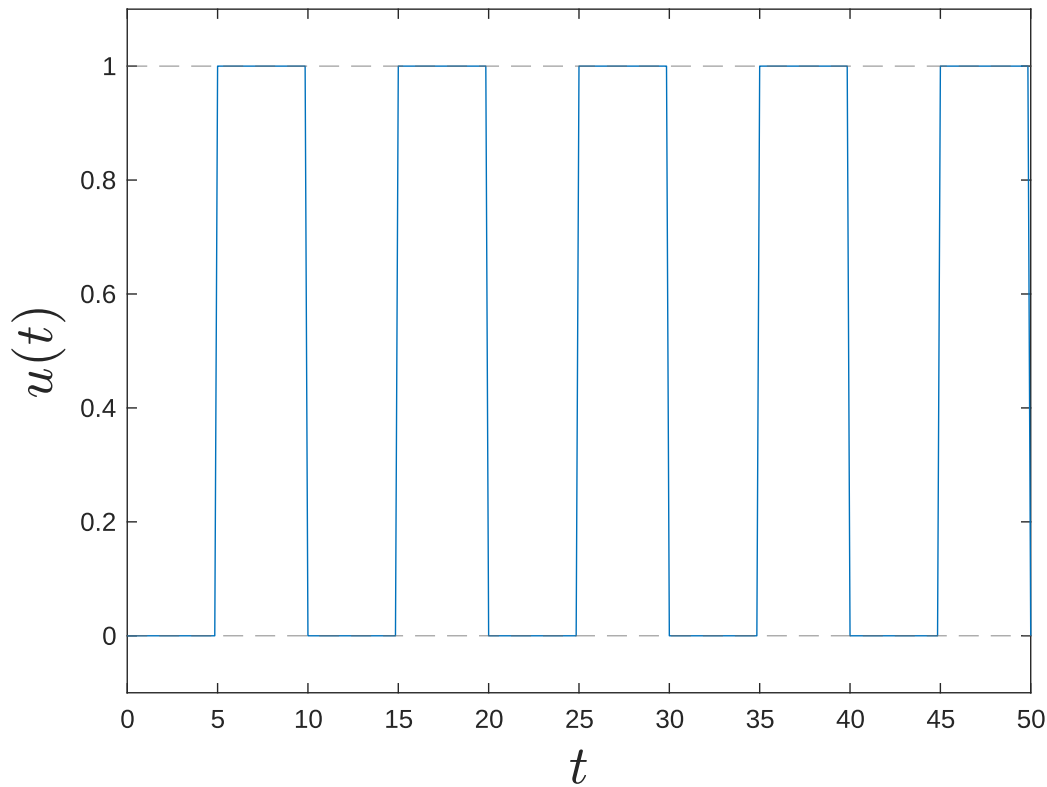
L'onda quadra può essere vista come una somma periodica di gradini di ampiezza uguale ed opposta

### Definizione dell'ingresso

```
% Periodo
T = 10;
% Segnale
[u, time] = gensig("square", T);
% Grafico
figure;
plot(time, u)
xlabel('$$t$$', Interpreter='latex', FontSize=20)
ylabel('$$u(t)$$', Interpreter='latex', FontSize=20)
title(['Onda quadra con periodo ' num2str(T) 's'],...
      Interpreter='latex', FontSize=20)
ylim([-0.1, 1.1])
yline(0, '--', LineWidth=0.42, Color=[0.42 0.42 0.42])
yline(1, '--', LineWidth=0.42, Color=[0.42 0.42 0.42])
```



## Onda quadra con periodo 10s



### Definizione del sistema

```
sys2 = tf(30, [1 5 30])
```

```
sys2 =
```

```
      30  
-----  
s^2 + 5 s + 30
```

Continuous-time transfer function.  
Model Properties

### Definizione dell'uscita

```
lsim(sys2, u, time)  
set(findall(gcf, Property='FontSize'), FontSize=12)  
set(findall(gcf, Type='Line'), LineWidth=1.25)
```

