



[calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com)



[unitsconverters.com](http://unitsconverters.com)

# Projeto do sistema de controle Fórmulas

Calculadoras!

Exemplos!

Conversões!

marca páginas [calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com), [unitsconverters.com](http://unitsconverters.com)

Maior cobertura de calculadoras e crescente - **30.000+ calculadoras!**

Calcular com uma unidade diferente para cada variável - **Conversão de unidade embutida!**

Coleção mais ampla de medidas e unidades - **250+ medições!**

Sinta-se à vontade para **COMPARTILHAR** este documento com seus amigos!

*[Por favor, deixe seu feedback aqui...](#)*



# Lista de 31 Projeto do sistema de controle

## Fórmulas

### Projeto do sistema de controle

#### 1) Ângulo de Assíntotas

$$fx \quad \phi_k = \frac{(2 \cdot (\text{modulus}(N - M) - 1) + 1) \cdot \pi}{\text{modulus}(N - M)}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(a870788d6ed9b8fd294b7654a8c8526b\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 5.834386\text{rad} = \frac{(2 \cdot (\text{modulus}(13 - 6) - 1) + 1) \cdot \pi}{\text{modulus}(13 - 6)}$$

#### 2) Erro de estado estacionário para sistema tipo 1

$$fx \quad e_{ss} = \frac{A}{K_v}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(c50c8b7b2cc2cf9ff925edec0ee94c0d\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 0.064516 = \frac{2}{31}$$

#### 3) Erro de estado estacionário para sistema tipo 2

$$fx \quad e_{ss} = \frac{A}{K_a}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(f60b7a900783ac3fd531bfd9c111be6d\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 0.060606 = \frac{2}{33}$$



4) Erro de estado estacionário para sistema tipo zero 

$$fx \quad e_{ss} = \frac{A}{1 + K_p}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(cbe80b694ebd74fcfe136a095b608235\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 0.060606 = \frac{2}{1 + 32}$$

5) Fator Q 

$$fx \quad Q = \frac{1}{2 \cdot \zeta}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(3e2231b1ad3ca8da8658228c00dd08e0\_img.jpg\)](#)

$$ex \quad 5 = \frac{1}{2 \cdot 0.1}$$

6) Frequência da largura de banda dada a taxa de amortecimento 

fx

[Abrir Calculadora !\[\]\(0d5ec72f61334709c3fc9450209b754f\_img.jpg\)](#)

$$f_b = \omega_n \cdot \left( \sqrt{1 - (2 \cdot \zeta^2)} + \sqrt{\zeta^4 - (4 \cdot \zeta^2) + 2} \right)$$

ex

$$54.96966\text{Hz} = 23\text{Hz} \cdot \left( \sqrt{1 - (2 \cdot (0.1)^2)} + \sqrt{(0.1)^4 - (4 \cdot (0.1)^2) + 2} \right)$$



7) Frequência de ressonância 

$$f_x \omega_r = \omega_n \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \zeta^2}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(e78f798d4ea5c530c9db49e7d26e6b95\_img.jpg\)](#)

$$ex \ 22.76884Hz = 23Hz \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot (0.1)^2}$$

8) Frequência Natural Amortecida 

$$f_x \omega_d = \omega_n \cdot \sqrt{1 - \zeta^2}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(05be7c7a8995decd503647c99211f7c2\_img.jpg\)](#)

$$ex \ 22.88471Hz = 23Hz \cdot \sqrt{1 - (0.1)^2}$$

9) Ganho-Produto de Largura de Banda 

$$f_x G.B = \text{modulus}(A_M) \cdot BW$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(fe3aebe81acea8d45108cd2768939da7\_img.jpg\)](#)

$$ex \ 56.16Hz = \text{modulus}(0.78) \cdot 72b/s$$

10) Horário de pico 

$$f_x t_p = \frac{\pi}{\omega_d}$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(899d8b7697d64725bf017d3296cfcf1b\_img.jpg\)](#)

$$ex \ 0.137307s = \frac{\pi}{22.88Hz}$$

11) Número de Assíntotas 

$$f_x N_a = N - M$$

[Abrir Calculadora !\[\]\(40770d9ed6ed4f1222ebf89a1396e8b2\_img.jpg\)](#)

$$ex \ 7 = 13 - 6$$



12) Número de oscilações 

$$fx \quad n = \frac{t_s \cdot \omega_d}{2 \cdot \pi}$$

Abrir Calculadora 


$$ex \quad 6.365281\text{Hz} = \frac{1.748\text{s} \cdot 22.88\text{Hz}}{2 \cdot \pi}$$

13) Período de tempo das oscilações 

$$fx \quad T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_d}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.274615\text{s} = \frac{2 \cdot \pi}{22.88\text{Hz}}$$

14) pico ressonante 

$$fx \quad M_r = \frac{1}{2 \cdot \zeta \cdot \sqrt{1 - \zeta^2}}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 5.025189 = \frac{1}{2 \cdot 0.1 \cdot \sqrt{1 - (0.1)^2}}$$

15) Primeiro Pico Ultrapassado 

$$fx \quad M_o = e^{-\frac{\pi \cdot \zeta}{\sqrt{1 - \zeta^2}}}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.729248 = e^{-\frac{\pi \cdot 0.1}{\sqrt{1 - (0.1)^2}}}$$



16) Primeiro Pico Undershoot 

$$fx \quad M_u = e^{-\frac{2 \cdot \zeta \cdot \pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.531802 = e^{-\frac{2 \cdot 0.1 \cdot \pi}{\sqrt{1-(0.1)^2}}}$$

17) Razão de Amortecimento Dado Tempo de Pico 

$$fx \quad t_p = \frac{\pi}{\omega_n \cdot \sqrt{1-\zeta^2}}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.137279s = \frac{\pi}{23Hz \cdot \sqrt{1-(0.1)^2}}$$

18) Superação percentual 

$$fx \quad \%_o = 100 \cdot \left( e^{\frac{-\zeta \cdot \pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \right)$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 72.92476 = 100 \cdot \left( e^{\frac{-0.1 \cdot \pi}{\sqrt{1-(0.1)^2}}} \right)$$




19) Taxa de amortecimento dada pelo tempo de subida 

$$fx \quad t_r = \frac{\pi - \left(\Phi \cdot \frac{\pi}{180}\right)}{\omega_n \cdot \sqrt{1 - \zeta^2}}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.137073s = \frac{\pi - \left(0.27\text{rad} \cdot \frac{\pi}{180}\right)}{23\text{Hz} \cdot \sqrt{1 - (0.1)^2}}$$

20) Taxa de Amortecimento dada Percentual de Excesso 

$$fx \quad \zeta = -\frac{\ln\left(\frac{\%o}{100}\right)}{\sqrt{\pi^2 + \ln\left(\frac{\%o}{100}\right)^2}}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.100106 = -\frac{\ln\left(\frac{72.9}{100}\right)}{\sqrt{\pi^2 + \ln\left(\frac{72.9}{100}\right)^2}}$$

21) Taxa de amortecimento dado amortecimento crítico 

$$fx \quad \zeta = \frac{C}{C_c}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.100334 = \frac{0.6}{5.98}$$



## 22) Taxa de Amortecimento ou Fator de Amortecimento

$$fx \quad \zeta = \frac{c}{2 \cdot \sqrt{m \cdot K_{spring}}}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.188147 = \frac{16}{2 \cdot \sqrt{35.45\text{kg} \cdot 51\text{N/m}}}$$

## 23) Tempo de atraso

$$fx \quad t_d = \frac{1 + (0.7 \cdot \zeta)}{\omega_n}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 0.046522\text{s} = \frac{1 + (0.7 \cdot 0.1)}{23\text{Hz}}$$

## 24) Tempo de configuração quando a tolerância é de 2 por cento

$$fx \quad t_s = \frac{4}{\zeta \cdot \omega_d}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 1.748252\text{s} = \frac{4}{0.1 \cdot 22.88\text{Hz}}$$

## 25) Tempo de configuração quando a tolerância é de 5 por cento

$$fx \quad t_s = \frac{3}{\zeta \cdot \omega_d}$$

Abrir Calculadora 

$$ex \quad 1.311189\text{s} = \frac{3}{0.1 \cdot 22.88\text{Hz}}$$





## 26) Tempo de Excesso de Pico no Sistema de Segunda Ordem

$$\text{fx } T_{po} = \frac{(2 \cdot k - 1) \cdot \pi}{\omega_d}$$

Abrir Calculadora 

$$\text{ex } 1.235766s = \frac{(2 \cdot 5 - 1) \cdot \pi}{22.88Hz}$$

## 27) Tempo de Resposta do Sistema Criticamente Amortecido

$$\text{fx } C_t = 1 - e^{-\omega_n \cdot T} - \left( e^{-\omega_n \cdot T} \cdot \omega_n \cdot T \right)$$

Abrir Calculadora 

$$\text{ex } 0.858732 = 1 - e^{-23Hz \cdot 0.15s} - \left( e^{-23Hz \cdot 0.15s} \cdot 23Hz \cdot 0.15s \right)$$

## 28) Tempo de resposta em caso não amortecido

$$\text{fx } C_t = 1 - \cos(\omega_n \cdot T)$$

Abrir Calculadora 

$$\text{ex } 1.952818 = 1 - \cos(23Hz \cdot 0.15s)$$



29) Tempo de Resposta em Caso Sobreamortecido 

fx

Abrir Calculadora 

$$C_t = 1 - \left( \frac{e^{-\left(\zeta_{\text{over}} - \sqrt{\left(\zeta_{\text{over}}^2 - 1\right)}\right) \cdot (\omega_n \cdot T)}}{2 \cdot \sqrt{\left(\zeta_{\text{over}}^2 - 1\right)} - 1 \cdot \left(\zeta_{\text{over}} - \sqrt{\left(\zeta_{\text{over}}^2 - 1\right)}\right)} \right)$$

ex

$$0.807466 = 1 - \left( \frac{e^{-\left(1.12 - \sqrt{\left((1.12)^2 - 1\right)}\right) \cdot (23\text{Hz} \cdot 0.15\text{s})}}{2 \cdot \sqrt{\left((1.12)^2 - 1\right)} - 1 \cdot \left(1.12 - \sqrt{\left((1.12)^2 - 1\right)}\right)} \right)$$

30) Tempo de subida dada a frequência natural amortecida 


fx

Abrir Calculadora 

$$t_r = \frac{\pi - \Phi}{\omega_d}$$

ex

$$0.125507\text{s} = \frac{\pi - 0.27\text{rad}}{22.88\text{Hz}}$$

31) Tempo de subida dado tempo de atraso 

fx

Abrir Calculadora 

$$t_r = 1.5 \cdot t_d$$

ex

$$0.06\text{s} = 1.5 \cdot 0.04\text{s}$$



## Variáveis Usadas






- $\%$  Superação percentual
- **A** Valor do Coeficiente
- **A<sub>M</sub>** Ganho do amplificador na banda média
- **BW** largura de banda do amplificador (*Bit por segundo*)
- **c** Coeficiente de Amortecimento
- **C** Amortecimento real
- **C<sub>C</sub>** Amortecimento Crítico
- **C<sub>t</sub>** Resposta de tempo para sistema de segunda ordem
- **e<sub>ss</sub>** Erro de estado estacionário
- **f<sub>b</sub>** Frequência de largura de banda (*Hertz*)
- **G.B** Produto de ganho de largura de banda (*Hertz*)
- **k** Valor K
- **K<sub>a</sub>** Constante de erro de aceleração
- **K<sub>p</sub>** Posição da Constante de Erro
- **K<sub>spring</sub>** Primavera constante (*Newton por metro*)
- **K<sub>v</sub>** Constante de erro de velocidade
- **m** Massa (*Quilograma*)
- **M** Número de Zeros
- **M<sub>o</sub>** Ultrapassagem de pico
- **M<sub>r</sub>** Pico Ressonante
- **M<sub>u</sub>** Pico inferior
- **n** Número de oscilações (*Hertz*)




- **N** Número de postes
- **N<sub>a</sub>** Número de assíntotas
- **Q** Fator Q
- **T** Período de tempo para oscilações (*Segundo*)
- **t<sub>d</sub>** Tempo de atraso (*Segundo*)
- **t<sub>p</sub>** Horário de pico (*Segundo*)
- **T<sub>po</sub>** Tempo de ultrapassagem de pico (*Segundo*)
- **t<sub>r</sub>** Tempo de subida (*Segundo*)
- **t<sub>s</sub>** Definir hora (*Segundo*)
- **ζ** Relação de amortecimento
- **ζ<sub>over</sub>** Taxa de sobreamortecimento
- **Φ** Mudança de fase (*Radiano*)
- **Φ<sub>k</sub>** Ângulo das Assíntotas (*Radiano*)
- **ω<sub>d</sub>** Frequência Natural Amortecida (*Hertz*)
- **ω<sub>n</sub>** Frequência Natural de Oscilação (*Hertz*)
- **ω<sub>r</sub>** Frequência de ressonância (*Hertz*)



## Constantes, Funções, Medidas usadas

- **Constante:**  $\pi$ , 3.14159265358979323846264338327950288  
*Constante de Arquimedes*
- **Constante:**  $e$ , 2.71828182845904523536028747135266249  
*Constante de Napier*
- **Função:** **cos**,  $\cos(\text{Angle})$   
*O cosseno de um ângulo é a razão entre o lado adjacente ao ângulo e a hipotenusa do triângulo.*
- **Função:** **ln**,  $\ln(\text{Number})$   
*O logaritmo natural, também conhecido como logaritmo de base  $e$ , é a função inversa da função exponencial natural.*
- **Função:** **modulus**, modulus  
*O módulo de um número é o resto quando esse número é dividido por outro número.*
- **Função:** **sqrt**,  $\sqrt{\text{Number}}$   
*Uma função de raiz quadrada é uma função que recebe um número não negativo como entrada e retorna a raiz quadrada do número de entrada fornecido.*
- **Medição:** **Peso** in Quilograma (kg)  
*Peso Conversão de unidades* 
- **Medição:** **Tempo** in Segundo (s)  
*Tempo Conversão de unidades* 
- **Medição:** **Ângulo** in Radiano (rad)  
*Ângulo Conversão de unidades* 
- **Medição:** **Frequência** in Hertz (Hz)  
*Frequência Conversão de unidades* 
- **Medição:** **largura de banda** in Bit por segundo (b/s)  
*largura de banda Conversão de unidades* 



- **Medição: Constante de Rigidez** in Newton por metro (N/m)  
*Constante de Rigidez Conversão de unidades* 



## Verifique outras listas de fórmulas

- **Projeto do sistema de controle Fórmulas** 
- **Resposta em estado estacionário e transitório Fórmulas** 
- **Modelagem de Sistema de Controle Elétrico Fórmulas** 

Sinta-se à vontade para **COMPARTILHAR** este documento com seus amigos!

### PDF Disponível em

[English](#) [Spanish](#) [French](#) [German](#) [Russian](#) [Italian](#) [Portuguese](#) [Polish](#) [Dutch](#)

5/10/2024 | 9:21:33 AM UTC

[Por favor, deixe seu feedback aqui...](#)

