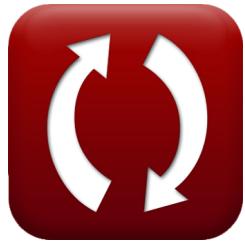




[calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com)



[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...*



© [calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com). A [softusvista inc.](#) venture!



# Lista de 31 Projeto do sistema de controle

## Fórmulas

### Projeto do sistema de controle ↗

#### 1) Ângulo de Assíntotas ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

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

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

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

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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



#### 4) Erro de estado estacionário para sistema tipo zero ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

#### 5) Fator Q ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

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

**fx**

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

**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 ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

## 8) Frequência Natural Amortecida ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

## 9) Ganho-Produto de Largura de Banda ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

## 10) Horário de pico ↗

$$fx \quad t_p = \frac{\pi}{\omega_d}$$

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

## 11) Número de Assíntotas ↗

$$fx \quad N_a = N - M$$

[Abrir Calculadora ↗](#)

$$ex \quad 7 = 13 - 6$$



## 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 ↗

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

[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 ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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



### 19) Taxa de amortecimento dada pelo tempo de subida ↗

**fx**

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

**ex**

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

### 20) Taxa de Amortecimento dada Percentual de Excesso ↗

**fx**

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

**ex**

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

### 21) Taxa de amortecimento dado amortecimento crítico ↗

**fx**

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

**ex**

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



## 22) Taxa de Amortecimento ou Fator de Amortecimento ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

## 23) Tempo de atraso ↗

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

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

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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

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

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

[Abrir Calculadora ↗](#)

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



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

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(71ceb62b681518c82e95d615e7265d66\_img.jpg\)](#)

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

## 27) Tempo de Resposta do Sistema Criticamente Amortecido

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

[Abrir Calculadora !\[\]\(fc3a57079704ef1b99671c8cafae23be\_img.jpg\)](#)

**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

**fx**  $C_t = 1 - \cos(\omega_n \cdot T)$

[Abrir Calculadora !\[\]\(d5831b2ac75eb48b4c49d27e61d24c03\_img.jpg\)](#)

**ex**  $1.952818 = 1 - \cos(23Hz \cdot 0.15s)$



## 29) Tempo de Resposta em Caso Sobreamortecido ↗

**fx****Abrir Calculadora ↗**

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

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

## 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

- $\%_o$  Superação percentual
- $A$  Valor do Coeficiente
- $A_M$  Ganho do amplificador na banda média
- $BW$  largura de banda do amplificador (*Bit por segundo*)
- $c$  Coeficiente de Amortecimento
- $C$  Amortecimento real
- $C_c$  Amortecimento Crítico
- $C_t$  Tempo de Resposta para Sistema de Segunda Ordem
- $e_{ss}$  Erro de estado estacionário
- $f_b$  Frequência de largura de banda (*Hertz*)
- $G.B$  Produto de ganho de largura de banda (*Hertz*)
- $k$  Valor K
- $K_a$  Constante de erro de aceleração
- $K_p$  Posição da Constante de Erro
- $K_{spring}$  Primavera constante (*Newton por metro*)
- $K_v$  Constante de erro de velocidade
- $m$  Massa (*Quilograma*)
- $M$  Número de Zeros
- $M_o$  Ultrapassagem de pico
- $M_r$  Pico Ressonante
- $M_u$  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(Angle)

*O cosseno de um ângulo é a razão entre o lado adjacente ao ângulo e a hipotenusa do triângulo.*

- **Função:** ln, ln(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(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 
- Modelagem de Sistema de Controle Elétrico Fórmulas 
- Resposta em estado estacionário e transitório Fórmulas 

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

### PDF Disponível em

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

5/1/2024 | 3:27:14 PM UTC

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

