

Escolhemos o setpoint sei lá qual

Método da tangente:

$$k = 5$$

$$p1 = 12.4$$

$$p2 = 173$$

$$\theta = 12.4$$

$$\tau = 173 - 12.4 = 160.6$$

$$tf = 5 * e^{-12.4 / 160.6} S + 1$$

Método Smith

Valores úteis:

$$63.2\% \text{ de } 5 = 3.16$$

$$28.3\% \text{ de } 5 = 1.415$$

$$t1 = 60.6$$

$$t2 = 158$$

$$k = 5$$

$$\tau = 1.5(158 - 60.6) = 146.1$$

$$\theta = 158 - 146.1 = 11.9$$

$$tf = 5 * e^{-11.9 / 146.1} S + 1$$

Escolhemos o método Smith porque é o mais top e usaremos esses parametros:

$$k = 5$$

$$\tau = 146.1$$

$$\theta = 11.9$$

$$tf = 5 * e^{-11.9 / 146.1} S + 1$$

Escolhendo o Setpoint de valor 4 temos:

Calculo do erro em malha aberta

$$E(\text{inf}) = k - SP = 5 - 4 = 1$$

Calculo do erro em malha fechada:

$$\begin{aligned}
E(s) &= SP - PV \\
PV &= FT * E(s) \\
E(s) &= SP - (FT * E(s)) \\
E(s) + (FT * E(s)) &= SP \\
E(s) * (1 + FT) &= SP \\
E(s) &= SP / (1 + FT) \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{SP}{S} * S * \left(\frac{1}{1 + FT} \right) \right) \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \left(SP * \left(\frac{1}{1 + FT} \right) \right) \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{SP}{1 + FT} \right) \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{SP}{1 + \left(\frac{5 * e^{(-11.9s)}}{146.5S + 1} \right)} \right) \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{SP}{1 + \frac{5 * e^0}{0 + 1}} \right) \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{SP}{1 + \left(\frac{5 * 1}{1} \right)} \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{SP}{1 + 5} \\
E(\infty) &= \lim_{s \rightarrow 0} \frac{4}{6} \\
E(\infty) &= 0,6667
\end{aligned}$$

SP = Degrau escolhido
FT = Função de transferencia

5) Calculado controlador, técnicas IMC e CHR com

a) IMC

$$\begin{aligned}
k &= 5 \\
\tau &= 146.1 \\
\theta &= 11,9 \\
\frac{\lambda}{\theta} &> 1.7 \rightarrow \lambda > 1.7 * \theta \rightarrow \lambda > 1.7 * 11.9 \\
\lambda &> 20,23
\end{aligned}$$

Valor escolhido para λ é de 22

Cálculos:

$$\begin{aligned}
Kp &= \frac{2 * \tau + \theta}{K * (2\lambda + \theta)} \rightarrow \frac{2 * 146.1 + 11.9}{5 * (2 * 22 + 11.9)} \rightarrow \frac{304.1}{279.5} \rightarrow 1,088 \\
Ti &= \tau + \frac{\theta}{2} \rightarrow 146.1 + \frac{11.9}{2} \rightarrow 146,2 + 5,96 \rightarrow 152,15
\end{aligned}$$

$$Td = \frac{\tau * \theta}{2 \tau + \theta} \rightarrow \frac{146,1 * 11,9}{2 * 146,1 + 11,9} \rightarrow \frac{1738,59}{304,1} \rightarrow 5,717$$

$$Ki = \frac{Kp}{Ti} \rightarrow \frac{1,088}{152,15} \rightarrow 0,00715$$

$$Kd = Kp * Td \rightarrow 1,088 * 5,717 \rightarrow 6,22$$

PID	Kp	Ti	Td
IMC	1,088	152,15	5,717