1.

a) Obtener la función de transferencia del sistema

$dy = 110 - 100$

$du = 60$

-Interpolación:

$dy25 =$

$x = t [s]$
$y = \Delta T$

$x = x_1 + \left(\dfrac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} \right)(y - y_1)$

$\quad (10)(0.25) + 0 = 2.5$

$dy25 = 180 + \left(\dfrac{240 - 180}{3.9 - 2.2} \right)(2.5 - 2.2)$

$\boxed{dy25 = 190.5882353} \approx dy25 = 190.5882$

$dy75$

$\quad (10)(0.75) + 0 = 7.5$

$dy75 = 420 + \left(\dfrac{720 - 420}{9.2 - 7.1} \right)(7.5 - 7.1)$

$\boxed{dy75 = 477.1428577} \approx dy75 = 477.1429$

- Modelo primer orden más tiempo muerto

$kp = \dfrac{dy}{du} = \dfrac{10}{60} \approx 0.1667$

$t_{90} = 0.9102(477.1429 - 190.5882) \approx 260.8220$

$tm = 1.2620(190.5882) - 0.2620(477.1429) \approx 115.5709$

$$G_{p1} = K_p \left(\frac{-t_m s}{\tau s + 1} \right) \qquad G_{p1} = 0.1667 \frac{-\left(\frac{115.5109 s}{260.8220 s + 1} \right)}$$

-Función de transferencia:

$$\frac{-0.1667 s + 0.002886}{260.8 s^2 + 5.516 s + 0.01731}$$

b) Sintonizar controlador para el proceso

-Ecuaciones de sintonización

$$K_c = \frac{1.2 (\tau_{10})}{(K_p)(t_m)} \qquad T_i = 2(t_m) \qquad T_d = 0.5(t_m)$$

$$K_c = \frac{1.2(260.8220)}{(0.1667)(115.5109)} \qquad T_i = 2(115.5109) \qquad T_d = 0.5(115.5109)$$

$$\boxed{K_c = 16.2575} \qquad \qquad \boxed{T_i = 231.0278} \quad \boxed{T_d = 57.7555}$$

-PID Ziegler y Nichols

$$PID = K_c \left(\left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) + \left(\frac{T_d s}{1 + \tau_{0.1} s} \right) \right)$$

$$PID = 16.2575 \left(\left(1 + \frac{1}{231.0278 s} \right) + \frac{57.7555 s}{1 + 269.8220 s} \right)$$

$$PID = \frac{1.117e06 s^2 + 7996 s + 16.26}{6.026 e04 s^2 + 237 s}$$

c.) Calcular el error del sistema con control y sin control

Como el sistema es tipo 0 se calcula el error de posición

$$E_p = \frac{1}{1+K_p}$$

$$K_p = \lim_{s \to 0} G(s) = \lim_{s \to 0} \frac{-0.16675 + 0.02886}{260.85^2 + 5.5765 + 0.077}$$

$$K_p = \frac{0.02886}{0.07737} = 1.667$$
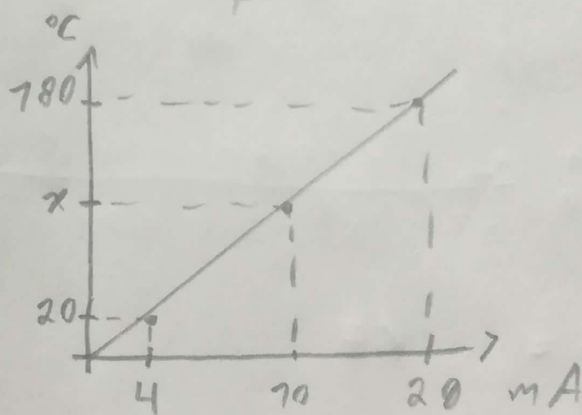
$$\boxed{E_p = \frac{1}{1+1.667} = 0.375}$$

Con control

$$E_p = \frac{1}{1+K_p}$$

$$K_p = \lim_{s \to 0} G(s)H(s) = \lim_{s \to 0} \left(\frac{0.02886}{0.07737}\right)\left(\frac{16.26}{0}\right)$$

$$K_p = \infty$$

$$\boxed{E = \frac{1}{1+\infty} = \infty}$$

2.) Partiendo que el transmisor es proporcional

Ecuación de la recta: $y = mx + b$

$$m = \frac{180 - 20}{20 - 4} = 10$$

Punto de Intercepto

$$y = mx + b$$

$$20 = 10(4) + b$$

$$b = 20 - 40$$

$$b = -20$$

Calculo para 10 mA

$$y = 10(10) - 20$$

$$y = 100 - 20$$

$$\underline{|y = 80 \ °C|}$$