Dado el proceso: $G(s) = \frac{\gamma}{\tau s+1}$ con $\tau = 12s$.

Controlado por un Controlador Electrónico (4-20 mA) de Acción Inversa y con $BP = 120\%$.

El setpoint, $A = 58°C$. El rango de medición va desde un $y_{min} = 12°C$ hasta $y_{max} = 130°C$.

Cuando y esté en el setpoint el actuador está en el 40% de su rango de escala completa.

Actividades:

1) Calcular γ
2) Dibujar u vs y.
   a) mostrar la BP y β.
   b) Determinar el rango de operación del actuador.
3) Si γ se incrementa en un 20%, repita la actividad
2) asumiendo que β no cambia.

Respuestas:

$$\beta = \frac{A}{\gamma} \Rightarrow \gamma = \frac{A}{\beta}$$

$$A = 58°C$$

$$\beta = [(20-4) \times 0{,}4 + 4]\ mA$$

$$\beta = 10{,}4\ mA$$

$$\gamma = \frac{58°C}{10{,}4\ mA}$$

$$\boxed{\gamma = 5{,}577\ °C/mA}$$

$$Kp\% = \frac{100}{BP} = \frac{10\cancel{0}}{12\cancel{0}} = \frac{5}{6}$$

$$Kp = Kp\% \cdot \frac{U}{Y}$$

$$Kp = \frac{5}{6} \cdot \frac{16\ mA}{(130-12)°C} \Rightarrow \boxed{Kp \doteq 0{,}113\ mA/°C}$$

Como el controlador es de acción inversa se considera negativa para el gráfico u vs y.

$u = K_p \Delta y + \beta \Rightarrow u = 10{,}4\,mA - 0{,}113\,\Delta y$

$$A\% = \frac{A-12}{130-12} \times 100\% \cong 39\%$$

Operación del Actuador:

$\Delta y_{max} = (130-58)°C = 72°C$

$u(\Delta y_{max}) = 10{,}4\,mA - 0{,}113 \times 72 = 2{,}264\,mA$ (irreal!!)

Entonces $u_{min} = 4\,mA$ ó 0% $\Rightarrow \Delta y = \frac{(10{,}4-4)}{0{,}113} = 56{,}64°C \Rightarrow T_{max} = 58+56{,}64$

$T_{max} = 114{,}64$ (87%)

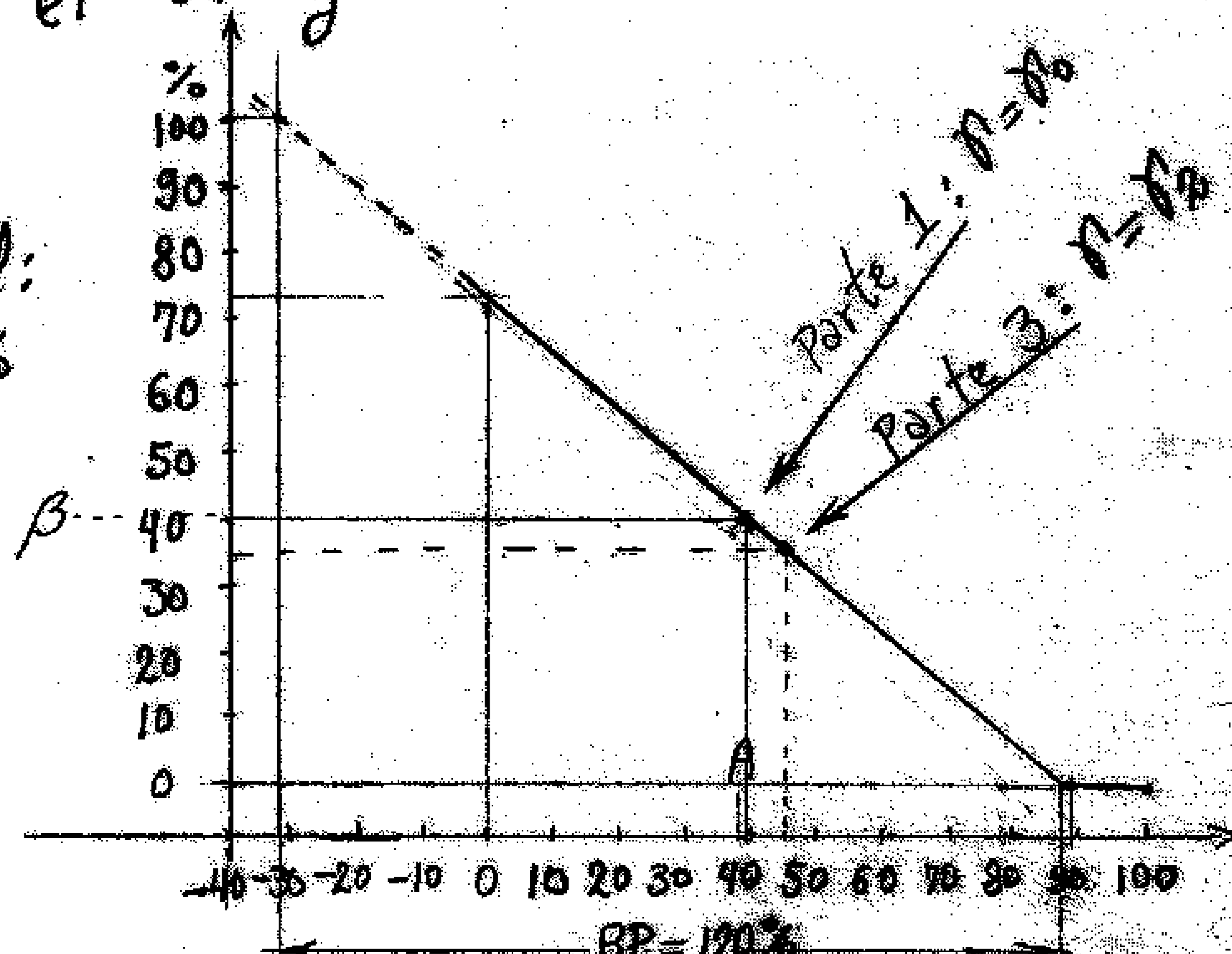
$\Delta y_{min} = (12-58)°C = -46°C$

$u(\Delta y_{min}) = 10{,}4\,mA - 0{,}113\,(-46°C) = 15{,}598\,mA$

$u_{max} = 15{,}598\,mA$ ó $u_{max}\% = \frac{15{,}598-4}{20-4} \times 100 = 72{,}49\%$

El actuador opera entre el 0% y el 72,5%.

La BP está definida desde: $87\% - 120\% = -33\%$ hasta el: 87%



$r_2 = r_o \times 1{,}2 = 5{,}577 \times 1{,}2 = 6{,}6924\,°C/mA$

$$e_{ss} = \frac{A\left(1-\frac{r_2}{r_o}\right)}{1+K_p r_2} = \frac{58(1-1{,}2)}{1+0{,}113 \times 6{,}6924}$$

$e_{ss} = -6{,}605$

como $e_{ss} = A - y_{ss} \Rightarrow y_{ss} = A - e_{ss}$

$y_{ss} = 58-(-6{,}605) = 64{,}605\,°C$

$y_{ss}\% = ((64{,}605-12)/118) \times 100 = 44{,}6\%$

$u = \beta + K_p.e_{ss} \Rightarrow u = 10{,}4\,mA + 0{,}113(-6{,}605)\,mA$

$u = 9{,}6536\,mA$ ó $u\% = \frac{(9{,}6536-4)100}{16} = 35{,}34\%$

Recuerde que $e = A - y \Rightarrow e_2 - e_1 = (A-y_2)-(A-y_1) = y_1 - y_2$

$\Rightarrow \Delta e = -\Delta y$

El Diagrama u vs y no cambia, solo se tiene un nuevo estado de equilibrio a la derecha del original, con:

$$\begin{cases} y = 64{,}605\,°C \text{ ó } 44{,}6\% \\ u = 9{,}6536\,mA \text{ ó } 35{,}34\% \end{cases}$$