



# ÍNDICES DE CALIDAD DE RESPUESTA

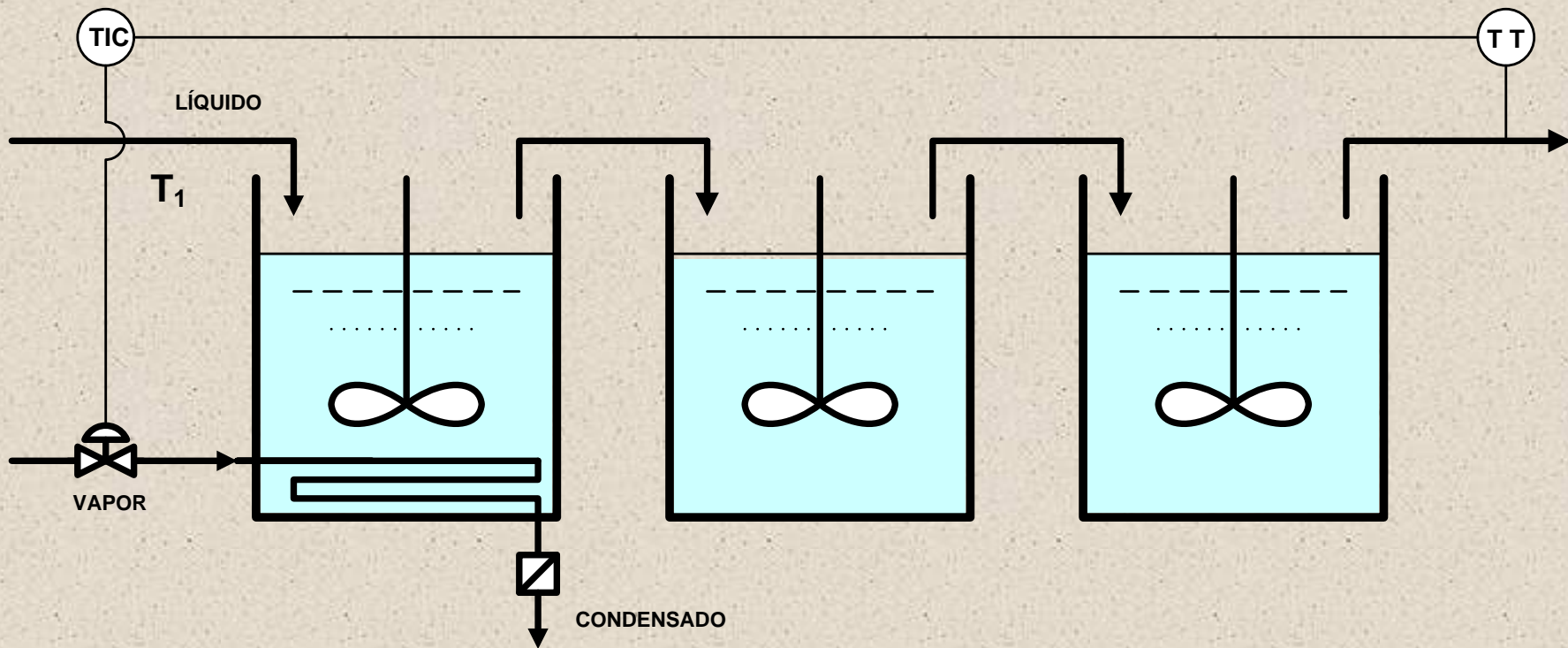
A un tanque agitado continuo en el que se calienta líquido mediante vapor que condensa, se decidió agregar dos tanques más con la misma capacidad que el original.

La temperatura se controlará con controlador **PID** a la salida de la tercera unidad. Tanto válvula como transmisor no tienen dinámica, de modo que la planta a controlar es formalmente de tercer orden.

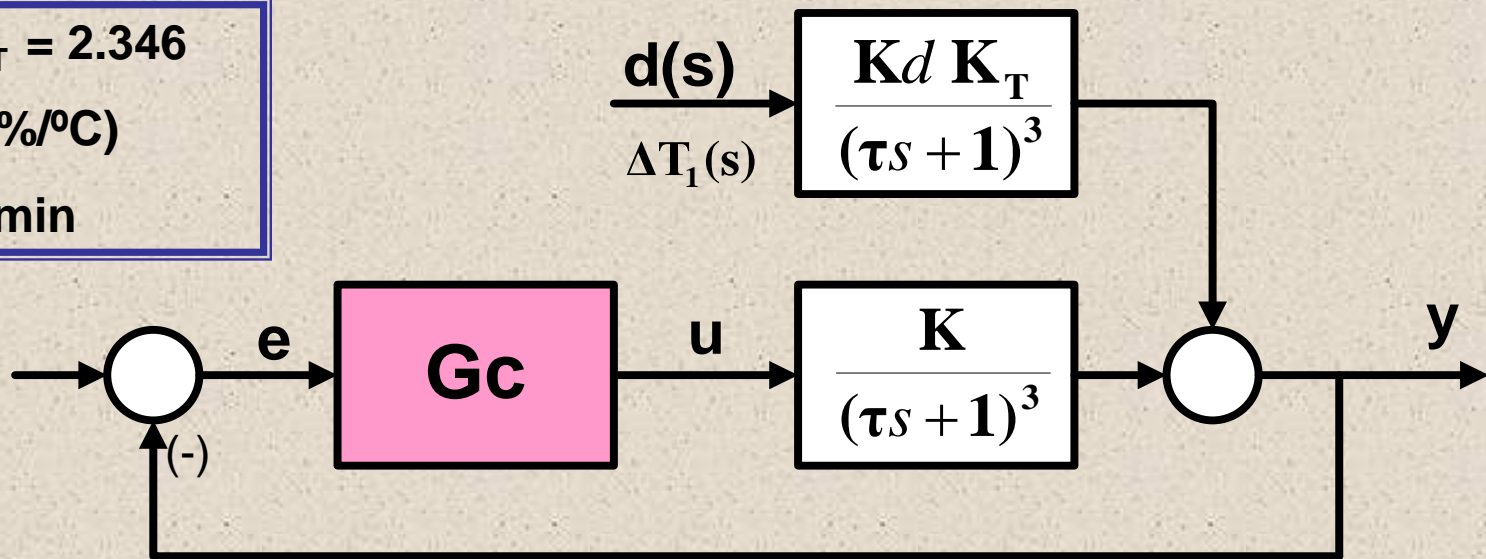
**Comparar usando índices de conducta apropiados** las distintas respuestas de "y" (Señal del transmisor) si la temperatura de ingreso varía de 20 a 40 °C en forma de escalón en los siguientes casos:

- A. Controlador proporcional P
- B. Controlador Proporcional Integral PI
- C. Controlador PID ideal
- D. Controlador PID real ( $\alpha = 0.1$ )

En cada caso, se deberá sintonizar el controlador por el método de las Oscilaciones Sostenidas de Ziegler y Nichols.



$K = K_V K_P K_T = 2.346$   
 $K_d = 1 \text{ (\%/}^\circ\text{C)}$   
 $\tau = 3 \text{ min}$

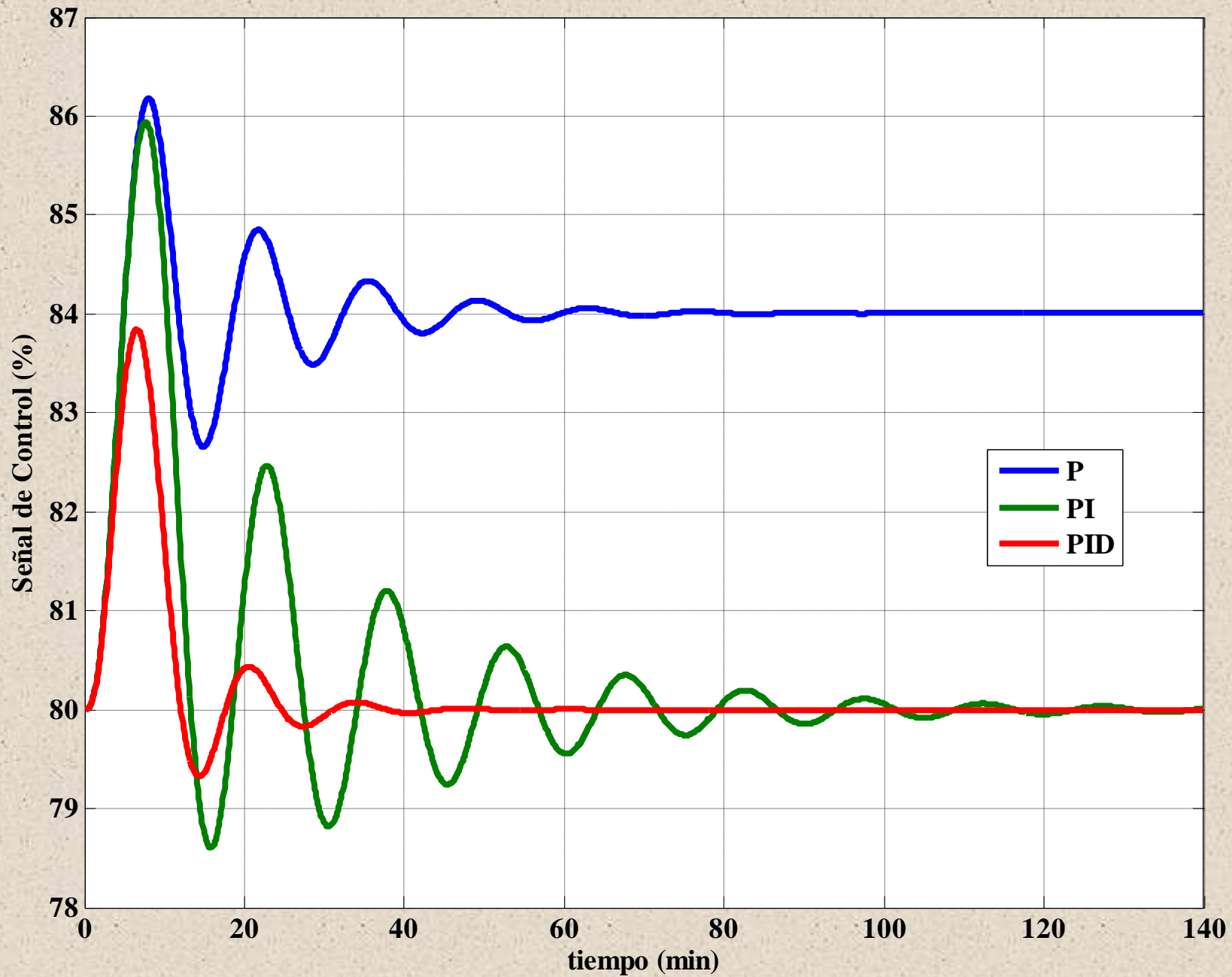


**Los ajustes de Ziegler y Nichols en Lazo Cerrado emplean los parámetros:**

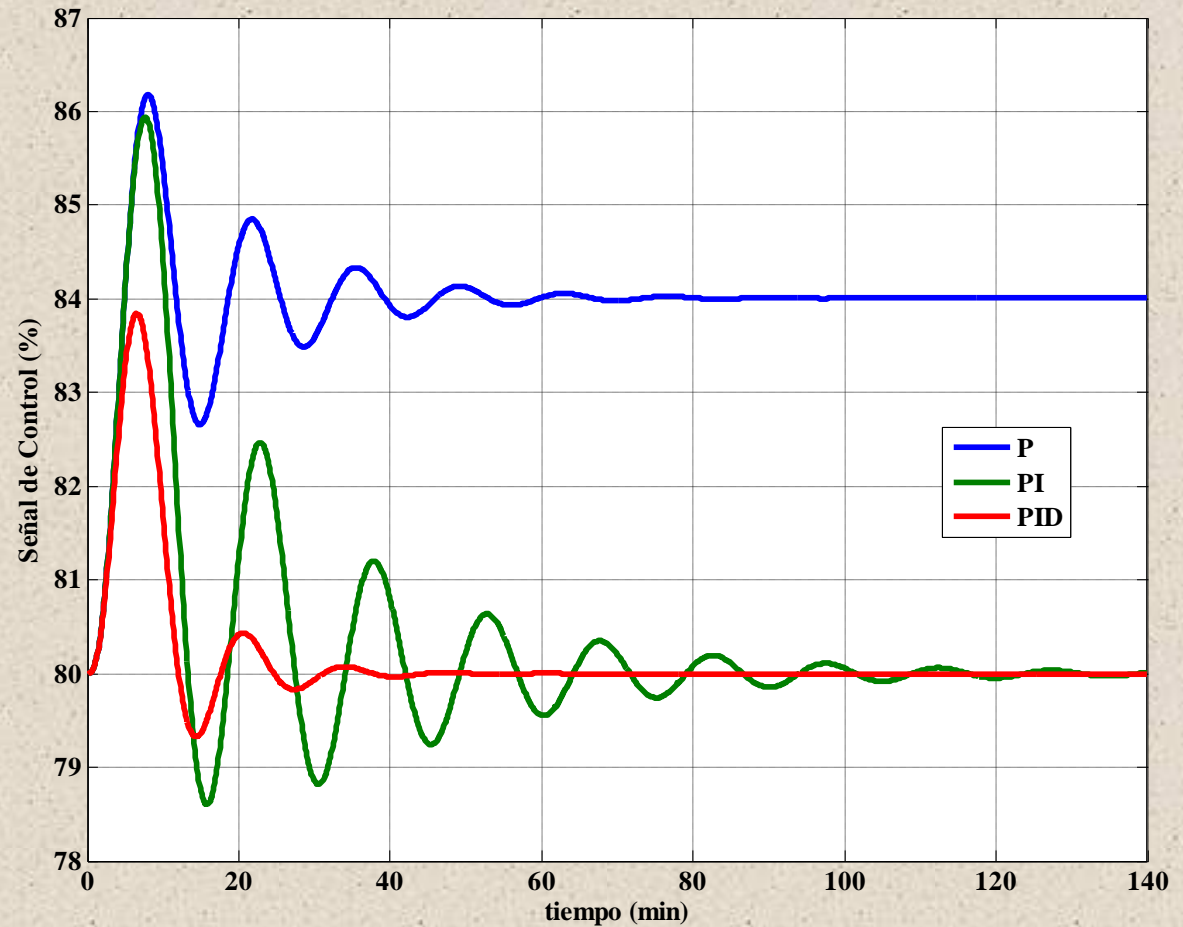
**Ganancia Última -  $K_{cu} = 3.41$**

**Período Último -  $\tau_u = 10.9$  min**

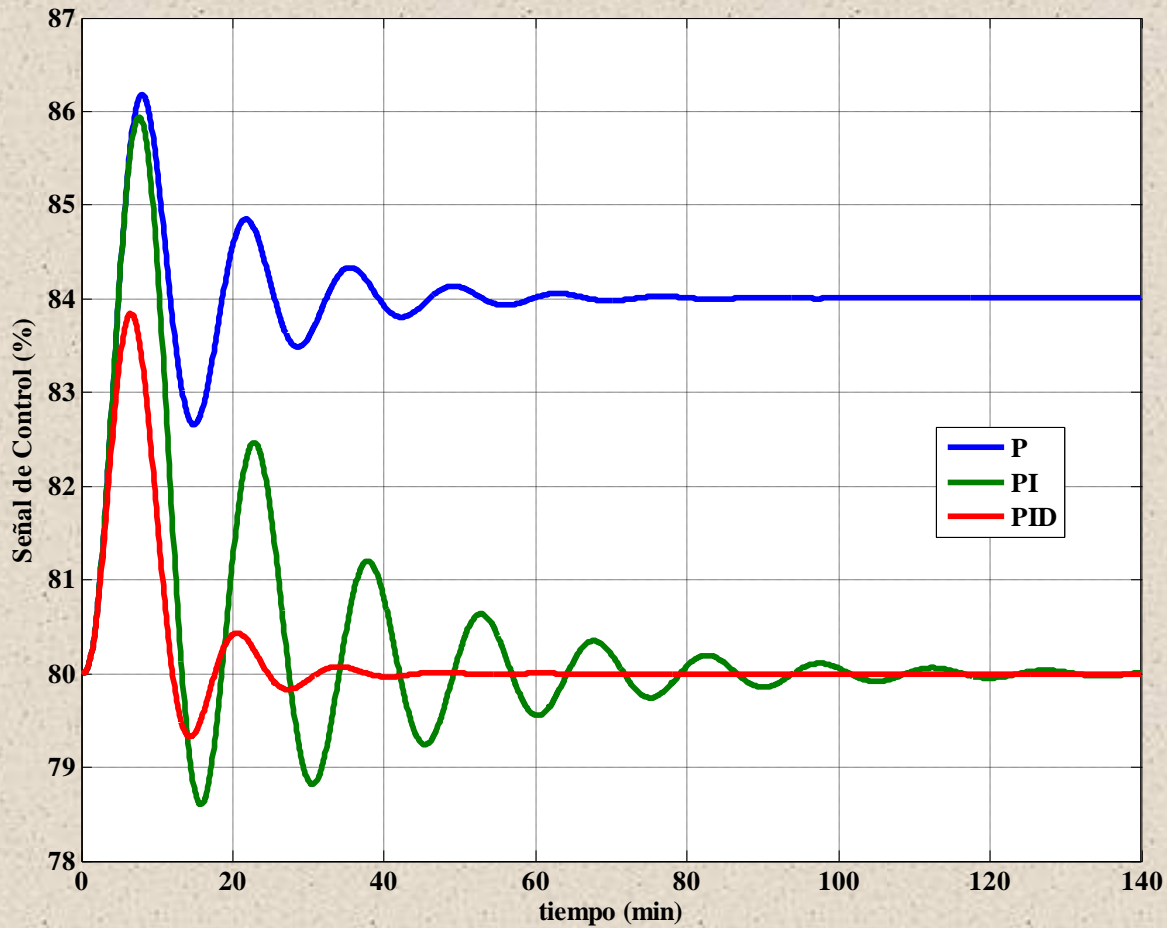
| <b>PARÁMETRO</b> | <b>CONTROLADOR</b> |           |                 |
|------------------|--------------------|-----------|-----------------|
|                  | <b>P</b>           | <b>PI</b> | <b>PID Real</b> |
| $K_c$            | 1.70               | $\infty$  | 0               |
| $T_I$ (min)      | 1.55               | 9.0       | 0               |
| $T_D$ (min)      | 2.10               | 5.4       | 1.3             |



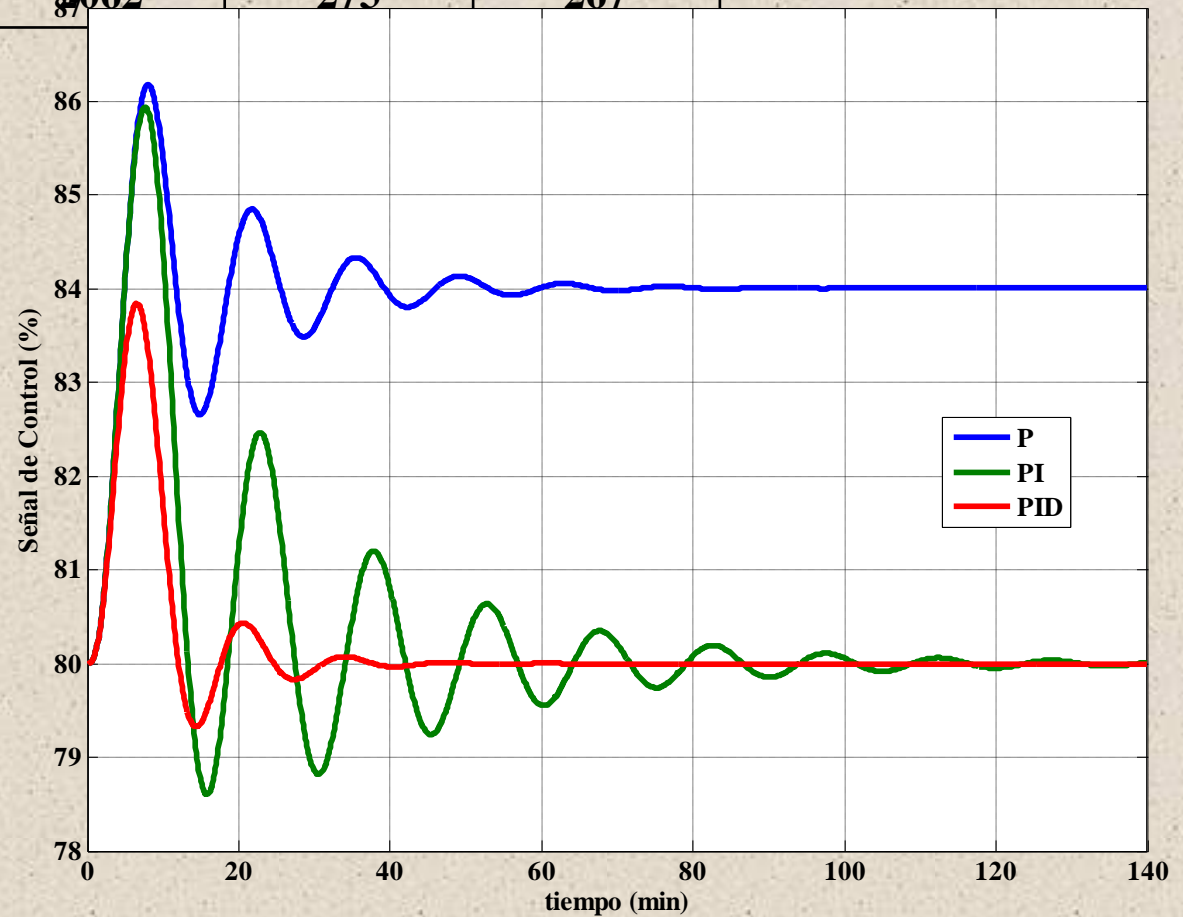
| PARÁMETRO           | CONTROLADOR |            |            |            |
|---------------------|-------------|------------|------------|------------|
|                     | P           | PI         | PID ideal  | PID real   |
| ee (%)              | <b>4.0</b>  | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> | <b>0.0</b> |
| SV <sub>1</sub> (%) | <b>2.1</b>  | <b>5.9</b> | <b>3.8</b> | <b>3.9</b> |
| max (Δy) (%)        | <b>6.1</b>  | <b>5.9</b> | <b>3.8</b> | <b>3.9</b> |



| PARÁMETRO       | CONTROLADOR |             |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | P           | PI          | PID ideal   | PID real    |
| RA              | <b>0.38</b> | <b>0.42</b> | <b>0.11</b> | <b>0.11</b> |
| $\tau_p$ (min)  | <b>13.7</b> | <b>15.2</b> | <b>14.1</b> | <b>13.8</b> |
| $t_{est}$ (min) | <b>51.0</b> | <b>98.6</b> | <b>29.5</b> | <b>29.0</b> |



| PARÁMETRO                  | CONTROLADOR |       |           |          |
|----------------------------|-------------|-------|-----------|----------|
|                            | P           | PI    | PID ideal | PID real |
| IE (% min)                 | 5.9         | -49.4 | -22.9     | -22.9    |
| IEA (% min)                | 38.4        | 85.4  | 29.4      | 29.1     |
| IEC (% <sup>2</sup> min)   | 685         | 231   | 71        | 71       |
| IEAT (% min <sup>2</sup> ) | 562         | 2062  | 273       | 267      |





| PARÁMETRO                  | CONTROLADOR |              |              |              |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                            | P           | PI           | PID ideal    | PID real     |
| ee (%)                     | <b>4.0</b>  | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>   |
| $SV_1$ (%)                 | <b>2.1</b>  | <b>5.9</b>   | <b>3.8</b>   | <b>3.9</b>   |
| max ( $\Delta y$ ) (%)     | <b>6.1</b>  | <b>5.9</b>   | <b>3.8</b>   | <b>3.9</b>   |
| RA                         | <b>0.38</b> | <b>0.42</b>  | <b>0.11</b>  | <b>0.11</b>  |
| $\tau_p$ (min)             | <b>13.7</b> | <b>15.2</b>  | <b>14.1</b>  | <b>13.8</b>  |
| $t_{est}$ (min)            | <b>51.0</b> | <b>98.6</b>  | <b>29.5</b>  | <b>29.0</b>  |
| IE (% min)                 | <b>5.9</b>  | <b>-49.4</b> | <b>-22.9</b> | <b>-22.9</b> |
| IEA (% min)                | <b>38.4</b> | <b>85.4</b>  | <b>29.4</b>  | <b>29.1</b>  |
| IEC (% <sup>2</sup> min)   | <b>685</b>  | <b>231</b>   | <b>71</b>    | <b>71</b>    |
| IEAT (% min <sup>2</sup> ) | <b>562</b>  | <b>2062</b>  | <b>273</b>   | <b>267</b>   |